

**IMAGINOLOGIA  
E RADIOLOGIA  
ODONTOLÓGICA**

**Watanabe/Arita**



IMAGINOLOGIA  
E RADIOLOGIA  
ODONTOLÓGICA

Página deixada intencionalmente em branco

# IMAGINOLOGIA E RADIOLOGIA ODONTOLÓGICA

## **Plauto Christopher Aranha Watanabe**

*Graduação em Odontologia na Faculdade de Ribeirão Preto  
pela Universidade de São Paulo*

*Especialização em Radiologia (Diagnóstico Bucal)  
pela Universidade Estadual de Campinas*

*Especialização em Radiologia pela Okayama Dental University*

*Mestrado em Radiologia Odontológica pela Universidade Estadual de Campinas*

*Doutorado em Odontologia (Diagnóstico Bucal) pela Universidade de São Paulo*

## **Emiko Saito Arita**

*Graduação em Odontologia pela Universidade de São Paulo*

*Especialização em Radiologia pelo Conselho Regional de Odontologia  
do Estado de São Paulo*

*Professora visitante e Pesquisadora da Okayama University Graduate School of  
Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences*

*Mestrado em Clínica Odontológica pela Universidade de São Paulo*

*Doutorado em Odontologia (Diagnóstico Bucal) pela Universidade de São Paulo*

*Livre-docente pela Universidade de São Paulo*

*Professora Associada da Disciplina de Radiologia do Departamento de Estomatologia  
da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo*



© 2013, Elsevier Editora Ltda.

Todos os direitos reservados e protegidos pela Lei 9.610, de 19/02/1998.

Nenhuma parte deste livro, sem autorização prévia por escrito da editora, poderá ser reproduzida ou transmitida, sejam quais forem os meios empregados: eletrônicos, mecânicos, fotográficos, gravação ou quaisquer outros.

ISBN: 978-85-352-6123-3

### Capa

Creamcracker

### Editoração Eletrônica

Rosane Guedes

### Elsevier Editora Ltda.

Conhecimento sem Fronteiras

Rua Sete de Setembro, n° 111 – 16° andar  
20050-006 – Centro – Rio de Janeiro – RJ

Rua Quintana, n° 753 – 8° andar  
04569-011 – Brooklin – São Paulo – SP

Serviço de Atendimento ao Cliente

0800 026 53 40

sac@elsevier.com.br

Consulte também nosso catálogo completo, os últimos lançamentos e os serviços exclusivos no site [www.elsevier.com.br](http://www.elsevier.com.br)

#### NOTA

O conhecimento médico está em permanente mudança. Os cuidados normais de segurança devem ser seguidos, mas, como as novas pesquisas e a experiência clínica ampliam nosso conhecimento, alterações no tratamento e terapia à base de fármacos podem ser necessárias ou apropriadas. Os leitores são aconselhados a checar informações mais atuais dos produtos, fornecidas pelos fabricantes de cada fármaco a ser administrado, para verificar a dose recomendada, o método e a duração da administração e as contraindicações. É responsabilidade do médico, com base na experiência e contando com o conhecimento do paciente, determinar as dosagens e o melhor tratamento para cada um individualmente. Nem o editor nem o autor assumem qualquer responsabilidade por eventual dano ou perda a pessoas ou a propriedade originada por esta publicação.

O Editor

CIP-BRASIL. CATALOGAÇÃO-NA-FONTE  
SINDICATO NACIONAL DOS EDITORES DE LIVROS, RJ

W294i

Watanabe, Plauto Christopher Aranha

Imaginologia e radiologia odontológica / Plauto Christopher Aranha

Watanabe, Emiko Saito Arita. - 1. ed. - Rio de Janeiro : Elsevier, 2012.

500p. : il. ; 28 cm

Inclui bibliografia e índice

ISBN 978-85-352-6123-3

1. Dentes - Radiografia. 2. Diagnóstico por imagem. I. Arita, Emiko Saito.  
II. Título.

12-6684.

CDD: 617.607572

CDU: 616.314-073



# Colaboradores

## **Marlívيا Gonçalves de Carvalho Watanabe**

Especialista, Mestre e Doutora pela UFSP/USP  
Chefe do Departamento de Estomatologia, Saúde Coletiva e Odontologia Social da  
Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da USP  
Professora Doutora da FORP/USP

## **Christiano de Oliveira-Santos**

Doutor em Estomatologia pela FOB/USP  
Professor Doutor da FORP/USP

## **Solange Aparecida Caldeira Monteiro**

Especialista, Mestre e Doutora em Radiologia Odontológica pela FOP-UNICAMP  
Professora Doutora da FORP/USP

# Dedicatória

Este livro é dedicado a toda a minha família, mas não posso deixar de agradecer especialmente a minha mãe Anna, meu pai Oswaldo e minha querida esposa Marlívia. Outros também merecem a dedicatória, pois de alguma forma contribuíram para esta ousadia. Assim, cito minha irmã Daniele, meu irmão Glauco (*in memoriam*), meus avós Anita e Maurício, e também minha tia Sabina (todos *in memoriam*), a Misao, e meus irmãos por parte de pai, Aripuanã e Arapoty, meus queridos filhos Bruno e Giovanni, meus cunhados Giancarlo e Gerson Jr, além é claro de minha querida sogra Marlene.

Não poderia também deixar de dedicar esta obra aos Profs. José Roberto Tamburús, meu guru acadêmico e Oswaldo José Varoli (*in memoriam*), meu primeiro orientador.

*Plauto Christopher Aranba Watanabe*

Dedico esta obra a toda minha família. Aos meus pais Jitsumasa e Kiyoko (ambos *in memoriam*), minhas irmãs Margareth e Cristina, ao meu marido Kiyoshi pelo apoio e consideração. Agradecimento especial ao meu irmão Tetsuo Saito, foi meu professor na universidade e por incentivos à pesquisa contínua e execução clínica rigorosa. Dedico também ao Professor Jose Carlos Negreli Musegante pelo contínuo apoio, sempre compartilhando valiosos conhecimentos e amizade. Não poderia deixar de citar o Professor Arão Rumel (*in memoriam*), que me transmitiu os mais valiosos princípios científicos da área de Radiologia.

*Emiko Saito Arita*

# Agradecimentos

Com toda a certeza deste mundo são necessários agradecimentos para algumas pessoas especiais que nos ajudaram a criar condições e diretrizes para o desenvolvimento deste trabalho, direta ou indiretamente, contribuíram para a elaboração deste livro.

O nosso muito obrigado a:

Professor Jose Roberto Tamburús,  
Professor Luiz Carlos Pardini,  
Professora Solange Aparecida Caldeira Monteiro,  
Professor Christiano Oliveira-Santos,  
Professor Junichi Asaumi,  
Prof. Kanji Kishi,  
Sr. Rodrigo Gonçalves - Informática,  
Técnica em Radiologia Damaris Stopato da Fonseca,  
Sra. Julieta Mariko Tachibana.

*Os autores*

# Prefácio

É inestimável privilégio ser convidado a redigir o Prefácio deste Livro sobre “Radiologia e Diagnóstico por Imagem” de relevante aplicação e interesse indispensável para a Odontologia.

O livro, verdadeiro Tratado, é disponibilizado à comunidade especializada em Radiologia Odontológica (e áreas afins) tanto para alunos de graduação e de pós-graduação como para clínicos gerais ou especializados e para docentes em qualquer estágio de sua carreira acadêmica.

O indiscutível mérito da literatura odontológica brasileira em suprir lacunas que propiciem adequada fonte de conhecimento atualizado e qualificado deve ser realçado pela dedicação, competência e hercúleo empenho dos professores associados Emiko Saito Arita (FOUSP) e Plauto Christopher Aranha Watanabe (FORP-USP). Se a árdua atividade de pesquisa é também importante para enriquecer o ensino e a assistência, não menos significativo é consolidar e socializar o respectivo conhecimento através deste livro. Composto por 14 capítulos engloba desde aspectos gerais da Saúde Bucal em nosso meio até a Biologia da Radiação e Radioproteção. Entre estas duas abordagens trata nos demais capítulos de todos os aspectos dos Raios-X, da Radiologia Digital/Tomografia/Ressonância/Ultrassonografia e suas variações técnicas sempre dependentes de pleno domínio das bases anatômicas craniofaciais nos procedimentos com finalidades diagnósticas específicas.

Ademais ao seu conteúdo, cabe destacar a redação esmerada promovendo fácil e agradável leitura, numerosa e esmerada documentação e bibliografia abrangente e atualizada.

Os Professores Emiko Saito Arita e Plauto Christopher Aranha Watanabe comprovam, uma vez mais, os respectivos méritos acadêmicos que valorizam ainda mais a reconhecida distinção desfrutada pela Universidade de São Paulo.

*Prof. Dr. Flavio Fava de Moraes*

*Cirurgião-Dentista – FOUSP*

*Professor Emérito do ICB-USP*

*Ex-reitor da USP (1993-1997)*

*Diretor Científico da FAPESP (1986-1993)*

*Secretário Ciência e Tecnologia-SP (1998-1999)*

*Vice-Presidente da Associação Internacional de Universidades/UNESCO (1995-2004).*

Há pouco tempo, um relativamente grande número de livros-texto acadêmicos da área de diagnóstico odontológico por imagem tem sido publicado. Isto é devido à grande utilização dos diagnósticos por imagens nos tratamentos clínicos realizados nos consultórios odontológicos, e conseqüentemente esses livros-textos que focam os aspectos básicos são necessários.

Além do mais, o campo de diagnóstico odontológico por imagem tem se expandido, e hoje envolve não somente o uso da radiação ionizante e radioisótopos como principal fonte na obtenção de imagens, mas também os campos de engenharia médica.

Conseqüentemente, extenso conhecimento do equipamento de raios X e outros mais modernos equipamentos de diagnóstico são necessários. Este livro inclui um significativo número de ilustrações, tal que o leitor possa facilmente compreender as descrições fornecidas. Eu estou convencido de que este livro será de grande utilidade para estudantes de graduação e para os dentistas generalistas como um bíblia de diagnóstico odontológico por imagem.

*Jun-ichi Asaumi*

*Professor and Chairman*

*Department of Oral and Maxillofacial Radiology, Field of Tumor Biology,  
Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical  
Sciences, 5-1, Shikata-cho, 2-Chome, Okayama-city, Okayama 700-8525, JAPAN*

*General Manager, Oral Diagnosis and Oral Medicine*

*Vice manager, Head and Neck Cancer Center*

*Head of Oral Diagnosis and Dentomaxillofacial Radiology*

*Okayama University Hospital*

*International Association of Oral and Maxillofacial Radiology (IADMFR)*

*Regional Director, Asia*

*Editor-in-Chief of Open Journal of Stomatology*

*Editor-in-Chief of Journal of Okayama Dental Society*

*Associate Editor of the Oral Radiology*

# Apresentação

A imaginologia e radiologia odontológica é disciplina obrigatória de qualquer currículo do curso de Odontologia. Pretendemos com este livro abranger o alunado da área, de forma mais digerível a tal geração “Y”, além, é claro, que tornar uma leitura mais visual do conteúdo, com uma grande quantidade de imagens para o cirurgião dentista. Não por acaso, trata-se de um material didático acadêmico de imaginologia e radiologia odontológica.

A radiografia ainda é a principal ferramenta complementar de diagnóstico para a odontologia e muitas vezes pra a medicina. Assim, todas as especialidades e o clínico geral fazem uso rotineiro desse exame, vislumbrando colher, observar e interpretar dados para a construção do diagnóstico.

Abordaremos o assunto em nível intermediário, o que com certeza englobará a especialidade e também a pós-graduação.

Este material didático acadêmico terá abrangência na radiologia básica (mais técnica) e também na radiologia diagnóstica (interpretação radiográfica). É nossa proposta direcionar primariamente esse conteúdo para o perfil recomendado pelo MEC-Ministério da Educação e Cultura, ou seja, contribuir para a formação de um cirurgião-dentista, com formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, para atuar em todos os níveis de atenção à saúde, com base no rigor técnico e científico, sempre relevando que no ensino a teoria é indissociável da prática. Outro norte fundamental na construção deste material didático acadêmico foi a Portaria 453 do Ministério da Saúde – Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que criou o Regulamento Técnico que estabelece as diretrizes básicas de proteção radiológica em radiodiagnóstico médico e odontológico, e dispõe sobre o uso dos raios X diagnósticos em todo território nacional.

*Plauto Christopher Aranba Watanabe*

# Sumário

- Capítulo 1** Introdução ao Estudo da Radiologia Odontológica: Saúde Bucal no Brasil – Estado da Arte, 1
- Capítulo 2** Raios X Outra Forma de Luz – Considerações Gerais em Odontologia, 13
- Capítulo 3** Aplicação dos Raios X, 23
- Capítulo 4** Aspectos Básicos da Física da Radiação, 39
- Capítulo 5** Equipamentos/Tubos de Raios X Intraorais, 57
- Capítulo 6** Filmes e Processamento de Imagens, 81
- Capítulo 7** Sensores Digitais e Processamento de Imagens, 109
- Capítulo 8** Aspectos Básicos das Imagens Radiográficas Odontológicas, 141
- Capítulo 9** Técnicas Radiográficas Odontológicas, 167
- Capítulo 10** Biologia da Radiação – Radioproteção, 243
- Capítulo 11** Anatomia Radiográfica Normal, 287
- Capítulo 12** Diagnóstico Radiográfico – Patologias e Anormalidades, 321
- Capítulo 13** Recomendações para Tomografia Computadorizada Tipo *Cone Beam* – Método Avançado de Diagnóstico por Imagem, 457
- Capítulo 14** Programa de Garantia de Qualidade em Radiologia Odontológica, 481

Página deixada intencionalmente em branco

# A SAÚDE BUCAL NO BRASIL - ESTADO DA ARTE

Marlívía Gonçalves de Carvalho Watanabe

1

## SUMÁRIO

O estudo da ocorrência das doenças e agravos à saúde é tarefa de todo profissional de saúde.

- Os principais problemas de saúde bucal no Brasil são: cárie dentária, doenças periodontais, perda dental, oclusopatias, fluorose e câncer bucal.
- O aumento na prevalência de cárie dentária nos países menos ricos pode estar relacionado com o alto consumo de açúcar e a pouca utilização de medidas de prevenção e controle.
- As mulheres, em geral, apresentam mais dentes restaurados que os homens.
- A prevalência de cárie dentária é maior em grupos economicamente menos privilegiados.
- Atualmente, a cárie dentária é considerada uma doença da pobreza.
- No Brasil, todos os grupos populacionais examinados apresentaram dados que sugerem pouco acesso ao tratamento restaurador e reabilitador, apesar de recentes políticas públicas do governo.
- A gengivite apresenta-se como a doença periodontal mais prevalente em diferentes populações no mundo, sendo mais grave nos países de baixa renda.
- Recentemente foi demonstrada a importância de se considerar a relação entre as doenças periodontais e algumas condições sistêmicas.
- A osteoporose é uma dessas doenças.
- A diabetes é outra.
- De maneira geral, a perda dental está relacionada com a prevalência e gravidade da cárie dentária, bem como ao acesso a tratamento restaurador.
- As oclusopatias estão presentes de maneira precoce (5 anos de idade) na população brasileira.
- A prevalência de fluorose tem aumentado em grupos populacionais que utilizam várias formas de fluoretos para prevenção de cárie dentária. No Brasil, sua prevalência ainda é considerada baixa.
- O câncer de cavidade oral ainda é muito prevalente no nosso país.

## OBJETIVOS

### Objetivo Geral

Fornecer ao aluno os subsídios necessários em relação ao estado atual de saúde bucal no Brasil e no mundo, para que ele compreenda a utilização da radiologia odontológica.

### Objetivos Específicos

Ao final deste tópico, espera-se que o aluno seja capaz de:

Conhecer a prevalência de:

- Cárie Dentária
- Doenças Periodontais
- Perda Dental
- Oclusopatias
- Fluorose
- Câncer de Cavidade Oral

Após a leitura e estudo deste capítulo o aluno deverá ser capaz de:

- Definir os principais problemas de saúde bucal no Brasil.

O estudo da ocorrência das doenças e agravos à saúde é tarefa de todo profissional de saúde. Conhecer como se comportam as doenças, bem como os fatores que interferem no processo saúde-doença é imprescindível para nortear tanto o diagnóstico quanto a opção de intervenção de tratamento ou reabilitação. Em relação às condições de saúde bucal e o exercício do cuidado em Odontologia, tal fato não poderia ser diferente.

Há vários tipos de estudo normalmente realizados para compreender e explicar o comportamento do processo saúde-doença-bucal em grupos populacionais; dentre eles, destacam-se os levantamentos epidemiológicos. Os países desenvolvidos na Europa e América do Norte têm uma longa tradição na construção de bancos de dados com informações a esse respeito. A Organização Mundial de Saúde (OMS) mantém um banco de dados abrangendo vários países no mundo e propõe critérios para unificar a forma como os dados são obtidos, a fim de possibilitar comparações (WHO, 1997).

No Brasil, o primeiro levantamento epidemiológico em saúde bucal de nível nacional

foi realizado em 1986 pelo Ministério da Saúde, o qual foi seguido por novas versões em 1996, 2003 (Narvai *et al.*, 2006) e 2010 (Brasil, 2010).

Propõe-se, a seguir, apresentar as principais características da ocorrência de cárie dentária, doenças periodontais, perda dental, oclusopatias, fluorose e câncer bucal, bem como os dados mais recentes em relação à população brasileira.

### Cárie Dentária

A cárie dentária era uma doença característica de países ricos durante grande parte do século XX, fato justificado pelo padrão de dieta rica em carboidratos refinados. No final do século, houve alterações na prevalência da doença: alguns países menos desenvolvidos passaram a apresentar níveis altos de experiência de cárie; em contrapartida, houve redução acentuada na proporção de crianças e adultos jovens de países ricos apresentando sinais da doença (Burt e Eklund, 2007).

O aumento na prevalência de cárie dentária nos países menos ricos pode estar relacionado com o alto consumo de açúcar e com a pouca utilização de medidas de prevenção e controle. Por outro lado, os países desenvolvidos passaram a investir em medidas de utilização sistêmica e tópica de fluoretos a partir da década de 1970.

Embora a experiência média de cárie dentária apresente valores em queda em vários países, medidos por meio do índice CPOD dentes cariados, perdidos e restaurados (WHO, 1997), Índice CPOD - dentes cariados, perdidos e restaurados - (WHO, 1997), e haja também aumento na proporção de crianças livres da doença, observa-se que um grupo pequeno de pessoas concentra o maior número de dentes atacados pela doença, em graus elevados (Burt e Eklund, 2007).

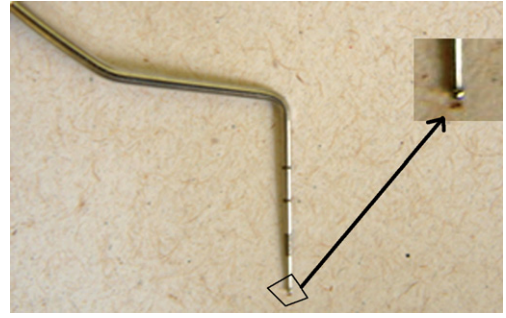
Durante muito tempo, a cárie dentária foi considerada uma doença da infância. Com o controle da mesma experimentado pelos mais jovens, torna-se possível a manutenção dos dentes naturais até os anos posteriores da vida. Contudo, ela tem tido um controle maior por

parte dos jovens, proporcionando a manutenção dos dentes naturais até os anos posteriores da vida. Além disso, com o envelhecimento populacional, observa-se que a atividade de cárie volta a aumentar na idade adulta avançada e idosa, ao atacar superfícies radiculares expostas, sobretudo pela recessão gengival.

De acordo com Burt e Eklund (2007), não se pode dizer que as mulheres são mais susceptíveis à cárie dentária do que os homens. As diferenças observadas em crianças podem ser explicadas pela erupção mais precoce nas meninas, o que faz com que seus dentes estejam expostos aos fatores de risco por mais tempo. Além disso, observa-se que as mulheres apresentam mais dentes restaurados que os homens.

Um fator importante no comportamento da doença é a condição socioeconômica. Resultados mostram que a prevalência de cárie dentária é maior em grupos economicamente menos privilegiados, o que também sido observado no Brasil (Narvai *et al.*, 2006; Brasil, 2004). Da mesma forma, as diferenças observadas entre etnias estão mais relacionadas às condições socioeconômicas que a atributos raciais inerentes (Burt e Eklund, 2007). Tal situação faz com que a cárie dentária seja considerada, atualmente, uma doença associada à pobreza.

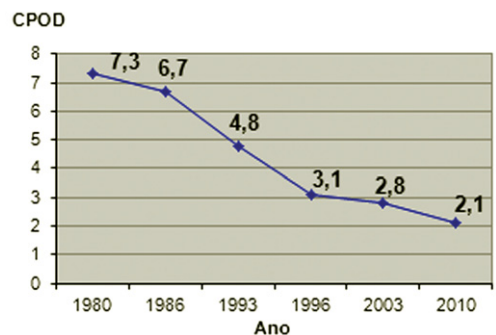
No Brasil, os resultados de levantamentos epidemiológicos realizados nos últimos 25 anos demonstram forte queda nos níveis de prevalência da cárie dentária e aumento na proporção de pessoas livres da doença, sobretudo crianças. Entre os adultos, observa-se grande proporção de dentes atacados pela doença, chamando atenção a parcela considerável de dentes perdidos. De forma mais grave, os idosos apresentam-se parcial ou totalmente edêntulos. Todos os grupos populacionais examinados apresentaram dados que sugerem pouco acesso ao tratamento restaurador e reabilitador, apesar de recentes políticas no sentido de reverter tal situação terem sido implementadas, as quais só poderão demonstrar resultados positivos ou não a médio e longo prazos (Brasil, 2004 e 2010). Os principais resultados estão apresentados nas Figuras 1.1 a 1.18.



**Figura 1.1** — Sonda proposta pela Organização Mundial de Saúde para utilização em levantamentos epidemiológicos em saúde bucal, para pesquisa de cárie dentária e doença periodontal. Nota-se a esfera na extremidade da sonda.

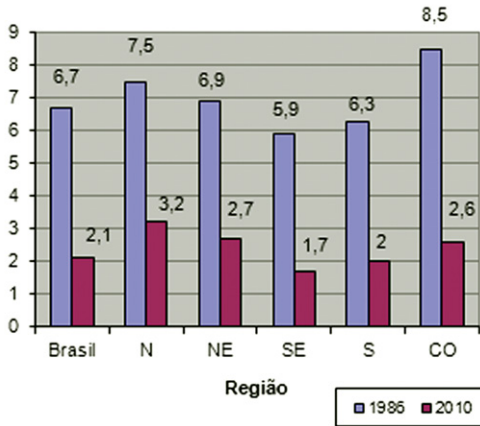


**Figura 1.2** — Sonda exploradora com ponta afiada, contraindicada para exame de superfícies dentárias, devido ao risco de ruptura da camada externa de esmalte das lesões iniciais de cárie dentária (não cavitadas) e consequente inviabilização de sua remineralização.

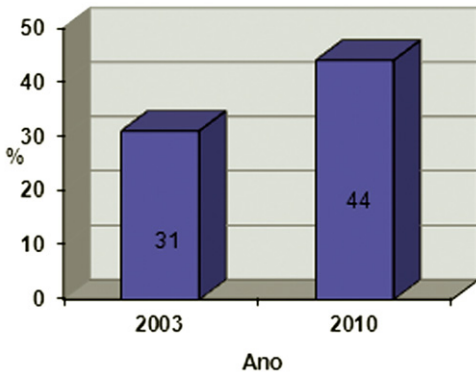


**Figura 1.3** — Índice CPOD aos 12 anos de idade, segundo o ano. Brasil. Observa-se queda acentuada da ocorrência de cárie dentária em crianças aos 12 anos, sobretudo após o final da década de 1980. (Fonte: NARVAI, 2011; Brasil, 2010.)

CPOD



**Figura 1.4** – Índice CPOD aos 12 anos de idade, segundo regiões. Brasil: 1986 e 2010. A diminuição da prevalência de cárie aconteceu em todas as regiões do país, porém conservam-se as piores condições nas regiões Norte, Nordeste e Centro-oeste. (Fonte: NARVAI, 2011; Brasil, 2010.)

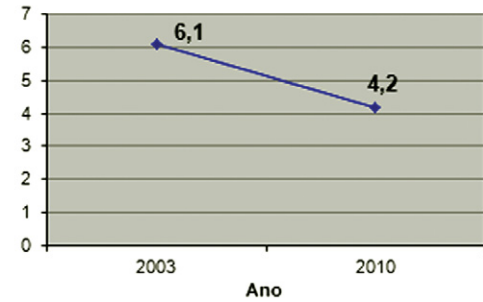


**Figura 1.5** – Proporção de crianças livres de cárie aos 12 anos de idade. Brasil: 2003 e 2010. Além dos valores menores na experiência de cárie dentária observados em 2010, percebe-se que houve aumento na proporção de crianças livres da doença aos 12 anos de idade. (Fonte: Brasil, 2010.)

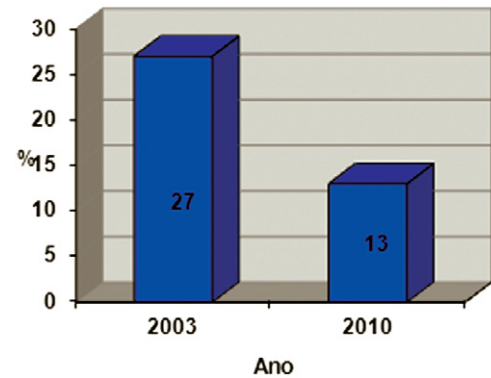
## Doenças Periodontais

O termo “doenças periodontais” tem sido utilizado para se referir a um grupo de doenças que atingem os tecidos de suporte e proteção dos dentes: gengiva, osso alveolar e ligamento periodontal. Essas doenças se manifestam quando há um desequilíbrio entre

CPOD

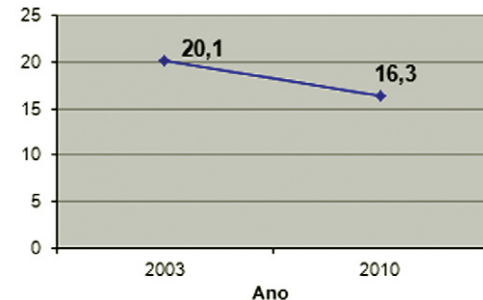


**Figura 1.6** – Índice CPOD na faixa etária de 15 a 19 anos, segundo o ano. Entre os adolescentes também se observou tendência de diminuição na ocorrência de cárie dentária. (Fonte: Brasil, 2010.)

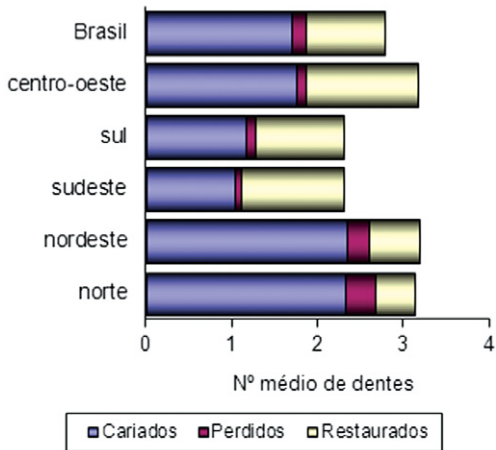


**Figura 1.7** – Proporção de adolescentes que sofreram algum tipo de perda dentária na faixa etária de 15 a 19 anos, segundo o ano. Brasil. Outro aspecto importante foi a diminuição da perda dentária observada entre os adolescentes. (Fonte: Brasil, 2010.)

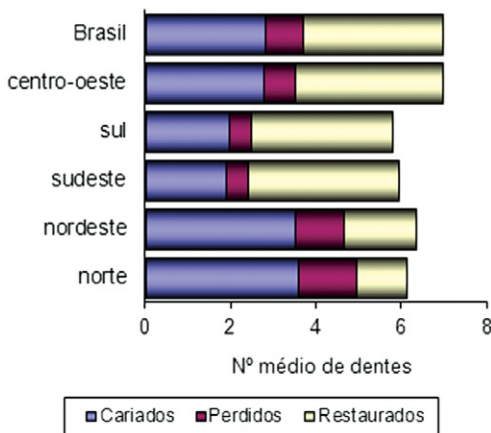
CPOD



**Figura 1.8** – Índice CPOD na faixa etária de 35 a 44 anos, segundo o ano. Brasil. Entre os adultos, os valores do índice CPOD indicam prevalência alta de cárie dentária, porém também com tendência de diminuição em 2010. (Fonte: Brasil, 2010.)

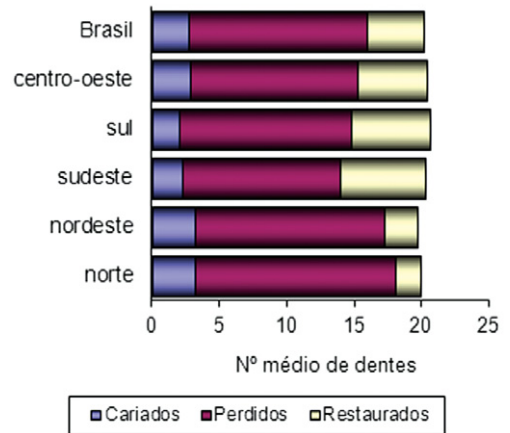


**Figura 1.9** – Composição do índice CPOD aos 12 anos de idade, segundo região. Brasil, 2003. Quando são analisados os componentes do índice CPOD, observa-se que as crianças apresentavam grande proporção de dentes cariados não tratados em 2003, sobretudo nas regiões Norte e Nordeste, onde também é expressiva a proporção de dentes extraídos. (Fonte: BRASIL, 2004.)

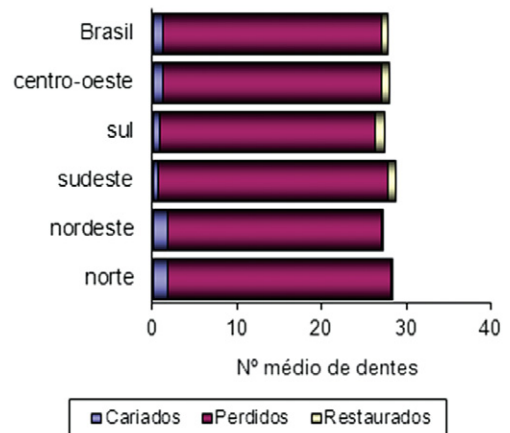


**Figura 1.10** – Composição do índice CPOD na faixa etária de 15 a 19 anos, segundo região. Brasil, 2003. Quanto aos adolescentes, mantinha-se o padrão de dentes cariados sem tratamento, com preocupante parcela de dentes perdidos. Tal situação demonstra dificuldade de acesso para tratamento das sequelas da cárie. (Fonte: BRASIL, 2004.)

a infecção e a resposta de defesa do organismo, que pode ser influenciado por fatores ambientais, entre eles o fumo e a condição de higiene bucal.

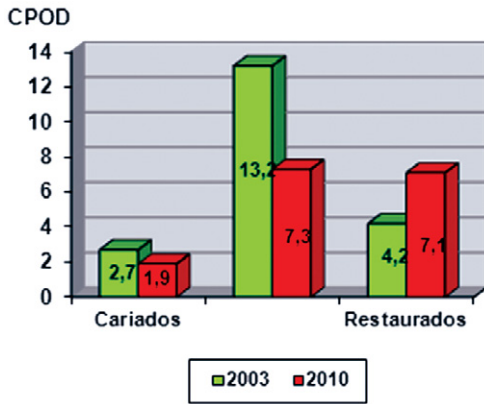


**Figura 1.11** – Composição do índice CPOD na faixa etária de 35 a 44 anos, segundo região. Brasil, 2003. As condições apresentadas pelos adultos jovens já preocupavam em relação à participação de dentes perdidos na composição do índice CPOD em todas as regiões do país. (Fonte: BRASIL, 2004.)

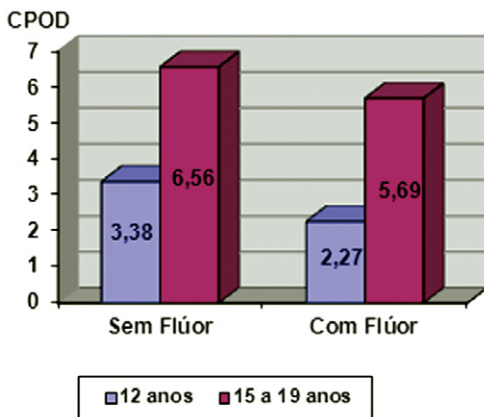


**Figura 1.12** – Composição do índice CPOD na faixa etária de 65 a 74 anos, segundo região. Brasil, 2003. A gravidade da condição de saúde bucal dos idosos está claramente demonstrada pela grande proporção de dentes perdidos devido à cárie dentária observada em 2003. (Fonte: BRASIL, 2004.)

A gengivite apresenta-se como a doença periodontal mais prevalente em diferentes populações no mundo e, juntamente com os depósitos de cálculo, é mais acentuada

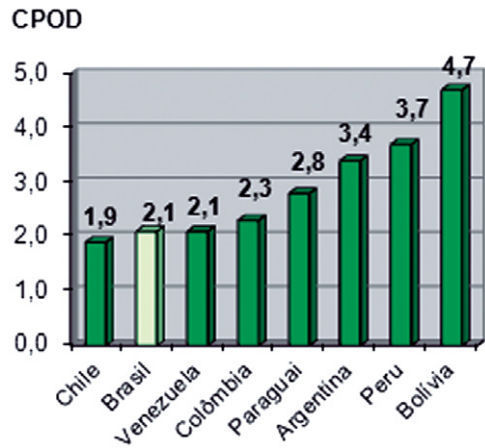


**Figura 1.13** – Composição do índice CPOD na faixa etária de 35 a 44 anos, segundo ano. Brasil. Os resultados apresentados em 2010 mostram diminuição na proporção de dentes perdidos e aumento na de dentes restaurados, o que pode indicar aumento do acesso à atenção básica em saúde bucal. (Fonte: Brasil, 2010.)

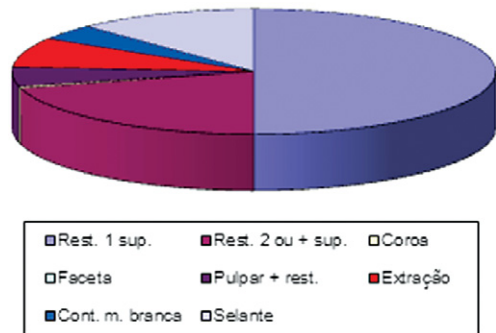


**Figura 1.14** – Índice CPOD segundo presença de flúor na água de abastecimento público e idade. Brasil, 2003. Um dos grandes benefícios no controle da ocorrência de cárie dentária está na fluoretação das águas de abastecimento público. Observam-se valores menores em crianças e jovens em municípios onde existia essa condição em 2003. (Fonte: Brasil, 2004.)

nos países de baixa renda. Quanto à periodontite generalizada, observa-se prevalência entre 5% e 15% na maioria das populações, independentemente do nível socioeconômico, condições de higiene bucal e acesso a tratamento odontológico (Burt e Eklund, 2007).

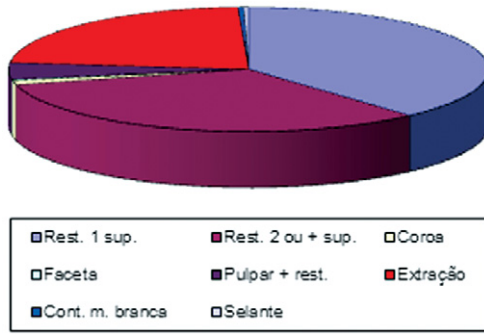


**Figura 1.15** – Índice CPOD aos 12 anos de idade, segundo países. Quando comparado com outros países da América do Sul, o Brasil apresenta um dos mais baixos valores médios de ocorrência de cárie dentária entre as crianças aos 12 anos de idade. (Fonte: Brasil, 2004.)

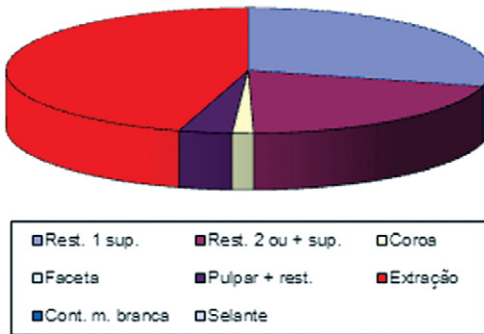


**Figura 1.16** – Distribuição percentual de dentes com necessidade de tratamento para cárie dentária em crianças de 12 anos, segundo componentes. Brasil, 2003. Entre as crianças de 12 anos de idade, pode-se observar que grande parcela dos dentes examinados necessitava de procedimentos restauradores básicos. Nota-se a indicação precoce de extração de dentes permanentes. (Fonte: Brasil, 2004.)

Segundo os autores, quanto aos fatores de risco, os resultados sugerem que: 1) os homens têm pior saúde periodontal que mulheres; 2) em geral, as mulheres exibem melhores condições de higiene bucal e menos cálculo subgengival; 3) raça e etnia não são considerados fatores de risco para periodon-



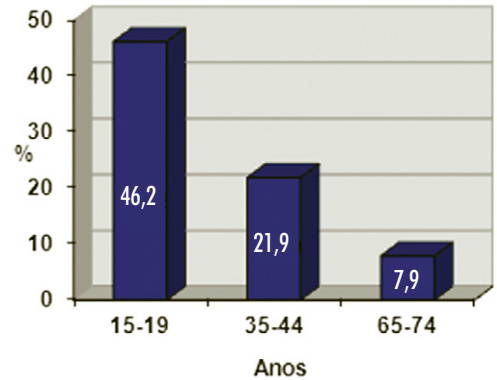
**Figura 1.17** – Distribuição percentual de dentes com necessidade de tratamento para cárie dentária em adultos de 35 a 44 anos, segundo componentes. Brasil, 2003. Considerando-se os adultos, percebe-se o aumento considerável de indicação de extração entre os dentes presentes. (Fonte: BRASIL, 2004.)



**Figura 1.18** – Distribuição percentual de dentes com necessidade de tratamento para cárie dentária em idosos de 65 a 74 anos, segundo componentes. Brasil, 2003. Além dos idosos apresentarem grande perda dentária, observa-se que quase a metade dos remanescentes estava indicada para extração. (Fonte: BRASIL, 2004.)

tite; 4) as doenças periodontais estão relacionadas com a condição socioeconômica; 5) a periodontite tem um componente genético, embora sua força ainda não esteja determinada; 6) certamente existe relação causal entre higiene bucal e gengivite, o que não ocorre na periodontite; 7) fumar é um risco importante para o desenvolvimento de periodontite.

Recentemente foi demonstrada a importância de se considerar a relação entre as doenças periodontais e algumas condições sistêmicas. Entre essas, destaca-se a diabetes, pois se observa dificuldade de seu controle entre pacientes com periodontite e, ao con-



**Figura 1.19** – Proporção de pessoas sem nenhum problema periodontal, segundo faixa etária (anos). Brasil, 2003. Observa-se que a ocorrência de alterações periodontais atinge mais da metade dos adolescentes e, ao longo da idade, houve diminuição na proporção de pessoas sem sinais de doença. (Fonte: BRASIL, 2004.)

trário, dificuldade de controlar a periodontite por pessoas diabéticas. Outras relações que têm sido foco de diversos estudos são a infecção por HIV, desordens cardiovasculares, osteoporose e parto prematuro, porém os resultados ainda não são convincentes do ponto de vista científico.

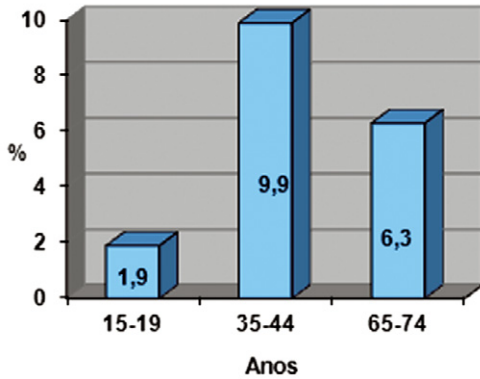
Os levantamentos epidemiológicos realizados no Brasil (Brasil, 2004) mostram que a proporção de pessoas sem problemas periodontais diminui com a idade e atinge a população desde a infância e adolescência (Figuras 1.19 e 1.20).

## Perda Dental

Por vários motivos, a perda dental está relacionada com uma condição de fracasso da atenção em saúde bucal, tanto quando se considera o papel do indivíduo como do profissional, da profissão ou dos governantes.

Ela leva, quase sempre, à perda de função, estética e de expressão social, tendo como consequência final a diminuição da qualidade de vida.

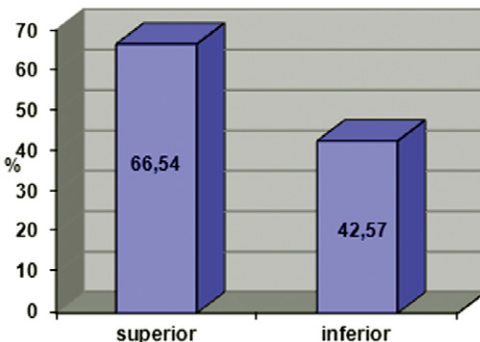
De maneira geral, a perda dental está relacionada com a prevalência e gravidade da cárie dentária, bem como com o acesso a



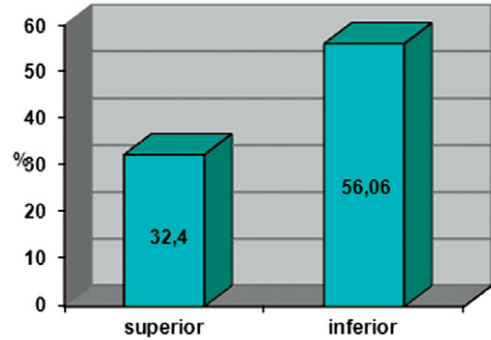
**Figura 1.20** – Proporção de pessoas com doença periodontal grave, segundo faixa etária (anos). Brasil, 2003. A gravidade da doença periodontal aumenta entre os adultos e só não avança em relação aos idosos devido à grande perda dentária apresentada por esse grupo populacional. (Fonte: Brasil, 2011.)

tratamento restaurador. À medida que são obtidos resultados positivos no controle dessas doenças e na possibilidade de tratamento conservador, os grupos populacionais tendem a conservar a dentição natural até os anos posteriores da vida.

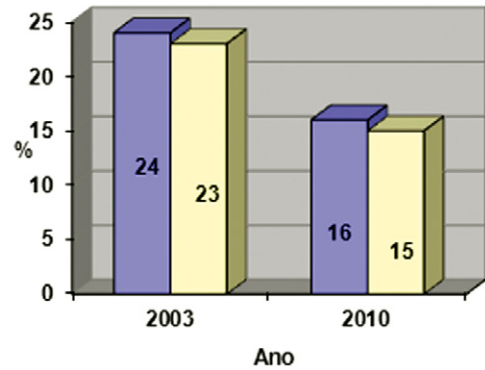
Na população brasileira, pode-se observar diminuição dessa condição entre crianças, adolescentes e adultos jovens, como se observa nas Figuras 1.7, 1.13, 1.21, 1.22 e 1.23 (Brasil, 2004 e 2010).



**Figura 1.21** – Distribuição de pessoas de 65 a 74 anos de idade que usam prótese, segundo a arcada. Brasil, 2003. A grande proporção de perda dentária entre os idosos justifica a proporção observada de pessoas que usam prótese total, sobretudo na arcada inferior. (Fonte: BRASIL, 2004.)



**Figura 1.22** – Distribuição de pessoas de 65 a 74 anos de idade que necessitam de prótese, segundo a arcada. Brasil, 2003. Observa-se também a grande parcela de idosos que ainda necessita de prótese total, notadamente inferior. (Fonte: BRASIL, 2004.)

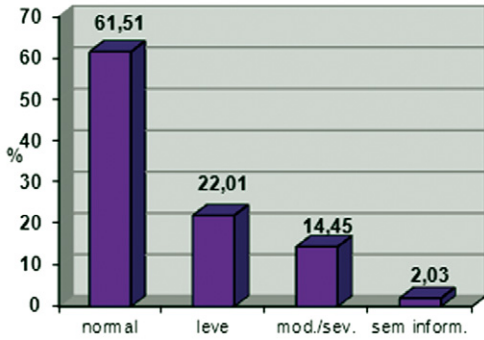


**Figura 1.23** – Distribuição de pessoas de 65 a 74 anos de idade que necessitam de prótese total, segundo o ano. Brasil. Os resultados de 2010 não mostram que houve melhora no acesso a prótese total entre os idosos. (Fonte: BRASIL, 2004; BRASIL, 2010.)

## Oclusopatias

As más oclusões são problemas bucais que envolvem mau posicionamento dos dentes e arcadas, levando a comprometimentos mastigatórios, fonéticos, estéticos e, em expressão mais ampla, sociais. Como há uma grande variação cultural em relação a esses aspectos, a OMS (1997) propôs um índice para avaliar o impacto das anormalidades dentofaciais na estética: Índice de Estética Dental (DAI).

Em 2003, os resultados observados (Brasil, 2004) mostraram que as oclusopatias es-



**Figura 1.24** – Distribuição de crianças aos 5 anos de idade de acordo com a situação de oclusão. Brasil, 2003. Observa-se que parcela significativa das crianças em idade pré-escolar (cerca de 40%) já apresentava sinais de má oclusão. (Fonte: BRASIL, 2004.)

tavam presentes de maneira precoce (5 anos de idade) e o impacto das mesmas era considerável entre as crianças de maior idade, como se observa nas Figuras 1.24 e 1.25.

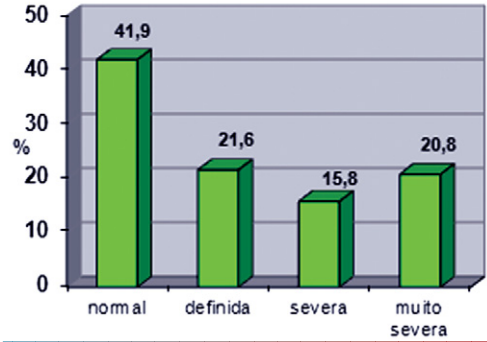
## Fluorose

Com o aumento da utilização sistêmica e tópica de fluoretos a partir da década de 1970 em países desenvolvidos e do final da década de 1980 no Brasil, houve aumento da ocorrência de fluorose dental, acompanhando o declínio na prevalência de cárie dentária.

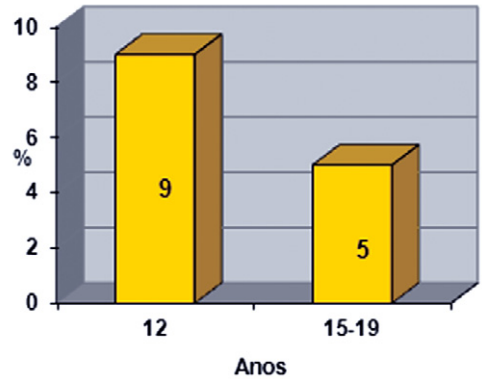
Essa condição tem como característica o surgimento de manchas de esmalte hipomineralizado, poroso, que pode variar de branco até marrom (lesão pigmentada), dependendo da gravidade da lesão, chegando até à perda de estrutura dental devido ao atrito (Figuras 1.26 a 1.29). Trata-se de uma alteração ocasionada pela presença de fluoreto em excesso no plasma durante a maturação pré-eruptiva, o qual interfere na mineralização do mesmo.

Hoje, essa exposição excessiva aos fluoretos durante a maturação dentária se deve, sobretudo, à ingestão indesejada durante o uso de fluoreto tópico, associada ou não ao consumo de água de abastecimento público artificialmente fluoretada.

Nas crianças brasileiras (Figura 1.26), a prevalência dessa condição ainda é baixa, e,



**Figura 1.25** – Distribuição de crianças aos 12 anos de idade de acordo com a situação de oclusão. Brasil, 2003. Entre as crianças de 12 anos de idade, mais da metade apresentou alguma oclusopatia, e, em um quinto delas, muito acentuada. (Fonte: BRASIL, 2004.)



**Figura 1.26** – Distribuição percentual de pessoas com fluorose, segundo faixa etária (anos). Brasil, 2003. Nota-se a baixa prevalência de fluorose entre crianças e adolescentes examinados em 2003. (Fonte: BRASIL, 2004.)



**Figura 1.27** – Manchas decorrentes de fluorose dentária no terço incisal dos incisivos superiores.



**Figura 1.28** – Fluorose leve em incisivos superiores. Destaque para as estrias horizontais nas superfícies vestibulares.



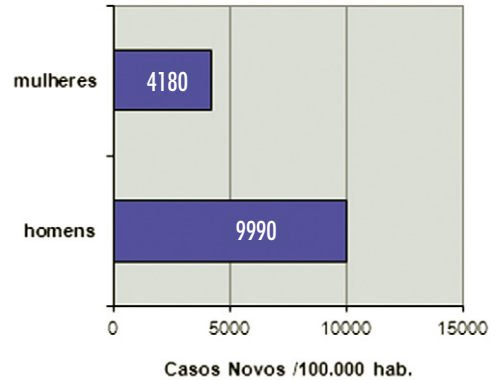
**Figura 1.29** – Fluorose grave, com perda de estrutura dentária nos incisivos superiores.

quando ela acontece, apresenta graus leves (Brasil, 2004). Entretanto, é imprescindível acompanhar seu comportamento e continuar a implementação do uso racional dos fluoretos.

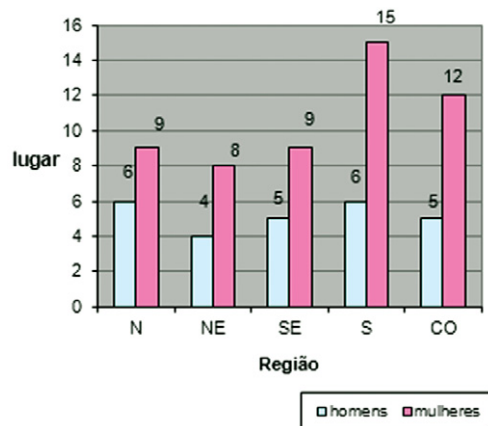
## Câncer de Cavidade Oral

A ocorrência de câncer bucal tem uma distribuição variada em todo o mundo, o que sugere uma relação com os diferentes fatores ambientais associados. Entre eles, Burt e Eklund (2007) destacam a combinação do uso de tabaco e álcool. O Instituto Nacional do Câncer (Inca) (Brasil, 2011b) inclui como fator de risco a exposição ao vírus HPV.

Quanto mais cedo for estabelecido o diagnóstico, maior a taxa de sobrevivência. Daí a importância dos profissionais de saúde, em especial, de odontologia, estarem alertas



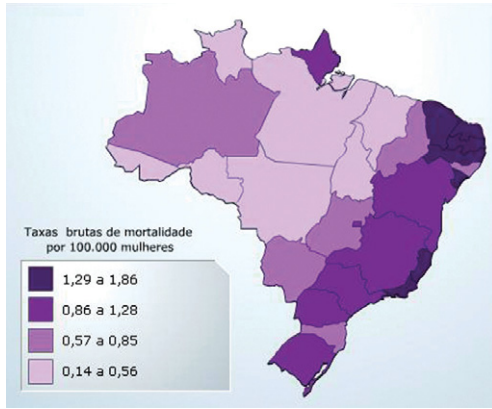
**Figura 1.30** – Estimativas de casos novos de câncer da cavidade oral em homens e mulheres, para o Brasil, no ano de 2012. Pode-se notar que as estimativas de novos casos de câncer de cavidade oral em 2012 são o dobro entre os homens, comparado com as mulheres. (Fonte: BRASIL, 2011b.)



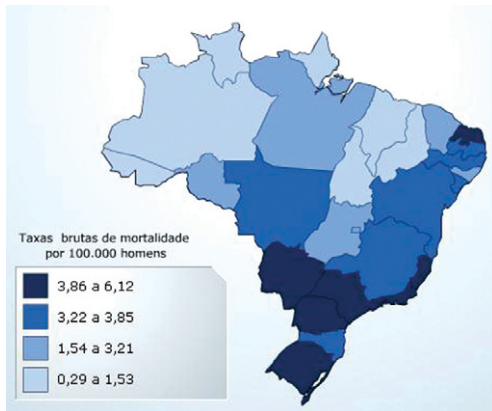
**Figura 1.31** – Lugar que ocupará a frequência de câncer de cavidade oral em relação aos demais tipos entre homens e mulheres, segundo região do país. Estimativas para 2012. Quando se comparam as estimativas de frequência de câncer de cavidade oral entre homens e mulheres, percebe-se que esse tipo de câncer está entre os 10 mais frequentes nos homens de todas as regiões do país, e, para as mulheres, há outros tipos de câncer mais preocupantes. (Fonte: BRASIL, 2011b.)

em relação à presença de lesões bucais e dos principais fatores de risco citados anteriormente.

No Brasil, os dados do Inca (Brasil, 2011a,b) mostram que o câncer bucal é mais prevalente entre homens do que em mu-



**Figura 1.32** – Representação espacial das taxas brutas de mortalidade por câncer de cavidade oral, por 100.000 mulheres, nas Unidades da Federação, 2008. O mapa mostra maiores taxas de mortalidade por câncer de cavidade oral em mulheres nas regiões Nordeste, Sudeste e Sul. (Fonte: BRASIL, 2011a.)



**Figura 1.33** – Representação espacial das taxas brutas de mortalidade por câncer de cavidade oral, por 100.000 homens, nas Unidades da Federação, 2008. Entre os homens, observam-se maiores taxas de mortalidade por câncer de cavidade oral nas regiões Sudeste, Sul e Centro-oeste. (Fonte: BRASIL, 2011a.)

lheres e a estimativa para 2012 aponta para o dobro de casos novos para os primeiros (Figuras 1.30 e 1.31). Quanto à distribuição regional, as maiores taxas brutas de mortalidade estão nas regiões Sudeste e Sul do país, como mostram as Figuras 1.32 e 1.33.

## Bibliografia

1. Brasil. Instituto Nacional do Câncer. Atlas de Mortalidade por Câncer. 2011a. Disponível em: <http://mortalidade.inca.gov.br/Mortalidade/prepararModelo05.action>. Acesso em 5 de dezembro.
2. Brasil. Instituto Nacional do Câncer. Estimativa 2012: incidência de câncer no Brasil. 2011b. Disponível em: <http://www.inca.gov.br/estimativa/2012>. Acesso em 5 de dezembro de 2011.
3. Brasil. Ministério da Saúde. Projeto SB Brasil: condições de saúde bucal da população brasileira 2002-2003 – Resultados principais. Brasília: 2004. 52 p.
4. Brasil. Ministério da Saúde. SB 2010: pesquisa nacional de saúde bucal. Disponível em: [http://dab.saude.gov.br/cnsb/sbbrasil/arquivos/apresentacao\\_abrasil\\_2010.pdf](http://dab.saude.gov.br/cnsb/sbbrasil/arquivos/apresentacao_abrasil_2010.pdf). Acesso em 5 de dezembro de 2011.
5. Burt BA, Eklund SA. Odontologia, Prática Odontológica e a Comunidade. Santos: São Paulo, 2007. 425 p.
6. Narvai PC, et al. Cárie dentária no Brasil: declínio, polarização, iniquidade e exclusão social. Rev Panam Salud Publica, Washington, v. 19, n. 6, jun. 2006. Disponível em: [http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1020-49892006000600004-&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1020-49892006000600004-&lng=pt&nrm=iso). Acesso em 7 de dezembro de 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S1020-49892006000600004>.
7. World Health Organization. Oral health surveys: basic methods. 4 ed. Geneva: ORH/EPID, 1997.

Página deixada intencionalmente em branco

# RAIOS X OUTRA FORMA DE LUZ - CONSIDERAÇÕES GERAIS EM ODONTOLOGIA

## 2

### SUMÁRIO

- No início da noite de 8 de novembro de 1895, o físico alemão Roentgen estava trabalhando em seu laboratório pouco iluminado, quando observou que um pedaço de vidro revestido com platinocianeto de bário estava cintilante, com uma luz esverdeada (fluorescente), após receber descargas elétricas de um tubo de Hittorf-Crookes. Assim, ocorreu o descobrimento dos raios X.
- Em 22 de dezembro de 1895, Roentgen tirou a primeira “fotografia médica” com os raios X, expondo a mão de sua esposa.
- Oito semanas após o anúncio de Roentgen da descoberta dos raios X, o Dr. John Daniel, um físico de Nashville, relatou a perda de cabelo de um colega de área, que havia sido exposto aos raios X nessa região.
- A primeira radiografia odontológica foi tomada em 14/01/1896, pelo dentista alemão Otto Walkhof. Foram 25 minutos de exposição.
- Vários de seus experimentos com os novos raios evidenciaram que o ar conduziria eletricidade quando atravessado pelos raios X. Aliás, esse é o princípio de funcionamento para vários medidores de radiação.
- Roentgen recebeu o primeiro Prêmio Nobel de Física em 1901.
- Magie (EUA) – melhora a imagem dos raios X interpondo uma fina placa de Alumínio ao feixe de RX (1901).
- Rollins – 1902. Pioneiro na proteção radiológica, cirurgião dentista da cidade de Boston, tinha uma teoria: se uma placa fotográfica não for sensibilizada em 7 minutos, então a radiação não seria perigosa.
- Em 1910, Coolidge avaliou o tungstênio no filamento; e em 1913, Irving D. Langmuir verificou que a emissão de elétron no vácuo dependia apenas do aquecimento do filamento e não da temperatura em si.

## SUMÁRIO – cont.

- O mesmo Rollins preconizou:
  - usar vidro radiopaco, com chumbo
  - cabeçote fechado com chumbo
  - irradiar somente a área de interesse do paciente, e cobrir as áreas adjacentes com material radiopaco
  - também desenvolveu o conceito da colimação retangular, que só foi incrementada na década de 1950
- Mazza, em 1964, declarou: “Nenhuma pessoa sabia qual é a dose mínima de radiação verdadeiramente inócua, considerando-se, assim, que *toda dose de radiação*, por menor que seja, é nociva à saúde. Naturalmente, o que iria ditar o seu emprego seria a relação custo/benefício”.

## OBJETIVOS

## Objetivo Geral

Fornecer ao aluno os fatos históricos que colaboraram para a descoberta dos raios X, bem como mostrar ao aluno a inter-relação da radiologia como parte integrante do currículo do curso de Odontologia.

## Objetivos Específicos

Ao final deste tópico, espera-se que o aluno seja capaz de:

- Relacionar os fatos históricos com a descoberta dos raios X.
- Descrever como foi descoberto os raios X.
- Identificar o descobridor dos raios X.
- Explicar de forma crítica a importância dos raios X para a Odontologia.
- Relacionar e avaliar a importância dos raios X no diagnóstico, planejamento e tratamento da saúde bucal.
- Definir palavras-chave associadas à história da radiação.
- Reconhecer alguns dos pioneiros da radiação odontológica, suas contribuições e descobertas.
- Sumarizar a importância da radiografia odontológica.
- Listar os principais fatos na história dos aparelhos e filmes radiográficos.
- Sumarizar a descoberta dos raios X.
- Listar os principais fatos na história das técnicas radiográficas odontológicas.

## História da descoberta dos raios X

No início da noite de 8 de novembro de 1895, o físico alemão Wilhelm Conrad Roentgen (1845-1923) persistia em seus estudos com os raios catódicos. Roentgen era professor de física da Universidade de Würzburg, Alemanha, e pesquisava condução de eletricidade através de um tubo de Crookes, pois, desde o século XVII, data em que surgiram as ciências da eletricidade e do magnetismo, essa era a “pesquisa da moda”. Chamou-lhe a atenção ao acionar a corrente elétrica no tubo, quando uma súbita luminosidade que partia de dentro do armário



**Figura 2.1** – A mais famosa caricatura da fantástica descoberta de Roentgen, a fotografia pelos raios X.

de madeira, onde guardava materiais. Já era quase noite, e sua sala tinha pouca iluminação naquele momento. Roentgen parou de acionar o tubo, e a luminosidade cessou. Voltou a acionar o tubo e a luminosidade novamente voltou a aparecer pelas frestas da porta de madeira do armário (Figura 2.2).

Então, Roentgen foi até o armário e verificou que dentro dele havia uma placa de vidro (tela) com emulsão em um dos lados, contendo platinocianeto de bário, e que aquela luminosidade era na realidade fluorescência. Deixou a porta do armário aberta e fez novo acionamento do tubo, e viu que era dessa tela que partia a luminosidade de dentro do armário quando ele acionava o tubo de Crookes. Logo o cientista percebeu que algo incrível, invisível, com trajetória retilínea, inodoro, partia do tubo de Crookes, atravessava a porta de madeira do armário e provocava a fluorescência do material (Figura 2.4).

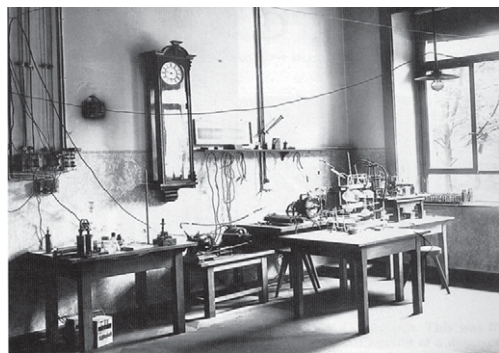
Aventa-se que Roentgen resolveu colocar sua mão entre o tubo e a placa, vendo a sombra de sua mão, projetada na placa (Figura 2.3).

Assim, Roentgen, como bom cientista que era, vislumbrou que havia descoberto algum tipo de raio, até então desconhecido, invisível, que atravessava corpos opacos e provocava a fluorescência. Denominou-o raios X. A espetacular imagem da mão da esposa de Roentgen, Bertha Roentgen, foi o estímulo para a divulgação da radiografia internacio-

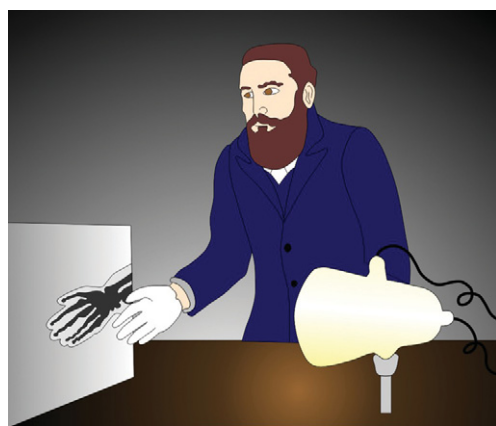
nalmente, como uma grande ferramenta médica de diagnóstico (Figura 2.5).

A imagem causou grande comoção e, apesar do clamor provocado pela novidade dos raios capazes de desnudar os corpos da carne, e da especulação em torno da ameaça do uso impertinente da “visão de raios X” para violar a intimidade das senhoras, o potencial diagnóstico e até lucrativo da radiografia não passou despercebido, inclusive da indústria do entretenimento (Figuras 2.6 e 2.7).

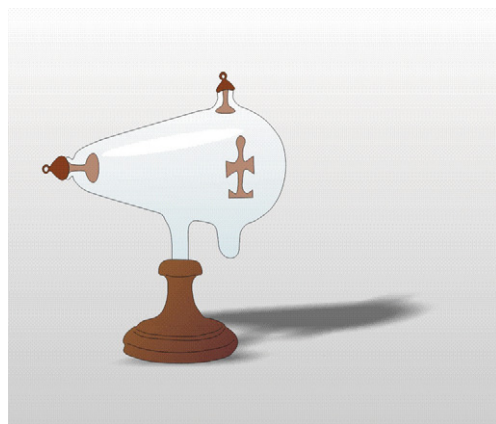
A curiosidade acirrada pelos misteriosos raios de Roentgen não se restringiu aos laboratórios, alastrando-se pelas mais variadas esferas por meio da fundação de clubes para amadores e de demonstrações públicas em



**Figura 2.2** – Laboratório de Roentgen na Universidade de Wurzburg.



**Figura 2.3** – Experiência feita por Roentgen.



**Figura 2.4** – Tubo de Crookes.



**Figura 2.5** – Roentgen e a fotografia da mão de sua esposa. O primeiro registro radiográfico da história, feito na forma de fotografia.

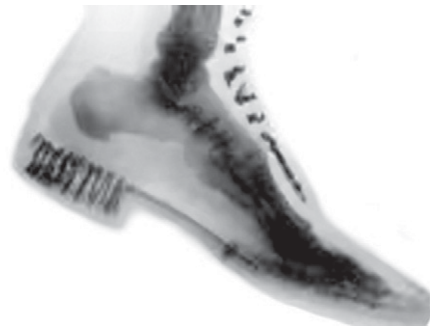
lojas como Bloomingdale's e Macy's (lojas de departamentos americanas). Na Europa e nas grandes metrópoles dos EUA, sapatarias passaram a oferecer aos seus clientes uma fluoroscopia (técnica de imagem comumente utilizada por médicos para obter imagens em tempo real e em movimento das estruturas internas de um paciente) dos pés, costume que perdurou ao menos até 1936.

Em Nova York e São Francisco, fotógrafos se especializaram na técnica radiográfica (técnica aplicada para retratar um objeto em uma placa de vidro ou filme fotográfica/radiográfico, com a utilização dos raios X) para retratar os esqueletos das mãos entrelaçadas dos casais e das senhoritas com seus anéis de noivado, oferecidas como improváveis souvenirs românticos, a exemplo da mão de Bertha Roentgen. Instalaram-se máquinas em Chicago e no Kansas, onde, em troca de uma moeda, podia-se visualizar os ossos da mão (Kevles, 1997, p. 25).

Essa pode ser uma versão fantasiosa da história do descobrimento dos raios X, ou uma dramatização do que de fato ocorreu naquele dia e nos anos imediatos ao acontecimento, porém pretendemos falar talvez



**Figura 2.6** – “Visão dos raios X”.



**Figura 2.7** – Radiografia de pé com calçado.

da principal descoberta daquele século, visto pela enorme repercussão dos fatos pelo mundo. Muitos elegeram a descoberta dos raios X a maior descoberta do século.

Dentro de poucos meses após a descoberta de Roentgen, os novos raios foram utilizados terapêuticamente para o tratamento de câncer e outras condições (Grubbe, 1903) (Figura 2.8).



**Figura 2.8** – “Chapa do pulmão”.

Essa incrível descoberta poderia ter sido feita por inúmeros outros cientistas, já que era o “assunto da moda”, da área de física, os conhecimentos sobre os raios catódicos, e a comunidade científica centrava todos os esforços, sobretudo nos tubos de Crookes.

Com a descoberta dos raios X, Roentgen recebeu o Prêmio Nobel de Física em 1901, tendo publicado apenas três trabalhos sobre os raios X. Ao final da sua vida não chegou a publicar 60 artigos completos. O que diriam nossos avaliados modernos, desse “pobre” pesquisador? Roentgen afirmou para os críticos, assim que fez a descoberta: “Eu não pensei, eu pesquisei.” Porém, essa descoberta mudou definitivamente a história do diagnóstico da saúde. Até então quando uma pessoa adoecia, tinha alguma dor interna, havia somente uma maneira de saber o que realmente estava acontecendo. O uso do bisturi, ou seja, era necessário cortar, abrir, dilacerar, para se ter visão interna. A descoberta dos raios X possibilitou aos médicos e outros, a possibilidade de enxergar dentro

do corpo humano sem abri-lo. Chegou-se a falar em *autopsia in vivo*.

Vários outros acontecimentos da história colaboraram de modo significativo para a descoberta dos raios X, inclusive antes da era cristã. Vamos citar alguns desses fatos precedentes que contribuíram muito para a descoberta dos raios X:

- 550 a.C. – Registro das propriedades de atração do âmbar friccionado e do ímã natural
- 450 a.C. – Conceito atômico da matéria
- 1603 – Gilbert De Magnete descobre a ciência do magnetismo e eletricidade
- 1643 – Torricelli constrói um barômetro e produz o *Toricellian vacuum*
- 1646 – Guericke estuda o fenômeno de repulsão, inventando a bomba a vácuo e uma máquina eletrostática
- 1675 – Newton faz uma máquina eletrostática
- 1705 – Hauksbee – produção de descargas elétricas luminosas
- 1729 – Morgan – experimentos no vácuo – raios X
- 1750 – Franklin define eletricidade positiva e negativa
- 1800 – Volta constrói a primeira bateria elétrica e estuda o fenômeno da indução dos e- na corrente elétrica
- 1820 – Oersted descobre as relações eletricidade/magnetismo
- 1827 – Ohm estabelece as relações entre corrente elétrica (fluxo elétrico), força eletromotriz e resistência
- 1823 – Ampère, na França, publicou sua teoria matemática sobre o eletromagnetismo e as leis do campo magnético produzido pelas correntes
- 1833 – Faraday, na Inglaterra, descobriu as leis da eletrólise e apresentou os termos “catodo” e “anodo”
- 1836 – Daguerre – fotografia (do grego, “desenhar com luz e contraste”);
- 1851 – Ruhmkorff criou bobina de indução. Campos magnéticos variáveis produzem campos elétricos
- 1860 – Geissler – inventor da bomba de Hg (alto vácuo) – desenvolvimento de

tubos contendo vários gases rarefeitos. Descargas de alta tensão, gases rarefeitos, efeitos coloridos

- 1868 – Hittorf, na Alemanha, estudou muitas propriedades dos raios catódicos
- 1879 – Crookes, na Inglaterra, estudou várias séries de descargas de eletricidade através dos gases, descobrindo os raios catódicos (matéria radiante)
- Descarga elétrica através de um tubo a gás. Os elétrons eram liberados do cátodo como resultado do bombardeamento por íons de gás residual. Assim, os elétrons eram atraídos para o ânodo (onde os raios X eram produzidos).
- A principal dificuldade desses tubos “temperamentais” era a quantidade de gás remanescente no interior do tubo que sempre alterava as características do feixe de raios X produzido.
- 1886 – Goldstein – partículas carregadas negativamente/raios catódicos – elétrons
- 1894 – Lenard – fluorescência da tela próxima ao tubo-screen deficiente. Produz melhores tubos com raios catódicos
- 1893 – Lenard, na Alemanha, construiu um tubo de raios catódicos e observou importantes resultados dos mesmos
- 1895 – Descoberta dos raios X (W.C. Roentgen).

Com a descoberta dos raios X em 8 de novembro de 1895, inúmeros acontecimentos e desenvolvimentos “atropelaram” a história a seguir. Vamos citar alguns desses fatos que se procederam:

- 1895 – Primeiro registro radiográfico.
- O ano de 1896 no mundo científico trouxe 1.044 artigos sobre os raios X, e alguns dos mais significativos são listados a seguir (Webster, 1995):
- Descoberta da radioatividade (H. Becquerel)
- Primeiro trabalho brasileiro sobre radiação.
- As primeiras radiografias foram tomadas utilizando-se placas de vidro para se gravar as imagens. Eastman enrolou as películas em papel preto
- Primeira radiografia dental, tirada em 14/01/1896, pelo dentista alemão Otto

Walkhof. Foram 25 minutos de exposição. Outros dizem que foi W.J. Morton que fez a primeira radiografia dental. Porém as imagens eram simplesmente uma suave sombra branca de dentes sobre um fundo negro

- Frank Harrison, um dentista inglês, fez a primeira imagem por raios X usando exposição de 10 minutos, demonstrando a câmara pulpar dos dentes em contraste às imagens anteriores (Goaz & White, 1987)
- Kirk utilizou a radiografia para:
  - diagnóstico de dente impactado e incluso
  - localizar a posição de instrumentos quebrados
  - averiguar a trepanação apical
  - diagnosticar lesões inflamatórias na maxila e mandíbula, osso necrótico, etc.
- A primeira imagem vascular, da mão, após injeção intravenosa de contraste, durante uma autópsia
- A primeira imagem por raios X feita em papel fotográfico
- Uma famosa imagem por raios X, feita por M. Pupin é publicada
- Primeiras utilizações das telas intensificadoras por M. Pupin (EUA), J. Carbutt e A. Goodspeed (EUA), J. Cox (Canadá) e H. Geissler (Alemanha)
- Unidade fluoroscópica desenvolvida por E. Salvioni (Itália) e W. Magie (EUA);
- W. Magie publica melhora na imagem por raios X, com a simples colocação de uma fina placa de alumínio à frente do feixe de raios X
- Tubo a gás focado por um alvo de platina introduzido por Shallemberg (EUA), e similares, por H. Jacson (Inglaterra) e A. Campbell-Swinton (Inglaterra), aparentemente derivados do tubo de Crookes, com um catodo côncavo
- São publicados relatos de lesões ocorridas em pele pela utilização dos raios X: eritema, epiteliação e descamação
- Pesquisas de T. Edison testam mais de 1.800 químicos com propriedades fluorescentes, encontrando melhores resultados para o tungstato de cálcio

- Pesquisas mostraram que a colocação de um disco de chumbo, com um orifício central, colocado à frente do feixe de raios X, melhorou muito a definição da imagem
  - T. Edison exhibe seu fluoroscópio que incorporou um tubo de raios X
  - J.M. Bleyer (EUA) e A. Battelli (Itália) inventaram a primeira fotofluoroscopia, que mais tarde foi aperfeiçoada para uso como unidade móvel para raios X dos pulmões
  - RW. Wood sugeriu um tubo com anodo rotatório
  - J. Perrin (França) mediu a perda de carga elétrica devido à ionização no condensador de ar pelos raios X
  - 1896 – W.H. Rollins, cirurgião dentista, foi o primeiro a descrever um aparelho de raios X dental, embora seu protótipo nunca tenha sido fabricado.
- Outros eventos ocorreram rapidamente:
- 1897 – Primeiro equipamento de raios X chega ao Brasil
  - 1898 – Descoberta do rádio e do polônio (Pierre e Marie Curie)
  - 1899 – Edmund Kells – primeiro dentista radiologista – mártir da Radiologia Odontológica (33 amputações – suicídio)
  - 1901 – Primeiro Prêmio Nobel de Física (E. Roentgen)
  - 1902 – Suspeita da indução de doenças de pele. Primeiro limite: eritema.
    - Rollins, “pioneiro da radioproteção” (métodos aplicados no sentido de proteção contra possíveis danos causados pela radiação), após queimar sua própria mão com uma exposição aos raios X teorizou: se uma placa fotográfica não for sensibilizada em 7 minutos, então a radiação não seria perigosa.
- Principais ocorrências:
- após algumas exposições a pele tornava-se ressecada
  - mais tarde, a pele rachava, fissurava e havia rugosidade crônica
  - com a evolução, o paciente desenvolvia câncer, levando a seguidas e progressivas amputações
  - por último, o paciente morria com metástase
- Rollins ainda preconizou:
    - usar vidro radiopaco, com chumbo
    - cabeçote fechado com chumbo
    - irradiar somente a área de interesse do paciente, e cobrir as áreas adjacentes com material radiopaco
    - também desenvolveu o conceito da colimação retangular, que só foi incrementada na década de 1950
  - 1903 – Kells abre o primeiro laboratório de raios X odontológico
  - 1912 – Descoberta dos raios cósmicos (Hess)
  - 1913 – o primeiro filme radiográfico odontológico embalado à mão, feito pela Kodak. Os pacotes de filmes continham dois filmes, revestidos por emulsão em apenas um dos lados, em invólucro encerado, coberto por papel à prova de água.
    - O tubo de Coolidge resultou de três desenvolvimentos técnicos em décadas prévias:
      - Edson’s na década de 1880 – uma corrente elétrica teria fluxo no vácuo, partindo de um filamento aquecido para um eletrodo carregado positivamente
      - Em 1903, Richardson determinou a relação entre a emissão de elétron e a temperatura do emissor
      - Em 1910, Coolidge avaliou o tungstênio no filamento; e em 1913, Irving D. Langmuir verificou que a emissão de elétron no vácuo, somente dependia do aquecimento do filamento e não da temperatura em si.
  - 1919 – Primeiro filme radiográfico moderno; ainda com emulsão simples. Era lento (8-9 segundos de exposição), porém produzia uma imagem nítida.
  - 1921 – Imersão em óleo do tubo Coolidge utilizado em odontologia
  - 1925 – Introduzido no mercado o filme *Radiatized* (velocidade C), que possuía finos grãos de prata e emulsão de ambos os lados da película.
  - 1925 – Raper introduz a técnica *bite-wing*
  - 1928 – Suspeita de indução de efeitos genéticos.

Instrumentos diagnósticos e terapêuticos eram idênticos e nenhum tinha qualquer proteção. Assim, o perigo foi sendo descoberto, ao mesmo tempo em que os benefícios de sua utilização eram explorados (Figuras 2.9 e 2.10).

Em virtude do limitado conhecimento sobre possíveis efeitos biológicos dos raios X, foi inevitável que várias injúrias devido à ra-



**Figura 2.9** – Dr. M.K. Kassabian e paciente, 1900. (De *Radiology*, 1945;45:503-21)



**Figura 2.10** – Lesões ulcerativas na mão de cientista que trabalhava com raios X.

dição ocorressem, como irritação nos olhos e queimaduras na pele. Vários cientistas e profissionais da saúde se tornaram mártires da descoberta e utilização dos raios X.

- 1934 – Primeiro limite formal às radiações.
- 1937 – McCormack's publica artigo sobre a técnica do paralelismo
- 1940 – Fitzgerald introduz o cone longo
- 1941 – Introduzido no mercado o filme *Ultraspeed* (velocidade D), com o dobro de velocidade em relação ao *Radiatized*
- 1945 – Primeira bomba atômica (Hiroshima)
- 1955 – Aumento de até 20 vezes na velocidade dos filmes radiográficos, graças ao aumento da granularidade da emulsão.
- Mazza, em 1964, declarou: “Nenhuma pessoa sabia qual é a dose mínima de radiação verdadeiramente inócua, considerando-se, assim, que *toda dose de radiação*, por menor que seja, é nociva à saúde. Naturalmente, o que iria ditar o seu emprego seria a relação custo/benefício”.
- 1971 – Primeiro equipamento de tomografia computadorizada
- 1978 – Xerorradiografia odontológica
- 1981 – Introduzido no mercado o filme *Ektaspeed* (velocidade E), sendo duas vezes mais rápido que o filme *Ultraspeed*
- 1987 – critérios de seleção FDA e radiografia digital intraoral
- 1989 – Kalender *et al*: Tomografia espiral
- 1994 – Introduzido no mercado o filme “Ektaspeed Plus” (velocidade E), mas possuía os grãos haletos de prata mais planos (geometricamente)

Podemos resumir alguns dos principais eventos que marcaram os avanços tecnológicos na utilização dos raios X diagnósticos:

- 1895 – Roentgen, descoberta dos raios X
- 1913 – Coolidge, “tubos catódicos quentes”
- 1917 – Potter, a grade de Potter-Bucky
- 1948 – Coltman, o intensificador de imagens de raios X
- 1971 – Hounsfield – tomografia computadorizada axial
- 1977 – Vários grupos – subtração digital angiográfica

- 1982 – Mayo constrói o primeiro tomógrafo computadorizado com feixe cônico (TCCB), utilizado principalmente nas angiografias. Foi introduzido no mercado europeu em 1998, e depois no mercado norte-americano, em 2001. Hoje, essa nova tecnologia é a coqueluche da radiologia odontológica no Brasil (Tabelas 2.1 e 2.2).

**Tabela 2.1 – Períodos no desenvolvimento da radioproteção, da descoberta dos raios X até a presente data (principais ocorrências)**

Período	Intervalo
Descoberta dos raios X	1895-1900
Era do tubo a gás	1900-1913
Período de ouro dos geradores de raios X	1913-1940
Início dos aceleradores de elétrons (betatron) e lineares	1940-1960
Período da radioterapia moderna	1960-1995
Radiologia digital	1995-presente

**Tabela 2.2 – Marcos do desenvolvimento tecnológico no diagnóstico por raios X (principais fatos)**

Descoberta dos raios X por Roentgen	1895
Tubo de Coolidge	1913
Potter – Grade de Potter-Bucky	1917
Coltman – Intensificador de imagem	1948
Hounsfield – Tomografia axial computadorizada	1971
Processadora automática	1973
Diferentes grupos – subtração digital: angiografia	1977
McDavid <i>et al.</i> – UTHCSA – Desenhou a primeira máquina de RX panorâmica	1985-1991

(The Dental School, The University of Texas Health Science Center, San Antonio)

## Bibliografia

1. Aldrich J, Lentle B. Radiological sciences, past and present. *Lancet*, London, v. 350, p. 280-285, 1997.
2. Anderson PC, Clifford SB. *Dental Radiology*. New York, Delmar Publishers, p. 1-27, 1981.
3. Barr JH, Stephens RG. *Dental Radiology: Pertinent Basic Concepts and their Applications in Clinical Practice*. Philadelphia, W.B. Saunders Company, p. 3-26, 1980.
4. Berk RN. The American Journal of Roentgenology: past, present, and future. *AJR*, Leesburg, v. 164, p. 1323-1328, 1995.
5. Blackman S, Poyton HG. *A manual and oral radiography*. Bristol, John Wright, p. 1-12, 1963.
6. Campbell DJ. A brief history of dental radiography. *New Zealand Dental Journal*, Dunedin, v. 91, p. 127-133, 1995.
7. Ennis LM et al. *Dental roentgenology*. 6th. Philadelphia, Lea & Febiger, p. 23-32, 1967.
8. Fedran RJ, Jacobsohn PH. Making darkness visible: the discovery of x-ray and its introduction to dentistry. *JADA*, v. 126, p. 1359-1367, 1995.
9. Fernandes Netto et al. Física das radiações. In: Freitas et al. *Radiologia Odontológica*, São Paulo, Artes Médicas, p. 13-21, 1984.
10. Fortier P, Frommer HH. History of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Endodontic*, St. Louis, v. 80, n. 5, p. 512-516, 1995.
11. Frommer HH. *Radiology for Dental Auxiliaries*. 6ª ed., St. Louis, Mosby-Year Book, p.5-14, 1996.
12. Fuchs A. *Principles of Radiographic Exposure and Processing*. 2 th. Illinois, Charles C. Thomas, p. 6-8, 1974.
13. Goaz PW. *Oral radiology: principles and interpretation*. 2ª ed., St. Louis, C.V. Mosby Company, p. 18-24, 1987.
14. Grubbe EH. Results and technique in treating epitheliomas with X-rays. *Radiology* 1933;21:156-68.
15. Hayter C. Making sense of shadows: Dr. James Third and the introduction of X-rays, 186 to 1902. *CMAJ*, Ottawa, v. 153, n. 9, p. 1249-1256, 1995.
16. Kevles BH. Naked to the bone: medical imaging in the twentieth century. North Carolina: Rutgers University Press, 1997.
17. Langlais RP, Langland OE. Early pioneers of oral and maxillofacial radiology. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Endodontic*, St. Louis, v. 80, n. 5, p. 496-511, 1995.
18. Manson-Hing LR. *Fundamentals of Dental Radiography*. 2ª ed., Philadelphia, Lea & Febiger, p. 1-5, 1985.

19. Mattaldi RAG. Radiologia Odontológica. 3ª ed., Buenos Aires, Mundi, p. 1-4, 1979.
20. Mattaldi RAG. The early history of X-ray diagnosis with emphasis on the contributions of physics 1895-1915. Phys. Med. Biol., London, v. 40, p. 1741-1787, 1995.
21. Mauriello SM, Overman VP, Platin E. Radiographic Imaging for the Dental Team. Philadelphia, J.B.Lippincott Company, p. 50-67, 1995.
22. McGinley PH, Miner MS. A history of radiation shielding of X-ray therapy rooms. Health Physics, New York, v. 69, n. 5, p. 759-765, 1995.
23. Miles DA, Van Dis ML, Jensen CW, Ferretti AB. Radiographic Imaging for Dental Auxiliares. 2ª ed., Philadelphia, W.B. Saunders Company, p.77-82, 1993.
24. Mould RF. Invited review: Röntgen and the discovery of X-rays. The British Journal of Radiology, London, v. 68, n. 815, p. 1145-1177, 1995.
25. O'Brien RC. Dental Radiography. 2 th. W.B. Saunders, Philadelphia, p. 1-17, 1972.
26. Olson SS Dental Radiography Laboratory Manual. Philadelphia, W.B.Saunders Company, p. 1-8, 1995.
27. Orton CG. Uses of therapeutic X rays in medicine. Health Physics, New York, v. 69, n. 5, p. 662-676, 1995.
28. Pasler FA. Radiologia Odontológica. Mallorca, Salvat Editores, 1986, p. 1-9.
29. Razmus TF, Williamson GF. Current Oral and Maxillofacial Imaging, Philadelphia, W.B. Saunders Company, p. 23-27, 1996.
30. Serman N, Singer SR. The history of dental radiology. NYSDJ, v. 61, n. 9, p. 78-81, 1995.
31. Vale, S. Pequena História da Radiografia. Contemporânea, n. 13, 2009.2.
32. Webster EW. X Rays in diagnostic radiology. Health Physics, New York, v. 69, n. 5, p. 610-635, 1995.
33. Williams MMD, Gray JE. Física radiológica. In: Gibilisco JA. Diagnóstico Radiográfico Bucal de Stafne, 5ª ed., Rio de Janeiro, Interamericana, p. 453-457, 1986.
34. Wuehrmann AM, Manson-Hing LR Radiologia Dentária. 3ª ed., Rio de Janeiro, Guanabara-Koogan, p. 1-4, 1985.

# APLICAÇÃO DOS RAIOS X

3

## SUMÁRIO

- A radiação ionizante tem muitas aplicações, incluindo a área de diagnóstico, o tratamento de câncer e a produção de eletricidade.
- As aplicações ambientais da radiação ionizante também são bem atuais e cientistas e engenheiros utilizam modernos modelos em técnicas da radiação ionizante para o controle de poluição, a limpeza ambiental e o processamento de lixo.
- A radiação ionizante também tem sido usada por muito tempo como dispositivo de transformação de produtos alimentares, na esterilização de instrumentais na saúde, na indústria (verificação de peças e soldas), na mineralogia (propriedades dos cristais), segurança (aerportos e fronteiras), e na produção do polímero.
- Entretanto, não podemos deixar de salientar, que não existe dose segura de exposição dos organismos vivos à radiação. Seu uso excessivo pode ser perigoso à saúde humana. Por isso, o binômio risco × benefício sempre deve ser relevado.

## OBJETIVOS

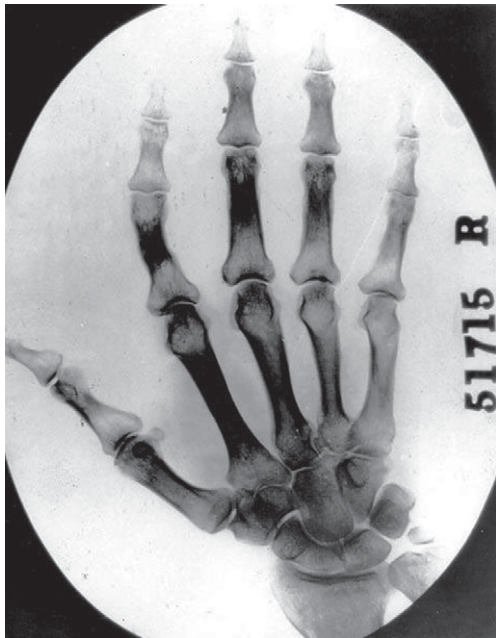
### Objetivos de Ensino

Após a leitura e estudo deste capítulo o aluno deverá ser capaz de:

- Definir palavras-chave associadas à aplicação da radiação nas mais diferentes áreas;
- Citar as áreas, onde atuam profissionais de nível superior no manuseio de fontes radioativas;
- Listar as principais aplicações da radiação ionizante nas diferentes áreas.

### Aplicações da Radiação (Figura 3.1)

Desde algum tempo a radiação ionizante faz parte da vida moderna e sua aplicação abrange várias áreas, sobretudo o setor de saúde. Tudo tem um lado bom e um lado ruim, e com a radiação ionizante não poderia ser diferente. Basta dizer que ela já foi até utilizada como arma bélica. Nos dias atuais é impossível conceber um diagnóstico médico/odontológico sem a utilização dos



**Figura 3.1** – Radiografia da mão, feita precocemente à descoberta dos raios X. (Fonte: Museum Victoria).

raios X, uma fonte de radiação ionizante, artificial, controlada pelo homem, com uma grande viabilidade, sendo o principal exame auxiliar de diagnóstico na odontologia e um dos mais importantes exames auxiliares do médico. Hoje, porém, conhecemos muitos dos seus efeitos, que não podem ser considerados inócuos. No ser humano a exposição prolongada aos raios X pode causar vermelhidão da pele, ulcerações e inchaço. Em casos mais graves de exposição poderá causar graves lesões cancerígenas, morte das células e leucemia.

Assim, nosso trabalho com a radiação ionizante, no caso dos raios X, levará em consideração a relação risco  $\times$  benefício. Devemos encarar a radiação como um risco, e utilizaremos sempre seus benefícios, de acordo com o princípio *ALARA*, ou seja, “tanto quanto razoavelmente exequível”, para obtermos o exato auxílio diagnóstico, e também com a Portaria 453 do Ministério da Saúde – Anvisa.

### Exposição

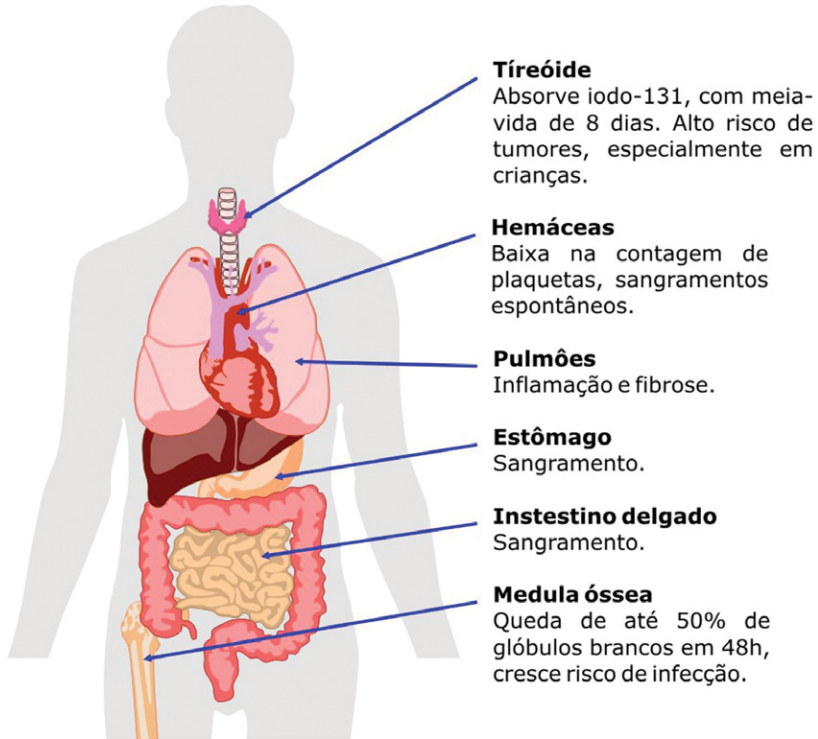
Até hoje não há evidências da dose de radiação segura. Então, toda exposição à radiação pode pôr em risco a saúde humana, pois não existe nível de exposição seguro (Figura 3.2).

Segundo normas do Centro Nacional de Energia Nuclear, Norma CNEN-NN-601, as seguintes áreas, nas quais atuam profissionais de nível superior no manuseio de fontes radioativas na indústria, na agricultura, na saúde, no ensino e na pesquisa podem ser consideradas:

- Aplicações médicas para uso, preparo, manuseio e administração de fontes radioativas não seladas:
  - diagnóstico com radiofármacos (*in vivo*)
  - diagnóstico laboratorial *in vitro*
  - terapia com radiofármacos.
- Aplicações médicas para uso e manuseio de fontes radioativas seladas:
  - irradiação de células com irradiadores autoblindados
  - terapia com equipamentos de teleterapia ou braquiterapia.

**Efeitos da exposição à radiação**

A exposição à radiação acarreta riscos à saúde associados à exposição prolongada a um baixo nível, como câncer e mutação do DNA e aqueles de exposição curta de alto nível que causam queimaduras e náuseas.



**Sintomas de acordo com a exposição, em Sieverts**

O Sievert é uma unidade derivada do Sistema internacional que mede os efeitos biológicos da radiação.



Quanto	Sintomas	Em quanto tempo
<b>0,05</b>	Mudanças nas células do sangue	
<b>0,5</b>	Náusea	Em horas
<b>0,7</b>	Vômito	Em horas
<b>0,7</b>	Queda de cabelo	2 semanas
<b>0,9</b>	Diarréia	Em horas
<b>1</b>	Hemorragia	Em semanas
<b>4</b>	Possível óbito	2 meses
<b>10</b>	Hemorragia interna, morte	1 ou 2 semanas
<b>20</b>	Danos cognitivos, convulsões e morte	Em horas

**Figura 3.2 A e B** – Efeitos da exposição à radiação.

**Tabela 3.1 – Risco de exposição à radiação comparado com os riscos referentes a outras situações ou atividades. Em cada caso, o risco de morte tem probabilidade de 1 por 1.000.000**

Situação	Causa da Morte (1 em 1.000.000)
Viajar 1.100 km por via aérea	Acidente
Cruzar o oceano pelo mar	Câncer por radiação cósmica
Viajar 95 km de automóvel	Acidente
Viver dois meses num edifício de pedra	Câncer por radioatividade
Trabalhar uma semana e meia numa fábrica normal	Acidente
Trabalhar três horas numa mina de carvão	Acidente
Fumar de um a três cigarros	Câncer; enfermidade cardiopulmonar
Fazer montanhismo durante 1 hora e meia	Acidente
Viver 20 minutos na idade de 60 anos	Morte por qualquer causa

Santos Villanueva, 1985.

- Aplicações industriais:
    - fabricação de dispositivos com fontes não seladas
    - fabricação de dispositivos com fontes seladas
    - operação de equipamentos, fixos ou portáteis, que incorporam fontes radioativas
    - operação de equipamentos geradores de radiação
    - produção de radioisótopos
    - serviços de radioproteção, com exceção do supervisor de radioproteção, ao qual se aplica a Norma CNEN-NN-303.
  - Aplicações no ensino e na pesquisa:
    - biologia
    - oceanografia
    - educação física
    - ecologia
    - farmacologia
    - física nuclear
    - hidrologia, inclusive traçadores
    - nutrição
    - odontologia
    - química nuclear
    - radiobiologia
    - radiofarmácia.
  - Aplicações na agricultura:
    - bioquímica agrícola
    - ciência do solo
    - doenças animais
    - entomologia
    - genética e reprodução vegetal
    - preservação de alimentos
    - produção animal e piscicultura.
  - Aplicações médico-veterinárias:
    - diagnóstico e terapia com radiofármacos
    - terapia com fontes radioativas.
  - Serviços:
    - industriais ou de radioterapia, excetuando-se aquele referenciado no tópico anterior
    - manutenção e testes de equipamentos geradores de radiação ou com fontes incorporadas utilizadas em instalações
    - manutenção e troca de fontes de Co-60 em equipamentos de teleterapia.
- Dentre as aplicações da radiação ionizante, podemos citar:

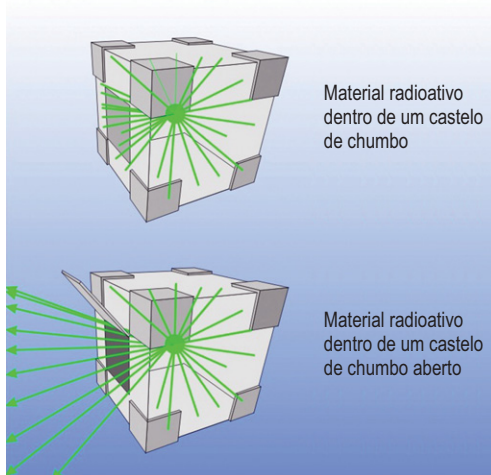
## Saúde

### Radioterapia

Consiste na aplicação da radiação gama, raios X ou feixes de elétrons em tumores malignos (cancerígenos), no intuito de eliminar células cancerígenas, impedindo a sua proliferação e causando o menor dano possível aos tecidos sadios intermediários ou adjacentes. O equipamento utilizado na radioterapia tem uma fonte radioativa de alta atividade e que não pode ser desligada. A radiação é liberada por uma pequena janela de um “castelo”, exatamente sobre o alvo tumoral. A bomba de Cs-137 é um exemplo de equipamento radioterápico. O descuido com esse tipo de equipamento causou o desastre humano e ecológico em Goiânia em 1987 (Figura 3.3).

### Braquiterapia

É um tipo de radioterapia localizada, para tipos específicos de tumores em locais específicos do corpo humano. Utiliza-se radiação gama de baixa e média energia, encapsuladas em aço inox ou em platina. Sua atividade é da ordem de dezenas de *Curies*. Sua ação acontece devido à proximidade da fonte radioati-



**Figura 3.3** – Esquema de um castelo com substância radioativa.

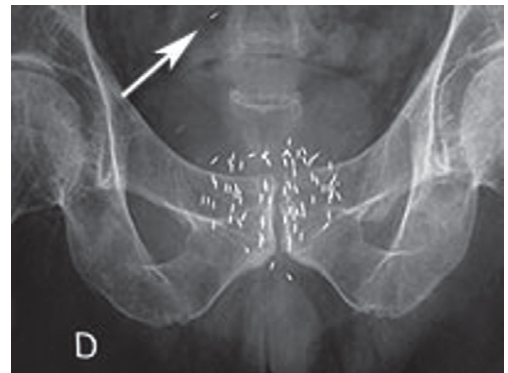
va às células tumorais, o que torna seu efeito mais preciso, afetando menos os tecidos e órgãos sadios próximos. Durante a aplicação, a fonte emite radiação de dentro do paciente e, assim, o operador e outras pessoas não devem permanecer por muito tempo próximos ao paciente. Após a retirada da fonte, nada fica radioativo (Figura 3.4).

### Aplicadores

São fontes radioativas beta-emissoras distribuídas sobre uma superfície, cuja geometria depende do objetivo do aplicador, como, por exemplo, o Sr-90, que é um radionuclídeo muito usado em aplicadores dermatológicos e oftalmológicos. O objetivo é a aceleração do processo de cicatrização de tecidos submetidos a cirurgias, evitando sangramentos e queloides. A atividade das fontes radioativas é baixa, não oferecendo grandes riscos de acidentes graves sob o ponto de vista radiológico.

### Radioisótopos

Os radioisótopos se referem a isótopos que emitem radiação, ou isótopos radioativos. Isótopos são átomos com o mesmo número atômico e diferente número de massa. Os isótopos podem ser radioativos ou não. Podemos utilizá-los de maneira segura. Há terapias medicamentosas que contêm isótopos que são administrados ao paciente por meio de ingestão ou injeção, com a garantia



**Figura 3.4** – Braquiterapia com agulhas radioativas.

da sua deposição preferencial em determinado órgão ou tecido do corpo humano. Por exemplo, são usados isótopos de iodo para o tratamento do cancro na tireoide, ou o isótopo radioativo tâlio, que pode identificar vasos sanguíneos bloqueados em pacientes, via de regra, sem provocar algum tipo de dano.

## Diagnóstico

### Radiografia

A fotografia obtida com os raios X ou raios Roentgen passou a ser chamada de radiografia (do latim, *radius*, raio) ou roentgenografia. Pode ainda ser conhecida como: roentgenoscopia, roentgenograma etc., sobretudo na Europa. Nos Estados Unidos e em países latinos a preferência é pela raiz latina: radiografia, radiosopia, radiologia, radiologista etc. Outros simplificam e usam apenas raios X, no singular, como sinônimo de radiografia. Os exames radiográficos utilizam raios X ou raios gama; neste, o feixe de raios X, transmitido através do paciente, interagindo com seus tecidos ou não, impressiona o filme radiográfico, o qual, uma vez processado (revelado), proporciona uma imagem, que deve permitir distinguir estruturas e de igual maneira tecidos com propriedades diferenciadas. Hoje, em vez de utilizarmos o filme radiográfico, podemos também usar sensores digitais para essa finalidade, similar às máquinas fotográficas digitais. Alguns efeitos da interação dos raios X com os tecidos são responsáveis pela obtenção das imagens radiográficas, que mostram tonalidades de cinza bem diferenciadas. Nosso principal alvo na odontologia serão as radiografias intraorais (periapicais, interproximais e oclusais) e extraorais (panorâmicas, da articulação temporomandibular e cefalométricas). Na medicina, poderíamos citar as radiografias de tórax (pulmão, trato gastrointestinal, sistema reprodutivo, bacia), de membros (braços, mãos, pernas), de crânio, cérebro e coluna (Figura 3.5).

### Tomografia

A tomografia computadorizada (TC ou CT - *computed tomography*) é também co-



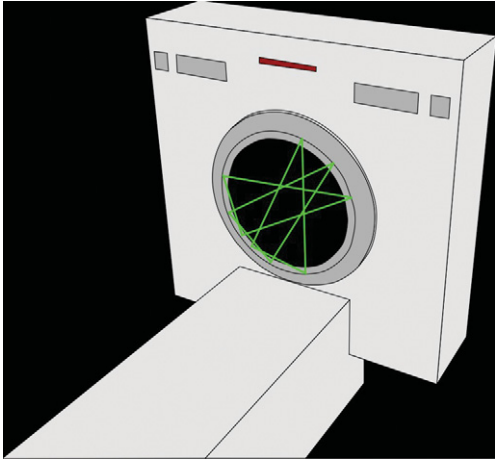
**Figura 3.5** – Radiografia periapical da região de molares inferiores esquerdos.

nhecida como tomografia computadorizada axial (ou CAT scanning - *computed axial tomography*). A etimologia da palavra tomografia vem do grego, *tomos* e significa “fatia” ou “secção” e *grafia* significa “descrição”. É uma técnica radiográfica não invasiva, que produz imagens transversais bi- e tridimensionais de órgãos e estruturas anatômicas do corpo, evidenciando as dimensões, a forma, as lesões e a densidade. Então, essas imagens radiográficas são convertidas por um computador nos chamados cortes tomográficos. Isso significa que a TC forma imagens internas das estruturas do corpo e dos órgãos através de cortes transversais, de uma série de seções fatiadas, que posteriormente são reorganizadas por um *software* computacional para formar um quadro completo (Figura 3.6).

Assim, durante a rotação dentro do *gantry* (área de *scanner* do tomógrafo onde estão posicionados os sensores, que são cristais luminescentes, e a ampola de raios X), produz-se a translação simultânea do foco (alvo) e do sensor radiográfico. São obtidas imagens de planos de cortes sucessivos, como se observássemos fatias seccionadas, por exemplo, do crânio. O risco de acidentes é baixo, pois é operado por eletricidade, e o nível de exposição à radiação é similar.

### Mamografia

Atualmente a mamografia é um exame que auxilia na prevenção e na redução de mor-

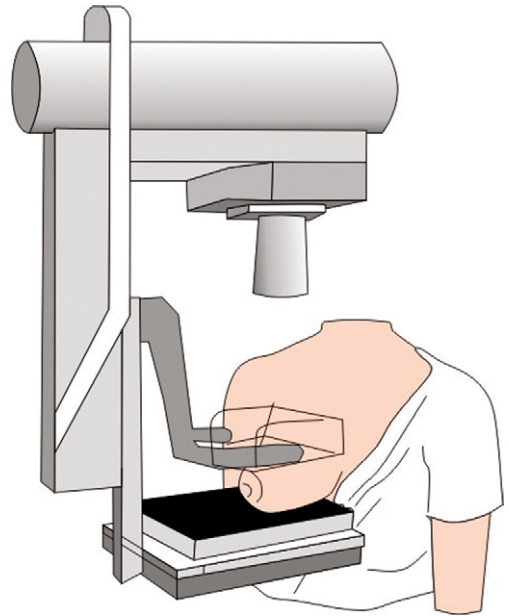


**Figura 3.6** – Aparelho de tomografia computadorizada helicoidal (TC).

tes por câncer de mama. Como o tecido da mama é difícil de ser examinado com o uso de radiação penetrante, devido às pequenas diferenças de densidade e textura de seus componentes, como o tecido adiposo e fibroglandular, a mamografia utiliza baixas doses de radiação, extremamente focadas, que tornam possível um diagnóstico precoce da presença de um tumor. O diagnóstico é complementado pelo uso da biópsia e ultrassonografia. Com essas técnicas, é viável a detecção precoce de nódulos com alterações em pacientes assintomáticas e imagens de melhor definição em pacientes sintomáticas. A imagem é obtida com o uso de um feixe de raios X de baixa energia, produzido em tubos especiais, após a mama ser comprimida entre duas placas. O risco associado à exposição à radiação é mínimo, sobretudo quando comparado com o benefício obtido (Figura 3.7).

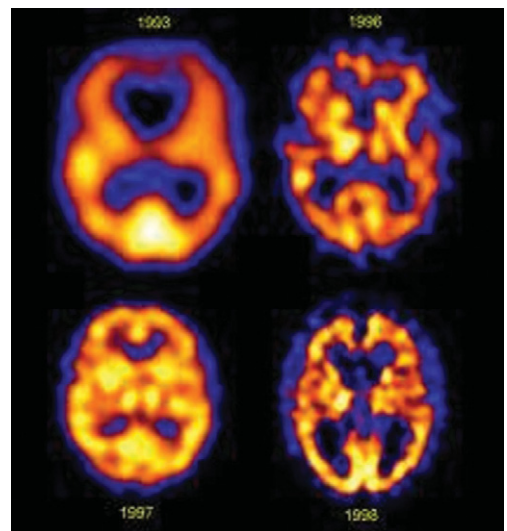
### Mapeamento com radiofármacos

O uso dos chamados “marcadores” é comum. O marcador radioativo tem o objetivo de, como o nome mesmo indica, marcar moléculas de substâncias que se incorporam ou são metabolizadas pelo organismo humano, de uma planta ou animal. Por exemplo, o iodo-131 é usado para seguir o comporta-

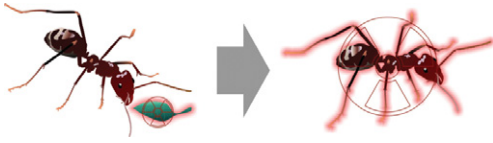


**Figura 3.7** – Desenho de um exame de mamografia.

mento do iodo-127, estável, no percurso de uma reação química *in vitro* ou no próprio organismo. Nesses exames, os pacientes são irradiados inevitavelmente, mas sempre com a menor dose possível (Figura 3.8).



**Figura 3.8** – Exame de IRM para mapeamento com radiofármacos.



**Figura 3.9** – Desenho representativo de utilização de marcadores com radioisótopos por insetos.

Marcadores com radioisótopos podem ser utilizados, por exemplo, nos insetos, que ficam marcados, porque passam a “emitir radiação”, e seu “raio de ação” pode ser acompanhado (Figura 3.9).

### **Difração dos raios X**

A difração dos raios X é a determinação da quantidade de diferentes substâncias em um corpo. A difratometria dos raios X é uma das principais técnicas da caracterização da microestrutura de materiais cristalinos. Uma das aplicações é na área de química e minas.

## **Áreas de segurança**

### **Fronteiras, aeroportos e portos**

Sobretudo nos dias atuais, tem sido de grande valia o uso das radiações ionizantes no controle de segurança de portos, aeroportos e fronteiras. Seu uso permite detectar o conteúdo de cargas, assim como verificar se clandestinos estão escondidos misturados às cargas. O método também permite checar se uma pessoa está ou não portando armas (Figuras 3.10 e 3.11).

## **Pesquisa de Materiais**

Na indústria, os raios X são utilizados no exame de trincas, fissuras de peças, condições de fundição, além de outros empregos correlatos.

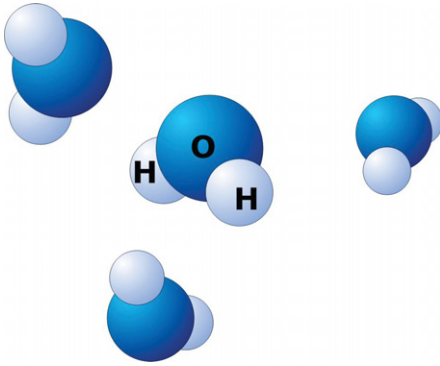
Nos laboratórios de análises físicoquímicas os raios X tem largo espectro de utilização (Figura 3.12).



**Figura 3.10** – Aparelho de raios X para exame de bagagens de mão no aeroporto de Bangcoc, Tailândia.



**Figura 3.11** – Imagens de raios X detectam imigrantes ilegais em caminhão, acima, e homem flagrado com armas escondidas.



**Figura 3.12** – Cristalografia, identificação da ligação do hidrogênio, em uma molécula de água.

## Outras aplicações das radiações ionizantes

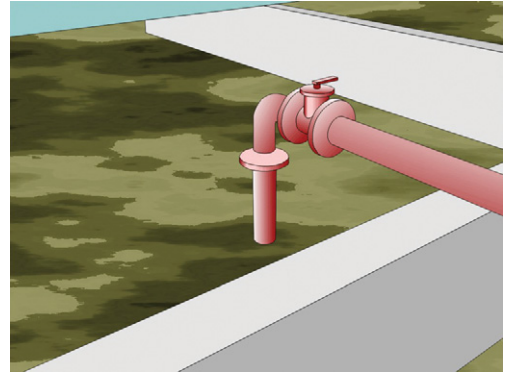
### *Esterilização de instrumentos médicos*

Instrumentos médicos e odontológicos podem ser esterilizados por três métodos: o primeiro consiste em colocar os instrumentos em uma autoclave e utilizar vapores, o segundo utiliza produtos químicos líquidos onde são imersos os instrumentos, e o terceiro faz uso de fontes radioativas.

Nesse último caso, os irradiadores mais usados são os irradiadores gama que empregam fontes de cobalto ou césio de alta energia. Esse método, além de muito difundido, tem utilização em larga escala

### *Sanitização de esgotos*

O uso de fontes radioativas pode ser de grande utilidade nas estações de tratamento de esgotos, pois se sabe que a radiação io-



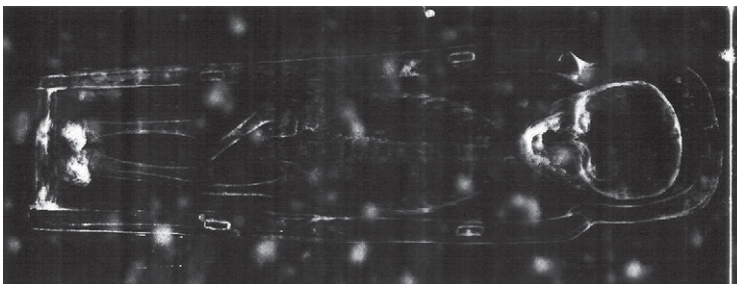
**Figura 3.13** – Estação de tratamento de esgoto, onde podem ser aplicadas fontes de radiação para eliminar bactéria e microrganismos.

nizante mata bactérias e microrganismos, sendo de grande aplicação nessa área (Figura 3.13).

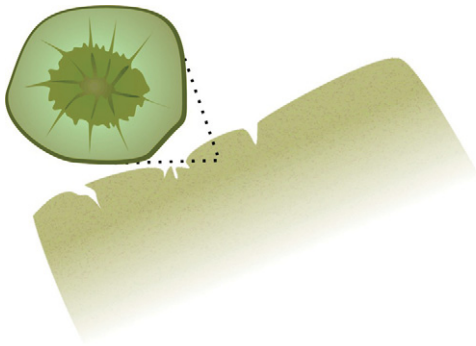
### *Arqueologia, paleontologia e conservação de obras de arte*

As radiações ionizantes também podem ser utilizadas em estudos arqueológicos, paleontológicos e até na conservação de obras de arte. No caso das múmias, sua aplicação é de suma importância, pois se torna possível observá-las sem que seja preciso a abertura de seu envoltório (Figura 3.14).

No que se refere à conservação de objetos antigos tais como livros e obras de artes, o uso das radiações ionizantes também tem grande aplicação, pois seu emprego destrói fungos e bactérias (Figura 3.15). Também podemos “limpar”, ou eliminar os fungos de lentes fotográficas com a irradiação da mesma, já que não há acesso nessas lentes para a limpeza eficaz.



**Figura 3.14** – Radiografia de um sarcófago mostrando em seu interior uma múmia.



**Figura 3.15** – Manuscrito antigo mostrando fungos sobre o mesmo.

### Aplicações agrônômicas

Mediante o emprego da técnica de autorradiografia pode-se estudar o modo como se distribuem os fertilizantes nas plantas. O método consiste em empregar fertilizantes que possuem na sua composição radionuclídeos que emitem radiação. Ao analisar a imagem obtida é possível ver a imagem da folha que está “contaminada” (Figura 3.16).

### Recursos hídricos

O movimento das correntes marítimas, das marés, assim como o movimento de correntes em rios pode ser rastreado, com radionuclídeos que foram adicionados às águas, e, assim, é possível monitorar sua dispersão e/ou velocidade por meio da detecção da radiação em diferentes pontos. Além disso, podem ser realizados estudos sobre o acúmulo e distribuição de nutrientes vegetais e substâncias radioativas em plantas tropicais e subtropicais (Figura 3.17).



**Figura 3.16** – Autorradiografia, devido ao emprego de radionuclídeos em fertilizantes. Comissão Nacional de Energia Nuclear.



**Figura 3.17** – Desenho do Globo Terrestre, mostrando a grande quantidade de água em nosso planeta.

### Produção de energia elétrica

A produção de energia elétrica a partir do combustível nuclear em uma usina nuclear é uma importante aplicação das radiações ionizantes. No Brasil, há duas usinas nucleares em funcionamento na região de Angra dos Reis, responsáveis pelo fornecimento de cerca de 8% da energia gerada no País. Uma terceira unidade está em discussão para ser implantada na mesma região. Hoje, essa importância já é questionada, sobretudo após o terrível acidente na Usina de Fukushima no Japão (Figura 3.18).

### Indústria

A principal aplicação industrial das radiações ionizantes se dá por meio do emprego da técnica chamada gamagrafia. A técnica consiste em irradiar peças metálicas com fontes de radiação gama, que tem alto poder de penetração. A gamagrafia tem vantagens sobre o uso de raios X, pois as fontes são portáteis e não precisam de energia elétrica para seu funcionamento. Sua principal aplicação reside na detecção de imperfeições em peças, sobretudo em soldas (Figura 3.19).

### Conservação de alimentos

A irradiação de alimentos é uma das aplicações viáveis da radiação. Em geral utiliza-se o cobalto-60. Sua aplicação visa inibir a germinação e a formação de brotos nos alimentos, durante um longo período. Há uma



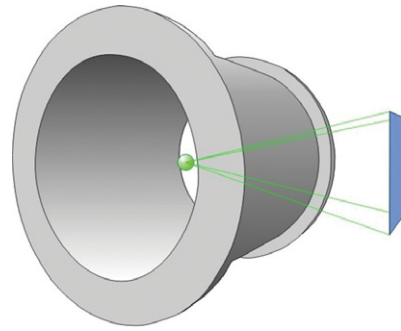
**Figura 3.18** – Usina de Angra dos Reis – RJ.

redução da velocidade do processo fisiológico da maturação (frutas) e germinação (cebola, batata etc.). Os efeitos bactericidas são atingidos pela redução no número de microrganismos responsáveis pela deterioração dos alimentos (peixes, ovos, carnes etc.). Segundo uma crença popular, os alimentos irradiados tornariam-se radioativos. Por isso, muitas pessoas evitam o seu consumo. É apenas uma crença! No tocante aos órgãos governamentais, constata-se também uma demora no processo de autorização para sua comercialização (Figura 3.20).

### Controle de qualidade alimentício (Figura 3.21)

#### Detectores de fumaça

São dispositivos dotados de uma fonte radioativa emissora de radiação alfa de baixa



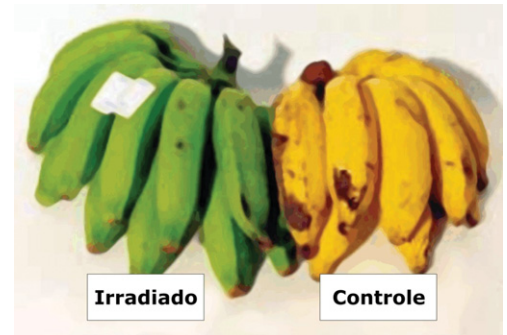
**Figura 3.19** – Esquema da gamagrafia.

atividade, que produz uma corrente elétrica. Na presença de fumaça, atingindo um nível pré-estabelecido, a corrente é interrompida, dando início ao disparo de um sinal de alarme ou de um sistema com *spray* de água. O risco relativo à radiação associado a esse tipo de medidor é mínimo.

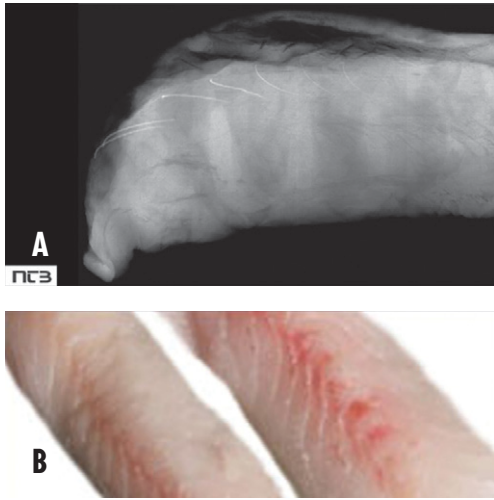
#### Medidores nucleares

##### Medidor de densidade e/ou umidade

Alguns dispositivos possuem uma fonte que emite a radiação em direção ao material

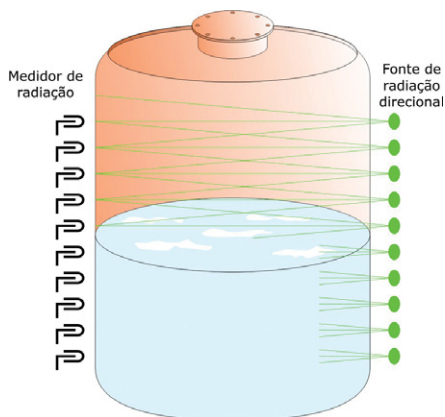


**Figura 3.20 A e B** – Fotos de diferentes alimentos comuns na culinária brasileira, que foram irradiados no intuito de aumentar sua conservação. O Brasil é o 3º maior produtor de frutas do mundo.



**Figura 3.21 A e B** – Filé de peixe com espinhas, vistas somente na imagem radiográfica.

sob controle e colhem, num detector, a radiação espalhada ou induzida por fluorescência. Com isso, pode-se avaliar o teor de umidade de um material ou a sua densidade. Nesses medidores, a fonte e os detectores são montados num único equipamento portátil e devidamente blindado. São utilizados, por exemplo, na avaliação do nível de compactação durante o processo de concretagem de barragens em construção. Os riscos associados a esses medidores são pequenos, exceto por negligência no seu transporte, operação e manipulação.



**Figura 3.22** – Esquema de um medidor para controle do nível de líquido de um tanque, utilizando-se radiação gama.

A aplicação da radiação em hidrologia se refere ao controle do nível de um líquido em um tanque empregando-se radiação. Pela técnica, coloca-se a fonte de radiação numa determinada altura e um detector do lado oposto. Quando o líquido ultrapassa determinada altura, haverá uma filtração da radiação, diminuindo sua intensidade, e, em consequência, a detecção, por conta da absorção da radiação pelo líquido. Sendo assim, é possível monitorar a capacidade de um reservatório, por exemplo (Figura 3.22).

Outro exemplo da aplicação da radiação seria no controle do nível correto de uma bebida embalada num invólucro de alumínio pode se utilizar uma fonte radioativa de baixa atividade (100 mCi) e um detector. As “latinhas” enfileiradas numa correia transportadora de alta velocidade interceptam o feixe de radiação que sai da fonte e é registrado no detector. Se o líquido estiver acima do nível estabelecido, o feixe será bastante atenuado em comparação com a presença só de gás, quando um pouco vazio. Esse sistema também pode ser utilizado para controle de níveis de silos de grande porte para grãos, refinarias e materiais para alto fornos. Os riscos de acidentes são reduzidos devido à baixa atividade das fontes e os arranjos mecânicos de construção. Entretanto, não podemos ser negligente com fontes com atividade da ordem de Curie.

### Detectores de contaminação

Além dos detectores utilizados em instalações e laboratórios que utilizam materiais radioativos e nucleares para monitorar as superfícies, pessoas, objetos e fontes, existem outros, até mais sensíveis, em instalações da indústria convencional. Por exemplo, em indústrias siderúrgicas que utilizam sucata e ferro velho como matéria-prima. Nesse caso, como são cargas volumosas transportadas por carretas, os detectores de NaI (Tl) são grandes, numerosos e dispostos em toda a extensão de um grande portal, pelo qual passa o caminhão com toda a sua carga. A presença de qualquer material radioativo na carga será facilmente detectada, impedindo que ele seja fundido junto com outros materiais.

## Irradiadores industriais de grande porte (Figura 3.23)

### Radioesterilização

A esterilização por radiação ionizante é uma técnica altamente eficiente, econômica e segura que tem tido um rápido crescimento na indústria medico-odontológica (hospitais) nos últimos 25 anos. Na esterilização de seringas descartáveis, preservativos, absorventes, material cirúrgico etc., são utilizados feixes intensos de radiação gama de alta energia, provenientes de fontes de altíssima atividade.

O processo de esterilização consiste na aplicação de doses elevadas de radiação em caixas e containeres, repletos de materiais. As caixas são irradiadas de um lado e do outro para garantir a homogeneidade das altas doses aplicadas (Figura 3.24)

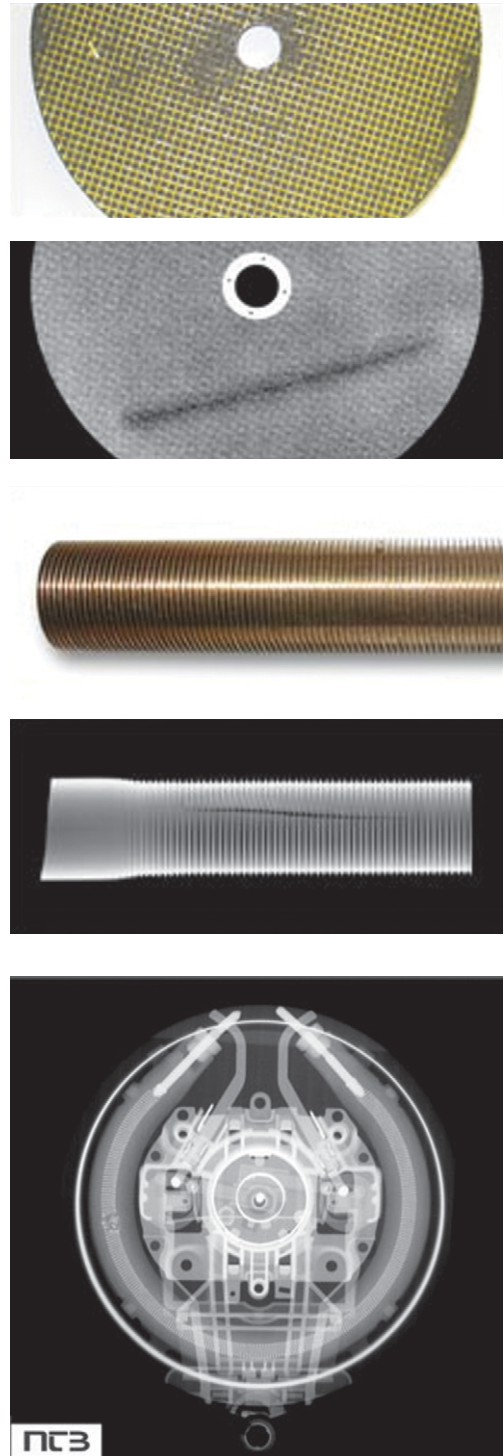
### Aceleradores de elétrons

Aceleradores de elétrons de baixa energia (menos de 8 MeV) e de feixes intensos são utilizados para tratamento de materiais em indústrias, por exemplo na melhoria da capacidade de isolamento elétrico de fios com revestimento de resina, plástico ou borracha, implementados por extrusão, para a eliminação de irregularidades e de bolhas de ar, o que proporciona melhor compactação e homogeneidade de desempenho. Esses aceleradores podem ser utilizados para tornar biodegradáveis, rejeitos e lixo, considerados de grande resistência no meio ambiente, quebrando as cadeias dos polímeros e anéis das moléculas químicas, pela irradiação.

Os raios X são produzidos pelo bombardeamento de alvos metálicos com feixe de elétrons.

### Geocronologia e datação

É a ciência que utiliza um conjunto de métodos de datação (refere-se ao processo de atribuição da idade de objetos, formações geológicas, ou de estabelecimento da época de introdução do uso de palavras) usados para determinar a idade das rochas, fósseis, sedimentos e os diferentes eventos da história da



**Figura 3.23** – Disco de moer, anel de cobre e resistência de aquecedor de água. Os defeitos só são visíveis nas imagens radiográficas.



**Figura 3.24** – Materiais utilizados na radioesterilização.

Terra. Utilizando isótopos radioativos com meia-vida longa, inclusive da ordem da idade da Terra, tendo uma abundância razoável para permitir sua medição e o tipo adequado de radiação, pode-se determinar a idade de formação e modificação de elementos geológicos, como, por exemplo, rochas, lavas, cristalização, mudança de eixo magnético da Terra, idade de fósseis e formação de petróleo, carvão. A datação com carbono-14 mais polêmica foi a do Santo Sudário. Os resultados indicaram uma idade correspondente à Idade Média, e não de mais de 2.000 anos, época da morte de Cristo. É óbvio que essa datação não é conclusiva, mas sim indicativa (Figura 3.25).



**Figura 3.25** – Amostra de fóssil.

## **Agricultura e pesquisa biológica**

Além da conservação de alimentos e insumos agrícolas por irradiação, muitas pesquisas biológicas são desenvolvidas utilizando-se radioisótopos. A técnica de traçadores para o desenvolvimento de vacinas, espécies resistentes, medicamentos etc. é muito utilizada em trabalhos de desenvolvimento agrícola e ciências da saúde.

Fertilizantes marcados com fósforo-32 radioativo podem indicar a velocidade de captação dos nutrientes do solo pelas plantas e avaliar o desempenho de cada tipo, ao medirmos utilizando um detector, a variação do nível de atividade das folhas e outras estruturas da planta.

Já a radioentomologia utiliza técnicas nucleares no manejo integrado de pragas que podem reduzir e, em muitos casos, disseminar uma população de insetos de determinada região.

Esses materiais radioativos devem ser devidamente guardados, blindados, manipulados em capelas apropriadas e em áreas controladas.

## **Bibliografia**

1. Ciência Hoje. Raios X (100 anos, história), v. 19, n 14, p. 27-35, outubro de 1995.
2. Cullity BD. Elements of X-Ray Diffraction. Addison-Wesley, 2nd ed.
3. Dyson NA. X Rays in Atomic and Nuclear Physics. White Plains, NY: Longman, 1973.
4. Hewitt P. Conceptual Physics. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 2001.
5. JRank Articles. Rays X - Applications of X Rays - Radiation, Elements, Sample, and Region. Disponível em: <http://science.jrank.org/pages/7433/X-Rays-Applications-x-rays.html>.
6. Michett AG, Buckley CJ. X-Ray Science and Technology, IOP, 1993.
7. Nova Enciclopédia Barsa. Radiologia, v. 12, p. 202-205; 211-212, 1997.
8. Santos E, Villanueva JR. El Cancer (Libros de Investigacion e Ciencia) Espanha: Prensa Científica S.A, 1985.
9. Young H. University Physics. Reading, MA: Addison-Wesley, 1999.

## **Sites consultados**

1. <http://www.ntbxy.com/application/application.html>
2. [www.cnem.gov.br/seguranca/normas](http://www.cnem.gov.br/seguranca/normas)

Página deixada intencionalmente em branco

# ASPECTOS BÁSICOS DA FÍSICA DA RADIAÇÃO

## 4

### SUMÁRIO

- A energia emitida de uma fonte que viaja através do espaço é conhecida como radiação. Como exemplo, podemos citar o calor ou a luz emitidos pelo sol. As radiações ionizantes podem ser formadas por partículas carregadas ou não carregadas, capazes de produzir ionização nos processos primário e secundário.
- As radiações se atenuam conforme o material e, com a dispersão e a absorção, uma parte é transmitida. No caso da radiação para diagnóstico, surgem interações como efeito fotoelétrico, dispersão de *Rayleigh* (coerente), dispersão *Compton* (não coerente) etc.
- A unidade no Sistema Internacional (SI) que representa a dose de exposição é C/kg e a unidade da dose de absorção e da dose equivalente é J/kg. Contudo, para dose de absorção utiliza-se uma unidade especial chamada *Gray* (Gy) e para dose equivalente, *Sievert* (Sv). A unidade especial relativa à radiação é o *Bequerel* (Bq).
- As radiações não ionizantes utilizadas em tratamentos médicos e odontológicos são as radiações ultravioletas, infravermelhas, micro-ondas, ondas ultrassônicas etc.
- O princípio da geração de raios X está em acelerar com alta velocidade, por alta tensão, os termoeletrons produzidos através do aquecimento do catodo (filamento) e fazê-los colidir com o anodo para se obter raios contínuos.
- A atenuação da radiação ocorre segundo a lei de atenuação exponencial quando atravessa o material e ocorre segundo a lei do inverso do quadrado, quando alteramos a distância.
- Os raios X produzem ionização e excitação, e exercem ações fluorescentes, químicas, fotográficas, térmicas, biológicas etc.

## OBJETIVOS

### Objetivo Geral

Fornecer ao aluno a importância do conhecimento básico sobre a eletricidade, o átomo e a interação entre as cargas elétricas para a produção dos raios X.

Fornecer ao aluno condições para reconhecer, empregar, criticar e julgar os componentes dos equipamentos de raios X utilizados em técnicas radiográficas intra e extraorais.

### Objetivos Específicos

Ao final deste tópico, espera-se que o aluno seja capaz de:

- Definir palavras-chave;
- Conceituar matéria e átomo
- Reconhecer a eletricidade como elemento indispensável para a produção dos raios X
- Demonstrar conhecimento sobre voltagem e amperagem;
- Explicar como os raios X são produzidos
- Esquematizar como os raios X são produzidos.
- Identificar a estrutura do átomo
- Descrever o processo de ionização
- Analisar a diferença entre radiação e radioatividade
- Enumerar dois tipos de radiação ionizante e dar exemplos de cada uma
- Descrever e enumerar as características da radiação eletromagnética
- Descrever e enumerar as propriedades da radiação X
- Identificar as partes componentes do aparelho de raios X
- Identificar as partes do tubo de raios X
- Descrever com detalhes como se produzem os raios X dentais
- Enumerar e descrever as possíveis interações dos raios X com a matéria.

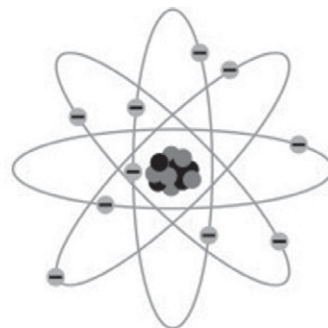
## Radiações Ionizantes – Generalidades

### Termos básicos

- **Átomo:** é formado por núcleo atômico central e por elétrons que giram ao seu redor.

- **Núcleo atômico:** é formado por prótons com carga elétrica positiva e por nêutrons, eletricamente neutros.
- **Número atômico Z:** nos átomos neutros, o número de prótons é igual ao número de elétrons ao seu redor. O número de prótons representa o número atômico (Z) e define as propriedades químicas do átomo. Os átomos que têm o mesmo número atômico e diferentes números de massa são denominados isótopos.
- **Número de massa A:** soma do número de prótons e do número de nêutrons chama-se número de massa (A). A maioria das massas atômicas é formada por prótons e nêutrons (juntos são denominados núcleo) com massas quase iguais. Os átomos com números de massa iguais e números atômicos diferentes são chamados de isóbaros.
- **Radioisótopos:** os nuclídeos são átomos com números de prótons e nêutrons específicos e entre eles existem aqueles que permanecem estáveis, dissolvendo-se (ou desintegrando-se) naturalmente, transformando-se em outros nuclídeos por transformação nuclear. Estes são chamados de radionuclídeos, e seus átomos, de radioisótopos. Os nuclídeos são representados na Figura 4.1.

Aqui, X é o símbolo do elemento, A é o número de massa e Z é o número atômico.



Elétron Nêutron Próton

Figura 4.1 – Esquema do modelo atômico.

**Tipos de radiações ionizantes e seus geradores (Tabela 4.1)**

<b>Tabela 4.1 – Tipos de radiações ionizantes e seus geradores</b>					
<b>Radiações</b>	<b>Símbolos</b>	<b>Cargas (e<sup>-</sup>)</b>	<b>Massas estacionárias (u)</b>	<b>Energias estacionárias (MeV)</b>	<b>Geradores (fontes)</b>
Elétrons (raios beta)	e <sup>-</sup> , β <sup>-</sup>	- 1	0,000549	0,511	Bétatron, acelerador linear de partículas (radionúclídeos)
Pósitrons	e <sup>+</sup> , β <sup>+</sup>	+ 1	0,000549	0,511	Radionúclídeos
Prótons	ρ	+ 1	1,00728	938,3	Cicloton, acelerador linear de prótons
Partículas alfa (raios alfa)	α	+ 2	4,00151	3727,4	Radionúclídeos
Nêutrons	n	0	1,00866	939,6	Reator nuclear, cicloton, gerador de nêutrons ( <sup>252</sup> Cf)
Fótons (raios X e raios gama)	X γ	0	0	0	Tubo de raios X tipo transformador; bétatron e microton (radionúclídeos) Acelerador linear de partículas

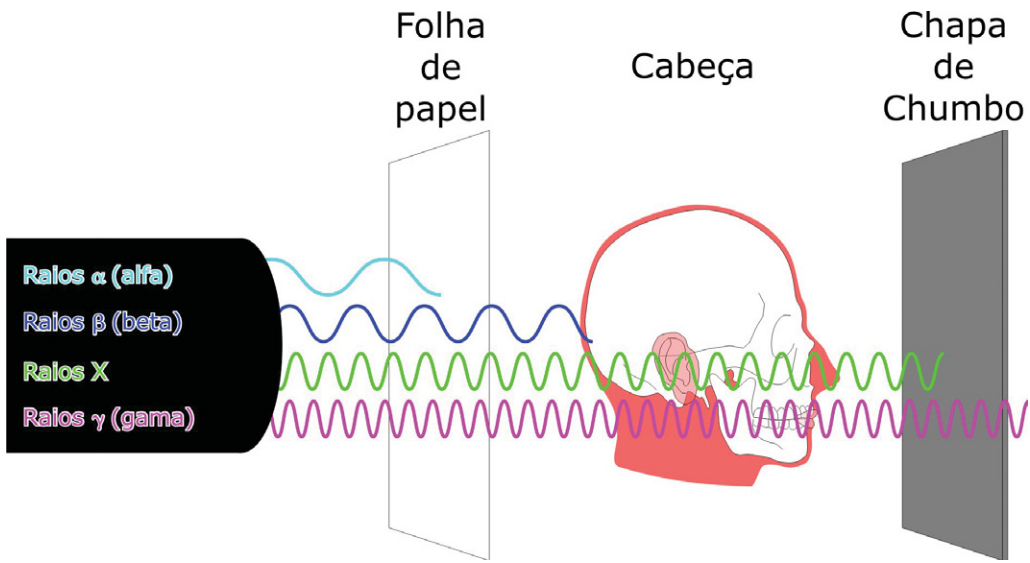
**Tabela 4.2 – Unidades relacionadas com a radiação**

<b>Unidades</b>	<b>Explicações</b>
Carga elétrica elemental 1 e <sup>-</sup> = 1,6021892 × 10 <sup>-19</sup> C	É a unidade em que a carga elétrica de um elétron é considerada como sendo igual a 1
Unidade de massa nuclear 1 u = 1,6605655 × 10 <sup>-27</sup> kg	É a unidade de massa em que 1/12 da massa do átomo <sup>12</sup> C que é isótopo do elemento carbono com número de massa 12 é considerada como sendo igual a 1
Energia 1 eV = 1,6021892 × 10 <sup>-19</sup> J	<i>Eletronvolt</i> é a unidade de energia em que o trabalho obtido pelo elétron acelerado com diferença de voltagem de 1 V de um elétron é considerado como sendo igual a 1

**Características (definição e elementos principais) das radiações ionizantes****Definição básica**

A radiação ionizante é a energia transmitida por ondas através do espaço ou de algum meio.

Radiação: (i) qualquer dos processos físicos de emissão e propagação de energia, seja por intermédio de fenômenos ondulatórios, seja por meio de partículas dotadas de energia cinética. (ii) energia que se propaga de um ponto a outro no espaço ou num meio material (Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa).



**Figura 4.2** – Esquema representativo do poder de penetração dos diferentes tipos de radiação eletromagnética. As partículas alfa ( $\alpha$ ) e beta ( $\beta$ ) são partículas que têm massa, carga elétrica e velocidade. Já os raios X e gama ( $\gamma$ ) são ondas eletromagnéticas (não têm massa), que se propagam com a velocidade da luz.

**Radiação ionizante:** radiação cuja energia é superior à energia de ligação dos elétrons de um átomo com o seu núcleo; radiações cuja energia é suficiente para arrancar elétrons de seus orbitais.

### Classificação Primária

- **Radiações ionizantes diretas**
  - Partículas eletricamente carregadas, com alta velocidade
    - São partículas carregadas com energia de movimento suficiente para ionizar átomos e moléculas por colisões. Exemplos: raios alfa, raios beta, pósitrons, prótons
- **Radiações ionizantes indiretas**
  - Partículas não carregadas de alta velocidade
    - São partículas não carregadas que produzem radiações ionizantes diretas ou, então, provocam as transformações nucleares Exemplos: fótons (raios X, raios gama) (não possuem carga e têm massa de repouso nula), nêutrons.

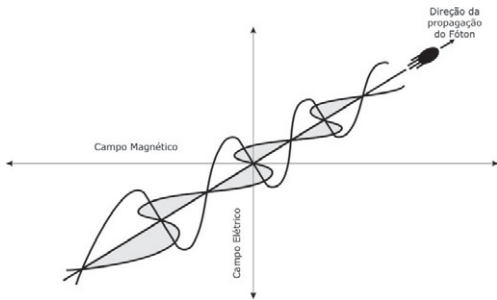
### Termos Utilizados

**Processo primário:** É o primeiro processo que ocorre devido às partículas incidentes originais.

**Processo secundário:** É o processo que ocorre devido às partículas secundárias expelidas por partículas incidentes.

### Classificação Secundária

- **Radiações eletromagnéticas**
    - São ondas eletromagnéticas resultantes da propagação pelo espaço à velocidade da luz dos fótons sem massas estáticas. São propagadas na forma de ondas formadas pela oscilação dos campos elétrico e magnético (Figura 4.3). Exemplos: raios X, raios gama
  - **Radiações de partículas**
    - São fluxos de partículas com massa em alta velocidade. (A essência dos raios alfa é o núcleo atômico de hélio e a dos raios beta é o elétron) Exemplos: raios alfa, raios beta, nêutrons
- O fóton, ao mesmo tempo em que é uma onda eletromagnética, apresenta caracterís-



**Figura 4.3** – Gráfico ilustrativo do deslocamento de ondas eletromagnéticas, em campos elétrico e magnético.

ticas de quanta de luz. Apresenta o comportamento que somente seria explicado como se tivesse massa. Contudo, o fóton não possui massa estática, diferindo-se das partículas convencionais e, assim, faz-se a distinção das demais radiações, considerando principalmente os raios X, raios gama etc., como raios eletromagnéticos.

## Interações entre fótons e matéria

Em 1887, Heinrich Rudolf Hertz descobriu que a luz (onda eletromagnética, radiação eletromagnética) de frequência suficientemente alta ao incidir sobre a superfície de um metal é capaz de retirar elétrons do mesmo. Esse fenômeno ficou conhecido como efeito fotoelétrico. Já Artur H. Compton, em 1923, notou que os comprimentos de onda dos raios X mudavam depois que eles eram espalhados por elétrons periféricos, descobrindo, assim, o efeito *Compton*, ou espalhamento *Compton*.

Durante a obtenção de uma radiografia odontológica, os raios X, ao atingirem os tecidos, interagem com estes através dos efeitos fotoelétrico e *Compton*. O efeito fotoelétrico é predominante em baixas energias e para elementos de elevado número atômico ( $Z$ ). Tal efeito também acontece com energias tão baixas quanto a da luz visível. Esse efeito é diretamente proporcional à  $Z^4$ , e é por esse motivo deve ser utiliza-

da uma proteção de chumbo para absorção de raios gama ou raios X de baixas energias quando pensamos em proteção. Nos exames radiográficos, o feixe de raios X atravessa o paciente, atingindo e sensibilizando o filme radiográfico, o qual, uma vez processado, pode-se ver uma imagem que permite distinguir estruturas e tecidos com propriedades diferenciadas (Garcia, 1998).

O efeito *Compton* é responsável pela redução do contraste nas imagens diagnósticas, pois causam uniformidade na densidade óptica da radiografia, o que resulta na redução do contraste da imagem. Assim, as corretas escolhas da energia do feixe de raios X para fins diagnósticos devem recair sobretudo sobre as escolhas dos fatores de exposição, como quilovoltagem (kVp) e miliamperagem (mA). Quando temos maiores energias de radiação gama ou X, o espalhamento *Compton* torna-se mais frequente que o efeito fotoelétrico. Na prática, esses processos, *Compton* e fotoelétrico, contribuem para a produção da radiografia. A porcentagem relativa ao total de interações que ocorrem por um processo ou outro depende da energia do fóton. Assim, o contraste do objeto depende da composição da massa efetiva e do número atômico do objeto ( $Z$ ). A predominância de interações *Compton* ou fotoelétrico causará menor ou maior contraste do objeto, respectivamente, considerando que o objeto seja composto de vários materiais de diferentes números atômicos. Para um dado objeto, o contraste será maior para feixes de baixa energia (predominância do efeito fotoelétrico) e menor para energias mais altas (predominância do efeito *Compton*).

Além dos efeitos *Compton* e fotoelétrico, outras interações dos raios X com a matéria podem ocorrer: o espalhamento coerente, a produção de pares, além da fotodesintegração. Devido às características da faixa de energia dos fótons dos raios X utilizada para a formação das imagens em radiologia convencional, tomografia e mamografia os efeitos *Compton* e fotoelétrico são mais relevantes.

## Classificação (Ação – Interação da radiação com a matéria)

### Absorção

#### Efeito Fotoelétrico

É caracterizado pela transferência total da energia da radiação X ou gama, quando o fóton colide com o átomo, a um único elétron orbital, que é expelido com determinada energia cinética e torna-se um fotoelétron. Essa energia tem de ser maior que a energia de ligação do elétron. A lacuna criada na camada eletrônica pode ser preenchida por um elétron de uma camada orbital mais externa, com emissão de raios X característicos. A energia do fóton incidente desaparece. Predomina para baixas energias e elementos de elevado número atômico, sendo um efeito desejável para a obtenção de radiografias. Por isso, os sistemas de imagem, como os filmes radiográficos, são constituídos de materiais de alta densidade, alto número atômico, tais como cristais inorgânicos (halogenetos de prata), em que a probabilidade de absorção fotoelétrica é grande (Figura 4.4).

#### Produção de Pares

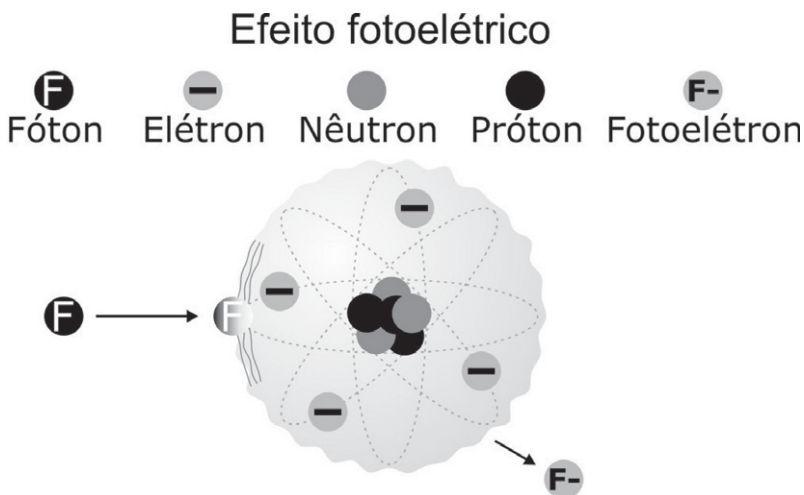
A produção de pares ocorre somente quando fótons com energia igual ou maior

do que 1,02 MeV passam próximos a núcleos com elevado número atômico. O fóton interage com o núcleo atômico e o campo *Coulomb* dos elétrons e desaparece, dando origem a elétrons e pósitrons. A criação de pares ocorre para altas energias e para elementos de grande número atômico. Posteriormente, o pósitron se aniquila com um elétron atômico, originando radiação gama. Esse efeito não ocorre no diagnóstico odontológico (Figura 4.5).

### Dispersão

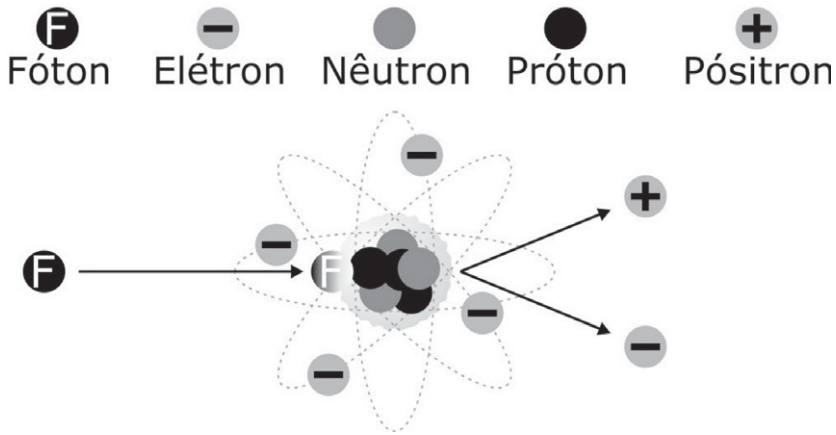
#### Dispersão Coerente (Dispersão de Rayleigh)

É um fenômeno no qual todos os elétrons existentes no átomo recebem vibrações devido ao campo eletromagnético do fóton. Assim, o átomo todo torna-se novamente a fonte de onda eletromagnética, emitindo fóton ao redor. Assim, as energias tanto dos fótons incidentes como dos fótons dispersos são as mesmas. O único efeito é a dispersão do fóton em pequenos ângulos. Essa interação, por exemplo, causa o efeito do avermelhamento do céu no pôr-do-sol, e é o principal motivo pelo qual o céu é azul, devido à dispersão de Rayleigh da luz solar na atmosfera. Não é significativo para o diagnóstico odontológico (Figura 4.6).



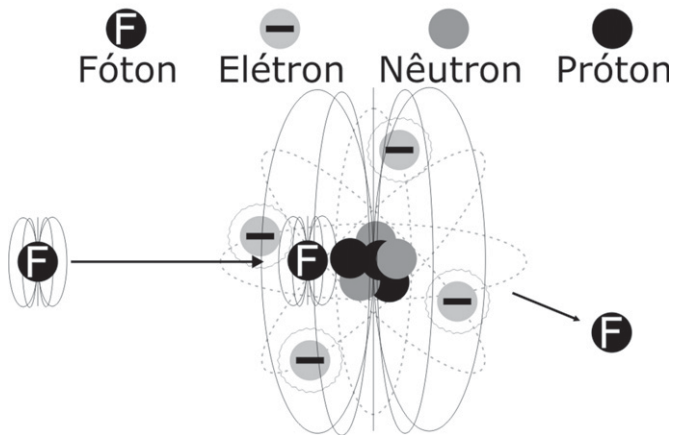
**Figura 4.4** – Esquema ilustrativo do efeito fotoelétrico.

## Criação de pares de elétrons



**Figura 4.5** – Esquema ilustrativo da formação de pares.

## Efeito de Dispersão Coerente



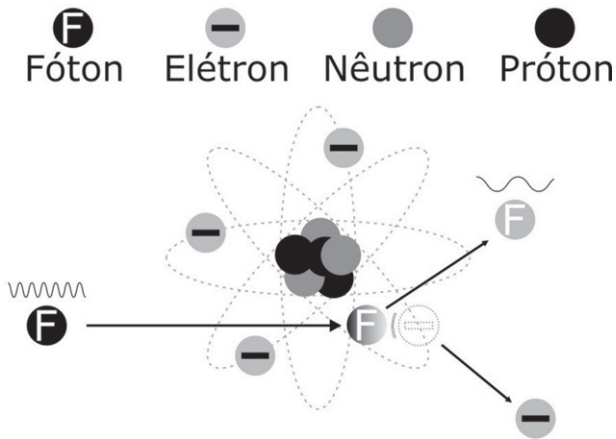
**Figura 4.6** – Esquema ilustrativo da dispersão coerente.

### Dispersão Compton - Efeito Compton – Espalhamento (Dispersão Incoerente)

O espalhamento *Compton* acontece quando um fóton incidente choca-se inelasticamente com um elétron do átomo sendo espalhado, possuindo energia menor que a original. A energia perdida é transferida para o elétron que é ejetado com ganho de energia cinética. Nesse tipo de espalhamento o fóton interage com um elétron distante do núcleo, ou seja, fracamente ligado ao núcleo

do átomo, e em vez de ser completamente absorvido tal como na interação fotoelétrica, o fóton é desviado de sua direção original e continua a existir, porém com energia menor (aumento de comprimento de onda). O fóton, ao colidir com os elétrons do átomo, fornece parte de sua energia aos elétrons, expelindo-os, e o próprio fóton se transforma em raios dispersos de baixa energia e é irradiado em outra direção. Assim, ambos sofrem dispersão ou espalhamento. Esse

## Efeito de Dispersão Compton



**Figura 4.7** – Esquema ilustrativo do efeito Compton.

efeito contribui significativamente para o aumento da radiação espalhada pela cabeça do paciente, no caso das técnicas radiográficas odontológicas, atingindo o filme radiográfico ou sensor radiográfico, prejudicando a qualidade da imagem. Esses fótons devem ser excluídos, pois contribuem para a perda de resolução (Figura 4.7).

**Observação:** O fóton não promove o efeito fotoelétrico com os elétrons livres. Além disso, no vácuo, onde não existem elétrons e núcleo atômico, não se criam pares de elétrons.

### Unidades e Medições da Radiação

**Dose de exposição:** Durante o tempo em que todos os elétrons (elétrons e pósitrons) emitidos por fótons numa atmosfera, de massa  $dm$ , alcançam o repouso, se considerar que seja  $dQ$  o valor absoluto da carga elétrica dos íons formados na atmosfera, o valor obtido dividindo-se  $dQ$  por  $dm$  é a dose de exposição  $X$ .

$$\text{Fórmula: } X = \frac{dQ}{dm}$$

**Unidades do SI:** C/kg

**Relações com a unidade antiga:** Roentgen (R)  $\rightarrow 1 \text{ R} = 2,58 \times 10^{-4} \text{ C/kg}$

### Aparelhos de medição

- Câmara de ionização do ar livre
- Câmara de ionização tipo ponta de dedo.

**Dose absorvida:** O quociente obtido dividindo-se a energia média  $d$  obtida através da radiação ionizante numa substância de massa  $dm$  é a dose absorvida  $D$ .

$$\text{Fórmula: } D = \frac{d}{dm}$$

**Unidades de SI:** J/kg

**Unidades especiais (símbolos):** Gray (Gy)  $\rightarrow 1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg}$

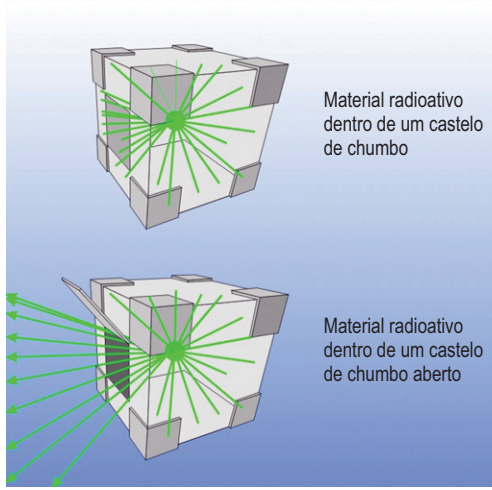
**Relações com a unidade antiga:** Rad (rad)  
 $- 1 \text{ rad} = 10^{-2} \text{ Gy}$

### Aparelhos de medição:

- Calorímetro
- Dosímetro químico
- Dosímetro termoluminescente

**Dose equivalente:** Para proteger contra radiações de nível normal, levando-se em consideração os diferentes efeitos biológicos conforme o tipo de radiação, se multiplicar o coeficiente de carga chamado de coeficiente de qualidade da radiação  $Q$  à dose absorvida  $D$  e juntando-se os demais fatores de qualificação como sendo  $N$ , então, define-se como equivalência da dose  $H$  o produto dos fatores  $D$ ,  $Q$  e  $N$  (onde  $N$  tem a área de radiação 1).

$$\text{Fórmula: } H = DQN$$



**Figura 4.8** – Uma representação de material radioativo contido em castelo.

**Unidades de SI:** J/kg

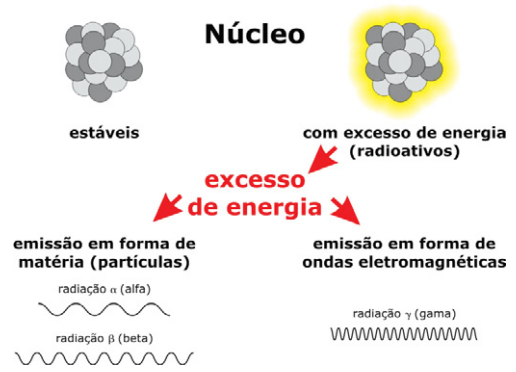
**Unidades especiais (símbolos):** *Sivert* (Sv) → 1 Sv = 1 J/kg

**Relações com a unidade antiga:** Rem (rem)  
– 1 rem = 10<sup>-2</sup> Sv

**Aparelhos de medição:** Dosímetro de bolso (termoluminescente ou filme)

**Radioatividade:** Radioatividade é a emissão espontânea de radiação pelos núcleos dos átomos de determinados elementos. Quando o núcleo de um átomo tem excesso de partículas ou carga ou muita energia, ele pode se tornar instável. Se isso acontece ele procurará atingir a estabilidade emitindo algum tipo de radiação. Esse fenômeno foi denominado radioatividade e os elementos que apresentavam essa propriedade foram chamados de elementos radioativos.

Assim, um núcleo atômico muito energético, por ter excesso de partículas ou de carga, tende a estabilizar-se, emitindo algumas partículas. A radioatividade  $A$ , que representa a quantidade de radionuclídeos que estão numa condição específica de energia (salvo em contrário, condição básica) num tempo qualquer, é o quociente de  $dN$  por  $dt$ . Aqui,  $dN$  é o valor esperado do número de transições que ocorrem naturalmente de uma condição de energia em função da desintegração radioativa.



**Figura 4.9** – Fenômeno da radioatividade (<http://www.cnen.gov.br/ensino/radioatividade>).

$$\text{Fórmula: } A = \frac{dN}{dt}$$

**Unidades de SI:** J/kg

**Unidades especiais (símbolos):** *Becquerel* (Bq) → 1 Bq = 1 s<sup>-1</sup>

**Relações com a unidade antiga:** *Curie* (Ci) → 1 Ci = 3,7 × 10<sup>10</sup> Bq

**Aparelhos de medição:**

- Medidor de *Curie*
- Contador de cintilação.

**Exemplos de dose de radiação que recebemos**

**Alimentos:** 25 mrem por ano

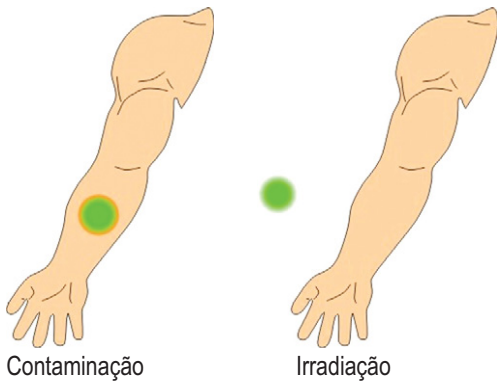
**Radiografia dentária:** 20 mrem

**Energia solar:** 11 mrem por ano

**Unidades de energia:** A unidade de energia no Sistema Internacional é *joule* (J), mas há casos em que é mais fácil utilizar uma outra unidade para representar a energia da radiação. Uma unidade muito utilizada é *eletronvolt* (eV) (ver tipos de Radiação Ionizante).

**Energia do fóton:** De acordo com a teoria quântica de Einstein, a energia do fóton é representada por  $E = h\nu$ , utilizando-se a constante de Planck  $h$ . Aqui,  $\nu$  é a frequência do fóton, cuja relação com seu comprimento de onda  $\lambda$  é  $\nu = c/\lambda$ .

O público em geral tem dificuldades em diferenciar a contaminação radioativa da irradiação. Uma contaminação, radioativa ou não, caracteriza-se pela presença indesejável de um material em determinado local, onde



**Figura 4.10** – Diferenças entre contaminação radioativa e irradiação. Na irradiação não há contato necessariamente (no esquema cima, o braço foi irradiado). Já na contaminação, há a presença de material radioativo no local, no esquema cima, no braço da pessoa.

não deveria estar. Já na irradiação um segundo corpo pode absorver as ondas que se propagam pelo espaço em forma de energia eletromagnética de uma fonte externa. É o ato ou efeito de irradiar, emitir raios na forma de ondas eletromagnéticas (Figura 4.10).

Para fins práticos, quando falamos em radiação gama e raios X, essas unidades de medida para exposição ou dose são consideradas iguais (rad, rem, ou Roentgen [R]).

Essa exposição pode ser de uma fonte externa irradiando todo o corpo, uma extremidade, ou outro órgão ou tecido, resultando em uma dose de radiação externa. De modo inverso, o material radioativo depositado internamente pode causar uma dose de radiação interna ao corpo inteiro ou outro órgão ou tecido.

Pequenas frações dessas medidas de quantidade sempre têm um prefixo, como mili (m) significa 1/1.000. Por exemplo, 1 rad = 1.000 mrad. Micro ( $\mu$ ) significa 1/1.000.000. Então, 1.000.000  $\mu$ rad = 1 rad, ou 10  $\mu$ R = 0,000010 R.

## Radiações Não Ionizantes

**Raios ultravioletas, luz, micro-ondas:** Incluindo-se os raios ultravioletas, as ondas eletromagnéticas com comprimentos de onda maiores que os raios UV, como a luz e as micro-ondas, não possuem ações ionizantes e, portanto, são chamadas de radiações não ionizantes.

### Aplicações médicas

- Tratamento a laser
- Exame de ressonância magnética (IRM)
- Terapia a calor (hipertermia).

**Tabela 4.3 – Grandezas e unidades radiológicas (resumo)**

Grandeza	Unidade antiga ou especial	Unidade SI	Equivalência
Atividade (A) da fonte: é o número de desintegrações nucleares que correm por unidade de tempo em uma quantidade de substância radioativa	Ci ( <i>Curie</i> )	Bq ( <i>Becquerel</i> )	1 Ci = 37 G Bq
Exposição (X): refere-se à capacidade de um feixe de radiação eletromagnética (raios X, raio gama, ultravioleta etc.) causar ionização (retirada de elétrons do átomo) do material atravessado por ele	R ( <i>Roentgen</i> ) C/kg	Gy ( <i>Gray</i> )	1 Gy ~ 100 R
Dose de radiação efetiva biologicamente	rem ( <i>Roentgen equivalente man</i> )	Sv ( <i>Sievert</i> )	1 Sv = 100 rem
Dose absorvida (D)	rad ( <i>Radiation Absorbed Dose</i> )	Gy ( <i>Gray</i> )	1 Gy = 100 rad
Dose equivalente (H)		Sv ( <i>Sievert</i> )	

**Ondas ultrassônicas:** Como não possuem nem ondas sonoras nem ações ionizantes, são consideradas radiações não ionizantes.

**Aplicações médicas:** Exame de ultrassom. Não produzem dano ao organismo humano.

**Propriedades das Radiações Eletromagnéticas**

- Não têm massa ou peso
- Não têm carga elétrica
- Viajam a velocidade da luz  $3 \times 10^8 \text{m/s}$ .
- Propagam um campo elétrico em ângulo reto ao padrão da viagem
- Propagam um campo magnético em ângulo reto ao padrão da viagem
- Têm diferentes energias mensuráveis (frequências e comprimentos de onda).

## Raios X

### ● Geração

**Fótons (radiação eletromagnética):** É um tipo de onda eletromagnética como a luz, e possui diferentes termos para diferenciar a origem geradora, embora a essência seja a mesma.

Raios X: Origem no átomo

Raios gama: Origem no núcleo atômico

- **Princípio de geração:** Os raios X são gerados quando fazemos colidir as partículas carregadas eletricamente em alta velocidade (raios catódicos), sobretudo os elétrons, contra os átomos do alvo (no anodo). Hoje, esse processo ocorre no vácuo. Rotineiramente os alvos (anodo) dos tubos de raios X são feitos de tungstênio (W), em virtude principalmente do seu alto número atômico e ponto de fusão, pois a maior parte (99%) da energia cinética dos raios catódicos é perdida sob a forma de calor e apenas cerca de 1% é convertida em raios X.

Vejamos a geração dos raios X passo a passo.

**Passo 1** – Formação da nuvem de elétrons no catodo. Fenômeno Termoelétrico. Para isso, são necessários de 3 V-5 V para aquecer o filamento. Assim, a tensão da rede de 110 V, por exemplo, deve ser diminuída para esse

valor, pelo transformador de baixa voltagem (Figura 4.11).

**Passo 2** – Ao fecharmos o circuito de alta voltagem, é gerada uma diferença de potencial (ddp) entre os polos positivo (anodo) e negativo (catodo), e a nuvem de elétrons é atraída em direção ao alvo (anodo), chocando-se com o mesmo. Isso acontece em detrimento da quilovoltagem (kV) aplicada no tubo. Quanto maior a kV, maior será a velocidade dos elétrons em direção ao alvo do anodo, e conseqüentemente maior será o impacto, a energia de colisão, o que geraria raios X mais penetrantes, ou com menor comprimento de onda. Isso ocorre no momento do disparo (Figura 4.12).

**Passo 3** – Quando se chocam com o alvo, os elétrons interagem, na verdade, com os átomos de tungstênio, em diferentes níveis, produzindo a radiação X, de frenamento ou característica (Figura 4.13).

Equipamentos de raios X com maior kVp, emitem ondas mais penetrantes (Figura 4.14):

70 kVp – A

60 kVp – B

50 kVp – C

- **Tipos de radiação utilizadas no diagnóstico**

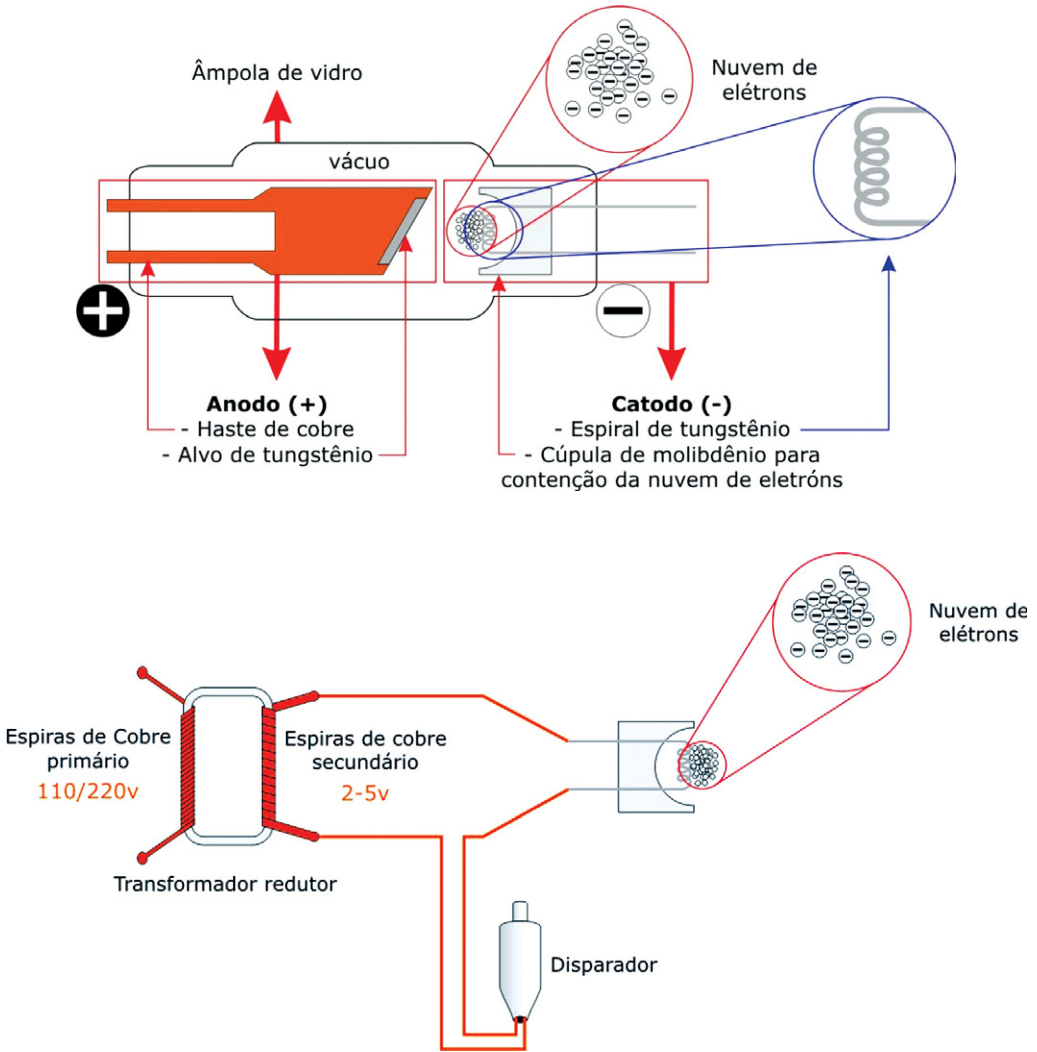
#### ■ **Raios X de frenagem ou *bremstrahlung*:**

O processo de desaceleração brusca dos elétrons movidos a altas velocidades é chamado de colisão inelástica. Pode ser produzida pelo direto choque de elétrons sobre o núcleo do alvo atômico (mais difícil) ou pela passagem desse mesmo elétron incidente próximo ao núcleo, que resulta na deflexão desse elétron e desaceleração brusca (Figura 4.15).

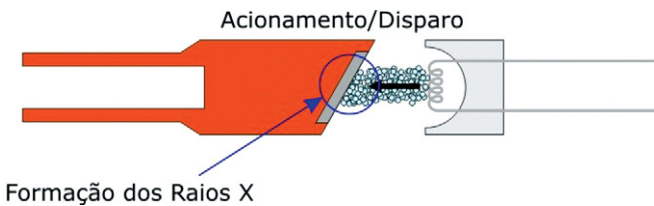
– **Espectro:** Contínuo.

– **Fonte:** É produzida quando os elétrons são acelerados no campo *Coulomb* no interior do átomo. É o tipo mais frequente nos equipamentos de raios X intraorais.

- **Raios X característicos (raios X fluorescentes):** A radiação característica ocorre quando um elétron do filamento desloca um elétron do átomo de tungstênio do



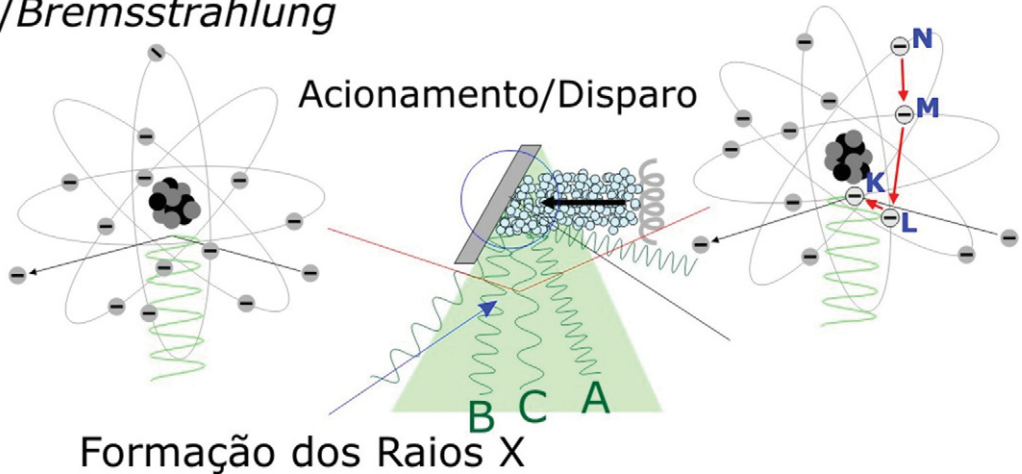
**Figura 4.11** – Esquema representativo do tubo de raios X, com evidência do acionamento do filamento, no catodo e a formação da nuvem de elétrons.



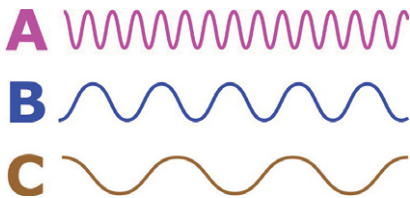
**Figura 4.12** – Esquema representativo dos polos positivo (anodo) e negativo (catodo) do tubo de raios X, com evidência para aplicação de tensão (Diferença de Potencial – D.d.P.) entre os polos (fechamento do circuito), e consequente atração dos elétrons (-) em direção ao alvo (+).

## Radiação Geral / Frenamento /Bremsstrahlung

## Radiação Característica



**Figura 4.13** – Esquema representativo e detalhes do choque dos elétrons, oriundos do catodo, no alvo de tungstênio do anodo. As principais consequências são a formação de radiação de frenamento ou característica. Na maioria dos equipamentos de raios X intraorais, há predominantemente a formação da radiação de frenamento.



**Figura 4.14** – Esquema representativo de diferentes comprimentos de onda. A onda “A” é mais penetrante do que “B” e “C”, pois tem menor comprimento de onda e maior frequência. Já a onda “B” é mais penetrante do que “C”. A onda “C” é pouco penetrante pois possui um longo comprimento de onda e baixa frequência.

alvo, proporcionando assim a ionização do átomo. Mas somente se o elétron removido for da camada mais próxima do núcleo, ou seja, da camada “K” da eletrosfera. Logo depois, um elétron de uma camada mais externa do átomo de tungstênio ocupa rapidamente a posição do elétron ejetado na camada “K”, procurando a estabilidade da relação núcleo/elétron, emitindo, assim, um fóton com energia equivalente a energia de ligação

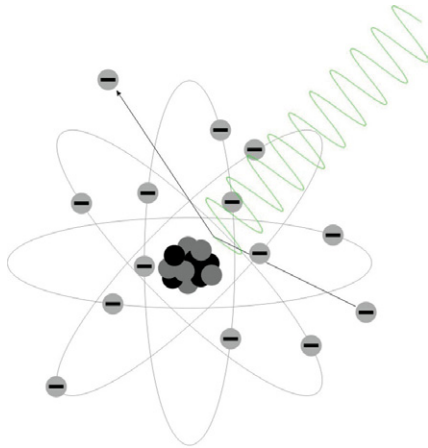
da diferença entre as duas órbitas, ou raios X. É chamada de “característica”, devido ao fóton incidente ter energia suficiente para a remoção de um elétron de sua camada mais energética, ou mais próxima do núcleo. Assim, a energia gerada seria característica daquele átomo. A radiação característica é somente a menor porção da radiação produzida no tubo de raios X (Figura 4.16).

- **Espectro:** Linear.
- **Fonte:** É produzida acompanhando a transição dos elétrons do núcleo (*core elétrons*) do átomo.
- **Fórmula do menor comprimento de onda**

O comprimento de onda dos raios X e a energia, ou o comprimento de onda e a voltagem do tubo, são inversamente proporcionais.

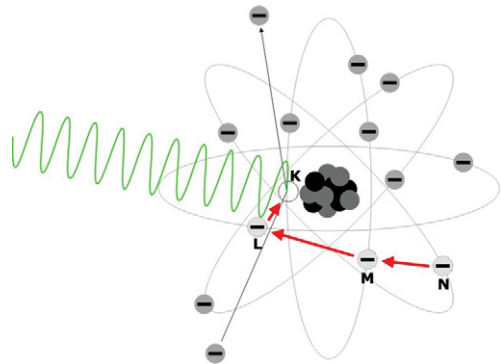
$$\lambda_{\min} = \frac{12,4}{V} \text{ (fórmula de Duane-Hunt)}$$

Onde,  $\lambda_{\min}$  é o menor comprimento de onda [ $\text{\AA}$  - Angstrom]



Radiação geral/  
Frenamento/  
Bremsstrahlung

**Figura 4.15** – Esquema representativo da produção da radiação de frenamento.



Radiação característica

**Figura 4.16** – Esquema representativo da produção da radiação característica. Note que o elétron da camada “K” ao ser removido (deixando vago aquele local), outros elétrons de camadas anexas, no caso a camada “L”, se deslocam para o lugar vago, devido à força de atração do núcleo. Assim, produz a radiação X, característica do elemento tungstênio (material do alvo).

$V$  é a voltagem do tubo [kV]. Ainda,  $1 \text{ \AA}$  é  $10^{-8} \text{ cm}$

**Relação entre energia do fóton e comprimento de onda (Figura 4.17)**

- **Qualidades da radiação (Tabela 4.4)**
- **Camada semirredutora:** Refere-se à espessura da matéria necessária para diminuir pela metade o número, a energia e a dose das partículas originais.
- **Espectro de energia:** Os raios X gerados pela radiação de frenagem apresentam uma distribuição de energia ampla, a qual dá-se o nome de espectro de energias. No caso do diagnóstico odontológico, consideramos o feixe polienergético. Nos raios X, nos quais a distribuição de energia do espectro contém grande quantidade de fótons de alta

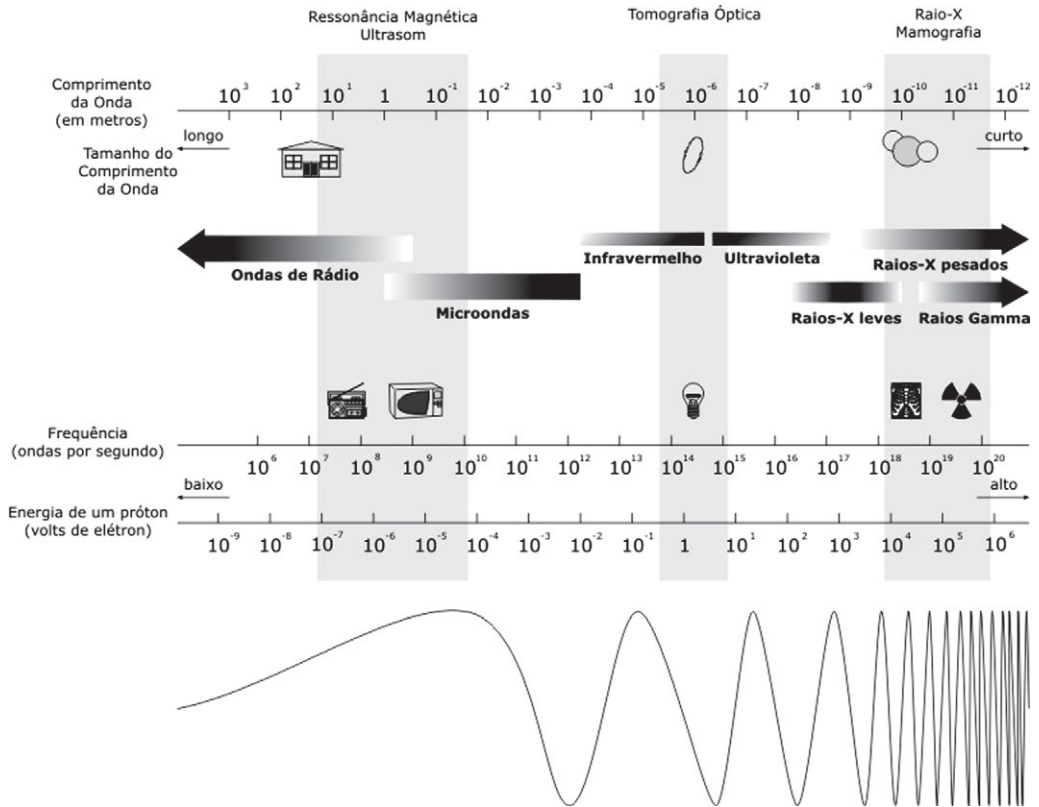
energia, a qualidade da radiação endurece, enquanto nos raios X com muitos fótons de baixa energia, tem-se radiação mais suave (Figura 4.17).

**Propriedades da radiação X**

- É invisível e não pode ser detectada por nenhum dos sentidos
- Não tem massa ou peso
- Viaja a velocidade da luz  $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ .
- Viaja em ondas e tem curto comprimento de onda e alta frequência
- Viaja em linha reta e pode ser defletida e espalhada
- Não podem ser focados a um ponto e sempre divergem do ponto

**Tabela 4.4 – Qualidades relativas à radiação ionizante**

Qualidades da radiação	Forças de transmissão	Absorção	Energia	Comprimento de onda	Camada semirredutora
“Dura” – penetrante	Grande	Difícil absorção	Alta	Curto	Maior – espessa
“Suave” – menos penetrante	Pequena	Fácil absorção	Baixa	Longo	Menor – fina



**Figura 4.17** – Espectro de energias eletromagnéticas, onde se incluem os raios X e gama. Da esquerda para a direita verificamos o aumento do poder de penetração e a consequente diminuição do comprimento de onda e aumento da frequência.

- Podem penetrar líquidos, sólidos e gases. A composição da substância determina se os raios X penetram ou passam através, ou são absorvidos
- São absorvidos pela matéria; isso depende da estrutura atômica da matéria e o comprimento de onda dos raios X
- Interação com os materiais que penetram e causam ionização
- Podem causar fluorescência em certas substâncias, emitir radiação em comprimentos de onda mais longos
- Podem produzir uma imagem sobre filmes fotográficos
- Podem causar mudanças biológicas em células vivas.
  - **Atenuações** (capacidade de absorver ou desviar os raios X quando estes se chocam com ela) (Tabela 4.5)
- **Ações da radiação**
  - **Excitação:** É a transição dos elétrons em níveis de energia mais altos do átomo.
    - A excitação não consiste na remoção do elétron do átomo, apenas na sua elevação a um nível energético maior (estado excitado).
    - **Condições de energia:** Discreta.
    - **Efeito:** Tanto a ionização quanto a excitação tendem a induzir alterações químicas e danos biológicos.
  - **Ionização:** É quando os elétrons se afastam dos níveis de energia do átomo e são emitidos para fora do sistema, passando-se a ter valores de energia contínua. São aquelas que possuem energia acima da energia de ligação dos elétrons do átomo com o núcleo.
    - **Condições de energia:** Contínua.

**Tabela 4.5 – Atenuação da radiação ionizante**

Classificação	Leis	Explicações	Condições
Atenuação conforme a matéria	Lei de atenuação do índice	O número de fótons $N$ após atravessar a matéria de espessura $l$ é $N = N_0 e^{-\mu l}$ Onde $N_0$ é o número de fótons incidentes, $\mu$ é o coeficiente de atenuação da radiação	Ocorre quando existem feixes de raios finos e paralelos de energias simples
Atenuação conforme a distância	Lei de quadrado inverso	À medida que dobramos a distância da fonte de radiação ao objeto/filme, a dose de radiação que chega ao objeto/filme diminui numa razão de quatro vezes. Ou é inversamente proporcional ao quadrado da distância	Quando o espaço não é vácuo ou quando a fonte não é um ponto, às vezes essa lei não se realiza

- **Efeito:** Tanto a ionização quanto a excitação tendem a induzir alterações químicas e danos biológicos.
- **Interação**
  - **Existe:** Os raios X podem colidir com átomos e moléculas contidos na matéria e desaparecerem (absorção) ou, então, podem ser dispersados pela matéria, alterando a energia e direção dos raios X. Os raios X que não sofreram absorção nem dispersão permeiam através da matéria.
  - **Não existe:** Como resultado de absorção e dispersão dos raios X no interior da matéria, dos átomos que adquiriram energia dos raios X são emitidos elétrons secundários de alta velocidade. Tais elétrons secundários, por sua vez, passam a realizar a ionização e excitação da matéria. As diversas alterações químicas que se produzem na matéria em função desses processos físicos decorrentes da ionização e da excitação são denominadas “ações da radiação”.
- **Ação fluorescente:** Quando ocorre a transição nos elétrons externos dos átomos excitados, há substâncias que irradiam fluorescência. Por outro lado, dependendo da transição dos elétrons internos, podem ser emitidas radiações dos raios X fluorescentes.
  - **Aplicações:** Placa intensificadora, placa fluorescente, detector por cintilação.
- **Ação química:** Os átomos e as moléculas ionizados ou excitados produzem íons e radicais, dando origem às reações químicas. As alterações químicas da água produzidas por radiação são de suma importância nas pesquisas de Radiobiologia, porque o corpo humano é quase totalmente formado por água.
  - **Aplicações:** Densímetro químico.
- **Ação radiográfica:** A ação radiográfica se deve ao fato de os elétrons secundários (interagiram com a matéria) emitidos pelos raios X transformarem o brometo de prata em prata metálica, utilizando-se o agente de emulsão fotosensitiva, formando a imagem latente. As radiografias são os resultados dessa alteração química.
  - **Aplicações:** Radiografia.
- **Ação térmica:** O calor gerado na matéria irradiada pelos raios X, na ausência ou não de alterações químicas, corresponde à energia da radiação absorvida. Esse princípio é aplicado na medição absoluta da dose absorvida.
  - **Aplicações:** Calorimetria.
- **Ação biológica:** As alterações físicas e químicas produzidas nas células por radiação tornam-se indutores de ações biológicas. Se as células sofrerem danos significativos em função dessas alterações, elas morrerão. Contudo, mesmo que seja um pequeno dano, se isso

ocorrer, por exemplo, no ácido desoxirribonucleico (DNA) do núcleo celular onde são registradas as informações que mantêm a vida, mais tarde poderá causar carcinomas ou problemas genéticos.

– **Aplicações:** Radioterapia

### Bibliografia

1. Audi G, Wapstra AH. The 1993 Atomic Mass Evaluation, Nuclear Physics, A 565,1; 1993.
2. Bushong SC. Radiologic Science for Technologists Physics, Biology, and Protection. 8th ed. Elsevier Mosby, 2004.
3. Sutton D.
4. Christensen EE, Curry TS, Dowdey JE, Murry RC. Introduction to the Physics of Diagnostic Radiology. Lea & Febiger; 2008.
5. Garcia EAC. Biofísica. São Paulo: Sarvier; 1998.
6. Halliday, Resnick, Krane. Física 4. 4a ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996.
7. Harold EJ, Cunningham JR. The Physics of Radiology, 4a ed., Charles C. Thomas; 1983.
8. <http://www.cnen.gov.br/ensino/apostilas.asp>
9. <http://www.fsc.ufsc.br/~canzian/radiacoes/index.html>
10. [http://www-naweb.iaea.org/nahu/dmrp/pdf\\_files/Chapter1.pdf](http://www-naweb.iaea.org/nahu/dmrp/pdf_files/Chapter1.pdf)
11. Marion JB. General Physics with Bioscience Essays. New York: Wiley & Sons; 1979.
12. Cameron JR, Skofrenick JG. Medical Physics. New York: Wiley & Sons; 1978.
13. Okuno E. Radiação: Efeitos, Riscos e Benefícios. São Paulo: Harbra; 1998. 96 p.
14. Knoll GF. Radiation Detection and Measurement. New York: Wiley & Sons, 2nd ed. (1989).
15. Pivovarev U P, Mikhalev V P. Radiatsionnaja Ekologija. Moscou: Academia, 2004.
16. Radiologia e Imaginologia para Estudantes de Medicina. 7a ed. Manole, 2003. 515 p.

Página deixada intencionalmente em branco

# EQUIPAMENTOS/TUBOS DE RAIOS X INTRAORAIS

5

## SUMÁRIO

- Os equipamentos de raios X para diagnóstico em odontologia são formados por um gerador de raios X e por um sistema de operação. O gerador de raios X é composto, principalmente, por um tubo de vidro com dois polos (positivo e negativo), transformadores de alta e baixa tensão e um sistema de controle de raios X.
- O princípio da geração de raios X consiste em gerar termoelétrons pelo aquecimento do catodo (filamento/polo negativo) e acelerá-los em alta velocidade por meio da alta tensão, fazendo-os colidir na área focal do anodo (anteparo/polo positivo), gerando, assim, raios X contínuos. A produção de raios X é proporcional ao número atômico do material do alvo (tungstênio –  $W$ ,  $Z = 74$ ), à corrente elétrica do tubo, ao quadrado da tensão do tubo e ao tempo de irradiação, sendo a eficiência de geração inferior a 1%, pois o restante é transformado, principalmente, em calor. Temos, então, um processo altamente improdutivo e também perigoso, já que o superaquecimento do tubo pode transformá-lo em uma autêntica “ bomba”. Se houver óleo na parte externa do cabeçote, pode ser um sinal de problemas graves; desligue o aparelho e chame um técnico. Por isso, os equipamentos de raios X devem ser manipulados apenas por pessoal qualificado, como os cirurgiões-dentistas (CD), técnicos em higiene bucal (TSB) e técnicos em radiologia (TR).
- Esses equipamentos de geração de raios X, originam um feixe polienergético, e os raios X de baixa energia não contribuem de modo objetivo na formação de imagens, mas aumentam a exposição, e, também, favorecem em certo grau para a perda de qualidade da imagem. Com o intuito de diminuir esse efeito, utiliza-se a filtração do feixe principal, podendo-se para isso usar um disco metálico, pouco espesso, de alumínio (Al) ou cobre (Cu). Outros materiais, como zinco, estanho ou até metais “terras raras”, podem ser utilizados. De acordo com a necessidade, podemos até utilizar uma composição desses materiais, sempre no sentido de filtrar o feixe principal de raios X, retirando os raios X de baixa energia.

## SUMÁRIO – cont.

- Outro dispositivo dos equipamentos de raios X, que faz parte do cabeçote desses, é o sistema de colimação, que limita o campo de irradiação, reduzindo a exposição do paciente e melhorando muito a imagem, pela diminuição dos raios X dispersos. O ideal seria colimar o feixe de acordo com o tamanho do receptor de imagem. Em geral, para radiografias intrabucais periapicais e interproximais, são utilizados filmes ou sensores radiográficos de tamanho 31 mm × 41 mm. Assim, a colimação retangular do feixe de raios X seria o ideal, diminuindo a exposição e melhorando a qualidade da imagem radiográfica.
- Os dispositivos marcadores de tempo de exposição, ou temporizadores nos equipamentos de raios X, assumiram maior importância nos últimos anos, sobretudo por causa do surgimento dos filmes radiográficos mais sensíveis e do advento da radiologia digital. Os temporizadores devem ser eletrônicos digitais, com casas centesimais.

## OBJETIVOS

## Objetivo Geral

Fornecer ao aluno o conhecimento básico sobre a produção dos raios X e a interação entre as cargas elétricas para a produção dos raios X.

Fornecer ao aluno condições para reconhecer, empregar, criticar e julgar os componentes dos equipamentos de raios X utilizados em técnicas radiográficas odontológicas, intra- e extraorais.

## Objetivos Específicos

Após o estudo deste capítulo, o aluno deverá ser capaz de:

- Demonstrar conhecimento sobre voltagem e amperagem.
- Explicar como os raios X são produzidos.
- Esquematizar como os raios X são produzidos.
- Identificar os elementos fundamentais na produção dos raios X.
- Explicar o funcionamento e a composição de um gerador de elétrons.
- Explicar o funcionamento e a composição de um acelerador de elétrons.
- Explicar a composição do anteparo utilizado como área focal.
- Definir e descrever a composição de uma ampola de raios X.
- Descrever e esquematizar o funcionamento de um tubo de raios X “anodo-rotatório”.
- Descrever o circuito elétrico do aparelho de raios X.

- Descrever os componentes do aparelho de raios X relacionados com: base, corpo, braço articular e cabeçote.

### Principais componentes dos equipamentos de raios X odontológicos (Figuras 5.1 e 5.2)

## Cabeçote (3)

## Interno

- Tubo de raios X
- Transformadores
- Câmara de expansão
- Janela emissora
- Sistema de imersão em óleo
- Proteção de chumbo
- Sistema de fixação

## Externo

- Filtro
- Colimador
- Cilindro localizador

## Braço articular

## Painel de comando ou de controle

- Temporizador ou disparador ou acionador
- Botão *power* ou botão liga/desliga
- Estabilizador
- Amperímetro
- Voltímetro

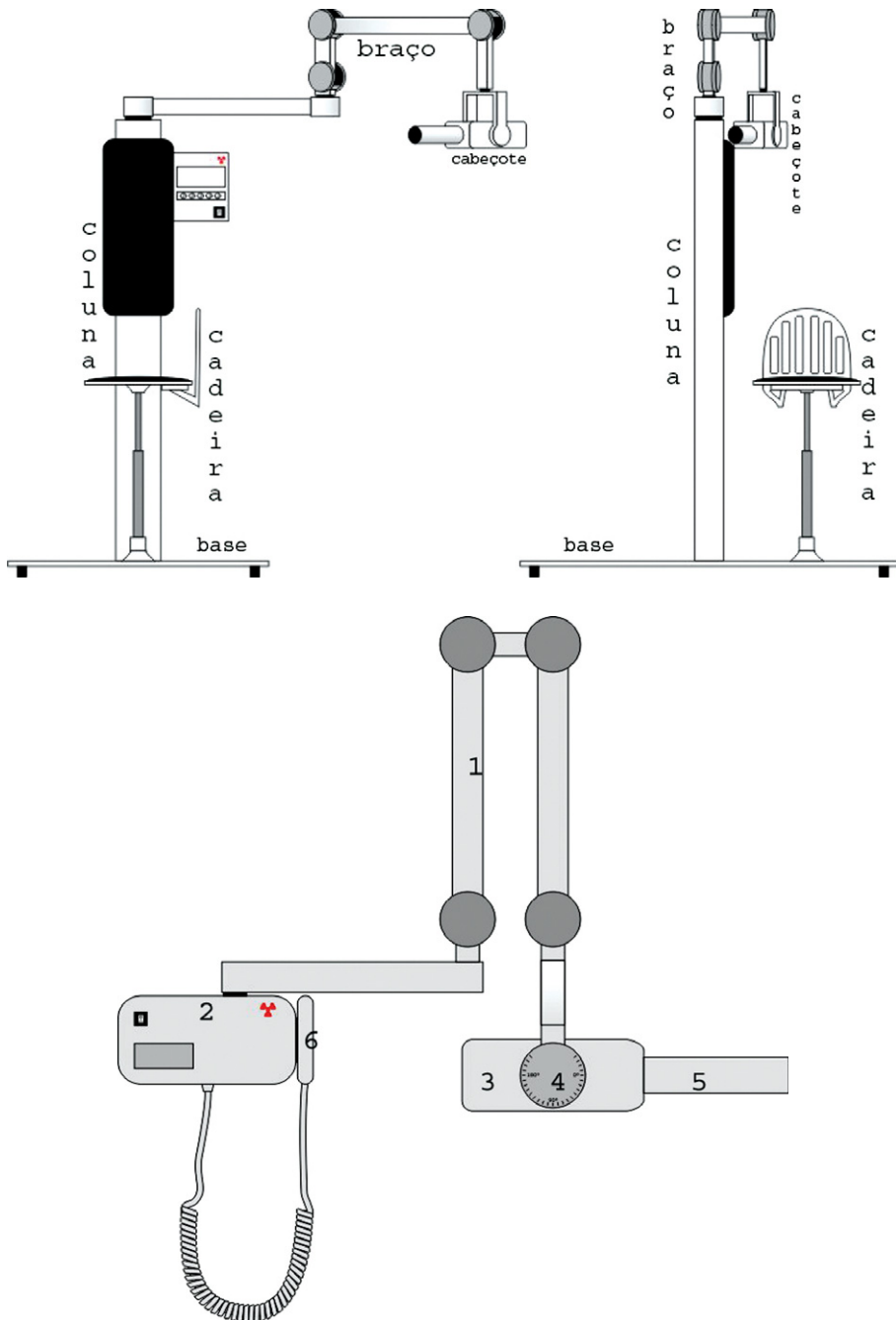
## Goniômetro

## Cronometro

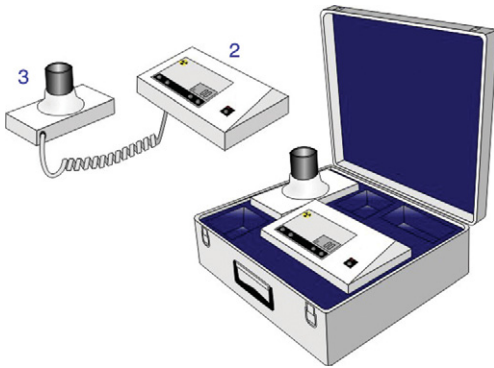
## Pés (se forem móveis)

## Coluna

## Banco (assento)



**Figura 5.1** – Esquema das diferentes vistas do equipamento de raios X intraoral.



**Figura 5.2** – Típico equipamento de raios X portátil.

## Componentes individuais do cabeçote

### Tubos de raios X – estrutura e princípios

#### Características do tubo de raios X utilizado no equipamento radiográfico odontológico (Figura 5.3)

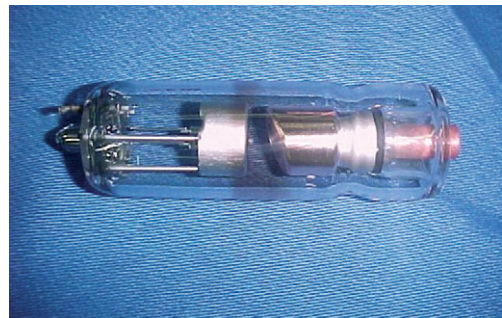
O tubo de raios X de anodo fixo utilizado é pequeno e leve. Tem sua saída reduzida

Medidas externas aproximadas: 31 mm × 73 mm

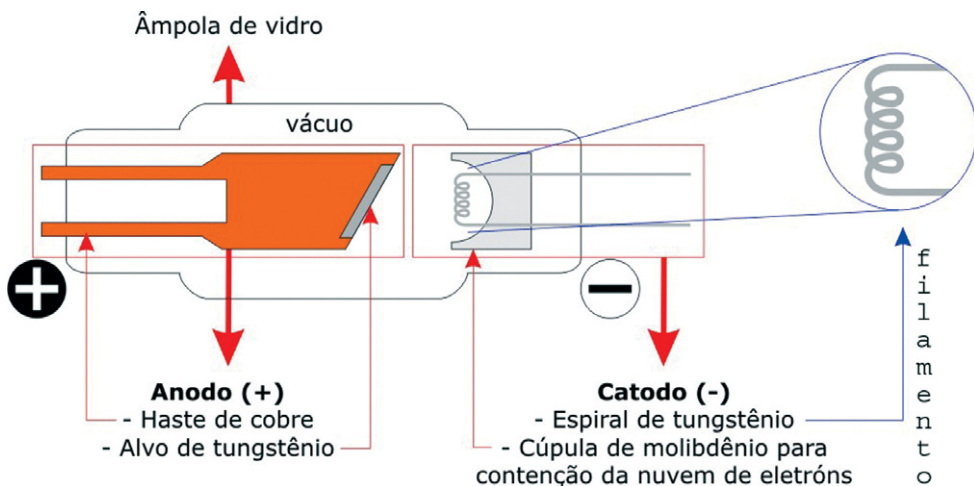
Área focal efetiva pode variar: de 0,5 × 0,5 mm a 0,8 × 0,8 mm

Filamento: Tensão 2,0 ~ 5,5 V

Corrente 1,5 ~ 2,0 A



**Figura 5.3** – Ampola “médica” (acima), “odontológica” (abaixo e à direita).

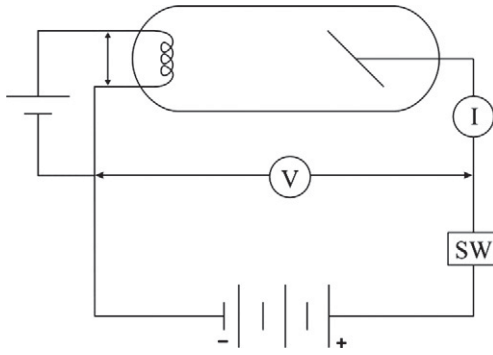


**Figura 5.4** – Esquema ilustrativo da ampola ou tubo de raios X, com destaque para o filamento do catodo (polo negativo), onde será formada a nuvem de elétrons.

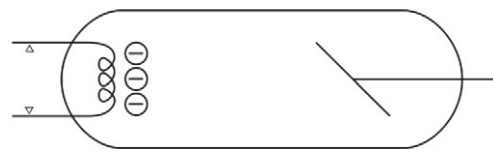
Potência nominal: 60/65/70/90 kVp 7-10 mA 0-2,0 s

Devemos conhecer a real potência efetiva do tubo objetivando a escolha correta dos tempos de exposição. Isso é possível verificando o laudo técnico quando compramos um equipamento novo ou nas verificações periódicas realizadas pelos serviços de radioproteção e dosimetria, sempre assinados por um físico da medicina.

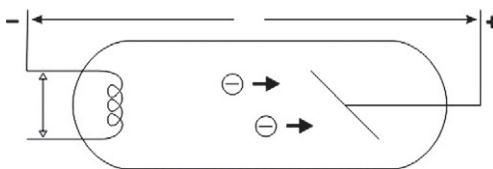
### Estrutura do tubo de raios X (Figura 5.4 a 5.8)



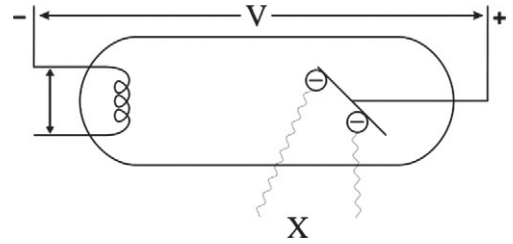
**Figura 5.5** – Esquema simplificado da ampola de raios X, e a diferença de potencial (d.d.p.) entre os polos positivo (ânodo) e negativo (catodo).



**Figura 5.6** – Esquema simplificado da emissão termiônica.



**Figura 5.7** – Esquema ilustrativo simplificado do fechamento do circuito (acionamento da d.d.p.).



**Figura 5.8** – Esquema ilustrativo simplificado da produção de raios X. Exatamente no momento em que os elétrons oriundos do catodo chocam-se contra o alvo (W) e interagem com os átomos de tungstênio (W).

### Princípios de geração de raios X, termos técnicos de cada uma das partes do tubo de raios X e suas respectivas funções.

#### Catodo em detalhes

##### Funções

Produção de termoeletrons/Convergência de corrente de elétrons

- O catodo tem uma estrutura em espiral denominada filamento (tungstênio – W). Quando uma corrente flui por essa espiral (voltagem de filamento), há uma tendência de aquecimento, ocasionando a produção de uma grande quantidade de termoeletrons. Essa “nuvem de elétrons” fica concentrada por causa da cúpula de molibdênio (parte maior do catodo), até que o circuito de alta voltagem se fecha para criar uma diferença de potencial entre o catodo e o ânodo, fazendo a corrente de elétrons (-) convergir em direção ao ânodo (+) (Figura 5.9).

#### Materiais

Filamento – tungstênio (W é o símbolo do elemento tungstênio)

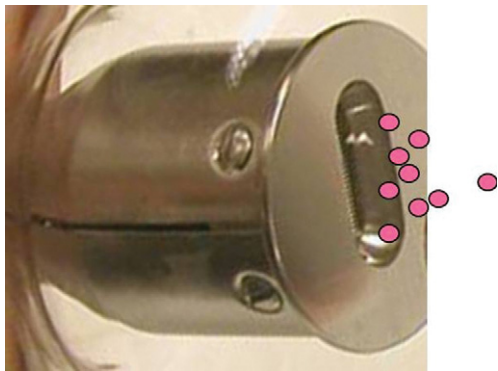
O seu ponto de fusão é alto e, mesmo aquecido, é de difícil decomposição (Figura 5.10 A e B).

#### Ânodo em detalhes

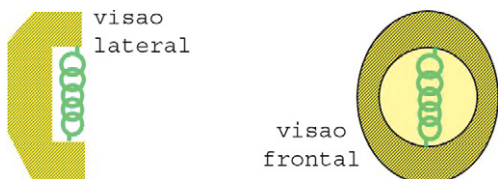
##### Funções

- Geração de raios X /Dispersão do calor gerado pela produção dos raios X.

- Com a alta voltagem, o fechamento do circuito entre o anodo e o catodo faz com que os termoelétrons emitidos no catodo sejam atraídos em direção ao anodo, colidindo com o alvo de tungstênio, gerando os raios X. Cargas contrárias se atraem, assim, quanto maior a diferença de potencial entre os polos (d.d.p.) maior será a velocidade dos elétrons, bem como o choque no



**Figura 5.9** – Detalhe do catodo. Área focalizadora e o efeito termiônico com a geração da nuvem de elétrons.



**Figura 5.10A e B** – Detalhes do catodo em diferentes vistas. Note o filamento de tungstênio.

alvo (também de W) e o poder de penetração dos raios X gerados.

- A superfície em que os elétrons colidem é chamada de alvo, onde na parte interna há uma placa de tungstênio (W), de difícil deterioração, mesmo a altas temperaturas. O calor produzido em grande quantidade na colisão é irradiado para o cobre, que reveste todo o alvo de W, em virtude de sua elevada condutividade térmica e, em seguida, esse calor é diluído no óleo de resfriamento que envolve todo o tubo.

A superfície do alvo onde os elétrons efetivamente colidem é chamada de área focal, normalmente (tungstênio – W), de onde os raios X são gerados. Com o tempo e a utilização na produção dos raios X, essa área de W fica deformada, marcada pelas colisões de elétrons, praticamente no mesmo local.

### *Materiais*

Unidade principal – cobre – onde está incrustada a área focal de tungstênio (W)

O cobre tem alta condutividade elétrica e térmica.

### **Alvo – Tungstênio (W) (Figuras 5.11 e 5.12)**

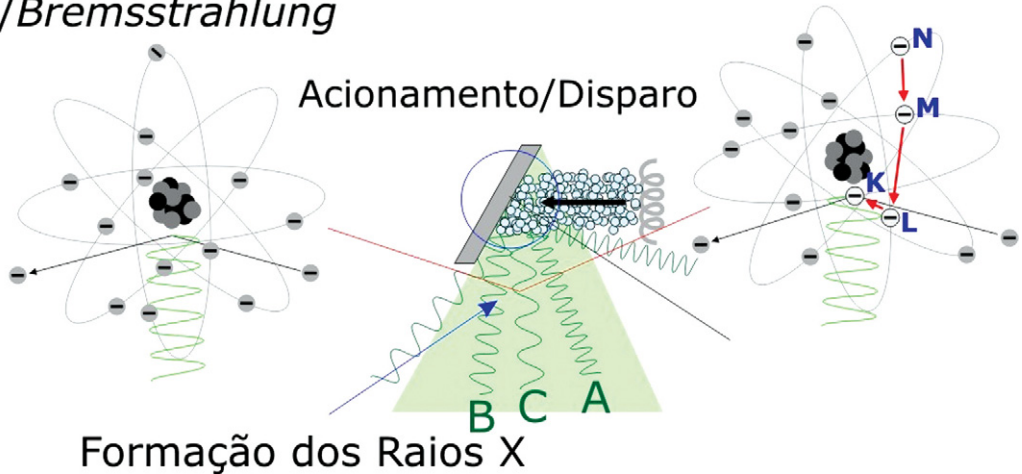
- O número atômico (Z) é alto, proporcionando uma produção de raios X mais viável ( $Z = 74$ ).



**Figura 5.11** – Detalhes do alvo ou anodo. Note a haste de cobre incluindo na parte central o alvo, propriamente dito, área circular de tungstênio.

## Radiação Geral / Frenamento / *Bremsstrahlung*

## Radiação Característica



**Figura 5.12** – Esquema ilustrativo da formação dos raios X, no momento em que os elétrons oriundos do catodo colidem no alvo de tungstênio. Assim, pode ocorrer a formação de dois tipos de radiação: a radiação de frenamento, mais frequente nos tubos de equipamentos de raios X odontológicos, e a radiação característica, menos comum nos tubos de equipamentos de raios X odontológicos.

- Alto ponto de fusão e difícil decomposição ( $3380^{\circ}$ ).
- A pressão de vapor é baixa.
- É de baixo custo.

### Área focal

A superfície de colisão dos elétrons em alta velocidade no interior do alvo é denominada área focal, de onde são gerados os raios X.

Menos de 1% da energia de aceleração dos elétrons de alta velocidade é transformado em raios X, sendo os 99% restantes transformados em calor nessa superfície.

### Tamanho da área focal

**Quando é pequeno:** Pode ser obtida radiografia de alta nitidez, porém ela tende a se deteriorar mais facilmente em virtude da concentração de calor em uma microsuperfície.

**Quando é grande:** Embora a nitidez da imagem produzida tenda a diminuir, a deterioração é menor, mesmo que sejam produzidas grandes quantidades de raios X.

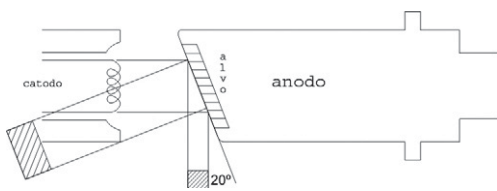
### Tamanho da área focal efetiva do equipamento radiográfico odontológico

Em geral, é de  $0,8 \times 0,8$  mm, embora possamos encontrar de até  $1,2 \times 1,2$  mm. As melhores imagens são obtidas com as menores áreas focais, por exemplo,  $0,5 \times 0,5$  mm ou  $0,4 \times 0,4$  mm.

**Inclinação do alvo (efeito Benson):** O alvo tem uma inclinação de cerca de  $20^{\circ}$  em relação ao filamento.

A superfície onde se produzem efetivamente os raios X é chamada de área focal real e tem a forma de um retângulo. Essa área focal vista da direção de radiação principal, isto é, da direção em que são utilizados os raios X é denominada área focal efetiva, a qual, devido à inclinação do alvo, assemelha-se a um quadrado ( $0,5 \times 0,5$ , p. ex.), com tamanho de  $1/3$  do tamanho original (efeito Benson) (Figura 5.13).

**Característica do ângulo da imagem e fenômeno de astigmatismo:** O tamanho da área focal varia conforme a direção de onde é vista.



**Figura 5.13** – Esquema ilustrativo do efeito Benson

### Efeito da inclinação (efeito heel)

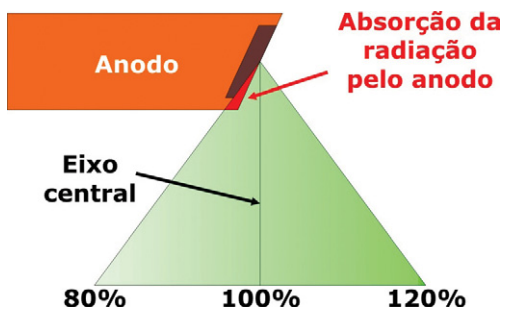
É mais importante para a área médica e radiografias cefalométricas, devido à distância.

A dose de exposição à radiação é maior do lado contrário em que está a área focal, e menor à medida que se distancia desse lado. Assim, podemos considerar que a dose de radiação que atinge a superfície do filme não é uniforme (cl clinicamente, não representam problemas para as radiografias odontológicas, sobretudo para as técnicas intrabucais).

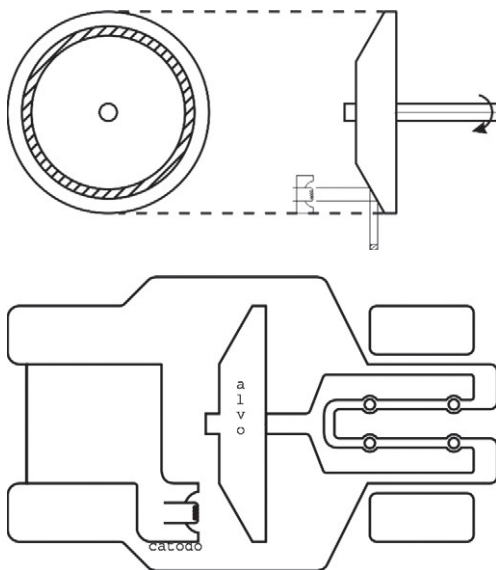
Por causa da inclinação da superfície do alvo, os elétrons que o atingem terão de atravessar diferentes espessuras do material do alvo. Os raios X são produzidos em várias profundidades no alvo e conseqüentemente sofrem atenuações diferentes. Quanto mais espesso, mais absorção. Isso resulta numa intensidade que é maior no lado do cátodo do que do anodo. No entanto, essa aparente desvantagem poderá ser convertida num benefício, por exemplo, numa radiografia de tórax, posicionando-se o paciente com a parte mais espessa do lado do cátodo. Assim, a diferença de espessura do paciente será compensada pela maior intensidade do feixe (Figura 5.14).

### Anodo rotativo (equipamentos mais potentes, médicos)

A rotação do anodo evita que ocorra a concentração do calor na área focal. O anodo rotatório não é utilizado nos equipamentos odontológicos, pois eles utilizam baixas doses de exposição, além do fato de que aumentaria demasiadamente o peso do cabeçote (Figura 5.15).



**Figura 5.14** – Esquema ilustrativo do efeito heel.



**Figura 5.15** – Esquema ilustrativo de anodos giratórios de tubos de raios X médicos, ou seja, mais potentes.

## Tubo de vidro plumbífero (Pb)

### Funções

Mantém o interior do tubo em alto vácuo (cerca de 6 a 10 mmHg), para não haver interação do feixe de elétrons com qualquer matéria. Os tubos atuais são do mesmo princípio dos tubos de Coolidge, mais precisos. Já os tubos de Crookes, utilizado na descoberta dos raios X por Roentgen, eram tidos como “temperamentais”, pois era impossível reproduzir uma mesma exposição,

pois os tubos internamente eram ocupados por gás, que interagem com o feixe de elétrons oriundo do catodo. Outra função é a manutenção do anodo e catodo, além do isolamento elétrico.

## Materiais

Vidro duro – tem alta resistência ao isolamento. Esse vidro é plumbífero, ou seja, tem chumbo (Pb).

Ampola de raios X (tubo) mostrando em detalhe a área circular da janela de saída do feixe de raios X principal (Figura 5.16). Nesse ponto, o vidro da ampola não é plumbífero, tendo somente vidro. Isso possibilita a passagem do feixe de raios X praticamente sem perda de energia. Vale lembrar que a produção de radiação X no interior da ampola ocorre em todas as direções, e, por isso, a ampola é toda de vidro especial, plumbífero, e somente nessa região é de vidro simplesmente. Hoje, a maioria dos fabricantes de equipamentos de raios X não blinda todo o cabeçote do equipamento com chumbo. É colocada apenas uma proteção de chumbo sobre a ampola, exceto, é claro, sobre a saída do feixe de raios X (Figura 5.17).

## Técnicas de aquecimento do filamento

**Pré-aquecimento:** Antes de se fechar o circuito de alta voltagem, quando acionamos



**Figura 5.16** – Fotografia de uma ampola de raios X, com destaque para a janela de vidro (berílio), onde saem os raios X.



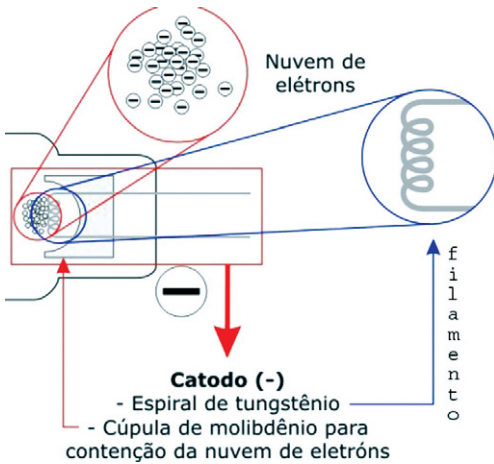
**Figura 5.17** – Fotografia de um cabeçote de raios X, com destaque para o tubo onde vemos uma proteção especial de chumbo, prevendo o vazamento de raios X por outro local do tubo, senão a janela de saída do vidro.

o equipamento de raios X, há o pré-aquecimento do filamento. Assim, no mesmo instante da irradiação, pode-se obter a emissão de raios X estáveis.

Mesmo com o temporizador curto, é possível realizar o controle correto da dose de irradiação. Porém, é necessário um transformador para aquecer o filamento, além do transformador de alta voltagem. Com isso, há a tendência de diminuir a vida útil dos equipamentos de raios X (Figura 5.18).

**Aquecimento simultâneo:** A irradiação de raios X e o aquecimento do filamento são realizados ao mesmo tempo. Isso ocorre em quase todos os equipamentos de raios X modernos.

Uma vez que se leva certo tempo desde o momento do aquecimento do filamento até a obtenção de uma dose estável de termelétrons, a emissão no momento do início da irradiação de raios X não será estável. A dose de irradiação por um tempo curto tende a ser imprecisa. É possível reunir num só equipamento o transformador de alta voltagem e o transformador para aquecimento do filamento, o que torna o circuito mais simples. É muito utilizado em equipamentos radiográficos odontológicos. Estamos falando de milissegundos, que talvez sejam mais importantes no caso da radiografia digital, pois utilizam sensores radiográficos muito mais sensíveis do que os filmes radiográficos (Figuras 5.19 e 5.20).



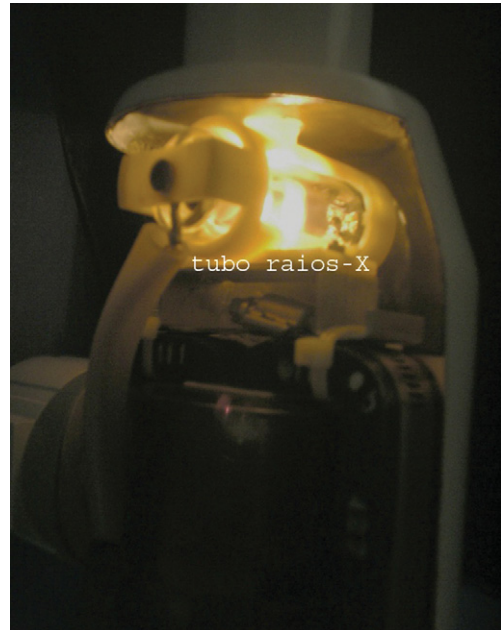
**Figura 5.18** – Esquema ilustrativo do cátodo, com destaque para a nuvem de elétrons formada pelo aquecimento do filamento de tungstênio.



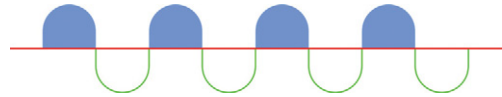
**Figura 5.19** – Fotografia de um cabeçote de raios X no momento em que foi determinado o tempo de exposição no cronômetro, para o acionamento do equipamento de raios X. Com o acionamento, o circuito de baixa voltagem estará em funcionamento, provocando o efeito termiônico, “acendendo” o cátodo.

### Autorretificação – Melhora na produção da radiação X

Nos equipamentos radiográficos odontológicos, em geral o sistema utilizado é o de autorretificação. Hoje, muitos equipamentos convertem a corrente alternada em uma corrente contínua (potencial constante) (Figuras 5.21 e 5.22). Em vez dos ciclos que



**Figura 5.20** – Fotografia de um cabeçote de raios X no momento em que o circuito de baixa voltagem está em funcionamento, provocando o efeito termiônico, “acendendo” o cátodo.



**Figura 5.21** – Esquema da corrente alternada (CA) 60 ciclos, evidenciando o funcionamento apenas na parte superior da onda. Sistema em desuso.

vão de zero ao máximo, positivo e negativo, a tensão permanece no valor positivo máximo, criando uma produção de raios X mais eficiente. Isso permite tempos de exposição mais curtos e precisos. É claro que assim os equipamentos ficam mais caros.

### Corrente alternada

Os raios X não serão gerados se não forem aplicadas tensões negativas no cátodo e tensões positivas no anodo. A alta tensão alternada receberá sempre, por causa da retificação, tensão positiva no anodo e tensão negativa no cátodo.



**Figura 5.22** – Gráfico da corrente direta (CA) 60 ciclos, evidenciando o funcionamento durante todo o ciclo. Assim, o potencial é constante (Alta Frequência)

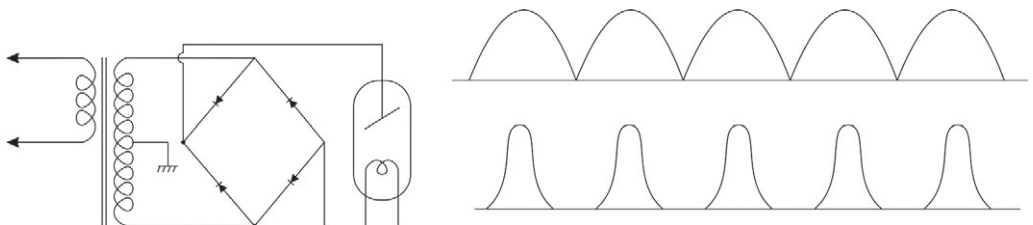
### Sistema de autorretificação

É também conhecido como sistema de retificação por meia onda. Depende da retificação do próprio cabeçote do tubo e pode ser em tamanho reduzido. O filamento e a parede do tubo tendem a ser danificados, pois, com o tempo de ligação prolongado, o anodo é superaquecido e sob a ação da voltagem inversa, o anodo pode gerar os termoeletrons que seguiriam para o catodo. É muito utilizado em equipamentos radiográficos odontológicos.

É aquele em que a voltagem inversa é controlada, por exemplo, por um semiconductor.

### Sistema de retificação por onda cheia monofásica

É aquele em que a onda cheia é totalmente aproveitada. Utiliza com eficiência a meia onda da corrente alternada que não é utilizada na autorretificação e retificação de meia onda. É muito empregado em equipamentos radiográficos para diagnóstico (Figura 5.23).



**Figura 5.23** – Gráfico do sistema de retificação por onda cheia.

### Outros

- Sistema de retificação de meia onda trifásica
- Sistema de retificação de onda cheia trifásica
- Sistema de condensador

A forma de onda da voltagem do tubo passa da corrente de pulsação e se aproxima da corrente contínua, permitindo uma saída estável de radiação, mesmo em condição de capacidade grande e tempo curto.

### Transformadores

Nada mais são do que núcleos de ferro envoltos por inúmeras espirais de fio de cobre. No interior do tubo de raios X há dois transformadores:

De baixa voltagem – atua no catodo, aquecendo o filamento;

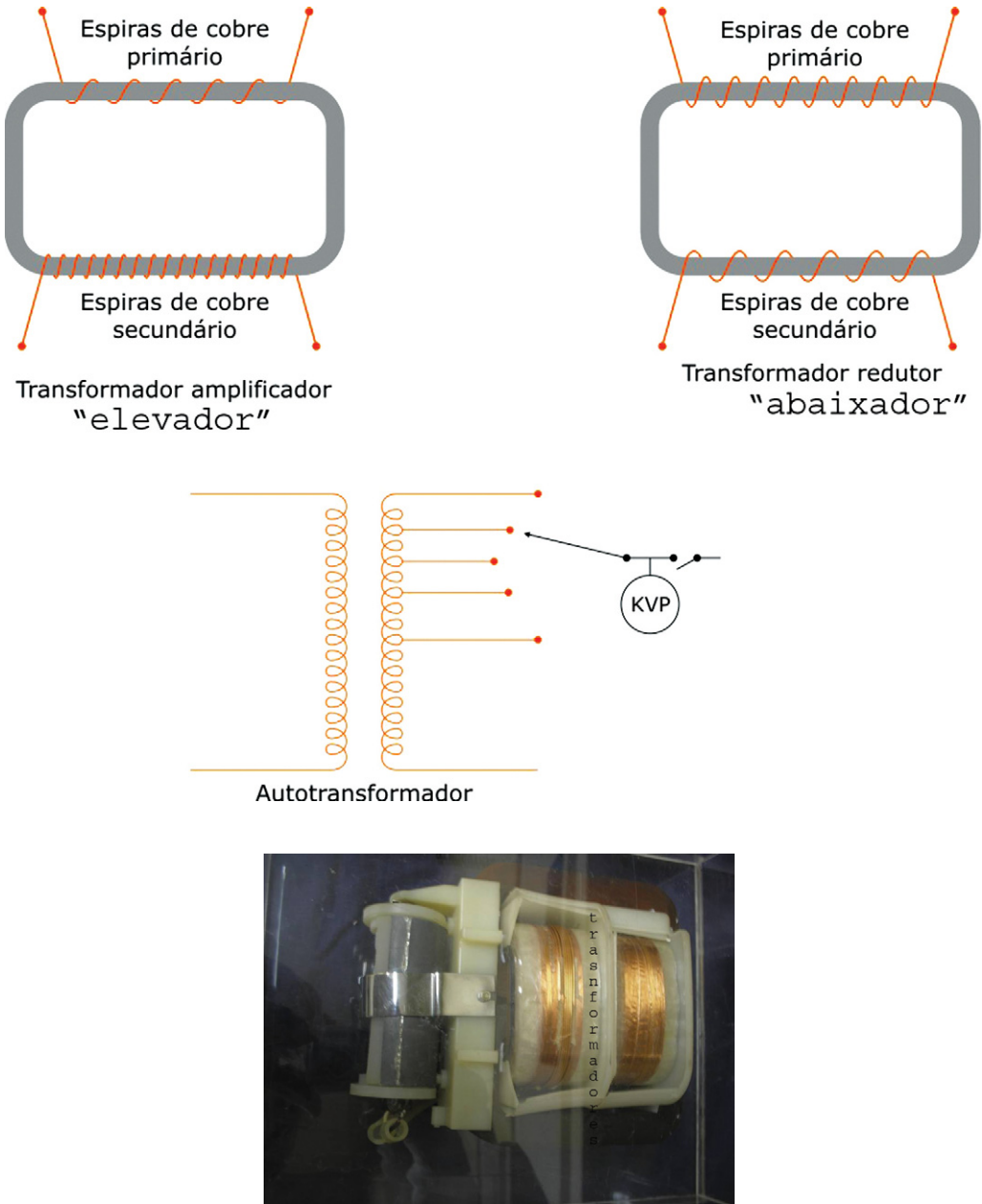
De alta voltagem – atua em ambos os polos, produzindo a diferença de potencial necessária para atrair a nuvem de elétrons para o alvo no anodo (Figura 5.24).

### Câmara de expansão

Este dispositivo é necessário para diluir o efeito da expansão do óleo devido ao aquecimento deste, quando da produção dos raios X. Trata-se de um tubo de borracha, oco, para deformar à medida do aquecimento do óleo que ocupa todo o interior do cabeçote. Essa deformação da câmara de expansão elimina a pressão exercida pelo aquecimento do óleo.

### Janela emissora

Trata-se da saída do cabeçote, por onde sairão os raios X. Como o cabeçote tem óleo

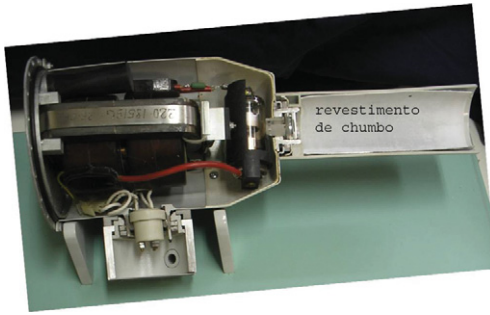


**Figura 5.24** – O esquemático representativo dos transformados de alta e baixa voltagem. Note os detalhes da quantidade de espiras de cada um deles, na entrada (primário) e na saída (secundário). B. Fotografia com detalhe dos transformados de um cabeçote de raios X.

no seu interior, recobrendo todos os outros componentes, essa saída é vedada com material que não interfere na passagem dos raios X (Figura 5.25).

### Óleo

Como já citado, o óleo é o material que dissipa o calor gerado pela produção de raios X. No processo de produção de raios X 99%



**Figura 5.25** – Fotografia de um equipamento de raios X, cortado ao meio, no qual podemos ver detalhes da janela emissora do cabeçote, por onde sairá o feixe de raios X.

é calor. Como sabemos, o óleo se expande quando aquecido.

### Proteção plumbífera (chumbo – Pb)

Muitos fabricantes colocam apenas sobre o tubo, nas partes posterior e superior, como precaução. Contudo, no passado, os cabeçotes eram totalmente blindados em sua carcaça, exceto na janela de emissão. Isso tornava o equipamento de raios X mais pesado, sobretudo o cabeçote. Por isso, a maioria dos equipamentos antigos tem “superbraços” articulares com forma de canivete, o que lhe garantia ótima estabilidade do cilindro, que hoje deixa a desejar nos nossos equipamentos nacionais. A estabilidade do cabeçote de raios X é fundamental para a obtenção de boas imagens radiográficas, e para a segurança do paciente, é claro (Figura 5.26).



**Figura 5.26** – Fotografia em detalhes da cobertura de chumbo sobre o tubo de raios X de um equipamento de raios X.

### Sistema de fiação

É necessário para todo o circuito elétrico dos equipamentos de raios X. Faz a ligação do circuito elétrico de alta e baixa voltagem.

### Filtração

**Objetivo:** Diminuição da dose de exposição do paciente e melhora da qualidade da imagem radiográfica.

**Explicação:** Dos raios X gerados no tubo de raios X, os fótons de ondas longas, ou seja, de pouca energia, têm uma permeabilidade baixa e não conseguem atingir o filme e, portanto, além de não contribuir na formação da imagem radiográfica, são quase totalmente absorvidos pela superfície dérmica do paciente, com alta dose de radiação na pele. O processo para eliminar tais raios X de ondas longas chama-se filtração.

**Filtração natural ou inerente:** é quando tais raios X são parcialmente absorvidos pela parede de vidro do tubo e óleo refrigerante do cabeçote do equipamento de raios X. **Filtração adicional** é quando adicionamos um outro material à frente do feixe principal de raios X, fixando-se uma placa de alumínio ou cobre (os materiais mais comuns) na saída do feixe do tubo de raios X. Assim, a eliminamos dos fótons de raios X com alto comprimento de ondas (longas). Essas placas de alumínio e/ou de cobre são chamadas de **filtro** ou **placa de filtração**. A filtração natural/inerente e a filtração adicional juntas são denominadas **filtração total** (Figura 5.27).

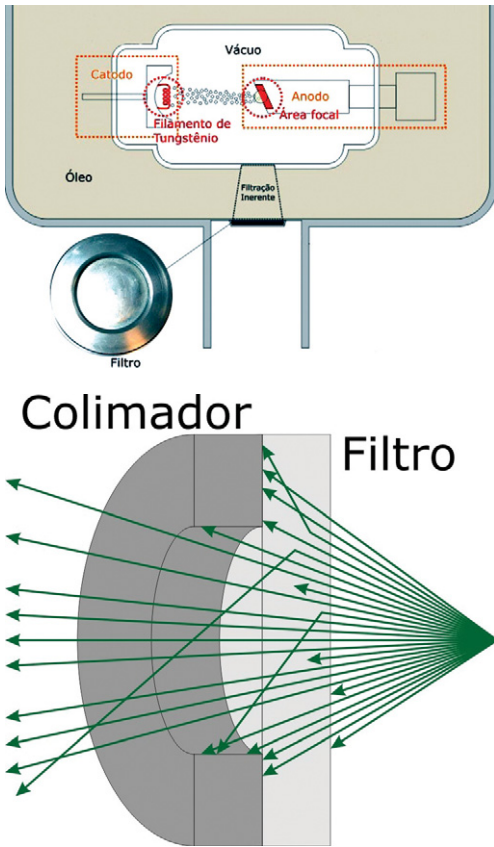
### Variação dos espectros de energia com filtração adicional

**Eliminação dos componentes de ondas longas (Figura 5.28)**

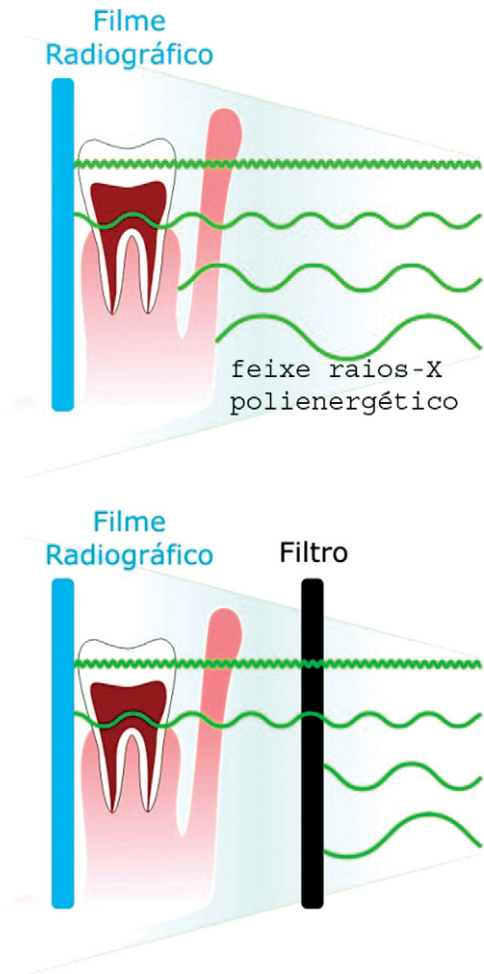
### Colimação

**Campo de irradiação, feixe útil de radiação, feixe central (feixe principal)**

**Objetivo:** O fato de se limitar o campo de irradiação chama-se colimação e procura-se com isso diminuir a exposição desnecessária



**Figura 5.27** — Esquema ilustrativo do cabeçote do equipamento de raios X, com destaque para a localização do filtro adicional.



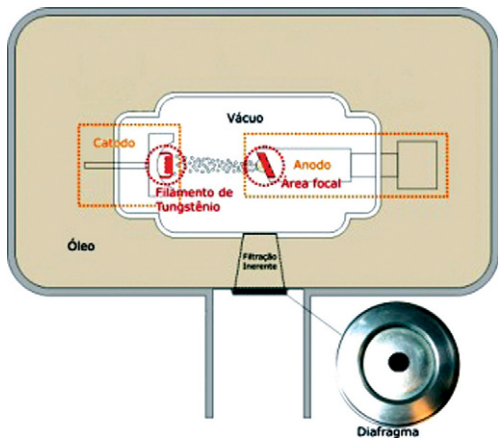
**Figura 5.28** — Esquema ilustrativo do feixe de raios X chegando ao paciente, interagindo com os tecidos da boca e chegando ao filme radiográfico (acima). Embaixo, vemos o mesmo esquema, porém com a utilização da filtração adicional (é claro que o filtro adicional está na saída do cabeçote, anterior ao colimador/diafragma, pois o mesmo também produzirá radiação secundária, que se espalhará).

**Tabela 5.1** — Legislação referente à filtração do feixe de raios X

	Leis médicas	ICRP
Especificação de filtração total	Voltagem do tubo Acima de 60 kV 2 mm equivalente em alumínio Abaixo de 60 kV 1,5 mm em alumínio	Acima de 70 kV Acima de 2,5 mm em alumínio Abaixo de 70 kV 1,5 mm em alumínio
Equivalente em alumínio	Equivalente em alumínio de uma determinada matéria é a espessura do alumínio igual à capacidade de proteção contra os raios X daquela matéria	

aos raios X e melhorar a qualidade da imagem com a diminuição de raios dispersos (Figuras 5.29 a 5.31).

**Campo de irradiação:** É a área efetivamente irradiada pelos raios X, sendo normalmente utilizada a superfície da pele ou o valor da extremidade do cilindro de radiação. Quando o campo de irradiação é grande, a dose de exposição aumenta, assim como os raios X dispersos, facilitando o aparecimento de



**Figura 5.29** — Esquema ilustrativo do cabeçote do equipamento de raios X, com destaque para a localização do diafragma de chumbo, posterior à localização do filtro adicional. Isso é devido, pois o diafragma conterá a radiação secundária, espalhada pelo próprio filtro adicional.

sombras e a qualidade da imagem diminui.

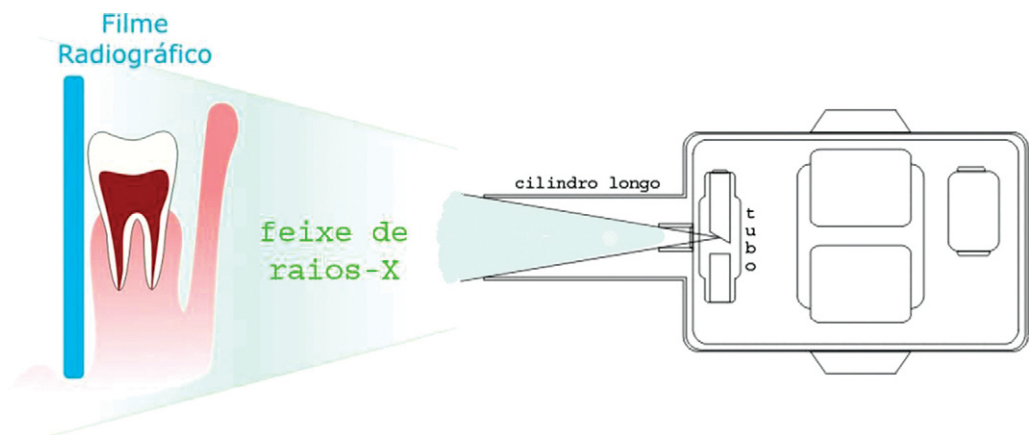
**Feixe útil de radiação:** É o feixe de energia de raios X, na forma de um cone, que sai diretamente do ponto focal do tubo de raios X, pela janela de vidro, passa pela filtração inerente, sai pela janela emissora do cabeçote de raios, passa ainda pela filtração adicional, percorre a parte interna do cilindro localizador, sofrendo apenas insignificantes interações com o ar, antes de chegar à face do paciente. De acordo com a Portaria 453 da Anvisa/MS, é aceito um diâmetro do feixe útil de radiação de até 6,0 cm na extremidade de saída do localizador, para as técnicas intrabucais.

**Feixe central (feixe principal):** São os raios X que viajam pelo centro do campo de irradiação e é também chamado de feixe principal. É sempre referido nas técnicas radiográficas para incidência do feixe, segundo os princípios geométricos de formação de imagem.

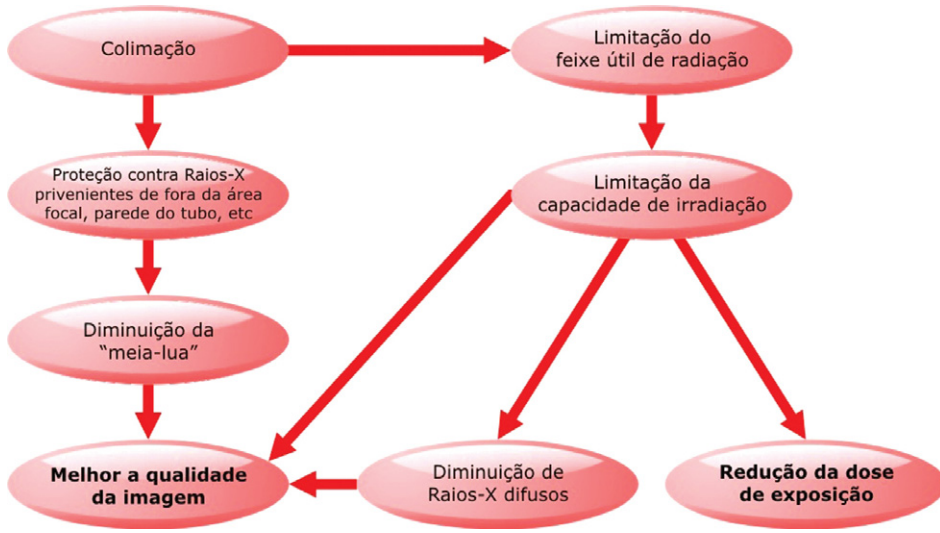
### Cilindro de localizador (2)

#### Classificação de cilindro conforme o formato

**Objetivo:** Facilita posicionar o raios X central corretamente em relação ao objeto a ser radiografado. Mantém constante a distância entre a área focal e o objeto a ser radiografado.



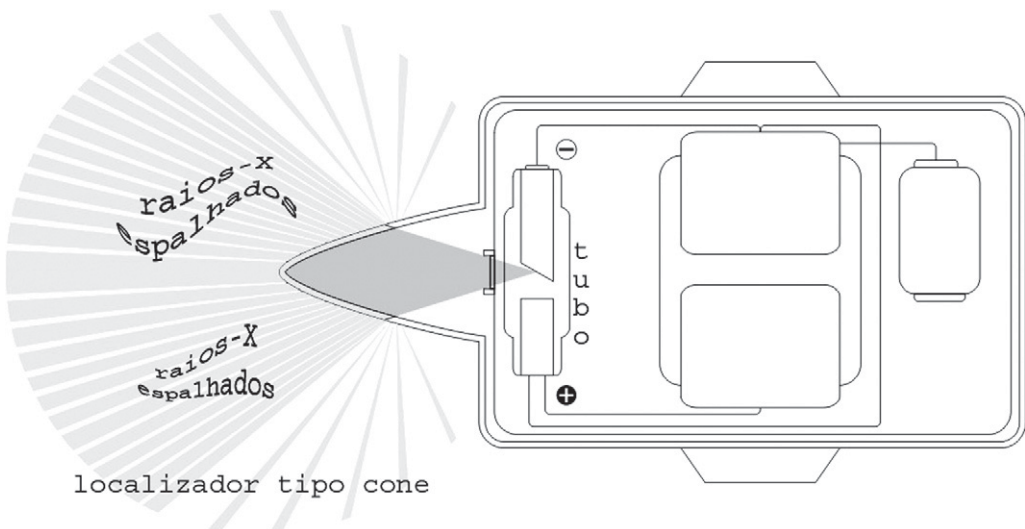
**Figura 5.30** — Esquema ilustrativo da técnica radiográfica de um dente. Note que o feixe de raios X é divergente a partir do ponto focal no tubo de raios X.



**Figura 5.31** – Fluxograma da função do colimador e/ou diafragma na saída do cabeçote do equipamento de raios X. O objetivo do mesmo é a delimitação do tamanho do feixe principal de radiação ao objeto radiografado e o filme/sensor radiográfico.

**Localizador tipo cone.** Esse tipo de localizador, de plástico, hoje é proibido. Apesar de facilitar a localização e o apontamento do feixe central de raios X no alvo a ser radiografado, emitia radiação espalhada quando os raios X interagiam com o plástico do cone localizador e eram uma fonte de radiação

secundária. Foi por muito tempo utilizado, pois a radiação atravessa sem dificuldade o material plástico e sensibiliza o filme radiográfico. Porém, com o gradativo aumento da sensibilidade dos filmes radiográficos, a deterioração da imagem radiográfica ficou mais evidente (Figura 5.32).



**Figura 5.32** – Cabeçote de um equipamento de raios X odontológico, com um cone localizador, utilizado em passado não muito longínquo. Hoje é proibido pela Portaria 453 da Anvisa/MS.

**Cilindro localizador tipo extremidade aberta.** O cilindro é feito de plástico, mas revestido com material plumbífero, impedindo qualquer dispersão e vazamento de raios X. Assim, o feixe principal de radiação viaja praticamente sem ter nada em seu trajeto, a não ser o ar. Observe nos esquemas abaixo que o campo de irradiação para o paciente aumenta quando utilizamos o cilindro curto, ou a distância de 20 cm. O fato de afastarmos a fonte de irradiação do paciente (40 cm), ajustando a colimação, propicia uma redução da irradiação do paciente.

*Cilindro curto.* A distancia Foco-Filme deverá ser de 20 cm. Assim, o comprimento do cilindro localizador será entre 12 e 16 cm. (Figura 5.33).

*Cilindro longo.* A distancia Foco-Filme deverá ser de 40 cm. Assim, o comprimento do cilindro localizador será entre 20 e 26 cm. (Figura 5.34).

Comparação entre cilindro curto e cilindro longo. A técnica radiográfica do paralelismo proporciona quase 37% menos radiação

**Resumo:** Essa é a grande diferença em relação às técnicas do paralelismo e bissetriz. Por isso, a Portaria 453 da Anvisa/MS recomenda a utilização preferível da técnica do paralelismo para as radiografias intraorais (Figura 5.35).

## Componentes individuais do painel de controle

### Temporizador (Figura 5.36)

**Limitador do temporizador.** É o sistema para controlar o tempo de irradiação do equipamento radiográfico. O controle é realizado principalmente com a abertura e o fechamento do circuito do lado primário do transformador de voltagem principal.

### Tipos de temporizadores e suas características

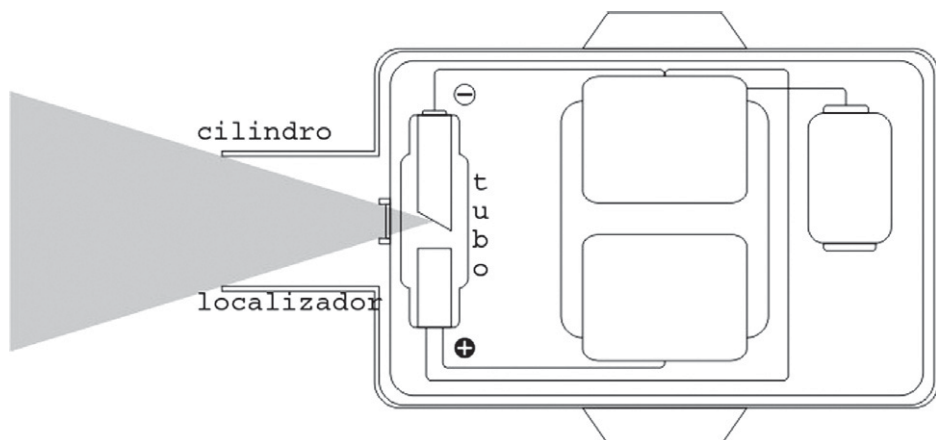
**Temporizador tipo relógio.** A Portaria 453 proibiu: É aquele que aplica a elasticidade da corda. O erro no momento de ajuste de escala é grande. Cerca de 0,1 s é o menor tempo de exposição.

**Temporizador com tubo eletrônico.** É aquele que ajusta de modo aleatório o tempo de descarga do condensador pela resistência e apenas durante a descarga faz operar o tubo eletrônico e abre e fecha o relé. Permite uma irradiação precisa.

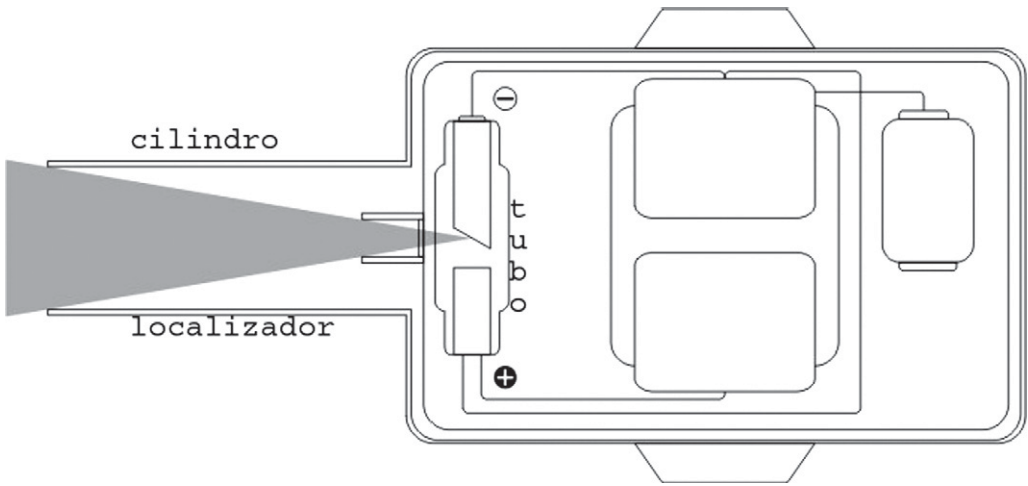
O menor tempo de exposição possível é:

- cerca de 0,01 s (onda cheia monofásica)
- cerca de 0,001s (trifásica)

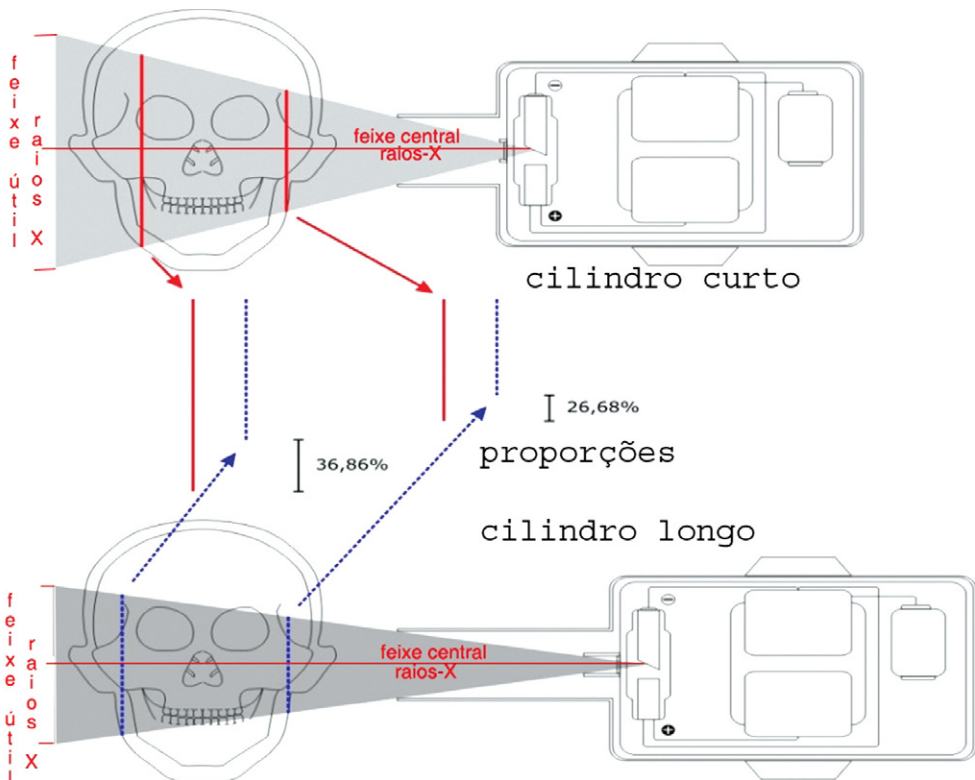
**Temporizador com semicondutor.** É aquele que utiliza, no lugar de tubo eletrô-



**Figura 5.33** – Esquema do cabeçote de um equipamento de raios X odontológico, com um cilindro localizador aberto e curto. Deve ser utilizado para a técnica radiográfica periapical da bissetriz.



**Figura 5.34** – Esquema do cabeçote de um equipamento de raios X odontológico, com um cilindro localizador aberto e longo. Deve ser utilizado para a técnica radiográfica periapical do paralelismo. Aliás, esta é a técnica que devemos utilizar preferencialmente, segundo a Portaria 453 da ANVISA/MS, pois como vemos na Figura 5.35) o campo de irradiação será menor, reduzindo em muito a exposição do paciente à radiação, além de obter imagem radiográfica com maior qualidade.



**Figura 5.35** – Esquema comparativo do tamanho do feixe de raios X principal entre as duas técnicas radiográficas periapicais, bisetrix e paralelismo. Note que o tamanho do feixe poderá ser até 37% maior do que o necessário, e, assim, o paciente poderá receber até 37% mais radiação. Esta é a diferença entre as réguas (azul e vermelha) das medidas do diâmetro do feixe de raios X, na entrada e na saída da cabeça do paciente. A Portaria 453 da Anvisa/MS recomenda.



**Figura 5.36** – Temporizador do equipamento de raios X GE, com o tempo em segundo e em pulsos.

nico, o semicondutor. É de pequeno porte e o consumo elétrico também é reduzido pequeno.

**Condição do temporizador.** É necessário que não apresente avarias com frequência e permita cancelar a irradiação no meio da operação.

**Temporizador do equipamento radiográfico odontológico.** Nos equipamentos antigos utilizava-se o temporizador tipo relógio, mas atualmente são usados temporizadores de tubo eletrônico e de semicondutores. Com o avanço da radiologia digital é fundamental a utilização de cronômetros eletrônicos digitais, com casa centesimal.

### Botão power ou botão liga/desliga

Em geral é um botão grande que ao ser ligado acende e fica na cor verde. Quando acionado, liga o equipamento de raios X, mas é claro não há emissão de raios X (Figura 5.37).

### Estabilizador

É extremamente necessário, pois na maioria das cidades brasileiras a tensão na rede elétrica é muito instável, e isso com certeza afeta muito a produção dos raios X, já que isso acontece em décimos de segundos quando trabalhamos com a radiologia con-



**Figura 5.37** – Painel de controle de um equipamento de raios X Siemens, onde podemos ver o botão *power* na cor verde no canto inferior direito. Em amarelo, à esquerda, vemos o botão que sinaliza o disparo dos raios X.

vencional, utilizando filmes radiográficos. Na radiologia digital usamos centésimos de segundos em virtude da extrema sensibilidade dos sensores digitais.

### Amperímetro

No Brasil, não há equipamentos de raios X com esse instrumento que regula a amperagem, já que a amperagem dos equipamentos é fixa, em geral entre 7 e 10 mA. A possibilidade de manipulação da mA auxiliaria na melhor escolha da quantidade da radiação, que com a mA fixa é feita apenas pela escolha do tempo de exposição.

### Voltímetro

No Brasil, não dispomos de equipamentos de raios X com esse instrumento que mede a voltagem, já que a voltagem dos equipamentos é fixa, em geral entre 60 e 70 kVp. Ainda em 2012, a empresa Dabi Atlante promete lançar um equipamento de raios X intraoral com regulador de voltagem (kVp). Assim, os cirurgiões-dentistas não podem fluir por diferentes qualidades do feixe de raios X, em detrimento de suas necessidades de diagnósticos. Para atender às diferentes requisições diagnósticas das especialidades odontológicas seria ótimo poder escolher entre pelo menos três possibilidades de kVp, como 60-70-80 ou, ainda, 65-70-80 (Figura 5.38).



**Figura 5.38** – Fotografia de um painel Siemens, com detalhes do voltímetro do equipamento. Veja que há a possibilidade de mudança também da mA.

### Estrutura mecânica

Há alguns anos, a estrutura mecânica dos aparelhos de raios X podia ser utilizada até para radiografias da articulação temporomandibular (ATM) e ainda para telerradiografias com a utilização de um cefalostato. Com a maior sensibilidade do conjunto telas intensificadoras/filmes radiográficos isso ainda é possível, porém, principalmente para a realização das radiografias da ATM, ou as transcranianas, deve-se ter muito cuidado com o tempo de exposição mais alto utilizado na técnica, pois o risco de superaquecimento da ampola é evidente, já que essa estrutura mecânica é mais frágil (Figura 5.39).

### Características gerais

**Voltagem do tubo (nominal):** 50 ~ 90 kV. O mais comum é o sistema fixo de 70 kV.

**Corrente do tubo (nominal):** O mais comum é de 7 a 10 mA.

**Sistema de ignição:** O mais comum é o sistema de ignição simultânea (diminuição do peso do cabeçote).

**Tamanho da área focal efetiva:** O mais comum é de  $0,8 \times 0,8$  mm. Também é utilizado o de  $1,0 \times 1,0$  mm e  $1,2 \times 1,2$  mm. Os melhores equipamentos de raios X odontológicos possuem área focal de  $0,5 \times 0,5$  mm, ou  $0,4 \times 0,4$  mm.

**Sistema de resfriamento do tubo de raios X:** Sistema de imersão em óleo.

**Sistema de retificação:** O mais comum é o sistema de autorretificação (quando há cargas em excesso, os danos nos filamentos aumentam).

### Regulamento relativo ao equipamento radiográfico odontológico

- Distância entre área focal e pele:
- Normas médicas: Acima de 1,5 cm
  - Conselhos de ICRP (International Commission on Radiological Protection)
- Voltagem do tubo:
- acima de 60 kV – mais de 20 cm
  - abaixo de 60 kV – mais de 10 cm

### Campo de irradiação

**Normas médicas:** Menos de 7 cm na superfície da pele

**Conselhos de ICRP (International Commission on Radiological Protection):** 6 a 7 cm

**Portaria 453 – ANVISA/MS:** 6 cm.

### Formato do cilindro de radiação

**Conselhos de ICRP (International Commission on Radiological Protection):** Em vez de cilindro apontador (cone), utiliza-se o cilindro tipo extremidade aberta ou tipo dispersão.

### Diâmetro interno do cilindro de radiação

**Conselhos de ICRP (International Commission on Radiological Protection):** Evitar que seja maior que 6 cm e jamais deve atingir 7,5 cm.

### Filtração total

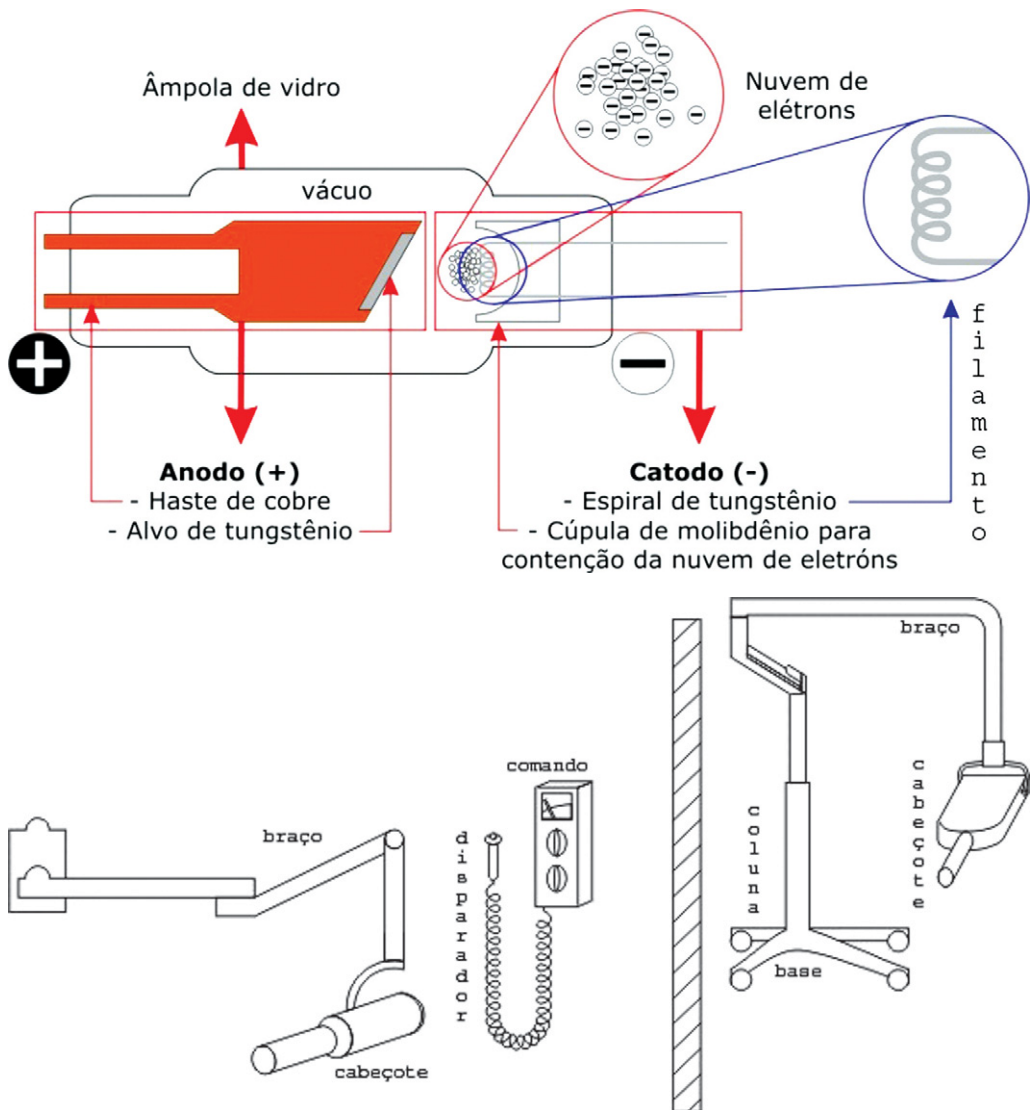
**Normas médicas:** Acima de 60 kV: mais de 2 mm de alumínio. Abaixo de 60 kV: menos de 1,5 mm de alumínio.

**Conselhos de ICRP (International Commission on Radiological Protection):** Acima de 70 kV, mínimo de 2,5 mm de alumínio. Abaixo de 70 kV, mínimo de 1,5 mm de alumínio.

### Temporizador

**Conselhos de ICRP (International Commission on Radiological Protection):** Até 5 s, no máximo. Tipo interruptor de segurança (*dead man*).

**Dose de fuga:** Abaixo de  $25,8 \mu\text{C}/\text{kg}/\text{hora}$  no ponto a 1 m da fonte de radiação.



**Figura 5.39** – Apesar de cabeçotes de diferentes formas e tamanhos, como os tubos de raios X são pequenos, as diferentes marcas podem trabalhar com tubos da mesma marca comercial.

## Outros

**Normas médicas:** Não deve ser utilizado para fins de transluminação ou tratamentos.

**F. Itens a Serem Observados durante a Operação.**

**Voltagem da fonte:** Durante a irradiação com raios X, a queda de voltagem da fonte deve ser pequena. Caso seja grande, verificar se a capacidade da fonte não está

insuficiente ou se a linha de entrada não é longa de mais.

**Amperímetro:** Em equipamento com amperímetro, caso o ponteiro seja instável e apresente oscilações anormalmente acentuadas durante a irradiação, deve-se pensar na possibilidade de defeitos do equipamento ou do tubo radiográfico. O Brasil não produz equipamentos nacionais com esse dispositivo, somente importados

**Vazamento de óleo do cabeçote:** Quando um vazamento do óleo de isolamento do cabeçote de raios X for observado, deve-se parar a sua utilização e consertar o equipamento, pois a chance de uma explosão aumenta por causa do aquecimento.

**Aquecimento anormal do cabeçote:** Quando o cabeçote estiver anormalmente aquecido a ponto de não poder ser tocado, deve-se cortar imediatamente a fonte e examiná-lo.

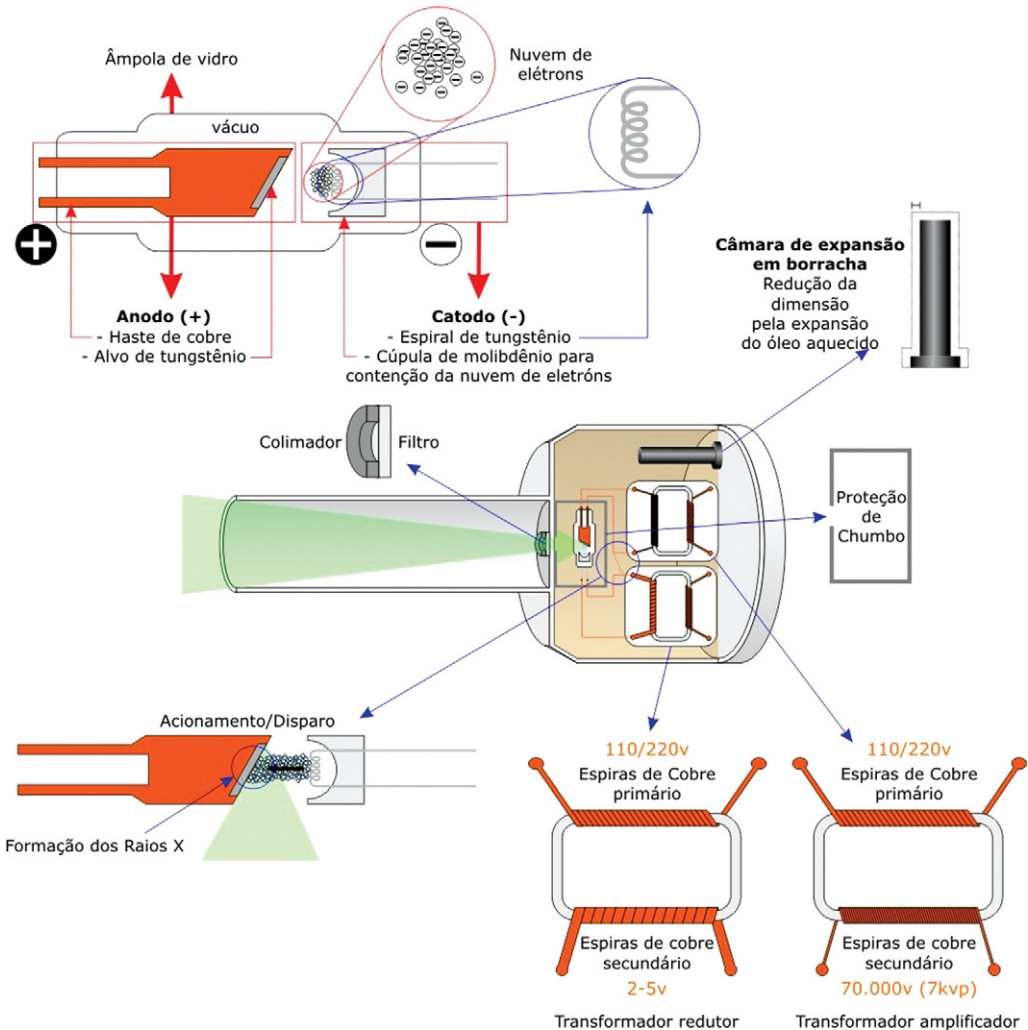
**Movimentos do braço:** Quando o braço não puder ser manobrado suavemente ou

fixado, alimentar com o óleo e apertar os parafusos.

**Ligação a terra (aterramento, fio-terra):** A ligação à terra deve ser sempre executada para prevenir a eletrificação.

● **Cinco princípios a seguir para a escolha do equipamento de raios X:**

- A qualidade das imagens deve ser excelente, para o objetivo diagnóstico proposto.
- O equipamento deve ser seguro, ou seja, ser licenciado junto à ANVISA.
- O equipamento deve ser de fácil manuseio. Faça o *test drive*.



**Figura 5.40** – Maleta contendo equipamento de raios X intraoral portátil.

- O equipamento deve ser de boa procedência, ou de uma empresa de confiança histórica.
- O equipamento necessita de mínima manutenção.
- Equipamento portátil (Figura 5.2)  
O equipamento portátil pode ser muito útil, por exemplo, para o PSF (Programa de Saúde da Família), atendimento domiciliar, pesquisas de campo, levantamentos epidemiológicos etc.

### Bibliografia

1. Anderson PC, Clifford SB. *Dental Radiology*. New York, Delmar Publishers, 1981, p. 1-27.
2. Barr JH, Stephens RG. *Dental Radiology: Pertinent Basic Concepts and their Applications in Clinical Practice*. Philadelphia, W.B. Saunders Company, 1980, p. 3-26.
3. Blackman S, Poyton HG. *A Manual and Oral Radiography*. Bristol, John Wright, 1963, p. 1-12.
4. Bushong SC. *Radiologic science for technologists physics, biology, and protection*. 8th ed. Elsevier Mosby, 2004. 2. Sutton D. *Radiologia e imaginologia para estudantes de medicina*. 7ª ed. Manole, 2003.
5. Ennis LM, et al. *Dental Roentgenology*. 6th. Philadelphia, Lea & Febiger, 1967, p. 23-32.
6. Fernandes Netto, et al. *Física das radiações*. In: Freitas, et al. *Radiologia Odontológica*, São Paulo, Artes Médicas, 1984, p. 13-21.
7. Frommer HH. *Radiology for Dental Auxiliaries*. 6th ed., St. Louis, Mosby-Year Book, 1996, p. 5-14.
8. Fuchs A. *Principles of radiographic exposure and processing*. 2th ed. Illinois, Charles C. Thomas, 1974, p. 6-8.
9. Goaz PW. *Oral Radiology: Principles and Interpretation*. 2nd ed., St. Louis, C.V. Mosby Company, 1987, p. 18-24.
10. Manson-Hing LR. *Fundamentals of Dental Radiography*. 2th ed., Philadelphia, Lea & Febiger, 1985, p. 1-5.
11. Mattaldi RAG. *Radiologia Odontológica*. 3ª ed., Buenos Aires, Mundi, 1979, p. 1-4.
12. Mauriello SM, Overman VP, Platin E. *Radiographic Imaging for the Dental Team*. Philadelphia, J.B. Lippincott Company, 1995, p. 50-67.
13. Miles DA, van Dis ML, Jensen CW, Ferretti AB. *Radiographic Imaging for Dental Auxiliaries*. 2nd ed., Philadelphia, W.B. Saunders Company, 1993, p.77-82.
14. O'Brien RC. *Dental Radiography*. 2th ed. W.B Saunders, Philadelphia, 1972, p. 1-17.
15. Olson SS *Dental Radiography Laboratory Manual*. Philadelphia, W.B.Saunders Company, 1995, p. 1-8.
16. Palmer PES, Holm T. *The basics of diagnostic imaging*. Wld Hlth 1995, May-June, 12.
17. Pasler FA. *Radiologia Odontológica*. Mallorca, Salvat Editores, 1986, p. 1-9.
18. Razmus TF, Williamson GF. *Current Oral and Maxillofacial Imaging*. Philadelphia, W.B. Saunders Company, 1996, p. 23-27.
19. Whaites E. *Princípios de Radiologia Odontológica*. Trad. Haiter Neto, Porto Alegre, Artmed, 2003, p.29-82.
20. White SC, Pharoah MJ. *Oral Radiology: Principles and Interpretation*. 4a ed., St. Louis, Mosby, 2000, p. 2-6; 11-12.
21. Williams MMD, Gray JE. *Física radiológica*. In: GIBILISCO JA. *Diagnóstico radiográfico bucal de Stafne*, 5ª ed., Rio de Janeiro, Interamericana, 1986, p. 453-457.
22. Wuehrmann AM, Manson-Hing LR. *Radiologia Dentária*. 3ª ed., Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1985, p. 1-4.

### Sites

1. <http://www.ndt-d.org/EducationResources/CommunityCollege/Radiography/Physics/GeometricUnsharp.htm>.

Página deixada intencionalmente em branco

# FILMES E PROCESSAMENTO DE IMAGENS

6

## SUMÁRIO

- Na odontologia o filme de raios X tem suas duas faces da base do filme recobertas com emulsão de halogeneto de prata. Essa dupla camada diminui sensivelmente a exposição à radiação.
- Todo filme para raios X apresenta uma curva característica, que representa a característica de escurecimento do filme em função dos raios X, onde os logaritmos comuns das doses de exposição específica estão no eixo horizontal e as densidades radiográficas, no eixo longitudinal.
- Para a radiografia extraoral, podemos utilizar o sistema de filmes de raios X para uso com tela intensificadora e sem utilização de tela intensificadora. Na odontologia utilizamos somente filmes radiográficos com placa intensificadora nas técnicas extraorais.
- A tela intensificadora é utilizada para aumentar a fotossensibilidade de um filme radiográfico, várias vezes, através da irradiação das substâncias fluorescentes aos raios X. Foi devido a essa propriedade dos raios X, provocarem fluorescência em certas substâncias, que Roentgen descobriu os raios X.
- Por causa da fotossensibilização, o halogeneto de prata contido nas emulsões radiográficas forma uma imagem latente. A operação de redução dessa imagem, ou para tornar a imagem visível, é o processamento radiográfico, ou revelação, devendo ser seguida pelos processos de lavagem intermediária, fixação, lavagem com água e secagem.
- Devemos proceder à revelação, aplicando o método temperatura-tempo. É lei.
- Ao projetar-se a câmara escura, ou o local de instalação das caixas para processamento portátil, é importante observar cuidadosamente o local da instalação, área útil, superfícies das paredes, teto, vedação, iluminação, circulação do ar, temperatura do local etc.
- Reconhecer as possíveis causas de erros no processamento radiográfico é imprescindível para executar as possíveis correções.

## OBJETIVOS

Após a leitura e estudo deste capítulo o aluno deverá ser capaz de:

### Objetivo Geral

Reconhecer os tipos de filmes radiográficos odontológicos utilizados nas técnicas intra e extraorais.

Reconhecer as soluções processadoras, o local de processamento radiográfico, assim como sua correta utilização para obter-se uma boa imagem radiográfica.

### Objetivos Específicos

- Definir o que seja filme radiográfico odontológico
- Reconhecer e descrever a constituição do filme (capa protetora, emulsão, base e embalagem)
- Classificar os tipos de filme quanto: localização, tamanho, embalagem e sensibilidade
- Reconhecer e explicar as propriedades do filme radiográfico odontológico
- Definir, descrever, interpretar e concluir a curva característica dos filmes radiográficos
- Explicar os fatores que influenciam no detalhe, densidade e contraste de um filme radiográfico
- Explicar o armazenamento dos filmes radiográficos
- Definir e explicar as telas (écrans ou *screens*) intensificadoras
- Definir e explicar o significado de: imagem latente
- Descrever e explicar o que é câmara escura:
  - Tipo labirinto ou quarto
  - Portátil
- Descrever e explicar os equipamentos que compõem uma câmara escura
- Descrever e explicar as soluções processadoras:
  - Reveladora
  - Fixadora
- Descrever e explicar os métodos de processamento radiográfico:

- Manual
- Automático
- Descrever, explicar, avaliar e corrigir as causas que provocaram os erros radiográficos durante o processamento radiográfico.

## FILME RADIOGRÁFICO

### Constituição

No Brasil, ainda hoje os filmes radiográficos são os principais anteparos para o registro da imagem de objetos radiografados. A radiologia digital surge com força e a tendência é a substituição dos filmes radiográficos pelos sensores digitais. Assim, devemos conhecer ambos os sistemas de gravação da imagem radiográfica. Neste capítulo abordaremos apenas os filmes radiográficos (Figuras 6.1 a 6.3).

### Componente da Emulsão Radiográfica

**Estrutura:** A emulsão é impregnada nas duas faces da base do filme (poliéster, acetato de celulose, polietileno etc.). Essa base, finíssima, tem coloração azulada para tornar mais agradável sua visualização, melhorando, assim, a qualidade.

#### Componente:

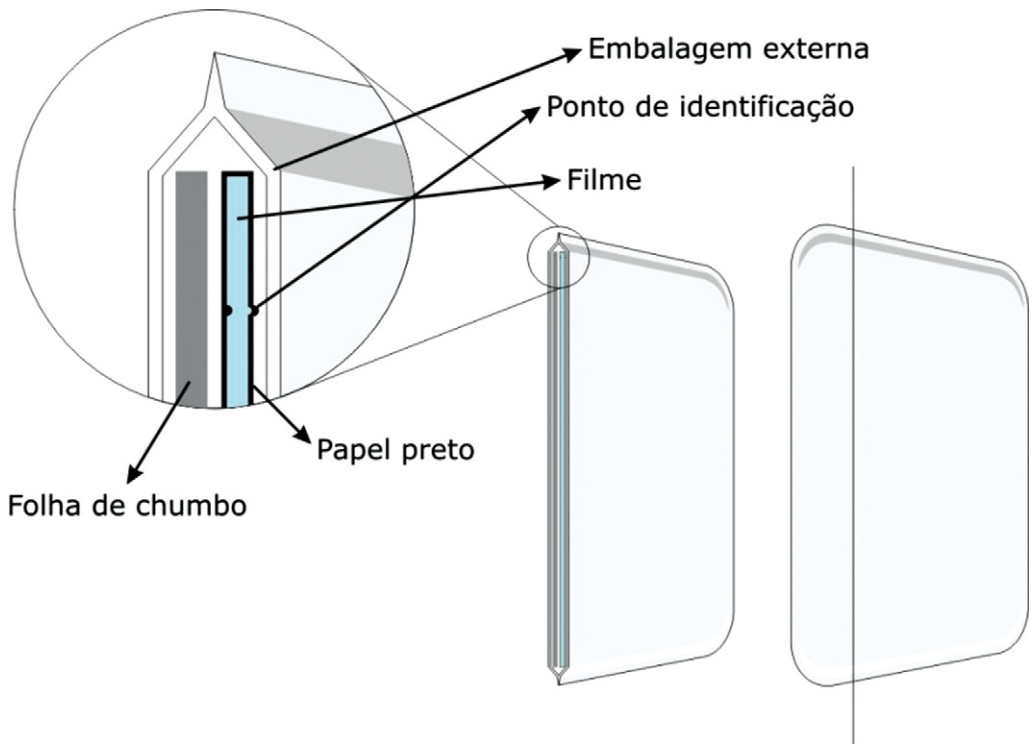
- Embora chamada de emulsão, na realidade é uma suspensão de gelatina (orgânico) do halogeneto de prata
- O halogeneto de prata é principalmente de brometo de prata (AgBr). Outros são: iodeto de prata (AgI) e cloreto de prata (AgCl) (Figura 6.4).

### Curva característica (propriedades do filme radiográfico)

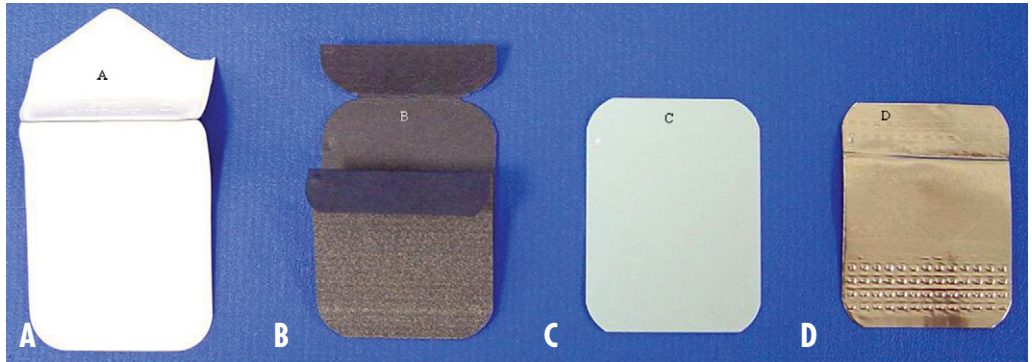
#### Grau de escurecimento (densidade radiográfica)

**Significado:** Mais precisamente, é chamado de densidade radiográfica (D) e refere-se ao grau de escurecimento do filme sensibilizado.

**Definição Clínica:** Para os cirurgiões clínicos gerais, com o foco principal no diag-



**Figura 6.1** – Corte esquemático de um invólucro de filme radiográfico convencional, intraoral e seus constituintes.

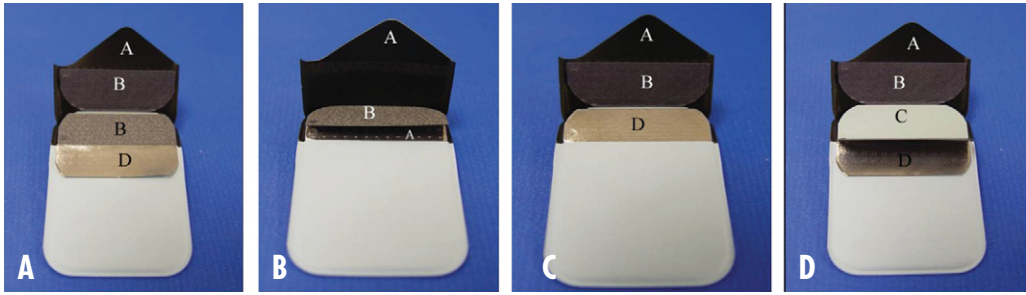


**Figura 6.2** – Filme radiográfico aberto e seus constituintes: **(A)** invólucro de plástico; **(B)** papel preto; **(C)** filme radiográfico; **(D)** lâmina de chumbo.

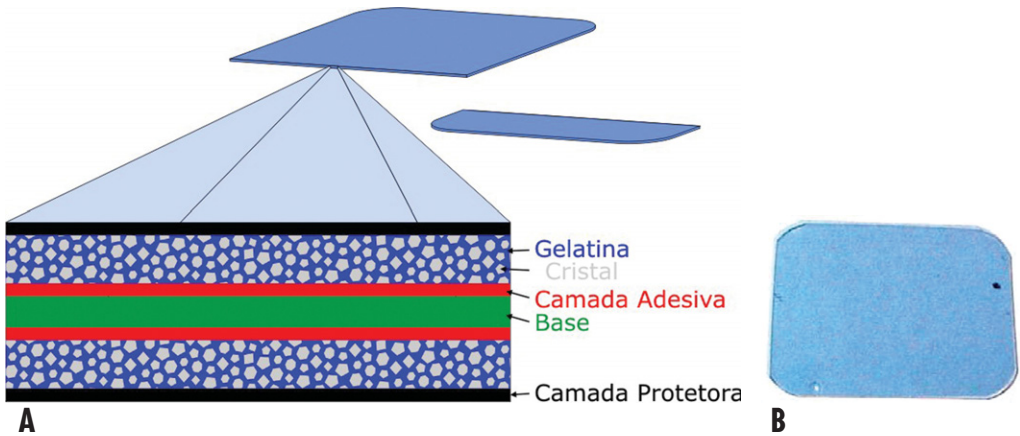
nóstico inicial do paciente a densidade média deverá ser o objetivo. Quando a requisição radiográfica for para algo específico, por exemplo, cárie ou doença periodontal, pode-se focar uma maior ou menor densidade radio-

gráfica, ou uma imagem mais escura ou clara, respectivamente (Figuras 6.5 e 6.6A e B).

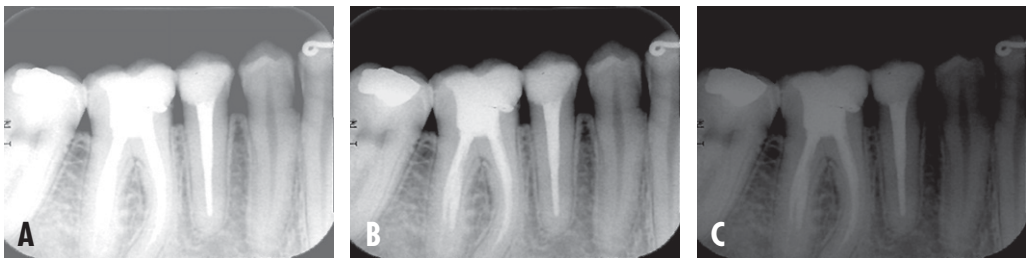
**Densidade**  $D = \log_{10} \frac{L_o}{L_t}$ , onde  $L_o$  é a luz incidente e  $L_t$ , a luz transmitida (Tabela 6.1).



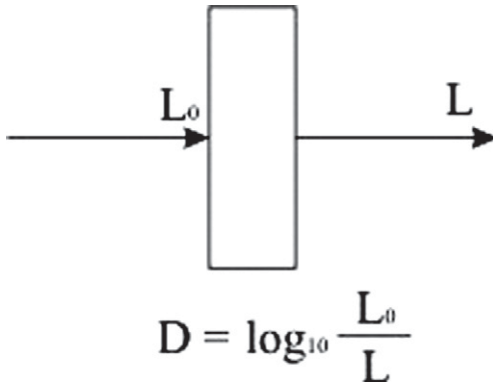
**Figura 6.3** – Filme radiográfico sendo aberto, por etapas: abrir o invólucro plástico (A); levantar a aba do papel preto (B); separar a lâmina de chumbo (D) das películas (C).



**Figura 6.4** – (A) Corte esquemático do filme radiográfico propriamente dito. (B) À direita, podemos ver o filme radiográfico processado sem exposição à radiação e/ou à luz.



**Figura 6.5** – Imagens radiográficas com variação de densidade radiográfica. (A) Radiografia pouco densa. (B) Radiografia com densidade média, para o clínico geral. (C) Radiografia mais densa.



**Figura 6.6 A e B** – O aparelho utilizado para se medir a densidade radiográfica é o fotodensitômetro.

Exemplo:

Tabela 6.1 – Densidade radiográfica					
Densidade	0	1	2	3	4.....D
Razão de luzes transmitidas em relação às luzes incidentes	1	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{1000}$	$\frac{1}{10000} \dots \frac{1}{10^D}$

**Curva do grau de escurecimento, curva H-D, curva característica**

Em primeiro lugar é necessário a compreensão de que há uma relação entre a exposição radiográfica que o filme, como receptor, e que gravará a imagem, receberá, e a densidade produzida por essa exposição. Ao colocarmos em um gráfico os valores de exposição *versus* os valores de densidade, teremos construído uma curva característica, denominada curva H-D, assim chamada devido aos autores F. Hurter e V.C. Driffield.

**Significado:** É uma curva que representa principalmente as características de escurecimento do filme em relação aos raios X, onde os logaritmos comuns das doses de exposição específica são representados no eixo transversal e as densidades radiográficas no eixo longitudinal.

**Curva característica padrão e nomenclatura de cada uma das regiões (Figura 6.7)**

**Sensibilidade, fog, latitude e gama (contraste)**

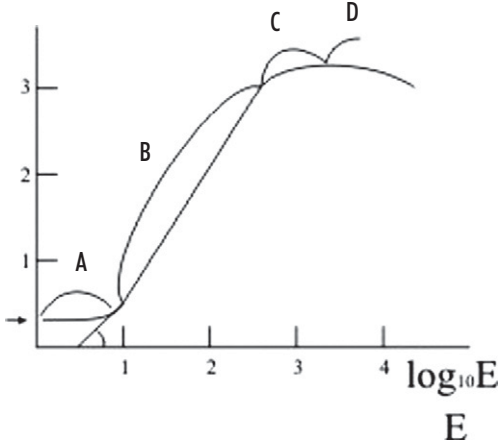
**Sensibilidade do filme (S):** Pode também se relacionar com velocidade de resposta a uma determinada exposição. Quanto menos tempo de exposição à radiação necessitamos para obter uma boa imagem radiográfica, maior sensibilidade ou velocidade de resposta do filme radiográfico.

**Densidade Radiográfica**

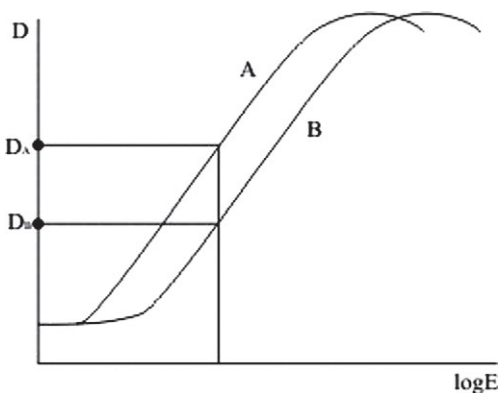
Grau de escurecimento do filme em relação a uma determinada dose de irradiação (Figura 6.8).

Entre os filmes A e B, o filme A possui maior sensibilidade:  $D_A > D_B$ . Comparar na parte linear.

Se for maior, a dose de exposição será menor.



**Figura 6.7** – Curva característica de filme radiográfico odontológico e suas regiões. Pé (A): região de baixa dose, onde a variação da densidade é pequena. Região linear (B): região onde o aumento da dose (seu logaritmo) e a densidade são adequados ao diagnóstico comparativo. Ombro (C): região de dose elevada, onde a variação da densidade torna-se atenuada. Região de inversão (D): região com dose ainda mais elevada, onde com o aumento da dose, a densidade, inversamente decresce.



**Figura 6.8** – Curva característica de dois filmes radiográficos de diferentes densidades radiográficas.

Grupo Nível de Sensibilidade em R\* (Roentgen recíproco)

- A 1,5-3,0
- B 3,0-6,0
- C 6,0-12,0
- D 12,0-24,0
- E 24,0-48,0
- F 48,0-96,0

Hoje há no mercado apenas os grupos de sensibilidade “D-E-F”. O grupo F é o mais sensível à radiação ou o que apresenta resposta mais veloz à radiação (Figura 6.9).

*Condições de processamento para: densidade radiográfica*

*Temperatura da solução*

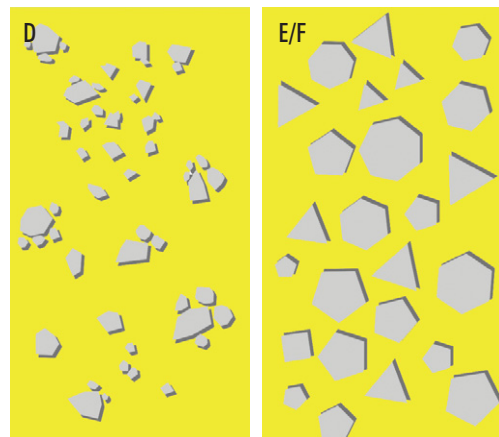
Alta	Baixa
Aumenta	Diminui

*Tempo*

Longa	Curta
Aumenta	Diminui

**Valor do fog**

Fog é a densidade óptica de um filme radiográfico, que não tiver sido causada por exposição aos raios X gerada no momento do exame. Mais precisamente: valor do fog = densidade da região não irradiada - densidade do suporte do filme (base do filme).



**Figura 6.9** – Emulsões com diferentes tamanhos de cristais.

A base do filme radiográfico é azulada. Isso se deve ao fato de que o tom azulado é mais agradável à visão humana. Assim, as imagens radiográficas convencionais sempre terão o tom azulado, apesar do conceito de preto, branco e tons de cinza.

O principal efeito do *fog* e espalhamento da radiação (visto no capítulo anterior) é a redução do contraste.

A é maior que B:  $a > b$  (Figura 6.10).

Quando o *fog* é maior, a imagem radiográfica fica menos nítida.

**Condições de processamento para o: fog**  
*Temperatura da solução*

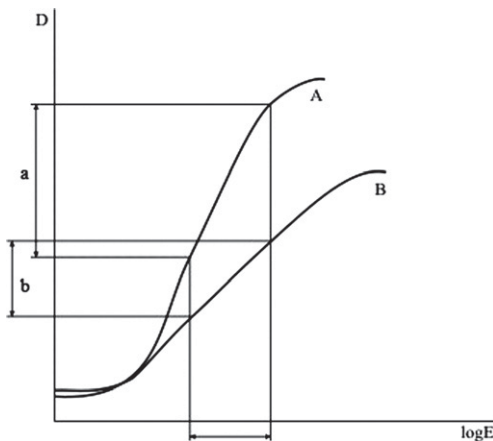
Alta	Baixa
Aumenta	Não se altera

*Tempo*

Longa	Curta
Aumenta	Não se altera

**Tolerância da latitude ou latitude de exposição**

O grau de extensão entre a irradiação máxima em que a diferença da dose irradiada pode ser reproduzida como a diferença da densidade do filme (aumento da região linear em relação à dose irradiada). Em outras palavras, significa o quanto poderemos “errar” na exposição e



**Figura 6.10** – Imagem com baixo contraste devido ao *fog*.

mesmo assim conseguir uma boa imagem radiográfica para diagnóstico. Os filmes radiográficos do grupo “D” de sensibilidade são os de maior latitude de exposição disponíveis no mercado. Por isso ainda persistem.

A latitude de exposição do filme radiográfico varia inversamente com seu contraste.

Quando a latitude de exposição é maior, o diagnóstico torna-se possível numa radiografia, desde a parte de tecido duro até a de tecido mole.

**Condições de processamento para a: latitude de exposição**

*Temperatura da solução*

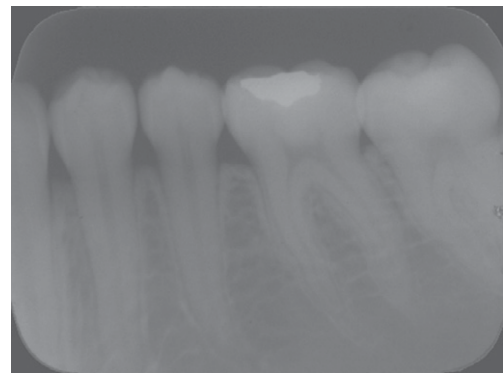
Alta	Baixa
Diminui ligeiramente	Aumenta ligeiramente

*Tempo*

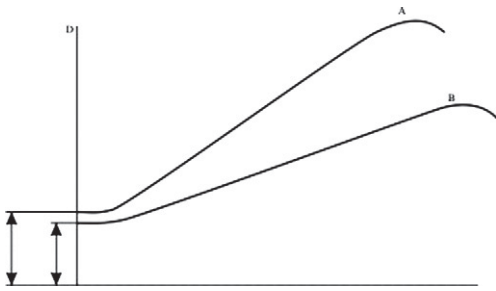
Longa	Curta
Diminui na região de alta densidade	Diminui na região de baixa densidade

**Grau de contraste (valor de gama)**

Grau de diferença das densidades do filme em relação às duas diferentes doses de exposição (na curva característica representa a inclinação da região linear é o grau de contraste – C). Em outras palavras o contraste radiográfico é a diferença entre as densidades encontradas na imagem radiográfica. O kVp



**Figura 6.11** – Imagem com baixo contraste devido ao *fog*.



**Figura 6.12** – Curva característica de dois filmes radiográficos com diferentes inclinações da curva característica, ou diferentes contrastes radiográficos.

influencia o contraste do objeto e a latitude de exposição

$$C = \frac{D_2 - D_1}{\text{Log } E_2 - \text{Log } E_1}$$

A é maior que B (Figura 6.12)

$$\Gamma = \tan \theta = \frac{a}{x}, \gamma' = \tan \theta' = \frac{b}{x}$$

$$\gamma > \gamma'$$

Quando o contraste é maior, a diferença entre o claro e o escuro torna-se maior. Para o cirurgião- dentista clínico-geral, o contraste médio é o objetivo. Na verdade, na teoria o contraste maior seria melhor, mas por causa dos vários tecidos presentes nas radiografias odontológicas, suas diversas constituições e, em consequência, diferentes interações dos raios X com a matéria, ele traria prejuízo na análise global da imagem, com perdas sensíveis em algumas áreas.

**Condições de processamento químico para o: contraste radiográfico**

**Temperatura da solução**

Alta	Baixa
Aumenta	Diminui

**Tempo**

Longa	Curta
Aumenta	Diminui

A maioria dos fabricantes de filmes radiográficos intraorais sugere os tempos de exposição para as diferentes regiões dentárias, considerando os fatores de exposição e até o

tipo de paciente (criança, adulto jovem, adulto e idoso). Devemos considerar que essa sugestão tem como base fatores nominais dos diferentes equipamentos de raios X, do mundo todo, e, assim, devemos adaptá-los ao valores efetivos de nosso equipamentos de raios X, com base nos laudos de levantamento radiométrico obtido por um profissional da área da Física Médica. Além disso, é necessário levar em conta as variações anatômicas e o biotipo de cada paciente, tendo em vista a grande miscigenação de etnias no Brasil (Figura 6.13). Lembre-se de que o principal fator que controla o contraste radiográfico é a kVp, que nos equipamentos nacionais é fixa. A densidade radiográfica interfere pouco no contraste.

Para os cirurgiões clínicos-gerais, com o foco principal no diagnóstico inicial do paciente, um contraste médio deverá ser o objetivo (Figuras 6.14 a 6.16).

kVp controla o contraste da imagem e mA controla a densidade da imagem.

**Contraste médio**

O que se obtém da curva característica:

- Sensibilidade do filme
- Contraste
- Latitude de exposição (tolerância)
- Valor do *fog*

Fatores de exposição: kVp: 70  
mA: 8  
Distância focal: 16 pol.

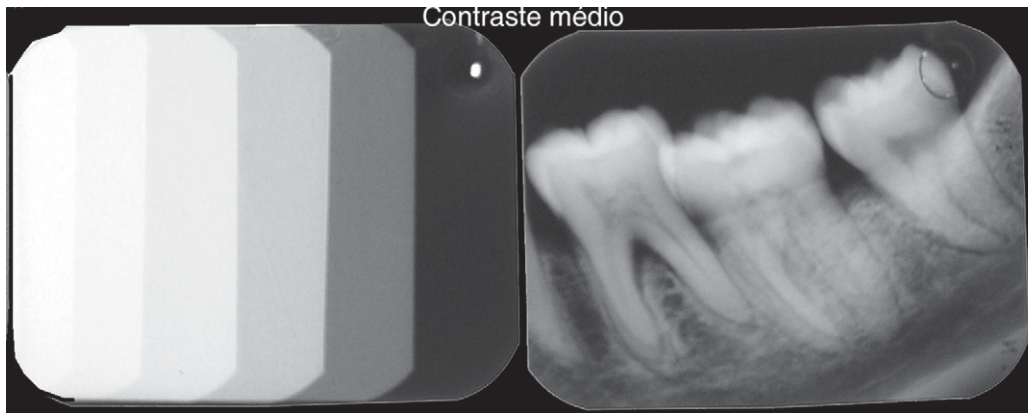
**Maxilar**

Filme	InSight	Ultraspeed
Região	Tempo/Segundos	Tempo/Segundos
Anterior	0,16	0,40
Pré-molar	0,16	0,40
Molar	0,20	0,50
Bite Wing	0,16	0,40

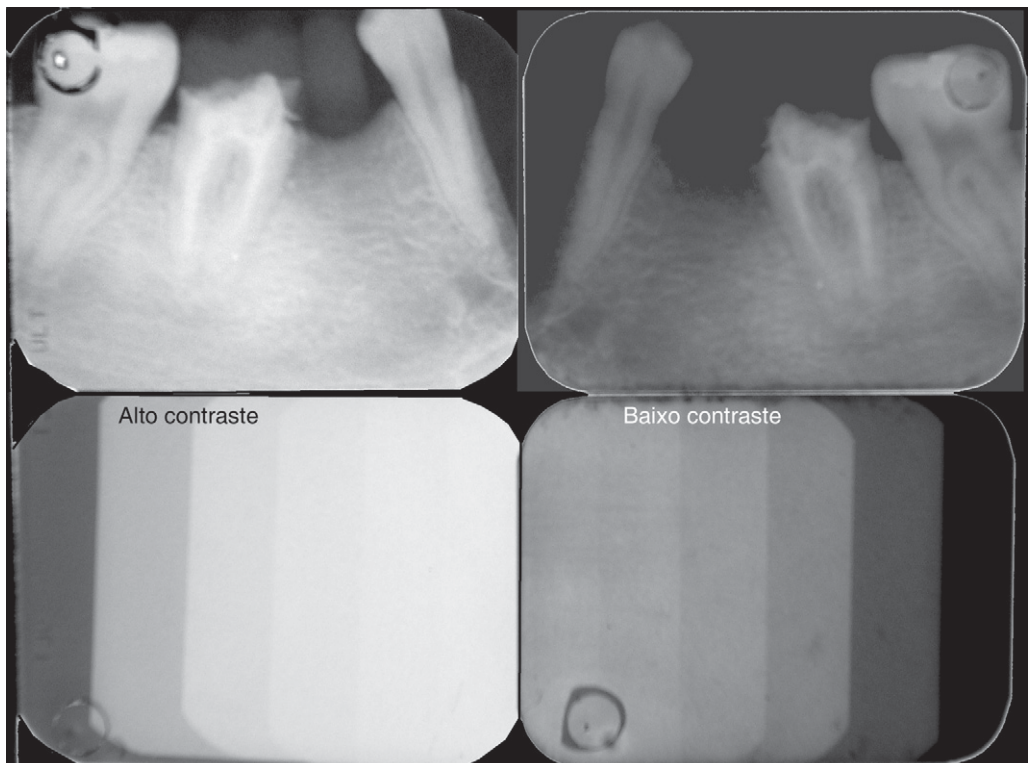
**Mandibular**

Filme	InSight	Ultraspeed
Região	Tempo/Segundos	Tempo/Segundos
Anterior	0,12	0,32
Pré-molar	0,16	0,40
Molar	0,16	0,40
Bite Wing	0,16	0,40

**Figura 6.13** – Tabela de exposição para filmes do grupo D e F do fabricante Kodak®.



**Figura 6.14** – Escala de contraste radiográfico em que é possível ver todas as diferentes espessuras (6) de maneira clara. À direita vemos um imagem radiográfica com contraste médio.



**Figura 6.15** – Escalas de contraste radiográfico. À esquerda alto contraste (escala curta), e à direita baixo contraste (escala longa). Abaixo vemos outras imagens radiográficas com diferentes contrastes radiográficos.

### **Granularidade (interfere diretamente na resolução do filme radiográfico) da imagem do filme radiográfico**

Ampliando-se o tamanho da imagem radiográfica, observa-se que o escuro/claro está sendo obtido conforme o tamanho da granulação das partículas de prata. Quando o tamanho de cada partícula é pequeno, diz-se que a granularidade é boa (filme do grupo D, ou *ultraspeed* da marca Kodak®), podendo ser observada uma imagem mais nítida em todos os detalhes, enquanto se as partículas forem grandes, a granularidade é maior, ou, a imagem torna-se “áspera”, sendo a qualidade pior.

Quando a resolução é pior, conseqüentemente, perde-se a nitidez (Figura 6.17).

Esta propriedade, que não pode ser obtida da curva característica, é um termo pouco utilizado, mas que pode ser de mais fácil compreensão. Outro termo utilizado é a resolução da imagem radiográfica, ou definição radiográfica, e podemos ainda pensar em nitidez radiográfica. Enfim, quanto mais detalhes dos objetos radiografados podemos identificar, ou quanto mais nítidos aparecem esses objetos, maior será a resolução. Todos podem ser direcionados para a qualidade da imagem radiográfica, e, clinicamente, para a imagem radiográfica convencional, de significado próximo.

#### **Condições de processamento para: granularidade**

##### *Temperatura da solução*

Alta	Baixa
Diminui	Não se altera

##### *Tempo*

Longa	Curta
Diminui	Não se altera

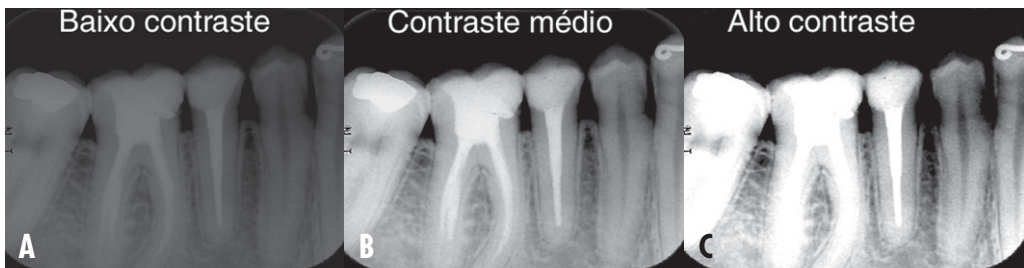
Mais estritamente, definição radiográfica, ou nitidez, se refere à capacidade de identificar detalhes na imagem radiográfica, definindo todas as estruturas, ou seja, que tenham bordas definidas. É importante que essas estruturas tenham diferentes densidades.

### **Filmes com tela (screen) e sem tela (no screen) intensificadora**

Os filmes radiográficos extraorais são muito semelhantes aos intraorais, sendo sua maior diferença relativa à sensibilização, pois a maioria é utilizada em técnicas radiográficas em conjunto com as telas intensificadoras. Assim, a maior porcentagem de sensibilização da emulsão é feita pela luz, da fluorescência dessas telas intensificadoras. Como já vimos, as telas intensificadoras são bases plásticas, revestidas de ambos os lados por emulsão que contém cristais fluorescentes, semelhantes aos cristais que emitiram fluorescência no experimento de Roentgen na descoberta dos raios X (tungstato de cálcio e platinocianeto de bário são exemplos). Hoje, não são mais utilizados na radiologia, sendo substituídos pelos cristais da série de terras raras da Tabela Periódica de Elementos.

### **Sensibilidade/cores das telas intensificadoras**

- Utilizar tela intensificadora fluorescente azul com filme radiográfico sensível à luz azul. Tela intensificadora fluorescente ver-



**Figura 6.16** – (A) Baixo contraste. (B) Contraste médio. (C) Alto contraste.

de, somente com filme radiográfico extra-orais sensível à luz verde.

- A maioria dos filmes radiográficos extra-orais é do tipo regular (a sensibilidade é menor em ondas mais longas que o verde)
- Filmes utilizados em radiografia indireta ou com tela intensificadora de terras raras são do tipo ortocromático (a sensibilidade é alta do verde até o amarelo). O termo é abreviado como “tipo orto”.

### Filmes utilizados com tela intensificadora (tela-screen)

- São filmes com mecanismo de sensibilizar a emulsão utilizando-se a fluorescência da tela intensificadora
- Utiliza-se o chassi para manter em íntimo contato o conjunto filme/tela intensificadora
- Aplicam-se, principalmente, em radiografias extraorais (Figura 6.25).

### Filmes sem tela intensificadora (no screen)

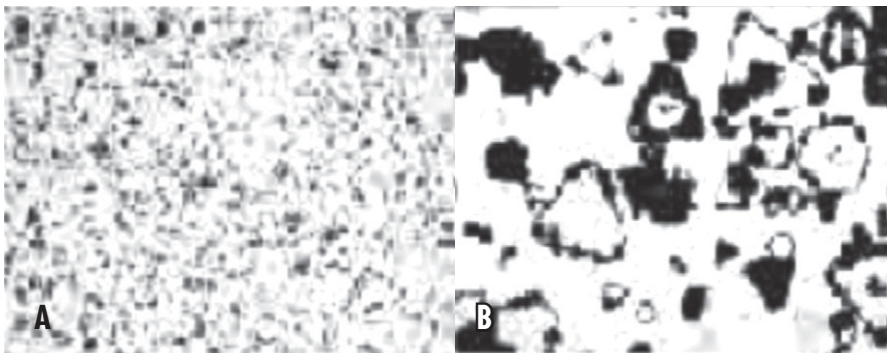
- São filmes com mecanismo de sensibilização diretamente pelos raios X
- São difíceis de serem sensibilizados por raios visíveis
- São utilizados principalmente em radiografias intrabucais, e, assim, o tempo de exposição à radiação é maior, proporcionalmente às estruturas radiografadas. Na medicina são utilizados também na mamografia

### Tela Intensificadora em Detalhe

- É preparada aplicando-se uma substância fluorescente sobre um suporte (base), como poliéster ou papel duro
- Fazendo-se irradiar essa substância fluorescente com os raios X, produz-se uma intensidade fotossensitiva algumas vezes maior que quando se tem apenas os raios X
- Quando o paciente a ser radiografado tem tendência de se mover (crianças, por exemplo), a exposição pode ser por um curto período de tempo; em radiografias que exigem grandes doses, possibilita a redução da carga sobre o equipamento de raios X
- Há pelo menos três sensibilidades de telas intensificadoras: rápida, média e lenta.
- Deve-se utilizar as telas intensificadoras com seus recíprocos filmes radiográficos, formando-se determinados conjuntos, pois as emulsões dos filmes radiográficos são fabricadas para cada tipo/sensibilidade de tela intensificadora (Figura 6.25).

### Substâncias fluorescentes

- Tungstato de cálcio ( $\text{CaWO}_4$ ) → radiação violeta-azul ← filme tipo normal, utilizado até a década de 1970. Outro que também emite luz azul é o oxibrometo de lantânio ( $\text{LaOBr}$ ). Pouco utilizado atualmente.
- Sulfito oxi-gadolínio ( $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}$ ) → radiação amarelo-verde ← filme tipo “orto”. Outros de terras raras utilizam: ítrio, bá-



**Figura 6.17** – Esquema demonstrando à esquerda um filme com boa granularidade (maior resolução), e à direita, um filme mais granuloso (menor resolução).

rio, lantânio, gadolínio e tungstênio, pois são mais rápidos e têm mais eficiência na conversão.

O *fator de intensificação*, é o fator de conversão da energia radiante em luz, é de cerca de 30% a 50%.

$$f = \frac{t_0}{t}$$

f: fator de intensificação

$t_0$ : tempo de exposição quando não se utiliza a tela intensificadora

$t$ : tempo de exposição quando se utiliza a tela intensificadora

### Características e cuidados de manuseio

- Uso da tela intensificadora → redução da nitidez da imagem; como prevenção, transformar tanto quanto possível a substância fluorescente em partículas finas
- Em relação ao filme tipo *screen*, observa-se maior contraste quando comparado com *no screen*
- Quando em uso, observar sempre que o conjunto filme/tela intensificadora deve estar em íntimo contato. Essa condição é fornecida pelo tecido de feltro que fica aderido na parte posterior interna do chassi



**Figura 6.18** – Filme radiográfico com barreira protetora (clean), para controle em biossegurança.

- Procurar manter limpa a superfície da tela intensificadora, e evitar danos mecânicos
- Ocorre a deterioração com o passar do tempo, de modo que a cada 2 a 3 anos, deve-se substituir a tela por uma nova.



**Figura 6.19** – Filme radiográfico periapical da Fuji Films® nº 2.



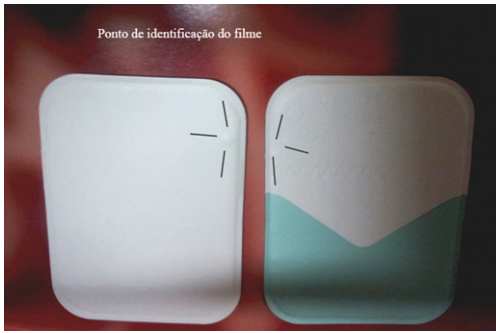
**Figura 6.20** – Filme radiográfico Kodak® Insight nº 2.



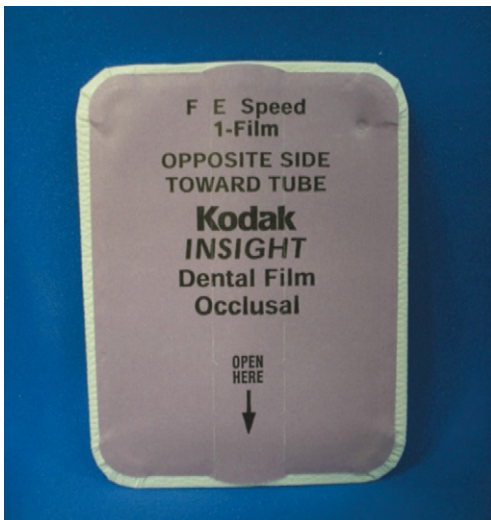
**Figura 6.21** – Filme interproximal Kodak®, nº 3.



**Figura 6.22** – Filme radiográfico periapical Agfa®.



**Figura 6.23** – Ponto de identificação do filme radiográfico (PIF).



**Figura 6.24** – Filme radiográfico Occlusal Kodak® nº 4.

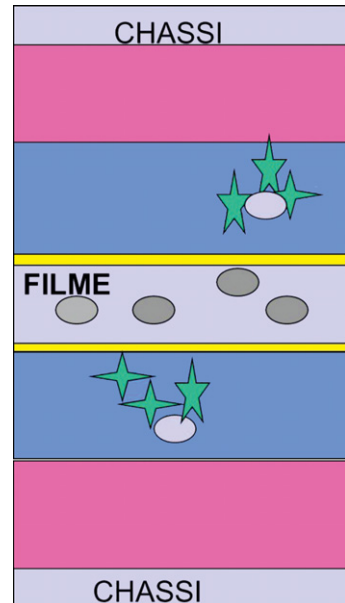
## Manuseio de Filmes

### Cuidados no manuseio

- É aconselhável manter-se o filme não radiografado em local de temperatura e umidade baixas (temperatura e umidade altas são contraindicadas)
- Mesmo que estejam dentro do prazo de validade, se a manutenção for inadequada, poderão ser observadas quedas na sensibilidade e produção de *fog* ou véu
- Após a tomada radiográfica, o processamento (revelação) deve ser efetuado o mais cedo possível
- Durante o processamento, procurar não tocar a superfície da emulsão, podendo segurar apenas nas bordas do filme radiográfico. Por isso utilizamos as cartelas radiográficas, onde são colocados os filmes radiográficos para visualização.

### Filmes radiográficos odontológicos intraorais

- Vêm dentro de uma embalagem feita para interceptar a luz e evitar a umidade, como



**Figura 6.25** – Esquema ilustrativo da sensibilização das telas intensificadoras e, conseqüentemente, a fluorescência dos cristais.

de vinil, com um a dois filmes embalados em papel preto.

No lado de saída da radiação, há uma lâmina de chumbo com a finalidade de prevenir que a radiação secundária dos tecidos que não são alvo da tomada radiográfica, incida sobre a emulsão do lado de trás do filme radiográfico, contra radiações e queda de qualidade da imagem

- Em geral os filmes radiográficos são classificados em cinco tipos, com números de tamanho 0 a 5. Idem para as Normas ISO (Organismo de Normas Internacionais)
- Os filmes intrabucais tipo padrão (31 × 41 mm) têm o número de tamanho 2.
- Os filmes para radiografias oclusais têm números de tamanho 4 (57 × 76 mm) e 5 (40 × 50 mm).
- Os filmes infantis recebem o número 0 (zero).
- A Norma de sensibilidade do filme (velocidade do filme) está estabelecida como forma de se obter a velocidade de sensibilização.
- Nas Normas ISO, ainda são estabelecidos três tipos: D, E e F. A sensibilidade é calculada utilizando-se o número inverso da dose irradiada (Figuras 6.18 a 6.23).
- O filme tipo F permite radiografar com ½ da dose de E e o filme E, com ½ de D (Figura 6.24).

No mercado brasileiro é muito difícil encontrar todos os tamanhos de filmes, pois os profissionais não requisitam do mercado de materiais odontológicos, e, por isso, eles não são importados. No Brasil, não são fabricados filmes radiográficos odontológicos, eles são importados. Os filmes mais encontrados são: tamanho infantil (0), tamanho adulto (2) e tamanho oclusal (4) (Figura 6.24).

## Processamento Radiográfico Químico

### Mecanismo da Fotossensibilização

#### Imagem latente

- A energia dos fótons atua sobre o halogeneto de prata, formando o átomo de prata

neutro. Trata-se do agrupamento desses átomos de prata.

### Fotossensibilização

- É a formação da imagem latente devido à ação da energia de fótons.

### Núcleo revelador

- Com a fotossensibilização, o núcleo fotossensitivo é produzido. Foto-pratas são os átomos de prata agrupados em torno desse núcleo

Quando os foto-pratas crescem até certo tamanho, formam o núcleo revelador

Mesmo que receba a irradiação, se não houver formação de núcleo revelador, o processamento não terá feito.

### Regressão da imagem latente

- O halogeneto de prata é mais estável no estado de Ag e íons de halógeno do que no estado de átomos e, assim, após a sensibilização, se mantido em repouso, retorna à forma de Ag<sup>+</sup> e X<sup>-</sup>. Isso é denominado fenômeno de regressão
- É por isso que se deve revelar o filme logo após a radiografia (Figuras 6.26 e 6.27).

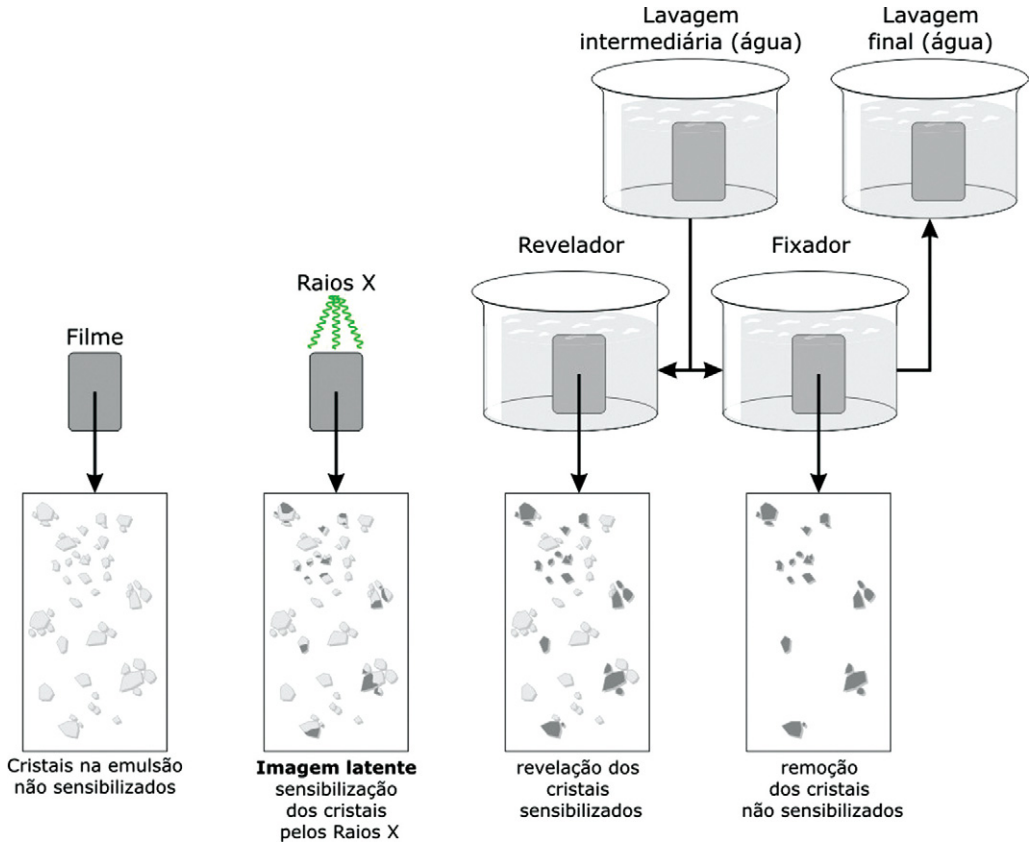
## Fases do Processamento Radiográfico Químico

### Característica tempo-temperatura

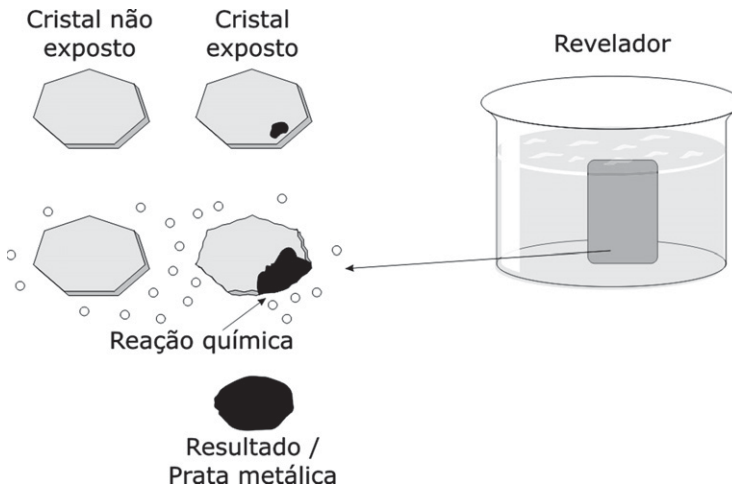
Esta técnica de processamento radiográfico prega que devemos, ao iniciar o processamento radiográfico, medir a temperatura da solução reveladora, verificar o tempo recíproco a essa temperatura medida, ajustar o cronômetro para o tempo recomendado, e, aí sim, introduzir o conjunto filme/colgadura na solução reveladora, ao mesmo tempo em que acionamos o cronômetro. Assim, sempre haverá uma padronização da imagem radiográfica, diferente do que ocorre no processamento visual.

### Exigência da Portaria 453 Anvisa-MS

Em vigor desde 1998, essa legislação proíbe o processamento radiográfico visual, impondo a total falta de visão dentro da caixa para processamento radiográfico. Assim, o



**Figura 6.26** – Ilustrativo da formação da imagem radiográfica na emulsão, imagem latente, e o conseqüente processamento radiográfico para revelação da imagem e sua fixação.



**Figura 6.27** – Esquema ilustrativo da formação da imagem radiográfica na intimidade da emulsão radiográfica, ou seja, nos cristais halogenetos de prata. Assim, é possível ver o que realmente acontece para a formação da imagem radiográfica, em suas tonalidades do branco ao preto, passando por diversos tons de cinza.

processamento radiográfico somente deverá ser realizado pelo método temperatura/tempo, utilizando uma tabela fornecida pelo fabricante dos filmes radiográficos e soluções para processamento radiográfico. Dessa maneira, os profissionais que não seguem as tabelas de tempo de exposição dos fabricantes, utilizando tempos superiores aos indicados, serão “obrigados” a diminuir o tempo de exposição à radiação da tomada radiográfica (Figura 6.28).

- Obedecer rigorosamente à tabela de temperatura/tempo para o tratamento do filme radiográfico. Manter mais ou menos constante a temperatura de cada etapa.
- Revelação: padrão é 20° C e 4 a 5 min. Entre 17° e 26° C, é possível a regulação aplicando-se a característica tempo-temperatura →  $\pm 2^\circ \text{C}$ ,  $\pm 1$  minuto (Figuras 6.29 a 6.33).



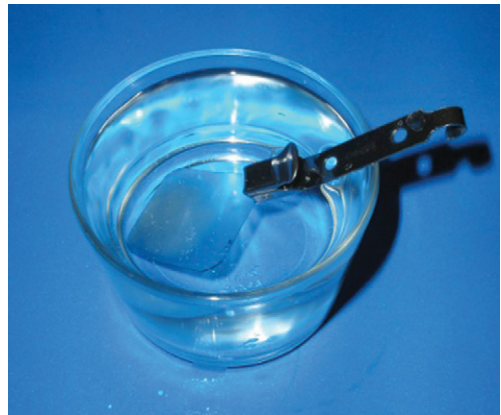
**Figura 6.28** – Cronômetro para controle do tempo durante o processamento radiográfico.



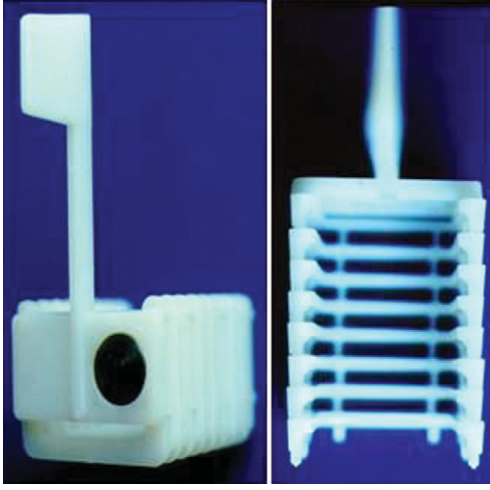
**Figura 6.29** – Colgadura para prender o filme e levá-lo até o pote ou tanque de processamento radiográfico.

### Solução reveladora

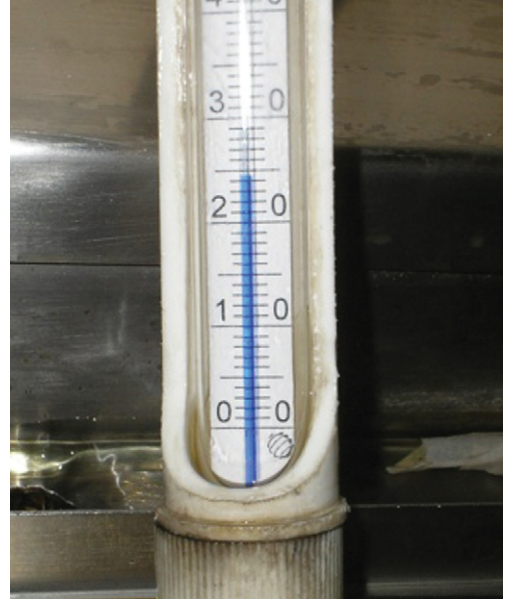
- Esta solução tem a função principal de tornar a imagem visível, revelando os cristais de prata sensibilizados pelos raios X
- Agente principal: redutor orgânico, como hidroquinona, metol, fenidona etc.



**Figura 6.30** – Também podemos utiliza a colgadura CAL, muito prática para o processamento radiográfico em consultórios, sobretudo quando precisamos processar mais de uma película.



**Figura 6.31** – Colgadura tipo CAL, patenteada pelo Prof. César Angelo Lascala, não machuca a emulsão radiográfica.



**Figura 6.33** – Detalhe do termômetro utilizado para processamento radiográfico em tanques maiores, utilizados para processar radiografias extraorais.



**Figura 6.32** – Termômetro no pote da solução reveladora de uma caixa de processamento radiográfico portátil, tipicamente utilizada em consultórios odontológicos. O melhor seria utilizar potes de vidro.

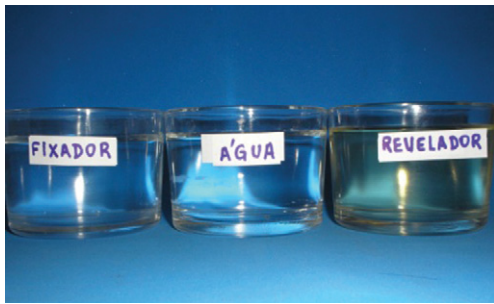
Diferentes tipos de frascos contendo as soluções para processamento radiográfico: vidro, plástico e inox. A literatura científica tem demonstrado que os frascos de vidro são melhores para realizar o processamento radiográfico, pois não sofrem nenhum tipo de reação com essas soluções (Figura 6.34).

#### *Componentes da solução reveladora*

- Hidroquinona – produz contraste definido, sensível à temperatura, atua lentamente
- Elon (metol) – atua rapidamente, gera muitas sombras cinzas
- Sulfito de sódio – preservar o líquido da oxidação pelo ar
- Carbonato de sódio – acelerador, ativa os agentes reveladores que agem em ambiente alcalino
- Brometo de potássio – restringente, previne o velamento.

#### **Solução fixadora**

- Agentes auxiliares: preservativo (sulfito de sódio), acelerador (carbonato de sódio), inibidor (brometo de potássio).
- Esta solução tem a função principal de remover os cristais de prata não sensibilizados pelos raios X, além de endurecer a



**Figura 6.34** – Diferentes potes para as soluções processadoras. O vidro é o mais indicado. Os potes de plástico não são recomendados, pois as soluções processadoras impregnam o plástico e prejudicam o processamento radiográfico. Os potes de metal podem ser utilizados, desde que não tenham solda em emendas, pois a qualidade dessas soldas pode interferir nas reações químicas. A sequência dos potes, para o processamento radiográfico, visto na figura, é da direita para a esquerda. Deve ser definido pelo profissional.

emulsão, evitando maior deterioração da imagem com o tempo.

### Componentes da solução fixadora

- Agente principal: tiosulfato de sódio (hipo) ou tiosulfato de amônia
- Adicionar os agentes auxiliares e formar o fixador da emulsão rígida ácida:
  - hipossulfito de sódio – agente clareador, remove os cristais não expostos

- sulfito de sódio – previne a deterioração
- alúmen de potássio – agente endurecedor
- ácido acético ou sulfúrico – neutralizar o revelador alcalino e acidificar o meio.

### Etapas básicas do processamento radiográfico

Passar por revelação, lavagem intermediária em água, fixação, lavagem em água e secagem.

- **Revelação** – Efetua a redução da imagem latente (núcleo revelador)
- **Lavagem intermediária com água** – Finaliza o processo de revelação e, ainda, impedir a neutralização da solução fixadora por solução reveladora (alcalina)
- **Fixação** – Transforma o halogeneto de prata não reduzido em substância hidrossolúvel → permanece no filme apenas a prata reduzida existente na emulsão
- **Lavagem com água corrente (lavagem final)** – Lavagem de elementos residuais existentes na emulsão e das substâncias químicas produzidas com a fixação → procura-se, assim, conservar a radiografia por um período longo

Nos consultórios odontológicos que utilizam apenas as caixas portáteis para realizar o processamento radiográfico, esse passo pode ser realizado conforme a Figura 6.35, ou seja, deixando o frasco com água, contendo a radiografia embaixo da torneira de uma pia, mantendo-se apenas um pouco aberta.

- **Secagem** – Eliminação da umidade existente na emulsão → facilita a prevenção contra danos na superfície da emulsão, armazenagem e conservação.

A maneira correta de secar a radiografia é utilizar uma secadora, com ar quente circulante. Assim, em cerca de 5 minutos a radiografia estará totalmente seca. Há secadoras pequenas e grandes para secagem de radiografias. As maiores são utilizadas em clínicas de radiologia, hospitais, prontos-socorro etc. Já as pequenas podem ser utilizadas nos consultórios odontológicos. A secagem é uma etapa fundamental, desse processo, sobretudo porque as radiografias são pe-



**Figura 6.35** – A lavagem final do processamento radiográfico é importantíssima, pois devemos remover completamente as soluções da emulsão radiográfica. Se isso não for realizado com eficiência, as imagens ficarão amareladas com o tempo. Já que temos de arquivar as radiografias como documento de nossos pacientes, a lavagem pode ser realizada no consultório, colocando o pote de vidro da lavagem intermediária embaixo da torneira da pia, deixando escorrer um fio de água dentro do pote com a colgadura/radiografia por 10 minutos.

ças pertinentes de todas as documentações odontológicas, devendo ser guardadas por prazo não inferior a 25 anos.

### **Secadora profissional para ambientes que processam grandes quantidades de filmes radiográficos intraorais e extraorais (Figura 6.36)**

#### **Tempo de lavagem em água**

- De 10 a 15 minutos, conforme o filme.

No caso dos filmes radiográficos extraorais, utilizados junto com tela intensificadora (*screen*) – lavagem rápida; nos filmes sem tela intensificadora (*no screen*) – lavagem mais demorada.

#### **Tempo de fixação**

- É necessário o dobro do tempo de revelação, ou seja, cerca de 5 a 10 minutos. Assim, garantimos a qualidade dessa etapa do processamento radiográfico, garantindo a qualidade de arquivo das radiografias.

### **Tipos de Processamento Radiográfico**

#### **Revelação em caixa escura – caixa portátil para processamento**

- Própria para processamento de pouca quantidade
- Pode ter o mecanismo de aquecimento ou não
- Não necessita da câmara escura
- Cuidado com a relação tempo–temperatura.

#### **Revelação em cuba, em sala escura**

- É uma técnica considerada básica no processamento radiográfico, mas exige uma boa habilidade
- Facilidade de os agentes de tratamento apresentarem fadigas
- Facilidade de controle da temperatura da solução, porém dificuldade de se mantê-la
- Tem limitação de filmes devido ao tamanho dos mesmos
- É recomendado o uso de potes de vidro. Evitar os potes de plástico. Se utilizar metal, os potes de inox devem ser utilizados, de preferência sem solda.



**Figura 6.36** – Detalhe do interior das secadoras para filmes radiográficos.

### Revelação em tanque em sala escura

- Embora dependa da capacidade do tanque, esta permite processar maior quantidade



**Figura 6.37** – Tanques para processamento radiográfico, para um grande número de filmes radiográficos de uma só vez.

de filmes do que utilizar as caixas portáteis, mesmo que utilizemos a colgadura tipo CAL® (Figura 6.31)

- O manuseio é relativamente fácil e a probabilidade de erro é pequena
- Manutenção de temperatura da solução – é possível o aquecimento das soluções nesses tanques, para manter a temperatura constante (o resfriamento também) – isso acontece em locais geográficos mais frios ou muito quentes

Comparativamente o custo da câmara escura, com tanques, é maior (sobretudo para equipamento de temperatura constante) (Figura 6.37).

### Revelação em processadora automática

- Processamento radiográfico (maioria é revelação e fixação) é executado mecanicamente
- Há diversos modelos e alguns permitem o processamento radiográfico de filmes extraorais, porém, de modo geral, são de pequeno porte (capacidade da solução é pequena): prestar atenção no tempo de validade das soluções
- Iniciar a operação após verificar se a temperatura da solução atingiu a temperatura de ajuste
- Lavar bem os reservatórios da máquina processadora de filmes radiográficos; caso a lavagem tenha sido insuficiente, haverá descoloração após alguns dias

- Realiza mecanicamente todas as etapas do processamento radiográfico (revelação/secagem)
- Existem diversos modelos, desde o específico para os filmes radiográficos intraorais até filmes extraorais
- Nas soluções utilizadas para radiografias medicas, em geral o tratamento para filmes intraorais não é de mesma qualidade
- Para que se tenha uma eficiência apropriada, é preciso um controle diário satisfatório
- No caso das máquinas processadoras de filmes radiográficos com rolos, ter cuidado com os intervalos entre a introdução dos filmes, pois pode haver atolamento dos filmes radiográficos
- Número de filmes: permite grandes quantidades
- Preço: alto; custo diário: alto. Relativo aos equipamentos odontológicos
- Manutenção de qualidade da imagem: fácil; operação diária: fácil
- Peças adicionais que dispensam a câmara escura: existem muitos que podem ser adquiridos separadamente
- Há processadores com sistema de alimentação da solução (reposição automática) (Figuras 6.38).

### Câmara Escura

Na rotina, apenas as clínicas radiológicas trabalham com as salas ou câmara para pro-

cessamento radiográfico devido à quantidade de filmes que serão processados. Na verdade, trata-se de uma pequena área, que poderia ser adaptada em um espaço aproximado de  $1,5 \times 2,0 \text{ m}^2$ , em qualquer clínica odontológica. Devido à migração dos profissionais para a radiografia digital, a necessidade desses ambientes já está diminuindo muito (Figura 6.39).

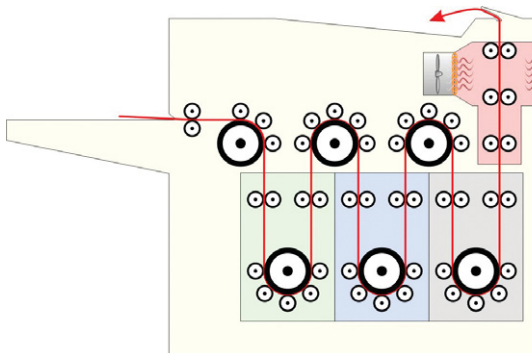
### Iluminação

- São necessários dois tipos de iluminação: lâmpada branca para trabalhos em geral e luz de segurança para processamento radiográfico
- O filtro para lâmpada de segurança deve ser:
  - vermelho-escuro ou alaranjado: filmes do tipo normal
  - verde-escuro ou vermelho-escuro: filmes do tipo “orto” ou extraoral.

A preferência técnica seria para o filtro da marca Kodak®, GBX-2, pois esse filtro permite um certo grau de iluminação na câmara escura (luz de segurança), sem prejuízo da qualidade da imagem radiográfica, pois filtra todos os comprimentos de onda que sensibilizam a emulsão dos filmes radiográficos. A lanterna de segurança deve ficar pelo menos 1,20 metro da bancada de trabalho (Figuras 6.40 a 6.42).

### Teste de iluminação de segurança

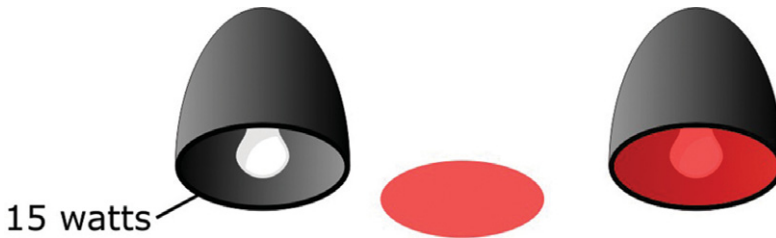
- Retirar do pacote alguns filmes não expostos (virgens) com a luz branca apagada.



**Figura 6.38** – Revelador automático. Filmes intra- e extraorais.



**Figura 6.39** – Câmara escura para processamento radiográfico. Além dos tanques, deve ter iluminação de segurança, com lanterna e filtro GBX-II, área seca, úmida e tanque com torneira. Devido à quantidade de químicos, deve ter adequado sistema de ventilação (exaustor).

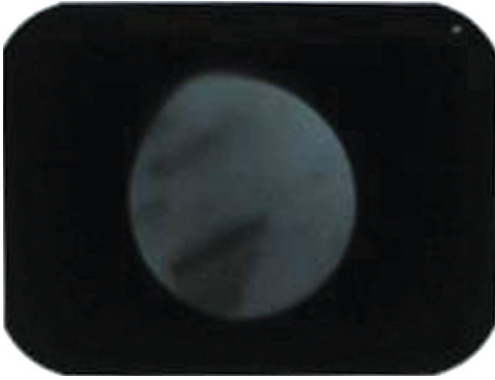


**Figura 6.40** – Lanterna de segurança, com filtro Kodak®GBX-II.

- Dispor os filmes um ao lado do outro sobre a bancada e em cima de cada um deles colocar uma moeda anteriormente providenciada
- Após esse procedimento, com a câmara totalmente escura, acender a lâmpada de segurança, processar os filmes radiográficos de acordo com a tabela temperatura-tempo etc.
- Considera-se bom se não aparecer *fog* em todos eles
- Se aparecer *fog* (a moeda aparece esbranquiçada) em 10 a 20 minutos, então não é adequada para operar por mais de 10 minutos.



**Figura 6.41** – Teste da luz de segurança (teste de moeda) – verificar a entrada de luz na caixa portátil para processamento radiográfico.



**Figura 6.42** – Teste da luz de segurança (teste de moeda) – radiografia processada e vista em negatoscópio. Note que é possível ver a imagem da moeda, o que significa que entrou muita luz na caixa portátil. Isso deve ser corrigido para que essa caixa portátil possa continuar sendo utilizada.

### Local de instalação

- Visando à eficiência, instalar no interior do consultório ou próximo a ele
- Levar em consideração as facilidades de fornecimento/despejo de água, assim como de fonte de energia.

### Área útil

- No mínimo 1,5 × 1,5 m.

### Bancada de trabalho

- Diferenciar o local que pode se molhar (área úmida) e outro para manusear materiais secos
- O acabamento superficial deveria ser de cor escura → facilidade de comparação com o filme quando escurece o local. Se houver qualquer vazamento de luz para o interior da câmara escura, as paredes pintadas com cor negra não refletem a luz; ao contrário, a luz é absorvida.

### Superfícies da parede/teto

- Se as paredes forem pintadas, usar tinta acrílica para uma melhor limpeza e manutenção
- A metade para baixo deve ser de tinta impermeável (acrílica)
- O teto deve ser branco.

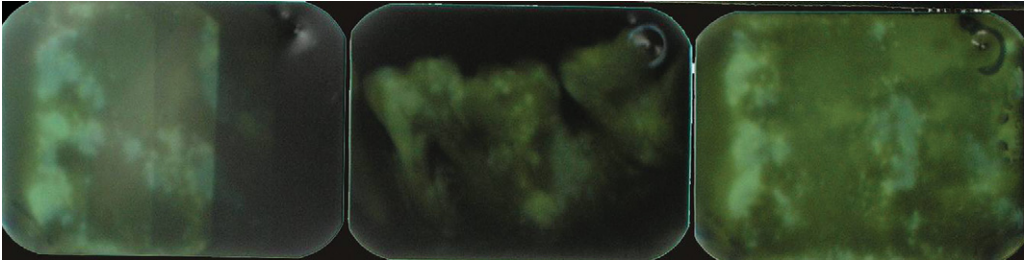
### Bloqueio da luz

Após o desligamento de todas as luzes, os objetos internos não devem ser visíveis até depois de 15 minutos de adaptação no escuro (conforme a orientação de ICRP, por 20 minutos). A lanterna com filtro GBX-2 permite uma ótima visibilidade de trabalho nas condições de processamento radiográfico. A pintura das paredes da câmara escura de preto era um procedimento de rotina para evitar que qualquer fresta de luz refletisse nas paredes com pintura clara. Isso também propiciava um ambiente interno mais escuro. Hoje, com o aprimoramento dos filtros e das lanternas de segurança, os profissionais não usam mais a cor preta nas paredes, o que desrespeita o antigo ditado “melhor prevenir do que remediar”, já que é muito difícil evitar a entrada de luz, sobretudo em locais adaptados.

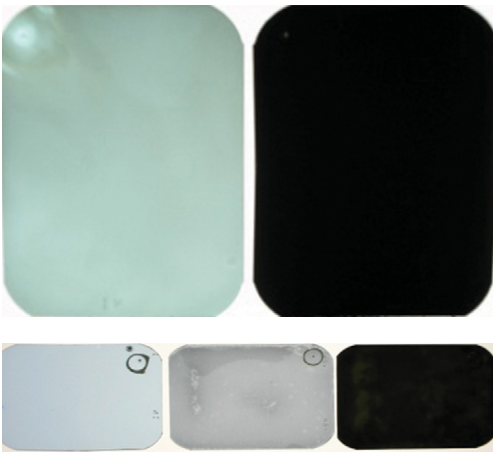
### Tipos de Falhas no Processamento Radiográfico e Seus Fatores (Figura 6.43)

#### Excesso de escurecimento no filme radiográfico (filme muito escuro ou denso)

- Excesso de revelação: excesso de temperatura em relação ao tempo de ajuste e de tempo de processamento em relação à temperatura de ajuste.
- Excesso de concentração da solução
- Excesso de tempo de exposição na tomada radiográfica
- Entrada de luz pelo manguito (locais de colocação da mão na caixa portátil para processamento radiográfico, onde temos um tecido que tem a função de evitar a entrada da luz, mesmo quando colocamos a mão dentro da caixa) da caixa de processamento radiográfico (Figuras 6.43 e 6.44).
- Fog (em alguns casos é parcial) (Figura 6.45):
  - mau bloqueio de luz na câmara escura ou caixa portátil de processamento radiográfico
  - defeito da luz de segurança → excesso de luz da lâmpada → excesso de *watts*
  - desbotamento do filtro, rachadura do filtro, erro na seleção do filtro Solução: – excesso do tempo de revelação



**Figura 6.43** – Filmes vencidos, após o processamento radiográfico presença de *fog*.

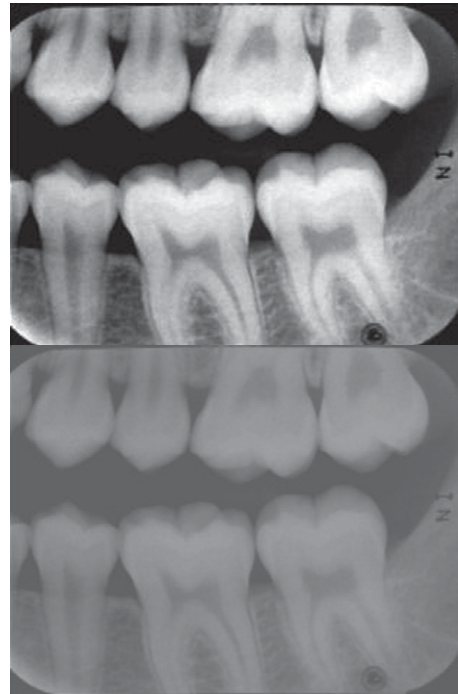


**Figura 6.44** – Filmes radiográficos após o processamento radiográfico mostrando diferentes densidades radiográficas. Note que os filmes da direita são muito densos.

- revelação a alta temperatura
- fadiga da solução
- Variação com o tempo: filme fora de validade
- Má conservação:
  - local de temperatura alta → aquecedor, luz direta
  - efeito dos raios X → proteção da caixa de armazenagem e das paredes da câmara escura.

**Filme muito branco ou claro ou pouco denso**

- Insuficiência de revelação: queda de temperatura em relação ao tempo de ajuste e insuficiência de tempo de processamento em relação à temperatura de ajuste
- Baixa densidade da solução reveladora
- Fadiga da solução reveladora

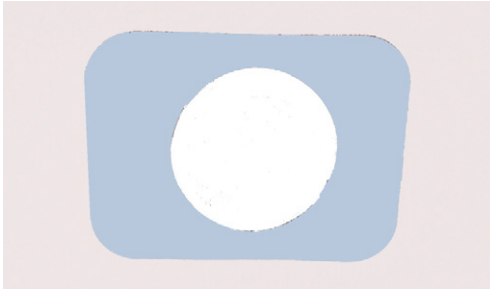


**Figura 6.45** – *Fog* ou véu em todo o filme radiográfico. Acima podemos ver a mesma radiografia processada corretamente, sem efeito do *fog*.

- Excesso de fixação: surge conforme o tipo de solução
- Insuficiência do tempo de exposição.

**Pontos escuros (desenho em forma de gotas)**

Contaminação devido à solução reveladora antes do processamento (respingos): se tocar o filme com o dedo manchado de solução antes do processamento → digitais escuras.



**Figura 6.46** – Desenho ilustrando o efeito do *fog* sobre o filme radiográfico, exceto é claro, onde a moeda ficou em íntimo contato com o filme radiográfico, mostrada na Figura 6-41.

### Pontos brancos (desenho em forma de gotas)

- Fixação de bolhas dentro da solução reveladora
- Contaminação por solução reveladora antes do processamento (respingos): se tocar com os dedos → digitais brancos.

### Linha escura em forma de raios (linha em forma de galho ou pontinhos escuros)

- Eletricidade estática:
  - queda da temperatura conforme a condição atmosférica
  - produz facilmente quando se retira o filme do pacote ou chassi
  - tecido sintético.

### Linha negra em forma de meia lua

- Se for branco, anterior à irradiação; se for escuro, pressão da unha após a irradiação ou dobra/curvatura durante a técnica radiográfica (dano físico)
- Torção ou dobramento do pacote.

### Linha escura e grossa

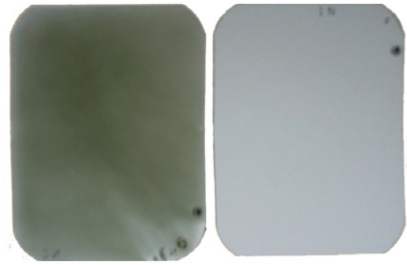
- Dobradura do filme.

### Linha branca

- Riscado na gelatina, remoção mecânica.

### Aparece uma imagem com falta de densidade (escurecimento) e cheia de ângulos, com seus limites bem definidos

- Estava grudado num outro filme dentro da solução reveladora, durante o processamento radiográfico.



**Figura 6.47** – Filmes radiográficos processados sem exposição aos raios X ou luz. Veja a presença de *fog* ou véu em todo o filme radiográfico da esquerda.

### Pontinhos escuros ou digitais escuros por todo o filme

- Contaminação por fluoretos, como fluoreto de estanho.

### Reticulação

- Variação abrupta de temperatura durante o processamento radiográfico:
  - solução reveladora de alta temperatura → solução fixadora de baixa temperatura
  - revelação/ fixação em alta temperatura → lavagem em baixa temperatura etc.

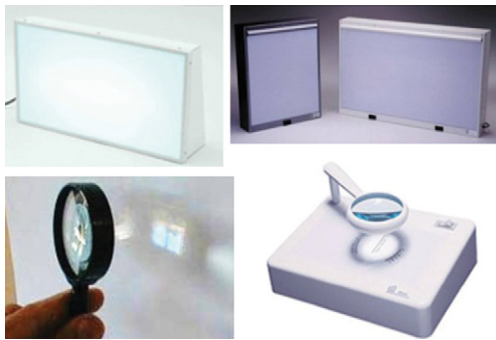
### Filme de difícil visualização e levemente branco-esverdeado

- Má fixação: insuficiência de fixação.

## Técnicas de Observação do Filme

### Negatoscópio

Trata-se de uma caixa de madeira ou metal que contem no seu interior iluminação branca, fluorescente, que flui por apenas uma das faces da caixa que contém um acrílico branco leitoso. Assim, por transparência, quando colocamos os filmes radiográficos processados sobre o acrílico da caixa é possível ver a imagem radiográfica por transparência. Nas regiões onde os cristais de prata foram mais sensibilizados, revelados e houve formação da prata metálica (negra), a luz fluorescente do negatoscópio fica retida, enquanto em outras regiões em que ocorreu uma precipitação parcial ou total dos cristais, de prata, a luz chegará em nossos olhos. Essa iluminação do negatoscópio deve ser homogênea



**Figura 6.48** – Negatoscópios com e sem lupa. A lupa é acessório indispensável para a interpretação radiográfica.

para que possamos verificar a imagem radiográfica com ótima qualidade.

### **Negatoscópios próprios para a odontologia, com ou sem lupa acoplada (Figura 6.48)**

- Sistema de iluminação fixa: acima de 7.000 lux (JIS)
- Sistema de iluminação variável: permite regulagem de 5.000 lux até 10.000 lux (JIS). Estes são pouco comercializados, porém muito útil no dia a dia.

### **Técnicas de observação do filme**

- Utilizar a luz transmitida do negatoscópio exclusivamente sobre a radiografia
- Escurecer ao redor do filme, com utilização da máscara negra bloqueadora de luz, suporte etc.
- Região de alta densidade → observar com luz mais clara e região de baixa densidade → observar com luz com menor intensidade. Uma maneira de acentuar a visualização radiográfica é utilizar um negatoscópio com regulação de intensidade.
- Para detalhes, utilizar a lupa, com aumento mínimo de 3×
- Manter o movimento dos olhos na horizontal, não desviando os olhares
- Para observar objetos redondos (seio maxilar superior, cisto grande, crânio todo etc.), movimentar o olhar no sentido horário
- Realizar a visualização radiográfica em sala escura ou com pouca luz.

### **Bibliografia**

1. Academy of Dental Therapeutics and Stomatology, Continuing Education Course, “Successful Intraoral Radiography”.
2. ADA Council on Scientific Affairs “An update of radiographic practices: information and recommendations”, JADA, v. 132, February 2001.
3. Brown Junior CE et al. Degradation of dental radiographic processing solutions. J Am Dent Assoc, Chicago, v. 87, n. 6, p. 1200-1205, Nov. 1973.
4. Bushong C. Radiologic Science for Technologists: Physics, Biology and Protection. 8. ed. St Louis: Elsevier Mosby, 2004.
5. Conference of Radiation Control Program Directors, Inc. (CRCPD), Publication E-03-6, NEXT Tabulation and Graphical Summary of the 1999 Dental Radiography Survey, November 2003.
6. Fuchs AW. Principles of Radiographic Exposure and Processing, 2. ed. Springfield: Charles C. Thomas, 1971. 284 p.
7. Geist JR, Gleason MJ. Densitometric properties of rapid manual processing solutions. Abbreviated versus complete rapid processing. J Endod, Baltimore, v. 21, n. 4, p. 180-184, April 1995.
8. Hardman PK, Tilmon MF, Taylor TS. Radiographic solution contamination. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, Saint Louis, v. 63, n. 6, p.733-737, June 1987.
9. Hedin M. Developing solutions for dental X-ray processors. Swed Dent J, Stockholm, v. 13, p. 261-265, 1989.
10. Ludlow JB, et al. The efficacy of caries detection using three intraoral films under different processing conditions. J Am Dent Assoc, Chicago, v. 128, p. 1401- 1408, Oct. 1997.
11. Montebelo Filho A. Avaliação da degradação das soluções de processamento Kodak® dental, utilizando recipientes protegidos (plástico) e desprotegidos (vidro), simulando determinadas condições de trabalho em consultórios odontológicos. Bauru, 1991. 166 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.
12. Pistóia GD. Avaliação da influência das condições de armazenamento na degradação das soluções de processamento, simulando condições de trabalho em consultórios odontológicos. Piracicaba, 1998. 114p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas.
13. Santos E. Avaliação da degradação das soluções de processamento Kodak® e Sillib,

- prontas para uso, em recipientes de plástico e de vidro, protegidos e desprotegidos, simulando as condições de trabalho em consultórios odontológicos. Piracicaba, 1996. 119p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas.
14. Tamburús JR, Lavrador MAS. Radiographic contrast. A comparative study of three dental X-ray films. *Dentomaxillofac Radiol*, v. 26, n. 4, p. 201-205, Jul. 1997
  15. Thunthy KH, Weinberg R. Effects of developer exhaustion on Kodak® Ektaspeed plus, Ektaspeed and Ultraspeed dental films. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, Saint Louis, v. 79, n. 1, p.117-121, Jan. 1995.
  16. Watanabe PCA, Issa JPM, Pardini LC,. A singular method to compare dental radiographic films used to study maxillofacial strutures. *Int. J. Morphol.*, 25(3):573-578, 2007.
  17. Whaites E. *Essentials of Dental Radiography and Radiology*. 3. ed. London: Churchill Livingstone, 2002.

### Sites

1. <http://www.fda.gov/radiation-emittingproducts/radiationsafety/nationwideevaluationofx-raytrendsnext/ucm116524.htm>
2. <http://www.waybuilder.net/sweethaven/MedTech/Dental/DentalRad/lessonMain.asp?iNum=fra0301>
3. <http://www.carestreamdental.com/~media/Files/FILM%20AND%20ANESTHETICS/Support/Exposure%20and%20Processing%20for%20Radiography.ashx>
4. <http://www.eradiography.net/technique/dental/Kodak%20Dental%203%201%20QA%20in%20Dental%20radiographyl.pdf>
5. <http://www.free-ed.net/sweethaven/MedTech/Dental/DentalRad/default.asp>

Página deixada intencionalmente em branco

# SENSORES DIGITAIS E PROCESSAMENTO DE IMAGENS

7

## SUMÁRIO

- Informação, comunicação e entretenimento. Desde o início do século XX, nossa rotina diária se transformou radicalmente com a alteração dos nossos meios de comunicação. Antes completamente dependentes da palavra falada ou escrita para a nossa informação, agora usamos cada vez mais o rádio e a televisão, e desde a década de 1990, o computador, a internet.
- O primeiro método de diagnóstico médico/odontológico por imagem, a radiologia, se valeu dos raios X, descobertos por Wilhelm Roentgen em 1895. Embora com aprimoramento contínuo até os dias atuais, permaneceu por quase um século como a única maneira de “fotografar” as estruturas anatômicas nos seres vivos, para saber se eram normais ou doentes. Outras técnicas se somaram.
- Ainda hoje as radiografias exercem um papel fundamental no diagnóstico de muitas lesões ósseas, da boca, pulmonares ou dos aparelhos digestivo e geniturinário. A radiografia é o principal meio auxiliar de exame diagnóstico na Odontologia.
- A imagem por radiografia digital (RD) consiste na sensibilização de sensores/placas que levam a informação para o computador, onde são gravadas as sombras de qualquer estrutura, ou a imagem, e, por fim, essa imagem pode ser vista em um monitor/*display*. Diferentemente da radiografia convencional, não utiliza filme radiográfico, e, é claro, não há o processamento químico da imagem. A sensibilização necessita de menos exposição dos raios X.
- A técnica de imagem por RD é uma tecnologia de confiança e versátil que expande o diagnóstico e as possibilidades de uso das imagens na radiologia odontológica.

## SUMÁRIO – cont.

- A RD permite que os princípios básicos de proteção contra as radiações para a radiologia diagnóstica sejam seguidos a rigor, pois:
  - justificação (na qual os benefícios devem superar os possíveis riscos inerentes à exposição a radiação X); e
  - o princípio ALARA, “tão baixo quanto razoavelmente possível” (que também deve levar em conta fatores sociais e econômicos). A redução da dose sempre tem sido considerada como a principal vantagem da radiografia digital (RD), consequência principal da diminuição do tempo de exposição à radiação e de outros fatores, como kVp e mA.
- Nas imagens por RD há três tipos de detectores que podem substituir o filme radiográfico e obter uma imagem digital: diretos, semidiretos e indiretos.
  - Diretos — *charge-coupled device* (CCD), *complementary-metal-oxide-semiconductor* (CMOSAPS). São chamados diretos, pois são detectores em estado sólido. As imagens podem ser prontamente vistas (em tempo real):
    - Os raios X interagem com o material semiconductor de detectores planos: *Amorphous selenium*. Assim, os raios X são diretamente convertidos em carga elétrica (CCD e CMOSAPS). Os raios X atingem o cintilador produzindo luz. Essa luz atinge um arranjo de fotodiodos e é convertida em elétrons.
    - Imagens por ressonância magnética — IRM. Não são obtidas pela radiação X, mas são imagens digitais diretas.
    - Tomografia computadorizada (TC), também são imagens diretas, desde a década de 1970.
    - Radiografia computadorizada (RC), são originalmente imagens indiretas, mas podem ser diretas. Desde a década de 1980.
    - *Direct digital TV output* (CCD TV's).
  - Semidiretos — Quando os raios X atingem placas de armazenamento de fósforo ou PSP (*photostimulable storage phosphor*), assim a imagem latente é estocada, e necessitam de processamento eletrônico por escaner *laser* para transmissão para o computador, e assim tornam-se visíveis no monitor/*display*;
  - Indiretos — Digitalização de uma imagem radiográfica convencional, análoga:
    - Escaner.
    - Câmera de vídeo *frame grabbers*.
    - Câmera fotográfica digital.
- Informação Digital
  - *Pixel*: A menor amostra de uma imagem de RD. Tem um conjunto variado de tons desde o branco até o preto, passando pelos vários tons de cinza. Expressa em códigos binários (*bits*).
  - Tamanho do *pixel*: Quanto menor, melhor a resolução.
  - Escala de cinza: Sombras de cinza, entre o branco puro e preto puro.
  - Profundidade de *bits*: Número de sombras, tons para definir cada pixel, medido como número de *bits*. Quanto maior a profundidade, maior a escala de cinza e o tamanho do arquivo.
- Terminologia
  - F/E — Filme/écran (técnica radiográfica convencional)
  - RC — Radiografia computadorizada
  - RD — Radiografia digital
  - RDD — Radiografia digital direta
  - RDI — Radiografia digital indireta
  - F/S — Filme/sensor digital

## OBJETIVOS

Após o estudo deste capítulo, o aluno deverá ser capaz de:

- Definir palavras-chave
- Definir imagem por radiografia digital (RD)
- Descrever os tipos de obtenção de RD
- Analisar as vantagens e desvantagens das RD
- Citar os componentes do sistema de imagens por RD
- Conhecer o passo a passo da técnica radiográfica de imagem por RD
- Conhecer as bases da formação da imagem por RD

### Convencional × Digital (Figura 7.1)

A radiologia médico-odontológica experimentou um desenvolvimento extraordinário nas últimas décadas, como, por exemplo, as imagens por radiografia digital (RD), que se

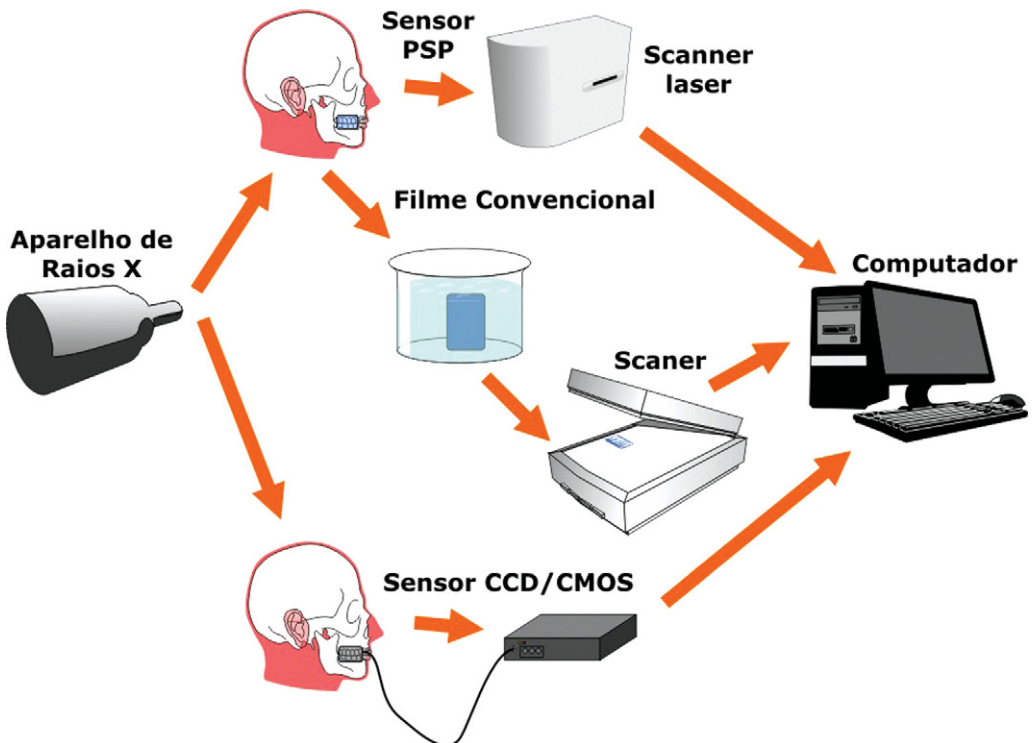
tornou disponível para a Odontologia em meados dos anos 1980 (a radiografia digital direta foi introduzida por Mouyen em 1989), mas ainda muitos dentistas relutam em adotar essa nova tecnologia. Isso acontece por várias razões, mas principalmente devido ao custo do sistema de radiografia digital.

O primeiro sistema de imagem por RD introduzido na Odontologia foi a radiovisiografia da francesa *Trophy*:

**Radio** – utiliza emissão de raios X, por um equipamento de raios X convencional para registrar a imagem radiográfica em um sensor, ligado aos recursos de informática.

**Visio** – envolve a parte de processamento da imagem que armazena os sinais recebidos durante a tomada radiográfica através de um monitor.

**Grafia** – corresponde ao armazenamento digital que pode ser interligado ao monitor de um vídeo, ou a uma impressora, ou ainda ser fotografada.



**Figura 7.1** – Esquema da obtenção de imagens por radiografia digital e convencional.

Muitas das desvantagens dos equipamentos que foram lançados no mercado já foram minimizadas, como o tamanho e a forma dos receptores de imagem, que foram reduzidos, a resolução de imagem que melhorou sensivelmente (hoje essa resolução é maior até do que a dos filmes radiográficos convencionais), e, ainda, os avanços na tecnologia dos computadores resultaram em velocidades muito maiores de processamento e soluções mais viáveis de armazenamento de dados. Outro fator relevante é a falta de implementação dos sistemas de radiografias digitais pelas faculdades de Odontologia, mesmo no nível de graduação. Considerando o perfil do profissional a ser formado, que na maioria dos Planos Políticos Pedagógicos dessas entidades de ensino, que se comprometem a formar “cirurgião-dentista, profissional generalista, com sólida formação técnico-científica, humanística e ética, orientada para a promoção de saúde, com ênfase na prevenção de doenças bucais prevalentes”, falta a prática real com as RD. Claro que na era do conhecimento e da informática em alta na vida de qualquer profissional liberal, as RD deveriam ser parte obrigatória dos currículos dos cursos de Odontologia, no ensino, na pesquisa e na extensão universitária, não se esquecendo de que no ensino a prática é indissociável da teoria. Essa atitude sem dúvida traria confiança a esses profissionais, mesmo generalistas, sobre os aspectos práticos de fazer uma decisão de utilizar as RD na rotina de atendimento de seu consultório odontológico.

Uma comparação relativa pode ser feita em relação aos sistemas de fotografia digital, que do dia para a noite invadiram e dominam plenamente o mercado. Mesmo com poucos conhecimentos, mas atraídos, sobretudo pela novidade e, é claro, pelo preço, muitos aderiram ao sistema, o que viabilizou um preço muito atrativo, devido a essa grande demanda. Assim, os fabricantes preferiram vender mais, por menos. Já que o Brasil é o país que mais forma cirurgiões-dentistas em todo o mundo, fato semelhante poderia, definitivamente, implementar a RD.

O mais atrativo nas imagens por RD é a sua capacidade de potencializar a visão humana para apreciar ao máximo a informação diagnóstica, além, é claro, da facilidade de obtenção, sem a necessidade de se realizar o processamento químico, como fazemos na radiologia convencional. O processamento eletrônico das RD pode fornecer essa possibilidade, muito melhor do que a imagem radiográfica convencional, em filme radiográfico, no qual dependemos quase exclusivamente de nossa limitada visão, somada muitas vezes a uma simples lupa que possibilita um aumento aproximado de três vezes.

### Definição

Um sistema de imagem por radiografia digital (Tocci, 2006) é um conjunto de dispositivos de transmissão, processamento ou armazenamento de sinais digitais que usam valores discretos (descontínuos). Em contraste, os sistemas não digitais (ou analógicos) usam um intervalo contínuo de valores para representarem a informação. Digital significa transformar algo na linguagem eletrônica que é compreendida pelo computador. Uma vez digitalizada a imagem, é possível armazená-la ou transmiti-la, e ainda manipular ou alterar eletronicamente a informação nela contida (Emmott, 2005). A palavra digital tem origem no latim *digitus* (palavra latina para dedo), uma vez que os dedos eram usados para contagem discreta. O seu uso é muito frequente em informática e eletrônica, sobretudo onde a informação real é convertida na forma numérica binária, como no som digital, ou na fotografia digital, e agora, mais comumente, na RD.

### Vantagens

Os sistemas de radiologia digital oferecem muitas vantagens.

### Imagens radiográficas em tempo real

Sem a necessidade de filme radiográficos/processamento químico, é possível ver o resultado radiográfico, imediatamente, no caso dos sistemas de RD tipo CCD/CMOSAPS. No caso das PSP, em cerca de 30 segundos. Al-

gumas especialidades da Odontologia podem ter mais pressa na visualização das imagens radiográficas durante o processo operatório, e, assim, seriam privilegiadas: endodontia, cirurgia e diagnóstico em urgência.

### Manipulação da imagem com finalidade diagnóstica

As RD foram feitas para serem manipuladas!

Sobretudo alterações de contraste e densidade (brilho) radiográficos, *zoom*, pseudocolorização e outras ferramentas que aumentam muito a capacidade diagnóstica dos olhos humanos.

### Redução da dose de radiação X

Tanto o conceito internacional ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*), como a Portaria 453 da ANVISA, Ministério da Saúde, preconizam utilizar a menor quantidade possível de radiação, no procedimento radiográfico, para a obtenção de imagens com qualidade diagnóstica, sempre relevando a relação custo/benefício.

Como os sensores radiográficos são normalmente mais sensíveis aos raios X, o tempo, a mA e kVp poderão ser reduzidos, e mesmo assim poderão ser obtidas imagens com ótima qualidade diagnóstica. Porém, a redução exagerada desses fatores, muitas vezes pode causar um efeito de *noise* (ruído) sobre a imagem, deteriorando sua qualidade. Assim:

- O paciente é exposto a menor quantidade de radiação X

Quanto maior o kVp, menor o mA, menos dose para o paciente, além de diminuir a chance de movimentação, e, consequentemente, de erro.

### Facilidade na manipulação e no armazenamento das imagens radiográficas digitais

Graças ao computador e seu grande desenvolvimento tecnológico (*chips*-processadores), as imagens podem facilmente ser armazenadas e acessadas. Além disso, a maioria das manipulações e de aplicações de filtros respondem prontamente aos comandos.

### Exclusão do processamento químico radiográfico

O processamento químico radiográfico é um dos principais fatores que causam a má qualidade de imagem em radiografias convencionais, ou analógicas. Isso acontece sobretudo em relação ao armazenamento dessas imagens, que pela legislação vigente no Brasil devem ser arquivadas por pelo menos 20 anos, com qualidade, é claro.

Além disso, a eliminação do processamento químico radiográfico dispensa, consequentemente, a câmara escura e/ou caixas portáteis de processamento radiográfico, inclusive o espaço ocupado por essa área especial.

Com a utilização dos sensores radiográficos, excluem-se a lâmina de chumbo, o invólucro de plástico, as soluções processadoras (revelador e fixador), e, é claro, a prata metálica, descartada junto com essas soluções de processamento químico do filme radiográfico. Apesar dos cuidados recentes das agências de saúde, em relação ao lixo especial nos consultórios odontológicos, o ato de processamento radiográfico nesses locais em geral levam essas substâncias ao esgoto comum, no momento das lavagens intermediária e final. Como o Brasil é o país do mundo com o maior número de cirurgiões-dentistas, e a radiografia é o principal exame complementar de diagnóstico, esses fatos/números contribuem com o prejuízo do meio ambiente (Figura 7-2).



Figura 7.2 – O meio ambiente agradece.

O tempo para as tomadas radiográficas mudam muito desde a descoberta dos raios X por Roentgen. Hoje, utilizamos centésimos de segundos nos sistemas de imagem por RD.

Como o processamento radiográfico para os filmes radiográficos convencionais, realizado em câmara escura e/ou caixas portáteis levam em média 40 minutos para que a radiografia fique pronta (seco a seco), utilizar as RD seria uma grande vantagem. Se pensarmos no processamento radiográfico automático, essa vantagem seria muito reduzida, mais ainda existiria. Muitos profissionais relatam que a execução da técnica radiográfica é mais demorada, o que comprometeria essa vantagem. Assim, o tempo poderá ser também uma desvantagem. Lembramos ainda que o fato de não haver soluções de processamento radiográfico também eliminará um grande tempo perdido com o controle de qualidade (Figura 7-3).

O número de internautas brasileiros ativos atingiu 24,8 milhões em fevereiro deste ano, aumento de 12,5% com relação ao mesmo mês de 2008, segundo dados do Ibope Nielsen Media, divulgados no mês passado. Deste total, 21,5 milhões (87%) acessaram a *web* a partir de conexões de banda larga, o que representa um crescimento de 24% em relação ao mesmo mês do ano passado. A quantidade total de internautas brasileiros que contam com internet doméstica chegou a 38,2 milhões. Assim, a transmissão super-rápida dos dados e o domínio do computador e *software* possibilitarão uma comuni-



**Figura 7.3** – A era da comunicação digital é “agora”.

cação paciente-dentista muito maior, e os resultados também são muito satisfatórios em relação ao sucesso da profissão.

### Desvantagens

Mas ainda existem algumas desvantagens, como: Muitos dos sistemas de RD são importados, em média esses sistemas custam mais de R\$ 20.000,00. Políticas públicas, como a adotada pela Holanda, que retiraram todos os impostos e viabilizaram que todos os dentistas implementassem a RD em seus consultórios, ajudariam sobremaneira a baratear e tornar viável para a classe odontológica, melhorando, conseqüentemente, a vida da população como um todo (Figura 7-4). O Brasil não fabrica sensores digitais.

### Dificuldade de lidar com os computadores

Entendemos que isso ainda possa acontecer com os profissionais mais experientes, porém a grande maioria dos dentistas já trabalha com os computadores na rotina de seu consultório.

### Técnica radiográfica – Sensor rígido

Os sensores de imagem CCD (dispositivo de carga acoplada) e CMOSAPS (semicondutor de óxido metálico complementar) precisam converter luz em elétrons. Os sensores CMOSAPS são mais baratos e consomem menos energia. Porém, os CCD têm maior qualidade da imagem e menos ruído.



**Figura 7.4** – Ainda no Brasil o custo dos sistemas de imagem por RD é caro.

Nos sensores CCD e/ou CMOSAPS (rígidos), há os fios ligados à caixa plástica ou chassi do sensor propriamente dito, que saíram da boca do paciente e conectam o sensor ao computador, que podem atrapalhar a tomada radiográfica, além da possibilidade de quebra do fio. Além disso, esses sensores em geral são espessos (2,5 a 4 mm), volumosos em relação ao filme intraoral, e, assim, podem causar maior desconforto para o paciente durante a execução da tomada radiográfica, sobretudo a náusea e o trauma mecânico, já que esses dispositivos são rígidos.

### **Técnica radiográfica – Sensor de placa de fósforo ou flexível**

Já os sensores de placas de fósforo são bem menos espessos, muitos semelhantes aos filmes radiográficos convencionais, tornando, assim, a técnica é mais viável para o paciente, pois é mais fácil de suportar o sensor dentro da boca. Porém, não oferecem a vantagem da observação imediata da imagem radiográfica, pois precisam de processamento digital.

### **Padronização dos softwares de gerenciamento das imagens**

Apesar do avanço na última década, ainda é evidente a falta de padronização dos *softwares* para o gerenciamento de todo o sistema e, sobretudo das imagens digitais.

### **Necessidade de impressão das imagens digitais**

As imagens digitais foram feitas para visualização em monitores. Ainda hoje a grande maioria dos profissionais da área de saúde, sobretudo cirurgiões-dentistas, preferem analisar as imagens digitais em películas radiográficas impressas. Isso, é claro, despreza talvez o principal benefício dessa tecnologia, a manipulação/adequação da imagem para melhor enxergar a requisição diagnóstica. Essa prática contribui para o aumento do custo das radiografias digitais e também para a deterioração do meio ambiente.

### **Principais componentes dos sistemas de radiografia digital**

#### **Fonte de raios X**

Alguns equipamentos de raios X, como, por exemplo, o Intra-Planmeca, têm potên-

cia contínua e possibilidade de manipulação de kVp e mA. Assim, é possível utilizar tempos de exposição realmente em centésimos (Figura 7.5).

Na maioria dos casos, será utilizado o mesmo equipamento de raios X intraoral existente. Em geral, o único problema se refere ao fator de tempo de exposição, que para o sistema de RD deve ser menor em relação ao sistema de radiografia convencional. Muitos fabricantes recomendam utilizar tempo de exposição centesimais, para obter imagens radiográficas com qualidade diagnóstica, e aí surge o grande problema, pois nenhum equipamento de raios X nacional tem dispositivo tão acurado. A recomendação será a de utilizar equipamentos de raios X modernos, com corrente direta, seleção de mA, kVp e *timer* eletrônico digital e corrente contínua. A recomendação será a de utilizar equipamentos de raios X modernos, de alta frequência (corrente direta), seleção de mA, kV e *timer* eletrônico digital.

### **Receptores de imagem (Tabela 7.1)**

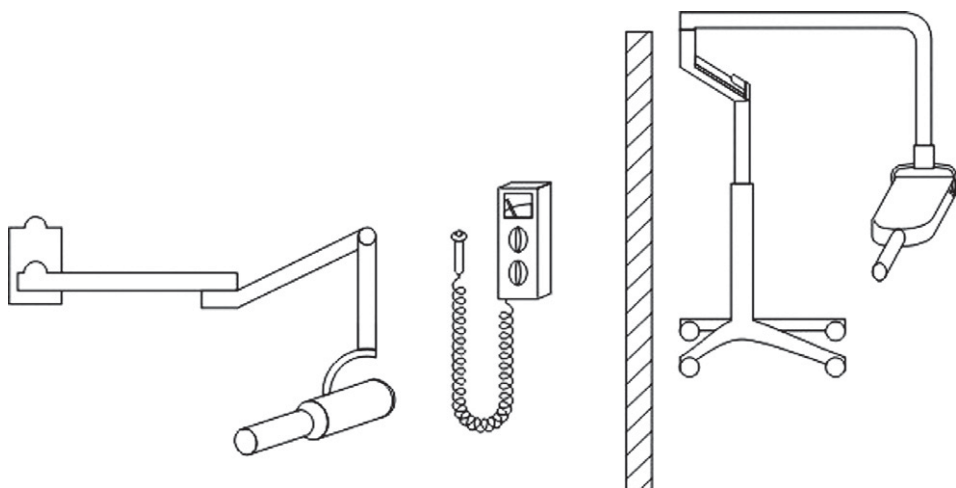
- Sensor radiográfico – rígido
- Imagem por radiografia digital direta – RDD
  - CCD
  - CMOSAPS
  - *Thin Film Transistor (TFT) Flat Panel Arrays* (utilizados em medicina)

Aqui está a principal diferença dos sistemas imagem por RD, para a radiografia convencional, ou seja, a troca do filme radiográfico pelo receptor/sensor radiográfico. Hoje, o mercado oferece dois tipos de sensores: os CCD (*charge-coupled device*) e as placas de fósforo ou *image plate* (IP). Ainda como alternativa para os sensores CCD temos os sensores CMOSAPS (*complementary metal oxide semiconductor active pixel sensor*), mais baratos (teoricamente) e com menor resolução em relação ao CCD. Os dois tipos de sensores já oferecem imagens de ótima qualidade, muitas vezes superiores às imagens radiográficas convencionais (Tabela 7.1).

Para a técnica radiográfica intraoral os sensores rígidos e com fio, CCD/CMOSAPS,

**Tabela 7.1 – Comparação de tecnologias de sensor do sistema de imagens por radiografias digitais**

<b>Tecnologia</b>	<b>CCD Charge coupled device</b>	<b>CMOSAPS Complementary-metal- oxide-semiconductor</b>	<b>PSP Photo-stimulable phosphor</b>
Terminologia genérica	Direta Imagem por RD		Semi-direta imagem por RD
Velocidade de surgimento da imagem	A imagem surge em tempo real no monitor/ <i>display</i>		A placa deve ser escaneada (feita a varredura) para que a imagem apareça no monitor/ <i>display</i> do computador (pode tomar de segundos a diversos minutos dependendo do tipo de radiografia) Similar aos filmes radiográficos convencionais, fino, flexível, porém, não deve ser dobrado
Com/Sem fio	Com fio		Sem fio
Dispositivo posicionador	Feito à medida pelos fabricantes		Podem ser utilizados os mesmos utilizados com os filmes radiográficos convencionais
Potencial dano	Pode com o tempo e manuseio haver dano ao fio, com possibilidade de curto-circuito (faísca)		Dano à placa devido ao manuseio como, dobras, riscos, vincos, etc.
Dificuldades de colocação na boca	Espessura do sensor e rigidez do fio dificultam a manipulação e o aceite do paciente		Comparável ao filme radiográfico
Área ativa	Menor do que o tamanho do sensor (em média 2x3 cm). Porém hoje há diferentes tamanhos		Superfície total da placa
Outros	Geralmente há diferenças na conexão exigida para conectar o sensor ao computador.		

**Figura 7.5** – Aparelhos de raios X convencionais para técnica radiográfica periapical. Fixo e móvel.



**Figura 7.6** – Sensor radiográfico tipo CCD/CMOSAPSAPS.

são colocados dentro da boca do paciente, e um cabo conecta o sensor a uma interface no computador. O CCD tem uma sequência de pixel sobre em um *chip* de silício. Após a exposição, a energia de raios X é convertida a um número proporcional de elétrons, que é depositada na memória, transferidos então de forma sequencial para um leitor externo amplificador (acoplamento da carga). Assim, o sinal análogo é convertido a um sinal digital, e torna a imagem dos raios X visível quase instantaneamente no monitor do computador. O principal inconveniente desse tipo de sensor é sua espessura e sua rigidez, que dificulta o procedimento técnico, pois o paciente pode não tolerar o sensor. Isso resulta em maior tempo para posicionar o sensor, além do fato de que, em geral, esses sensores são menores do que  $31 \times 41$  mm, o tamanho do filme radiográfico convencional. Para o clínico ou especialista que deseja radiografar apenas um elemento, o tamanho não será problema. Para um exame diagnóstico inicial, ou para o periodontista, que deseja radiografar por área, isso aumentará o tempo de exame. Precisa de proteção especial para ser colocado dentro da boca do paciente. A maioria dos fabricantes disponibiliza essas embalagens.

Podemos verificar ao lado, que os tamanhos das várias marcas comerciais variam, porém duas marcas já fabricam os sensores no mesmo tamanho do filme radiográfico convencional ( $31 \times 41$  mm), tanto CCD como com a tecnologia CMOSAPS (Figura 7.7).



**Figura 7.7** – Várias marcas de sensores rígidos, RDD, tipo CCD.



A vida útil de cada sensor é muito variável. Alguns fabricantes garantem em torno de 30.000 exposições.

### **Sensor radiográfico – PSP (photostimulable storage phosphor)**

- Imagem por Radiografia Digital Semidireta – RDD

O sistema de placa de fósforo ou *image plate* (PSP) utiliza placas no mesmo formato e tamanho dos filmes radiográficos convencionais, que compreendem uma base flexível do poliéster revestida com uma emulsão cristalina do *europium-activate*, composto de fluoreto de bário. Similarmente aos CCD, para

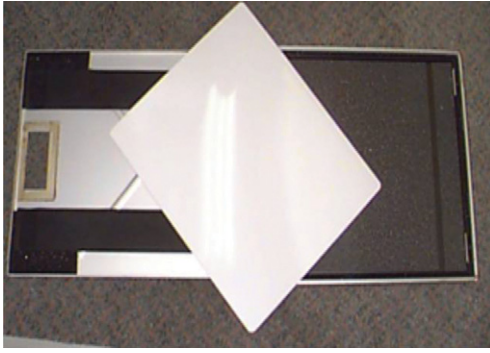


**Figura 7.8 A a D** – Receptores de imagem, ou sensor radiográfico – imagem por radiografia digital indireta – *photostimulable storage phosphor* (PSP) ou radiografia computadorizada. Fonte: Técnicas Air, Inc., Hicksville, Nova York.

o controle da infecção, a placa é colocada em um invólucro plástico, para impedir o contato com os fluídos bucais. Quando exposto aos raios X, essa energia é armazenada na emulsão, de forma latente da placa do PSP. Para a imagem tornar-se visível, após retirar a placa da boca do paciente, e após descartar o invólucro protetor, a placa é introduzida em um leitor *laser* específico (escaner), que fará uma varredura a *laser*, realizando na verdade um processamento eletrônico. Os elétrons armazenados são liberados, como a luz visível, e quantificados. Esse sinal análogo é convertido para a imagem digital, que pode ser vista

em um monitor do computador, *tablet*, *Ipod*, *notebook* etc. Esse processo pode levar de 20 segundos a alguns minutos se várias placas são inseridas no leitor, e também dependendo do tamanho da placa. Como nem toda a energia armazenada na placa do PSP é liberada durante a exposição, a placa deve “ser apagada”, ou exposta a uma forte fonte luminosa por diversos minutos antes de ser reutilizada (Figura 7.8).

O sistema de placa de fósforo ou *image plate* (PSP) também é conhecido como radiografia computadorizada ou RC, utilizada primariamente na área médica. Alguns equi-



**Figura 7.9** – Sensor radiográfico para RDI, PSP e chassi para radiografia digital extraoral.

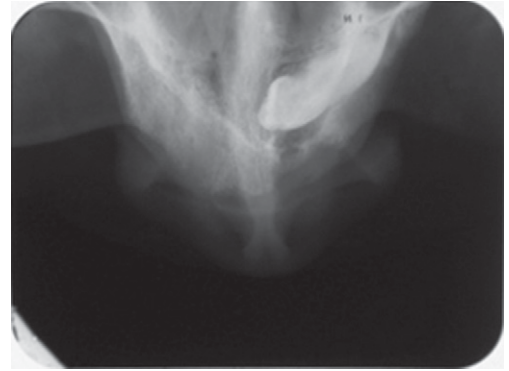
pamentos realizam a leitura e imediatamente apagam as imagens (Figura 7.9).

### **Digitalização radiográfica, também um processo de imagem por RD, porém indireto**

A utilização de escâneres e mais recentemente de máquinas videofilmadoras e fotográficas tornaram a digitalização radiográfica tarefa fácil, porém muitos cuidados devem ser tomados para que essas imagens tenham realmente qualidade diagnóstica (Figuras 7.10 e 7.11).

### **Computador e monitor**

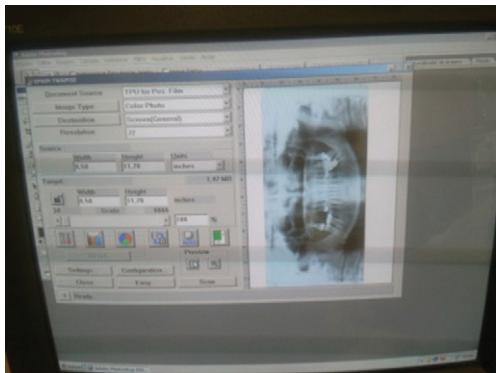
Todo sistema de RD oferece especificamente o seu *software* para visualizar, manipular e armazenar as imagens obtidas. O *software* deve dispor de várias ferramentas para processamento de imagens, como ajuste no brilho, contraste, *zoom*, correção da gama, anotação e medição. As ferramentas adicionais podem igualmente estar disponíveis, dependendo do fabricante. Num passado recente, muita dúvida pairava sobre o potencial para a fraude das RD na Odontologia, esquecendo-se de que a tomografia computadorizada, desde da década de 1970, trabalhava com imagens digitais, assim como a ultrassonografia, e, até mesmo, algo mais popular e atual, como nossas eleições para os diversos cargos do legislativo no Brasil são digitais. As RD podem sim ser alteradas, e por isso os *softwares* fornecidos com



**Figura 7.10** – Radiografia oclusal em negatoscópio preparada para escaneamento, com máscara. Após obter a imagem radiográfica convencional, intra- ou extraoral. A radiografia é disposta em um escaner com adaptador de transparência (propicia luz adicional, vinda de uma tampa superior semelhante a um negatoscópio), e escaneada via comando por *software*. Assim, teremos uma imagem radiográfica digitalizada, que será vista em computador ou similar. Notem nas figuras do escaner que há luz tanto em cima quanto embaixo da filme radiográfico radiográfica. Esse processo também pode ser feito via câmera fotográfica digital ou uma vídeo/filmadora.



**Figura 7.11** – Escaner profissional com adaptador de transparência (tampa superior). Escaner profissional Epson Expression 636.



**Figura 7.12** – Visão em monitor do *software* utilizado para o escaneamento da radiografia convencional.

a maioria de sistemas têm hoje as proteções devidas para impedir a substituição das imagens originais (Figura 7.12). A imagem manipulada pode ser salva com outro nome. Antes de comprar um sistema de RD é importante verificar a compatibilidade com o sistema operacional do computador. Lembre-se que uma das principais vantagens das imagens por RD é a possibilidade de manipulação da imagem para trazer a melhor qualidade radiográfica para o examinador. Muitas vezes as imagens brutas geradas são claras, ou têm pouca densidade, justamente porque o paciente foi subexposto. Porém, uma simples manipulação ou aplicação de filtros de imagem trará a melhor qualidade de imagem para realizar uma correta interpretação radiográfica.

### Acessórios

Para todas as técnicas radiográficas intra-orais é obrigatória a utilização dos sistemas de posicionamento de filmes/sensores intra-orais. Isso está posto na Portaria 453 da Anvisa. Isso, é claro, também vale para as RD, e esses dispositivos em geral acompanham todo o sistema direto.

Para placas PSP, os mesmos dispositivos de posicionamento para filmes radiográficos convencionais podem, e devem ser utilizados.

Instrumentos: Dentsply Rinn LLC, Elgin, Illinois (Figuras 7.14, 7.15 e 7.16);

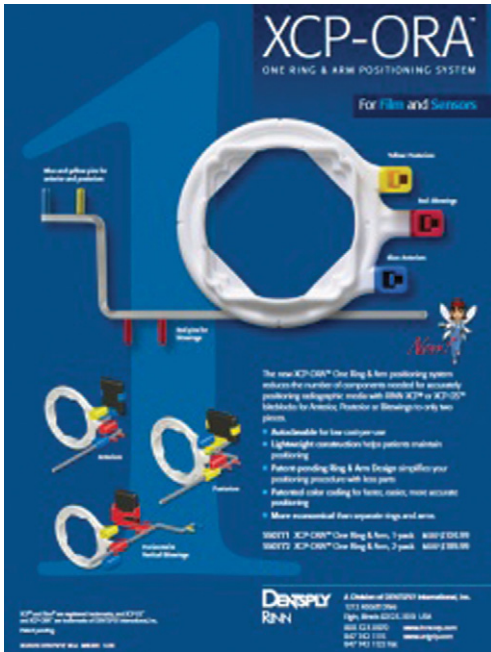
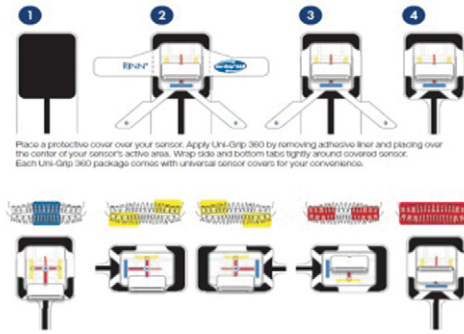
Sensores: Sirona Dental Systems, Charlotte, North Carolina.



**Figura 7.13** – Um computador com monitor ou similar é necessário para processamento das imagens, visualização e arquivamento. Vemos acima um display acoplado ao equipo odontológico. Em geral, deve-se seguir as orientações dos fabricantes quanto às especificações técnicas desse equipamento de informática, para viabilizar um desempenho devido do sistema de RD. A instalação de uma rede informática facilita o tráfego das imagens em diferentes salas, no mesmo local ou em outro. Os monitores/*display* devem ser calibrados para uma boa visualização das imagens por RD.

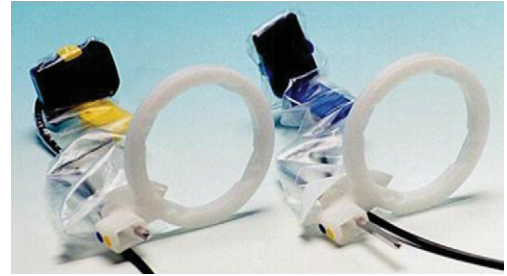
### Impressoras

Devemos lembrar que uma das principais vantagens das RD é o fato de o filme radiográfico não existir fisicamente. Porém, a grande maioria das clínicas de radiologia utilizam as impressoras *dry* para a produção de “cópias duras”, por solicitação dos cirurgiões-dentistas. Já os poucos cirurgiões-dentistas que utilizam as imagens por RD não imprimem essas imagens, apenas utilizam a visualização em monitores/*display*. A principal razão para a impressão das imagens de RD seria para que o paciente tivesse uma cópia, ou mesmo para que leve as suas imagens para outro profissional, por exemplo, que não tenha equipamento de raios X ou computador, *tablet* no consultório odontológico. Muitos profissionais ainda preferem ver a imagem radiográfica, mesmo digital, em filme radiográfico no negatoscópio, o que é um enorme contrassenso, no nosso entender. Qualquer impressora pode imprimir as imagens de RD



**Figura 7.14** – Um importante acessório para o sistema de imagens por RD são os dispositivos posicionadores.

(jato de tinta, térmica, cera, *laser* etc.), porém a qualidade pode ser questionável para o diagnóstico. Além do elevado custo de impressão, no caso das impressoras jato de tinta e a *laser*. Nos filmes radiográficos convencionais, a imagem é azulada em tons de cinza. Já nos sistemas de imagens de RD variam do branco a preto, com vários tons de cinzas. Assim, para manter uma boa qualidade dessa imagem de RD é necessário uma boa e específica impressora, própria para essa finalidade. Hoje, são utilizadas impressoras térmicas para impressão em filme radiográficos especiais, semelhantes aos filmes radiográfi-



**Figura 7.15** – Dispositivo posicionador de sensor intraoral – CCD.



**Figura 7.16** – Placa de fósforo – PSP com protetor plástico para ser levado à boca.

cos convencionais, porém não sensíveis aos raios X e à luz, mas são impressionados pelo calor da impressora, e produzem imagens ótimas. Uma diferença é notória. A imagem por RD, vista no monitor, apresenta-se em tons de cinzas ou RGB (*red, blue, green*), porém em geral a imagem não tem cor. Já os filmes radiográficos utilizados para a impressão dessas imagens apresentam a base de polietileno colorida, em tom azulado.

### Transmissão

As imagens de RD podem ser enviadas como arquivos, nos vários formatos existentes, de maneira similar às fotografias. Os formatos de arquivos mais utilizados são: JPG ou Jpeg, TIFF, GIF e BMP. O formato JPG é mais viável quando pensamos em armazenamento (devido à possibilidade de compressão), porém os formatos TIFF e BMP são mais confiáveis em relação ao fato



**Figura 7.17** – Impressora *dry* da Agfa (Drystar 5300) para impressão das imagens por RD.

de não terem perdas, mesmo após várias manipulações nas imagens.

O formato de transmissão *Digital Imaging and Communications in Medicine* (DICOM) foi desenvolvido pelo American College of Radiology e pela National Electrical Manufacturers Association, com o intuito de operacionalizar um método comum e seguro de transmissão de imagens digitais. A American Dental Association suporta o uso do DICOM. Assim, para adaptar as imagens de RD na Odontologia para os padrões DICOM, viabilizando o tráfego dessas imagens radiográficas digitais, um comitê assessor da ADA (SCDI) desenvolveu algumas normas, o *Technical Report* (TR) nº 1.023, sobre as exigências da execução para DICOM em Odontologia (ADA, 2005). As exigências DICOM apresentadas no relatório técnico permitem a troca de imagens radiográficas digitais entre fornecedores dentais, não obstante os diferentes sistemas de operação. Os vendedores de sistema de imagens por RD odontológica que seguem as exigências devem certificar-se que estão em conformidade com ADA SCDI TR 1.023 (Figura 7.18).

A redução do tamanho da imagem por RD para armazenamento desta é realizado pela aplicação de algoritmo. Por exemplo, vários valores repetidos podem ser representados pelo valor dado e o número de repetições,



**Figura 7.18** – A transmissão de imagens é uma das grandes vantagens das imagens por RD, aumentando sobremaneira a capacidade diagnóstica, discussão de casos, ensino etc.

em vez de repetir o valor várias vezes (Figura 7.17).

### **Técnica radiográfica utilizando sensor digital**

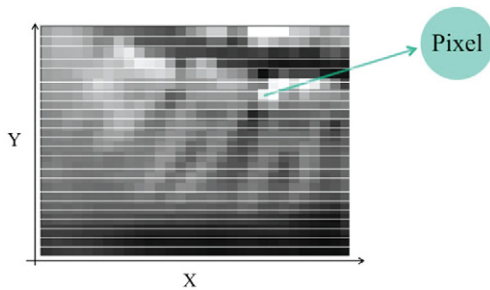
#### **Base da formação das imagens por radiografia digital**

##### **Formação da imagem de radiografia digital. Informação digital (Tabela 7.2)**

É um sistema de elementos eletrônicos que permite ver as imagens obtidas por raios X de forma digital em um monitor. Para isso, em vez de utilizarmos filmes radiográficos para gravar as imagens, as mesmas serão registradas em sensores, rígidos ou não. Esses sinais gravados são convertidos em números binários (digitalizados) e estocados em uma memória digital.

**Tabela 7.2** Passos na técnica de imagem intraoral digital

Passos	Procedimento
Passo 1	Cadastrar o paciente no <i>software</i> do sistema de RD
Passo 2:	Conscientizar o paciente sobre o procedimento radiográfico
Passo 3:	Realizar os procedimentos de controle de infecção
Passo 4:	Envelopar o sensor radiográfico, CCD ou PSP, adaptando-o no dispositivo posicionador de sensor (DPS) para a região desejada
Passo 5:	Realizar os procedimentos de proteção do paciente, colocando o protetor de tireoide e o avental plumbífero
Passo 6:	Adequar a posição do paciente na cadeira, objetivando a região a ser radiografada
Passo 7:	Selecionar o tempo de exposição
Passo 8:	Colocar o DPS na região desejada na boca do paciente.
Passo 9:	Alinhar o DPS com a boca do cilindro localizador do equipamento de raios X (ângulo vertical e horizontal e centro de feixe de raios X)
Passo 10:	Preparar o <i>software</i> para a exposição, e preparar para apertar o botão disparador do equipamento raios X. Lembre-se de se proteger, posicionando-se atrás da barreira protetora, biombo ou parede de alvenaria
Passo 11:	Verificar o resultado radiográfico, acerto ou repetição
Passo 12:	Remover o sensor da boca do paciente; se tiver terminado, ver a imagem direto no monitor
Passo 13:	Analisar o resultado radiográfico; salvar a imagem



**Figura 7.19** – As imagens digitais são compostas de uma matriz de valores de *pixels* (*picture element*). A figura acima aponta um *pixel* na imagem digital.

125	25	311	111	182	222	176
199	192	85	69	133	149	112
77	103	118	139	154	125	120
145	301	256	223	287	256	225
178	322	325	299	353	333	300

**Figura 7.20** – Esquema de uma matriz de imagem por RD.

Aos números digitais são atribuídos tons de cinza e mostrados no monitor.

Veja ao lado uma suposta imagem armazenada, como um arranjo, ou uma matriz, disposta em duas dimensões que represen-

tam algum atributo da imagem tal como (Figura 7.19):

- a densidade óptica,
- atenuação do raios X,
- intensidade do eco,
- magnetização.

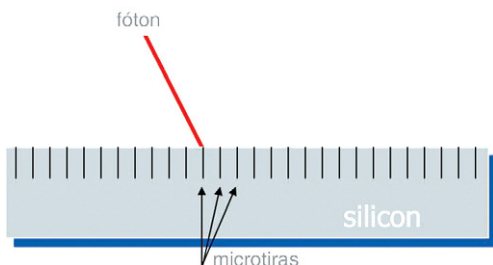


**Figura 7.21** – Esquema ilustrativo do sistema de imagem por RD, tipo CCD.

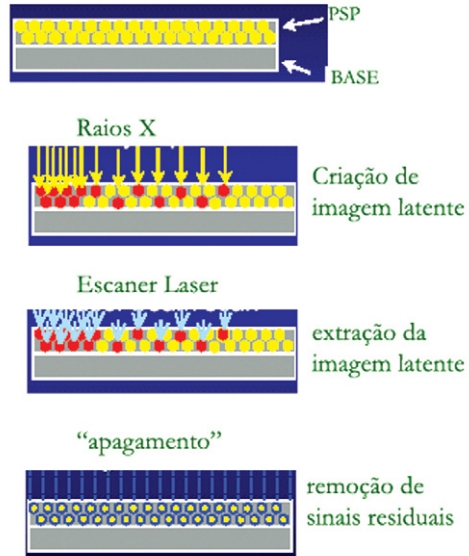
### CCD/CMOSAP/PSP - Características físicas e formação da imagem

Os CCD, detectores em estado sólido, são formados por um material à base de fósforo (similar a uma tela intensificadora) na face de exposição do sensor, que emite luz (cintilação) quando sensibilizados pelos raios X. Essa cintilação (luz visível) atinge o núcleo dos detectores (fotodiodos) que, por efeito fotoelétrico, emitem elétrons, originando uma corrente elétrica (forma analógica) no terminal do detector (silício), proporcional à energia do fóton de raios X, que é então enviado a um conversor, que transforma esse sinal (analógico) em digital. Assim, o sinal digital será enviado ao computador por meio de um cabo acoplado ao receptor de imagem (Figura 7.21).

- “tiras” metálicas embebidas em silício (Figura 7.22)



**Figura 7.22** – Microtiras no detector de silício.



**Figura 7.23** – Esquema ilustrativo do sistema de imagem por RD, tipo PSP.

- perpendicular em ambos os lados do *chip*;
- os fótons produzem elétrons secundários;
- carga elétrica é esgotada pelas microtiras.

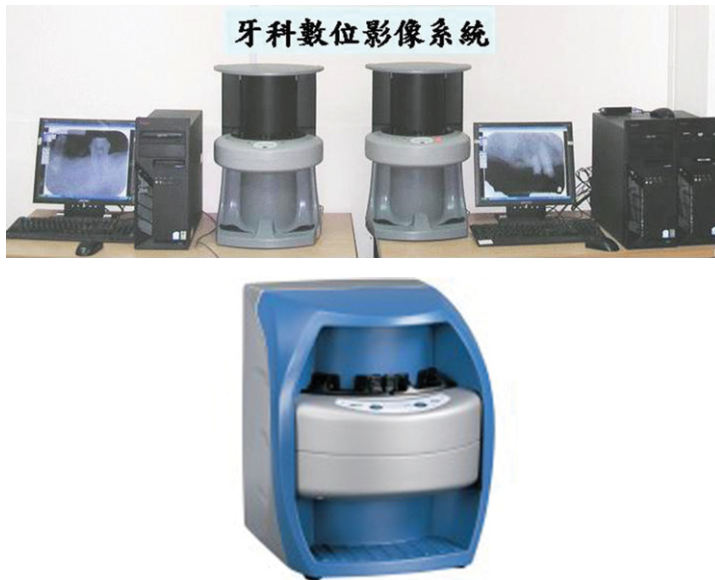
Abaixo podemos ver um sistema de imagem por RD, tipo PSP, que pode processar placas intra- e extraoral, nos tubos ao centro, que são leitores *laser* (Figura 7.23). Esses dispositivos podem processar várias placas de fósforo ao mesmo tempo, porém levará mais tempo para visualizar a imagem no monitor (Figura 7.24).

### Estocagem da imagem por RD e cópias digitais

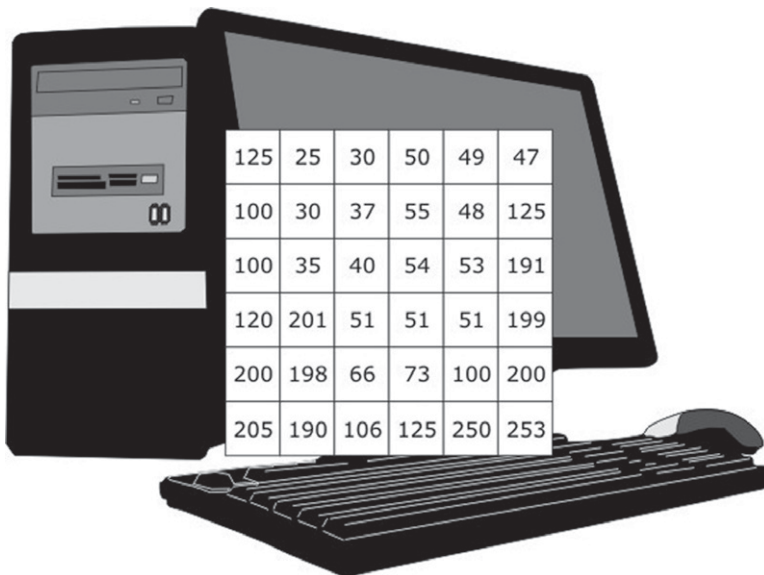
As cópias digitais são idênticas, diferentemente das cópias de filmes convencionais, que nunca serão idênticas (Figuras 7.25, 7.26, e 7.27).

Exemplo:  $512 \times 512 \text{ pixels} = 262.164 \text{ pixels}$ . Essa é a forma matricial.

- O *bit* é a unidade fundamental de estocagem nos computadores, e significa *binary digit*. Há apenas dois valores de *bits*: “0” (zero) e “1” (um). Assim, todas as operações computacionais são realizadas com esses valores.



**Figura 7.24** – Dois diferentes sistemas de imagens por RD, tipo PSP, escâneres das películas de fósforo. Scan-duo. Air Techniques.



**Figura 7.25** – Esquema ilustrativo da possibilidade de armazenamento dos dados das RD.

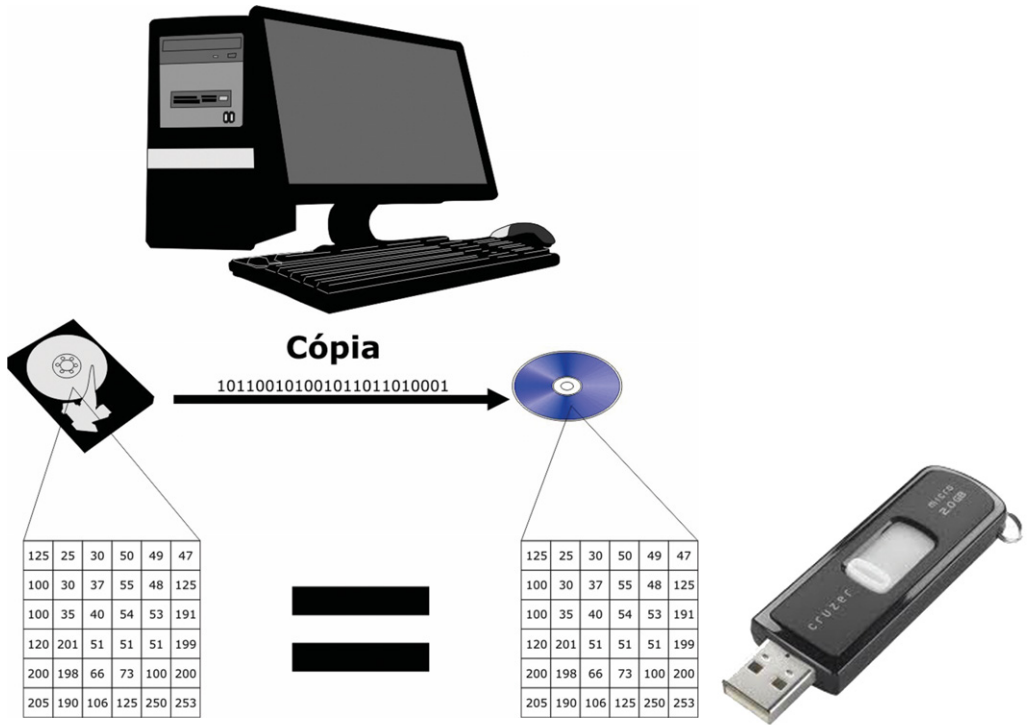
- *Bit (binary digit)* (Tabela 7.3)
  - “0” ou “1”;
- *Byte*
  - 8 bits
- *Kilobyte*
  - $2^{10}$  ou 1.024 bytes
- Algumas vezes arredondado para 1.000 bytes
- *Megabyte*
  - $2^{13}$  ou 1.048.576 bytes ou 1.024 kilobytes
  - Consideramos o valor inteiro de 1.000.000 bytes ou 1.000 kilobytes

**Tabela 7.3 - Exemplo: 2 bits = 4 (2<sup>2</sup>) possibilidades/valores**

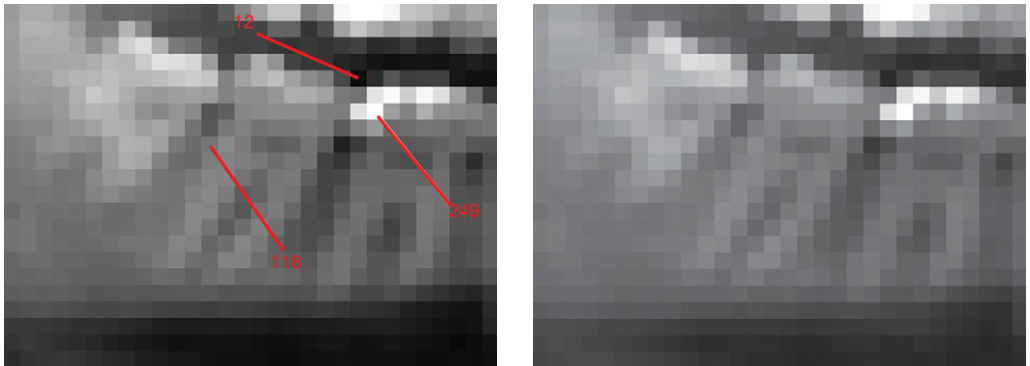


**Tabela 7.4 - Exemplo: 3 bits = 8 (2<sup>3</sup>) possibilidades/valores**





**Figura 7.26** – Esquema ilustrativo da mídia de estocagem das RD. Hoje, as possibilidades são múltiplas e confiáveis.



**Figura 7.27** – Imagens de cópia idêntica da imagem original, uma das vantagens das RD. A grande ampliação aplicada fornece detalhes para comparação.

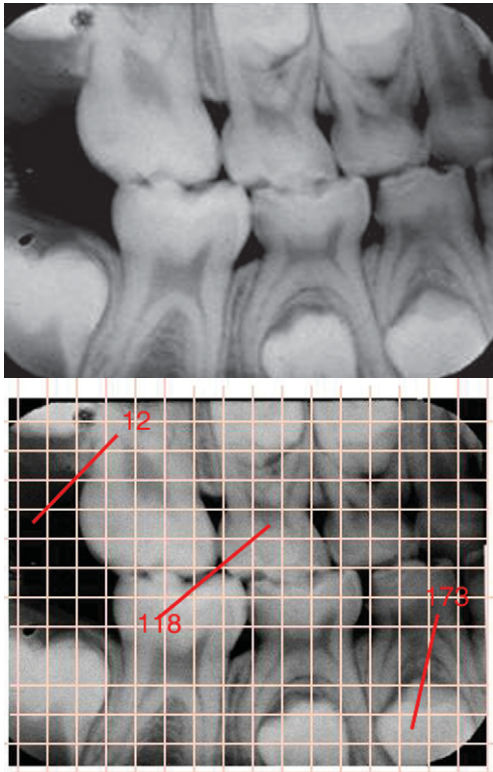
**Bit depth – profundidade de cor**

Refere-se à cor ou à escala de cinza de um *pixel*.

Um *pixel* com 8 *bits* por cor resulta numa imagem de 24 *bits* (8 *bits* multiplicados pelas três cores RGB ( *red*, *green*, *blue* ).

Assim, imagens com:

- 32 *bits* de cor (*true color*) representam bilhões de cores;
- 24 *bits* (*true color*), 16,7 milhões de cores;
- 16 *bits* (*high color*), 32 mil cores (padrão de *Macintosh*);



**Figura 7.28** – Imagem convencional transformada em imagem digital. Assim, é possível identificar, por exemplo, o valor individual de cada pedaço da imagem, ou *pixel*.

- 8 bits, 256 tons de cinza;
- 4 bits, 64 tons de cores ou cinza;
- 2 bits, 4 cores ou tons;
- 1 bit, preto e branco, na maior parte das vezes.

Essa profundidade de cor indica na realidade o número de possíveis níveis de brilho para o *pixel* (Figuras 7.28 e 7.29).

Os valores do *pixel* atribuem níveis de brilho.

O brilho da imagem de RD pode ser manipulado sem afetar os dados da imagem.

**Exemplos de diferentes tamanhos de imagens**

155	214
13	67

Matriz  $2 \times 2 = 4$  pixels



**Figura 7.29** – Imagens de moedas para exemplificar as duas possibilidades de valores.

214	155	63	81
13	69	250	201
222	7	65	156
13	88	98	102

Matriz  $4 \times 4 = 16$  pixels

Assim, se dobrarmos a dimensão da matriz, quadruplicamos o número de *pixels*, ou seja:

- aumenta o espaço de estocagem;
- aumenta o tempo de transmissão;
- aumenta o tempo de processamento da imagem, ou manipulação diagnóstica.



**Figura 7.30** – Imagem de radiografia com 1 bit; dois tons da grade de cinza.



**Figura 7.31** – Imagem de radiografia com 8 bits; 256 tons de cinza.

Porém, quanto maior o número de *pixels*, melhor a resolução espacial da imagem.

### Resolução espacial ou amostragem espacial, ou, ainda, o tamanho dos pixels nas imagens por RD

Formalmente, é definida como a menor separação angular ou linear que um sensor pode diferenciar, medido em linhas por milímetro, metros ou estéreos radianos.

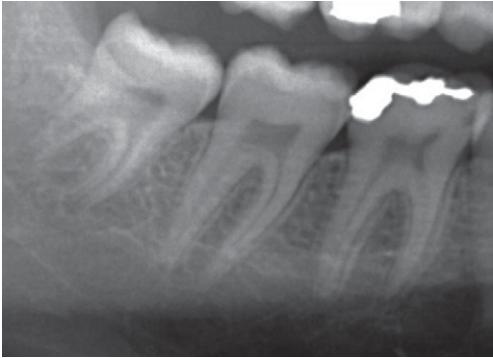
O nível de detalhes que podemos ver em uma imagem por RD depende da resolução espacial. Quanto maior, mais finos detalhes vemos. Assim, aumenta a possibilidade de identificar mais objetos, ou os detalhes na imagem. Assim, a resolução espacial seria o menor tamanho de objetos que é possível identificar na imagem. Depende da frequência de amostragem e do número de *pixels* (Figura 7.32). Expressa em lp/mm (linhas por polegada por milímetros). Pode ser expressa em pl/mm (pares de linhas por milímetros). A resolução quantifica a proximidade que determinado número de linhas podem ficar umas das outras e ainda assim serem visivelmente determinadas. Em geral, um par de linhas é constituído de uma linha apagada e uma linha acesa, adjacentes.

### Resolução de contraste

Diferenciação de cor ou de escala de cinza. Indica o número de tons de cinza que um detector pode capturar.



**Figura 7.32** – Imagens da Lenna de 256 níveis de cinza: (A)  $256 \times 256$  pixels; (B)  $128 \times 128$  pixels e (C)  $64 \times 64$  pixels (Adobe Photoshop).



**Figura 7.33** – Resolução 100 d.p.i. Matriz  $593 \times 433 = 256.769$  pixels.



**Figura 7.36** – Resolução 40 d.p.i. Matriz  $237 \times 173 = 41.001$  pixels.



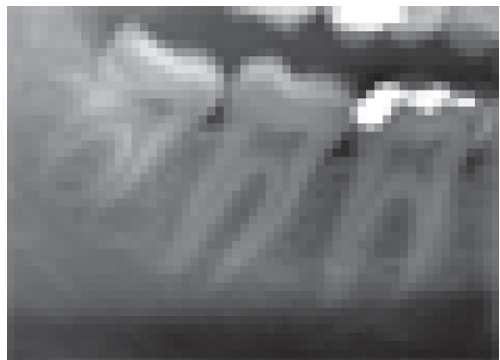
**Figura 7.34** – Resolução 80 d.p.i. Matriz  $474 \times 346 = 164.004$  pixels.



**Figura 7.37** – Resolução 20 d.p.i. Matriz  $119 \times 87 = 10.353$  pixels.



**Figura 7.35** – Resolução 60 d.p.i. Matriz  $356 \times 260 = 92.560$  pixels.



**Figura 7.38** – Resolução 10 d.p.i. Matriz  $59 \times 43 = 2.537$  pixels.



**Figura 7.39** – A mesma imagem radiográfica com resolução 3 d.p.i. – matriz  $30 \times 22 = 660$  pixels. Note como a imagem fica “pixelada”, ou seja, com os pixels facilmente visíveis, e as estruturas pouco visíveis.

### Radiografias com diferentes resoluções de contraste (Figura 7-33 a 7-39)

Podemos notar nas imagens abaixo que na primeira linha, ou resolução de imagem

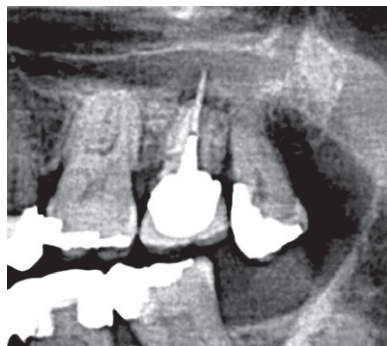
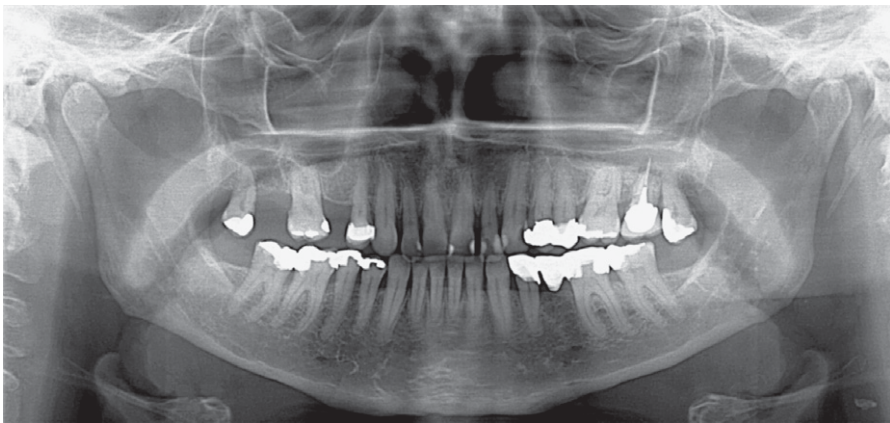
de 100, 80, 60 e 40 d.p.i. (dots per inch) ou pontos por polegada, praticamente não há diferença nas imagens, ainda mais porque as mesmas foram ajustadas para o mesmo tamanho de impressão. Veja o tamanho real das imagens logo abaixo de cada uma delas. Já nas imagens com resolução de 20 e 10 d.p.i., a “pixelização” é evidente e prejudica muito a interpretação da mesma.

Cada número de uma imagem digital corresponde a uma tonalidade de cinza, para determinado elemento ou *pixel*.

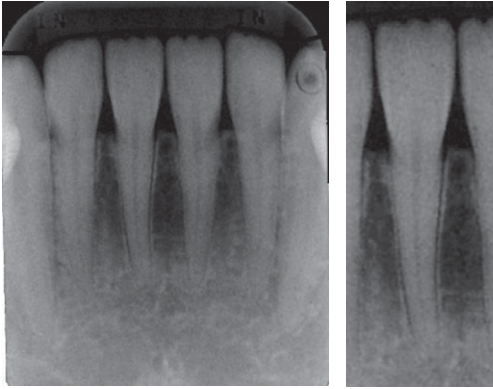
Operações de realce de imagem são realizadas para alterar a aparência visual da imagem para cada examinador e sempre com ênfase na requisição diagnóstica. Ferramentas comuns de aprimoramentos incluem:

Realce:

- Zoom (Figura 7.40, 7.41);
- Brilho (Figura 7.42);
- Contraste (Figura 7.43).



**Figura 7.40** – Zoom de uma parte da radiografia panorâmica digital.



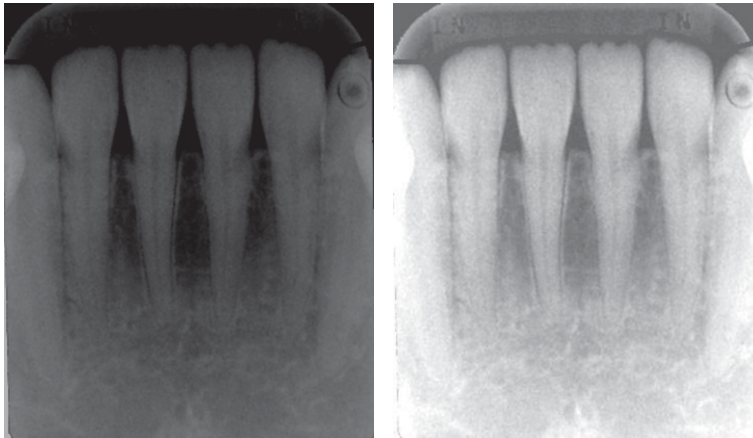
**Figura 7.41** – Zoom de uma parte da radiografia periapical digital.

## Manipulação das imagens (utilização de filtros) (Figuras 7.42 a 7.54)

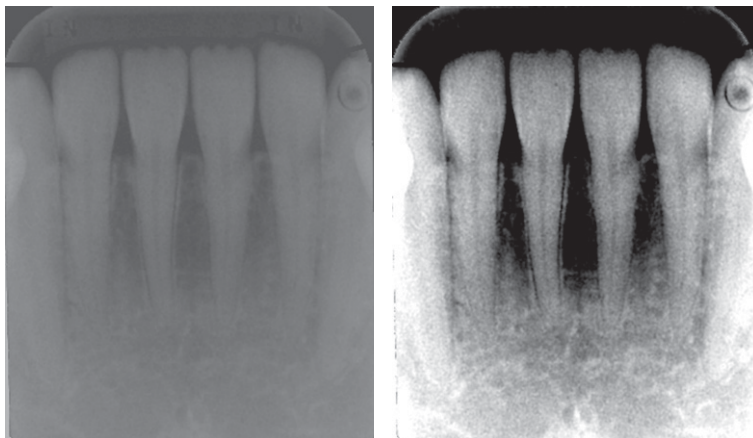
### *Ajustes de brilho (densidade) e contraste*

A maioria de sistemas de imagens por RD é capaz de produzir até 1.024 tonalidades de cinza, porém o olho humano, em geral, pode ver cerca de 30 tons de cinza. A densidade ótica e o contraste podem ser ajustados após a exposição pelo técnico de radiologia ou pelo próprio cirurgião-dentista.

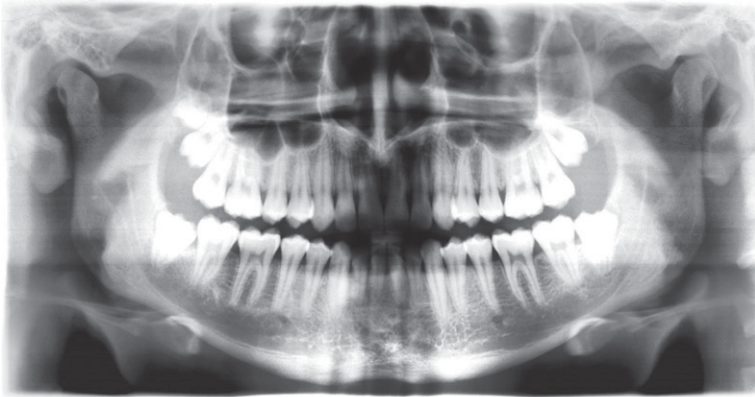
A densidade ótica e o contraste podem ser ajustados após a exposição radiográfica no *software*. A imagem deve ser ajustada para a melhor qualidade visual do operador e do radiolo-



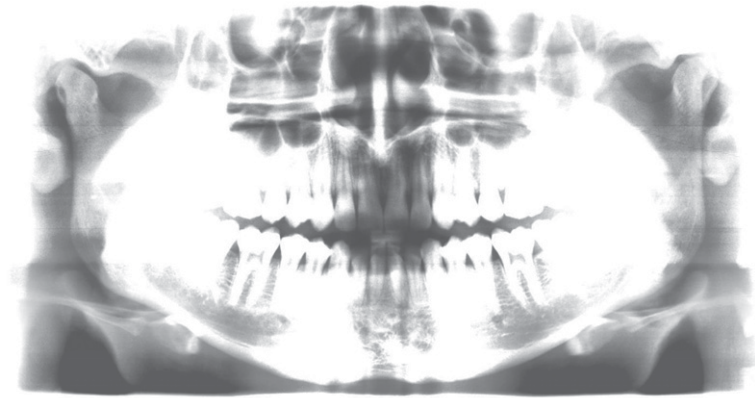
**Figura 7.42** – Manipulação do brilho em radiografia periapical.



**Figura 7.43** – Manipulação do contraste em radiografia periapical.



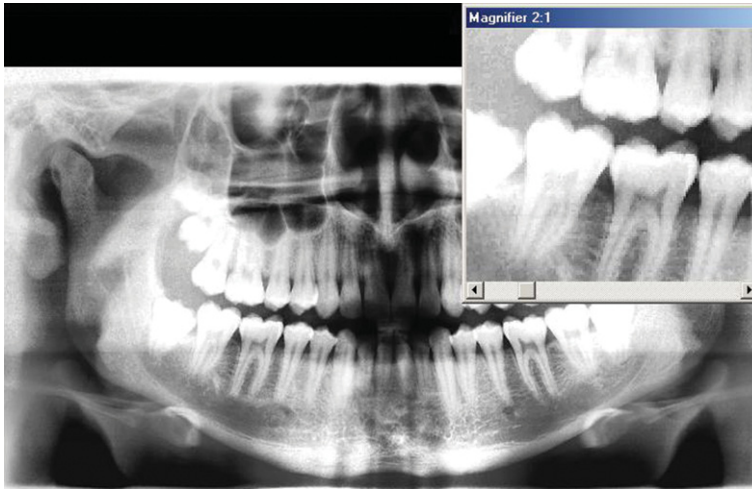
**Figura 7.44** – Imagem adequada para um padrão de normalidade.



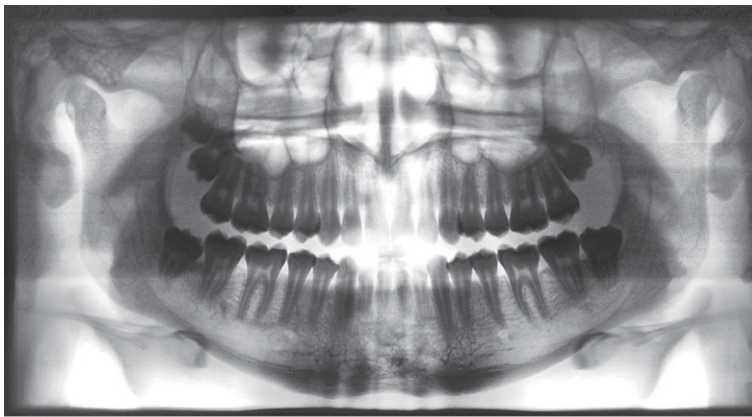
**Figura 7.45** – Imagem original com pouca exposição. Porém, com a manipulação radiográfica talvez seja possível trazer a imagem para um bom padrão de qualidade. Vale lembrar que as RD também têm latitude de exposição, e, assim, pouca ou muita exposição podem não propiciar a manipulação ou aplicação dos filtros de imagens.



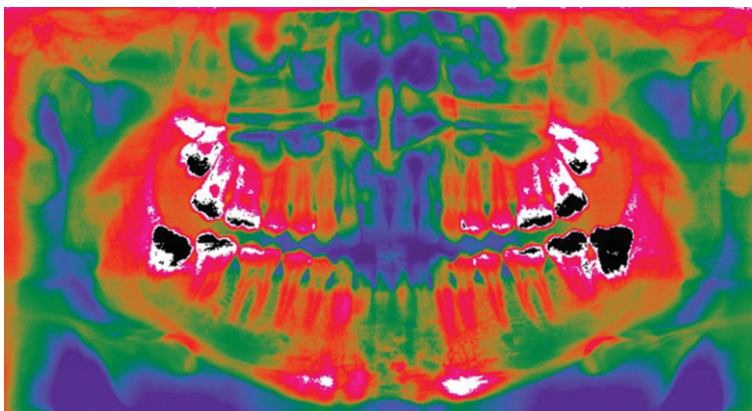
**Figura 7.46** – Filtro de pseudorrelevo.



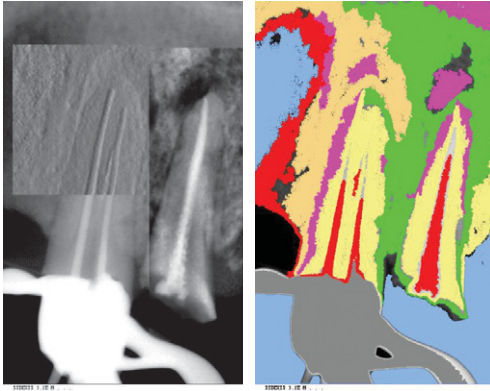
**Figura 7.47** – Zoom de área específica.



**Figura 7.48** – Inversão ou imagem negativa.



**Figura 7.49** – Pseudocolorização utilizando-se a escala de contraste original em tons de cinza.

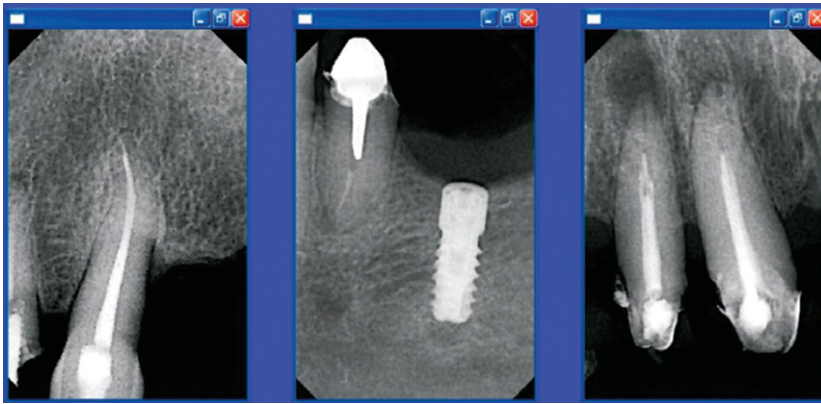


**Figura 7.50** – Várias aplicações de filtros em uma mesma RD.

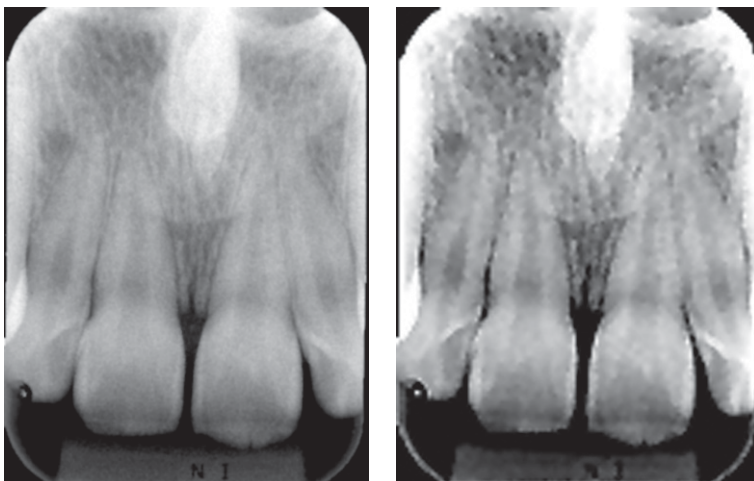
gista que fará a interpretação radiográfica. Essa adequação da imagem pode ser feita inúmeras vezes, sempre lembrando que a imagem original não pode ser mudada. Assim, se o profissional quiser gravar uma imagem adequada à sua visão deverá salvá-la com outro nome.

Hoje muitos sistemas já vem calibrados de fábrica para aplicar filtros de realce automaticamente, o que não é o melhor, pois cada cirurgião-dentista deveria ajustar esse filtro segundo sua melhor ótica.

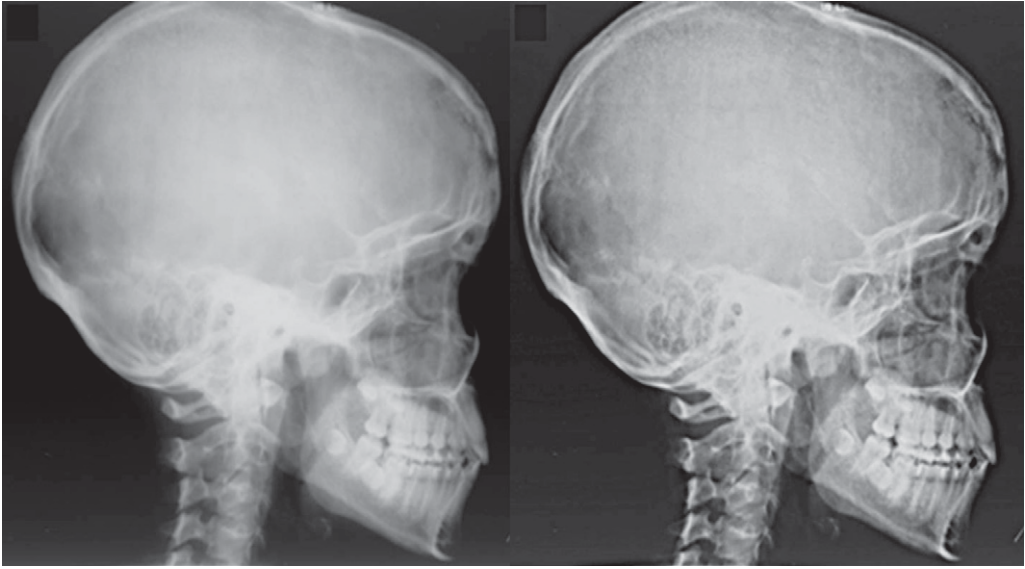
*A decisão de “entrar na era digital” (Tabelas 7-5 a 7-7)*



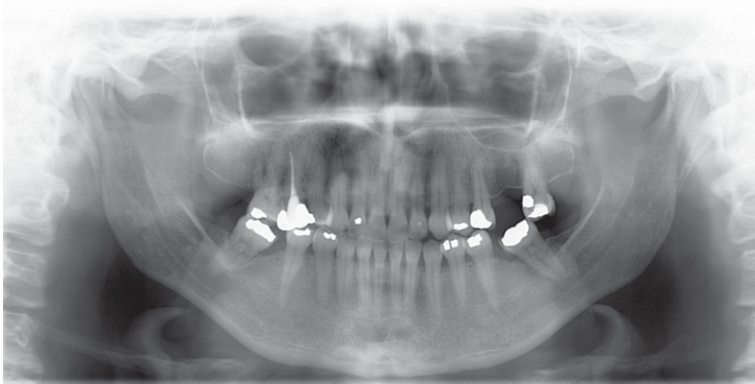
**Figura 7.51** – Alta resolução das imagens de radiografias periapicais digitais.



**Figura 7.52** – Aplicação de filtro de máscara de nitidez ou realce de nitidez.



**Figura 7.53** – Aplicação de filtro similar – realce da borda.



**Figura 7.54** – Alta resolução da imagem de RD possibilita aplicar a ferramenta *zoom* várias vezes, sem “pixelar” a imagem, trazendo um enorme ganho na pesquisa diagnóstica de pequenos detalhes.

### Tabela 7.5 A decisão de “entrar na era digital”

Deve incluir os seguintes aspectos:

Terei retorno do meu investimento? Quantas radiografias realizo diariamente? Quanto tempo estarei no consultório?

Que tipos de exames radiográficos eu normalmente executo? A RD funcionará para todas as situações (por exemplo, os CCD não têm tamanho para a técnica oclusal)? Dada a minha situação clínica, é o CCD ou o PF o sistema de RD mais adequado? Por exemplo, se há um grande número de pacientes pediátricos na prática, os pacientes mais jovens podem não tolerar a colocação intraoral de um CCD e, portanto, um sistema de SP pode ser mais adequado. Dentistas que realizam um grande número de procedimentos endodônticos podem preferir a imagem instantânea produzida por um sistema de CCD/CMOSAPS

Poderia utilizar outros dispositivos de imagem, como uma câmera digital intraoral, junto com o sistema de RD? Em caso afirmativo, como eles se integram? É importante discutir isso com os fornecedores de RD para garantir que o software permita que as imagens fotográficas sejam integradas em prontuário eletrônico do paciente

Ainda vou precisar de uma processadora automática e/ou câmara escura e/ou caixas portáteis de processamento radiográfico convencional?

Eu e minha equipe estaremos confortáveis em lidar com a tecnologia do computador? Consultórios que são minimamente informatizados terão uma curva de aprendizado mais longa ao adotar a RD, embora o software para a RD seja fácil de aprender

O que pensam os outros membros da equipe odontológica? A adesão à ideia da RD é importante para toda a equipe

São a empresa e o produto confiáveis? Alguns compradores ficaram desapontados porque eles adquiriram equipamentos de empresas que posteriormente saíram do negócio e de apoio e peças para os equipamentos já não estavam disponíveis

Que garantia de atualização e ofertas de reposição estão disponíveis para o equipamento? O que está incluído no contrato de serviço e qual é a taxa?

O suporte técnico facilmente disponível?

**Tabela 7.6 Lista de fabricantes dos sistemas de imagens por RD**

<b>Empresa</b>	<b>Aparelho RX Intraoral</b>	<b>Aparelho RX Panorâmico</b>	<b>Aparelho RX Cefalométrico</b>	<b>Nota</b>
Cygnus Technologies	Loja Dental			
Dent-x	EVA (CCD)	Strato Digital (CCD)	—	
Dental/Medical Diagnostic Systems Inc.	MPDx agora é Remedent N.V.			
DigiDent	Mudou o nome para Orex			
Dürr Dental	VistaRay Sensor (CCD) VistaScan Intra (PSP) VistaScan (PSP)	— —	— —	
Fimet	F1 iOX megapixel X-ray Sensor (CCD)	—	—	
Gendex	DenOptix (PSP) DenOptix Ceph (PSP) Visualix HDI (CCD) Orthoralix 9200 DDE (CCD) Orthoralix 9200 DDE Ceph (CCD)	Orthoralix 9200 DPI (CCD) —	— —	
Instrumentarium imaging	SIGMA (CCD)  Orthoceph® OC100 D (CCD)	Orthopantomograph® OP100 D (CCD)	—	
Morita	Veraviewepocs 5D(CCD) Veraviewepocs SDCP(CCD)	—		
Orex	Paxorama Xi (PSP) Combix Xi (PSP)			
Panasonic	CCD	Mudou para Cygnus Technologies		
Planmeca_Group	Dixi® 2 (CCD)	Dimax2 (CCD)		
ProVision Dental Systems, Inc.	DEXIS (CCD)	DEXpan (PSP)		
Progeny Dental	MPS Digital X-ray Sensor System (CCD)	—	—	
Regam	Mudou para Dent-x			
Remedent N.V.	MPDx (CCD)	—	—	
Schick	CDR (CCD) CDR Wireless (CCD)	CDRPan (CCD)	—	
Siemens	Mudou para Sirona			
Signet	DXIS® (CCD)	—		
Sirona	SIDEXIS (CCD)	ORTHOPHOS DS (CCD)	ORTHOPHOS DS Ceph (CCD)	
Soredex	Digora fmx (PSP) Digora Optime (PSP) Cranex Excel D (CCD) Scanora D (PSP)	Digora PCT (PSP) Cranex BaseX D (CCD)		
Suni Medical Imaging Inc.	Dr. Suni Plus (CCD)	—		
Trophy	RVG (CCD)	Digipan (CCD)		
Villa Sistemi Medicali	Dixsy (CCD)	—		

**Tabela 7.7** Lista de equipamentos de raios intraoral

Nome do Produto	Empresa	Tipo	Nota
CDR	Schick	CCD	—
CDR Wireless	Schick	CCD	—
Combix Xi	Orex	PSP	3 × 1: Intraoral, panorâmica e cefalométrica
CygnusRay MPS	Mudou para: MPS Digital X-ray Sensor System	CCD	—
DenOptix	Gendex	PSP	Pode integrar o equipamento RX panorâmico
DenOptix Ceph	Gendex	PSP	3 × 1: intraoral, panorâmica e cefalométrico
DEXIS	ProVision Dental Systems, Inc.	CCD	—
Digora fmx	Soredex	PSP	—
Digora Optime	Soredex	PSP	—
Dixi® 2	Planmeca Group	CCD	—
Dixsy	Villa Sistemi Medicali	CCD	—
Dr. Suni Plus	Suni Medical Imaging Inc.	CCD	—
EVA	Dent-x	CCD	—
F1 iOX megapixel X-ray Sensor	Fimet	CCD	—
Flash Dent	—	CCD	A versão atual é chamada Dixsy
Intrascan Intrascan W	No longer sold	PSP	—
MPDx	Remedent N.V.	CCD	—
MPS Digital X-ray Sensor System	Progeny Dental	CCD	—
Multiscan	No longer sold	PSP	3 × 1: intraoral, panorâmica e cefalométrica
NI-DX	Dentsply New Image	CCD	Fechou
Panasonic	—	CCD	Vendida como CygnusRay pela Cygnus Technologies
Paxorama Xi	Orex	PSP	3 × 1: intraoral, panorâmica e cefalométrica
Sens-A-Ray	Dent-x	CCD	Descontinuou e agora é EVA
SIDEXIS	Sirona	CCD	—
SIGMA	Instrumentarium imaging	CCD	—
RVG	Trophy	CCD	—
VistaRay Sensor	Dürr Dental	CCD	—
VistaScan	Dürr Dental	PSP	3 × 1: intraoral, panorâmica e cefalométrica
VistaScan Intra	Dürr Dental	PSP	—
VisualiX HDI	Gendex	CCD	—

## Bibliografia

1. ADA Professional Product Review. Digital Radiography Systems: Comparison of Sensor Technologies. Volume 1: Issue 1 Summer 2006 (Online).
2. American Dental Association Standards Committee on Dental Informatics. Technical report no. 1023-2005: Implementation requirements for DICOM in dentistry. Chicago: American Dental Association; 2005.
3. Beda ECC, Castilho JCM, Medici Filho E. Aspecto legal da radiografia digital. *Rev EAP/APCD*. 2002;4(1):9-11.
4. Borg E, Grondahl HG. On the dynamic range of different X-ray photon detectors. A comparison of image quality in film, charge-couple device and storage phosphor systems. *Dentomaxillofac Radiol* 1996;82(2):2-8.
5. Clasen NF, Aun CE. Radiografia digital direta análise dos principais sistemas e recursos. *Rev Odontol UNICID* 1998;10(2):109-20.
6. Conover GL, Hildebolt CF, Yokoyama-Crothers N. Comparison of linear measurements made from storage phosphor and dental radiographs. *Dentomaxillofac Radiol* 1996;25(5):268-73.
7. Digital Imaging and Communications in Medicine Standards Committee. Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM); Supplement 92: Media application profile for digital radiographic images in dentistry. June 15, 2004. Available at: "ftp://medical.nema.org/medical/dicom/final/sup92\_ft.pdf". Accessed Aug. 1, 2006.
8. Emmott LF. Essential questions regarding data, backups and online backups. *J Am Dent Assoc*. 2004;135(7):1005-8.
9. Emmott LF. The digital revolution, images and X-rays. *NY State Dent J* 2005;71(1):40-3.
10. Farmam TT, Farman AG, Scarfe WC, Goldsmith LJ. Optical densities of dental resin composites: A comparison of CCD, storage phosphor, and ektaspeed plus radiographic film. *Gen Dent* 1996;44(6):532-7.
11. Huysmans MC, Hintze H, Wenzel A. Effect of exposure time in vitro diagnosis using digora system. *Eur J Oral Sci* 1997;105(1):15-20.
12. Mistak EJ, Loushine RJ, Primarck PD, West LA, Runyan DA. Interpretation of periapical lesions comparing conventional, direct digital and telephonically transmitted radiographic images. *J Endod* 1998;24(4):262-6.
13. Moore WS. Dental digital radiography. *Tex Dent J* 2002;119(5):404-12.
14. Nelvig P, Wing K, Welander U. Sens - A-Ray. A new system for direct digital intraoral radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1992;74(6):818-23.
15. Oliveira AE, Pistoia G, Chicarelli M, Beltrame M. Aspectos de relevante importância na seleção de um sistema radiográfico digital. *Rev Univ Passo Fundo* 2000;5(1)21-6.
16. Pasler FA, Visser H. Radiografia digital. In: Passler FA, Visser H. *Atlas Colorido de Odontologia, Radiologia . odontológica Procedimentos Ilustrados* . 2a ed . Porto Alegre: Artmed ; 2001 . p.129-56.
17. Pereira CB. Legalidade dos arquivos digitais na Odontologia. [citado em 30 mar 2002] Disponível em <http://www.cleber.com.br/legalid4.html>.
18. Profundidade de cor (bit depth). In: *Infopédia [Em linha]*. Porto: Porto Editora, 2003-2011. [Consult. 2011-09-29]. Disponível na www: <URL: [http://www.infopedia.pt/\\$profundidade-de-cor-\(bit-depth\)](http://www.infopedia.pt/$profundidade-de-cor-(bit-depth))>.
19. Richardson ML, Frank MS, Stern EJ. Digital image manipulation: constitutes acceptable alteration of a radiologic image? *JR Am J Roentgenol* 1995;164(1):228-9.
20. Samaras CD. Digital radiography: the standard of care. *Compend Contin Educ Dent* 2008; 29(8):506,508-9.
21. Sanderick GC, Huisken R, Van Der Stelt PF, Welander US, Stheeman SE. Image quality of direct digital intraoral x-ray sensors in assessing root canal length. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1994;78(1):125-32.
22. Svanaes DB, Moystad A, Risnes S, Larhein TA, Grondahl HG. Intraoral storage phosphor radiography for approximal caries detection and effect of image magnification: comparison with conventional radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1996;81(5):607-12.
23. Tocci R. 2006. *Digital Systems: Principles and Applications* (10th edition). Prentice Hall.
24. van der Stelt PF. Filmless imaging: the uses of digital radiography in dental practice. *J Am Dent Assoc* 2005;136(10):1379-87.
25. Velders XL, Sanderink GC, Van Der Stelt PF. Dose reduction of two digital sensor systems measuring file lengths. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1996;81(5):607-12.
26. Wenzel A, Grondahl HG. Direct digital radiography in the dental office. *Int Dent J* 1995;45(1):27-34.
27. Yaffe MJ, Rowlands JA. X-ray detectors for digital radiography. *Phys Med Biol* 42 (1997) 1-39.
28. Yokota ET, Miles DA, Newton CW, Brown CE. Interpretation of periapical lesions using RadioVisioGraphy. *J Endod* 1994;20(10):490-4.

# ASPECTOS BÁSICOS DAS IMAGENS RADIOGRÁFICAS ODONTOLÓGICAS

08

## SUMÁRIO

- O sistema radiográfico é formado de uma fonte de radiação, objeto a ser radiografado e sistema de registros (filmes/sensores), onde a imagem radiográfica é formada pela interação entre eles.
- Os fatores que interferem na formação de imagem radiográfica são os fatores geométricos, físicos e químicos do filme.
- Uma imagem radiográfica de boa qualidade é aquela que apresenta densidade e contraste radiográficos adequados à requisição diagnóstica, definição (granularidade) e nitidez de boa qualidade.
- Segundo Langland & Langlais, a radiografia intraoral ideal deveria apresentar uma sombra tênue dos tecidos moles nos espaços interdentários e/ou anodônticos ou na distal do terceiro molar.
- Baixa densidade do objeto resulta em alta densidade radiográfica.
- Alta densidade do objeto resulta em baixa densidade radiográfica.
- Densidade radiográfica é o grau de escurecimento do filme radiográfico.

## SUMÁRIO – Cont.

- Contraste radiográfico é a diferença entre as densidades radiográficas, em área contiguas ou diferentes áreas da radiografia.
- Detalhe radiográfico pode ser definido como a nitidez de estruturas na radiografia.
- A resolução mede o quanto uma radiografia é capaz de revelar pequenos objetos muito próximos.
- Princípios geométricos de formação da imagem (5):
  - Objeto e anteparo paralelos
  - Objeto o mais próximo possível do anteparo
  - Maior distância possível entre fonte e objeto
  - A menor fonte possível
  - Feixe central de raios X perpendicular ao objeto.

## OBJETIVOS

## Objetivo Geral

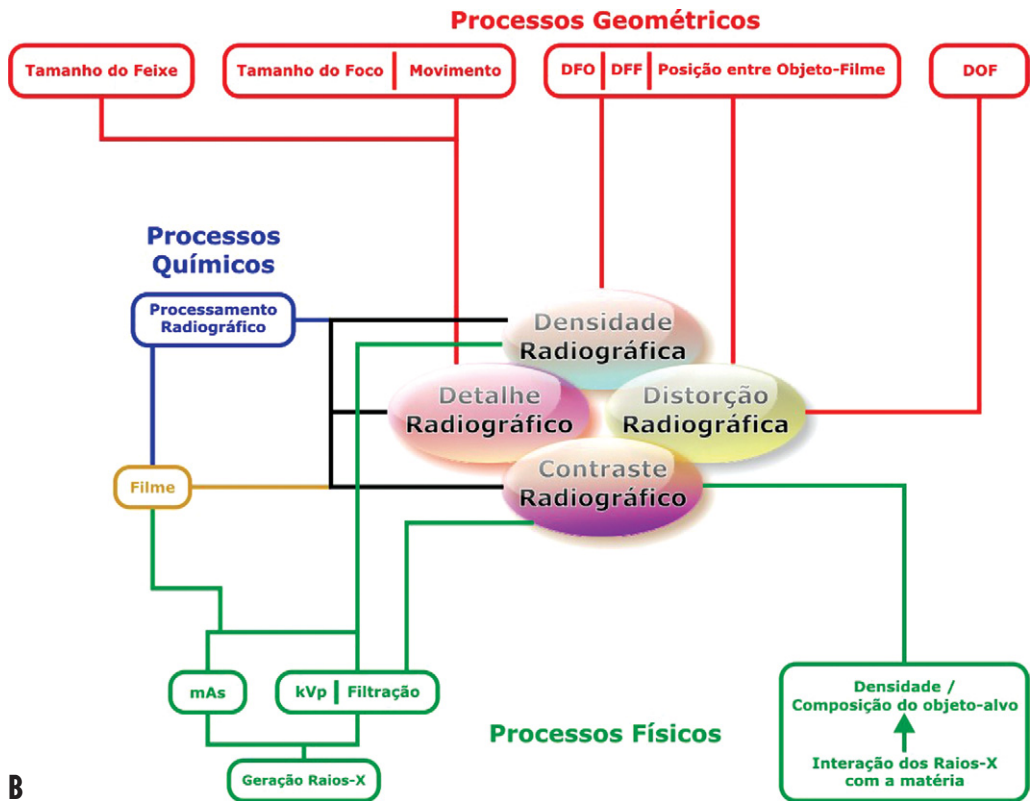
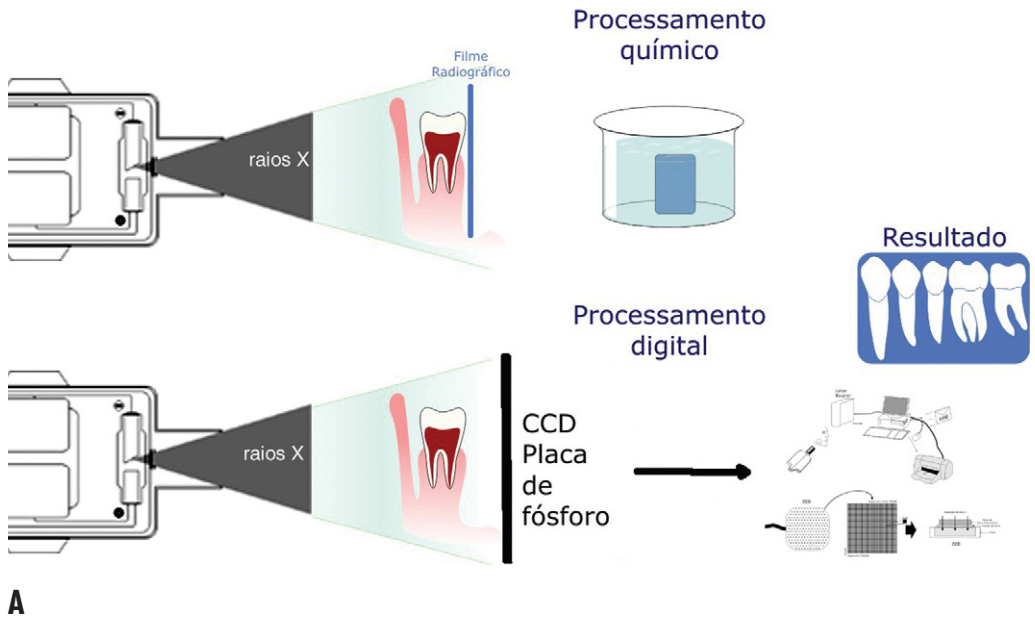
Fornecer ao aluno condições de se obter uma radiografia adequada para diagnóstico, controlando todos os fatores que possam interferir na produção da imagem radiográfica.

## Objetivos Específicos

Ao final deste tópico, espera-se que o aluno seja capaz de:

- Relacionar e explicar os fatores energéticos:
  - Miliamperagem
  - Tempo de exposição
  - Quilovoltagem
  - Distância:
    - Foco– filme
    - Foco–objeto
    - Objeto–filme
  - Filtração total: filtração inerente + filtração adicional
- Relacionar e explicar os fatores objetos:
  - Número atômico
  - Densidade física
  - Espessura
- Relacionar e explicar os fatores geométricos:
  - Princípios de formação de imagem

- Princípios do foco linear
  - Movimentação
  - Relacionar e explicar os fatores relativos aos filmes radiográficos:
    - Tamanho da granulação
    - Espessura da base
    - Dupla emulsão
  - Relacionar e explicar os fatores relativos ao processamento radiográfico:
    - Lanterna de segurança
    - Solução processadora
    - Filme radiográfico
  - Relacionar e explicar o “véu” ou *fog*.
  - Listar e explicar as etapas e materiais do processamento radiográfico.
- Assim, podemos ter vários fatores que interferem na qualidade da imagem radiográfica, desde a sua produção até a sua visualização. Neste momento vamos abordar principalmente os aspectos relativos ao sistema convencional de imagens, ou seja, à utilização de filmes radiográficos. No sistema de imagens digitais, não haverá processo químico, mas sim eletrônico. Haverá um capítulo específico para o assunto Sistema por Imagens Digitais. Vejamos os processos:
- Processos físicos, ou inerentes à produção dos raios X
  - Processos geométricos, ou relativos à geometria de formação da imagem



**Figura 8.1** – A. O desenho esquemático de todo o processo de obtenção da imagem radiográfica odontológica, considerando a possibilidade das imagens digitais. B. Mapa conceitual com o resumo dos processos que interferem na qualidade da imagem radiográfica, considerando a dose de exposição à radiação.

- Processos químicos, inerentes ao processamento químico da imagem latente, transformando-a em imagem visível.

A radiografia para diagnóstico deve fornecer o máximo possível de informação de uma região anatômica.

### Radiografia Ideal

#### Máximo possível de qualidade

- Imagem com mesmo tamanho do objeto
- Imagem com a mesma forma do objeto
- Imagem com ótimo detalhe/definição
- Imagem com densidade radiográfica adequada
- Imagem com contraste radiográfico adequado



**Figura 8.2** – Radiografia periapical da região de canino superior esquerdo. Qualidade de imagem ideal, segundo Langland e Langlais. A radiografia intraoral ideal deveria apresentar uma sombra tênue dos tecidos moles nos espaços interdentários e/ou anodônticos ou na distal do terceiro molar.

### Acurácia anatômica

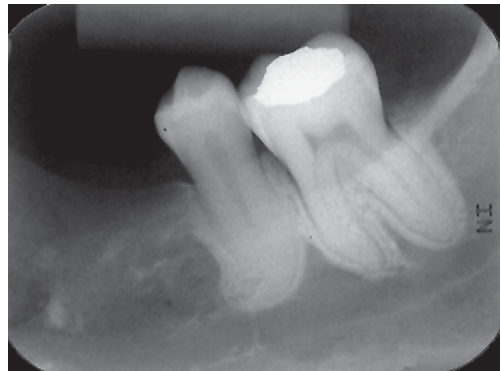
- Máxima definição e mínima distorção
- Cobrir limites anatômicos da região em consideração (Figura 8.2)

### Imagens Radiográficas: Características Gerais

#### Radiolúcido

#### Tons de cinza ao preto

- Imagens que aparecem mais escuras na radiografia.
- Baixa densidade do objeto resulta em alta densidade radiográfica (p. ex., ar, tecido mole etc.). Objetos que têm baixo número atômico produzirão imagens mais densas, desde que com a mesma espessura.
  - Via pneumática, imagem de tecido mole (polpa), ar, água, gordura, agente de contraste aniônico (normalmente é o ar)
  - Descalcificação e defeito no tecido duro, imagem das cavidades. Exemplo: cavidade medular.
  - Imagens que parecem mais escuras comparadas às normais (lesões). Exemplo: cisto ósseo, fratura, cárie etc.



**Figura 8.3** – Radiografia periapical da região de molares inferiores esquerdos. Note a radiolúcidéz do canal mandibular abaixo das raízes dentárias.

## Radiopaco

### Branco aos tons de cinza (Figura 8.4)

- Imagens que aparecem mais claras na radiografia
- Alta densidade ou alto número atômico do objeto resulta em baixa densidade radiográfica, ou áreas muito claras (p. ex., restauração de amálgama, estruturas do dente, osso)
  - Imagens de tecido duro (osso/dente), aparelho protético metálico, cimento do material de preenchimento do canal (iodofórmio), agente de contraste catiônico (iodo, bário)
  - Imagens de calcificação do tecido mole e do osso esponjoso. Exemplo: sialolito, osteíte condensante
  - Imagens que parecem mais brancas comparadas às normais. Exemplo: imagens do tecido mole ou do líquido formados no interior do seio maxilar.

## Principais Características das Imagens Radiográficas ou Fatores de Qualidade Radiográfica

- **Densidade radiográfica:** grau de escurecimento (Figura 8.5)
- **Contraste radiográfico:** diferenças entre densidades contíguas ou nas várias regiões da imagem; sendo um produto do contras-

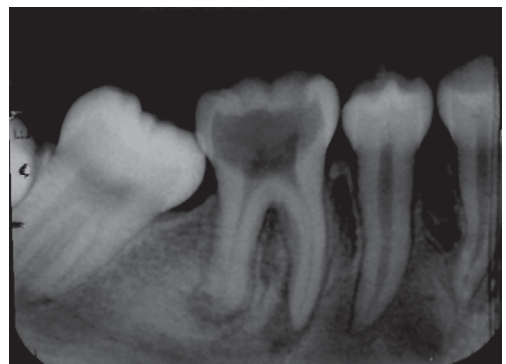
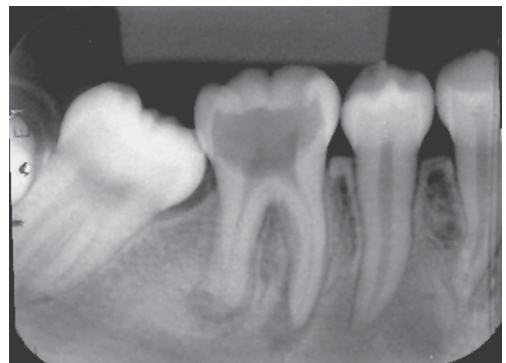
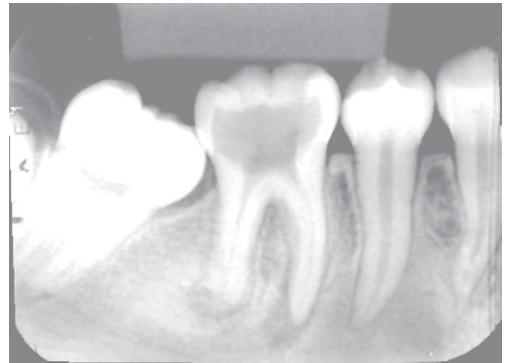


**Figura 8.4** — Radiografia periapical da região de molares superiores esquerdos. Note a radiopacidade das restaurações metálicas.

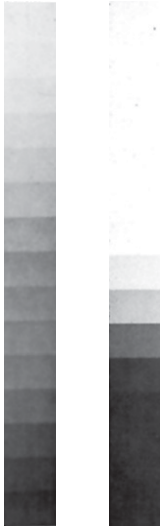
te do objeto e do filme / sensor radiográfico (Figura 8.6)

### Escalas de contraste (Figura 8.6)

- **Contraste do objeto:** variações na densidade do objeto-alvo no paciente.
- **Contraste do filme:** é inerente ao próprio filme, incorporado pelo fabricante do mesmo.



**Figura 8.5** — Radiografias com baixa, média e alta densidade radiográfica.



**Figura 8.6** — Escalas de contraste radiográfico. Contraste baixo e contraste alto. À esquerda, note a escala longa. À direita, note a escala curta.

● **Definição radiográfica:** a perfeita delimitação das estruturas de uma radiografia. Podemos também reconhecer como nitidez a medida de quantos detalhes são reproduzidos de um objeto-alvo na imagem radiográfica. Depende, principalmente:

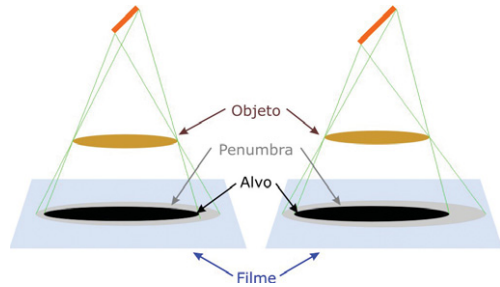
- Tamanho ponto focal (Figura 8.7)
- Distância foco–filme
- Distância foco–objeto
- Distância objeto–filme
- Telas intensificadoras
- Tamanho do cristal do filme radiográfico (ou dos pixels do sensor radiográfico);
- Movimento (Figura 8.8).
- **Geometria de formação da imagem**

A perfeita reprodução geométrica das estruturas radiográficas (Figura 8.9 e 8.10).

## Processos que Interferem na Qualidade Radiográfica

### Processos de formação

- Densidade
- Contraste
- Definição
- Distorção



**Figura 8.7** — Um dos efeitos na definição radiográfica, causado devido ao tamanho diferente da área focal. Quanto maior a área focal maior será a penumbra radiográfica, que afetará a definição/nitidez da imagem.



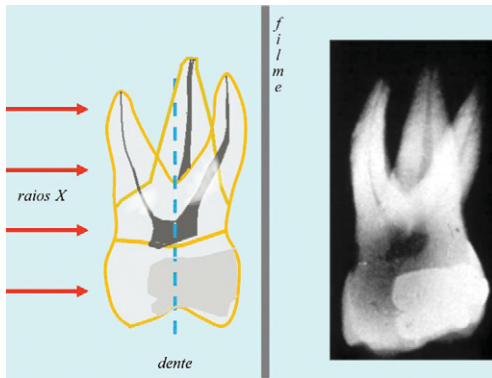
**Figura 8.8** — Outro efeito na definição/nitidez radiográfica, agora devido ao movimento durante a exposição radiográfica. Esse movimento pode ser do paciente, filme/sensor, do equipamento de raios X, ou mesmo de todos eles.

### Processo físico

- Geração dos raios X: kVp, mA, filtração, tempo de exposição.
- Interação dos raios X com a matéria: os raios X são absorvidos/dispersos conforme o número atômico/densidade/composição do objeto-alvo.
- Defeitos possíveis: alto ou baixo contraste, alta ou baixa densidade radiográfica (Figura 8.11).

### Processo químico

Processamento de filmes radiográficos, ação das soluções químicas, como revelador e fixador radiográficos.



**Figura 8.9** – O esquema mostra a condição ideal da exposição radiográfica, incidindo o feixe central de raios X perpendicularmente ao objeto-alvo. O fato de o objeto-alvo ser um dente molar, com a proporção tridimensional acentuada, dificulta a obtenção de uma imagem radiográfica com todas as exatas proporções, por exemplo, de cada raiz dentária, pois estão em planos diferentes.

Defeitos possíveis: alta ou baixa densidade, *fog*, granularidade, alto ou baixo contraste radiográfico (Figura 8.12).

### Processos geométricos

- A imagem radiográfica ideal deveria reproduzir fielmente o tamanho-forma-proporções do objeto-alvo.
- Distância foco-filme/sensor radiográfico.
- Distância foco-objeto.
- Tamanho da área focal.
- Posição objeto-filme/sensor radiográfico.
- Direcionamento do feixe central dos raios X em relação ao objeto-filme radiográfico.

- Defeitos possíveis: ampliação, distorção, encurtamento e também alta ou baixa densidade radiográfica (Figura 8.13).

## Aspectos Básicos das Imagens Radiográficas

Fatores chamados energéticos ou processo físico:

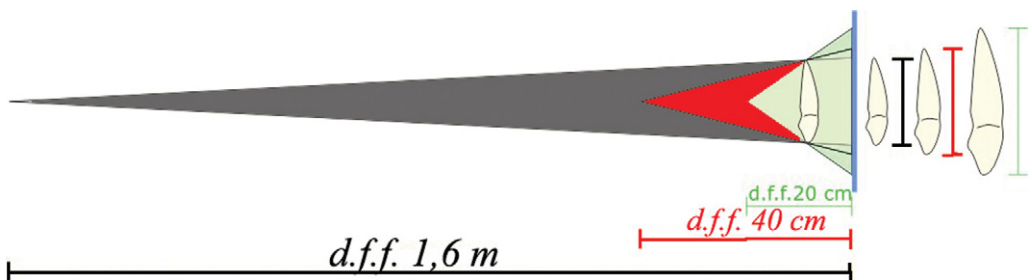
- Tempo de exposição (“s” de segundo)
  - Corrente do tubo (mA)
  - Voltagem do tubo (kVp)
  - Filtração
  - Colimação
  - Tamanho da área focal (pode ser considerado fator geométrico, apesar de estar no tubo).
- Alguns autores citam estes como fatores do equipamento de raios X inerentes ao equipamento de raios X. Regulam a intensidade dos raios X (Figura 8.14).

### Tempo de exposição

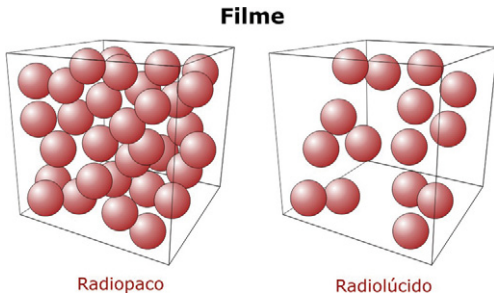
- Quantidade dos raios X que produz mudança principalmente na densidade radiográfica
- Intervalo de tempo durante o qual os raios são produzidos
- Também afeta diretamente a produção total de fótons, e, portanto, afeta a densidade radiográfica (Figura 8.15).

### Miliamperagem – mA

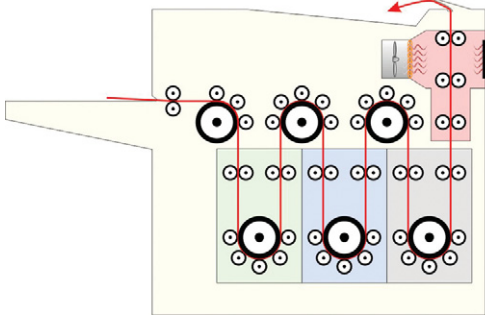
A *quantidade* dos raios X produz mudança sobretudo na densidade radiográfica (Figura 8.16).



**Figura 8.10** – Esquema ilustrativo da variação da distância foco-objeto (DFO) e a ampliação provocada por determinadas posições, como menor distância. Na medida do possível, uma maior DFO é requisitada para obter uma imagem com tamanho mais próximo do tamanho real do objeto-alvo.



**Figura 8.11** – Esquema ilustrativo de um objeto-alvo mais denso e menos denso (densidade relativa = massa/volume). Assim, ao radiografarmos o objeto-alvo da esquerda produziremos uma imagem radiográfica mais radiopaca, já o objeto-alvo da direita produzirá uma imagem mais radiolúcida.

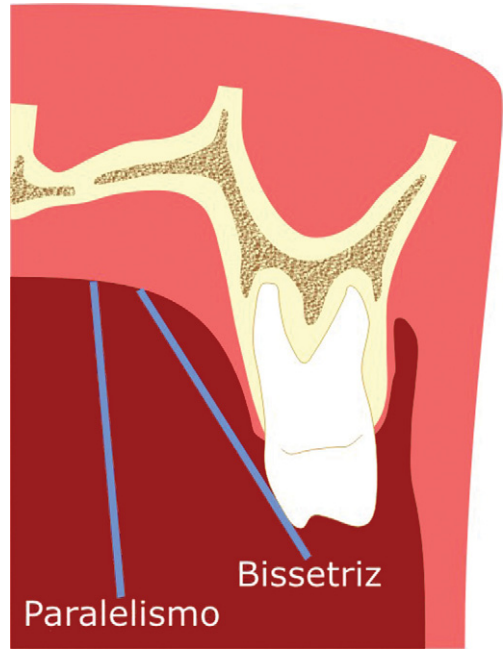


**Figura 8.12** – Esquema ilustrativo de uma processadora automática, que processa os filmes radiográficos, por meio de reações químicas, porém conduzindo o filme radiográfico mecanicamente através de rolos. As soluções químicas processadoras são aquecidas.

- quantidade de eletricidade que passa pelo circuito do filamento da ampola de raios X.
- afeta diretamente a produção total de fótons, e, portanto, afeta a densidade radiográfica.  
Quanto maior a mA, maior a densidade radiográfica. É diretamente proporcional.

### Miliamperagem × tempo de exposição = mAs

- Quantidade dos raios X que produz mudança principalmente na densidade radiográfica

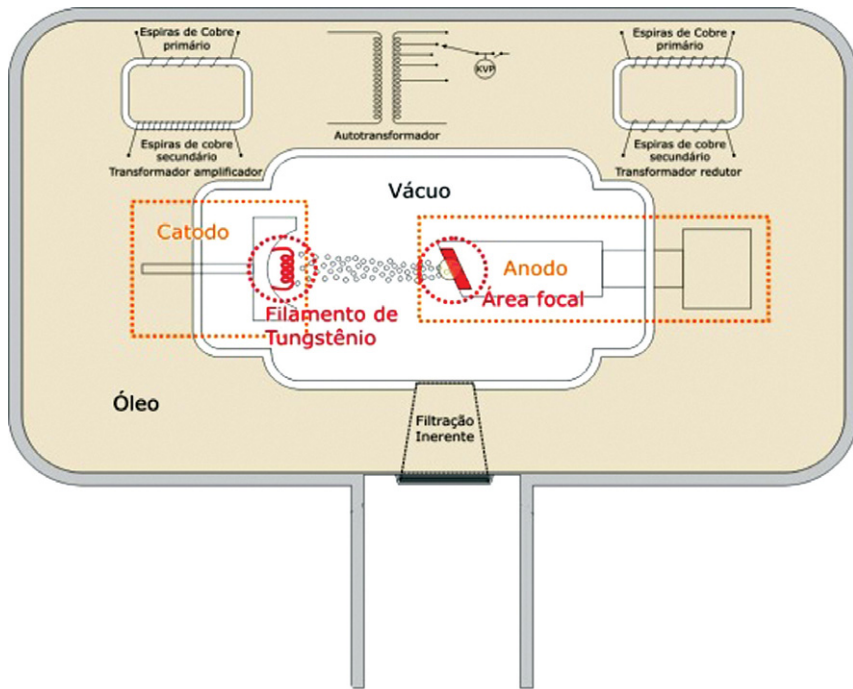


**Figura 8.13** – Desenho ilustrativo do posicionamento do filme radiográfico no interior da boca, com diferentes técnicas radiográficas, bisettriz e paralelismo. Essas técnicas empregam diferentes princípios geométricos, porém ótimas imagens radiográficas são obtidas.

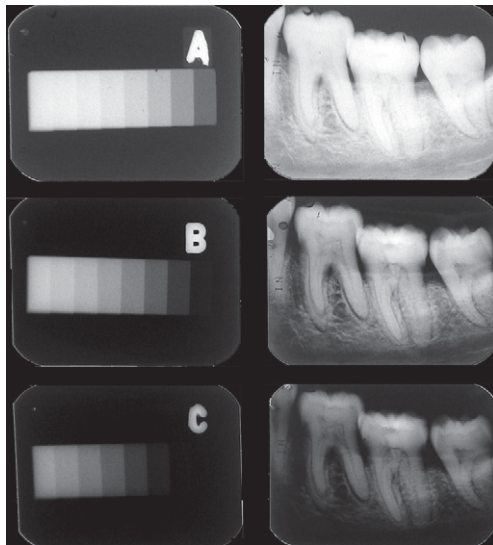
- lei da reciprocidade – a quantidade de raios X é diretamente proporcional ao mAs, portanto tem relação direta com a densidade do filme. Quando o número de elétrons é dobrado, dobra-se o número de fótons que atinge o filme.

### Quilovoltagem – pico kVp

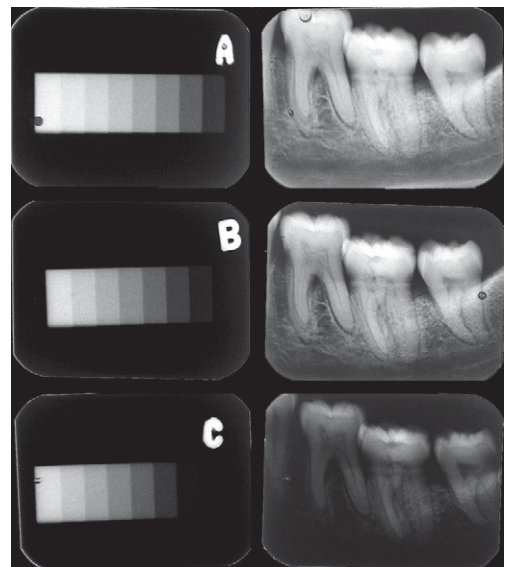
- Qualidade dos raios X (poder de penetração do feixe de radiação)
- Altera contraste e densidade, mas principalmente o contraste radiográfico (Figura 8.17)
- Ou tensão de pico em kV: diferença de potencial (d.d.p.) entre o anodo e catodo
- Quanto maior a d.d.p., maior será a velocidade que os elétrons do catodo serão atraídos para o alvo (anodo), e assim, maior será o choque desses nos átomos de tungstênio. Desta maneira, menor será o comprimento de onda dos raios X produzidos,



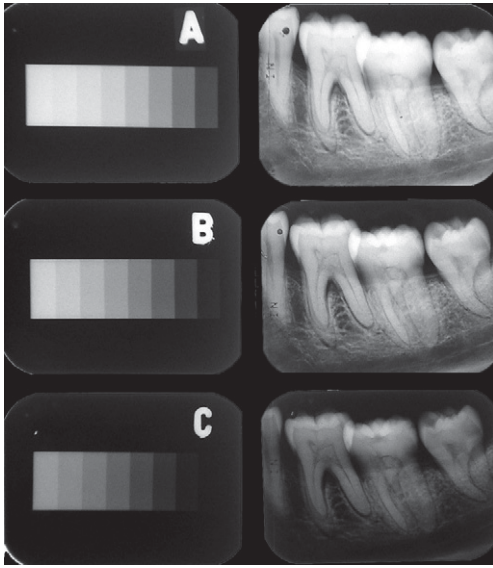
**Figura 8.14** – Cabeçote de raios X e seus componentes, como tubo, transformadores, filtro, colimador etc.



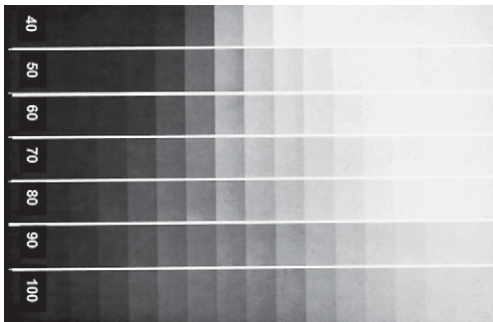
**Figura 8.15** – Radiografias de escalas de contraste e mandíbula macerada simulando uma condição de radiografia clínica. Foram feitas apenas alterações no tempo de exposição (0,25 s., 0,4 s. e 0,6 s.), e todos os outros fatores foram mantidos constantes. Assim, é possível vermos a mudança, principal, na densidade radiográfica.



**Figura 8.16** – Radiografias de escalas de contraste e mandíbula macerada simulando uma condição de radiografia clínica. Foram feitas apenas alterações no mA (5, 10 e 15 mA), e todos os outros fatores foram mantidos constantes. Assim, é possível vermos a mudança, principal, na densidade radiográfica.



**Figura 8.17** – Radiografias de escalas de contraste e mandíbula macerada simulando uma condição de radiografia clínica. Foram feitas apenas alterações na kVp (55, 60 e 70 kVp), e todos os outros fatores foram mantidos constantes. Altera principalmente o contraste radiográfico. A escala tem mais contraste em relação às outras.



**Figura 8.18** – Escalas de contraste radiográfico, onde a mA foi adequada a cada kVp.

e, conseqüentemente, maior o poder de penetração desses raios X

- Quando o kVp diminui, aumenta o contraste radiográfico, produzindo-se uma escala curta de contraste, talvez, melhor para o exame de cáries interproximais
- Quando o kVp aumenta, diminui o contraste radiográfico, produzindo-se uma escala longa de contraste, talvez melhor para o exame de lesões ósseas e periodontais (Figura 8.18).

## Relação do Fator mAs com a kVp

**Tabela 8.1** Relação do fator kVp tempo de exposição

mA	Tempo de exposição	kVp	Tempo de exposição
5	2	55	2
10	1	65	1
15	2/3	75	1/2
20	1/2	90	1/4

## Filtração

- Inerente
- Adicional
- Total
  - A filtração do feixe principal tem o objetivo principal de eliminar os fótons de baixa energia, para que esses não atinjam o paciente e até o filme. O feixe de raios X produzido é polienergético, ou seja, possuem fótons com várias energias, e nem todas são úteis para gerar imagens com finalidades diagnósticas
  - Filtração inerente do tubo de vidro – equivale a 0,5 mm de Al e do óleo contido no cabeçote do equipamentos de raios X, para resfriamento do processo de produção da radiação X.
  - Filtração adicional, quando são adicionadas folhas de alumínio (Al), ou cobre (Cu), ou estanho (En), ou até composições como AL + Cu
  - A filtração total será a soma da filtração inerente, mais a filtração adicional
  - Desde precocemente à descoberta dos raios X vários pesquisadores perceberam que a filtração do feixe principal traz maior detalhe da imagem radiográfica.
    - Segundo a Portaria 453 – Anvisa-MS: < 70 kVp 1 mm Al; > 70 kVp 2,5 mm Al
    - Qualidade dos raios X (poder de penetração do feixe de radiação)

- Altera contraste e densidade, mas principalmente o contraste radiográfico (Figura 8.19)

Os itens a seguir poderiam também estar no fatores geométricos, ou nos processos geométricos, porém são inerentes ao aparelho como a área focal, localizada no tubo de raios X. No caso da distância, entendemos que os equipamentos de raios X deveriam ter opção de troca de cilindro localizador; assim, esse fator também é inerente do equipamento de raios X.

### Lei – inverso do quadrado da distância

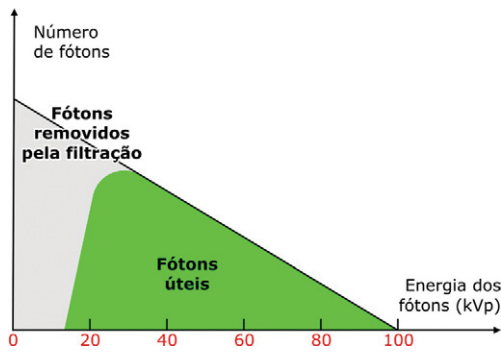
Distância foco–filme

$$\frac{\text{Intensidade original}}{\text{Nova distância}^2} = \frac{\text{Nova intensidade}}{\text{Distância original}^2}$$

ou

$$\frac{mAs_2}{mAs_1} = \frac{(DFF_2)^2}{(DFF_1)^2}$$

Por causa da técnica radiográfica empregada, muitas vezes será necessário utilizar diferentes distâncias foco–filme (DFF). Para produzirmos resultados radiográficos semelhantes, em técnicas diferentes, será preciso que chegue ao filme a mesma quantidade de radiação. Segundo essa regra, *a intensidade de radiação será inversamente proporcional ao quadrado da distância alterada*, em detrimento da técnica radiográfica. Por exemplo,



**Figura 8.19** – Gráfico ilustrativo da função da filtração do feixe de raios X, mostrando o “endurecimento do feixe”, ou seja, a remoção de fótons de menor energia e a manutenção dos fótons com maior energia.

se fizermos uma tomada radiográfica pela técnica da bissetriz e depois, devido às circunstâncias do diagnóstico, necessitamos realizar uma tomada pela técnica do paralelismo, ou seja, aumentarmos a DFF de 20 cm para 40 cm, a intensidade do feixe de raios X diminuiria  $\frac{1}{4}$ . Assim, para manter-se a qualidade da imagem radiográfica, o fator mAs deveria ser quadruplicado. Na prática deveríamos aumentar o tempo de exposição  $4\times$ , já que na maioria dos equipamentos de raios X nacionais, a mA é fixa, assim como a kVp (Figura 8.20 e Figura 8.21).

A quantidade dos raios X produz mudança sobretudo na *densidade radiográfica*.

### Tamanho da área focal

Feixe de radiação

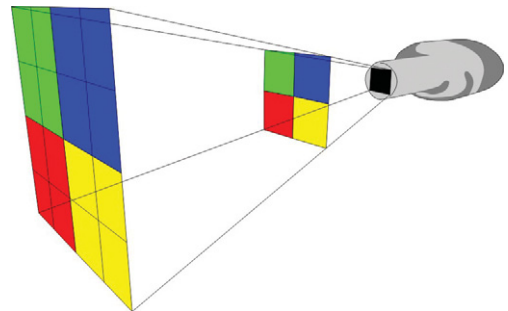
### Quantidade e qualidade dos raios X

A área focal, no anodo da ampola de raios X deveria ser a menor possível, talvez puntiforme, pois produziria uma imagem extremamente nítida. Esta não é a realidade e em geral teremos áreas focais projetadas de  $4 \times 4$  mm,  $7 \times 7$  mm ou  $8 \times 8$  mm (efetiva).

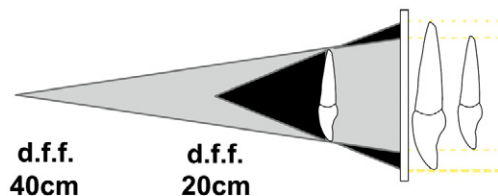
### Colimação

### Quantidade e qualidade dos raios X

O colimador vai delimitar o tamanho do feixe de raios X na face do paciente. Quanto mais restrito ao tamanho do feixe, melhor será a qualidade da imagem radiográfica pro-



**Figura 8.20** – Esquema ilustrativo da “lei do inverso do quadrado da distância”, demonstrando que à medida que nos afastamos da área focal a intensidade da radiação diminui.



**Figura 8.21** – Esquema ilustrativo da “lei do inverso do quadrado da distância”, demonstrando também, que a medida em que afastamos a área focal do objeto-alvo, reproduziremos melhor o tamanho do mesmo.

duzida, pois haverá menos radiação secundária/espalhada do próprio paciente, além de, é claro, proteger mais o paciente. Assim, o ideal seria trabalhar com uma colimação retangular, já que os filmes radiográficos/sensores são retangulares. Porém, alguns inconvenientes vão existir. Por exemplo, no caso do cirurgião-dentista precisar fazer uma radiografia oclusal, será necessário outro colimador com proporções maiores, ou até adequar a distância foco-filme. Assim, deverá também ser colocado um localizador retangular, em vez de um localizador cilíndrico (Figura 8.22).

### Camada semirredutora

#### Qualidade dos raios X e dose de exposição

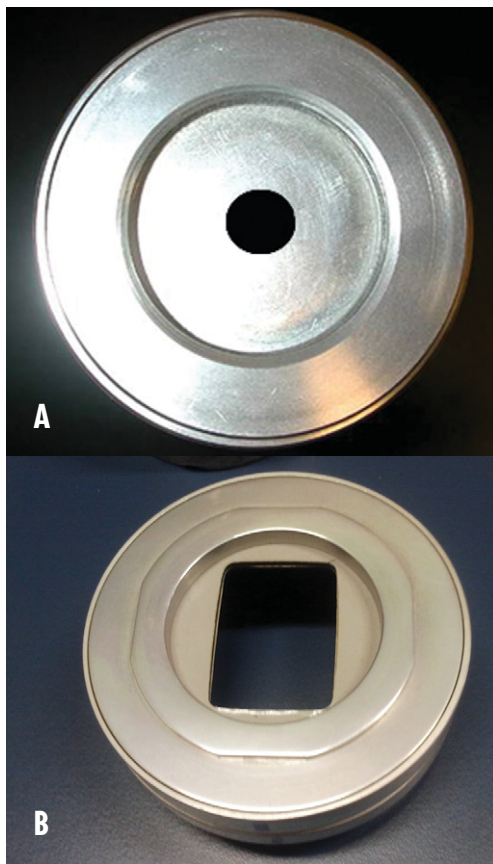
A dose de exposição à radiação age sobre a densidade radiográfica, e depende de:

- Tensão do tubo – kVp
- Corrente do tubo – mA
- Tempo de irradiação – s (segundo)
- Distância da área focal
- Colimação

Refere-se à espessura de material absorvente necessário para reduzir a intensidade dos raios X à metade de seu valor original. Assim, esse fator sempre refere-se à equivalência em alumínio.

#### Resumo

- Maior kVp reduzirá a dose, já que diminuirá outros fatores como mAs
- Menor mA reduz a quantidade de radiação
- Menor tempo de exposição à radiação reduz a quantidade de radiação



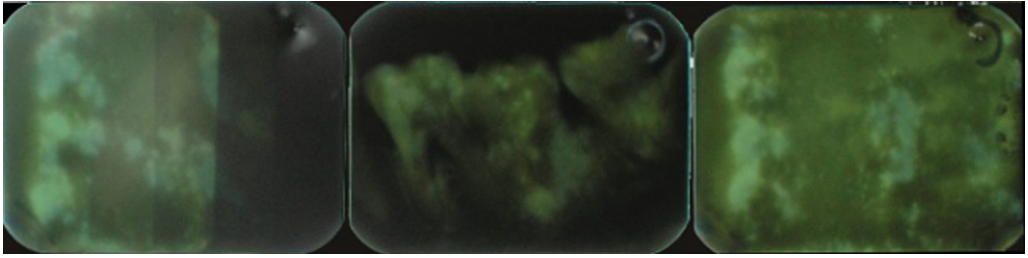
**Figura 8.22** – Diferentes formas de restringir/delimitar o feixe principal de radiação. **A.** Um diafragma de chumbo, com abertura circular. **B.** Vemos um colimador, também de chumbo, com abertura retangular.

- Distância da área focal, conforme a lei do inverso do quadrado da distância (Figura 8.20), à medida que afastamos o aparelho, ou a área focal, reduz a intensidade da radiação.
- Colimando o feixe principal apenas sobre o objeto-alvo e restrito também ao tamanho do filme/sensor radiográfico, reduziremos a quantidade de radiação que o paciente receberá (Figura 8.22).

#### Fatores que afetam a absorção dos raios X

Relativos à matéria, ao objeto a ser radiografado:

- *número atômico do objeto*
- *densidade do objeto*
- *tamanho/espessura do objeto*



**Figura 8.23** – Qualidade da imagem radiográfica: a validade dos filmes radiográficos interfere na qualidade da imagem, podendo deteriorá-la por completo. Altera contraste e densidade radiográfica.

### Fatores relativos ao filmes/sensores radiográficos

Poderemos incluir os filmes radiográficos e/ou sensores radiográficos, nos processos físicos. Ao escolhermos um filme/sensor, estamos escolhendo, determinadas propriedades como tamanho, forma de grãos da emulsão ou no caso dos sensores o tamanho de *pixel*.

Relativos aos filmes intra- e extraorais:

- *sensibilidade* – *D*, *E* ou *F* (tamanho e forma dos grãos haletos de prata) (Figura 8.23)
- uso ou não de telas intensificadoras
- uso ou não de grades antidifusoras
- CCDs/CMOSAP ou PSP – sua resolução (*pixel*) (Figura 8.24)

### Fatores relativos ao processamento radiográfico (processo químico)

Altera contraste e densidade, mas sobretudo o contraste radiográfico (Figura 8.23)

- radiografias claras
  - erro de processamento
    - sub-revelação
  - Subexposição (técnica)
- radiografias escuras
  - erro de processamento
  - sobre-revelação
  - Sobre-exposição (técnica)
- contraste insuficiente
  - sub-revelação
  - subexposição
  - excessiva kVp (técnica)

- excessivo *fog*
  - *fog* (Figura 8.25)
  - imprópria “luz segurança”
  - falhas na iluminação
  - sobre-revelação
  - soluções contaminadas
  - filme vencido (filme) (Figura 8.23)



**Figura 8.24** – Filmes radiográficos com diferentes emulsões, no caso, diferentes sensibilidades, e a comparação, vemos diferentes sensores digitais radiográficos, com diferentes tamanhos de *pixel*. Note que os tamanhos são similares, porém os sensores são rígidos.

- “pontos negros” ou linhas
  - impressão digital
  - contato c/ tanque ou outro filme durante a fixação
  - “dobra” excessiva no filme
  - descarga estática, antes do processamento
  - excessiva pressão excessiva dos rolos sujos durante o processamento automático.

O processamento radiográfico pode ser manual ou automático. Ambos são realizados quimicamente, porém no processamento automático, além de soluções especiais, são utilizadas temperaturas mais elevadas dessas soluções (28°-32° C) (Figuras 8.26).

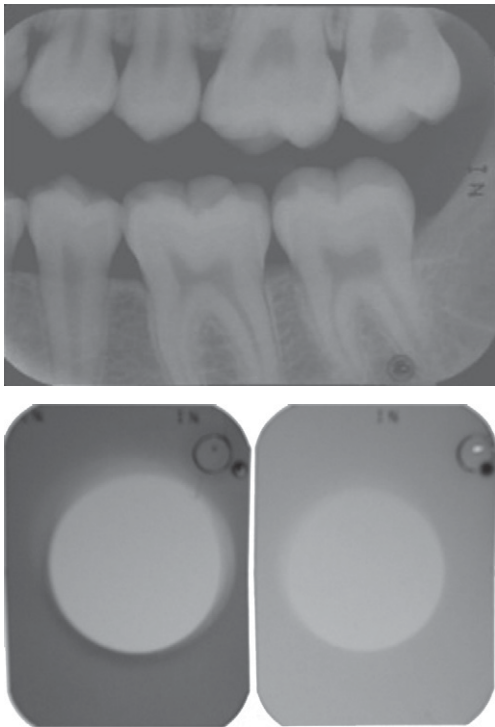
**Interferências do processamento radiográfico na qualidade da imagem radiográfica (Figuras 8.27 a 8.39)**

Principais características afetadas:

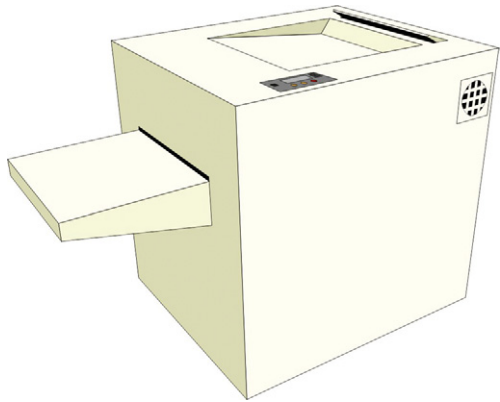
- Densidade
- Contraste
- Fog
- Nitidez

**Fatores relacionados com a geometria da imagem, condições ideais (Princípios Geométricos de Formação de Imagem)**

- Distância foco–filme a maior possível
- Distância foco–objeto a maior possível
- Distância objeto–filme a menor possível
- Paralelismo entre objeto e filme
- Menor ponto focal, maior definição da imagem
- O raio central deveria ser perpendicular ao conjunto objeto-filme.

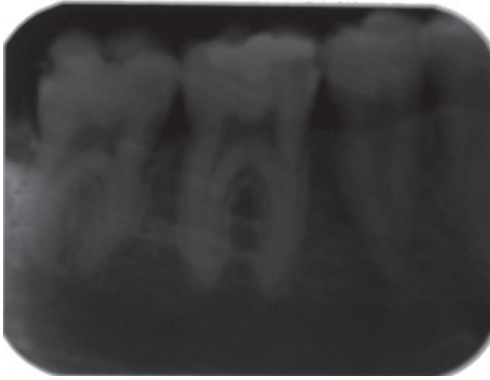


**Figura 8.25** – Imagem radiográfica com fog – o teste da moeda (figura de baixo) demonstrou que entrava luz na caixa de processamento radiográfico portátil.

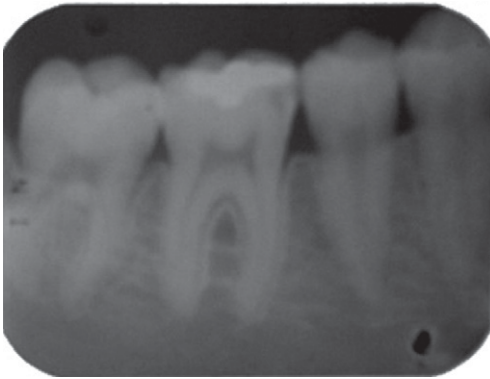


**Figura 8.26** – Processadora automática e caixa portátil para processamento radiográfico. Ambos os métodos podem interferir na qualidade da imagem radiográfica.

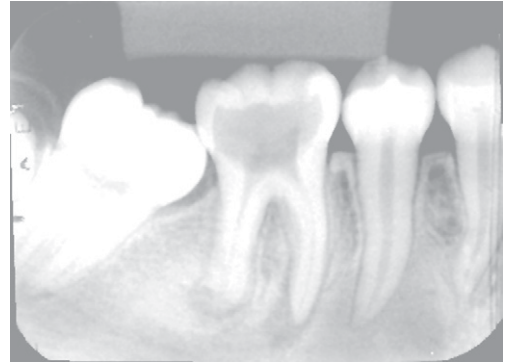
FIXADOR VENCIDO



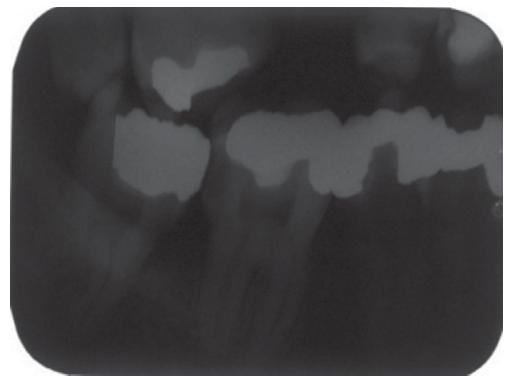
REVELADOR VENCIDO



**Figura 8.27** – Imagens de filmes radiográficos processados em soluções vencidas.



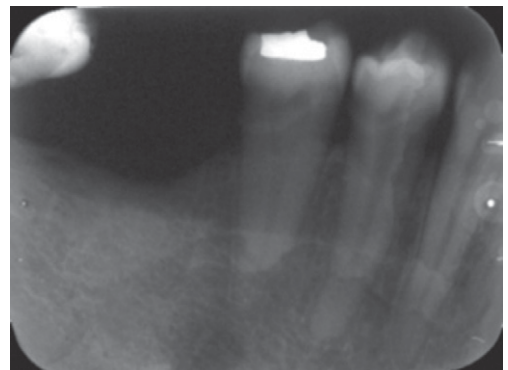
**Figura 8.29** – Imagem radiográfica pouco densa, clara, ou seja, foi retirada antes do tempo da solução reveladora.



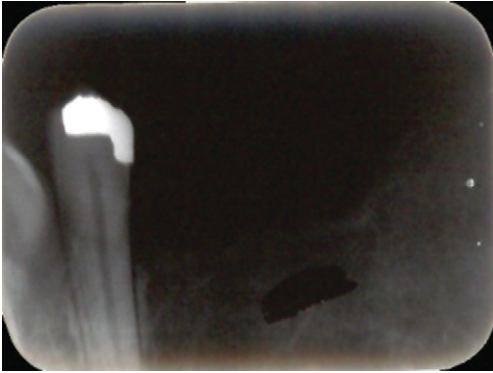
**Figura 8.30** – Imagem radiográfica densa, ou seja, permaneceu muito tempo na solução reveladora.



**Figura 8.28** – Imagem radiográfica com ótima qualidade.



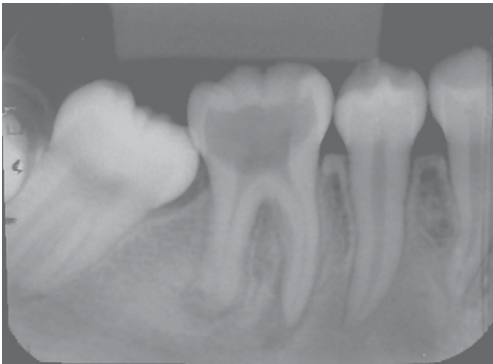
**Figura 8.31** – Manchas devido à falta de lavagem final. Ainda não ficou amarelada, pois isso só ocorrerá com o tempo.



**Figura 8.32** – Mancha causada por contato mecânico.



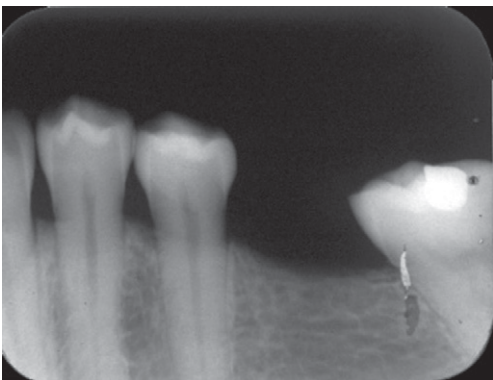
**Figura 8.35** – Risco sem remoção da emulsão.



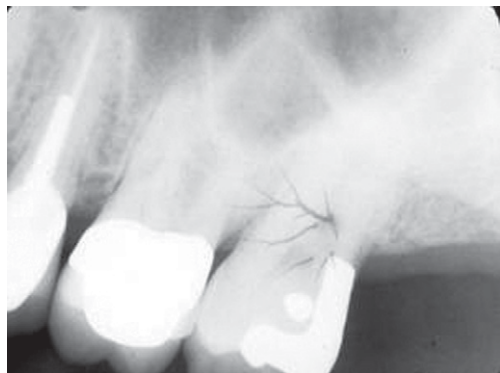
**Figura 8.33** – Imagem radiográfica com véu ou *fog*.



**Figura 8.36** – Halo causado por falta de “mira radiográfica”, ou seja, falta de alinhamento entre o feixe e o filme radiográfico, e manchas amareladas devido a falta de lavagem final adequada.



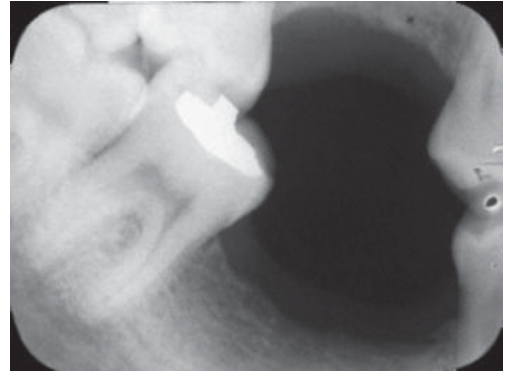
**Figura 8.34** – Trauma mecânico que removeu a emulsão radiográfica.



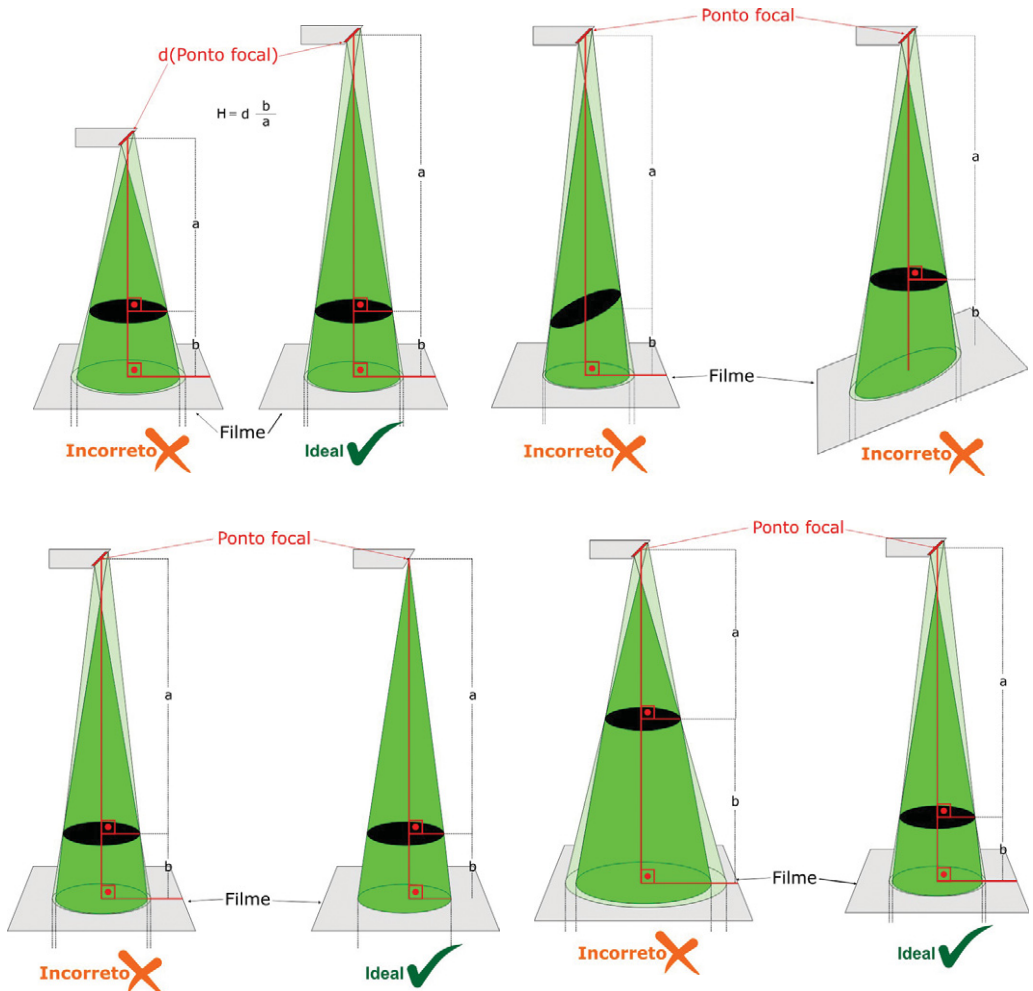
**Figura 8.37** – Estática sobre a imagem, devido ao movimento abrupto, ao retirar a película do invólucro.



**Figura 8.38** – Radiografia densa e granulosa, devido à alta temperatura da solução reveladora.



**Figura 8.39** – Esta condição radiográfica, em que podemos ver parte do tecido mole em região edêntula, é considerada por Langland & Langlais a condição ideal.



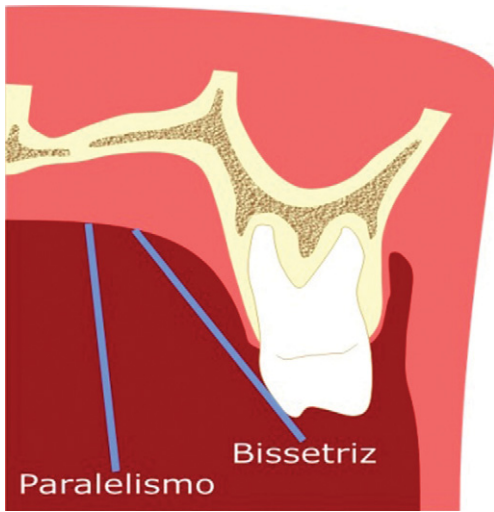
**Figura 8.40** – Princípios geométricos de formação da imagem (PGFI).

**Princípios de formação da imagem radiográfica para reprodução fiel da imagem do objeto-alvo**

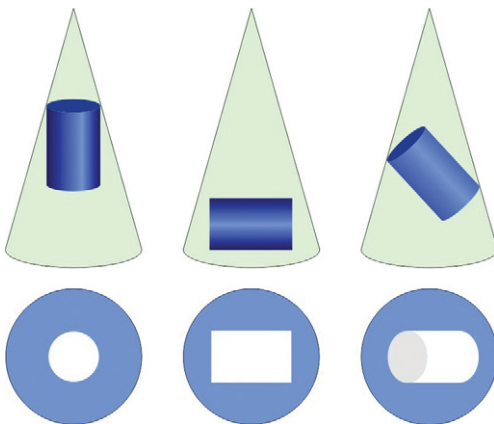
**Qualidade da imagem radiográfica**

Altera o tamanho e a forma do objeto, podendo alterar também a definição radiográfica.

Assim, evitamos a distorção e modificação do tamanho do objeto-alvo (Figuras 8.40 a 8.43).



**Figura 8.41** – O posicionamento do filme radiográfico na região superior da boca, a maxila, sempre é mais complicado, devido ao palato, sobretudo em virtude da diversidade e miscigenação populacional do Brasil.



**Figura 8.42** – Esquema mostrando as diferentes sombras de um mesmo objeto sendo radiografado em diferentes posições.

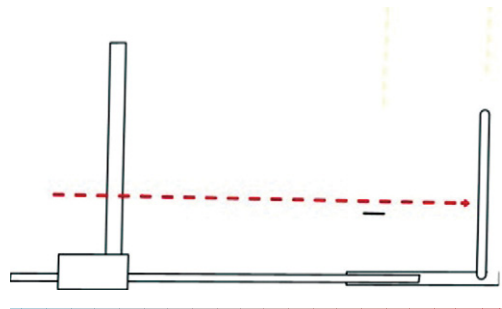
**Formação de imagens (geometria)**

*Condições geométricas na formação de imagens radiográficas (Figura 8.44)*

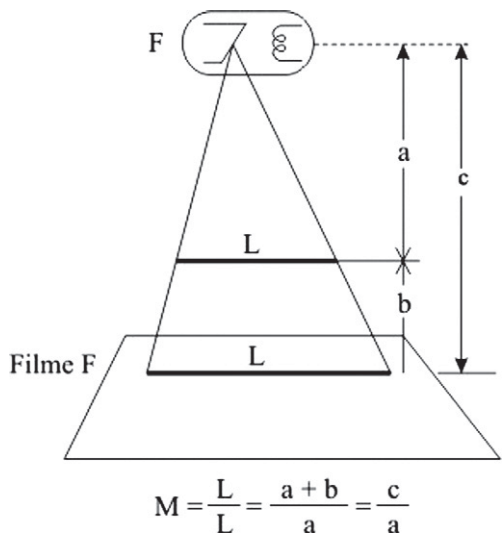
- a: distância entre foco e objeto FOD
- b: distância entre objeto e filme OFD
- c: distância entre área focal e filme FFD
- d: tamanho da área focal efetiva (Figura 8.45)

*Técnicas de diminuição da ampliação relativas à Figura 8.44*

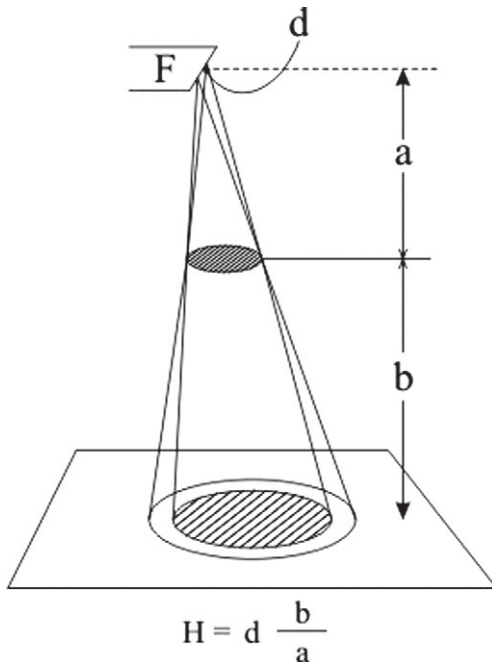
- a → maior
- b → menor



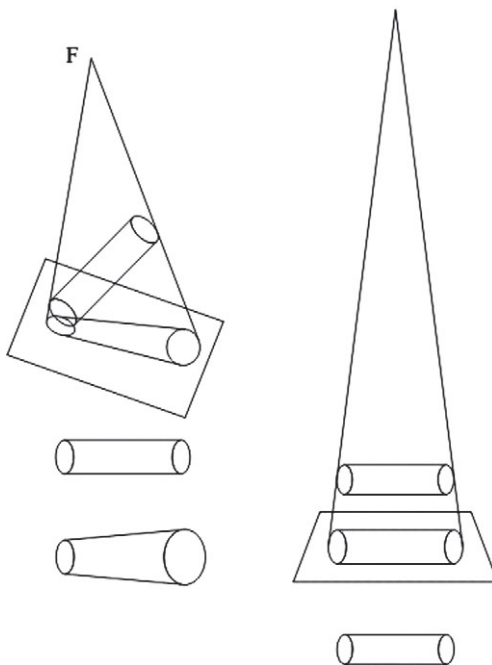
**Figura 8.43** – Dispositivo posicionador de filmes/sensor radiográfico, que permite o posicionamento paralelo entre objeto-filme, e ainda, direciona o feixe central de raios X, perpendicular a ambos.



**Figura 8.44** – Taxa de ampliação radiográfica.



**Figura 8.45** – Tamanho da penumbra.



**Figura 8.46** – Deformação da imagem do objeto-alvo (à esquerda) devido à falta de paralelismo do conjunto objeto-filme/sensor e à falta de incidência perpendicular dos raios X central.

### *Técnicas de diminuição da ampliação relativas à Figura 8.45*

a → maior

b → menor

d → utilizar aquele com área focal menor.

Hoje há equipamentos de raios X odontológicos com área focal efetiva de  $0,4 \times 0,4$  mm.

### *Técnicas de diminuição da ampliação relativas à Figura 8.46*

Utilizar a técnica do paralelismo (manter o objeto e o filme paralelos e projetar os raios X verticalmente)

a → maior (utilizar o cilindro longo)

b → menor

### **Contraste**

Contraste é a diferença entre as densidades radiográficas, em área contíguas ou diferentes áreas da radiografia.

### *Contraste de raios X (contraste do objeto-alvo)*

Representação da taxa de intensidade dos raios X, em logaritmo comum, que atravessaram os pontos adjacentes (Diferença entre os logaritmos comuns da intensidade).

O contraste de raios X entre as matérias A e B é representado por:

$$\left| \log_b \frac{I_A}{I_B} \right|$$

$I_0$ : dose de raios X incidentes

$I_A, I_B$ : dose de raios X que atravessaram, respectivamente, A e B

O principal controlador do contraste radiográfico é a kVp

### *Fatores que interferem no contraste radiográfico*

O contraste radiográfico origina-se das variações da densidade/composição (Z efetivo)/espessura do objeto e é influenciado pela energia da radiação (kVp e filtração). Normalmente, quanto maior for o comprimento de onda, isto é, quanto menor for a energia da radiação (kVp e filtração), maior será o contraste. E, ainda, quanto menor fo-

**Tabela 8.2 Exemplos de densidades e números atômicos efetivos dos tecidos bucais e suas radiolucências/radiopacidades**

	Densidade $\rho$	Número atômico efetivo	Radioluminescência
Esmalte	2,9	15,5	Transmissão difícil raios X (radiopacidade)
Dentina	2,4	13,5	
Ossos mandibular (osso cortical)	2,5	12,5	
Músculo	1	7,4	Grau médio de transmissão (radioluminescência)
Água	1	7,4	
Gordura	0,91	6,3	
Ar	0,0013	7,6	Transmissão boa raios X

rem os raios dispersos (radiação espalhada), maior será o contraste. Também interferem no contraste radiográfico: filme, placa intensificadora, solução reveladora, temperatura de revelação etc.

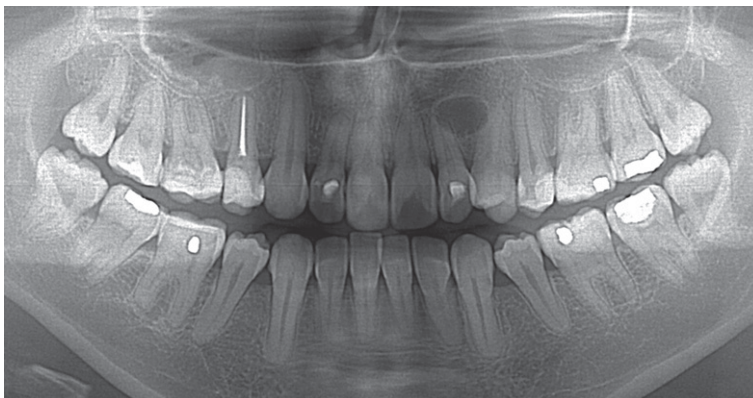
- se o contraste é alterado, a densidade é alterada
- porém, se a densidade é alterada, o contraste não será alterado significativamente
- afetado pela kV, tipo do filme, características das soluções de processamento, tipo de tecido irradiado
  - periapical: o mais desejável seria uma escala longa (periodontia, cristas ósseas e lâmina dura)
  - Interproximal: o mais desejável seria uma escala curta (exame de cáries, e adaptação de restaurações).

### Nitidez

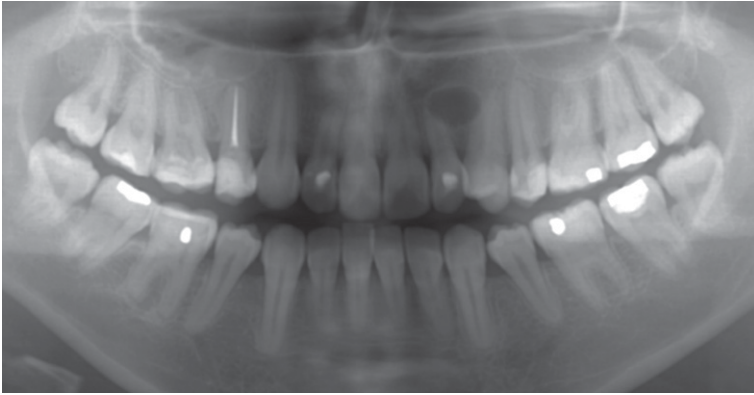
É a quantidade de *detalhes* (potência de resolução), minúcias vistas em uma imagem. Em radiologia o termo detalhe pode ser sinônimo de *nitidez* das estruturas na radiografia. Essa clareza de detalhes, ou nitidez das estruturas vistas na imagem radiográfica, deixando claras as linhas estruturais e os limites precisos dos tecidos. A insuficiência de *detalhes* ou *definição* é conhecida como *desfoque* ou *falta de nitidez* (Figuras 8.47 e 8.48).

### Principais fatores que interferem na nitidez

- Fatores geométricos
  - Tamanho do foco (tubo de raios X)
  - Distâncias relativas entre foco/objeto/filme



**Figura 8.47** – Imagem de radiografia panorâmica com boa nitidez.



**Figura 8.48** – Imagem da mesma radiografia com menos nitidez.

- Tamanho da penumbra na imagem
- Irradiação oblíqua ao filme
- Imagem dupla
- Fator dinâmico
  - Movimentos relativos entre foco/objeto/filme – fora de foco
- Fatores “fotográficos”
  - Granularidade do filme/tela intensificadora
  - Aderência do filme/tela intensificadora (extraoral)
  - Processo de revelação

- Granularidade, sombra etc.
- Resolução – mede o quanto uma radiografia é capaz de revelar pequenos objetos muito próximos

O principal fator que afeta a resolução da imagem radiográfica é a granularidade do filme radiográfico (Figura 8.49). Existem dispositivos próprios para medida da resolução de filmes e sensores radiográficos.

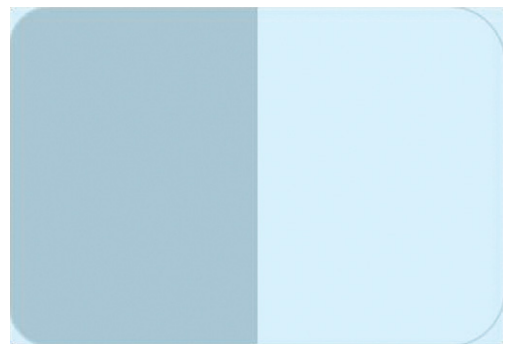
### Fog ou névoa

Representa certo escurecimento generalizado sobre a imagem radiográfica (Figura 8.50).

- redução do contraste pela adição de uma densidade indesejável resultante de outras fontes de energia que não o feixe primário



**Figura 8.49** – Escala com tiras metálicas utilizada para avaliar a resolução da radiografia.



**Figura 8.50** – Filme radiográfico não exposto à radiação, processado e demonstrando do lado esquerdo fog. O lado direito mostra apenas a base do filme radiográfico, que foi protegida por uma placa de chumbo.

- a radiação dispersa resulta de interações do feixe primário com estruturas do corpo e que atingem o filme.

**Fatores que interferem na qualidade da imagem (Itens e indicações)**

*Qualidade da imagem radiográfica*

Trata-se de qualidade obtida quando se avalia contraste, nitidez, granularidades (fil-

me e processamento radiográfico) etc., isoladamente ou em conjunto, daquela imagem.

Uma imagem é de boa qualidade quando apresenta contraste, nitidez e granularidade bons.

**Tabela 8.3 Para se obter uma boa imagem radiográfica**

Item	Conteúdo
Para se obter uma boa imagem	
Qualidade da imagem	Contraste
	Qualidade dos raios X ----- Utilizar tensão de tubo adequada
	Raios X dispersos ----- Quanto menor, melhor → limitação do campo de irradiação/ uso de grade
	Sombra ----- Quanto menor, melhor
	Processo de revelação ----- Revelação adequada
	Tipos de filme/tela intensificadora ----- Escolher tipos adequados
	Granularidade
	Tamanho do foco ----- Quanto menor, melhor
	Distância entre foco e objeto ----- Quanto maior, melhor
	Distância entre objeto e filme ----- Quanto menor, melhor
Nitidez	
Movimentos relativos entre foco/objeto/filme (fora de foco) ----- Quanto menor, melhor → diminuir o tempo de irradiação	
Dupla imagem devido à irradiação oblíqua ao filme (desvio) ----- Quanto menor, melhor → incidir perpendicularmente ao filme	
Aderência do filme/tela intensificadora ----- Fazer aderir.	

**Tabela 8.4 Adequação de novos fatores que comumente influenciam a qualidade da imagem radiográfica**

Fator	Original	Nova	Qualidade
Distância objeto–filme – DOF	10 cm	20 cm	↓
Distância fonte–filme – DFF	80 cm	110 cm	↑
Distância fonte–objeto – DFO	80 cm	100 cm	↑
Raio X central – RC	90°	45°	↓
Tamanho do ponto focal –PF	1 mm	2 mm	↓
Delimitador do feixe	Diafragma	Colimador	↑
Sensibilidade da tela intensificadora	100	200	↓
Granulação do filme radiográfico	>	<	↑
Contato filme/placa intensificadora	Íntimo	Afastado	↓

### Bibliografia

1. Abdel-Kader HM. The reliability of dental x-ray film in assessment of MP3 sta the pubertal growth spurt. J. Orthod Dentofacial Orthop, v. 114, n. 4, p. 427-429, 1998.
2. Ahlqwist M, Gröndahl HG, Molander B. Image quality in panoramic radiography. Dentomaxillofacial Radiology, v. 24, n. 1, p. 17-22, 1995.
3. Aken J, Boere G. Sensitometric properties of direct exposure dental X-ray films in relation to the characteristic curve. Dentomaxillofacial Radiology, v. 19, p. 49-54, 1990.
4. Anderson PC Clifford SB. Dental Radiology. New York, Delmar Publishers, 1981, p. -31.
5. Anthony D, Conover GL, Hildebolt CF. Objective and subjective evaluations of Kodak Ektaspees Plus dental X-ray. Oral Sugery, Oral Medicine, Oral Pathology, v. 79, n. 2, p. 246-250, 1995.
6. Arnold MT, Baldock C. Film cassette for quality assurance of dental X-ray tubes. The British Journal of Radiology, v. 63, p. 720-722, 1990.
7. Beeching BW. A penetrometer for measuring peak kilovoltage of dental X-sets. Br J Radiol, v. 53, n. 626, p. 120-125, 1980.
8. Bloxom RM, Manson-Hing LR. A stepwedge quality assurance test for machine and processor in dental radiography. JADA, v. 110, p. 910-913, 1985.
9. Brown Junior CE et al. Degradation of dental radiographic processing solutions. J Am Dent Assoc, Chicago, v.87, n.6, p.1200-1205, Nov. 1973.
10. Buikema DJ, Hermes CB, Moore WS, Tjelmeland M. A perceptibility curve comparison of Ultra-speed and Ektaspeed plus film. Oral Sugery, Oral Medicine, Oral Pathology, v. 85, n. 4, p. 485-488, 1998.
11. Carlson GA, Eckerdal O, Helmrot E, Sandborg M. Influence of scattered radiation and tube potential on radiographic contrast: comparison of two different dental X-ray films. Dentomaxillofacial Radiology, v. 20, p. 135-146, 1991.
12. Cauduro CP, Fossati G. Importância da radiografia *bite-wing* no diagnóstico precoce de e dentária interproximal. Kodak.
13. Chou L, Kircos LT, Staninec M. Effect of developer temperature changes on the sensitometric properties of direct exposure and screen-film imaging systems. Dentomaxillofacial Radiology, v. 18, n. 1, p. 11-14, 1989.
14. Chou L, Kircos LT, Sataninec M. Comparative evaluation of the sensitometric properties of screen-film systems and conventional dental receptors for intraoral radiography. Oral Sugery, Oral Medicine, Oral Pathology, v. 68, p. 787-792, 1989.
15. Christensen EE, Curry JE, Dowdey JE, Murry RC. Introduction to the physics of diagnostic radiology. 3<sup>rd</sup> ed. Lea & Febiger, 1984. Aug 2008.
16. Croll T P. The collimation and film speed mystery in dental radiology: what does it take

- for a dentist to change? *Quintessence International*, v. 21, n. 6, 1990.
17. Curry TS, Dowdey JE, Murray RC. Christensen's physics of diagnostic radiology 4th ed, Philadelphia, Pa: Lee & Febiger, 1990. 5, 118-137.
  18. CzajkaJ, Horner K, Rushton VE, ShearerAC. Use of 'rapid' processing techniques by a sample of British dentists. *Dentomaxillofacial Radiology*, v. 22, p. 145-148, 1993.
  19. Davis ER. Is dentistry through with film? *NYSDJ*, v. 61, n. 9, p. 34-44, 1995.
  20. Dsastab (now DNSTAB) and CoR. *Dental Radiography Course for Dental Surgery Assistants*. London, CoR 1994 (Currently under review).
  21. Dunn SM, Fisher E, Ostuni J, Stelt PF. The effect of independent film and object rotation on projective geometric standardization of dental radiographs. *Dentomaxillofacial Radiology*, v. 24, p. 5-12, 1995.
  22. EC. Council Directive 97/43/Euratom of 30 June 1997 on health protection of individuals against the dangers of ionising radiation in relation to medical exposure. *Official Journal of the European Communities* 40, L180 (1997).
  23. Ennis LM, et al. *Dental roentgenology*. 6th. Philadelphia, Lea & Febiger, 1967, p. 98-107.
  24. Frommer HH. *Radiology for Dental Auxiliaries*. 6ª ed., St. Louis, Mosby-Year Book, 1996, p. 31-48.
  25. Fuchs A. *Principles of radiographic exposure and processing*. 2th. Illinois, Charles C. Thomas, 1974, p. 29-39, 40-51.
  26. Geist JR, Gleason MJ. Densitometric properties of rapid manual processing solutions. *Abbreviated versus complete rapid processing*. *J Endod*, Baltimore, v. 21, n. 4, p. 180-184, Apr. 1995.
  27. Goaz PW. *Oral Radiology: Principles and Interpretation*. 2ª ed., St. Louis, C.V. Mosby Company, 1987, p. 30-43.
  28. Hardman PK, Tilmon MF, Taylor TS. Radiographic solution contamination. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, Saint Louis, v. 63, n. 6, p.733-737, June 1987.
  29. Hedin M. Developing solutions for dental X-rayprocessors. *Swed Dent J*, Stockholm, v. 13, p. 261-265, 1989.
  30. ICRP. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60. *Annals of the ICRP*, 21, Nos 1-3 (1991) EC. Council Directive 96/29/Euratom of 13 May 1996 laying down basic safety standards for the protection of health of workers and the general public against the dangers arising from ionising radiation. *Official Journal of the European Communities* 39, L159, 1-114 (1996).
  31. IPEM. *Recommended Standards for the Routine Performance Testing of Diagnostic X-ray Imaging Systems*. York, IPEM Report No 77 (1998).
  32. Johns HE, Cunningham RJ. *The Physics of Radiology*. 3ª ed., 1983.
  33. Ludlow JB, et al. The efficacy of caries detection using three intraoral films under different processing conditions. *J Am Dent Assoc*, Chicago, v. 128, p. 1401- 1408, Oct. 1997.
  34. Manson-Hing LR. *Fundamentals of Dental Radiography*. 2ª ed., Philadelphia, Lea & Febiger, 1985, p. 16-21.
  35. Mattaldi RAG. *Radiologia odontológica*. 3ª ed., Buenos Aires, Mundi, 1979, p. 37-59.
  36. Mauriello SM, Overman VP, Platin E. *Radiographic Imaging for the Dental Team*. Philadelphia, J.B.Lippincott Company, 1995, p. 68-85.
  37. Miles DA, Van Dis ML, Jensen CW, Ferretti AB. *Radiographic Imaging for Dental Auxiliares*. 2ª ed., Philadelphia, W.B. Saunders Company, 1993, p. 51-54.
  38. Montebelo Filho A. *Avaliação da degradação das soluções de processamento Kodak dental, utilizando recipientes protegidos (plástico) e desprotegidos (vidro), simulando determinadas condições de trabalho em consultórios odontológicos*. Bauru, 1991. 166 p. Tese (Doutorado), Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.
  39. NRPB. *Guidelines on Radiology Standards for Primary Dental Care*. Documents of the NRPB, 5, No 3 (1994).
  40. Olson SS. *Dental Radiography Laboratory Manual*. Philadelphia, W.B. Saunders Company, 1995, p. 59-70.
  41. Palmer PES, Holm T. The basics of diagnostic imaging; *Wld Hlth* 1995, May-June, 12.
  42. Pasler FA. *Radiologia Odontológica*. Mallorca, Salvat Editores, 1986, p. 27-29.
  43. Pina RD. *Método de Otimização de Imagens Radiográficas para o Paciente Padrão*, cap.3 – Metodologia para Otimização de Imagens Radiográficas, Tese de Doutorado apresentada à FFCLRP-USP, 2002.
  44. Pistóia GD. *Avaliação da influência das condições de armazenamento na degradação das soluções de processamento, simulando condições de trabalho em consultórios odontológicos*. Piracicaba, 1998. 114 p. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Odontologia.
  45. Razmus TF, Williamson GF. *Current Oral and Maxillofacial Imaging*. Philadelphia, W.B.Saunders Company, 1996, p. 50-78.
  46. Santos E. *Avaliação da degradação das soluções de processamento Kodak e Sillib, prontas para uso, em recipientes de plástico e de vidro,*

- protegidos e desprotegidos, simulando as condições de trabalho em consultórios odontológicos. Piracicaba, 1996. 119 p. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas.
47. Sprawls PJ. Physical Principles of Medical Imaging, Emory University Scholl of Medicine, Atlanta, Georgia 1987.
  48. The Ionising Radiations Regulations 1999. SI 1999 No 3232. London, the Stationery Office (1999). ISBN 0 11 085614 7.
  49. Thunthy KH, Weinberg R. Effects of developer exhaustion on Kodak Ektaspeed plus, Ektaspeed and Ultraspeed dental films. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, Saint Louis, v. 79, n. 1, p. 117-121, Jan. 1995.
  50. White SC, Pharoah MJ. Oral Radiology : Principles and Interpretation. 4ª ed., St. Louis, Mosby, 2000, p. 68-82.
  51. Williams MMD, Gray JE. Física radiológica. In: Gibilisco JA. Diagnóstico Radiográfico Bucal de Stafne, 5ª ed., Rio de Janeiro, Interamericana, 1986, p. 466-473.
  52. Wuehrmann AH, Manson-Hing LR. Radiologia dentária. 3ª ed., Rio de Janeiro, Guanabara- Koogan, 1985, p. 33-54.

Página deixada intencionalmente em branco

# TÉCNICAS RADIOGRÁFICAS ODONTOLÓGICAS

9

## SUMÁRIO

- A radiografia sempre foi e ainda é o principal exame complementar de diagnóstico (exames) para o cirurgião-dentista. Como técnica de exame dos dentes e estruturas circunvizinhas, tem sido aplicada principalmente a radiografia intraoral, e como técnica de exame da área maxilo-mandibular-facial, têm sido aplicadas as radiografias extraorais, principalmente as panorâmicas, cefalométricas (telerradiografia) e as radiografias da articulação temporomandibular.
- Nas radiografias intraorais, além da técnica periapical normalmente utilizada para fins de observação, principalmente, da região do ápice radicular do dente, existem a técnica de asa mordida (interproximal), para a observação da coroa dental e das cristas ósseas interproximais, e a técnica oclusal, indicada para observação de áreas maiores das maxilas e/ou mandíbula. Ainda na técnica periapical, existe a técnica da bisettriz (plano bissetor) na definição do ângulo vertical e a técnica do paralelismo (recomendada pela Legislação maior da radiologia brasileira, a Portaria 453 MS-ANVISA). Todas essas técnicas são muito utilizadas no dia a dia e devem ser bem assimiladas.
- A radiografia extraoral é uma técnica utilizada para observar a área maxilo-mandibular-facial e existem técnicas de projeção apropriadas e variações para cada um dos alvos/objetivos requeridos.
- Além disso, as técnicas aqui citadas são, principalmente, aquelas que eram chamadas de radiografias específicas. Devido à existência de técnicas que não se enquadram dentro dos conceitos tradicionais de diagnósticos radiográficos, como diagnóstico por ultrassonografia, a tomografia computadorizada (TC), imagem por ressonância magnética (IRM) e outros, atualmente estão sendo utilizados termos como diagnóstico por imagens, métodos avançados de diagnóstico por imagem ou exame de imagens, modernizando os termos como diagnóstico radiográfico e diagnóstico radiológico.

## SUMÁRIO – cont.

- A radiografia panorâmica é um tipo de radiografia específica, e hoje de importância ímpar para o diagnóstico odontológico, pois permite observar toda a região dos dentes maxilo-mandibular-facial, com baixa exposição à radiação e baixo custo ao paciente, já que o país possui inúmeras clínicas radiológicas.
- As radiografias possuem limitações, principalmente em virtude de as imagens radiográficas serem bidimensionais, e assim, fornecem informações somente em dois planos, mas não referente à profundidade. Por essa razão o cirurgião-dentista, deve utilizar os chamados “métodos de localização radiográfica” que, na maioria dos casos, se bem empregados, vai compensar a falta de profundidade

## OBJETIVOS

Após o estudo deste capítulo, o aluno deverá ser capaz de:

### Objetivo Geral

Reconhecer os princípios básicos da execução das técnicas radiográficas intraorais e extraorais e a formação das imagens radiográficas, assim como as indicações e contra-indicações dessas técnicas. E ainda, fornecer ao aluno recursos para escolher as incidências necessárias em casos em que uma única incidência não fornecer elementos suficientes.

### Objetivos Específicos – intraorais

- Reconhecer e explicar os princípios físicos que são utilizados para a formação da imagem nestas técnicas;
- Descrever e explicar a técnica quanto à:
  - Posição do paciente;
  - Posição do cilindro localizador do aparelho de raios X (raio central);
  - Posição do filme;
  - Utilização de posicionadores de filme.
- Descrever, explicar, corrigir e avaliar as causas dos erros na imagem radiográfica durante a execução das técnicas;
- Relacionar e explicar as indicações e contra-indicações das técnicas.
- Reconhecer e diferenciar estruturas normais das da região dos maxilares e mandíbula;
- Reconhecer, explicar e corrigir os erros radiográficos originados na aplicação incorreta da técnica e/ou execução inadequada do processamento radiográfico que simulam estruturas anatômicas.

### Objetivos Específicos – extraorais

- Reconhecer e explicar os princípios físicos que são utilizados para a formação da imagem radiográfica;
- Identificar e avaliar os componentes que interferem na produção da imagem radiográfica;
- Classificar, definir, descrever, distinguir, criticar e selecionar entre as técnicas a mais indicada para o diagnóstico, planejamento e tratamento da saúde bucal:
  - Radiografia panorâmica;
    - Definir palavras chaves;
    - Atestar o propósito e indicações das radiografias panorâmicas;
  - Radiografia axial;
  - Radiografia póstero-antero (PA);
  - Radiografia lateral.
- Reconhecer e diferenciar estruturas normais da região do crânio, principalmente relacionados com maxila e mandíbula;
- Reconhecer, explicar e corrigir os erros radiográficos originados na aplicação incorreta da técnica e/ou execução inadequada do processamento radiográfico que simulam estruturas anatômicas.

### Objetivos Específicos – localização radiográfica

- Estabelecer o objetivo dos métodos de localização;
- Descrever as técnicas de Clark, Parma e Donavan;
- Executar alguns dos métodos de localização;

- Indicar a utilização deste recurso em odontológica;
- Comparar os resultados radiográficos das incidências usadas em cada método.

## Técnicas de Exame dos Dentes, Maxila e Mandíbula (Intraoral × Extraoral)

### Radiografia Intraoral

É uma técnica em que, normalmente, introduz-se um filme odontológico na cavidade bucal do paciente, mantendo-o firme no local por dispositivos posicionadores ou pelo próprio dedo do paciente, e, assim, radiografam-se o dente e o tecido periodontal, ou região dentária, com determinado ângulo, pelo lado externo da face.

#### Vantagens

- Permite obter-se uma imagem radiográfica com alta nitidez dos dentes e estruturas de suporte.
- Os equipamentos, radiográfico e de processamento radiográfico, são relativamente de baixo custo e seus manuseios são fáceis para o cirurgião-dentista.
- Pouca dose de exposição à radiação.

#### Desvantagens

- Abrange áreas pequenas da cavidade bucal (exceção feita à radiografia oclusal, porém as incidências são limitadas).
- Em caso de trismo (mínima abertura bucal) ou reflexo de náusea acentuado, a radiografia não será possível.
- Em pacientes com arcada dentária estreita ou assoalho da boca raso, a radiografia será difícil.

### Radiografia Extraoral (Figura 9.1)

É uma técnica em que, normalmente, coloca-se a o chassi radiográfico, contendo placa intensificadora e filme radiográfico, junto ao paciente, porém fora da cavidade bucal (extraoral), com um determinado ângulo de incidência dos raios X, que permita enquadrar uma maior área maxilo-mandibular-facial.

#### Vantagens

- Permite a observação de áreas relativamente extensas.
- É possível radiografar mesmo em casos de trismo e reflexo de náusea acentuado.
- É possível radiografar mesmo em casos de arcada dentária estreita ou assoalho de boca raso.
- No caso de anomalias/patologias extensas é possível se verificar toda a extensão.

#### Desvantagens

- Comparada à técnica intraoral, a nitidez é menor.
- O processamento radiográfico e de processamento radiográfico são relativamente mais onerosos e seus manuseios são mais complexos.
- Os pacientes são expostos a uma maior quantidade de radiação.

## Técnicas de Exame Intraoral: Dentes e Estruturas de Suporte (Radiografias Intraorais)

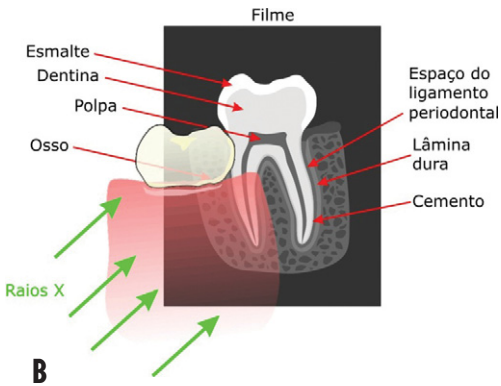
### Princípios Gerais das Técnicas Radiográficas Intraorais

#### Radiografia Periapical (Figura 9.2)

O objetivo principal dessa técnica é visualizar o dente ou grupo de dentes em sua integridade e suas estruturas de suporte, além



**Figura 9.1** – Fotografia de um equipamento de raios X extraoral, durante uma tomada de radiografia panorâmica.



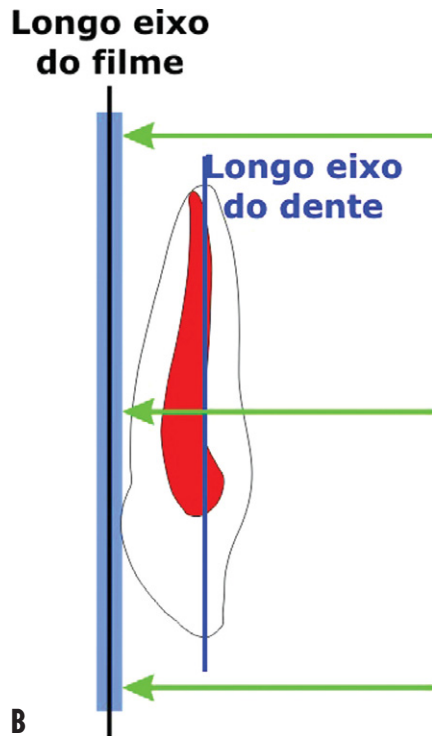
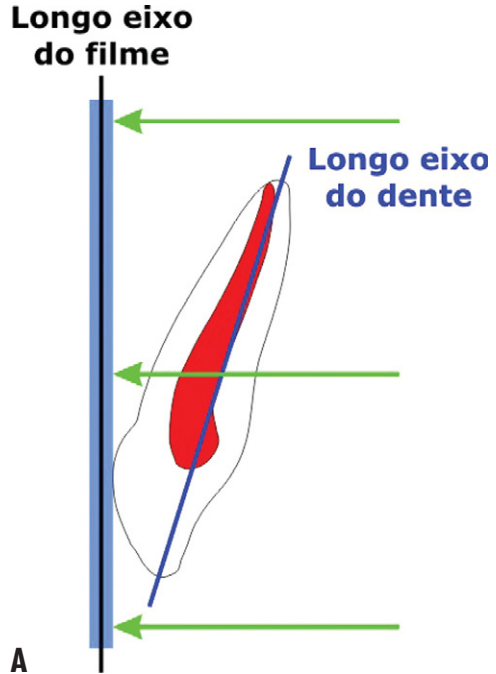
**Figura 9.2 – A.** Radiografia periapical tecnicamente correta, com pequena sobra na borda oclusal, e também na região apical dos dentes, mostrando as estruturas da circunvizinhança. **B.** À direita é possível ver em esquema que na cavidade oral do paciente podemos ver apenas a coroa do dente e gengiva.

das demais estruturas circunvizinhas. Note na imagem acima que sempre devemos deixar uma margem livre do filme radiográfico além das superfícies oclusais/incisais para evitar corte das coroas (3-5 mm); e também deixar uma margem livre além dos ápices dos dentes (5 mm) para analisar/comparar tecido ósseo sadio no caso de haver lesão periapical, por exemplo.

Infelizmente não podemos radiografar os dentes segundo a condição ideal ao lado (Figura 9-3 B), em que utilizaríamos boa parte dos princípios de formação de imagem:

- Objeto o mais próximo possível do anteparo, entenda-se filme/sensor radiográfico e paralelo a esse.

Na realidade, temos a condição real ao lado (Figura 9-3 A), na qual, via de regra, haverá



**Figura 9.3 – A e B.** Esquema ilustrativo da condição ideal de posicionamento do objeto alvo (dente) e da condição real da tomada radiográfica, principalmente na região superior da arcada dentária, devido ao palato.

um ângulo entre o longo eixo do dente e o longo eixo do filme/sensor radiográfico, devido à anatomia dento-maxilo-mandibular.

## Condição Ideal Requerida

### Formação da Imagem Radiográfica

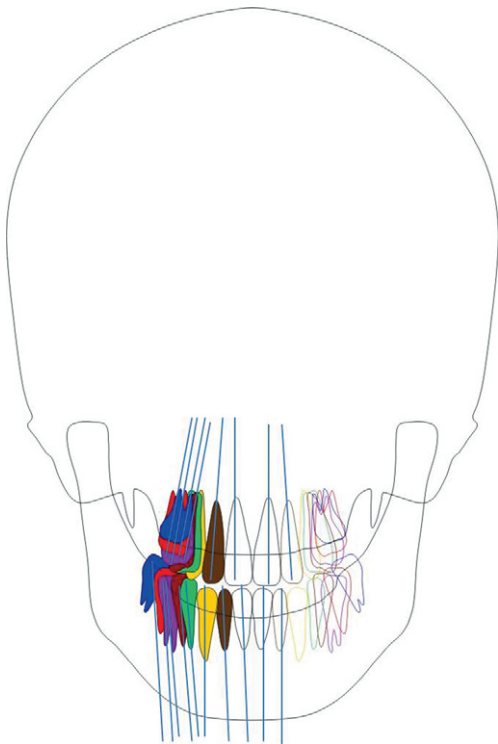
#### Conhecimentos e preparo pré-técnica radiográfica

##### Anatomia – Dentes e Maxilares

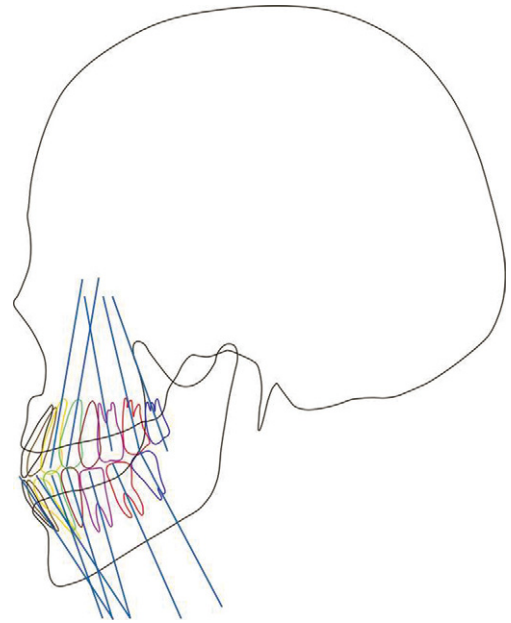
- Inclinação do longo eixo dental em relação ao rebordo alveolar (superior e inferior) (Figuras 9.4 a 9.9)

Um dos principais fatores que prejudicam a possibilidade da condição ideal requerida é a inclinação dos dentes em suas respectivas bases óssea, os alvéolos maxilares e mandibulares.

O conhecimento anatômico e da inclinação dos dentes auxilia sobremaneira a defi-



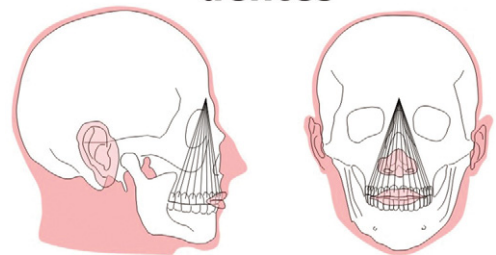
**Figura 9.4** – Esquema ilustrativo da inclinação natural dos dentes (longo eixo) inseridos nos rebordos alveolares. Vista frontal.



**Figura 9.5** – Esquema ilustrativo da inclinação natural dos dentes (longo eixo) inseridos nos rebordos alveolares. Vista lateral.

nição da angulação vertical do feixe de raios X, já que não vemos o dente inteiro, apenas as coroas dentárias dentro da boca. Essa inclinação dos dentes dentro do rebordo alveolar tem a ver com a distribuição das forças mastigatórias em relação à face/crânio e é de fundamental interesse para o ortodon-

### Crânio inclinação dentes



**Figura 9.6** – Esquema ilustrativo da inclinação natural dos dentes (longo eixo) inseridos nos rebordos alveolares e a conversão desses eixos a um único ponto de equilíbrio. Vistas frontal e lateral.

tista, por exemplo, em qualquer tratamento ortodôntico realizado.

A falta de conhecimento da correta inclinação das coroas dos dentes, principalmente nos dentes superiores, pode levar o profissional a um erro na angulação vertical, na incidência do plano bissetor. Essa ocorrência é comum quando utilizamos a técnica da bisettriz sem os dispositivos posicionadores.

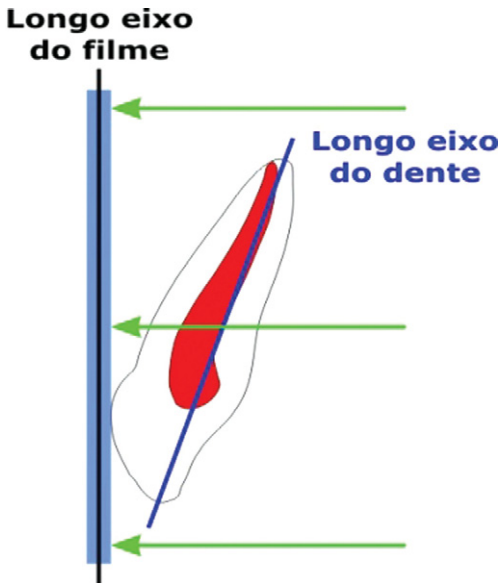
O conhecimento da anatomia dos dentes é fundamental para a aplicação da técnica, já que há uma grande diferença morfológica entre os grupos de dentes (incisivos, caninos, pré-molares e molares), além, é claro, da diferença entre os dentes superiores e inferiores em ambas as dentições (decídua e permanente).

**Posição da cabeça do paciente (Figura 9.10)**

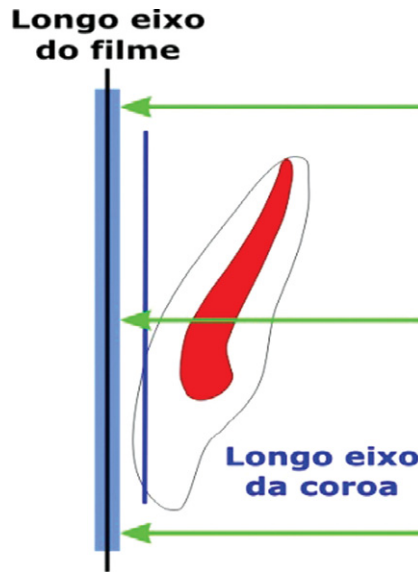
Sempre, o correto posicionamento da cabeça do paciente irá facilitar a tomada radiográfica intraoral, principalmente quando não são utilizados dispositivos posicionadores. Ao utilizarmos esses dispositivos e acoplarmos o anel circular à extremidade do cilindro localizador, mesmo que a cabeça esteja mal posicionada, será possível obter uma boa

imagem. Porém, a melhor situação é sempre padronizar o posicionamento da cabeça do paciente.

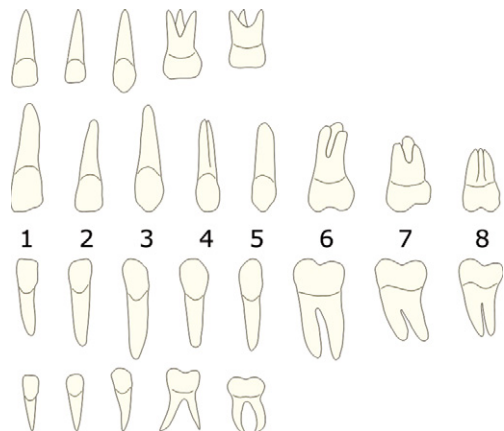
Ao sentar o paciente na cadeira odontológica para realizar uma exposição radiográfica, os posicionamentos vistos abaixo, são fundamentais para facilitar a tomada radiográfica, evitando possíveis erros. A ideia central é manter a cabeça do paciente



**Figura 9.7** – Esquema ilustrativo do longo eixo real.

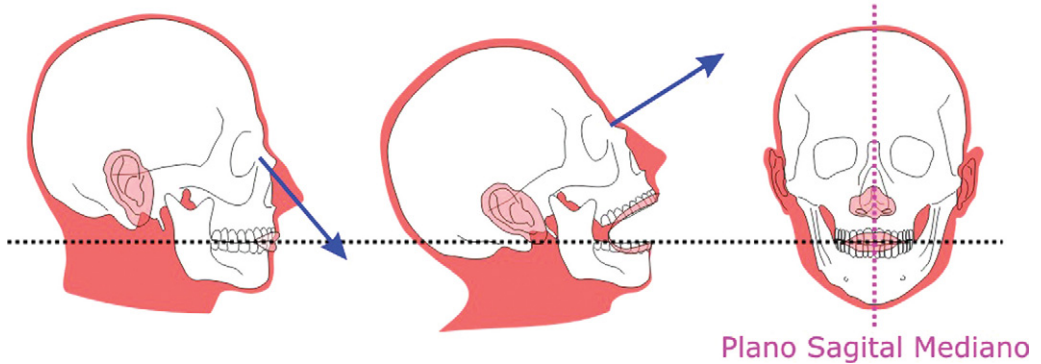


**Figura 9.8** – Esquema ilustrativo do longo eixo aparente.



**Figura 9.9** – Esquema ilustrativo dos diferentes grupos dentais e suas características anatômicas.

## Posição da cabeça



**Figura 9.10** – Esquema ilustrativo do posicionamento da cabeça do paciente para a tomada radiográfica intraoral. Posicionamento padrão.

centrada, ou seja, o Plano Sagital Mediano (PSM) perpendicular ao plano horizontal, pedir para o paciente olhar para o teto, quando o objetivo é radiografar a arcada inferior, e olhar para os pés quando o objetivo é radiografar a arcada superior. Devemos notar que, hoje, as cadeiras odontológicas não permitem colocar o encosto perpendicular ao plano horizontal, ou seja, em  $90^\circ$ . Assim, recomendamos ter uma pequena almofada em forma de bisel para colocar nas costas do paciente, permitindo assim que ele fique sentado em  $90^\circ$ .

### Enquadramento e posição do filme radiográfico (Figura 9.11)

- Radiografia de um único elemento dentário: objetivo pontual, devido a uma requisição específica, como, por exemplo, dor em um único dente, ou fratura etc.
- Radiografia de um grupo/regiões dentárias são mais difíceis de radiografar e enquadrar, principalmente devido à condição anatômica e até à falta de dentes.

O enquadramento por região, como visto no diagrama abaixo, é mais utilizado no diagnóstico, por exemplo, de um paciente em consulta inicial (filme radiográfico tamanho n° 2). A técnica deve sempre abranger a região do grupo de dentes e a face distal do último dente da região anterior, além da face mesial do dente da região subsequente (exce-

to região de molares), conforme a sequência: incisivos – canino – pré-molares – molares. Claro que quando radiografamos apenas um elemento dentário essa regra não se aplica. O diagrama abaixo ilustra um exame radiográfico chamado “boca-toda”, ou seja, se o paciente tem todos os dentes, todas as regiões dos grupamentos de dentes são radiografadas segundo a técnica descrita acima. Dependendo da situação anatômica dente/base óssea, haverá a necessidade de mais ou menos filmes radiográficos. O mais importante é que todos os dentes sejam radiografados segundo a técnica radiográfica periapical.

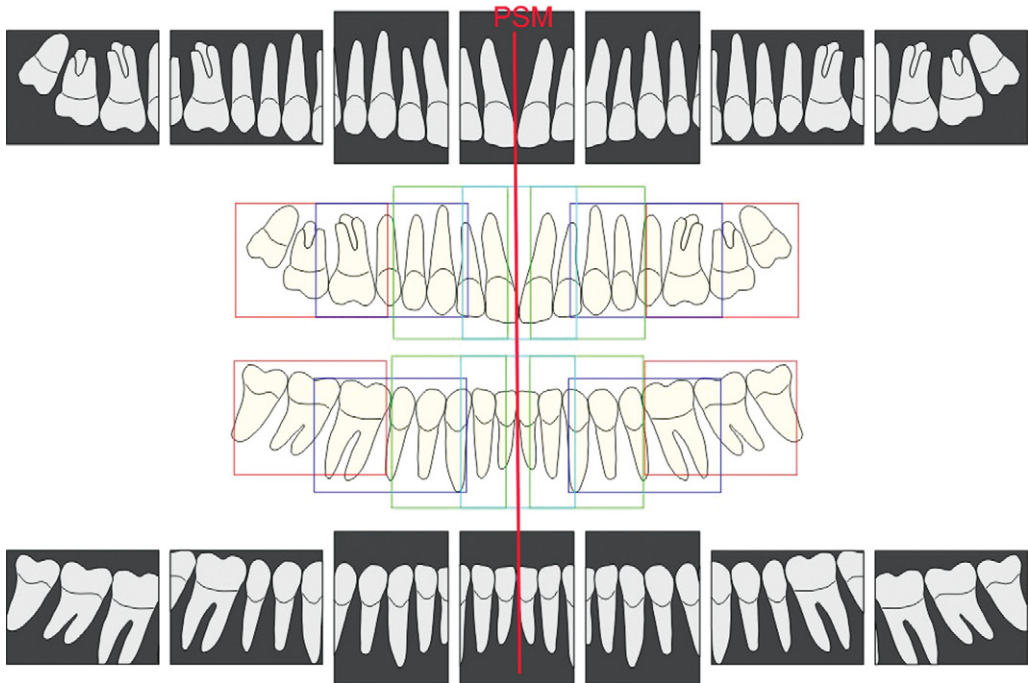
Hoje, devido aos grandes avanços tecnológicos e à viabilidade da Técnica Radiográfica Panorâmica (TRP), esse exame radiográfico, “boca-toda”, não é mais utilizado na rotina das consultas iniciais, pois a TRP é mais econômica, expõe o paciente a menor quantidade de radiação e é mais simples na execução. A indicação do exame radiográfico de “boca-toda” ainda prevalece quando um máximo de detalhes de todas as áreas é necessário, como, por exemplo, nas avaliações para tratamento periodontal.

### Manutenção do filme nas arcadas dentárias (Figura 9.12)

Deve, via de regra, ser feita pelo próprio paciente:

- Com dispositivo de alinhamento

## Divisão da arcada em 14 regiões



**Figura 9.11** – Esquema ilustrativo da divisão dos filmes radiográficos por região das arcadas dentárias, por exemplo, para um exame completo de boca-toda (BT). Como visto, sempre haverá uma pequena sobreposição das áreas.

- Dispositivo posicionador de filmes – DPF (tipos: RINN® e HANSHIN®)
- Sem dispositivo de alinhamento
  - Superior – segura com o polegar da mão contrária ao lado radiografado;
  - Inferior – segura com o indicador da mão contrária ao lado radiografado.

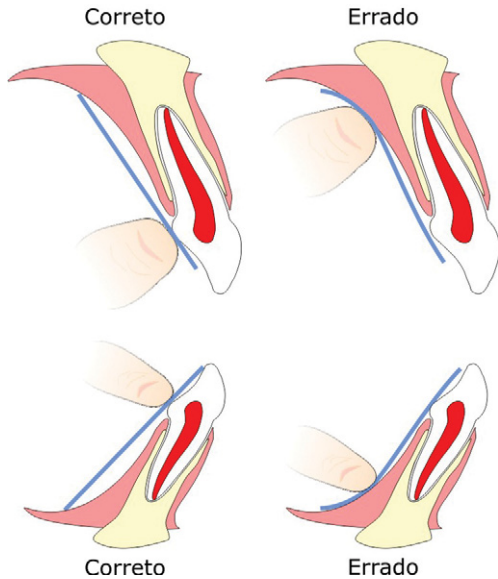
Nas regiões anteriores, superior e inferior, tanto faz a mão que segurará o filme em posição. O paciente pode manter a mão fechada ou aberta quando segura o filme radiográfico, desde que nenhum dedo fique entre o feixe de raios X e o filme.

### *Colocação do filme/posicionador de filmes no interior da boca (Figura 9.12):*

- Inferior – A principal dificuldade, via de regra, é a língua do paciente, e é claro, o soalho bucal.
- Superior – A principal dificuldade, via de regra, é a profundidade/tamanho do palato.

Com a utilização ou não dos DPFs, o filme deve ser posicionado sempre encostado no dente a ser radiografado, no caso da técnica da bisettriz. O paciente não precisa abrir demais a boca, sendo que o filme é colocado cuidadosamente, driblando a língua e os demais tecidos bucais, para que não cause náuseas nem traumatize. Se o paciente abrir demais a boca, o soalho bucal ficará distendido e trará incômodo, podendo até machucá-lo, além de aumentar a possibilidade de movimentação durante a exposição aos raios X. O filme deve ser posicionado entre a língua e o dente, na arcada inferior, regiões posteriores. Já na região anterior, teremos ainda o freio lingual, que trará bastante dificuldade, por isso também será fundamental que o paciente mantenha a boca semiaberta, o diâmetro suficiente para passar o dedo/posicionador de filmes.

### Manutenção do filme Técnica Bissetriz sem posicionador

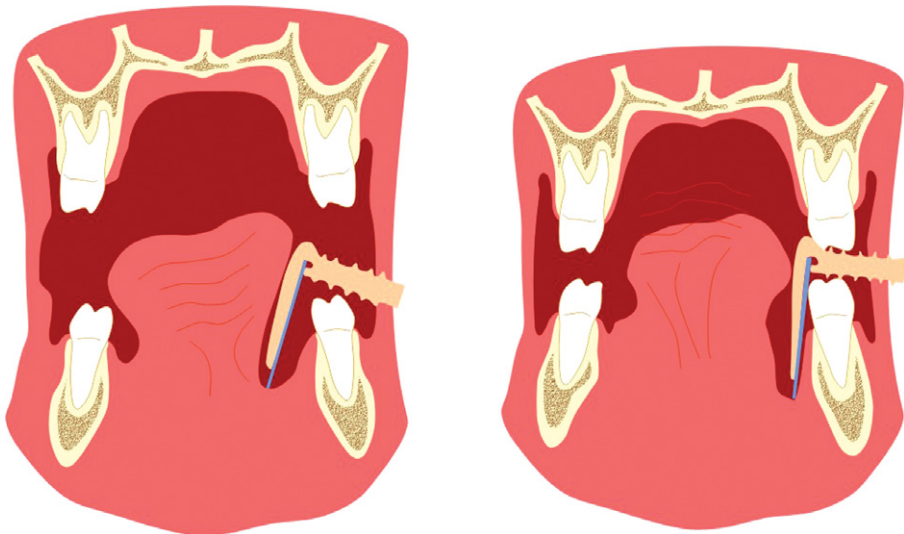


**Figura 9.12** – Esquema ilustrativo do posicionamento dos dedos para segurar o filme radiográfico em posição para a técnica radiográfica da bissetriz. Podemos ver a correta maneira de posicionar a polpa dos dedos; a maneira incorreta poderá curvar o filme radiográfico e conseqüentemente deformar a imagem radiográfica.

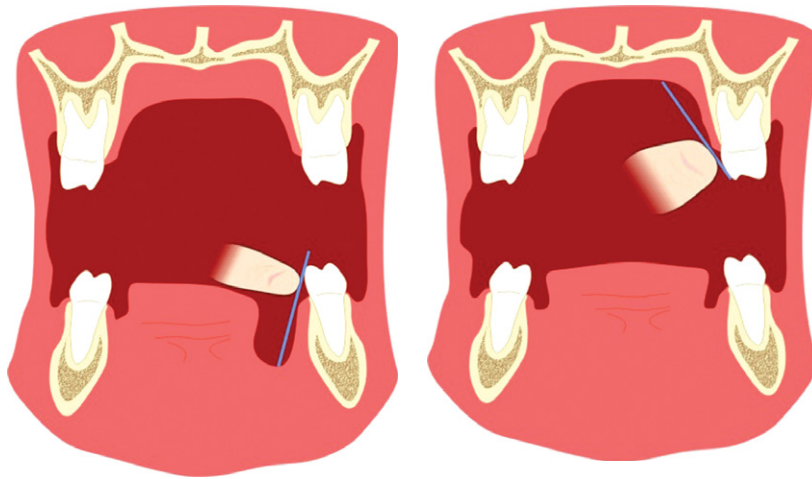
### Manutenção do filme radiográfico com os dedos (técnica da bissetriz) (Figuras 9.13 a 9.15)

No caso da arcada superior, teremos a inclinação e a profundidade do palato como principais impedimentos anatômicos à colocação do filme radiográfico próximo ao dente. Assim, é natural trabalharmos com angulações verticais maiores, para que possamos praticar a correta incidência perpendicular à bissetriz, formada pelo longo eixo do dente e filme radiográfico. No Brasil, principalmente devido à miscigenação de raças (etnia), há uma maior dificuldade de posicionamento, pois há muita variação de tamanho e formato de arcadas.

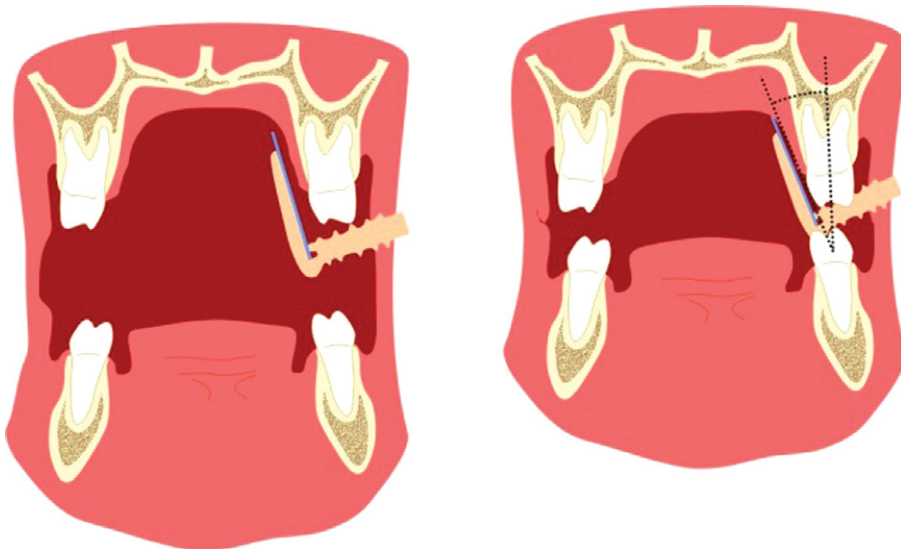
A Portaria 453 do Ministério da Saúde (ANVISA) preconiza a utilização dos Dispositivos Posicionadores de Filmes (DPF) sempre que utilizarmos as técnicas intraorais, radiográfica periapical, interproximal, e até oclusal, inclusive nos procedimentos endodônticos. O principal motivo é que quando o paciente morde a aleta de mordida, essa oclusão posiciona o filme corretamente, facilitando o direcionamento do raio X central em relação à bissetriz (TRIB) ou o paralelismo (TRIP).



**Figura 9.13** – Esquema ilustrativo da colocação do conjunto filme radiográfico/DPF no interior da cavidade oral do paciente para a técnica radiográfica da bissetriz, região da mandíbula (inferior). Note que, ao fechar a boca, os tecidos do soalho bucal sedem ou ficam menos distendidos e facilitam a acomodação do conjunto filme radiográfico/DPF.



**Figura 9.14** – Esquema ilustrativo da colocação do conjunto filme radiográfico/sensor no interior da cavidade oral do paciente, para ambas as regiões mandíbula/maxila, para a técnica radiográfica da bisettriz, sem posicionador. Note que para a mandíbula, devido à anatomia da região (desde que o paciente não abra demasiadamente a boca, distendendo o soalho), é mais fácil aproximar todo o filme ao dente. Já na maxila, a conformação do palato irá, via de regra, dificultar essa aproximação, e um ângulo mais acentuado é formado.

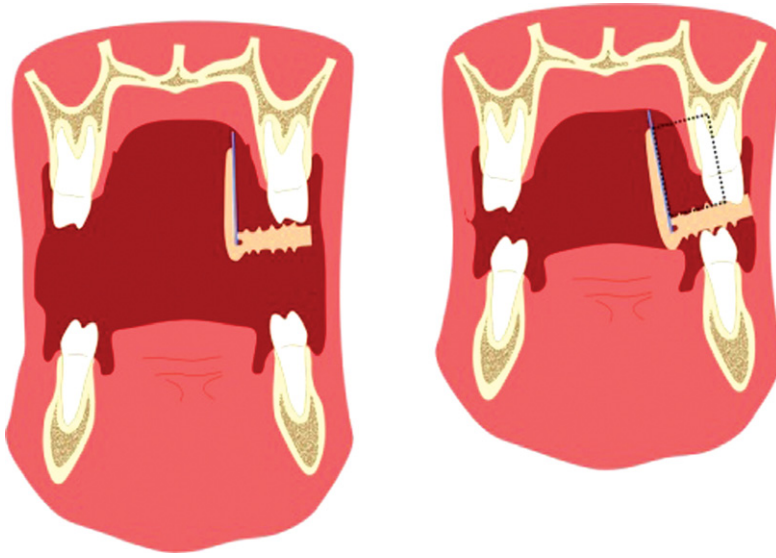


**Figura 9.15** – Esquema ilustrativo da colocação do conjunto filme radiográfico/DPF no interior da cavidade oral do paciente para a técnica radiográfica da bisettriz.

### Feixe de raios X – raios X centrais (Figuras 9.17 a 9.19)

O raio central do feixe de raios X existe, mas é quase impossível de direcioná-lo, já que os raios X são invisíveis. Existem aparelhos de

raios X no Japão, por exemplo, que simulam o feixe central de raios X através de um feixe de raio *laser*. Isso acontece devido ao acoplamento de um dispositivo circular ao redor da boca do cilindro localizador do aparelho, que emite



**Figura 9.16** – Esquema ilustrativo da colocação do conjunto filme radiográfico/DPF no interior da cavidade oral do paciente para a técnica radiográfica do paralelismo. Note a distância do dente ao filme/sensor radiográfico.

quatro feixes *laser* direcionados ao ponto central dessa circunferência na pele do paciente, simulando os raios X centrais do feixe.

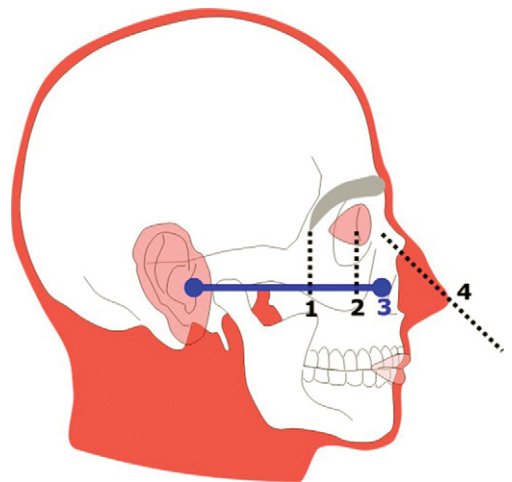
Na prática, quando utilizamos a técnica da bissetriz, sem o auxílio de posicionadores de filmes, vamos utilizar linhas e pontos de referência que auxiliam esse direcionamento. Como princípio o feixe central de raios X deveria incidir diretamente na face vestibular do dente alvo, ou no ponto de contato quando a intenção é radiografar dois dentes, ou diretamente sobre o dente do meio quando temos 3 dentes, ou, ainda, diretamente sobre um objeto/alvo qualquer.

- Com/sem dispositivo de alinhamento

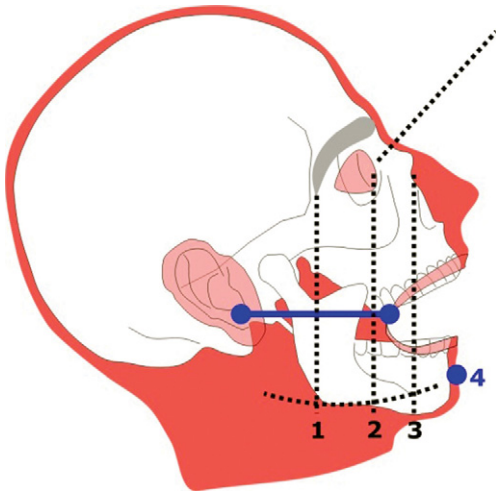
Os dispositivos de alinhamento, ou posicionadores de filmes radiográficos no interior da boca, também utilizados na técnica radiográfica periapical da bissetriz e obrigatoriamente na técnica radiográfica do paralelismo, auxiliam sobremaneira essa tarefa, bastando apenas colocar o dispositivo porta-filme atrás do dente ou região a ser radiografada. Ao fechar a boca, ou ocluir, os dispositivos de alinhamento fornecem a posição correta do feixe central de raios X, localizado no centro do anel circular, onde acoplaremos a boca do cilindro localizador.

Pontos de entrada do feixe central de raios X (pontos de incidência), e DPF mostrando a centralização do feixe central de raios X ao centro do filme radiográfico.

Os pontos de incidência auxiliam no posicionamento da entrada do feixe de raios X centrais. É claro que se trata apenas de uma



**Figura 9.17** – Esquema ilustrativo dos pontos de referência na face do paciente para auxiliar no direcionamento dos raios X centrais, quando vamos radiografar a arcada superior. Pedir para o paciente olhar para baixo, ou para os joelhos.



**Figura 9.18** – Esquema ilustrativo dos pontos de referência na face do paciente para auxiliar no direcionamento dos raios X centrais, quando vamos radiografar a arcada inferior. Pedir para o paciente olhar para cima, ou para o teto, abrindo a boca.



**Figura 9.19** – Dispositivo posicionador do filme radiográfico (DPF). Podemos verificar que o centro do anel do DPF coincide com o centro do filme radiográfico.

referência. Na maioria das vezes devemos afastar a bochecha do paciente e tentar olhar diretamente o filme radiográfico e o(s) dente(s) que serão alvo da exposição.

### Angulação – Vertical e horizontal (Figuras 9.20 a 9.22)

- Angulação vertical positiva, “+”;
- Angulação vertical negativa, “-”.

### Goniômetro – para posicionar o cabeçote no sentido vertical (Figura 9.21)

No início da prática radiológica, o goniômetro ajudará bastante o posicionamento correto do cabeçote/cilindro localizador, ou seja, da incidência dos raios X perpendicular ao plano bissetor, no caso da técnica da bisettriz sem posicionador.

### Técnica Radiográfica Periapical da Bissetriz (Plano Bissetor)

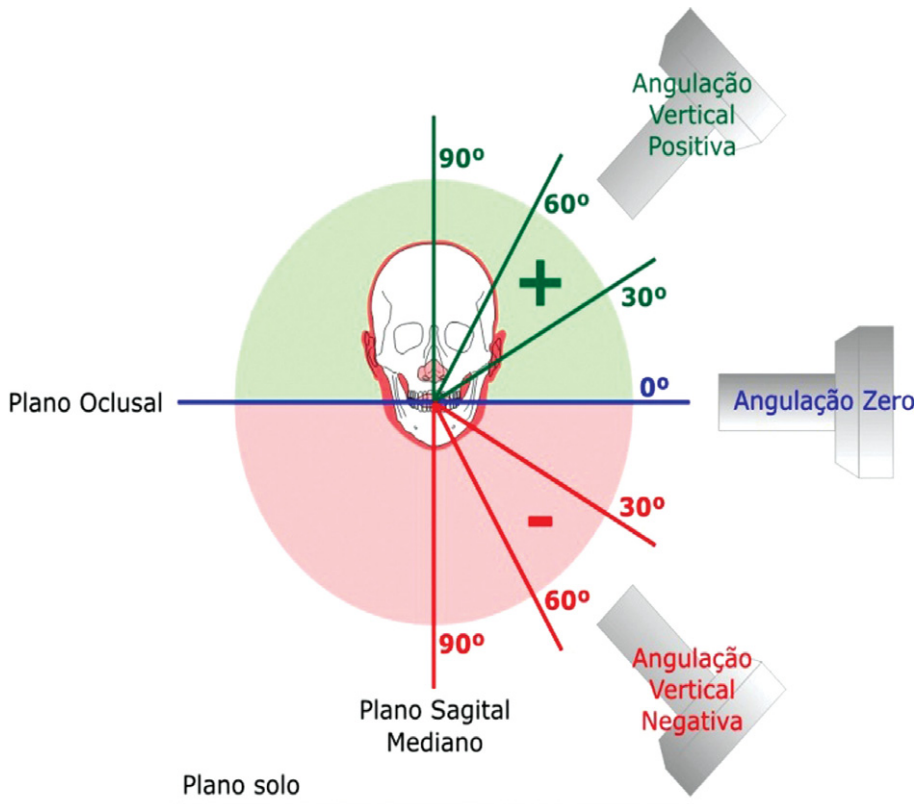
- Com posicionador de filmes
- Sem posicionador de filmes
  - Maxila – manter o filme radiográfico em posição, utilizando o dedo polegar.
  - Mandíbula – manter o filme radiográfico em posição, utilizando o dedo indicador.

### Indicações

- Lesão na coroa (cárie)
- Detecção inflamação/infecção no periápice dental
- Trauma – dentes e osso alveolar
- Presença e posição de dentes não erupcionados
- Avaliação da morfologia da raiz antes de exodontia
- Avaliação de restaurações
- Avaliação de patologias na porção alveolar do osso próximo aos ápices dentais
- Avaliação após implantes
- Alterações do órgão dental

### Ângulo na vertical - Plano bissetor - Sem e com DPF (Figura 9.20)

Essa técnica foi descrita por *Cieszynski*, em 1907, e preconizava incidir os raios centrais verticalmente, passando pelo ápice radicular do dente alvo, e sobre a linha que divide, em duas partes iguais, o ângulo formado pelo



**Figura 9.20** – Esquema ilustrativo da angulação vertical do cabeçote/feixe de raios X no sentido do plano oclusal dos dentes.

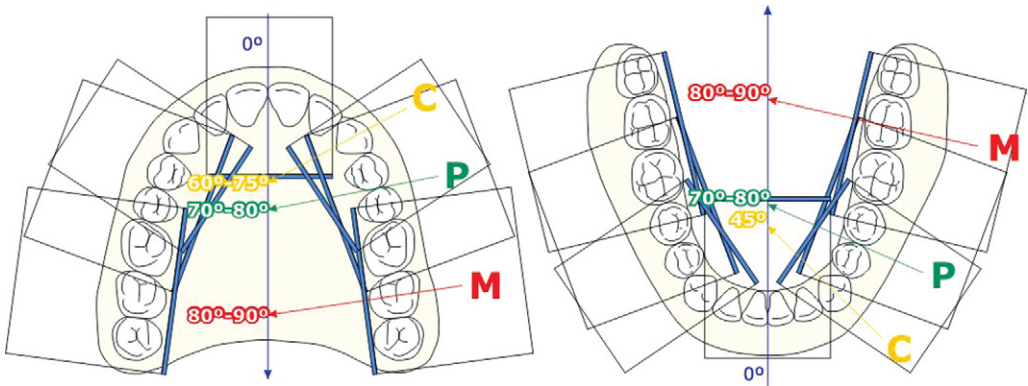


**Figura 9.21** – Dispositivo goniômetro localizado na conexão do braço articular com o cabeçote do aparelho de raios X.

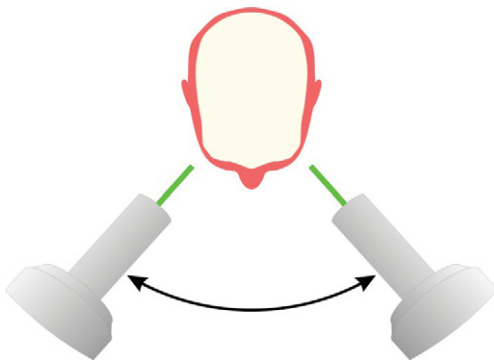
eixo longo do dente e a superfície do filme, ou seja, em ângulo reto sobre o plano bissetor. Também chamada de técnica de levantamento topográfico isométrico.

Atualmente, devido aos princípios de radioproteção e qualidade de imagem, o campo de radiação do tubo de raios X está menor (6,0 cm) e, assim, os raios centrais devem ser projetados no ponto a cerca de  $\frac{1}{2}$  cm do comprimento da raiz dentária, para evitar o corte da coroa dentária.

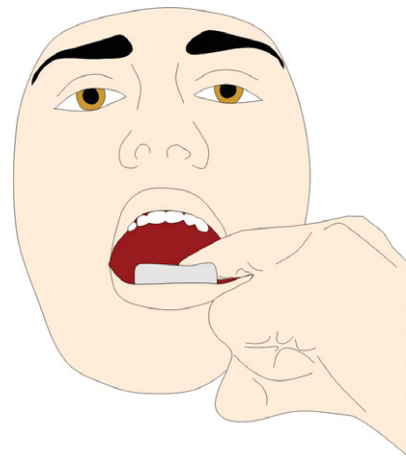
Nessa técnica da bissetriz, normalmente, utilizamos o cilindro curto (distância entre as extremidades da área focal, e da boca do cilindro é cerca de 20 cm), e segundo a Portaria 453 do Ministério da Saúde (ANVISA), devem-se utilizar os dispositivos posicionadores porta-filmes sempre que possível. Porém, quando não for possível, por algum motivo, o paciente deverá segurar o filme em posição.



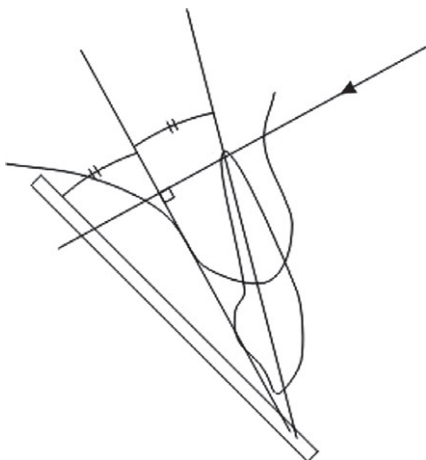
**Figura 9.22** – Esquema ilustrativo da angulação horizontal do cabeçote/feixe de raios X no sentido do plano sagital mediano.



**Figura 9.23** – Esquema ilustrativo da angulação horizontal do cabeçote/feixe de raios X no sentido do plano sagital mediano. Vista superior.



**Figura 9.24** – Desenho do paciente segurando o filme com o dedo indicador, dentro da boca, na arcada inferior. Técnica radiográfica da bisettriz, sem posicionador de filmes.



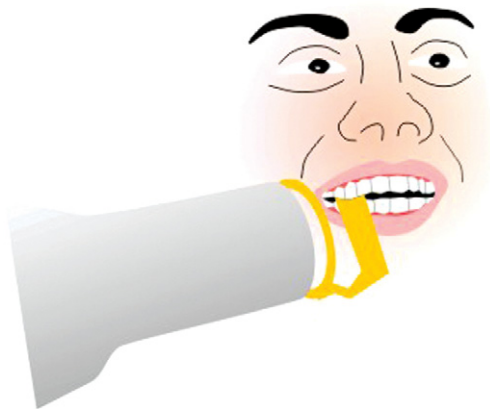
**Figura 9.25** – Esquema ilustrativo da técnica radiográfica da bisettriz, evidenciando o plano bisetor.

Veja esta sugestão de angulação vertical média quando o plano oclusal é mantido na horizontal é:

	Incisivos (ISs)	Caninos (Cs) e Pré-molares (PMs)	Molares (Ms)
Maxila	+55° p/ baixo	+45°	+35°
Mandíbula	-20° p/ cima	-10°	0~-5°



**Figura 9.26** – Fotografia em detalhe da relação cilindro localizador/anel do DPF para região inferior.



**Figura 9.27** – Esquema ilustrativo da relação cilindro localizador/anel do DPF para região superior.

Esses valores servem apenas de referência para iniciantes verificarem no goniômetro do aparelho de raios X.

Se não for utilizado um posicionador porta-filme, o paciente segurará o filme em sua própria boca, utilizando o dedo indicador (região inferior) ou polegar (região superior), ou ainda mordendo um bloco de mordida.



**Figura 9.28** – Fotografia em detalhe da relação filme radiográfico com a borda oclusal dos dentes inferiores, mantido em posição no interior da boca pelo dedo indicador do paciente, já que a radiografia será obtida dos dentes molares inferiores.



**Figura 9.29** – Goniômetro. Sua localização deve ser na articulação do braço articular do equipamento de raios X a uma parte lateral do cabeçote.

### **Vantagens**

Mesmo que a distância entre a área focal e o alvo a ser radiografado seja pequena, consegue-se obter o comprimento real do dente, se a incidência do raio central for perpendicular ao plano bissetor.

Pode ser utilizada com ou sem posicionadores de filmes.

### Desvantagens

É de difícil execução se não utilizarmos posicionadores porta-filmes. Assim, as distorções são mais frequentes.

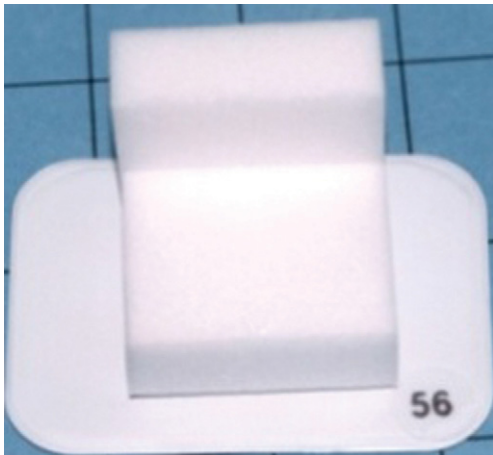
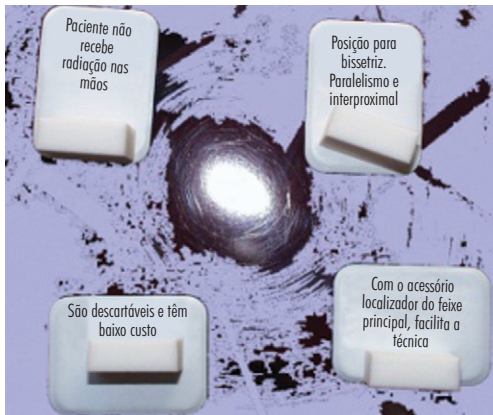
Os pacientes recebem radiação nas mãos se segurarem os filmes radiográficos na boca. Outra desvantagem, por exemplo, a raiz vestibular dos molares superiores é radiografada mais curta e a raiz palatina, mais longa do que são na realidade.

Na região cervical, devido à projeção da incidência radiográfica, com inclinação, as regiões, vestibular e lingual sofrem desvios. Por esta razão torna-se difícil avaliar-se a anatomia da crista óssea alveolar, próximo à região cervical, cáries proximais incipien-

tes e a adequação do material restaurador da coroa.

### Técnica da bisetritz com posicionador de filme, tipo bloco de mordida (BM) (Figuras 9.30 e 9.31)

Trata-se da mesma técnica radiográfica periapical da bisetritz, porém o paciente não segura o filme com os dedos nem utiliza o DPF convencional. Para segurar/posicionar o filme radiográfico, é colado um bloco de mordida, de PVC, no próprio filme, em posição que depende da região a ser radiografada. Assim o paciente morde o bloco de mordida, que, como consequência, fixa o filme em posição.



**Figura 9.30** – Fotos ilustrativas da técnica da bisetritz com bloco de mordida e suas variações.

## Vantagens

- Nesta técnica o paciente não recebe radiação em sua mão;
- O posicionamento do filme é melhor, pois o paciente segura com sua própria mordida, mantendo o filme em posição;
- Os blocos de mordida são macios, cedendo facilmente à mordida;
- Os blocos de mordida são descartáveis e de baixo custo.

## Desvantagens

- Há custo nos blocos de mordida;
- Semelhante à técnica radiográfica da bisetritz sem posicionador de filmes/sensores é mais difícil de acertar perpendicularmente o plano bisetor, principalmente para iniciantes.

## Ângulo na horizontal - Projeção ortorrádial (Figuras 9.32 e 9.33)

É uma técnica em que a projeção é feita a partir de um ângulo horizontal em relação à superfície vestibular do dente alvo, perpendicularmente ao filme. Quando o alvo radiográfico é apenas um dente, incidimos os raios X centrais, diretamente na superfície vestibular. Se o alvo radiográfico são dois dentes, incidimos os raios X centrais entre os dois dentes, ou paralelamente à superfície proximal des-

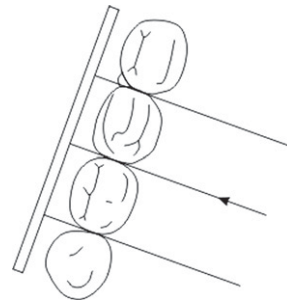


**Figura 9.31** – Foto ilustrativa da técnica da bisetritz com bloco de mordida, e indicador de raio X central.

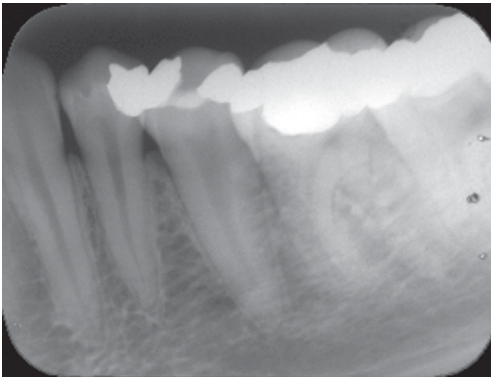
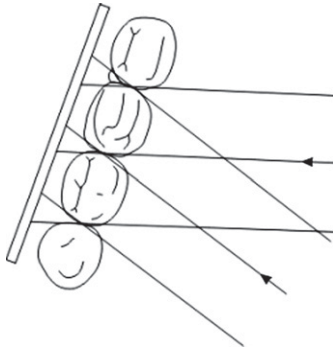
ses dentes. Se houver a necessidade de radiografarmos três dentes, por exemplo, região de molares, incidimos os raios X centrais no dente do meio (no caso, no 2º molar). Em outras palavras, é uma técnica que permite evitar a sobreposição das faces proximais dos dentes contíguos ao dente alvo, facilitando a observação das cristas ósseas interdentárias e adaptações de restaurações.

Devemos considerar que, quanto maior for o número de dentes alvo para radiografar em um mesmo filme, devido à geometria de formação de imagem, e ao fato de o feixe de raios X ser divergente, inevitavelmente teremos sobreposição das faces interproximais dos dentes mais afastados do centro. Exemplo disto é o que ocorre ao realizarmos uma radiografia interproximal dos dentes posteriores no filme tamanho nº 3.

Finalmente, existem vários estudos sobre o ângulo horizontal real, porém o mais importante é incidir o raio central do feixe de raios X perpendicularmente à face vestibular do dente alvo.



**Figura 9.32** – Radiografia periapical tomada com excelente angulação horizontal, conforme esquema acima. Veja que não há sobreposição das superfícies proximais dos dentes.



**Figura 9.33** – Radiografia periapical tomada com pobre angulação horizontal, conforme esquema acima. Veja que há sobreposição das superfícies proximais dos dentes. Deve-se repetir a radiografia.

### Projeção excêntrica

Quando a área focal se localiza próximo ao lado mesial, tem-se a projeção mesial-excêntrica e quando se localiza do lado distal, tem-se a projeção distal-excêntrica. Esse tipo de exposição é utilizado nas técnicas de localização radiográfica.

### Técnica de Paralelismo (Técnica de Cilindro Longo) (Figuras 9.36 e 9.37)

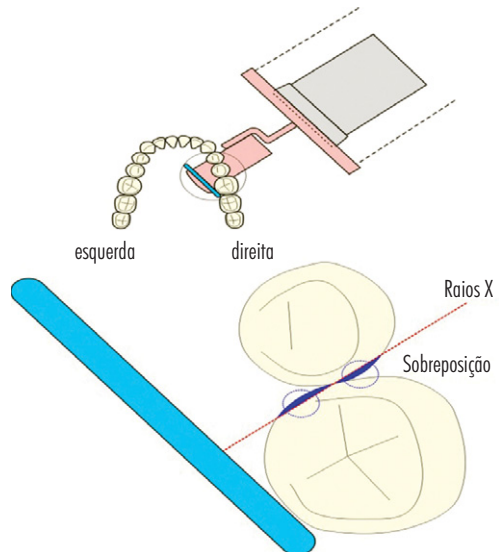
Deve-se utilizar o posicionador de filmes, tipo RINN Co®, para fornecer um correto paralelismo entre o dente alvo e o filme radiográfico/sensor.

A técnica do paralelismo está preconizada pela Portaria 453 do Ministério da Saúde como a técnica eleita para a rotina de exames radiográficos intraorais. Infelizmente não é isso que acontece na rotina de atendimento e necessidades radiológicas no Brasil.

### Indicações

- Detecção de inflamação/infecção no periápice dental;
- Trauma – dentes e osso alveolar;
- Presença e posição de dentes não erupcionados;
- Avaliação da morfologia da raiz antes de exodontia;
- Avaliação de restaurações (margens e relação restauração-câmara pulpar);
- Avaliação de patologias na porção alveolar do osso próximo ao periápice dental;
- Avaliação após implantes;
- Alterações do órgão dental;
- Avaliação das estruturas periodontais;
- Relação cárie/corno pulpar.

É uma técnica em que se mantêm o longo eixo do dente e a superfície do filme paralelos e projetam-se os raios X perpendicularmente a ambos (ortorradial). Principalmente na região maxilar, devido às condições anatômicas, o filme radiográfico ficará mais afastado do dente para propiciar o paralelismo. Lembramos que na técnica radiográfica da bisetriz, o filme radiográfico ficará com uma parte encostada no dente alvo.



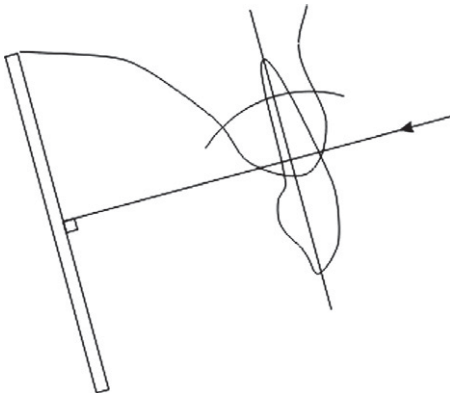
**Figura 9.34** – Esquema ilustrativo de incidência radiográfica periapical com posicionador, porém com erro na colocação do posicionador, causando erro na angulação horizontal, que causará na imagem radiográfica a sobreposição das superfícies proximais dos dentes.

Por utilizar-se o cilindro longo (a distância entre a área focal e a extremidade do cilindro é cerca de 40 cm), é também chamada de técnica de cilindro longo.

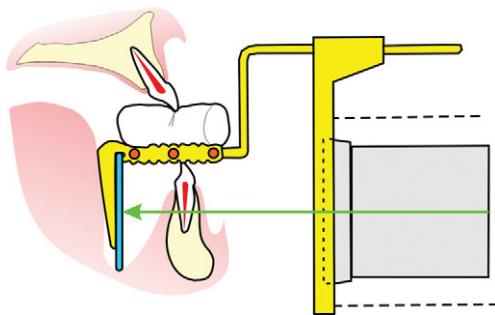
É necessária a utilização dos posicionadores de filmes tipo RINN®

### Vantagens

- A deformação de cada região do dente é pequena e, portanto, obtêm-se proporções morfológicas semelhantes às reais devido à geometria de formação da imagem;
- Por utilizar o cilindro longo, a nitidez torna-se boa;
- O ângulo na vertical é pequeno e, assim, na região dos molares superiores o osso zigomático não se sobrepõe ao dente alvo;

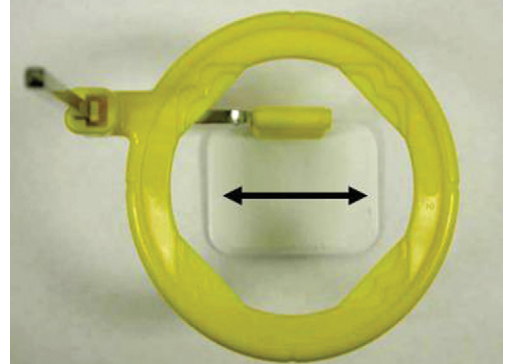
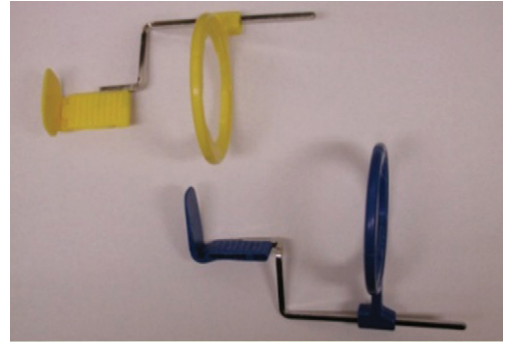


**Figura 9.35** – Esquema ilustrativo da técnica radiográfica periapical do paralelismo, evidenciando o paralelismo entre filme/dente.

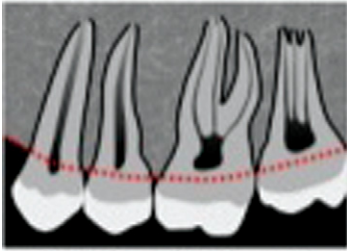


**Figura 9.36** – Esquema ilustrativo da técnica radiográfica periapical do paralelismo, evidenciando o paralelismo entre filme/dente. Isso possibilita que o feixe central de raios X possa incidir perpendicularmente ao conjunto filme/objeto.

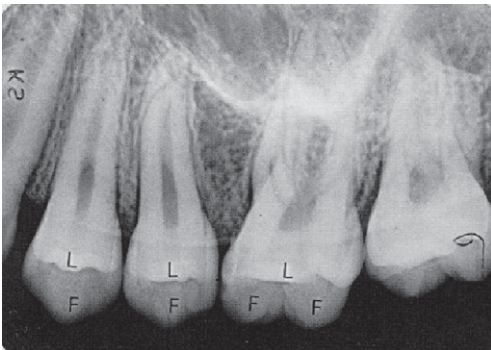
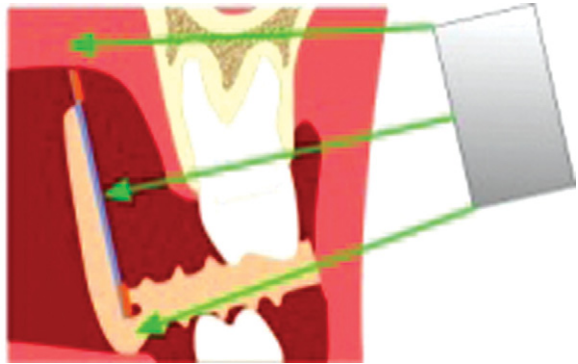
- A posição da cabeça não é crítica, devido ao DPF;
- O alinhamento do feixe é muito mais simples, devido ao DPF;
- A manutenção dos filmes na boca é fácil.



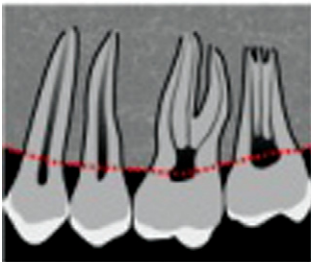
**Figura 9.37** – DPF da RINN Co. para as regiões posterior (acima) e anterior (abaixo).



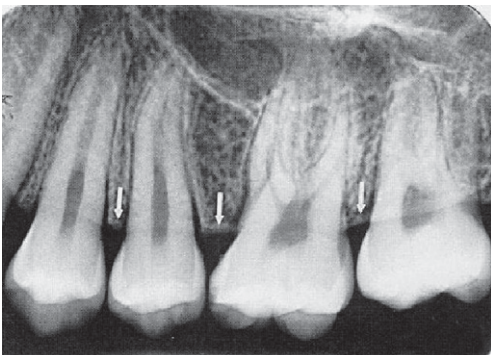
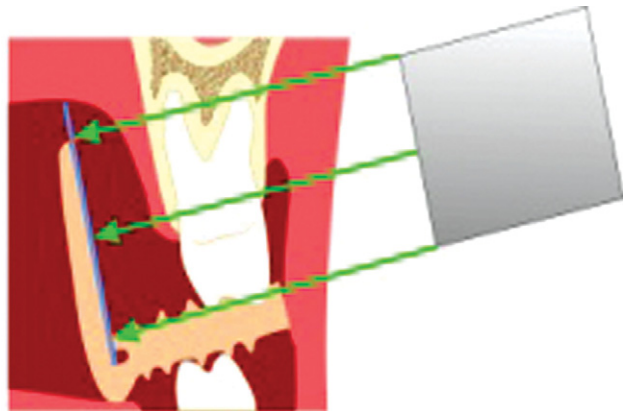
Resultado com feixe divergente



**Figura 9.38** – Esquema ilustrativo da técnica radiográfica periapical do paralelismo, utilizando cilindro curto, ou DFF de 20cm. Veja no resultado radiográfico as cristas ósseas alveolares.



Resultado com feixe paralelo



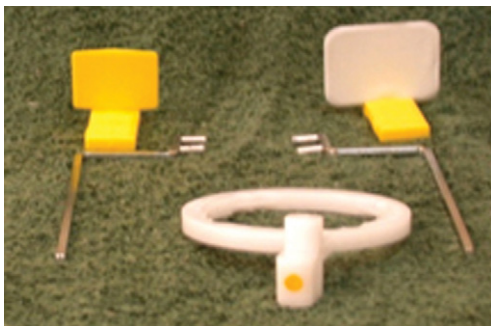
**Figura 9.39** – Esquema ilustrativo da técnica radiográfica periapical do paralelismo, utilizando cilindro longo, ou dff de 40cm. Veja no resultado radiográfico as cristas ósseas alveolares. Assim, essa técnica original é indicada para avaliação periodontal.

## Desvantagens

- Em casos em que o palato seja especialmente raso ou a arcada dentária seja estreita, torna-se difícil posicionar-se o filme paralelamente e, ainda, bem próximo ao dente;
- Mesmo nesses casos, é necessário que se mantenha o paralelismo, utilizando-se um rolo de algodão ou *bite block*;
- Por utilizar o cilindro longo, é necessário um equipamento radiográfico de mais alta potência, ou maior kVp, para diminuir o tempo de exposição.

## Técnica de Asa de Mordida (Interproximal ou bitewing) (Figuras 9.43 a 9.50)

Rapper, em 1925, foi o idealizador da técnica interproximal ou técnica da asa de mordida, conhecida na língua inglesa como *bitewing*, pois utiliza um bloco de mordida/aleta para manter o filme radiográfico em posição com a mordida do paciente. Como a técnica idealiza tomar a imagem das coroas e cristas ósseas tanto dos dentes da maxila como da mandíbula, a aleta ou bloco deve ficar posicionada bem no meio do filme radiográfico (Fig. 9.43). Para isso, o filme radiográfico pode ser envolto por uma aleta de plástico ou papelão, conforme as Figuras 9.46 e 9.48, ou ainda, e melhor, é colocado em um dispositivo posicionador de filme/sensor, conforme apregoa a Portaria 453-MS/ANVISA (Figura 9.47). A aleta de mordida, como o próprio nome diz, deve ser mordida pelo paciente, o que proporciona que o filme radiográfico fique praticamente parale-



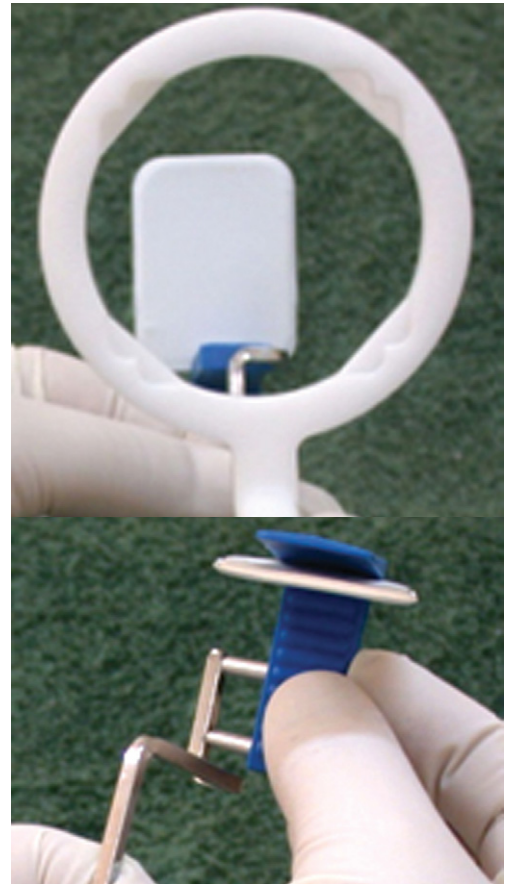
**Figura 9.40** – Fotografia do DPF da Rinn Co. desmontado.

lo às coroas dos dentes a serem radiografados e vai abranger dentes superiores e inferiores em uma só imagem radiográfica.

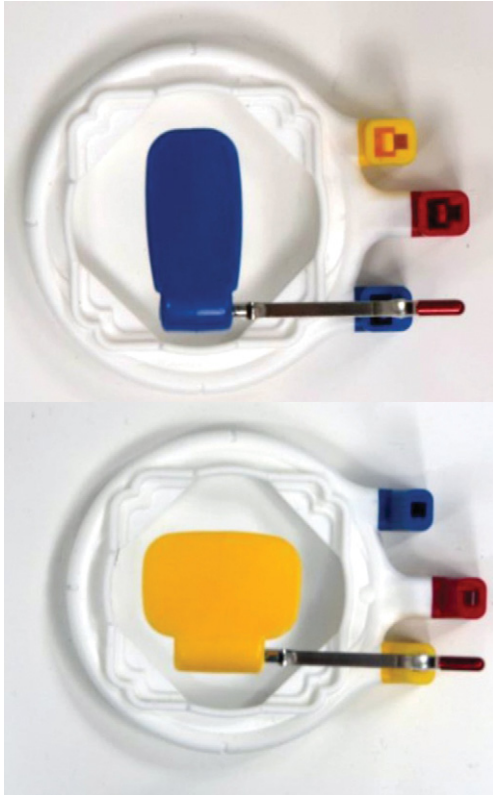
- Também com posicionador de filmes tipo RINN Co®.
- Filmes: tamanhos 0,1,2,3

## Indicação

- Avaliação das superfícies interproximais dos dentes e estruturas circunvizinhas.
  - Pesquisa de cárie de superfície interproximal;
  - Verificar a presença e evolução da cárie de superfície interproximal;
  - Pesquisa de cáries oclusais;
  - Análise de restaurações e incrustações (adaptação, excesso/falta/contorno);



**Figura 9.41** – Fotografia do DPF da Rinn Co. na montagem. Note a centralização do filme pelo anel do DPF e a colocação do filme radiográfico no bloco de mordida.



**Figura 9.42** – Note a centralização do filme radiográfico em relação ao anel do DPF, ou seja, centralizado no feixe de raios X quando aplicada a técnica radiográfica.

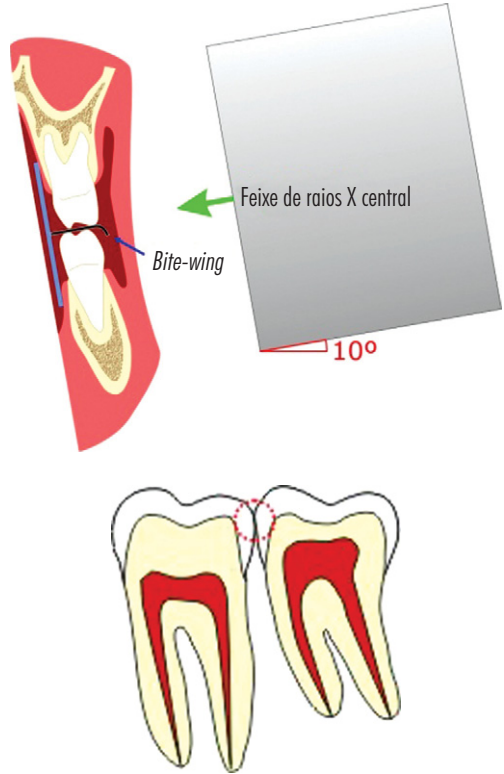
- Recidiva de cárie;
- Avaliação das cristas ósseas interproximais;
- Verificar as coroas dentárias como um todo:
  - câmara pulpar (calcificações e/ou anatomia previamente à preparação de cavidades/tratamento endodôntico);
  - cálculos salivares em superfícies interproximais.

### Enquadramento região molar

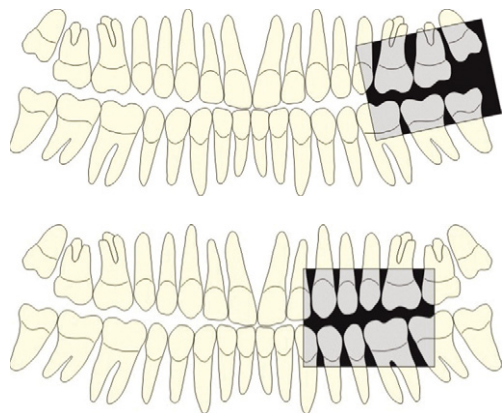
### Enquadramento região pré-molar

#### Detalhes da técnica radiográfica interproximal

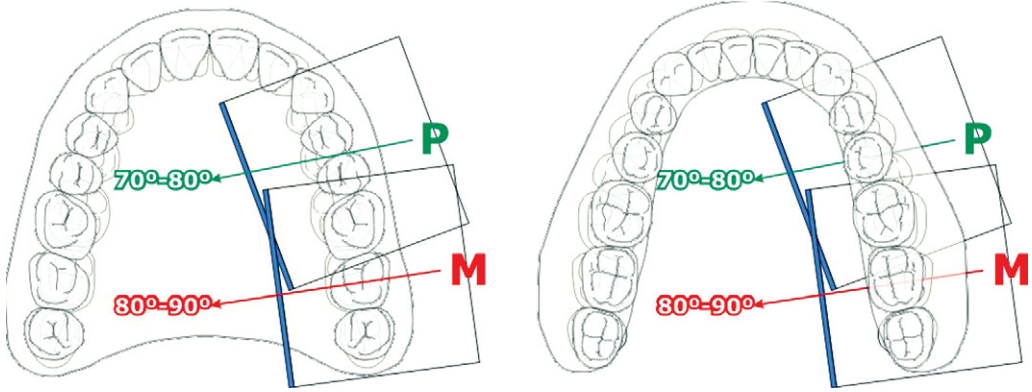
Esta técnica pode ser feita com filmes tamanho padrão (3x4 cm), ou também se utilizando filmes tamanho nº 3, próprios para técnica de asa de mordida, porém, não encontrados em qualquer casa de artigos odont-



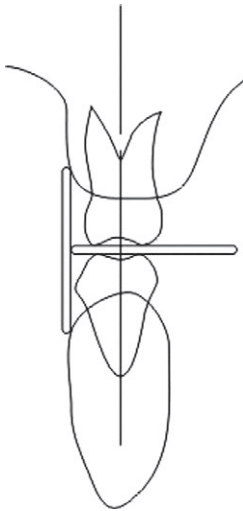
**Figura 9.43** – Esquema ilustrativo da técnica radiográfica interproximal, mostrando o ângulo vertical de incidência, com o raio X central apontado para aleta de mordida (zero a +10°). A radiografia interproximal é a radiografia eleita para o diagnóstico de cáries interproximais e análise de restaurações com caixas interproximais.



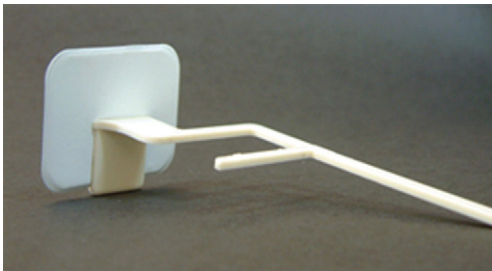
**Figura 9.44** – Esquema ilustrativo do posicionamento do filme radiográfico/sensor para radiografar as regiões de molar e pré-molar pela técnica radiográfica interproximal.



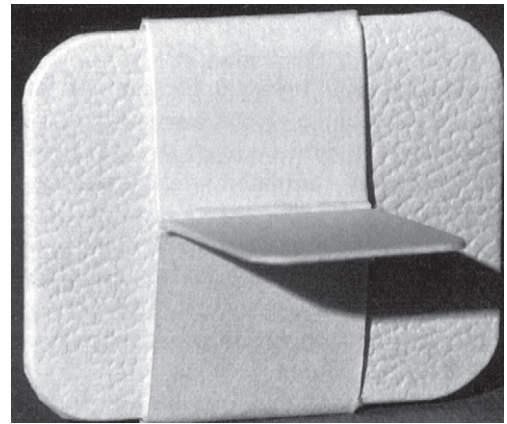
**Figura 9.45** – Esquema ilustrativo da angulação horizontal para radiografar as regiões de molar e pré-molar pela técnica radiográfica interproximal. Visão em ambas as arcadas.



**Figura 9.46** – Esquema ilustrativo da técnica radiográfica interproximal.



**Figura 9.47** – Fotografia de DPF para a técnica radiográfica interproximal.



**Figura 9.48** – Fotografia de filme radiográfico com aleta de mordida de papelão para técnica radiográfica interproximal.

tológicos. Devem-se utilizar posicionadores de filmes, ou, na impossibilidade, adapta-se, colocando-se uma asa de mordida de PVC ou cartolina, ou fita adesiva, em um filme convencional para técnica intraoral.

Posicionamento da cabeça: manter em horizontal a asa nasal/trago. Semelhante ao posicionamento da técnica radiográfica periapical.

Manutenção do filme: pedir para o paciente morder levemente com os dentes maxilomandibulares a asa de mordida.

Direção do raio principal: voltado para baixo (+) de  $8^{\circ}$ ~ $10^{\circ}$  em relação ao plano de mordida.



**Figura 9.49** – Fotografia de filmes radiográficos interproximais da Kodak (tamanho nº 3), que já vêm com aleta de mordida de papelão para técnica radiográfica interproximal.



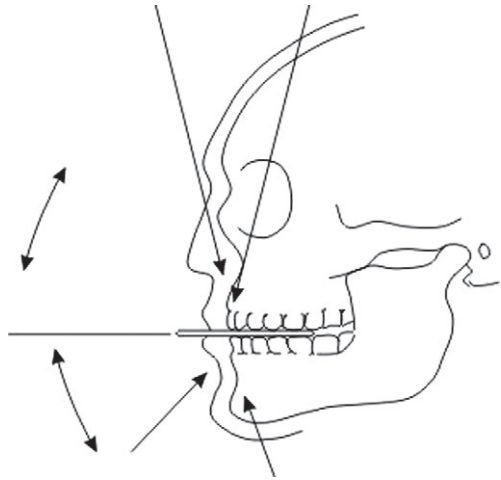
**Figura 9.50** – Fotografia de filme radiográfico com aleta de mordida de PVC para técnica radiográfica interproximal em crânio macerado.

### Técnica radiográfica oclusal (Figuras 9.51 a 9.53)

Esta técnica radiográfica recebe esse nome, pois o filme radiográfico/sensor ficará paralelo às superfícies oclusais dos dentes ou rebordo alveolar. A ideia principal da criação da mesma foi utilizar um filme maior para abranger uma área radiográfica maior.

#### Indicações

- Visualização de áreas mais extensas da maxila e da mandíbula;
- Análise dos rebordos alveolares para avaliação protética;
- Pesquisa de dentes inclusos/impactados;
- Pesquisa de anomalias como dentes supernumerários, toro etc;



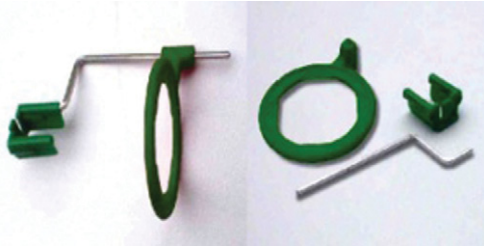
**Figura 9.51** – Esquema ilustrativo da técnica radiográfica oclusal e as possíveis direções de incidência do feixe central de raios X.

- Pesquisa de corpos estranhos calcificados como sialólitos, flebólitos, antrólitos, instrumentos odontológicos fraturados raízes residuais etc;
- Análise de disjunção palatina.

#### Detalhes da técnica radiográfica oclusal

- O filme radiográfico é colocado com o lado da exposição faceado para o arco que será radiografado;
- O filme radiográfico é colocado na boca entre as superfícies oclusais dos dentes;
- O filme radiográfico é estabilizado quando o paciente gentilmente morde a superfície do mesmo, ou o segura com os dedos, contra o rebordo alveolar (no caso de desdentado total) ou superfícies oclusais dos dentes.

Após introduzir o filme com seu longo eixo perpendicular ao plano sagital mediano, tanto quanto possível, ao fundo da boca, mantê-lo na posição de mordida, sem apertar os dentes. Um limite natural de inserção é parte anterior do ramo ascendente. O paciente também pode segurar o filme com os dedos das mãos, usando os polegares para a maxila e os indicadores para a mandíbula. A pressão dos dedos deve ser feita sobre a crista óssea do rebordo alveolar no caso de pacientes desdentados.



**Figura 9.52** – DPF para Técnica Oclusal.



**Figura 9.53** – Fotografia da tomada radiográfica oclusal com DPF. Note que para a região da mandíbula, a paciente está com o pescoço esticado para trás.

## Diferentes técnicas para diferentes situações

### *Projeção na direção do longo eixo do dente (Total-90°)*

Quando se deseja apreender toda a extensão da anomalia/lesão na direção horizontal etc.

#### Posicionamento da cabeça

Direção dos raios X principais perpendicular ao filme/sensor.

Colocar o filme/sensor radiográfico paralelo ao plano oclusal dos dentes.

#### Maxila

Manter paralelo ao plano horizontal (horizontal) a asa nasal e o trago. Cadeira em 90°.

Incidir o raio X central perpendicular ao filme/sensor passando pela glabella

#### Mandíbula

Manter paralelo ao plano horizontal (horizontal) plano oclusal ou trago canto da boca. Deita-se o encosto da cadeira e o paciente inclina a cabeça para trás.

Incidir os raios X centrais perpendicular ao filme/sensor passando pelo soalho bucal.

### *Projeção pela técnica da bisettriz*

Quando se necessita observar uma área maior que o tamanho do filme radiográfico intraoral convencional (3 × 4 cm).

#### Posicionamento da cabeça

Direção dos raios X principais perpendicular ao plano bisetor formado pelo longo eixo do filme/sensor e dos dentes.

Colocar o filme/sensor radiográfico paralelo ao plano oclusal dos dentes.

#### Maxila

Manter em horizontal a asa nasal e o trago.

Voltado 65° para baixo.

Incidência na extremidade pontiaguda do osso nasal.

#### Mandíbula

Manter em horizontal o canto da boca/trago.

Voltado 50° para baixo.

Incidência da região do tubérculo mental.

## **Resumo das técnicas radiográficas oclusais mais utilizadas na rotina odontológica**

### **Principais técnicas radiográficas oclusais**

#### *Oclusal Maxila Total 90° (Figura 9.54)*

O ponto de incidência é a glabella. Assim, a DFF será maior, necessitando aumentar os fatores de exposição.

Esta técnica radiográfica permite uma ótima visão de boa parte das maxilas, na maioria das vezes abrangendo todos os dentes superiores. Porém, há a sobreposição do osso frontal, principalmente na região de molares, o que muitas vezes dificulta a visão dessas áreas. Se o paciente for dentado, poderá segurar o filme radiográfico com os próprios dentes, com suave fechamento de boca. Como recomenda a Portaria 453-MS/ANVISA, o mais indicado é utilizar o DPF. Se o paciente for desdentado, poderá segurar o filme com os dedos polegares, mantendo o filme contra o rebordo alveolar, ou então segurar fechando a boca e contraindo os tecidos moles.

#### *Oclusal Parcial Maxila 65° (Figura 9.55)*

O ponto de incidência é a região alvo que se deseja radiografar na maxila.

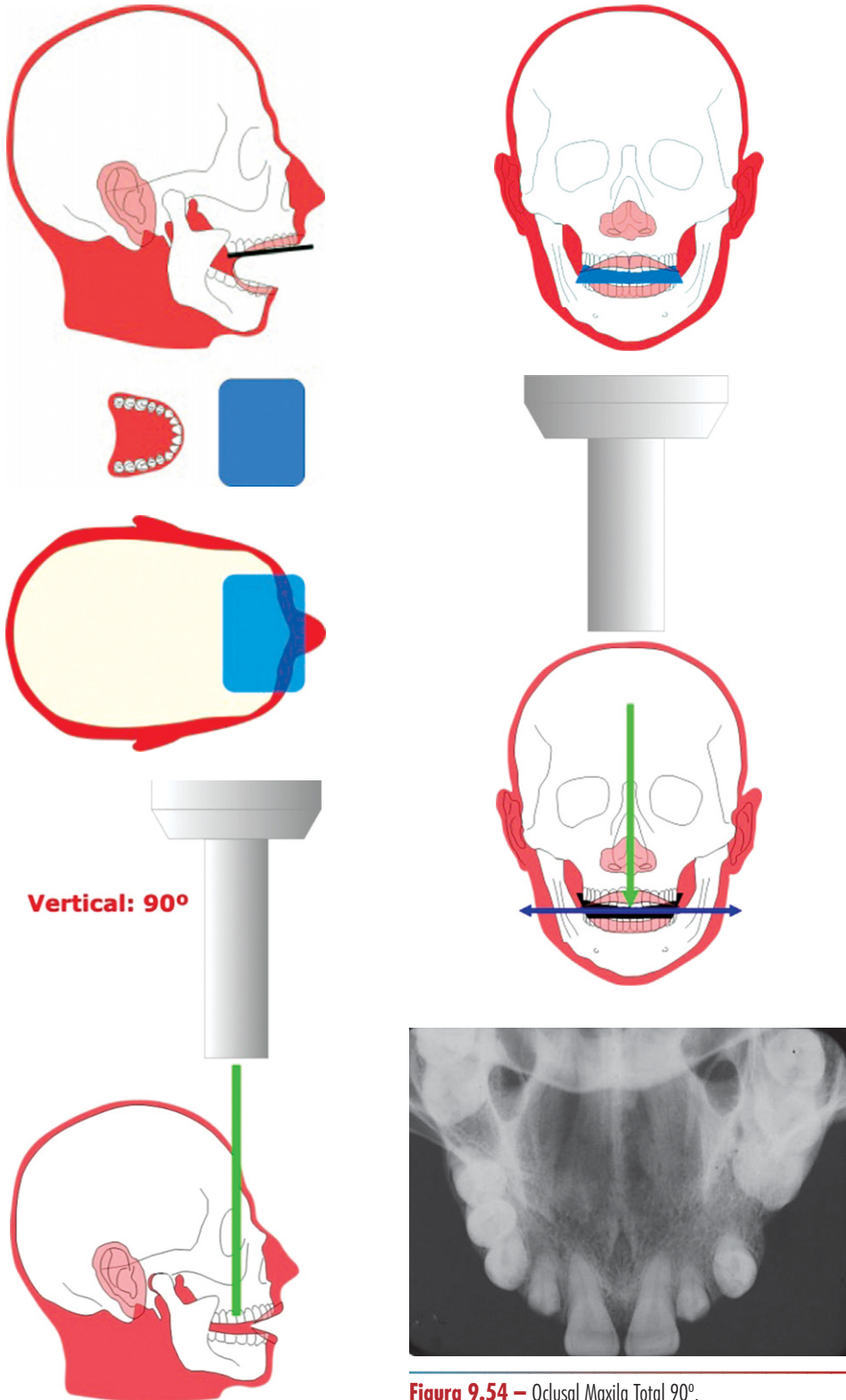


Figura 9.54 – Oclusal Maxila Total 90°.

Esta técnica radiográfica permite uma ótima visão de boa parte da maxila do lado alvo (direito ou esquerdo), na maioria das vezes abrangendo todos os dentes superiores do lado radiografado. A maneira de segurar o filme é idêntica à técnica anterior (Figura 9-55).

#### *Oclusal Maxila Total 65° (Figura 9.56)*

O ponto de incidência é o meio do osso nasal.

Esta técnica radiográfica também permite uma ótima visão de boa parte das maxilas, na maioria das vezes abrangendo todos os dentes superiores. Não há a sobreposição do osso frontal, na região de molares, ampliando a visão dessa área. A maneira de segurar o filme é idêntica à técnica anterior (Figura 9.56).

#### *Oclusal Total Mandíbula 90° (Figura 9.57)*

O ponto de incidência é o centro da região equidistante da base da mandíbula de ambos os lados, aproximadamente 3,0 cm da região anterior.

Esta técnica radiográfica também permite uma ótima visão de boa parte da mandíbula, na maioria das vezes abrangendo todos os dentes inferiores (Figura 9.57).

#### *Oclusal Parcial Mandíbula 90° (Figura 9.58)*

O ponto de incidência é na base da mandíbula, perpendicularmente ao filme radiográfico, do lado alvo e direção direta do local alvo.

Esta técnica radiográfica também permite uma ótima visão de boa parte da mandíbula do lado alvo, na maioria das vezes abrangendo todos os dentes desse lado (Figura 9.58).

### **ERROS - Condições Necessárias para uma boa Radiografia com Técnicas Radiográficas Intraorais**

#### **Bom posicionamento do filme/cilindro (Figuras 9.59 e 9.60)**

- Manter correto o posicionamento da área focal/objeto alvo da radiografia/filme.
- Verificar com cuidado a relação do cilindro com o anel circular do dispositivo posicionador de filme/sensor ou com o dente alvo, no caso da não utilização do DPF (Figuras 9.59 e 9.60).

#### **Boa definição do ângulo horizontal do raio principal**

Executar a projeção ortorrádial para que possa ser obtido o correto tangenciamento das superfícies interproximais dos dentes.

#### **Boa definição do ângulo vertical do raio principal**

Utilizar a técnica da bissetriz ou a técnica do paralelismo para que seja projetado o comprimento real do dente.

#### **Adequação do contraste e da densidade radiográficos**

Adequar os fatores radiográficos de exposição para a técnica radiográfica e processamento radiográfico, além de se levar em consideração o tipo do filme radiográfico utilizado (sensibilidade).

#### **Boa Nitidez**

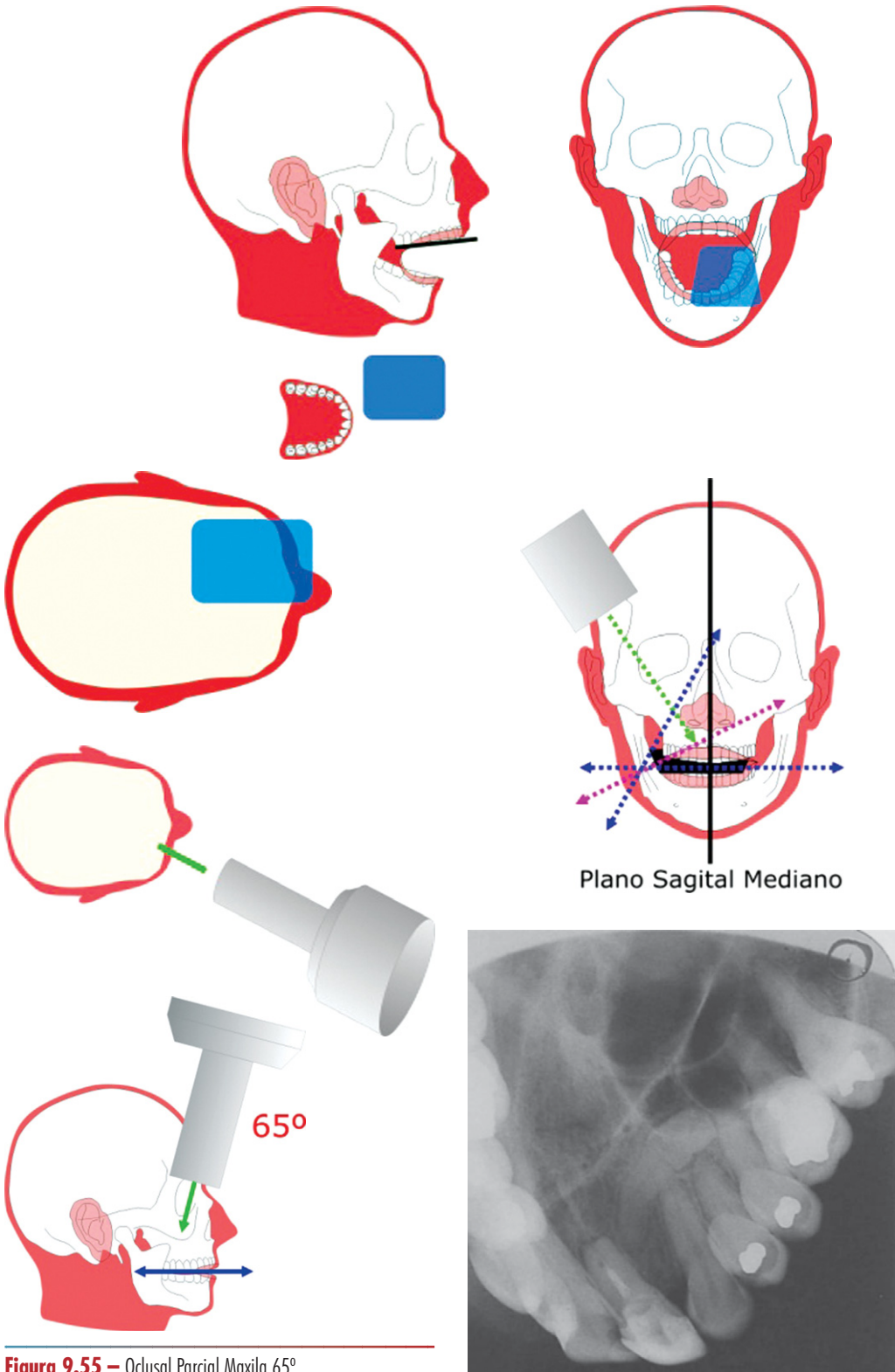
- Levar em consideração a relação de distância entre a área focal/objeto radiografado/filme.
- Tomar cuidado com o borramento/desfoque devido ao movimento do tubo de raios X e do objeto a ser radiografado, sempre utilizando o menor tempo possível de exposição.

#### **Outros**

- Prestar atenção nos erros operacionais durante a tomada da radiografia e processamento radiográfico.
- Por exemplo, evitar a formação de artefatos, como a inversão da face de exposição do filme radiográfico, não exposição, dedo do paciente, prótese removível, óculos do paciente, sombra devido à luz, sombra pela pressão, falta de posicionamento, de lavagem do filme radiográfico, danos mecânicos na superfície do filme etc.

### **Técnicas Radiográficas Extraorais**

Radiografia extraoral pode ser definida como: o exame realizado na cabeça, dentes, ou da face utilizando-se filmes radiográficos.



**Figura 9.55** – Oclusal Parcial Maxila 65°.

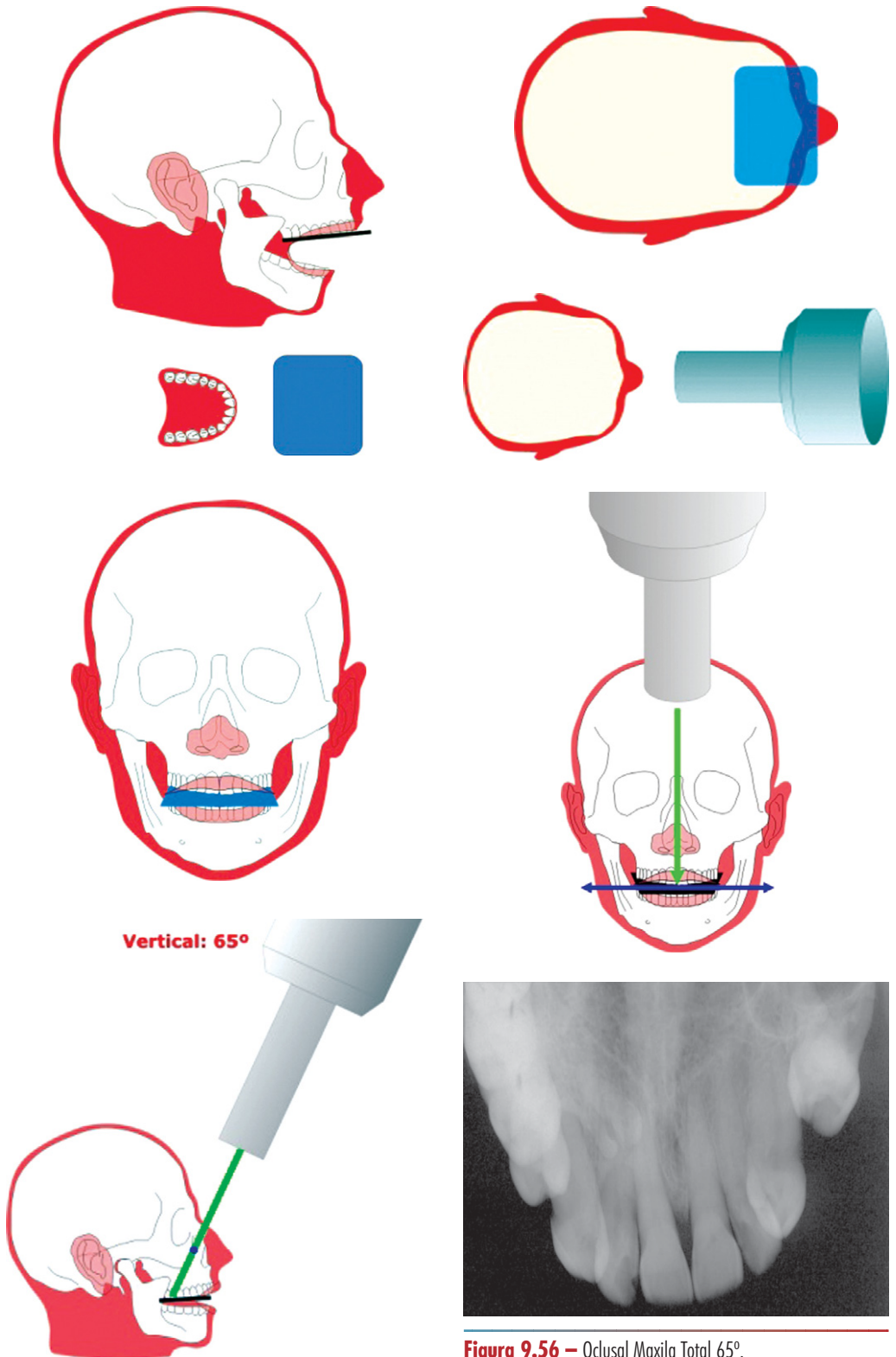
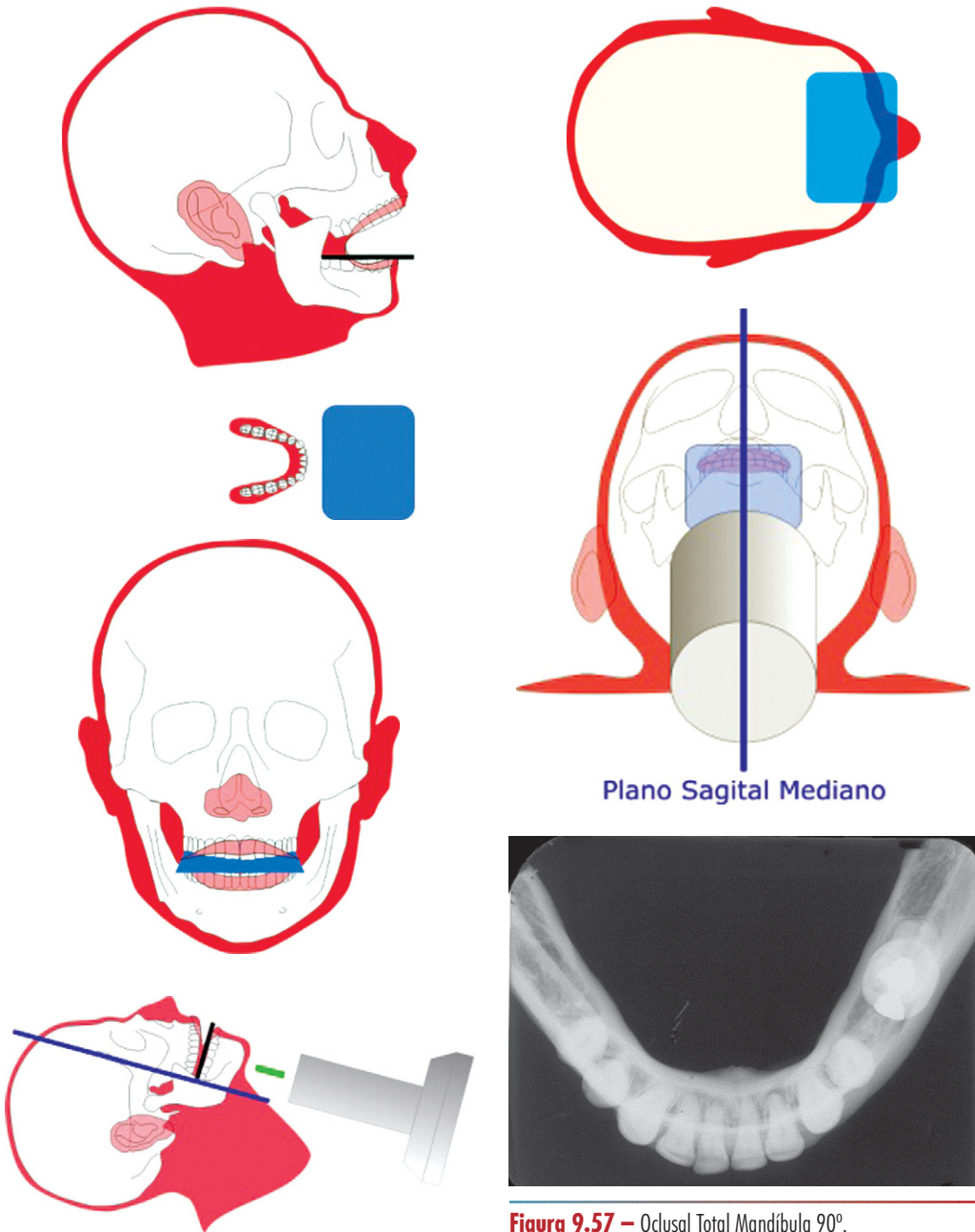


Figura 9.56 – Oclusal Maxila Total 65°.



**Figura 9.57** – Oclusal Total Mandíbula 90°.

cos localizados fora da cavidade bucal e assim abrangendo maiores áreas da face/crânio. Permite ao cirurgião-dentista ver áreas extensas das maxilas e mandíbula, além do crânio em uma única imagem. A área de abrangência é uma das limitações das radiografias intraorais.

**Planos de referência utilizados nas técnicas extraorais (Figura 9.61)**

- O plano sagital divide o corpo simetricamente em partes direita e esquerda;
- O plano transversal ou axial ou ainda horizontal divide o corpo em partes superior (cranial) e inferior (caudal);

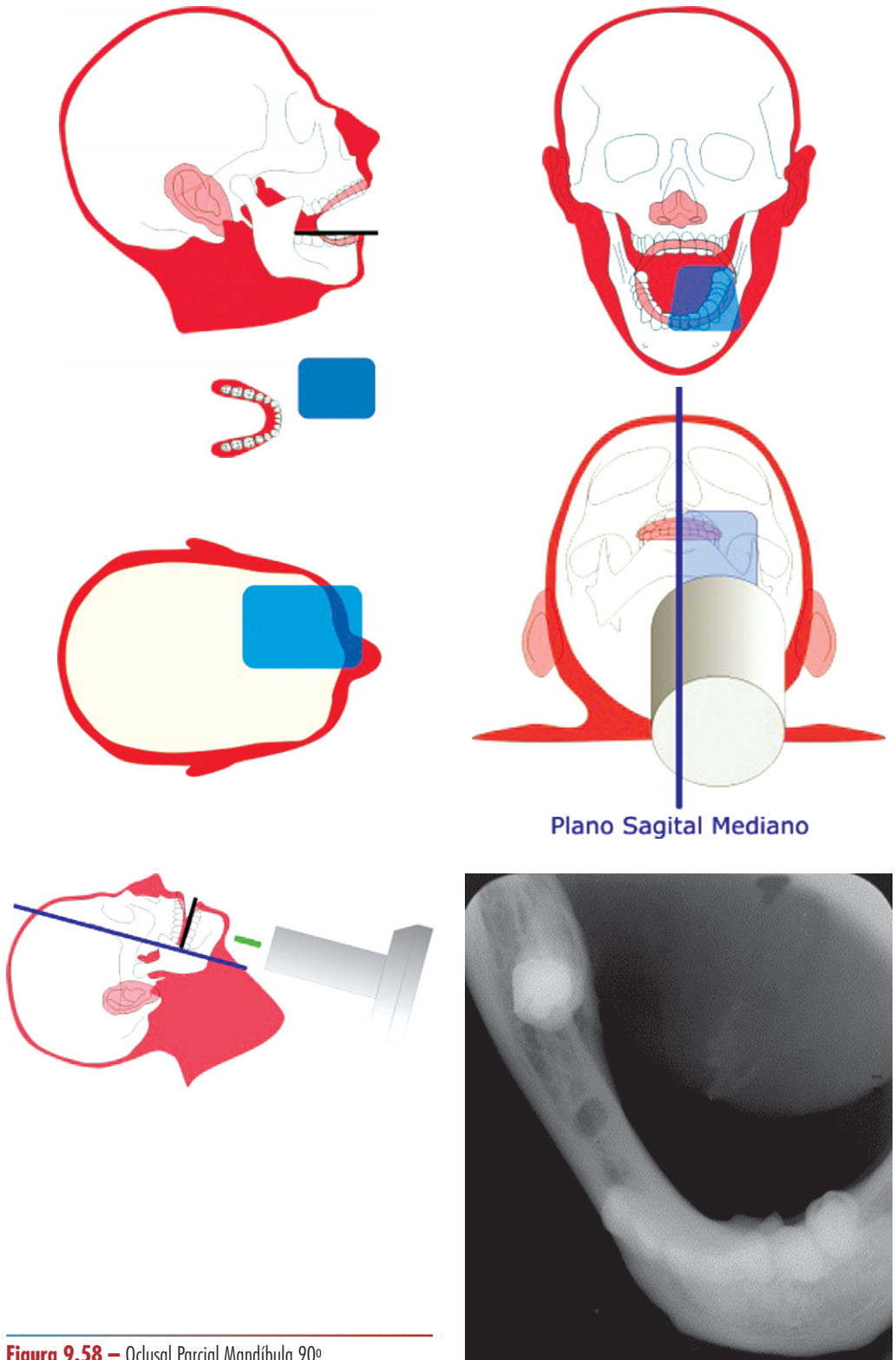
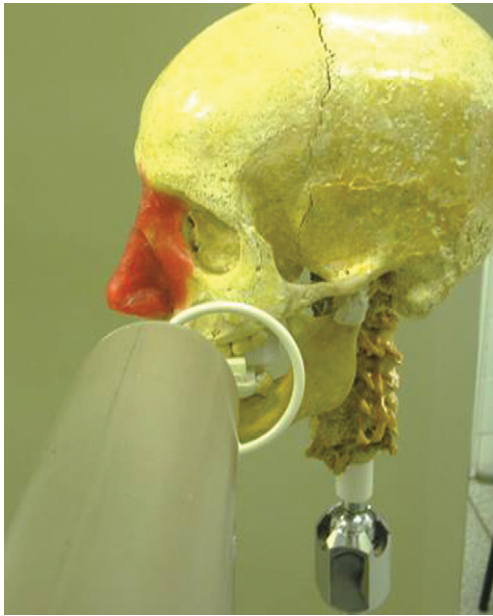


Figura 9.58 – Oclusal Parcial Mandíbula 90°.



**Figura 9.59** – Fotografia ilustrativa do erro de direção do feixe de raios X, ou halo radiográfico.

- O plano coronal ou frontal divide o corpo em partes anterior (ventral) e posterior (dorsal).

### Equipamentos/acessórios/ambientes

#### Filmes extraorais

Em geral são utilizados filmes radiográficos e/ou sensores digitais maiores. No caso de filmes radiográficos, esses são utilizados conjuntamente com as placas intensificadas

ras. Ambos ficam dentro do chassi porta-filmes, pois os filmes radiográficos não veem em invólucros como os filmes intraorais, como já visto (Figura 9.62).

#### Chassi porta-filmes

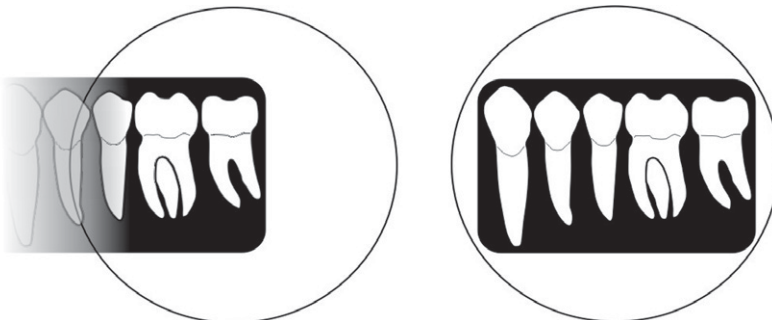
Os chassis porta-filmes são tipos de caixas metálicas lacradas contra a entrada de luz, onde colocamos o conjunto de placas intensificadoras/filme radiográfico (conforme um sanduíche). Tanto na parte dianteira interna como na parte traseira interna há feltro, que tem a função de pressionar o conjunto placas intensificadoras/filme radiográfico, mantendo-os em íntimo contato. Isto é importantíssimo para a melhor função das placas intensificadoras, melhorando a nitidez da imagem (Figura 9.64).

#### Placas intensificadoras

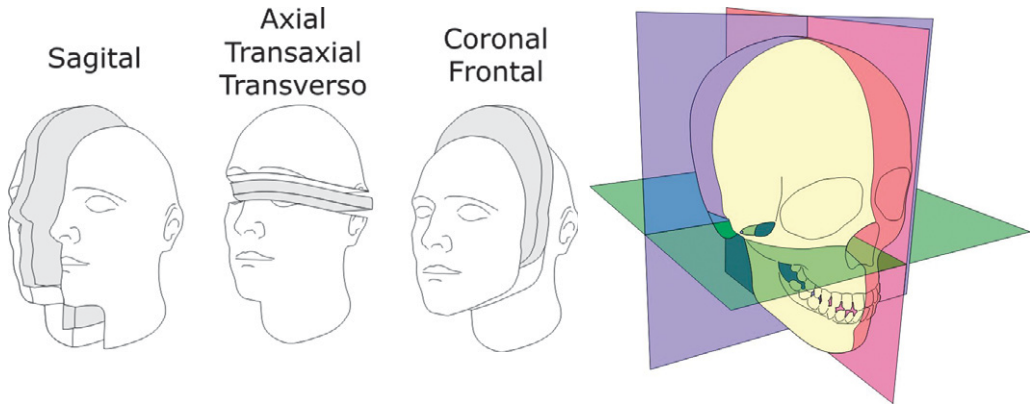
São semelhantes aos filmes radiográficos, porém em sua emulsão possuem cristais fluorescentes, que, ao serem atingidos pelos raios X, vão intensificar o efeito radiográfico nos filmes radiográficos pela emissão de luz. Existem pelo menos três velocidades/sensibilidades de placas intensificadoras: lenta, média e rápida.

Note as placas brancas aderidas aos dois lados internos do chassi ou cassete (Figura 9.64).

- Dispositivo: grade antidifusora: *Potter-Bucky* (com movimentação) ou grade estacionária - *Lysholm* (Figura 9.65);



**Figura 9.60** – Esquema ilustrativo do erro de direção do feixe de raios X (à esquerda). À direita o enquadramento correto do filme radiográfico pelo feixe de raios X principal.



**Figura 9.61** – Esquema ilustrativo dos três planos anatômicos.



**Figura 9.62** – Caixas de filmes extraorais. À esquerda panorâmico da Kodak, 15 x 30 cm, e à direita o filme 18 x 24 cm da Fujifilm.

- Sua função é retirar os fótons de raios X espalhados dos tecidos dos pacientes/objetos alvo, ou a radiação secundária, que se alcançar o filme radiográfico produzirá uma névoa, prejudicando a qualidade da imagem radiográfica (Figura 9-66).

### **Câmara escura (Figura 9-67)**

Principalmente devido ao tamanho dos filmes radiográficos, há a necessidade de tanques maiores para seu processamento radiográfico, no caso da radiografia convencional. Podemos ainda fazer uso das processadoras

automáticas, ao invés das câmaras escuras, desde que possuam câmara escura portátil acoplada; além disso é necessário um ambiente sem luminosidade ou com luminosidade especial, chamada de luz de segurança, para manipular os filmes radiográficos extraorais, sem que haja a sensibilização dos mesmos.

### **Equipamentos de raios X para técnica extraoral (Figura 9-68)**

Hoje em dia os aparelhos de raios X extraorais possuem funções múltiplas, executando

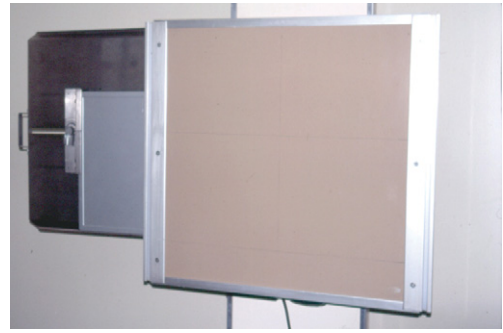


**Figura 9.63** – Caixas metálicas ou chassi radiográfico ou ainda cassetes. É utilizado para acomodar o conjunto filme radiográfico/tela intensificadoras, evitando a exposição à luz, que sensibilizaria os filmes, estragando-os.



**Figura 9.64** – Chassis radiográficos abertos, onde podemos ver as telas intensificadoras (brancas) de ambos os lados. O filme radiográfico é colocado no meio das telas intensificadoras, justamente para ter o efeito dobrado da sensibilização fluorescente.

assim várias técnicas. Como é de rotina radiografar áreas maiores, como a cabeça toda, ou todo o complexo maxilo-mandibular, devemos utilizar equipamentos emissores de raios X mais potentes, ou seja, com maior poder de penetração, mesmo contanto com as placas intensificadoras. A maioria desses equipamentos podem executar as seguintes técnicas:

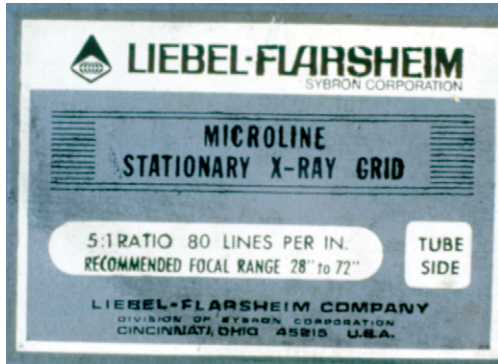


**Figura 9.65** – Dispositivo de *potter-bucky* ou grade antidifusora com finas tiras de chumbo que fica em movimento de vaivém sobreposta ao chassi radiográfico com filme, filtrando a radiação dispersa que é emitida quando radiografamos corpos, objetos alvo muito grandes e espessos. É mais comumente utilizado em radiografias médicas.

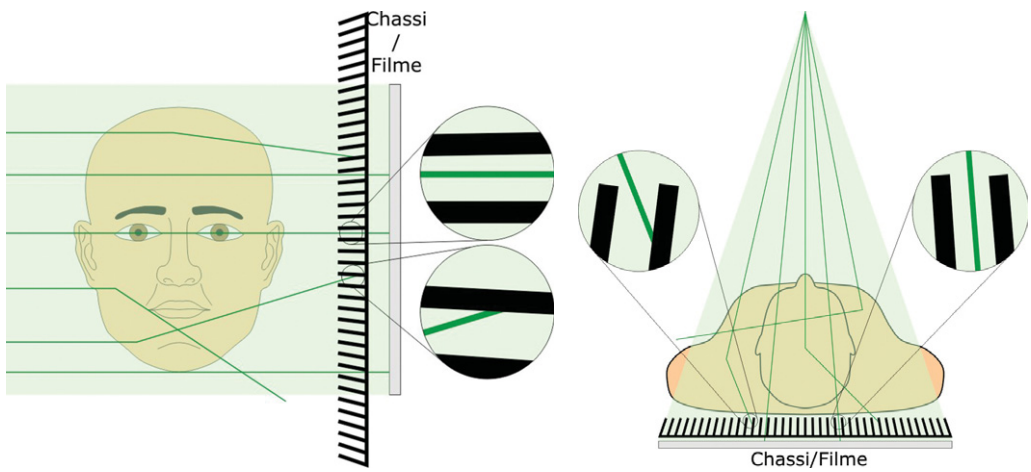


### Radiografia panorâmica

- Radiografia panorâmica pediátrica: reduz o campo irradiado;
- Radiografia panorâmica para implante: preconiza uma ampliação conhecida e maior;
- Radiografia panorâmica de apenas um dos lados: diminui assim a área exposta, se a requisição radiográfica for apenas para um dos lados, com um alvo bem definido;



**Figura 9.66** – Dispositivo de grade antidifusora estacionária, também com finas tiras de chumbo, dispostas umas ao lado das outras e com certa angulação, que tem a mesma finalidade de filtração da radiação dispersa que é emitida quando radiografamos corpos, objetos alvo muito grandes e espessos.



**Figura 9.67** – Esquema ilustrativo do dispositivo de grade antidifusora estacionária em detalhes.



**Figura 9.68** – Câmara escura tradicional onde podemos ver a lanterna de segurança, tanques para o processamento radiográfico, área seca etc.



**Figura 9.69** – Equipamento de raios X extraoral panorâmico com braço cefalométrico. Hoje a maioria desses aparelhos faz várias técnicas radiográficas e suas variações: panorâmica (parcial, ampliada para implante, pediátrica etc.), carpal, cefalométricas (Lateral, PAs, 45°) e carpal.

- Radiografia panorâmica para os seios maxilares: realiza cortes anterior e posterior de ambos os lados;
- Radiografia transfacial da Articulação Temporomandibular (ATM), de ambos os lados em uma mesma película/sensor;
- Radiografias cefalométricas: PA, AP, inferossuperior, latera, e lateral oblíqua (Figura 9-69);
- Radiografia carpal (Figura 9-69).

O momento atual da ciência odontológica aponta seguramente para a utilização dos aparelhos de raios X extraorais digitais e com múltiplas funções. Equipamentos de raios X convencionais, ou seja, que utilizam filme radiográfico, podem ser “adaptados” para a radiologia digital. Para isso, de maneira simples, passamos a utilizar as chamadas “placas de fósforos” para gravar as imagens dos filmes radiográficos. Assim, trocamos um pelo outro, e ao expor o chassi com a “placa de fósforo”, em vez de processarmos quimicamente, vamos processá-la digitalmente em um *scanner* próprio. Já transformar um aparelho de raios X digital, que utiliza tec-

nologia de *Charge Couple Device* (CCD) ou *Complimentary Metal Oxide Semiconductor* (CMOS – sensores rígidos) em convencional, é muito difícil, necessitando de várias adaptações, até mecânicas, do equipamento. Cremos ser claro que essa tendência não tem volta, assim, como aconteceu com as máquinas fotográficas.

### **Procedimentos preparatórios para a tomada radiográfica**

#### **Preparo do equipamento de raios X**

- Carregar o cassete/chassi, se o equipamento for convencional ou digital com placa de fósforo (PSP), senão esta etapa é desnecessária, no caso de digital direta com uso de CCD;
- Selecionar os fatores de exposição do aparelho. Vale ressaltar que quando utilizamos a tecnologia digital, devemos diminuir o tempo de exposição e/ou fatores de exposição radiográfica.

#### **Preparo do paciente**

- Explicar o procedimento radiográfico;

- Remover todos os objetos do paciente, localizados na região da cabeça e pescoço, que possam causar o surgimento de artefatos na imagem, principalmente aqueles metálicos;
- Colocar os acessórios de proteção.
- Posicionamento do paciente para a referida técnica radiográfica.

### **Técnicas Radiográficas Convencionais do Crânio (Técnicas Radiográficas Extraorais - TRE)**

#### **Principais Indicações**

- Exame de extensas áreas da região maxilomandibular e crânio;
- Estudo do crescimento e desenvolvimento de ossos e dentes;
- Exame de fraturas e avaliação de traumas;
- Exame de lesões e doenças ósseas da região maxilomandibular e crânio;
- Exame de dentes inclusos/impactados;
- Exame das desordens da articulação temporomandibular (ATM)

As radiografias extraorais podem ser utilizadas sozinhas e/ou em conjunto com as radiografias intraorais. As principais técnicas radiográficas extraorais utilizadas pelo cirurgião-dentista clínico é a radiografia panorâmica (RP) e a radiografia cefalométrica lateral (RCL) ou telerradiografia. A RP é a escolha para o diagnóstico inicial do paciente. Já a RCL é utilizada para a avaliação do crescimento e desenvolvimento das crianças, preventivamente ou não, no que diz respeito aos dentes, suas bases ósseas e o crânio, além de casos de cirurgias ortognáticas. A formação do cirurgião-dentista, clínico geral, ou generalista, requer um melhor conhecimento das técnicas radiográficas panorâmicas e cefalométrica, mas deve, é claro, saber indicar outras radiografias extraorais. No Brasil, devido principalmente ao custo dos aparelhos extraorais, esses equipamentos ficam restritos às clínicas radiológicas, ademais da regulamentação da necessidade de que os gestores tenham as especialidades radiologia odontológica e imaginologia para operá-los (Portaria 453-MS-ANVISA).

#### **Principais Técnicas Radiográficas**

A seguir vamos descrever as principais técnicas radiográficas extraorais solicitadas pelo cirurgião-dentista, na clínica odontológica, porém realizadas via de regra em clínicas radiológicas pelo especialista em radiologia odontológica e imaginologia.

#### **Nome da Incidência**

*Projeção lateral com Cefalostato - telerradiografia ou radiografia cefalométrica*

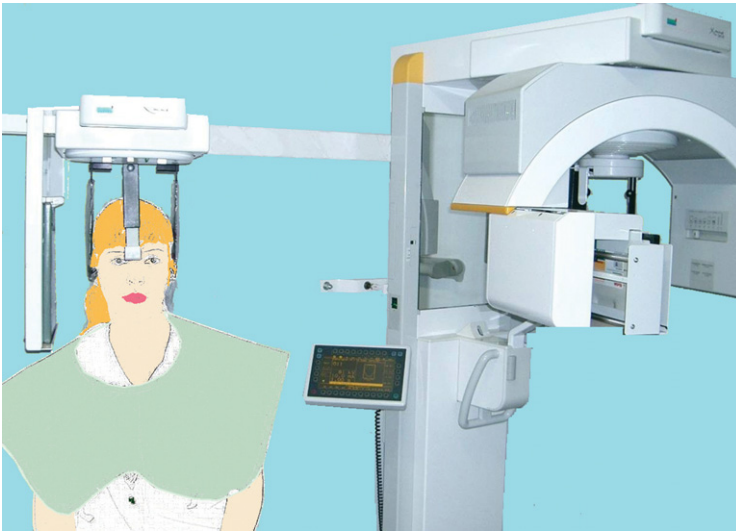
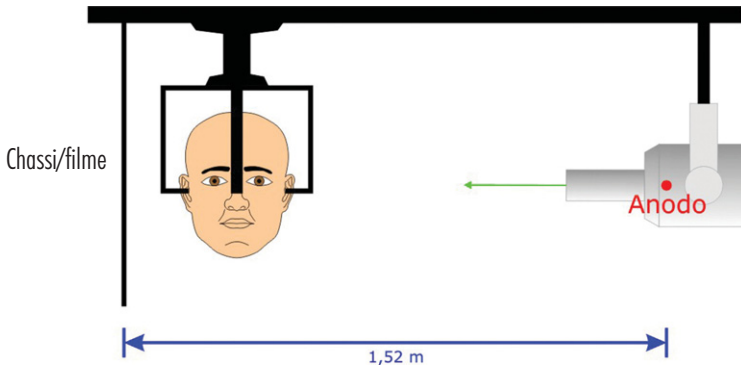
A telerradiografia é muito mais utilizada na odontologia, principalmente devido às especialidades de ortodontia, e ortopedia funcional dos maxilares. Ademais a área de cirurgia bucomaxilofacial também pode fazer uso. Isso se dá principalmente devido à utilização do dispositivo cefalostato, que permite ótima padronização das tomadas radiográficas (Figura 9.69).

O posicionamento adequado do paciente é essencial, principalmente para o estudo do desenvolvimento craniofacial. Se o paciente estiver corretamente posicionado, quando a tomada radiográfica for verdadeiramente lateral, a falta de superposição das estruturas pode sugerir uma fratura com deslocamento de segmentos fraturados. Deve-se salientar que sempre uma pequena falta de superposição das estruturas bilaterais é normal, devido aos princípios de formação de imagem, já que estão em planos diferentes, além da compreensão de que a assimetria do crânio permeia a “normalidade”.

Posição do paciente: via de regra, como padronização o paciente é posicionado no cefalostato com o lado esquerdo da face mais próximo do chassi, com plano sagital mediano paralelo ao plano horizontal (plano vertical) e perpendicular ao filme/chassi e com o plano horizontal de Frankfurt (pório-orbita), estando os dentes em máxima intercuspidação. O cefalostato tem a função de fixar a cabeça do paciente, tanto no sentido anteroposterior, quanto no sentido lateral, através das olivas (dispositivos cilíndricos que adentram levemente ambos os meatos acústicos) e, através destes, faz-se incidir

os raios X centrais perpendicularmente ao conjunto chassi/filme/tela intensificadora. Hoje muitos profissionais têm solicitado alguma alteração no posicionamento do paciente, por exemplo, solicitando que a cabeça seja posicionada segundo a “vertical

verdadeira”, quando utilizará a análise Rocabado etc. O importante é a padronização do posicionamento, e as alterações serão realizadas conforme a requisição. A distância da fonte de raios X até o paciente é padronizada em 1,52 m.



**Figura 9.70** – Dispositivo cefalostato. A técnica radiográfica e a radiografia como resultado.

Área de incidência do feixe de raios X: feixe centralizado nas olivas do cefalostato.

Direção do feixe de raios X: perpendicular ao filme e ao plano sagital.

#### Indicação

- Exame do crânio e os ossos faciais;
- Avaliar o crescimento facial e desenvolvimento através do estudo cefalométrico do crânio e estruturas maxilomandibular;
- Traumatismo;
- Patologias e/ou doenças sistêmicas;
- Desenvolvimento de anormalidades de crescimento;
- Paredes anterior/posterior dos seios frontal e maxilar;
- Tecidos moles da nasofaringe e o perfil facial;
- Seios paranasais e palato ósseo duro.

**Esquema da técnica e direção do feixe de RX (Figura 9.70)**

Os cefalostatos foram criados com a função de manter a cabeça do paciente imóvel, posicionada com o plano sagital mediano perpendicular ao plano horizontal, e paralelo ao conjunto chassi/écran/filme. Posteriormente foi incorporado aos equipamentos de raios X panorâmicos, principalmente devido às necessidades das documentações ortodônticas, de realizar panorâmica e teleradiografia. Assim, uma só fonte de radiação passou a realizar várias técnicas radiográficas extraorais. O feixe de raios X passou a ter sua posição fixa em relação ao cefalostato, na distância padrão de 1,524 m, convencionalmente universalmente.

### Cefalometria Radiográfica

A cefalometria radiográfica refere-se à ciência da medição das dimensões da cabeça (humana e até em pesquisas com animais), como já dissemos é utilizada principalmente para estudos/medidas na ortodontia e ortopedia funcional dos maxilares. Essas medidas são realizadas sobre a radiografia cefalométrica ou telerradiografia. Mas, podem ser utilizadas em outras áreas da odontologia, como a cirurgia ortognática e também áreas correlatas à Odontologia, como a Fonoaudiologia e até a cirurgia plástica/estética. O principal objetivo do método cefalométrico radiográfico é

analisar informações acerca da condição esquelética, dentária e do crescimento craniofacial. São tomadas medidas lineares e angulares do crânio humano após o registro de pontos e planos na radiografia cefalométrica ou teleradiografia. Essas radiografias são utilizadas devido à sua possibilidade de padronização, graças à imobilização da cabeça do paciente através do uso do cefalostato, dentro da padronização universal do posicionamento da cabeça. Assim, será possível realizar a técnica cefalométrica em diferentes períodos do crescimento e acompanhar/intervir a direção de crescimento.

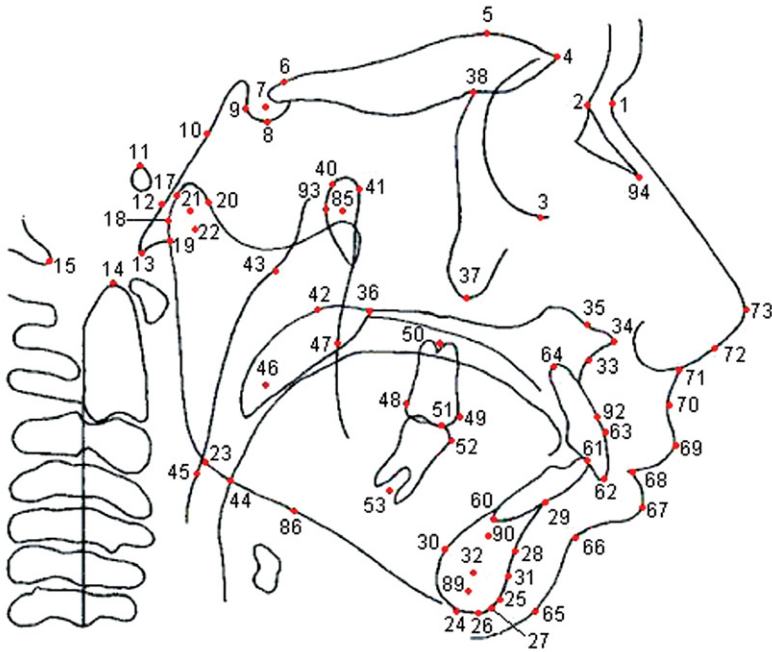
#### Desenho anatômico

Rigorosamente não visa à reprodução exata de todos os aspectos anatômicos da imagem da cabeça do paciente na radiografia, mas deve se aproximar o máximo possível é claro, reproduzindo todos os detalhes que permitam marcar os pontos craniométricos e traçar os planos de orientação necessários para a definição de um padrão cefalométrico a ser estudado. Assim, algumas estruturas como, por exemplo:

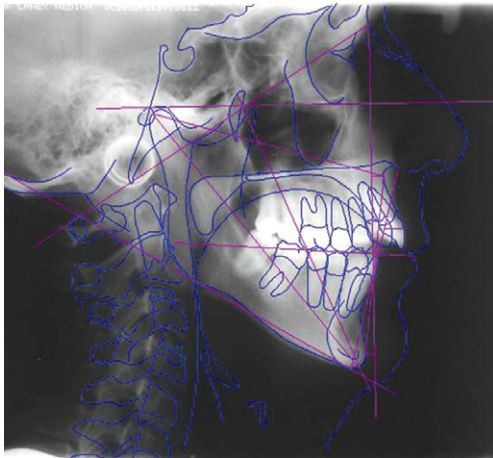
- Sela turca
- Perfil da glabella e ossos nasais
- Fissura pterigopalatina



**Figura 9.71** – Equipamento de raios X panorâmico e cefalométrico.



**Figura 9.72** – Desenho das principais estruturas e pontos cefalométricos, utilizados na análise cefalométrica, ou estudo do desenvolvimento craniofacial.



**Figura 9.73** – Desenho de um traçado cefalométrico, sobreposto a radiografia cefalométrica. De maneira mais preciosa, muitos profissionais ainda desenhavam, artesanalmente, sobre papel vegetal as principais estruturas anatômicas, marcando pontos e traçando planos, no intuito de estudar o crescimento e desenvolvimento do crânio/face do paciente. Mais atualmente, esse estudo é realizado em computador, facilitando sobremaneira o estudo e também trazendo maior confiabilidade nas medidas.

- Borda inferior da órbita
- Processo zigomático da maxila
- Dentes 1º Ms
- Meato acústico externo
- Maxila
- Mandíbula
- Dentes
- Perfil tegumentar (mole)
- Dentes incisivos

**Nome da Incidência**

*Projeção lateral sem cefalostato ou simplesmente lateral do crânio (Figura 9-74)*

Mais utilizada na área médica.

**Indicações**

- Traumatismo;
- Patologias e/ou doenças sistêmicas;
- Desenvolvimento de anormalidades de crescimento;
- Tecidos moles da nasofaringe e o perfil facial.

**Esquema da técnica e direção do feixe de RX**

Os raios X centrais devem coincidir com os meatos acústicos do paciente, e assim mantém o PSM perpendicular ao plano horizontal.

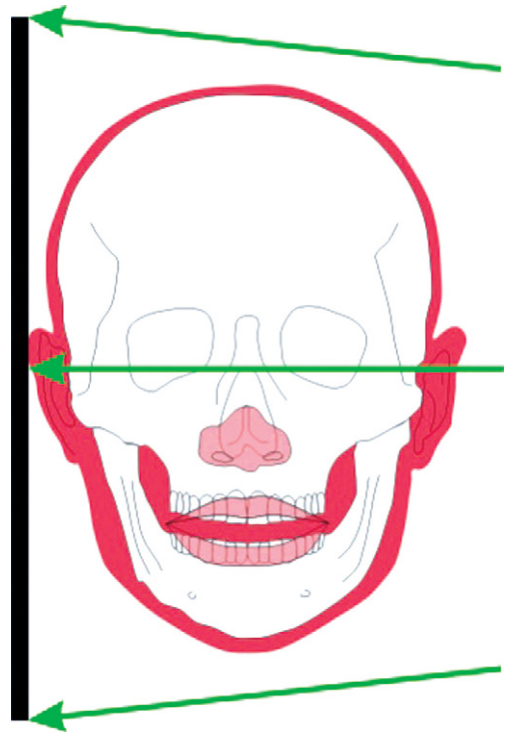
### Nome da Incidência

#### *Projeção lateral oblíqua ou telerradiografia oblíqua ou radiografia cefalométrica em 45°*

Posição do paciente: via de regra, como padronização o paciente é posicionado no cefalostato, e colocam-se as olivas nos meatos acústicos externos, da mesma forma como na radiografia cefalométrica lateral. Todos os dispositivos cefalostatos têm um goniômetro para medir a inclinação do plano sagital mediano e do plano do chassi. O plano sagital mediano continua perpendicular ao plano horizontal (plano vertical), o cefalostato é girado junto com o paciente até formar um ângulo com o plano do filme, variando entre 30°-55° (Figura 9.76). O plano horizontal de Frankfurt (pório-órbita) paralelo ao plano horizontal, estando os dentes em máxima intercuspidação. O posicionamento é feito para ambos os lados, se o objetivo é avaliar/medir os dois lados. O importante é a padronização do posicionamento, e as alterações serão realizadas conforme a requisição. A distância da fonte de raios X até o conjunto filme/chassi é padronizada em 1,52 m. Muitos consideraram que melhor seria utilizar a maior distância foco-filme possível para se obter a melhor imagem geométrica; porém devemos, é claro, pensar na viabilidade e padronização da técnica. Assim, essa distância de 1,52 m é mundialmente aceita, inclusive, é claro, pelos fabricantes de equipamentos de raios X extraorais. Essa consideração é relevante, pois a técnica cefalométrica pode ser realizada até com um aparelho de raios X periapical, somado a um cefalostato, por exemplo, fixo na parede.

Área de incidência do feixe de raios X: o feixe deverá passar atrás do ângulo/ramo da mandíbula do lado oposto. Assim, não há sobreposição de imagens como na técnica radiográfica cefalométrica lateral (Figura 9.77).

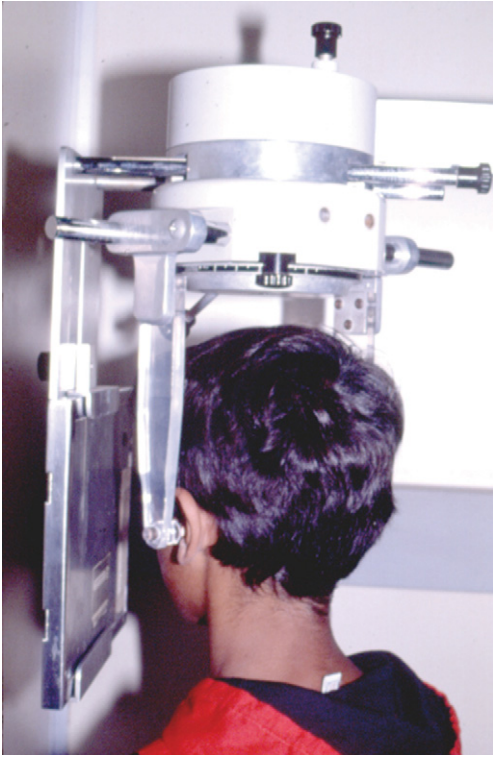
Direção do feixe de raios X: perpendicular ao filme e ao plano sagital.



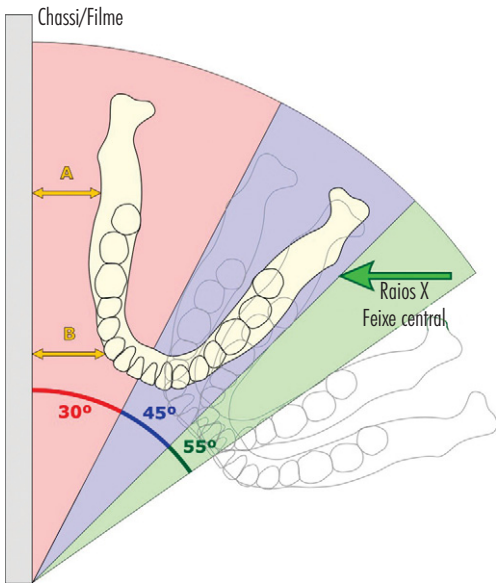
**Figura 9.74** – Esquema ilustrativo da relação cabeça do paciente com o feixe de raios X e o conjunto chassi/filme/placa intensificadora para a técnica projeção lateral sem cefalostato.



**Figura 9.75** – Projeção lateral sem cefalostato ou simplesmente lateral do crânio.



**Figura 9.76** – Posicionamento do paciente para a técnica de projeção lateral oblíqua em 45°.



**Figura 9.77** – Possibilidades de angulação da projeção lateral oblíqua ou telerradiografia oblíqua ou radiografia cefalométrica em 45°.

### Indicações

- É utilizada principalmente para avaliar a região de corpo da mandíbula, podendo-se medir, por exemplo, o diâmetro dos dentes permanentes que ainda não irromperam;
- Trauma;
- Patologias.

Esquema da técnica e direção do feixe de RX

### Nome da Incidência

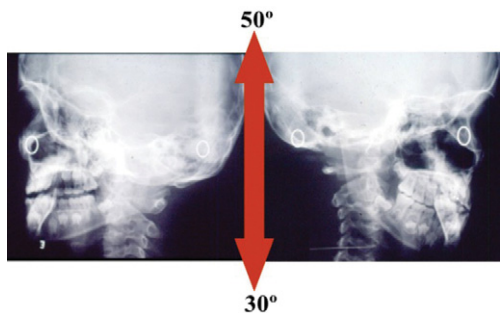
*Projeção lateral de mandíbula (PLM), ou lateral oblíqua da mandíbula*

### Indicações

- Exame da região posterior da mandíbula;
- Muito utilizada em crianças e idosos que não suportam os filmes dentro da cavidade bucal;
- Pacientes com fraturas ou inchaço;



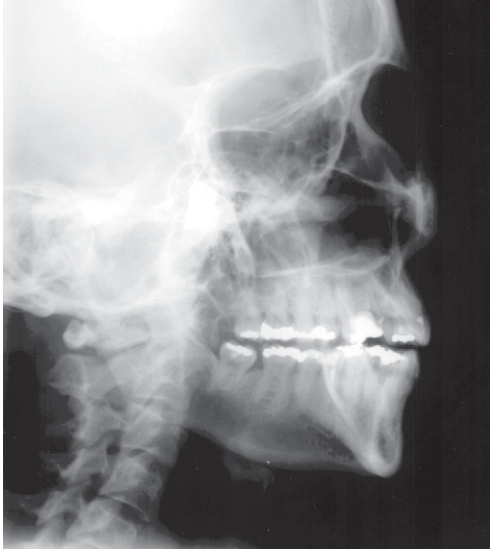
**Figura 9.78** – Posicionamento do paciente na projeção lateral em 45°.



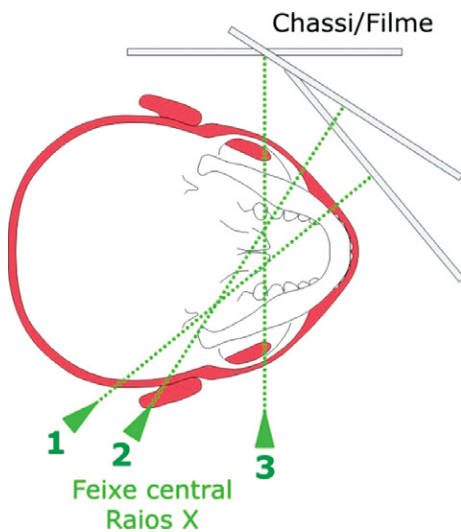
**Figura 9.79** – Note que são necessárias duas tomadas radiográficas para a avaliação de ambos os lados do paciente.

- Para avaliar as condições ósseas e localizar dentes inclusos/impactados, e também lesões extensas.

Esquema da técnica e direção do feixe de RX (Figura 9.81)



**Figura 9.80** – Detalhe da região de abrangência da projeção lateral oblíqua em 45°.



**Figura 9.81** – Esquema da técnica e direção do feixe de RX.

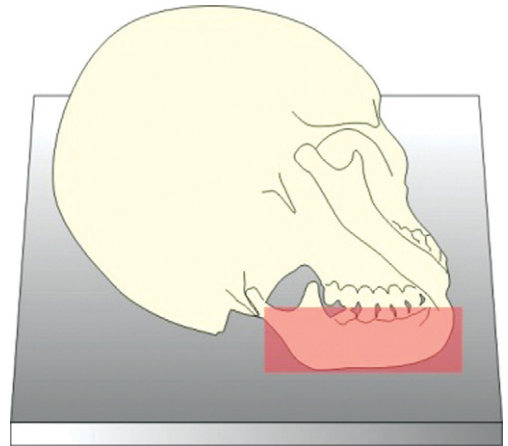
## Nome da Incidência

### Projeção lateral de corpo da mandíbula

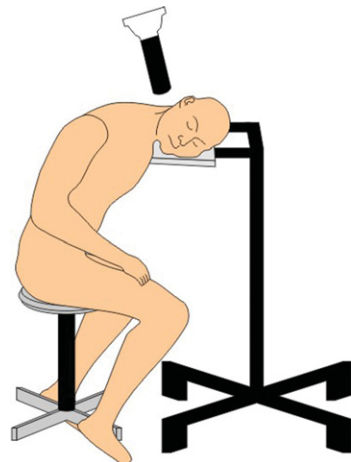
O filme extraoral ou filme oclusal é posicionado com o corpo da mandíbula que se deseja radiografar, sendo que o feixe de raios X entrará do lado contrário, abaixo do corpo da mandíbula, diretamente no corpo da mandíbula objeto/alvo.

### Indicações

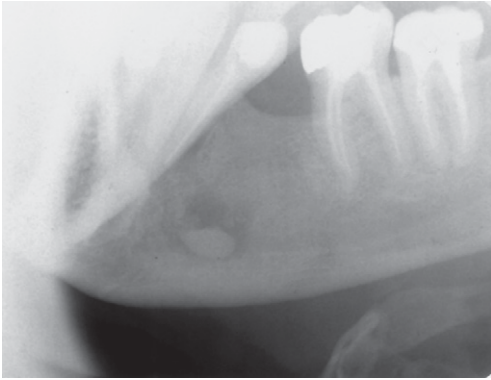
- Exame da região posterior da mandíbula;



**Figura 9.82** – Região de abrangência da projeção lateral de corpo da mandíbula.



**Figura 9.83** – Detalhe do posicionamento do paciente para projeção lateral de corpo da mandíbula.



**Figura 9.84** – Resultado radiográfico da projeção lateral de corpo da mandíbula.

- Muito utilizada em crianças e idosos que não suportam os filmes dentro da cavidade bucal;
- Pacientes com fraturas ou inchaço;
- Para avaliar as condições ósseas e localizar dentes inclusos/impactados, e também lesões extensas;

Esquema da técnica e direção do feixe de RX

### Nome da Incidência

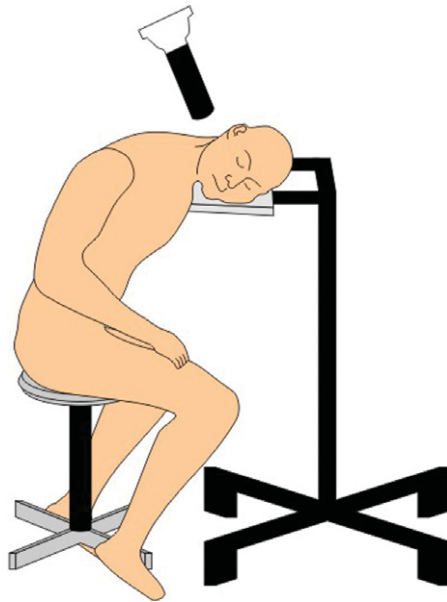
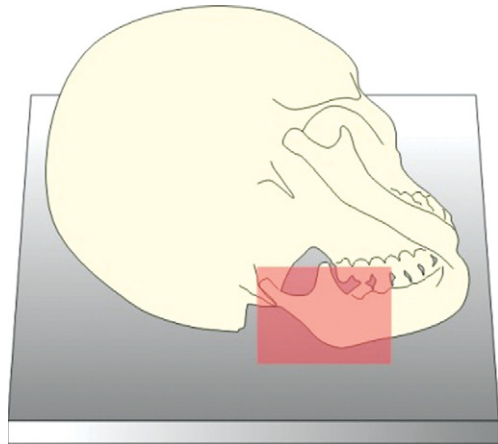
*Projeção lateral de ramo/ângulo de mandíbula (PLM), ou Lateral oblíqua da mandíbula*

O filme extraoral ou filme oclusal é posicionado contra o ramo da mandíbula que se deseja radiografar, sendo que o feixe de raios X entrará do lado contrário, abaixo do ramo, diretamente no ramo/ângulo da mandíbula objeto/alvo. A mesma tomada pode ser realizada para análise do ângulo da mandíbula.

### Indicações

- Exame da região posterior da mandíbula;
- Muito utilizada em crianças e idosos que não suportam os filmes dentro da cavidade bucal;
- Pacientes com fraturas ou inchaço;
- Para avaliar as condições ósseas e localizar dentes inclusos/impactados, e também lesões extensas.

Esquema da técnica e direção do feixe de RX (Figura 9.85)



**Figura 9.85** – Esquema da região de abrangência, posicionamento e resultado radiográfico da Projeção Lateral de Ramo/Ângulo de Mandíbula (PLM).

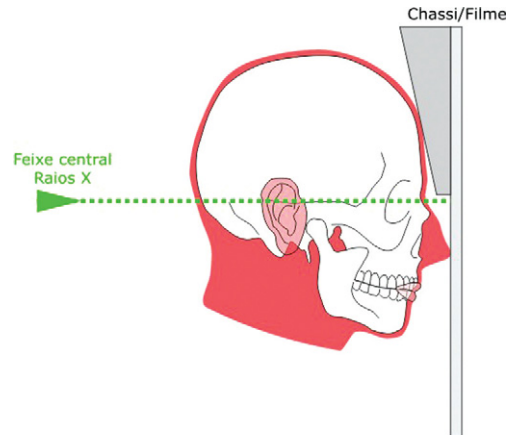
**Nome da Incidência**

*Técnica de projeção no sentido occipital-frontal – projeção posteroanterior (PA), (existem várias modificações dessa técnica)*

**Indicações**

- Avaliar o crescimento facial e desenvolvimento;
- Trauma;
- Patologias;
- Anormalidades de crescimento (análise de Ricketts);
- Análise do seio frontal, etmoidal;
- Análise das órbitas e a cavidade nasal;
- Avaliar a simetria entre os lados direito e esquerdo.

Esquema da técnica e direção do feixe de RX (Figura 9.86)

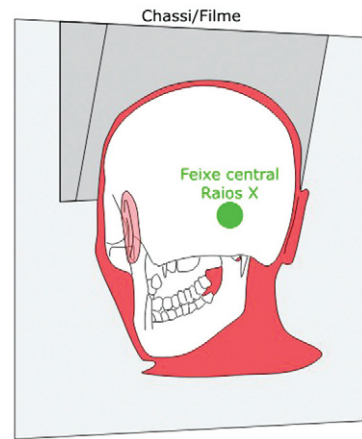
**Nome da Incidência**

*Técnica de projeção no sentido PA, também chamada de Projeção Waters, ou ainda projeção apoio mento-naso*

**Indicação**

- Avaliar seios maxilares (comparativamente entre os lados), frontal e etmoide, as órbitas, a sutura frontozigomática e cavidade nasal.

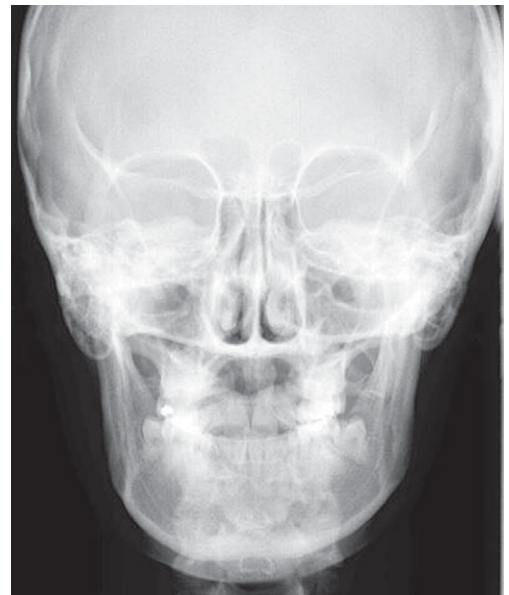
Esquema da técnica e direção do feixe de RX (Figura 9.87)

**Nome da Incidência****PA Mandíbula**

*Projeção Posteroanterior Reversa de Towne* (vista posteroanterior, boca aberta, ou ainda apoio frontonaso). A projeção de Townes foi preconizada com os raios X diretamente direcionados à face do paciente. Assim chamada projeção AP (anteroposterior). A projeção reversa de Townes é simplesmente o reverso, ou seja, a exposição é feita não pela face, e sim pela parte traseira do crânio, evitando, principalmente, a exposição direta dos olhos, mais sensíveis à radiação.

**Indicação**

- Visão radiográfica das cabeças da mandíbula e parte média da face;
- avaliação do osso occipital para examinar fraturas da cabeça da mandíbula e ramo.



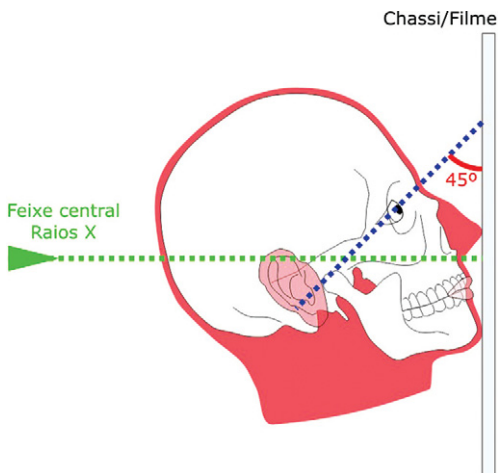
**Figura 9.86** – Técnica de projeção no sentido occipital-frontal – projeção posteroanterior (PA).

Esquema da técnica e direção do feixe de RX (Figura 9.88)

### Nome da Incidência

*Axial (Hirtz). Projeção Submentovertex (PSMV) – AXIAL*

É contraindicada para pacientes com problemas na coluna (por exemplo, osteoporose), pois como o paciente precisa esticar e girar o pescoço muito para trás, há risco até de fratura de vértebras, principalmente cervicais.



**Figura 9.87** – Técnica de projeção no sentido PA, também chamada de Projeção Waters.

### Indicação

- Avaliar a base do crânio, a posição e orientação das cabeças da mandíbula, processo coronoide, o seio esfenóide, a curvatura da mandíbula, a parede lateral/posterior dos seios maxilares e deslocamento de possível fratura do arco zigomático;
- Base do crânio.

Esquema da técnica e direção do feixe de RX (Figura 9.89)

### Técnica de projeção do perfil (mole)

Esta técnica é a mesma da técnica cefalométrica, porém com maior ênfase ao perfil tegumentar. É importante o uso do cefalostato para que o perfil seja realçado de maneira uniforme. Muitas cirurgias plásticas de face utilizam esta técnica.

### Indicação

- Avaliação do perfil tegumentar para ortodontia/ortopedia, cirurgia plástica, deformidades, patologias.

Esquema da técnica e direção do feixe de RX (Figura 9.90 e 9.91)

### Técnicas de projeção radiográfica da articulação temporomandibular (radiografia da ATM)

A contribuição destas técnicas para o diagnóstico da disfunção temporomandibular é limitada (Isberg A.), mas é solicitada na rotina clínica, pois é viabilizada pelas clínicas radiológicas.

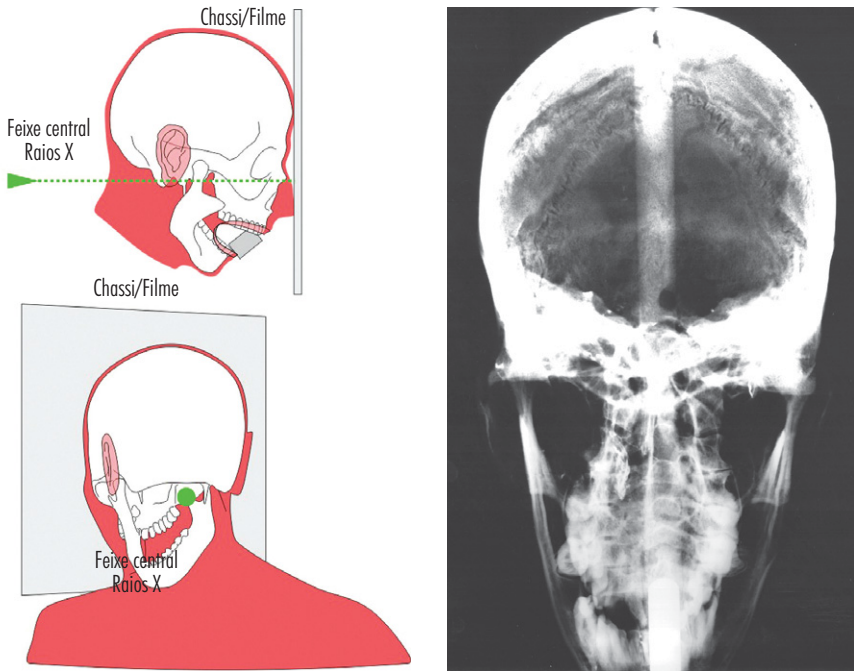
### Indicações

- Avaliação de fraturas com deslocamento dos fragmentos;
- Alterações morfológicas;
- Avaliação das estruturas ósseas (cabeça da mandíbula, fossa da mandíbula e eminência articular) e seu relacionamento;
- Trauma;
- Processos patológicos.

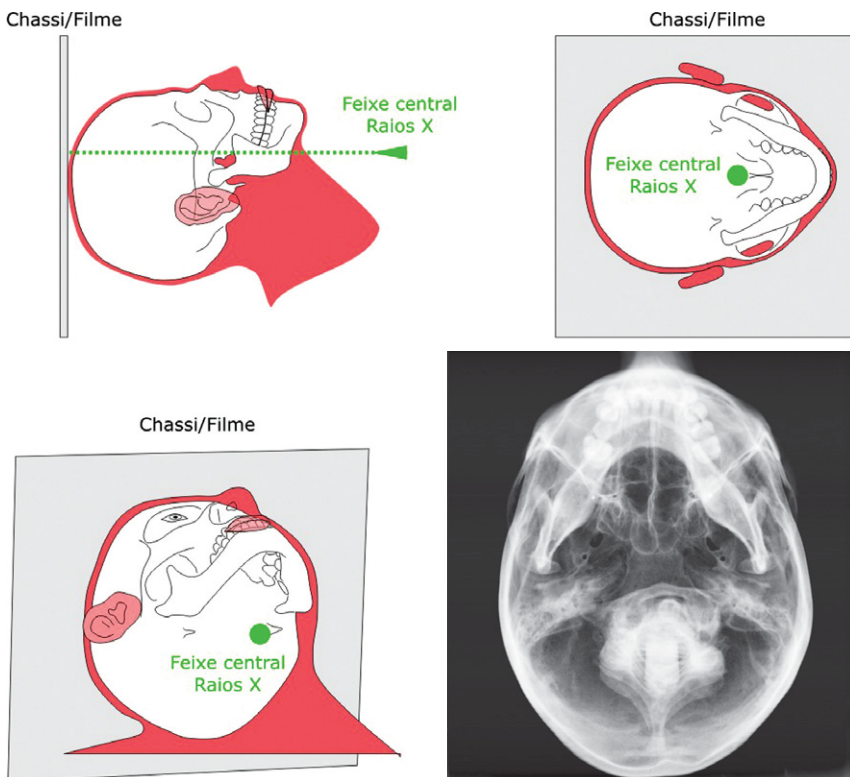
### Radiografia de ATM, Transcraniana

### Radiografia de ATM - Seriografia da ATM (Figura 9.92)

A seriografia da ATM nada mais é do que uma série de radiografias da ATM, em um



**Figura 9.88** – Projeção posteroanterior reversa de Towne.



**Figura 9.89** – Axial (Hirtz). Projeção Submentovertex (PSMV) – AXIAL.

mesmo filme. Nos aparelhos extraorais, também chamados de panorâmicos é possível fazermos até quatro exposições, duas de cada lado da ATM. Já outros dispositivos como *Acurad* podem realizar até seis exposições, sendo três de cada lado ou de cada ATM. Essa técnica surgiu com a necessidade dos cirurgiões dentistas em avaliar comparativamente, em um mesmo filme radiográfico, os diferentes posicionamentos da cabeça da mandíbula (Figura 9.93). Por exemplo, pode ser realizada uma exposição da ATM com o paciente mantendo as arcadas em repouso, em cêntrica (é a posição em que as cúspides dentárias estão em máximo contato entre as arcadas dentárias) e abertura máxima (Figura 9.94).

#### Indicação

- É a mesma do item anterior.

*ATM Transfacial (planigrafias) são realizadas nos aparelhos panorâmicos (Figura 9.95)*

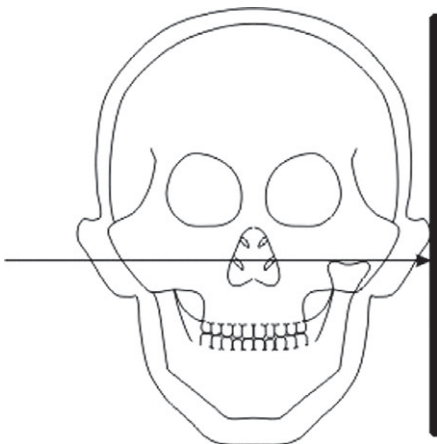
#### Indicação

- É a mesma do item anterior.

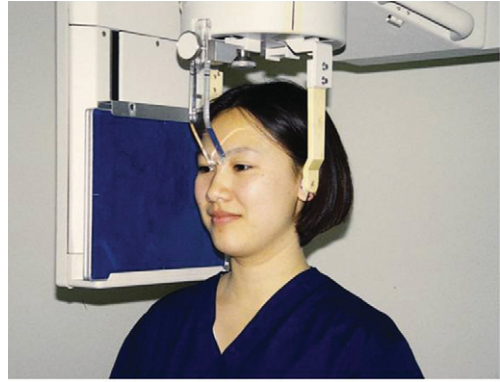
*Radiografia carpal (mão e punho) (Figuras 9-96 e 9-97)*

#### Indicações

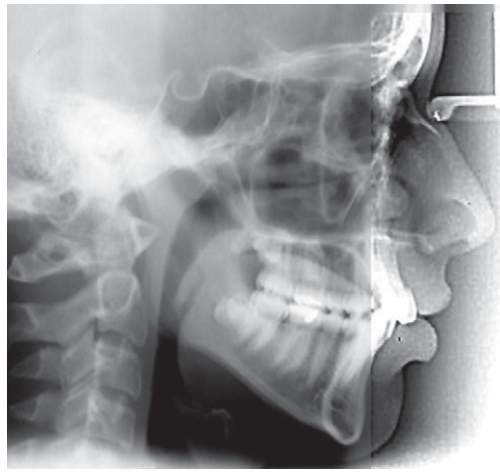
- Determinação da maturidade esquelética (idade óssea) e previsão de crescimento (ortodontia).



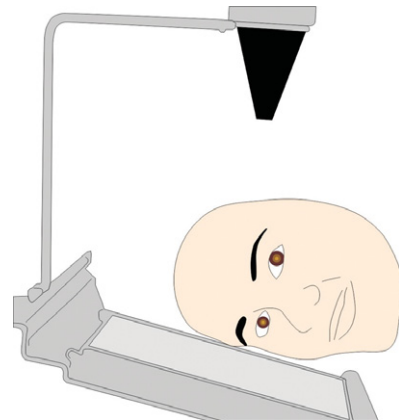
**Figura 9.90** – Esquema ilustrativo da técnica de projeção do perfil (mole).



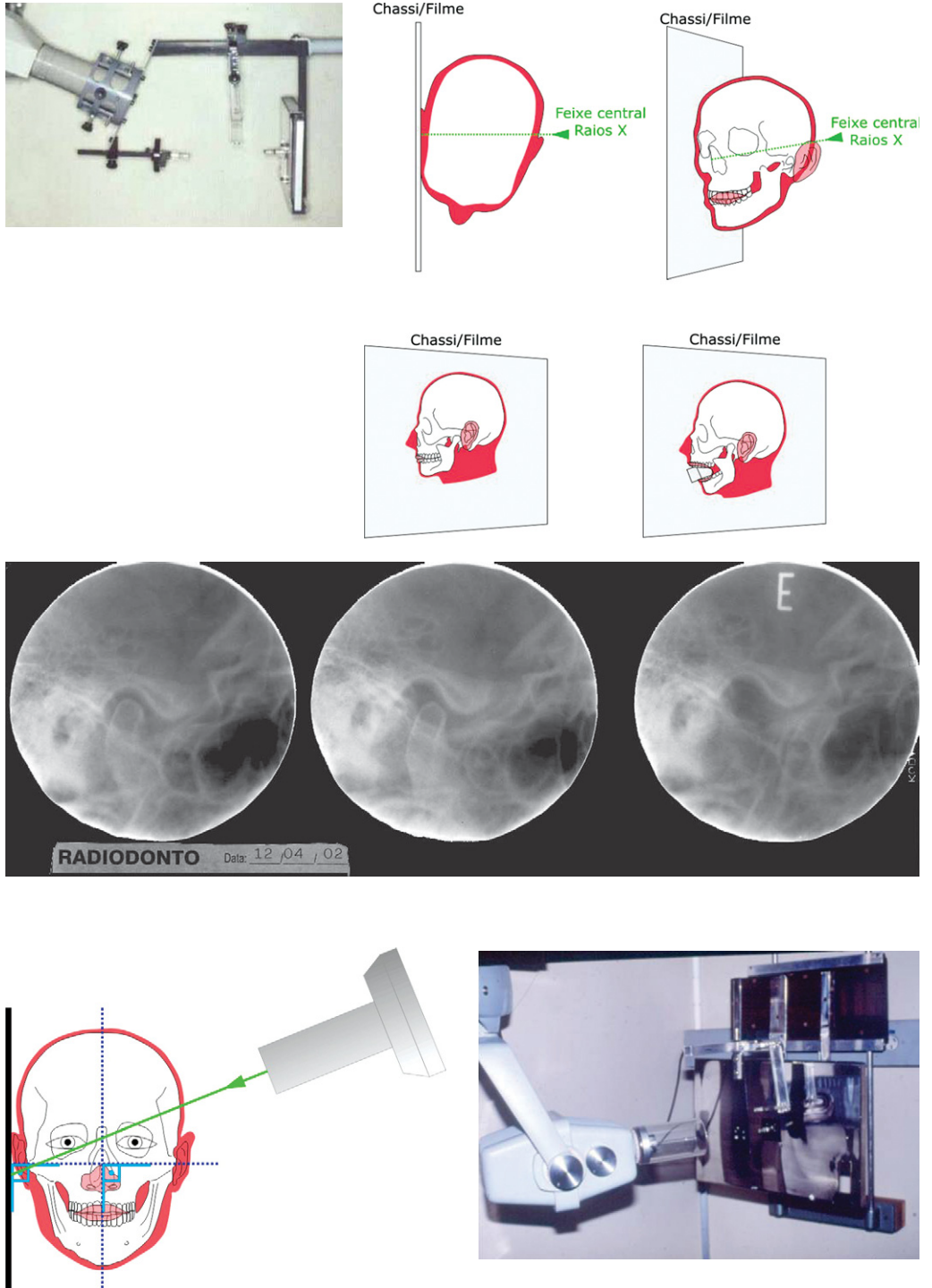
Copyright © 2003, Elsevier Science (USA). All rights reserved.



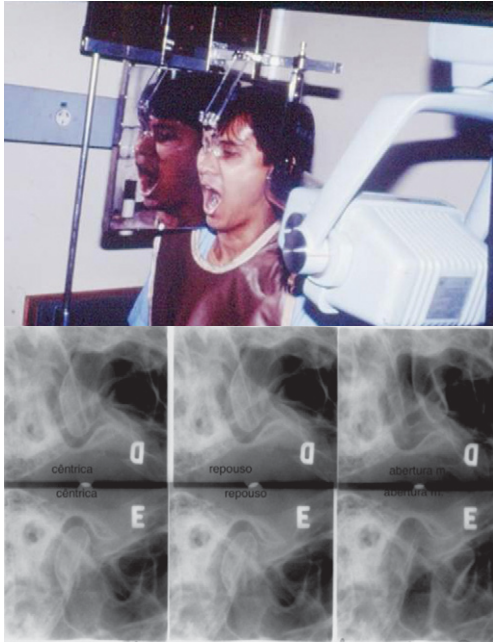
**Figura 9.91** – Note o realce do perfil mole do paciente, na radiografia para perfil mole, ou mesmo uma radiografia cefalométrica ou telerradiografia. O posicionamento da técnica é o mesmo.



**Figura 9.92** – Radiografia de ATM, transcraniana.



**Figura 9.93** – Desenhos esquemáticos e radiografias de um lado de seriografia da ATM.



**Figura 9.94** – Fotografia e radiografias de seriografia da ATM de ambos os lados.

### **Radiografias panorâmicas (também extrabucal)**

Paatero, em 1948, na Universidade de Helsinky, desenvolveu a ortopantomografia com base em princípios da tomografia. O intuito era gravar em um mesmo filme radiográfico todos os dentes do complexo maxilomandibular, e é claro estruturas circunvizinhas.

A tomografia: **Tomo** significa secção; assim tomografia é a técnica radiográfica que permite a imagem de uma secção do corpo, enquanto “borra” outras estruturas em outros planos.

A tomografia foi primariamente utilizada pela medicina, e passou a ser mais empregada na odontologia devido à implantodontia; esse método foi a base para tomografia computadorizada (TC) e imagem por ressonância magnética (IRM).

### **Princípios da radiografia panorâmica**

#### *Princípio básico da técnica tomográfica*

O paciente permanece imóvel enquanto a fonte de raios X e os sensores radiográficos se movem em direção oposta em um

ou mais centros de rotação (Figura 9.99). Esses pontos de rotação podem ser internos ou externos da camada focal. Camada focal em tomografia ou “plano focal” ou “camada de imagem” é o plano que não é borrado na imagem radiográfica.

A radiografia panorâmica ou pantomografia é produzida utilizando-se a superfície-curva tomográfica e é realizada pela rotação de um estreito feixe de radiação em um plano horizontal ao redor de um ponto/eixo virtual (chamado centro de rotação) posicionado no interior da cavidade bucal. Filme e cabeçote movimentam-se em sentido oposto ao redor do paciente, que permanece estacionário.

O borramento é determinado por:

- Distância do tubo;
- Distância do plano focal;
- Distância do filme;
- Orientação da rotação do tubo.

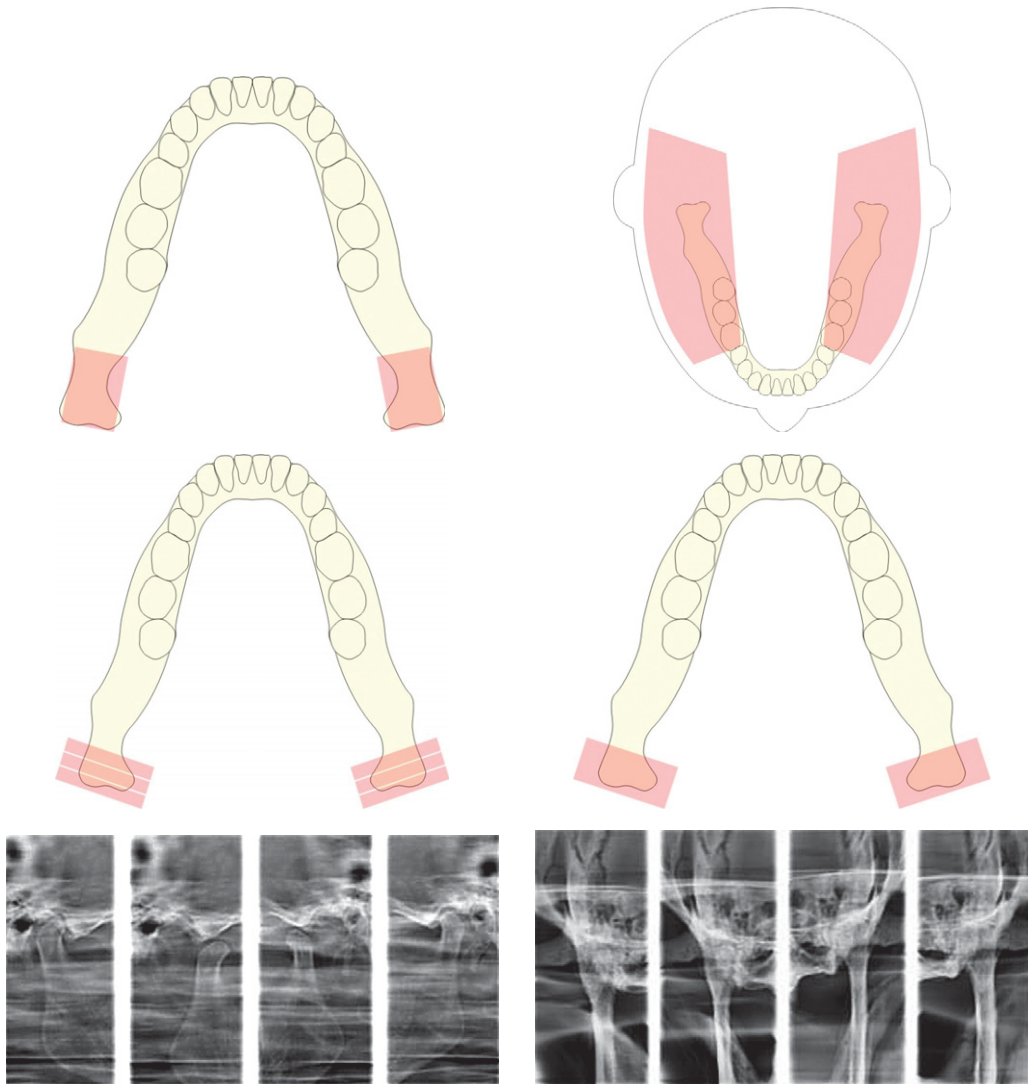
*O centro de rotação muda enquanto o filme/sensor e cabeçote rotacionam, permitindo que a camada de imagem se adapte à forma elíptica dos arcos dentários.*

As dimensões vertical e horizontal são correlatas apenas quando o objeto está dentro de uma zona particular, ou plano de corte que representa a camada de imagem, mais bem interpretada como camada focal. Essa zona corresponde na realidade a uma área tridimensional nas quais as estruturas são razoavelmente focadas ou bem definidas. Assim, o posicionamento do paciente no aparelho de raios X deveria ser de tal forma que as arcadas dentárias ficassem posicionadas rigorosamente dentro dessa zona de corte, resultando em imagem nítida dos dentes.

Assim, cada fabricante de aparelho de raios X extraoral panorâmico preconiza diferentes camadas de corte, pois, é claro, as arcadas dentárias são muito diferentes ao redor do mundo. Objetos fora da camada focal distorcem. Os melhores equipamentos permitem focar as mais diferentes arcadas dentárias, sempre com o máximo de detalhe (Figura 9.100).

### **A camada focal é determinada**

- Pela distância do centro de rotação para o plano central da camada de imagem



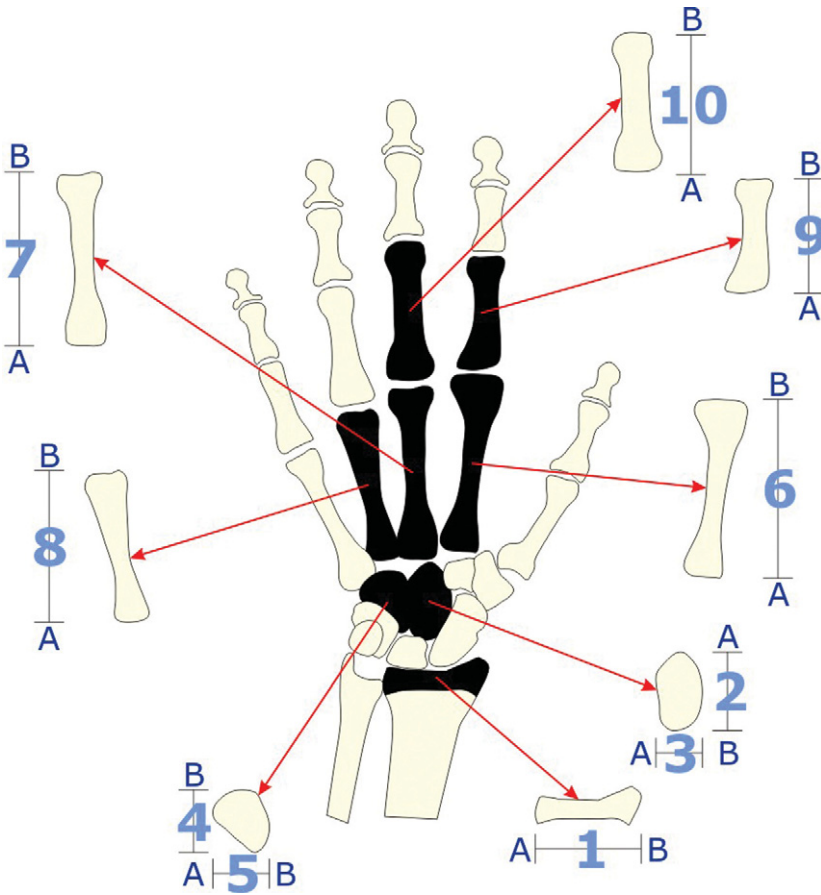
**Figura 9.95** – Desenhos esquemáticos e radiografias da ATM, técnica transfacial (realizada com equipamento de raios X extraoral panorâmico). Note na imagem à direita os diferentes cortes AP.

- Pela largura de fenda, quanto mais estreita, mais estreito será o feixe, e maior a camada da imagem (Figura 9.101)
- Mudanças na velocidade do filme alteram a posição da camada de imagem.
- Aumento da velocidade do filme resulta em imagem mais distante do centro de rotação
- Diminuição da velocidade do filme resulta em imagem mais próxima ao centro de rotação

Assim, é como a camada da imagem é formatada para coincidir com os diferentes tipos/formas das arcadas dentárias. Via de regra a região anterior da camada de corte é mais *estreita*. Dependendo do fabricante, o número e a posição de centros rotatórios diferem (Figuras 9.102 e 9.103).

### Regras básicas da tomografia

- Objetos mais próximos do filme serão estreitados;

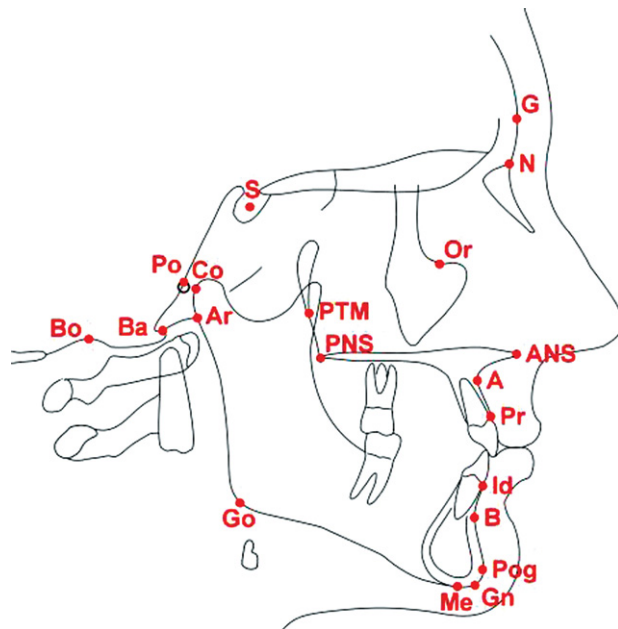
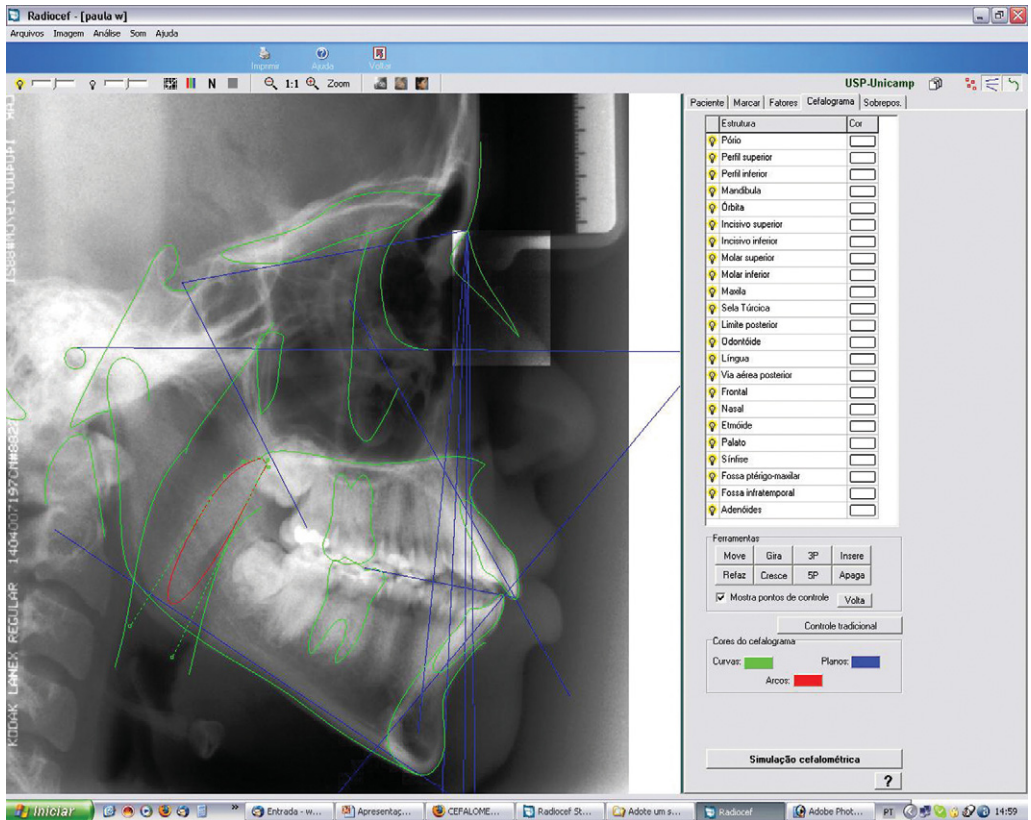


**Figura 9.96** – Desenho dos ossos da mão, falanges e carpais.

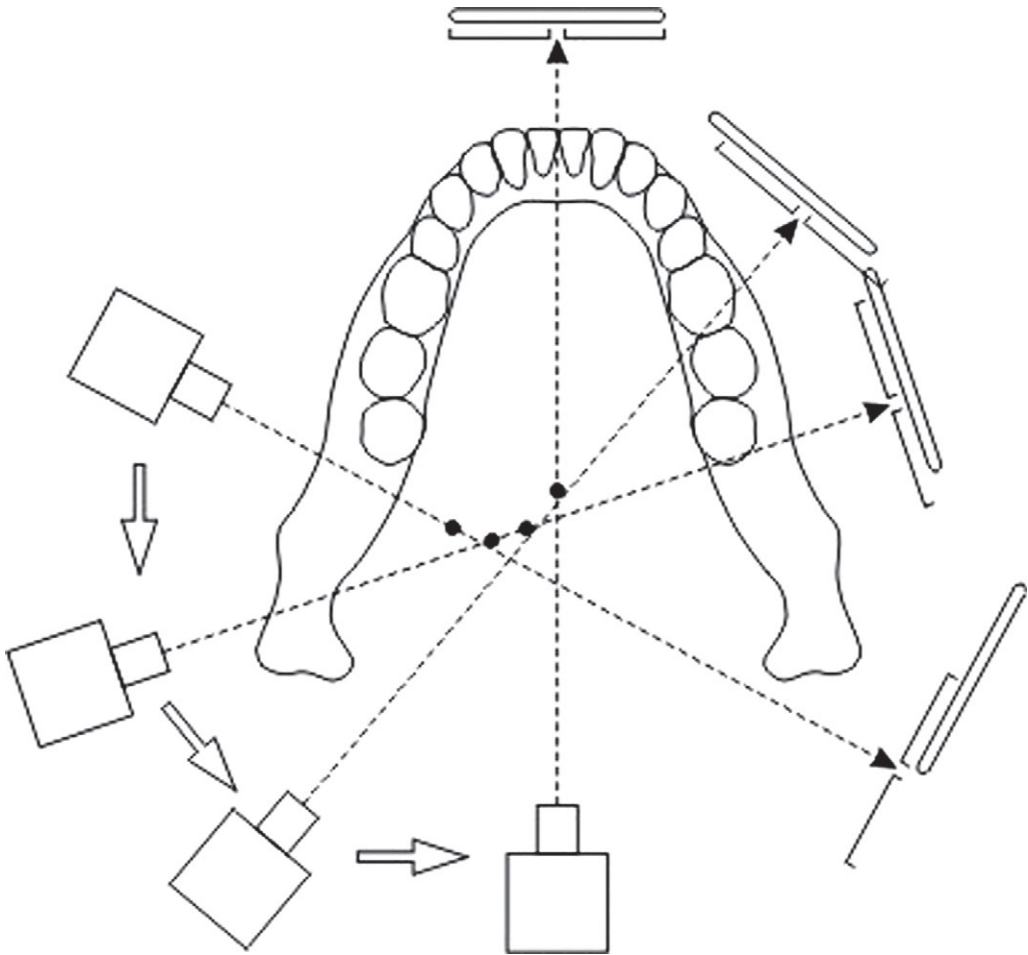


**Figura 9.97** – Radiografia digital da mão ou carpal.

- Objetos mais próximos do tubo serão alargados e desfocados;
- Objetos localizados por vestibular serão projetados inferiormente;
- Objetos localizados por lingual/palatino serão projetados mais para cima;
- Já os objetos localizados no centro da camada de corte serão ampliados por um fator conhecido, geralmente fornecido pelo fabricante do equipamento, em cerca de 25-40%. Quando a requisição radiográfica é para diagnóstico em implantes, pode-se utilizar a maior ampliação para facilitar a mensuração.



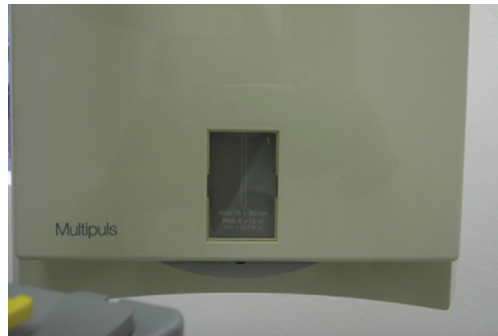
**Figura 9.98** – Traçado cefalométrico feito sobre as radiografias cefalométricas laterais. Esse traçado cefalométrico pode ser feito manualmente ou em computador, com auxílio de *softwares* específicos. Veja à direita o desenho resultante do traçado cefalométrico feito em computador.



**Figura 9.99** – Esquema ilustrativo do princípio da radiografia panorâmica (RP).



**Figura 9.100** – Equipamento de raios X panorâmicos (Ortophos-Sirona).



**Figura 9.101** – Cabeçote do equipamento de raios X panorâmicos, mostrando a estreita janela de saída do feixe de raios X.



**Figura 9.102** – Dispositivo porta-chassi do equipamento de raios X panorâmicos, ejetado do *slot*-diafragma.



**Figura 9.103** – *Phantom*, simulando o posicionamento do paciente no equipamento de raios X panorâmico.

## Métodos tomográficos em detalhes (métodos rotacionais)

### Princípio da formação de imagens

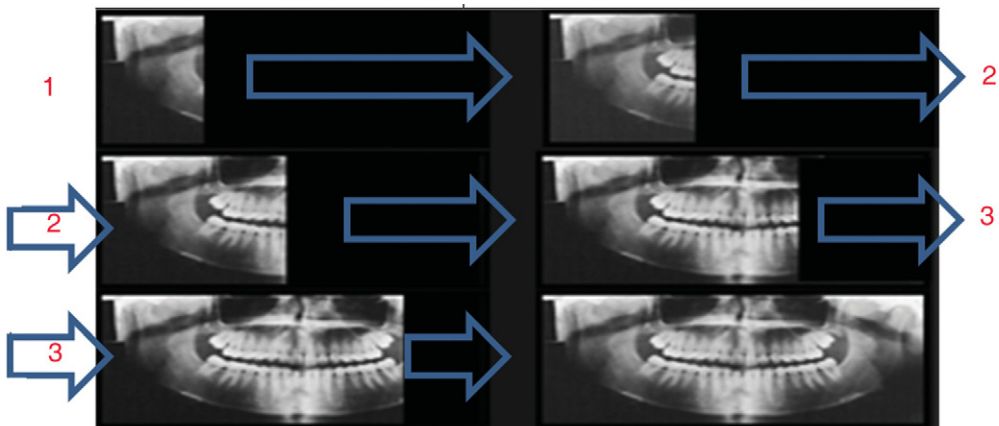
Embora adote o princípio da tomografia (registra a imagem em um plano de um objeto, ao mesmo tempo borra ou elimina imagens das estruturas em outros planos), difere muito daqueles comumente utilizados, já que utiliza um longo e estreito feixe de raios X. Como já vimos, o termo panorâmico sugere uma ampla visão, no caso, das maxilas e mandíbula (Figura 9.104).

O plano de corte (objetivo) se encontra na região onde as velocidades de deslocamento do filme e do feixe de raios X são equivalentes, e estão conectados, girando ao redor da cabeça do paciente. Sua forma também não é plana, apresentando uma curvatura que procura acompanhar os arcos dentários. A outra característica é a de radiografar tornando mais estreito o feixe de raios X por meio de cortes. A camada de corte, ou “camada de detalhe aceitável”, é o plano de imagem que não é borrado.

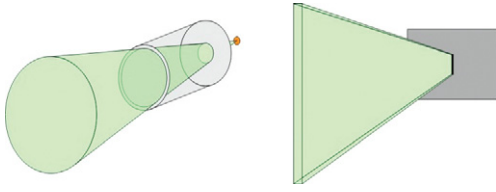
### Classificação em função do mecanismo de rotação

#### Método rotacional de eixo simples (pantomografia)

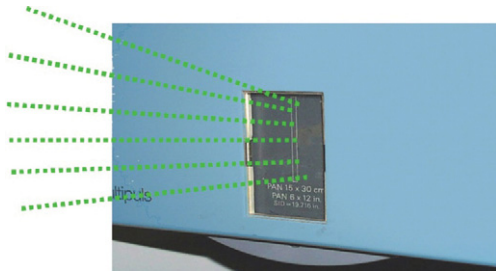
Foi a primeira técnica considerada, sendo que é bastante difícil descrever-se o arco



**Figura 9.104** – Esquema de formação da imagem radiográfica panorâmica por *slices*, ou por partes, devido ao feixe estreito de raios X e ao movimento desse e do filme/sensor radiográfico.



**Figura 9.105** – Diferença entre os feixes de raios X de um equipamento periapical e panorâmico.



**Figura 9.106** – Detalhe do cabeçote de um equipamento de raios X panorâmico, com a simulação do feixe de raios X em forma de leque.



**Figura 9.107** – Método radiográfico orbital contínuo. Equipamento Veraview, J. Morita Co.

dentário completo, girando o paciente e o filme.

### **Método rotacional de eixo duplo (Radiografia Panorex)**

Considerando-se o arco dentário como uma composição de dois círculos, direito

e esquerdo, giram-se o tubo de raios X e o filme em direções reciprocamente opostas. Na região mediana, observa-se, por um curto espaço de tempo, uma região não exposta e a imagem da região dos dentes anteriores aparece radiografada com os dois lados sobrepostos um ao outro.

### **Método rotacional de três eixos (ortopantomografia)**

É o mecanismo no qual se considera o arco dentário como uma composição de três círculos formados pela região dos molares dos dois lados e a região dos dentes anteriores. Em torno destes três eixos, o tubo de raios X e o filme giram continuamente, ao mesmo tempo em que o filme vai executando seu movimento rotacional. Comparada à região dos molares, a região dos dentes anteriores tem sua camada tomográfica mais estreita. Em alguns casos, a imagem da vértebra cervical interfere, não permitindo a visualização correta do dente-alvo.

Foi muito utilizado até recentemente.

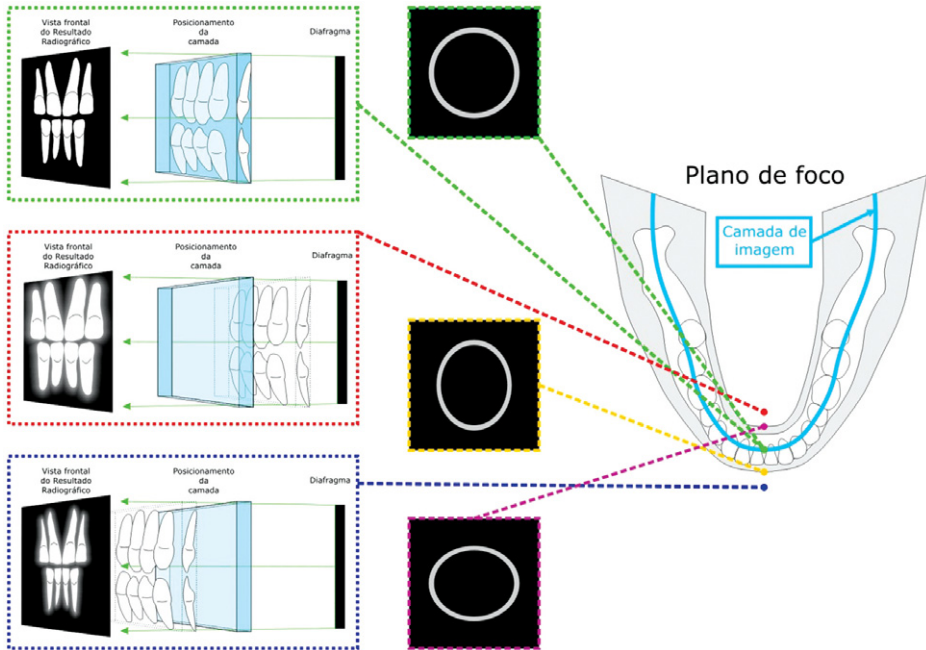
### **Método radiográfico orbital contínuo**

Realiza de modo contínuo as rotações e os deslocamentos do tubo de raios X e do filme, o que permitiu melhorar a imagem da região dos dentes anteriores que era difícil de ser obtida pelo método rotacional de três eixos.

Atualmente, estão sendo muito utilizados equipamentos com este método (Figura 9.107).

### **Vantagens da radiografia panorâmica**

- Apresenta um singular exame dental por meio de uma representação panorâmica do sistema estomatognático, incluindo ATM, processos estilóides e seios maxilares;
- Permite a detecção da relação funcional e patológica e de seus efeitos sobre o sistema estomatognático;
- Fornece um documento para o plano de tratamento e preservação;
- Reduz a exposição à radiação por meio de um sistema estratégico rotacional que abrange uma grande área (Tabela 9.1).

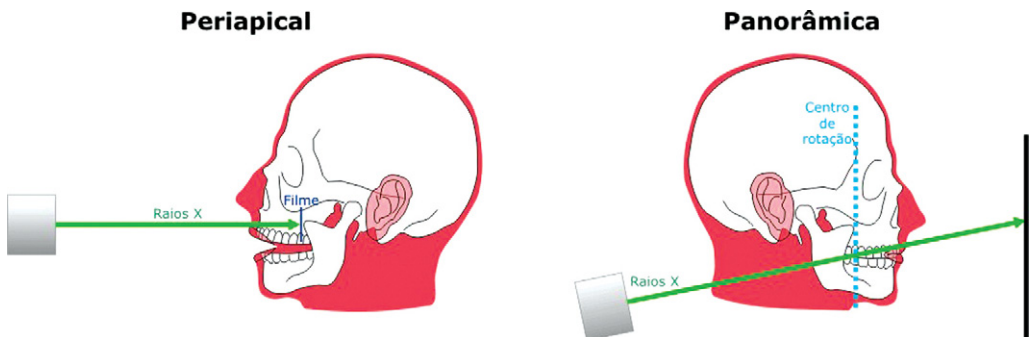


**Figura 9.108** – Esquema ilustrativo dos efeitos dos diferentes posicionamentos dos dentes anteriores, com as respectivas imagens de um anel metálico circular: dentro do plano de corte (sombra radiográfica sem deformação), antes do plano de corte (sombra radiográfica alongada) e à frente do plano de corte (sombra radiográfica achatada).

**Desvantagens da radiografia panorâmica**

- Pacientes com extremas relações dentais de classes II e III tornam impossível a obtenção de ótimas imagens dos segmentos de dentes anteriores (Figura 9.108);
- A razão da distância foco-objeto a distância objeto-filme não é idêntica em todos

- os casos, o que resulta em um fator de ampliação constante;
- Medidas precisas são questionadas;
- Estruturas que residem externamente à camada de foco podem ser superpostas sobre estruturas normais da mandíbula e simular uma patologia.



**Figura 9.109** – Diferença na incidência do feixe de raios X entre as técnicas radiográficas periapical (direção do feixe é de vestibular para palatino/lingual) e panorâmica (direção do feixe é de palatino/lingual para vestibular).

**Tabela 9.1 Dose de exposição à radiação, segundo Frederiksen (1995) e Frederiksen et al (1995)**

<b>Radiografia odontológica</b>	<b>Exposição estimada (mSv)</b>
Interproximal 4 filmes	0,038
Série de “boca toda” (14-18 filmes)	0,150
Panorâmica	0,026
<b>Radiografia médica</b>	
Tomografia computadorizada axial de mandíbula	0,761
Tomografia computadorizada axial de maxila	0,104

**Tabela 9.2 Tipos de requisições para diferentes pacientes e a prescrição radiográfica indicada**

Novo paciente — criança com dentição mista	Periapical/oclusal e interproximal ou panorâmica
Novo paciente — desdentados	Boca toda ou panorâmica
Avaliação de crescimento e desenvolvimento — dentição mista	Periapical/oclusal ou panorâmica
Avaliação de crescimento e desenvolvimento — dentição permanente	Periapical ou panorâmica para avaliar 3 Ms

O “Guidelines for the Selection of Patients for Dental Radiographic Examinations”, elaborado em 2004, por um painel de especialistas da American Dental Association (ADA), recomenda o exame radiográfico panorâmico junto com radiografias interproximais, para todo paciente inicial que necessite de avaliação do estado geral dos dentes e boca, e que não tenha essas imagens feitas em período próximo (Tabela 9.2). Essas diretrizes não são substitutas do exame clínico e anamnese iniciais. Deve-se também considerar a vulnerabilidade do paciente aos fatores ambientais que possam afetar a sua saúde oral. O painel de especialistas realça que o exame radiográfico panorâmico tem como principais vantagens reduzir a dose de exposição à radiação, um custo menor e, além disso, abrange uma área muito maior do que o exame radiográfico periapical (Figura 9.110).

Além dessa principal indicação, as radiografias panorâmicas serão indicadas normalmente nas situações onde haja:

- Uma suspeita real, baseada em um exame clínico, de patologia extensa e/ou ativa fora do osso alveolar;
- Problemas com terceiros molares sintomáticos, onde o provável tratamento será seguido;
- Avaliação para colocação de implantes dentários;
- Trauma envolvendo mais de um dente ou com suspeita dos danos ósseos subjacentes;
- Envolvimento periodontal que envolva “bolsa” generalizada com mais de 5 mm, onde a informação diagnóstica equivalente necessitaria de mais de 3 radiografias intraorais;
- Extrações múltiplas, onde a informação diagnóstica equivalente necessitaria mais de 3 radiografias intraorais;



**Figura 9.110** – Radiografia panorâmica Digital.

- Avaliação do crescimento e desenvolvimento do complexo maxilo-mandíbula para ortodontia/ortopedia e cirurgia ortognática.

### **Regiões de interesse para análise/ interpretação de radiografia panorâmica (Figura 9.111)**

Essa técnica radiográfica, além da ótima visualização dos dentes, também exibe ricos detalhes em várias outras regiões.

### **Características das Imagens de Radiografias Panorâmicas**

Diferenças entre o método tomográfico, empregado atualmente e o método com a fonte intraoral, utilizado no início da técnica radiográfica panorâmica.

### **Método de Tomografia**

*Método radiográfico de fonte intraoral (foi inicialmente muito utilizada)*

Dentes das maxilas, superior e inferior, e o osso alveolar.

### **Ampliação e deformação da imagem**

Os índices de ampliação são aproximadamente iguais em toda a área e mesmo a deformação é quase inexistente.

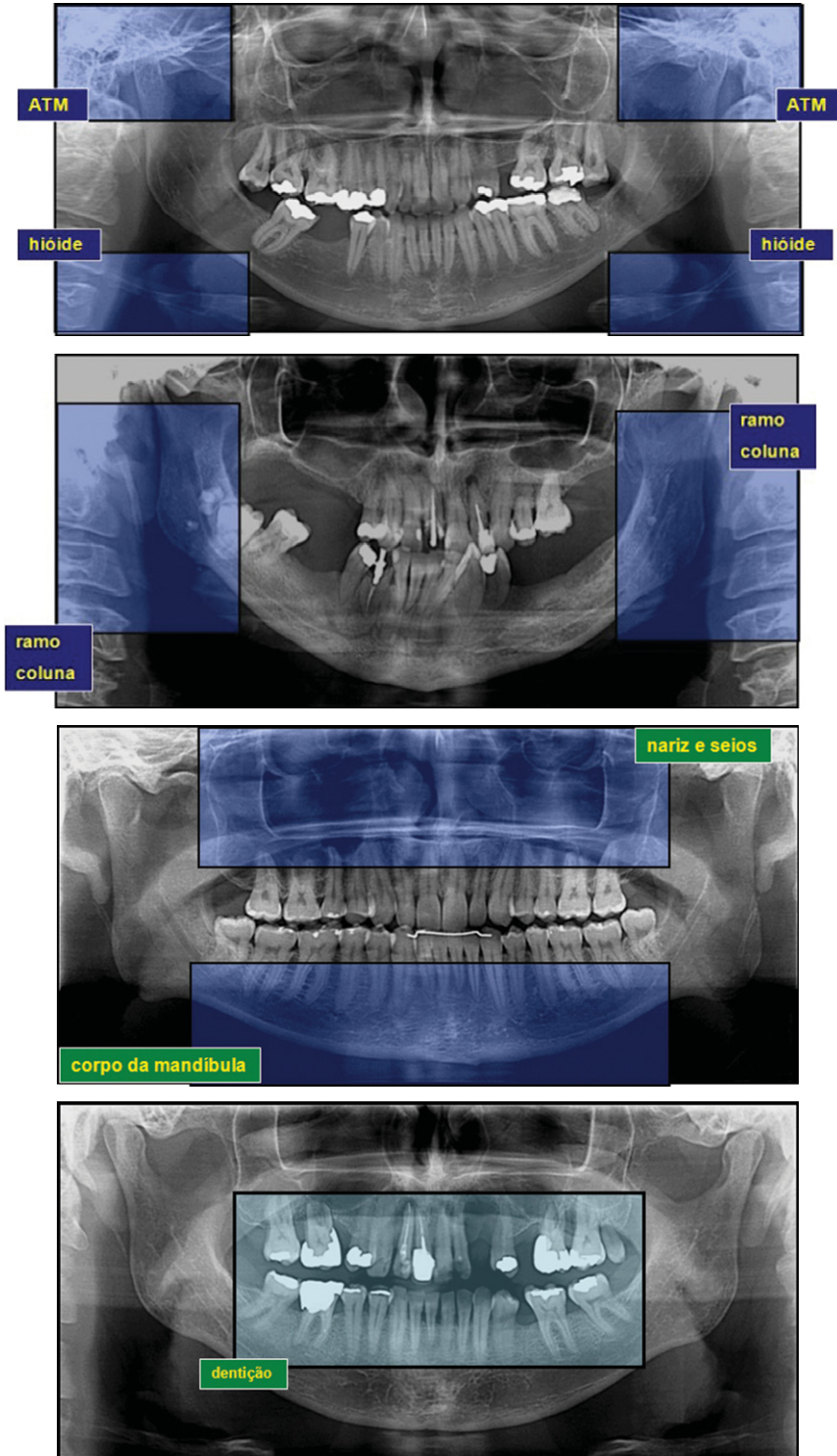
### **Tomografia**

É um método onde o tubo de raios X e o filme são movimentados em torno de um centro qualquer para, com isto, tornar desfocadas as estruturas desnecessárias que se sobrepõem à região alvo e obter-se apenas a imagem deste alvo, de forma nítida. Como já vimos a definição de tomografia (*tomo = corte, grafos = imagem*, ou seja, partes selecionadas [cortes] de um objeto ou Imagens sem sobreposição de estruturas) nos leva a diferentes técnicas, sempre utilizando os raios X. Quando utilizamos radiação gama, chamaremos de SPECT e se utilizarmos os *pósitrons*, chamaremos então de PET. As imagens por ressonância magnética, ou IRM não utilizam os raios X, e sim a ressonância magnética, é claro.

O primeiro exame diagnóstico de tomografia que surgiu (chamados primeira geração de escâneres) apresentava movimentos lineares. Podemos ter ainda movimentos circulares, elípticos, multidirecionados ou mais complexos como os espirais e hipocicloidais.

### **Característica**

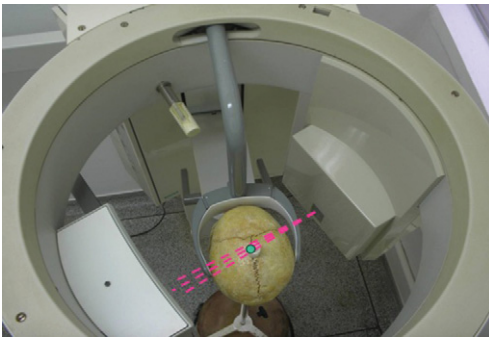
Facilita a observação da doença devido à eliminação das estruturas anatômicas sobrepostas à parte afetada.



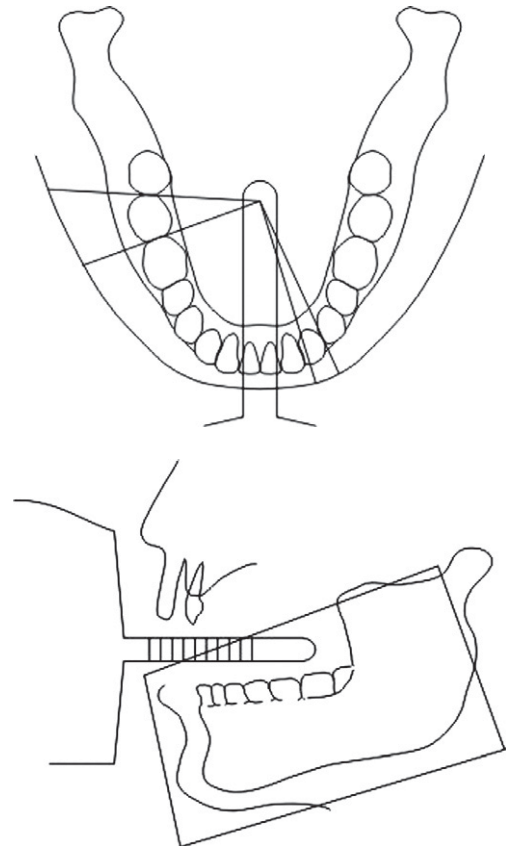
**Figura 9.111** – Essa técnica radiográfica, além da ótima visualização dos dentes, também exibe ricos detalhes em várias outras regiões.



**Figura 9.112** – Radiografia panorâmica digital com realce de nitidez e manipulação de brilho e contraste radiográficos.



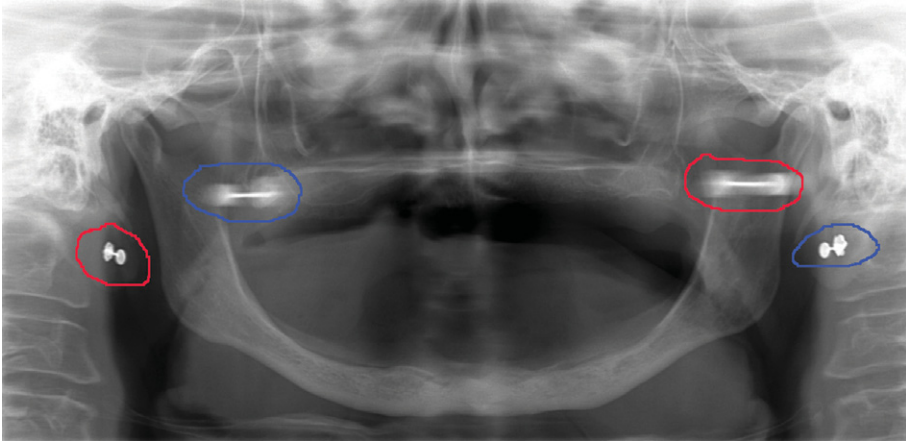
**Figura 9.113** – Toda a região maxilomandibular, incluindo-se o seio maxilar e a articulação temporomandibular. Vista superior, ilustrando a tomada radiográfica de um *phantom*.



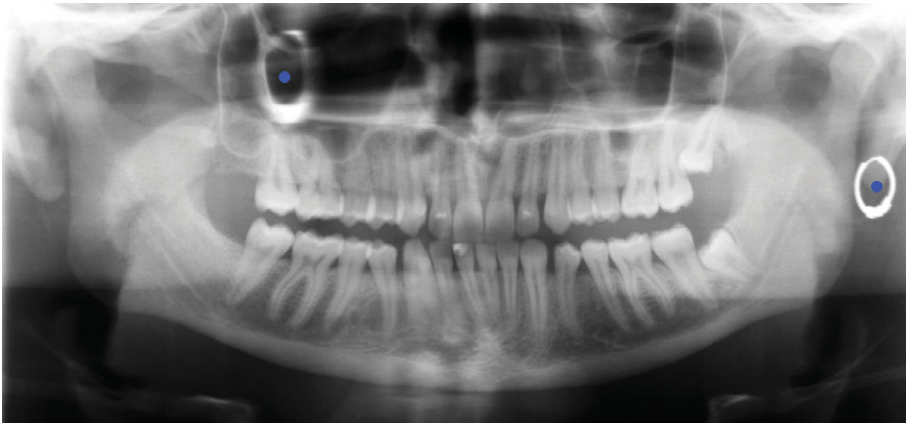
**Figura 9.114** – Esquema ilustrativo da técnica radiográfica panorâmica intraoral, utilizada no início da técnica.

### Tipos

- Tomografia multiorbital: movimentam-se o tubo de raios X e o filme em múltiplas direções para eliminar a superposição;
- Tomografia multicamada simultânea: obtêm-se múltiplas imagens simultaneamente numa só projeção, apresentando vantagens como a pouca movimentação do paciente, baixa dose de exposição etc.



**Figura 9.115** – Imagem fantasma – brinco. Imagem real dupla da coluna.



**Figura 9.116** – Imagem fantasma – brinco. Imagem real dupla da coluna.



**Figura 9.117** – “Bigode” - postura da língua e lábio. Espaço escuro impede o exame do ápice dos dentes anteriores e o exame do rebordo alveolar.

## Principais Indicações

Esta técnica radiográfica diagnóstica não deixa de ser uma técnica extraoral, portanto, também visa a análise de áreas mais extensas, no caso da odontologia, da cabeça como um todo. Além disso, a TC está indicada para análise de traumas, patologias, e lesões seio paranasal, seio maxilar, articulação temporomandibular, ossos da face e crânio etc.

## Radiografia com Substância de Contraste

Para regiões onde a observação é difícil pelo fato de o método radiográfico simples

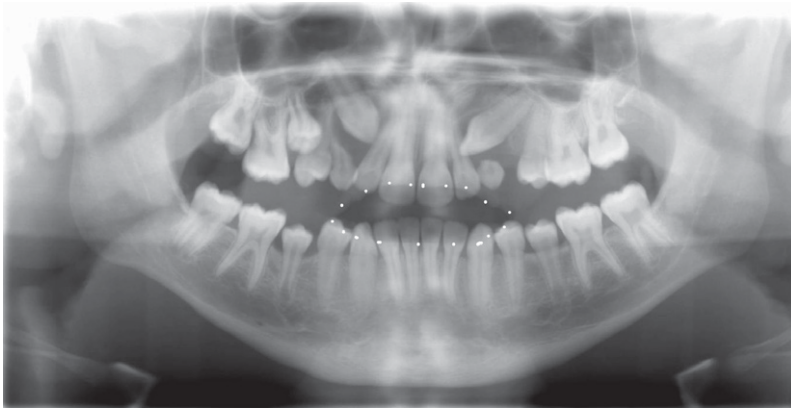
não apresentar contrastes lineares, utiliza-se a substância de contraste para criar artificialmente esses contrastes lineares.

## Característica

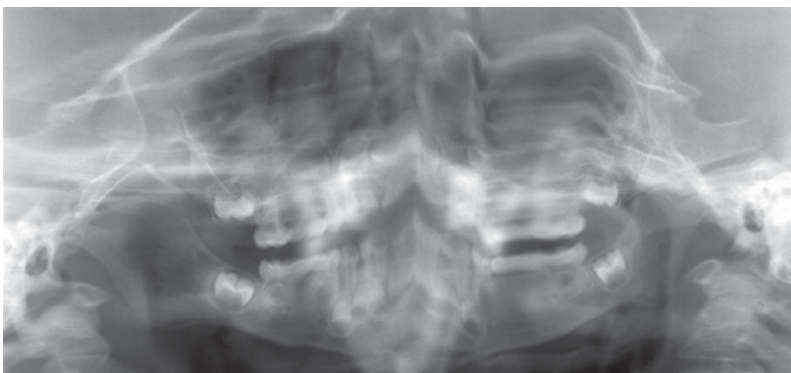
Permite a observação das estruturas dos tecidos moles e das estruturas de canais e cavidades, tais como, glândulas salivares, cavidade da articulação temporomandibular, vasos sanguíneos, lesões, canais de drenagem etc.

## Substâncias de contraste

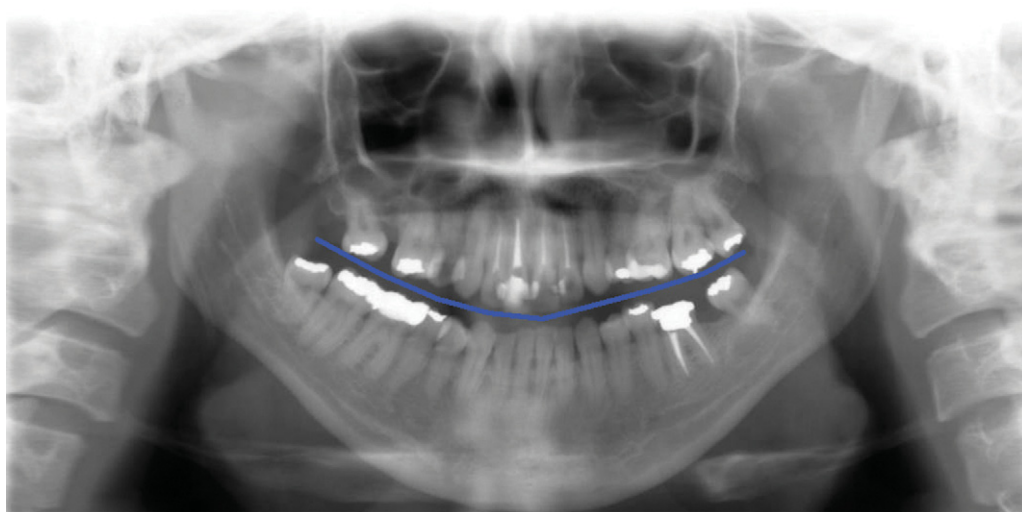
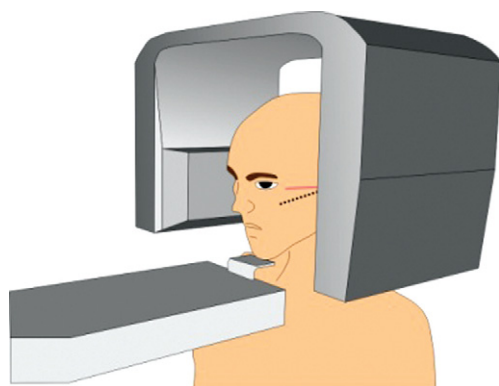
- Existem contrastes catiônicos e contrastes aniônicos;



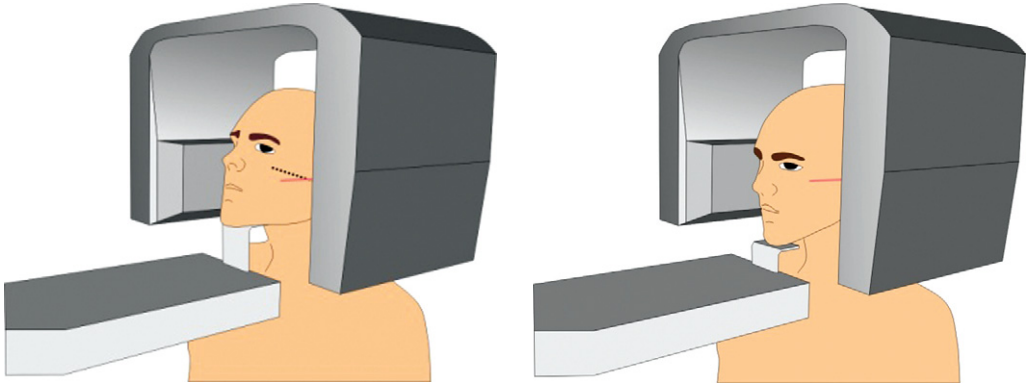
**Figura 9.118** – Boca aberta (lábios). Muitas vezes, apesar das recomendações, os pacientes abrem os lábios, permitindo assim que os raios X atravessem o vão da boca, não sendo filtrados pelos lábios, gravando a imagem dos contornos dos mesmos.



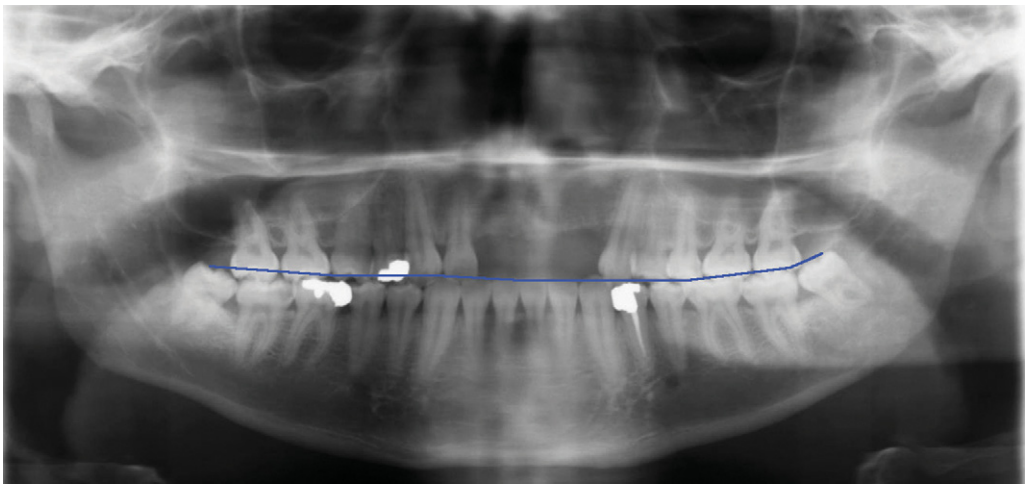
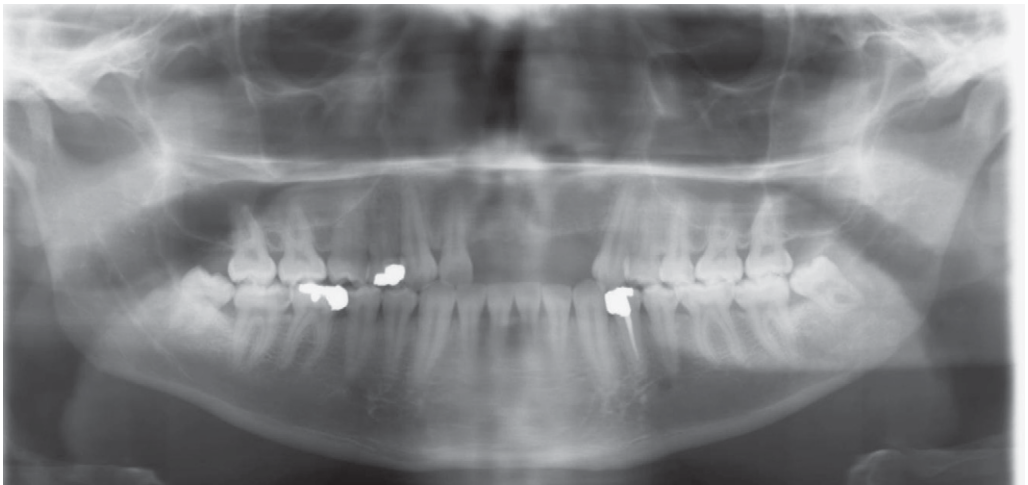
**Figura 9.119** – Movimento do paciente. O giro completo do equipamento de raios X panorâmico leva em média 14-16 segundos. Apesar de parecer pouco, é na verdade um tempo longo, para que o paciente não se movimente, não engula saliva, e até, às vezes, a própria respiração ofegante pode causar artefatos de técnica. Assim, por exemplo, para pacientes crianças ou especiais ou que tenham dificuldades de respiração, recomendamos utilizar o giro mais curto (8 segundos) possível em alguns equipamentos mais modernos (essa redução diminui à metade a resolução da imagem digital).



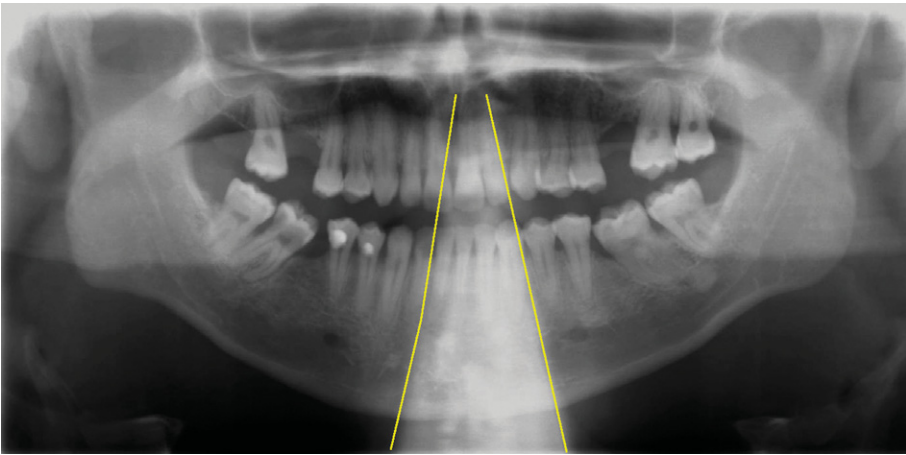
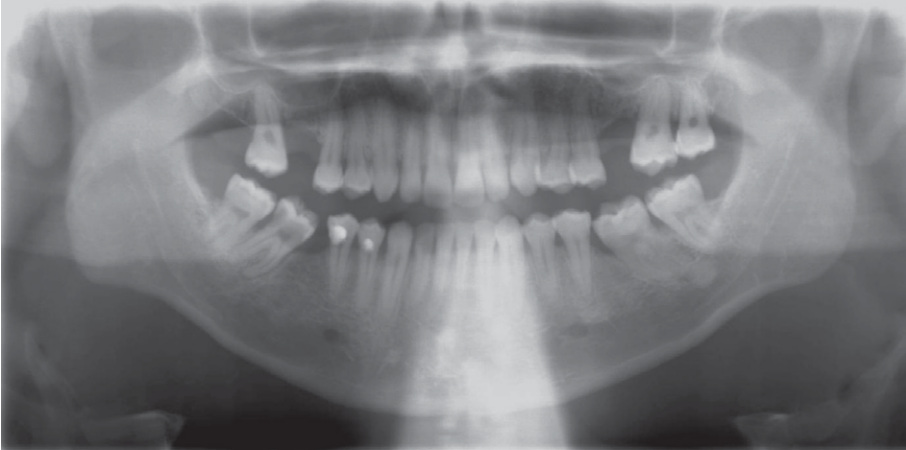
**Figura 9.120** – Plano Baixo - “sorriso”. Dentes anteriores mandibulares com os ápices cortados, já os incisivos maxilares são vistos completamente focados.



**Figura 9.121** – Plano Alto – linha oclusal reta.



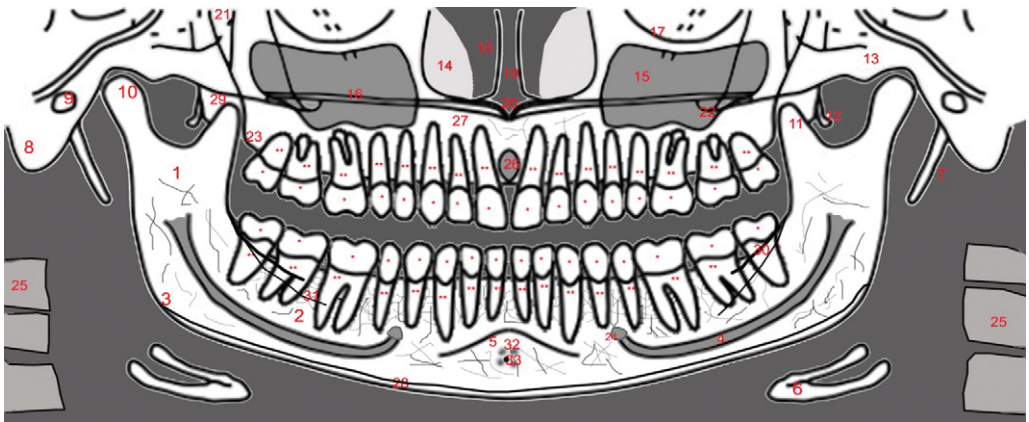
**Figura 9.122** – A linha radiopaca do palato fica alargada, representando na realidade uma faixa. As cabeças da mandíbula são projetadas mais lateralmente. Pasler recomenda para avaliação periodontal.



**Figura 9.123** – Sombra da coluna devido à postura curvada da coluna. Esse artefato ocorre geralmente nas radiografias de pacientes idosos, que já perderam altura devido à curvatura da coluna, pacientes muito obesos com pescoço curto.



**Figura 9.124** – RP de um paciente com dentição mista.



**Figura 9.125** – Principais entidades anatômicas encontradas rotineiramente nas imagens radiográficas panorâmicas. Não somente a variação anatômica dos pacientes, mas também diferentes equipamentos radiográficos panorâmicos podem mudar a quantidade e variação dessas entidades anatômicas.

**Tabela 9.3** Estruturas anatômicas frequentemente vistas nas imagens ortopantomográficas

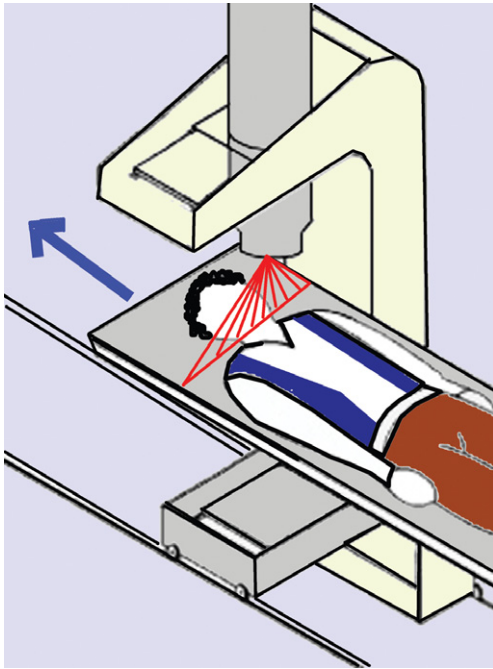
1-ramo da mandíbula direito	2-corpo da mandíbula direito	3-ângulo da mandíbula direito
4-canal da mandíbula esquerdo	5-sínfise mental	6-osso hioide
7-apófise estiloide esquerda	8-apófise mastoide direita	9-meato acústico externo direito
10-cabeça da mandíbula direita	11-apófise coronoide esquerda	12-hâmulo pterigóideo
13-arco zigomático esquerdo	14-concha nasal inferior direita	15-seio maxilar esquerdo
16-palato duro ou soalho fossa nasal	17-cortical do soalho órbita esquerda	18-fossa nasal direita
19-septo nasal	20-espinha nasal anterior	21-fissura pterigomaxilar direita
22-apófise zigomática maxila esquerda	23-túber da maxila direita	24-forame mental
25-vértebras cervicais	26-fossa incisiva	27-osso maxilar (pré-maxila)
28-cortical inferior da mandíbula	29-apófise pterigoide do esfenóide	30-linha oblíqua
31-linha milo-hióidea	32-apófises gênis (4 estruturas cinzas)	33-foraminal lingual (central)

\* coroas dentárias \*\* raízes dentárias

- Os contrastes catiônicos têm como principais agentes o iodo e o bário, apresentando radiopacidade acentuada;
- Nos contrastes aniônicos, é encontrado o ar além de outras substâncias, apresentando radiolucência acentuada.

### Principais indicações

Glândulas salivares, articulação temporo-mandibular, seio maxilar, cisto, vasos sanguíneos, lesões ósseas, fístulas etc.

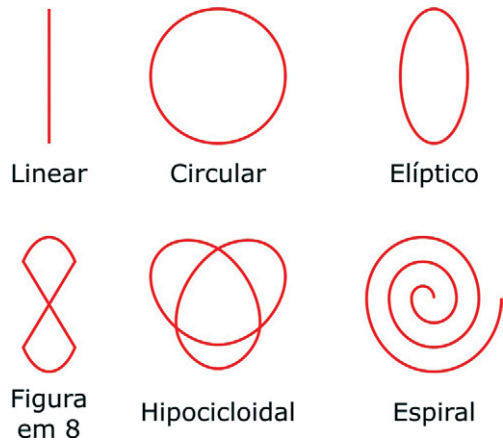


**Figura 9.126** – Esquema ilustrativo do sistema de tomografia linear.

### Tomografia Computadorizada (TC) ou Tomografia Axial Computadorizada (TAC) (Figura 9.128)

Um exame de varredura é realizado, projetando-se transversalmente ao paciente um estreito feixe de raios X do tubo que gira ao redor do paciente emitindo um feixe colimado de raios X em forma de leque, que após sofrer atenuação pelo organismo, é captado por detectores de cintilação, no lado oposto ao tubo. A intensidade dos raios X transmitidos é medida pelos detectores e os dados obtidos, um sinal elétrico são processados aritmeticamente pelo computador, que processa as imagens de secções transversais ou coronais.

A cada tom de cinza na composição da imagem é atribuído um valor numérico. Esses valores são calculados sempre em relação ao coeficiente de absorção relativo de raios X, por exemplo, da água (valor de TC = 0), é atribuído o valor numérico zero, em uma



**Figura 9.127** – Tipos de órbitas: circular, elíptica, espiral, forma de trevo de três folhas.

escala que pode variar de acordo com o equipamento utilizado (+3.000 a -1.000 Unidades Hounsfield-UH ou valor de TC).

### Indicações principais

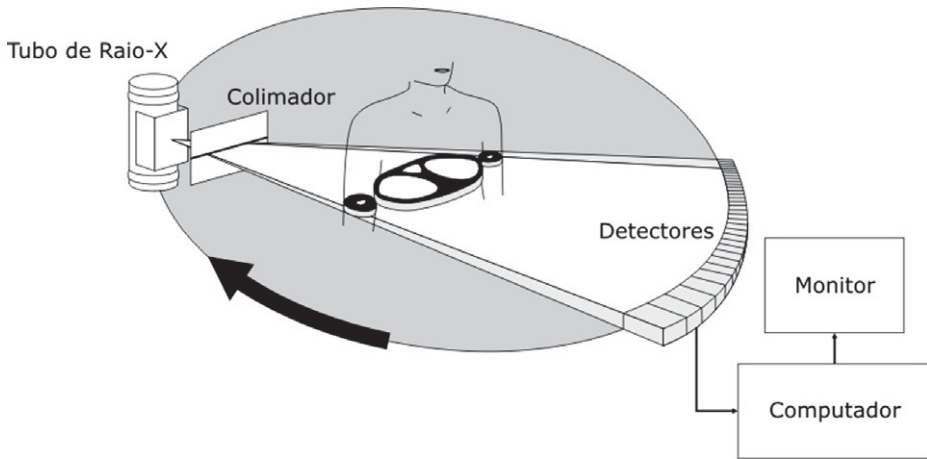
Doenças tumorais, inflamatórias e císticas no seio maxilar e osso maxilar, doenças das glândulas salivares e da articulação temporomandibular, avaliação dos rebordos alveolares para implantes, traumas etc.

### Vantagens

- É capaz de detectar e representar as diferenças ínfimas de absorção de raios X dos alvos radiográficos;
- Pode-se obter uma imagem seccionada qualquer escolhida no computador;
- Em comparação à radiografia convencional, a resolução do contraste é melhor;
- Através da reformatação de imagens, é possível elaborar-se uma imagem tridimensional, 3D.

### Desvantagens

- Aparelho protético e material de restauração, metálicos, produzem artefatos radiográficos, tornando-se obstáculos ao diagnóstico;
- A dose de exposição do paciente é alta, principalmente em relação às técnicas radiográficas intra e extraorais, e maior



**Figura 9.128** – Esquema ilustrativo do sistema de TAC.

do que a tomografia computadorizada de feixe cônico.

### **Imagens de Ressonância Magnética (IRM) (Figura 9.129)**

As IMR não utilizam a radiação X para a obtenção das imagens internas de corpos humanos e animais, apesar da abordagem dentro deste capítulo. Alguns chamam esse exame diagnóstico de tomografia por ressonância magnética ou simplesmente ressonância magnética, pois o método é similar ao da TC, porém utiliza um campo magnético ao invés dos raios X. Aliás, o fato de não utilizar a radiação ionizante é um dos fatos positivos desta técnica de imagem. Seu desenvolvimento beneficia tanto a área médica, principalmente a neurorradiologia, quanto à odontológica para exames da ATM, tumores do complexo maxilomandibular e musculatura mastigatória.

Através do fenômeno de ressonância magnética nuclear (RMN), transforma-se o interior do corpo humano em imagens obtidas por sinais emitidos pelos prótons (núcleos atômicos de hidrogênio, principalmente os presentes nos átomos de hidrogênio (a água perfaz quase 70% do volume corporal) que são os núcleos atômicos com *spins* dentro os elementos que constituem o corpo humano. É um fenômeno quântico.

Representam as diferenças entre as densidades dos prótons (quantidade de átomos de hidrogênio) e do seu meio ambiente.

Os dados a serem obtidos são: densidades dos prótons, tempo de relaxamento, ( $T_1$ ,  $T_2$ ) e dados das velocidades de fluxo.

### **Indicações**

Na Odontologia tem sido principalmente utilizado nos exames da articulação temporomandibular (ATM), doenças tumorais, inflamatórias e císticas no seio maxilar e osso maxilar, patologias em geral etc. Tem excelentes imagens de tecidos moles.

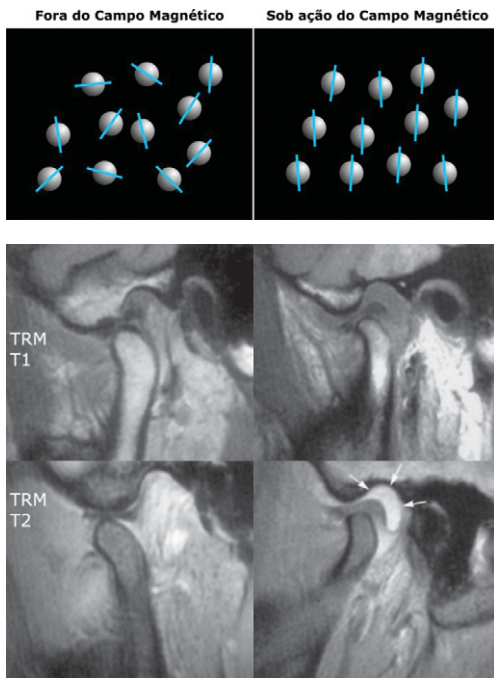
### **Vantagens**

- Não utiliza raios X, não é invasiva e, assim, não causa danos similares aos causados pela radiação ionizante;
- Comparada à TC, os contrastes entre os tecidos moles são mais acentuados;
- Permite obter diretamente as imagens de corte de qualquer direção, como dos planos sagital, coronal, e axial;
- A IRM geralmente fornece mais informação do que a TC nos problemas intracranianos, pescoço e vertebrais, bem como nas anomalias musculoesqueléticas, dadas a sua elevada sensibilidade ao contraste e capacidade da imagiologia multiplanar. Caracteriza diferentes tipos específicos de

tecidos com base na intensidade de sinal (gordura, sangue e água), diferenciando as mais diversas patologias.

### Desvantagens

- Uma vez que o tempo de projeção é longo, facilita a ocorrência de queda na qualidade das imagens devido ao movimento de respiração e outros fatores.
- Os ferro-magnetos (ferro, cobalto, níquel) podem ser causadores de artefatos nas imagens.
- Comparada à tomografia computadorizada, a capacidade de resolução espacial é ligeiramente inferior.
- O exame não pode ser realizado em pacientes portadores de marca-passos.



**Figura 9.129** – Desenho ilustrativo dos núcleos atômicos de hidrogênio desorganizados e sobre efeito do campo magnético. Os dipolos de alguns núcleos, ao serem colocados em fortíssimos campos magnéticos, se alinham todos na mesma direção e absorvem energias de radiofrequências externa proporcional a intensidade do campo magnético, passando a um estado de maior energia ou “excitado”. Abaixo podemos ver um exame de IRM das ATMs com diferentes tempos de relaxamento.

- Pacientes com claustrofobia podem não suportar o exame, que pode levar de 15 a 40 minutos.

### Ultrassonografia

Incidem-se as ondas de ultrassom no paciente, pelas sondas transdutoras, e representam-se essas ondas são refletidas como imagens da secção transversa.

As ondas de ultrassons, quando em meios de cultura iguais e uniformes, prosseguem em linha reta e, quando em meios de cultura diferentes, uma parte se reflete e outra parte se transmite. O exame descreve a diferença das impedâncias acústicas no plano limite destes dois agentes.

Utilizam-se ultrassons de 3,5~7,5 MHz

### Indicações

- Glândulas salivares e tecidos moles hipodérmicos da região cervical e da região submandibular.

### Vantagens

- Por não causar danos ao corpo, possibilita repetir tranquilamente o exame, sendo excelente para observar o desenvolvimento ao longo do tempo.
- Pode ser obtida qualquer imagem tomográfica em tempo real, conforme a posição da sonda do operador.

Em patologias de massa tumoral em tecidos moles, é possível classificá-las em císticas e sólidas.

### Desvantagens

- A resolução não é boa, sendo insuficiente para descrever estruturas e patologias pequenas.
- Em tecidos duros, a reflexão é forte e não se podem obter dados eficientes.

### Técnicas especiais para localização (dentes inclusos/impactados e outros)

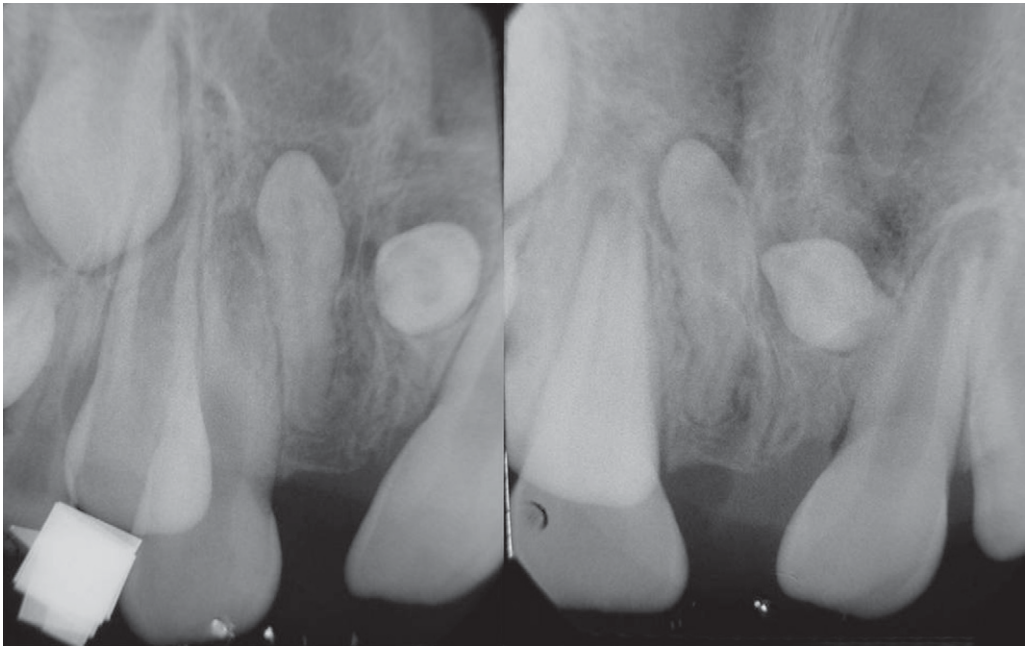
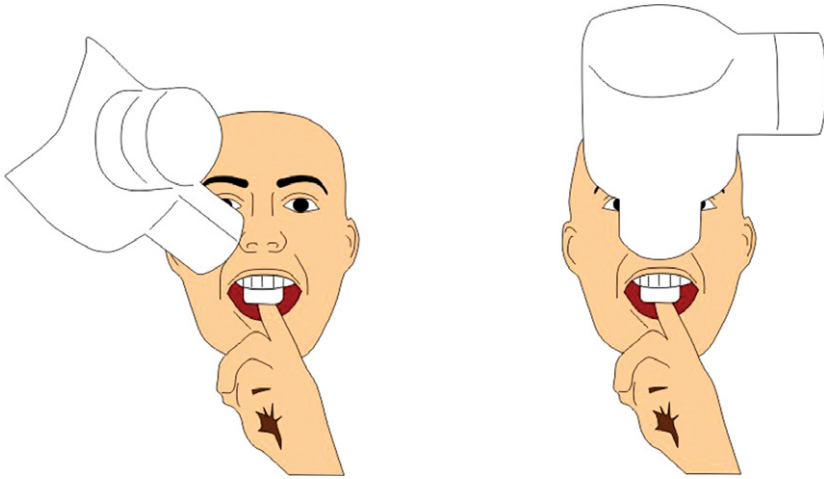
#### Projeção excêntrica ou Técnica de Clark (1909-1910)

#### Duas radiografias (Figura 9.130)

Produzem-se duas radiografias periapicais intraorais convencionais, a projeção ortor-

radial e a projeção excêntrica. Uma primeira radiografia é tomada de maneira convencional da região requerida. Após, é tomada uma segunda radiografia, mantendo-se o filme radiográfico na mesma posição, porém com o deslocamento da direção de incidência do

feixe de raios X, para mesial ou distal, ou uma projeção excêntrica. Comparando-se as duas imagens, pode-se concluir que, se a imagem alvo estiver deslocada no mesmo sentido do deslocamento do feixe, então, ela está localizada por palatino/lingual. Se o



**Figura 9.130** – Esquema ilustrativo do Método de Clark. São realizadas duas exposições radiográficas pela técnica periapical, sendo que, uma ortorradial e outra mesio/distorradial. Note o resultado radiográfico, onde vemos dois dentes supranumerários. A radiografia da direita foi tomada com o feixe de raios X ortorradial (1ª radiografia) e a radiografia da esquerda com o feixe deslocado para distal (2ª radiografia). Podemos verificar que o dente invertido (coroa para apical) aproximou-se do dente 11, pois está localizado por palatino. Já o dente transversal (mais à esquerda) encontra-se com a coroa voltada para vestibular, pois deslocou-se ao contrário do movimento do feixe de raios X, e sua porção radicular está voltada para palatino.

deslocamento ocorrer no sentido contrário do deslocamento do feixe, então, a imagem-alvo estará mais para o lado vestibular. A referência, via de regra é a dentição normal, mas até outra estrutura anatômica, por exemplo, pode servir como referência. A técnica também está indicada para a dissociação de raízes e canais radiculares, quando suas imagens estão sobrepostas, na endodontia.

Esta projeção está embasada no Princípio da Paralaxe:

- Quando dois objetos estão alinhados em relação a um observador, o objeto mais próximo (vestibular) encobrirá o mais distante (palatino/lingual).
- Se o observador desloca-se para um lado (mesial ou distal), então pode-se observar que o objeto mais distante irá acompanhar esse deslocamento do observador. O objeto mais próximo desloca-se contrário ao movimento.

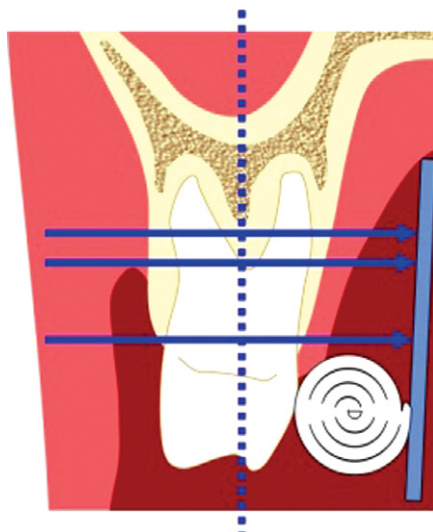
A técnica de Clark pode apresentar variações tanto na direção do feixe de raios X quanto na posição da película radiográfica em relação aos elementos dentários avaliados.

### Método de dupla radiografia ou método de Johnson

As projeções, ortorradial e excêntrica, acima citadas, são obtidas em um único filme radiográfico. Para isso, o tempo de exposição requerido é de  $1/2 \sim 2/3$  do convencional, e são realizadas duas exposições com ângulos diferentes, semelhante à técnica de Clark. A interpretação da imagem também é a mesma. Esta técnica é indicada principalmente para a localização radiográfica de caninos superiores não irrompidos. Para a realização da segunda incidência, o filme radiográfico não deve ser removido da posição original na boca.

### Método de Le Master

A principal função desta técnica é diminuir a superposição da imagem do processo zigomático da maxila na região apical dos molares superiores. Como essa é uma estrutura radiograficamente muito radiopaca, pois trata-se de um maciço ósseo, via de regra, pela

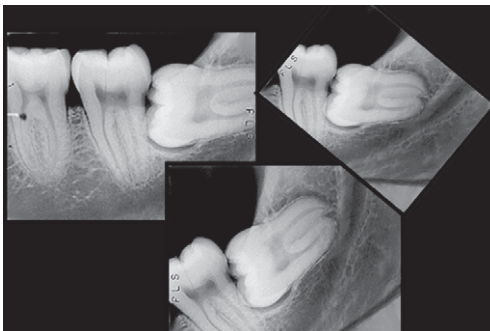
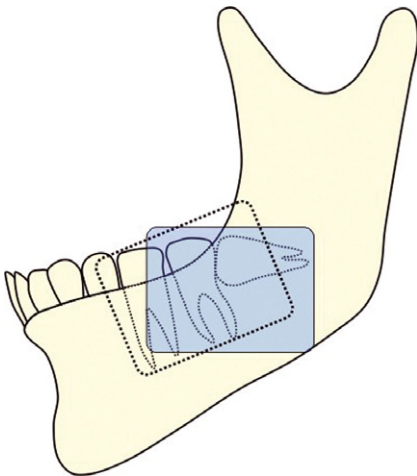


**Figura 9.131**— Desenho ilustrativo e fotografia da adaptação de um rolete de algodão para o método de Le Master.

técnica radiográfica periapical da bisetriz, prejudica a visualização dos ápices das raízes dos dentes molares superiores. Para isso, coloca-se um rolete de algodão fixo na face de exposição do filme radiográfico, visando um melhor paralelismo entre o longo eixo do filme e do dente, o que vai mudar a angulação do feixe de raios X (quando for utilizada a técnica periapical da bisetriz), evitando a projeção da apófise zigomática da maxila sobre os ápices das raízes dos molares (Figuras 9.131 e 9.132)



**Figura 9.132** – Radiografia periapical feita com o método de *Le Master*. Note que não há a sobreposição da estrutura anatômica, processo zigomático da maxila, sobre as raízes dos dentes molares superiores.



**Figura 9.133** – Desenho ilustrativo do método de *Parma*. Acima vemos Radiografias tomadas com o método de *Parma*. Note que na radiografia à esquerda, houve o “corte” de parte das raízes do dente 38. As outras radiografias, tomadas com o método de *Parma*, permitem visualizar todo o dente.

### Método de Parma (1936)

Esta técnica é indicada para a localização de terceiros molares inferiores, onde há a modificação do posicionamento do filme periapical no intuito de acompanhar a inclinação do dente incluído. Isto é possível após a tomada de uma primeira radiografia periapical ou até pela visualização em uma radiografia panorâmica (Figura 9.133).

### Técnica de Donovan (1952)

Esta técnica deve ser utilizada para avaliarmos a região dos terceiros molares inferiores, e é considerada uma modificação da técnica de Miller-Winter, para que possamos verificar a região do trígono retromolar. O filme radiográfico periapical é posicionado sobre o bordo anterior do ramo ascendente da mandíbula. O paciente deve inclinar a cabeça para o lado oposto (feixe principal de raios X dirigido ao ângulo da mandíbula e ápice nasal) (Figuras 9.134 e 9.135).

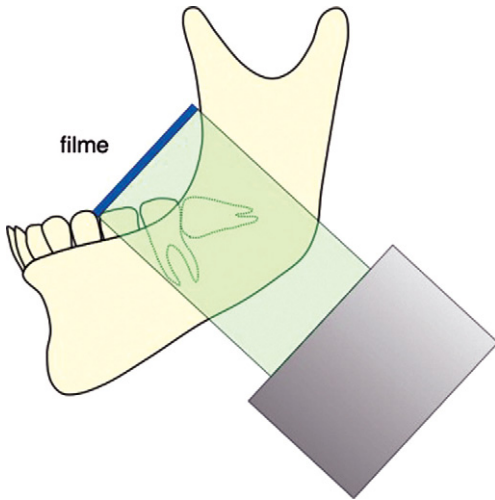
### Método de Mattaldi

Este método está indicado para a avaliação da tuberosidade da maxila, principalmente para a localização de dentes incluídos, raízes residuais, corpos estranhos, patologias, e anomalias.

### Método de Miller-Winter (1914)

#### *Duas radiografias*

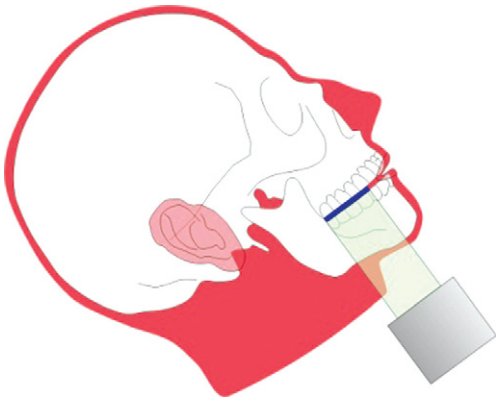
Técnica do ângulo reto ou da dupla incidência, utilizando dois filmes radiográficos. A primeira radiografia periapical é convencional para a região. Uma segunda radiografia é tomada colocando-se o filme radiográfico periapical como se fosse uma radiografia oclusal parcial de mandíbula. A incidência do feixe de raios X deverá ser perpendicular ao filme radiográfico. A principal indicação é a localização de dentes não irrompidos na mandíbula, porém pode-se utilizar também para localização de raízes residuais, corpos estranhos, avaliação de pequenas patologias localizados no corpo da mandíbula (Figura 9.136).



**Figura 9.134** – Desenho ilustrativo e fotografia com a simulação da Técnica de *Donovan*.



**Figura 9.135** – Fotografia da tomada radiográfica utilizando a Técnica de *Donovan*.



**Figura 9.136** – Desenho ilustrativo e fotografia com a simulação do Método de Miller-Winter.

### Referências

1. ADA Council on Scientific Affairs. An update on radiographic practices: information and recommendations. *JADA* 2001;132:234-8.
2. American Dental Association. Guidelines for the Selection of Patients for Dental Radiographic Examinations. 2004.
3. Bastia, F.M.M. Estudo das angulações e inclinações dentárias obtidas no tratamento ortodôntico com a utilização da prescrição MBT TM. São Bernardo do Campo – SP, 2005. 119f. Dissertação (Mestrado em Ortodontia) – Universidade Metodista de São Paulo.
4. Brooks SL, Brand JW, Gibbs SJ, et al. Imaging of the temporomandibular joint. *Oral Surg*

5. Capellozza Filho L, Silva Filho OG, Ozawa TO, Cavassan AO. Individualização de Bráquetes na Técnica de Straight Wire: Revisão de Conceitos e Sugestão de Indicações para uso. *Rev Dental Press Ortodon Ortop Facial*, v.4, n.4, p. 87-106, jul./ago. 1999.
6. Capellozza Filho L, Fattori L, Maltagliati LA. Um novo método para avaliar as inclinações dentárias utilizando a tomografia computadorizada. *Rev Dental Press Ortodon Ortop Facial*, v.10, n.5, p. 23-29, set./out. 2005.
7. Cohnen M, Kemper J, Mobes O, Pawelzik J, Modder U. Radiation dose in dental radiology. *Eur Radiol* 2002;12:634-7.
8. Dolan, Jacoby and Smoker; *Radiology of Facial Injury*, Field and Wood, Inc., 1988
9. Frederiksen NL, Benson BW, Sokolowski TW. (1995) Effective dose and risk assessment from computed tomography of the maxillofacial complex. *Dentomaxillofac Radiol* 24: 55-88.
10. Frederiksen NL. Diagnostic imaging in dental implantology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1995;80(5):540-54.
11. Frederiksen NL. X-rays: what is the risk? *Texas Dent J* 1995;112:68-72.
12. Gavala S, Donta C, Tsiklakis K, Boziari A, Kamenopoulou V, Stamatakis HC. Radiation dose reduction in direct digital panoramic radiography. *European Journal of Radiology*, V.71, n.1, 2009, Pages 42-48.
13. Goaz and White, *Oral Radiology- Principles and Interpretation*, C. V. Mosby Co., 1987
14. Hopcraft M. Multiple supernumerary teeth. Case report. *Aust Dent J* 1998; 43(1):17-9.
15. Joseph LB. The selection of patients for X-ray examinations. Dental radiographic examinations. Rockville, Md.: U.S. Department of Health and Human Services; 1987.
16. Kokten G, Balcioglu H, Buyukertan M. Supernumerary fourth and five molars: A report of two cases. *J Contemp Dent Pract* 2003; 15(4):67-76.
17. Langlais and Kasle, *Exercises in Oral Radiographic Interpretation*, W. B. Saunders Company, 1985
18. Langland, Langlais and Morris, *Principles and Practice of Panoramic Radiology*, W. B. Saunders Company, 1982
19. Meschan, *Normal Radiographic Anatomy*, W. B. Saunders Co., 1959
20. Miles, Van Dis, Jensen and Ferretti; *Radiographic Imaging for Dental Auxiliaries*, W. B. Saunders Company, 1993
21. Molander B, Ahlqwist M, Gröndahl HG. Panoramic and restrictive intraoral radiography in comprehensive oral radiographic

- diagnosis. *Eur J Oral Sci.* 1995 Aug;103(4): 191-8.
22. Neville BW, Damm DD, Allen CM, Bouquot JE. *Patologia Oral e Maxilofacial Contemporânea*. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan; 1998.
  23. Nogueira AS, Santana GB, Bezerra TP. Diagnóstico por imagens das inclusões dentárias. In: Nogueira AS. *Abordagem Contemporânea dos Dentes Inclusos*. São Paulo: Santos; 2004. p. 11-29.
  24. Pasler FA, Visser H. *Radiologia odontológica*. 2ª Ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2001. 331p.
  25. Pawelzik J, Cohnen M, Willers R, Becker J. A comparison of conventional panoramic radiographs with volumetric computed tomography images in the preoperative assessment of impacted da mandíbula third molars. *J Oral Maxillofac Surg* 2002; 60(9):979-84.
  26. Ruschel G, Naconesy MM, Veeck EB, Costa NP. Tomografia Linear X Tomografia Computadorizada. *Rev Odonto Ciência* 2001; 16(34):264-7.
  27. Scheiner MA, Sampson WJ. Supernumerary teeth: A review of the literature and four case reports. *Aust Dent J* 1997; 3(4):160-5.
  28. Silva CJ, Santana SI, Silva MCP, Castro MPR. Quarto Molar: Relato de Caso Clínico. *Rev Bras Cir Peridontia* 2003; 3:197-200.
  29. Tyndall AA, Brooks SL. Selection criteria for dental implant site imaging: a position paper of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000;89:630-7.
  30. Ugur T, Yukay F. Normal faciolingual inclinations of tooth crowns compared with treatment groups of standard and pretorqued brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* v.112, p.150-7, 1997.
  31. Visser H, Hermann KP, Bredemeier S, Kohler B. Dose measurements comparing conventional and digital panoramic radiography.
  32. White SC, Heslop EW, Hollender LG, Mosier KM, Ruprecht A, ShROUT MK. Parameters of radiologic care: an official report of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2001;91:498-511.
  33. Zanelato ACT. Estudo das angulações e inclinações dentárias em brasileiros, leucodermas com oclusão normal natural. São Bernardo do Campo – SP, 2003. 152f. Dissertação (Mestrado Ortodontia) – Universidade Metodista de São Paulo.
  34. Zeichner SJ, Ruttimann UE, Webber RL. Dental radiography: efficacy in the assessment of intraosseous lesions of the face and jaws in asymptomatic patients. *Radiology* 1987;162:691-5.

# BIOLOGIA DA RADIAÇÃO — RADIOPROTEÇÃO

# 10

## SUMÁRIO

- O mecanismo que produz danos devido à ínfima quantidade de energia pode ser explicado pela teoria do alvo. Os danos nos alvos são provocados pelas ações diretas e indiretas das radiações. Os danos são decorrentes de processos físicos, químicos, bioquímicos e biológicos.
- Para diferentes tipos de radiação, para uma mesma dose de absorção, podem aparecer diferentes efeitos biológicos. Os efeitos biológicos das diferentes radiações são comparados por RBE (*relative biologic effect*).
- Os efeitos das radiações sobre as células podem ser de vários tipos: aberração cromossômica, retardamento de divisões, mutação, morte reprodutiva, morte interfásica etc. Esses efeitos variam conforme a fase do ciclo celular em que as células sofreram irradiações.
- São necessários os conhecimentos ligados às ações da radiação sobre os tecidos e órgãos e sobre as respectivas radiosensibilidades.
- Há exposições às radiações naturais, artificiais e diagnósticas.
- Os mais importantes órgãos que devemos proteger são a medula óssea e as glândulas reprodutoras sexuais.
- Em relação a danos por radiação, existem os efeitos estocásticos e os determinísticos. Nos estocásticos, a relação dose-efeito é linear, não há o valor limite e o índice de geração de danos varia conforme a dose. Como exemplos, podemos citar a indução de tumores malignos, anomalias hereditárias etc. Nos efeitos determinísticos, há o valor limite na relação dose-efeito, em que a dose está relacionada com o grau de gravidade do dano.
- E, ainda, os danos por radiação são classificados em efeitos físicos e efeitos hereditários.

**SUMÁRIO – cont.**

- A International Commission on Radiological Protection (ICRP) recomenda, como sistema de limitação da dose, três regras: justificção, otimização e limite da dose.
- Em relação aos técnicos de radiologia, estes devem ser orientados a obedecer aos princípios técnicos (abrigo, distância e tempo) a fim de que a contaminação permaneça no nível do limite de exposição compatível com um profissional da área.
- Em relação à proteção dos pacientes, devem ser tomadas medidas efetivas para minimizar a exposição com base nos diagnósticos clínicos.
- Ainda ligados à radioproteção, devem ser observados também os controles de qualidade do equipamento e do processamento radiográfico.
- No que diz respeito à proteção no âmbito profissional, devem ser tomadas medidas tanto do aspecto de controle ambiental quanto do aspecto de controle individual.
- Deve-se ter bom conhecimento das leis relacionadas com a radioproteção e pôr em prática tais medidas. A principal lei no Brasil é a Portaria 453 da Anvisa/MS.

**OBJETIVOS****Objetivo Geral**

- Fornecer ao aluno condições de reconhecer os riscos e benefícios da utilização da radiação ionizante, dos equipamentos de raiosX utilizados para a obtenção das radiografias odontológicas, bem como as medidas de radioproteção.

**Objetivos Específicos**

Após a leitura deste capítulo o aluno deverá ser capaz de:

- Definir o termo radiação ionizante
- Distinguir os efeitos biológicos somáticos e dos genéticos
- Relacionar as unidades de medidas de radiação
- Relacionar as células do corpo humano radioinsensíveis
- Conhecer as alterações provocadas pelas radiações ionizantes no núcleo e o citoplasma da célula sofrem no núcleo e no citoplasma celular
- Explicar como a dose, o ritmo de aplicação, o tamanho da área, a idade e o tipo de células estão relacionados com os efeitos somáticos
- Relacionar as informações obtidas *in vitro* com animais de laboratórios sobre efeitos genéticos e a partir desta utilizar condutas clínicas de proteção.

**Radiobiologia**

Radiobiologia é a ciência que une a física à biologia para a compreensão dos efeitos das radiações ionizantes nos seres vivos, seja a destruição de um tumor (radioterapia) ou as lesões indesejáveis nos tecidos normais. Mais especificamente, estuda a sequência de eventos que se seguem à absorção da energia, os esforços do organismo para compensar os efeitos decorrentes e os danos que podem vir a ser produzidos.

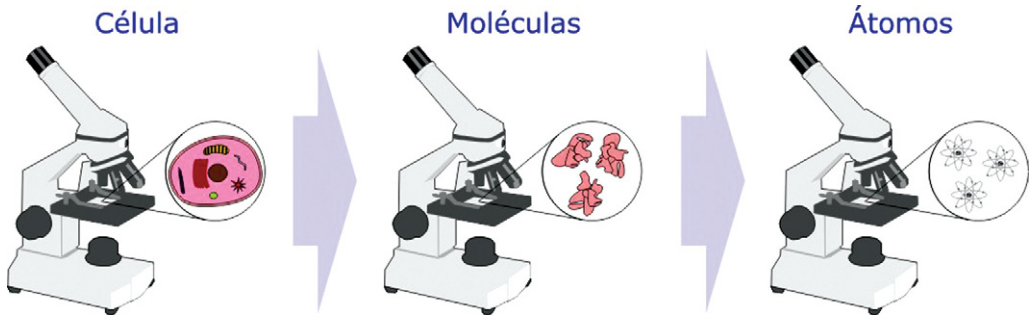
**Noções de Biologia Celular (Figura 10.1)****Composição bioquímica da célula (Figura 10.2)**

- Célula: a menor unidade orgânica capaz de existência independente.
- Água: 70% a 85% da massa celular.
- Componentes orgânicos: proteínas, carboidratos, lipídios e ácidos nucleicos.

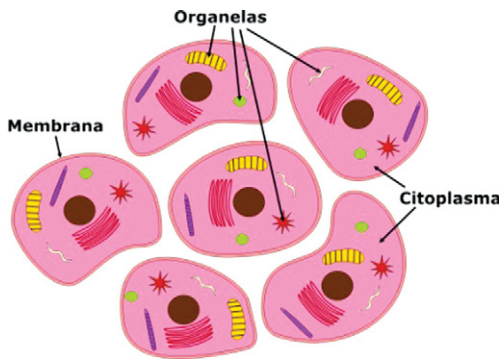
**Estrutura celular**

- Citoplasma, organelas e núcleo.
- DNA: direção da atividade celular; transmissão da informação genética.
- Genoma humano: 30.000 genes (2.109 bases).

Em geral, na natureza o átomo deverá estar ligado com outro(s) átomo(s) forman-



**Figura 10.1** – Esquema representativo da biologia celular.



**Figura 10.2** – Esquema da composição da célula.

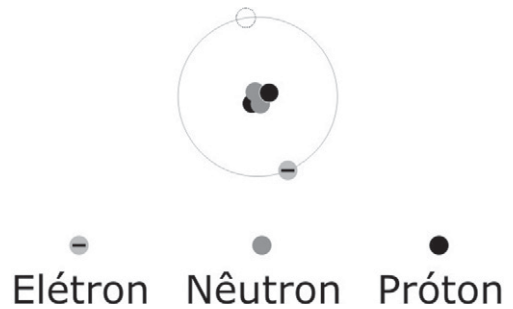
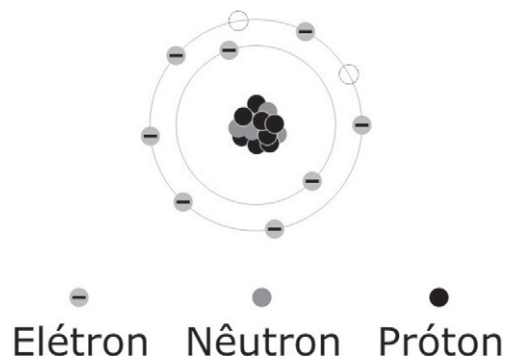
do a molécula, completando, assim, a última camada da eletrosfera. Nesse caso essa camada deverá ter oito elétrons (Figura 10.3A e B).

Ainda neste caso, por ser um radical livre, há um elétron que não está ligado a nenhum átomo. Na natureza essa instabilidade não dura muito, e assim, rapidamente haverá a ligação com outro átomo na mesma situação, ou seja, com outro radical livre de outro átomo ou molécula (Figura 10.4).

### Absorção de energia em materiais biológicos

Classificação das radiações ionizantes:

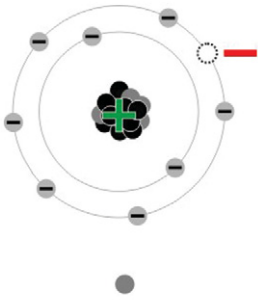
- Eletromagnéticas, raios X e raios gama (diferem na origem).
- Particuladas, elétrons, prótons, partículas alfa, nêutrons.



**Figura 10.3** – Esquema representativo do átomo.

### Radiação ionizante: ação

- **Direta** produz mudanças químicas e biológicas, diretamente (particuladas).
- **Indireta** (radiação eletromagnética X e gama + nêutrons, produz partículas carregadas que irão provocar os danos químicos e biológicos no meio absorvedor. Raios X e gama produzem elétrons.



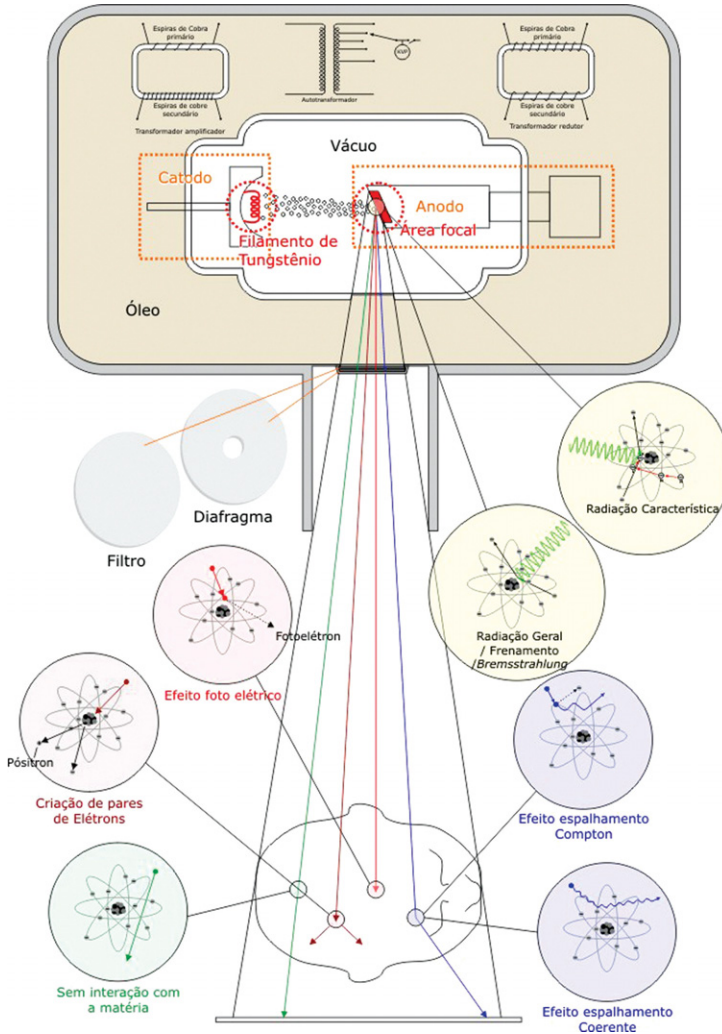
**Elétron Nêutron Próton**

**Figura 10.4** – Esquema representativo da estrutura atômica havendo uma vacância.

**Interação biológica da radiação ionizante (Figura 10.5)**

Na interação da radiação com a matéria, ocorre a transferência de energia para os átomos do meio no qual essa energia se propaga. Essa transferência de energia de uma partícula ou de um fóton para os átomos do material absorvente ocorre, basicamente, por dois mecanismos básicos:

- **ionização** (no caso das radiações ionizantes)
- **excitação** (no caso das radiações não ionizantes).



**Figura 10.5** – Esquema representativo das interações da radiação com a matéria.

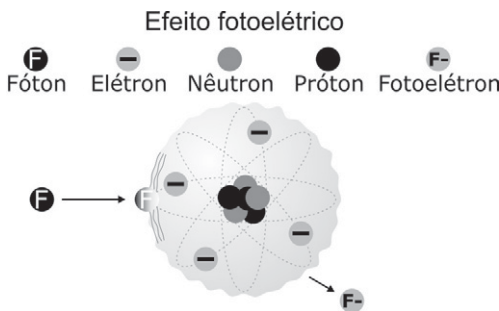
Veremos mais a seguir:

- A interação da radiação nas células é uma função probabilística, isto é, pode ou não acontecer, e se ocorrer, pode ou não provocar danos à célula;
  - A deposição inicial de energia é muito rápida, cerca de  $10^{-17}$  segundos e essa energia é depositada ao acaso na célula;
  - As possíveis alterações nas células, tecidos ou órgãos, resultantes dessa interação das radiações ionizantes com as células, não são características, isto é, não podem ser distinguidas das decorrentes de outros tipos de trauma;
  - Em relação às alterações biológicas que possam ocorrer decorrentes das radiações ionizantes, em geral elas surgem apenas após um período de latência, que pode ir de minutos a semanas ou até anos.
  - São macromoléculas biológicas críticas (alvos): DNA e “meio” intracelular.
- Os elétrons podem também interagir com a matéria e estas interações são, esquematicamente, divididas em colisão e frenagem (radiação X) (Figura 10.5).

O efeito fotoelétrico causa ionização e toda energia do fóton incidente é transferida para matéria absorvente (Figura 10.6).

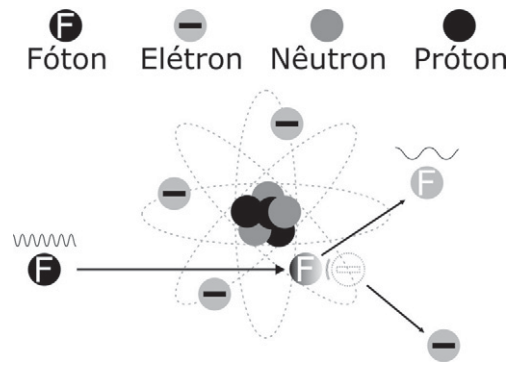
No efeito Compton nem toda energia do fóton incidente é transferida para o elétron (Figura 10.7).

Outros efeitos da interação de fótons com a matéria são a formação de pares e o espalhamento coerente (ver Capítulo 4).



**Figura 10.6** – Esquema representativo do efeito fotoelétrico.

## Efeito de Dispersão Compton



**Figura 10.7** – Esquema representativo do efeito Compton.

## Tipos de lesão do DNA

### Lesão de bases

- Alteração na sequência do código genético (mutação)
- Consequências variáveis com a importância dos genes envolvidos.

### Quebras simples de cadeia

- Relativamente inconsequentes
- São reparados com eficiência.

### Quebras duplas de cadeia

- Se ocorrerem na proximidade uma da outra podem ter consequências graves
- A reparação correta é difícil.

### Crosslinks

- Ligações anômalas entre zonas da cadeia de DNA
- Ocorrem em consequência das quebras (simples ou duplas).

## Efeitos da radiação nos cromossomas (Figura 10.8)

- As alterações no DNA se refletem nos cromossomas
- Nem todas as alterações no DNA são evidenciáveis através de modificações na estrutura visível dos cromossomas
- Podem ser vistas ao microscópio na divisão celular logo após a radiação da célula (metáfase e anáfase)

- Quebras em cromossomas: resultam em combinações anômalas dos topos quebrados com outros provenientes do mesmo ou de cromossomas diferentes – aberrações
- Pode haver mutação gênica: perda ou transformação de informações codificadas
- Pode ocorrer quebra de molécula, com a perda da integridade do material genético.

**Efeitos da radiação nos outros constituintes celulares (CNEN)**

Composição do ser humano.

Carboidratos: quebra de cadeia (Tabela 10.1)

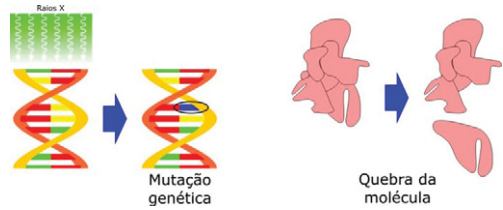
- Proteínas: alterações estruturais
- Enzimas: alteração da atividade
- Lipídios: alterações inespecíficas
  - Alterações na permeabilidade da membrana celular ==> mitocôndrias e lisossomas

Mecanismos e implicações são pouco conhecidos.

**Radiossensibilidade celular 1920's: Lei de Bergonié-Tribondeau (1906)**

Bergonié-Tribondeau estudaram os efeitos da radiação ionizante em ratos, e concluíram que as células apresentam diferentes sensibilidades à radiação em função de vários fatores intrínsecos.

- Quanto mais intensa a reprodução celular, mais radiossensitiva é a célula
- Quanto mais as células continuarem a se dividir (ciclo vital com maior número de divisões), maior a radiossensibilidade



**Figura 10.8** – Esquema representativo do efeito da radiação no cromossomo, causando a quebra do mesmo.

- Quanto menos diferenciadas são as células em termos morfológicos e funcionais maior a radiossensibilidade

**Células**

- A radiossensibilidade das células é representada por  $D_0$  (dose necessária para matar 63% das células) da curva de taxas de sobrevivência (taxa de sobrevivência no eixo perpendicular e dose no eixo horizontal).
- $D_0$  nas células dos mamíferos estão entre 1 Gy e 2 Gy, não apresentando diferenças nas doses entre as células.
- Contudo, o tempo em que ocorre a morte celular varia de uma célula para outra. Verificando as sensibilidades das células conforme elas aparecem precoce ou tardiamente, tem-se:
  - Célula com velocidade de divisão alta tem radiossensibilidade maior que aquela de divisão mais lenta.
  - Célula diferenciada, que não realiza divisão celular, é radorresistente.
  - O linfócito é uma exceção e apesar de não realizar a divisão, tem sensibilidade elevada.

**Tabela 10-1** Composição aproximada de um ser humano

Material	Peso molecular	g/kg	Moléculas/kg	% de moléculas	% em peso
H2O	18	600	$2 \times 10^{25}$	97,9	60
Proteínas	$10^4$	170	$10^{21}$	0,01	17
Gorduras	800	150	$10^{23}$	0,5	15
Osso mineral	130	40	$2 \times 10^{23}$	0,98	4
Sais	66	10	$10^{23}$	0,5	1
Glicogênio	$10^6$	20	$10^{19}$	0,0001	2
Carboidratos	180	10	$3 \times 10^{22}$	0,015	1

## Radiossensibilidades das células dos mamíferos

Radiossensibilidade		Células
Alta	1	Linfócito, eritroblasto, espermatogônia
	2	Granulócito, mielócito, célula da cavidade glandular (intestino delgado), célula basal (pele)
	3	Célula endodérmica, osteoblasto, condroblasto, espermatócito, espermátide
	4	Granulócito, osteócito, hepatócito, espermatozoide, hemoglobina
Baixa	5	Fibrócito, condrócito, célula muscular, célula nervosa

## Tecidos/Órgãos

A radiossensibilidade do tecido/órgão é determinada pelo seu ciclo vital (*kinetics of cell turnover*), isto é, as células parenquimais que compõem tal tecido/órgão podem ser divisíveis ou não. Em caso positivo, suas velocidades de divisão são altas ou baixas.

O tecido/órgão com células que se dividem em velocidade alta, quando comparado com o de velocidade mais baixa, tem o surgimento de efeitos radiológicos mais precoces e radiossensibilidade mais alta.

## Radiossensibilidades dos tecidos/órgãos

Radiossensibilidade	Tecido/órgão	Célula-alvo
Alta	Pele	Célula basal
	Pelo	Tricócito
	Mucosa labial	Célula basal
	Colo intestinal	Criptócito
	Medula óssea	Célula-tronco
Baixa	Rins	Será a célula epitelial próxima ao néfron?
	Pulmão	Será a célula alveolar tipo II?
	Medula espinhal	?
	Cérebro	?
	Bexiga	

- A morte celular após radiação é seletiva
- A divisão celular é um processo crítico para essa seleção
- Todas as células sofrem o mesmo número de lesões quando um tecido é irradiado.

A radiação ionizante é mais efetiva sobre células

- em divisão ativa
- indiferenciadas
- com futuro em termos de divisão celular.

Essas características não definem a susceptibilidade das células, mas determinam uma redução no tempo necessário para evidenciar as lesões provocadas pela radiação. As células com essas características não só se dividem mais depressa, fator necessário para provocar morte em decorrência da radiação, como também, por causa dessa cinética mais acelerada, dispõem de menos tempo para reparar os danos subletais ou potencialmente letais (Figura 10.9).

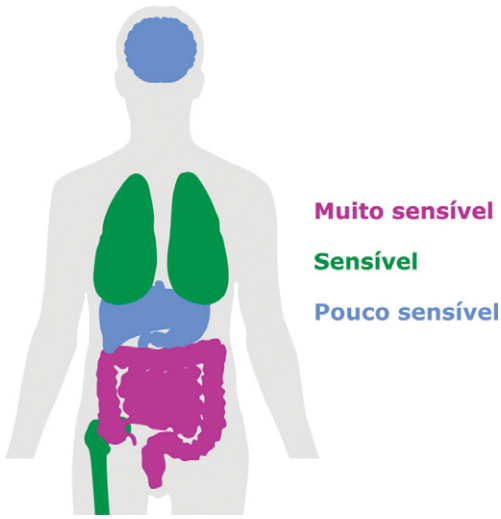
## Efeitos tardios da radiação

### Carcinogênese e mutagênese

São decorrências das alterações em células que sobrevivem à irradiação. Qualquer dose, por menor que seja, acarreta uma probabilidade de provocar o surgimento de carcinogênese e mutagênese.

### Teratogênese

Irradiação durante o período fetal (grande sensibilidade). *Regra dos 10 dias*: mulheres



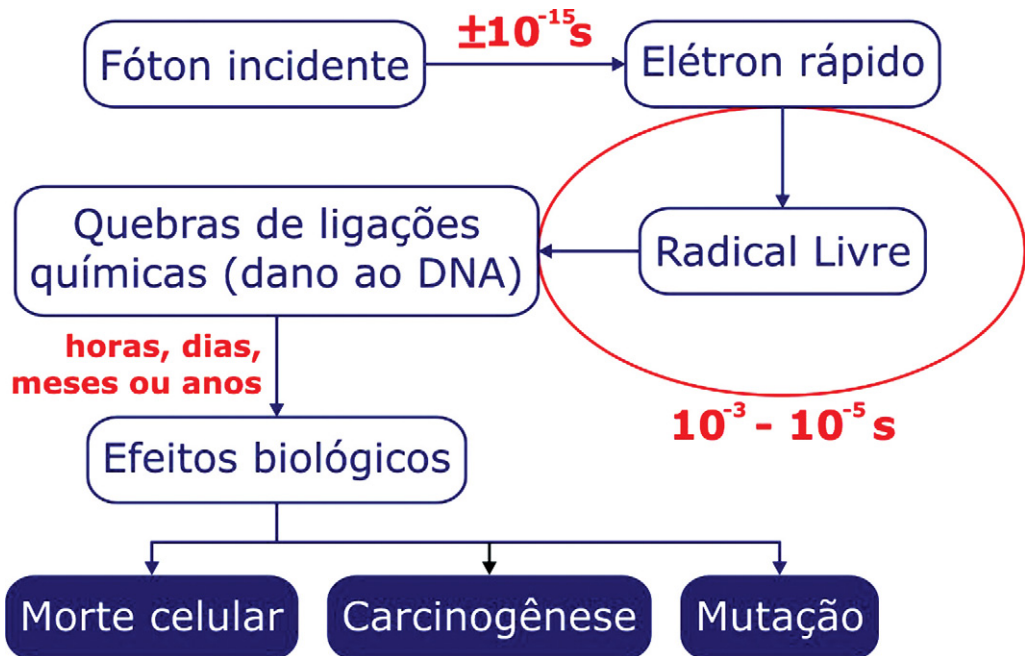
**Figura 10.9** – Esquema representativo da sensibilidade dos órgãos do corpo humano.

em idade fértil só devem efetuar exames radiográficos de rotina nos 10 primeiros dias do ciclo menstrual (Figura 10.10).

### Ações Biológicas da Radiação

#### Característica energética da radiação

A energia da radiação absorvida pelos seres vivos é suficiente apenas para provocar pequenas mudanças, tanto físicas como químicas. Porém, a sua distribuição ocorre de modo concentrado numa área bem limitada das células (a energia se desloca de elétron para elétron). Isso pode provocar um efeito significativo, como a morte de um ser vivo.



**Figura 10.10** – Esquema representativo dos efeitos biológicos causados pela radiação ionizante.

**Dano ao DNA: ação direta e indireta (Figura 10.11)**

- Muitos dos danos no DNA podem ser e são de fato reparados pela célula
- Nem todos os danos no DNA têm a mesma relevância em termos biológicos

**Exemplos:** Se for aplicada uma radiação de 5 Gy em todo o corpo, durante 30 dias, a metade das pessoas irá a óbito.

- Ionização: o número de átomos em  $1 \mu^3$  de tecido é de  $10^{11}$  e, assim, numa exposição à radiação de 5 Gy, serão produzidos apenas  $10^3$  íons.
- Quantidade de calor: Como  $1 \text{ Gy} = 10^4$ ,  $1 \text{ erg} = 2,39 \times 10^{-8} \text{ cal/g}$ , temos que  $5 \text{ Gy} = 1,2 \times 10^{-3}$ .

Ou seja, 5 Gy é uma quantidade de calor suficiente apenas para elevar a temperatura do corpo em 0,001.

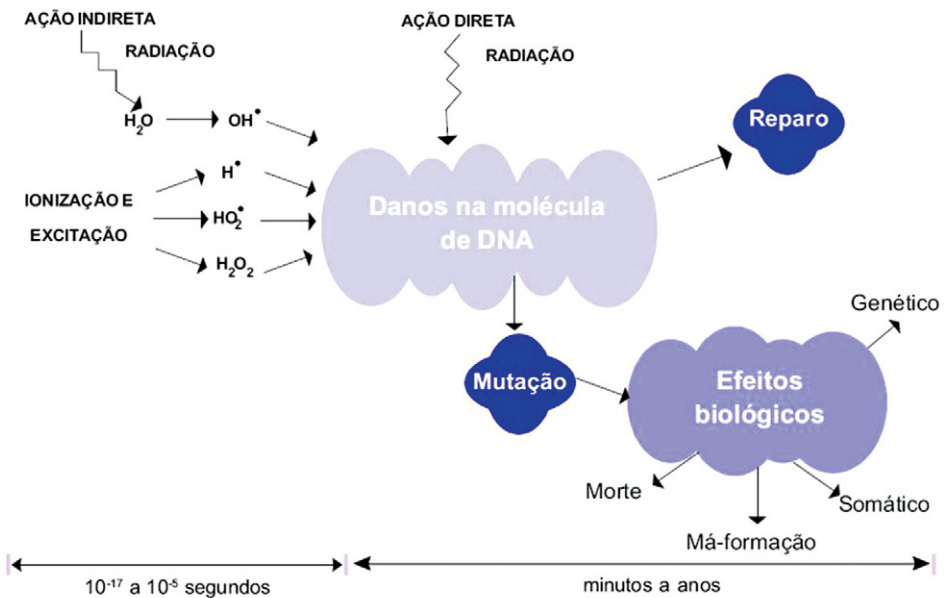
*Efeitos genéticos*, quando se manifestam nos seus descendentes, um efeito não exclui o outro. *Efeitos somáticos*, quando se manifestam no próprio indivíduo irradiado.

**Efeitos genéticos das radiações ou efeitos das radiações no DNA**

- Danos em bases nitrogenadas do DNA
- Ruptura nas ligações das cadeias polinucleotídicas e ligações cruzadas inter- e intramoleculares ruptura de cadeia:
  - podem promover a formação de ligações anormais (*crosslinking*)
  - podem também produzir o rompimento das pontes de hidrogênio situadas entre duas moléculas diferentes ou numa mesma molécula, alterando, assim, sua configuração espacial.

*Os seres vivos, em geral, e o Homem, em particular dispõem de mecanismos biológicos que lhes confere capacidade, dentro de limites ainda por estabelecer, de convívio com radiações ionizantes.*

**RESUMO: CONSEQUÊNCIAS DA IRRADIAÇÃO DA MOLÉCULA DE DNA**



**Figura 10.11** – Representativo das possíveis consequências da irradiação da molécula de DNA. (Fonte: CNEN.)

## Efeitos somáticos das radiações

Podem ser *imediatos* ou *tardios*. São imediatos quando ocorrem nos primeiros dois meses após a irradiação e tardios quando se manifestam após dois meses da irradiação. Dentre os efeitos tardios das radiações devem ser ressaltados a carcinogênese, o envelhecimento precoce, as cataratas, a depressão do sistema imunológico e as malformações.

## Processos de Surgimento das Ações

### Itens básicos

- **Lei de Grotthus-Draper (1918)** – A reação fotoquímica ocorre quando a luz é absorvida pelas moléculas. A reação não acontece apenas pela passagem simples da luz. Ocorre o mesmo no caso da radiação, isto é, apenas a radiação absorvida pelo ser vivo é que exercerá diversos efeitos sobre o mesmo.
- **Alvo (DNA e “meio” intracelular)** – No interior de uma célula há uma estrutura intrínseca à manutenção de vida, denominada alvo. A inativação ocorre somente quando o alvo é danificado; assim, se outros locais sofrerem danos, não haverá morte. No alvo existe a imitação do DNA.

## Processos de Desenvolvimento

### Físico

**Tempo:**  $10^{-18} \sim 10^{-13}$  s.

A radiação é absorvida pelos átomos e moléculas que formam o corpo, podendo ocorrer basicamente a ionização e a excitação.

Na *ionização*, o elétron é ejetado. Na *excitação*, o elétron aumenta o nível de energia, mas não é ejetado.

Este é o primeiro passo da ação biológica.

No estágio físico a energia veiculada pela radiação (ou parte dela) é transferida para matéria viva, conduzindo a excitações moleculares e ionizações. Os produtos dessa fase são bastante instáveis e dotados de grande reatividade.

### Químico

**Tempo:**  $10^{-13} \sim 10^{-3}$  s.

Em seguida, são formados os radicais livres bastante ativos e os produtos molecula-

res. Dentre os radicais livres, há os que são formados pela incidência direta da radiação sobre as biomoléculas (*ação direta*) e aqueles em que as moléculas de água do ser vivo são ionizadas pela radiação e pelos radicais livres de água, e os produtores das moléculas, reagindo com as moléculas do ser vivo, produzem os radicais livres (*ação indireta*).

### Bioquímico

**Tempo:** Alguns segundos ~ algumas horas.

A transformação química já mencionada aqui é ampliada e surge em forma de danos no DNA, enzimas, proteínas etc. em termos de moléculas e células.

### Biológico

**Tempo:** Algumas horas ~ algumas dezenas de anos ~ gerações.

Efeitos da radiação sobre células, tecidos e órgãos. Em nível individual, os efeitos são vários, como surgimento de danos precoces e tardios, e efeitos genéticos sobre seus descendentes.

No estágio biológico, as reações químicas, resultantes da fase anterior, podem afetar processos biológicos, alterando certas funções e bloqueando outras. Esse estágio é extremamente dependente das condições metabólicas.

## Mecanismos da ação

### Processo direto ou ação direta – DNA

São produzidos quando a energia da radiação é absorvida diretamente por moléculas que são importantes nos diversos metabolismos das células, como o DNA.

Os efeitos da radiação sobre o ser vivo ocorrem quando esse alvo sofre danos em função da radiação e, no caso do processo direto, a radiação ioniza diretamente as moléculas-alvo.

**Fóton X  $\Rightarrow$  elétron rápido  $\Rightarrow$  alterações químicas  $\Rightarrow$  efeitos biológicos**

Um ser vivo é formado, aproximadamente de 80% de água. A radiação ioniza inicialmente a água e, assim, os radicais livres ( $H^+$ ,  $OH^-$ ) e os produtos das moléculas ( $H_2O_2$ ,  $H_2$ ) formados como resultantes da ação quí-

mica da radiação de água abaixo apresentada se espalham e, reagindo com as moléculas-alvo, causam danos a elas. O produto  $\text{H}_2\text{O}_2$  é popularmente conhecido como água oxigenada, e, como sabemos, causa danos aos tecidos. Por exemplo, algumas mulheres utilizam a água oxigenada para descolorir os pelos. Já os profissionais de saúde, costumam usar essa substância, para desinfecção de tecidos contaminados.

É estimado que 2/3 dos danos em moléculas-alvo das células dos mamíferos são causados pelo radical  $\text{OH}\cdot$ .

### Processo indireto ou ação indireta – $\text{H}_2\text{O} \Rightarrow \text{DNA}$ (Figura 10.12)

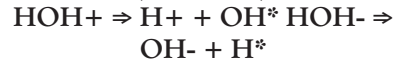
Resultam da formação de radicais livres, em geral originados por modificações das moléculas de água que constituem os meios intra- e extracelular. A radiação não ioniza seletivamente as moléculas-alvo das células, interagindo também com os átomos e moléculas que não são alvos, ionizando-os.

Os núcleos de reação formados como resultados da ionização poderão causar danos às moléculas-alvo. A isso se dá o nome de ação indireta.

Fóton X  $\Rightarrow$  elétron rápido  $\Rightarrow$  íon  
 $\Rightarrow$  radical livre  $\Rightarrow$  alterações químicas  
 $\Rightarrow$  efeitos biológicos

Os íons resultantes são instáveis e rapidamente buscam a estabilidade, e são dissocia-

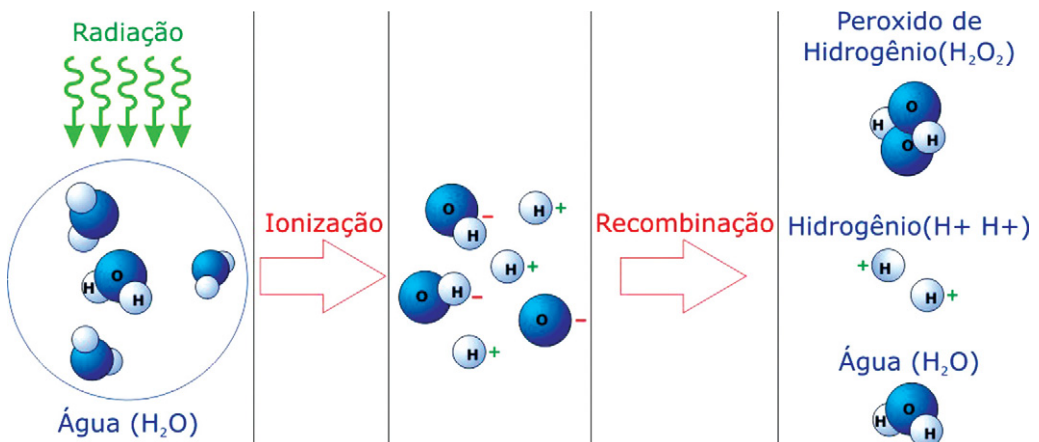
dos imediatamente, originando outros íons e radicais livres ( $\text{H}^+$ ,  $\text{OH}\cdot$ ):



Os radicais livres resultantes dessas reações são altamente reativos, capazes de dar início a reações químicas complexas, que podem levar à destruição ou inativação de moléculas vitais da célula, pois se caracterizam por serem muito reativos. Em virtude de sua grande reatividade eles podem interferir no metabolismo das proteínas, dos lipídios e dos carboidratos. Além disso, a liberação de prótons hidrogênio reduz o pH do meio, alterando a cinética das reações bioquímicas e, em grau mais avançado, levando à desnaturação das proteínas e a morte celular (Aruoma, 1996; Hipkiss *et al.*, 1997). Além disso, são responsáveis por numerosas condições clínicas como infarto do miocárdio (Burri, 1997), câncer, envelhecimento, alcoolismo, alterações das células sanguíneas (favismo, malária, anemia falciforme e outras), doenças renais, hepáticas, pulmonares (fibrose cística), intestinais, cerebrais (mal de Parkinson), articulares (artrite reumatoide) e oftalmológicas (catarata) (Aruoma, 1996; Burri, 1997; Hipkiss *et al.* 1997).

### Tipos de Radiação e seus Efeitos Biológicos

Quando os tipos de radiação são diferentes, mesmo que o ser vivo seja atingido pela



**Figura 10.12** – Esquema representativo do efeito básico da radiação sobre a molécula de água, principal componente do corpo humano. Note a possível formação de moléculas de água oxigenada ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ).

mesma dose de absorção, os efeitos biológicos que se pretende atingir tornam-se quantitativamente diferentes.

- **RBE (relative biologic effect):** relação entre a dose de um feixe de radiação qualquer e a dose de um feixe de raios X de 250 keV que produz o mesmo efeito biológico:

EBR é um termo usado para definir o índice da eficiência da radiação ao produzir uma dada resposta biológica. É a abreviatura de *eficiência biológica relativa*.

EBR = Dose em que se produz o efeito biológico pretendido com radiação de referência (250kV)

Dose em que se produz o mesmo efeito biológico com a radiação objeto

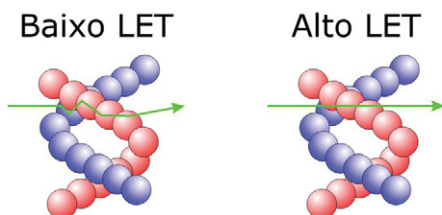
Permite comparar os efeitos biológicos das diferentes radiações.

- **LET (linear energy transfer):** frequência de deposição de energia sob a forma de partículas carregadas, no trajeto de um determinado tipo de radiação. Essa energia é utilizada em ionização/excitação (Figura 10.13).

- Unidade de medição:  $\text{keV}\cdot\mu\text{m}^{-1}$ , isto é, energia depositada por unidade de distância percorrida.
- **LET baixo** – ionizações dispersas: raios X e raios gama e elétrons
- **LET alto** – ionizações densas: partículas  $\alpha$ , íons pesados ( $\text{C}^+$ ,  $\text{He}^+$ ), nêutrons (massa e carga ++; muitas ionizações num trajeto curto)

Quando os tipos de radiação são diferentes, provocam, mesmo que a dose absorvida

## LET (linear energy transfer)



**Figura 10.13** – Representativo da frequência de deposição de energia sob a forma de partículas carregadas.

seja a mesma, diferentes efeitos biológicos. Isso ocorre porque conforme a radiação, a condição de distribuição de ionização/excitação torna-se diferente. Assim, como mostra a Figura 10.1, aquelas com distribuições espaciais microscópicas mais densas apresentam efeitos biológicos mais altos. Através do LET, é indicado em que densidade ocorre a ionização/excitação.

- Radiações com LET diferente produzem graus diferentes dos mesmos efeitos
- Doses iguais de radiações com LET diferente não produzem o mesmo efeito

## Principais Efeitos Biológicos da Radiação

Os efeitos decorrentes da exposição às radiações ionizantes sobre o organismo vivo podem levar de minutos até dezenas de anos, dependendo dos sintomas. Esse período é denominado período latente. As alterações físico-químicas provocadas pela radiação podem afetar uma célula de várias maneiras, resultando em: morte prematura, impedimento ou retardo de divisão celular ou, ainda, modificação permanente que é passada para as células de gerações posteriores.

Em função da dose e forma de respostas, os efeitos biológicos podem ser classificados em estocásticos e determinísticos.

### Efeitos Estocásticos

Doses maiores acarretam uma maior *probabilidade* do efeito realmente acontecer, mas não implicam uma gravidade maior dos efeitos verificados.

São efeitos em que a probabilidade de ocorrência é proporcional à dose de radiação recebida, sem a existência de limiar de dose. Entre esses efeitos, destaca-se o câncer. O período de aparecimento (detecção) do câncer após a exposição pode chegar a vários anos, ou décadas. No caso de leucemia, a frequência passa por um máximo entre cinco e sete anos, com período de latência de dois anos esses efeitos são aleatórios, sur-

gem em células singulares e assume-se que existe sempre a probabilidade de ocorrerem, mesmo para pequenas doses de radiação; a probabilidade de ocorrerem é proporcional à dose de radiação e não há um limiar de dose abaixo do qual não se desencadeiam efeitos da radiação. Exemplo: cancro.

### Efeitos Determinísticos

São efeitos causados por irradiação total ou localizada de um tecido, causando um grau de morte celular não compensado pela reposição ou reparo ao dano, com prejuízos detectáveis no funcionamento do tecido ou órgão. São exemplos de efeitos determinísticos eritemas e queimaduras na pele devido à exposição.

### Ação específica sobre as células

- **Aberração cromossômica** – Em função da radiação, ocorre a ruptura do cromossomo. Caso a ruptura não seja corrigida, será produzida uma variação na estrutura do cromossomo, chamada de aberração cromossômica.
- **Retardamento da divisão celular** – Trata-se da demora do início da divisão celular em função da exposição à radiação. Isso ocorre devido à célula, iniciando a fase de divisões, permanecer por muito tempo na fase G<sub>2</sub> (bloqueio em G<sub>2</sub>). É transitório e recuperável.
- **Mutação por radiação** – A radiação age sobre os genes do cromossomo e provoca mudanças estruturais, como transformação da base, deficiência etc. do DNA. Esta é a mutação.

Mesmo com a aberração cromossômica, ocorre a mudança estrutural do DNA chamada de mutação cromossômica. Quando não há aberração cromossômica, estando restrita ao DNA, é denominada mutação genética.

- **Morte por reprodução** – Devido à radiação, a célula perde a capacidade de divisão celular (capacidade reprodutiva) e acaba morrendo após o crescimento exagerado.
- **Morte interfásica** – A célula morre durante a interfase, sem se dividir.

## Ações sobre Tecidos e Órgãos

### Glândulas reprodutivas

#### Efeitos genéticos – Ações da radiação

- Há poucos dados relativos ao ser humano e são estimados a partir dos resultados das experiências com animais (mosca de banana, ratos etc.).
- Quando o espermatozoide que sofreu mutação por radiação é fecundado, não se pode descartar a possibilidade de aparecimento dos efeitos genéticos (síndrome de Down, hidrocefalia etc.)
- A dose dupla é estimada em 0,5 ~ 2,5 Sv (1980).

#### Efeitos físicos – Ações da radiação

- Testículos
  - A ordem das radiosensibilidades é: espermatozônio > espermátide > espermatozoide. O espermatozoide pode se movimentar mesmo com 500 Gy.
  - 0,08 ~ 0,5 Gy: infértil por bem pouco tempo
  - 2 ~ 2,5 Gy: temporariamente infértil (9 meses ~ 2 ou 3 anos)
  - 4 ~ 6 Gy: permanentemente infértil
- Ovários
  - 0,5 ~ 2 Gy: temporariamente infértil
  - 3 ~ 8 Gy: permanentemente infértil
  - A dose necessária para infertilidade é mais alta para jovens
- **Órgãos hematopoéticos (medula óssea)**
  - O tecido da medula óssea é formado por células-tronco (células precursoras), células terminais (cada um dos glóbulos sanguíneos), células adiposas e pelo tecido conjuntivo.
  - As células-tronco recebem os efeitos da radiação. As radiosensibilidades das células-tronco ocorre na seguinte ordem: eritroblasto > mieloblasto > megacariócito.
  - Com a radiação, ocorre a diminuição das células-tronco.
    - dose baixa – recupera-se em 2 ~ 3 semanas
    - doses média e alta – retardamento da recuperação e/ou o número de células

las-tronco se reduz permanentemente e, na mesma proporção, aumentam os componentes gordurosos e tecidos conjuntivos.

#### ● **Sangue periférico**

- Os eritrócitos, leucócitos e plaquetas, que são células terminais maduras, não são afetados
- Somente os linfócitos são exceções, sendo destruídos com 0,25 Gy (morte interfásica)
- A ação da radiação sobre os órgãos hematopoéticos aparece em forma de diminuição e recuperação do número de glóbulos sanguíneos
- A diminuição do número de glóbulos sanguíneos depende da dose, e a época de surgimento depende da sobrevivência dos glóbulos sanguíneos
  - As diminuições ocorrem, respectivamente, a 0,1 Gy para linfócitos, 0,5 Gy para leucócitos neutrofílicos e acima de 0,5 Gy para plaquetas/eritrócitos.
  - Após a exposição a uma dose de nível médio, os linfócitos se recuperam em algumas semanas, os leucócitos neutrofílicos dentro de um mês e as plaquetas/eritrócito dentro de 2 ~ 3 meses, respectivamente.

### **Variação do número de glóbulos sanguíneos no sangue periférico após a exposição**

#### **Pele**

##### *Itens básicos*

É o conjunto de efeitos produzidos na epiderme, derme e camada subcutânea.

- O principal é o efeito sobre as células basais da camada germinativa da epiderme.
- Exposição a 40 ~ 50 Gy, em irradiação fracionada (2 Gy/por vez, 5 dias/1 semana).

##### *Efeitos precoces (agudos)*

- Ocorrência de dermatites por radiação
  - 5 ~ 10 Gy: eritema
  - Cerca de 30 Gy: exfoliação seca
  - 40~50 Gy: exfoliação úmida

##### *Efeitos crônicos*

Atrofia, formação de fibras, pigmentação, ulceração, necrose.

##### *Efeitos tardios*

Carcinoma de pele

#### ● **Lentes cristalinas**

- O epitélio das lentes cristalinas é danificado e, com a quebra das fibras das lentes cristalinas, surge a catarata por radiação
  - 2 Gy: catarata não progressiva
  - 5 Gy: catarata progressiva
  - Existe o período de latência, que se estende de 6 meses ~ 35 anos.

## Exposição à Radiação

### *Classificação por fonte de radiação*

#### **Exposição a radiações provenientes de fontes radioativas naturais (Figuras 10.14 e 10.15)**

##### *Dose total*

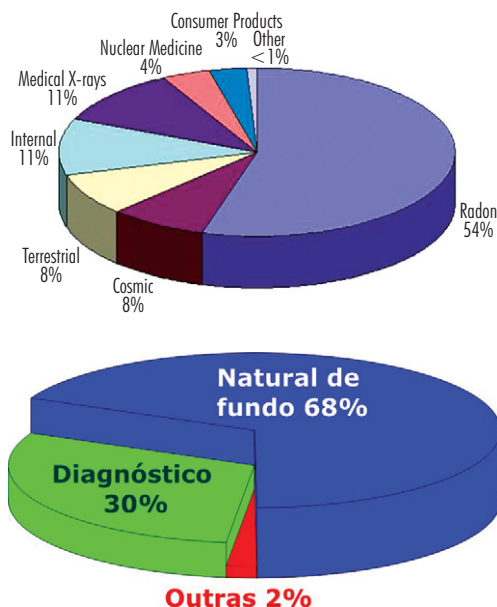
Tradicionalmente, a dose de radiação natural que a humanidade recebe era considerada como sendo de 1 mSv (100 mrem). Em 1982, esse índice mudou para 2,0 mSv e, conforme o relatório da Comissão Científica das Nações Unidas (UNSCEAR) de setembro de 1988, foi elevado para 2,4 mSv.

##### *Radiação cósmica*

Em áreas de latitude média é verificada a exposição de 2,8 mGy em média por ano (28 mrad); a 10 mil metros de altitude, 20 ~ 30 mGy (2.000 ~ 3.000 mrad); quanto maior a altitude, a exposição torna-se maior. O componente principal dos raios cósmicos é a radiação de prótons, os quais se transformam em fótons e elétrons, pelos quais ocorre a exposição (Figura 10.16).

##### *Radiações provenientes do solo*

No Japão, ocorre a exposição média anual de 44 mGy (44 mrad) (no leste japonês, 0,28 Gy (28 mrad) e no oeste japonês, de 0,69 mGy (69 mrad)). A exposição se dá devido às substâncias radioativas como  $^{40}\text{K}$ ,  $^{14}\text{C}$  etc.



**Figura 10.14** – Gráfico da exposição à radiação das nações tecnologicamente desenvolvidas.

### Radiações provenientes do corpo humano

É detectada a exposição média anual de 19 mGy (19 mrad). A principal substância responsável é  $^{40}\text{K}$ .

### Radiações provenientes das residências

Em casas de madeira, a exposição anual é de 0,29 ~ 0,41 mGy (29 ~ 41 mrad) e em casas de concreto, 0,48 ~ 0,68 mGy (48 ~ 68 mrad). As principais radiações são as emitidas por  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  etc.

### Exposição a radiações provenientes de fontes radioativas artificiais

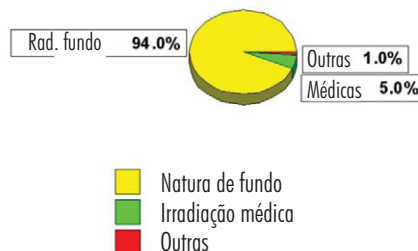
#### Partículas radioativas

A media anual é de 0,05 mGy (5 mrad). As principais radiações são as emitidas por  $^{90}\text{Sr}$  e  $^{137}\text{Cs}$ , produzidas como resultantes dos testes nucleares.

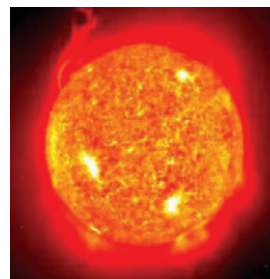
#### Radiações provenientes de utensílios domésticos

Em objetos como relógio luminoso, arranque da lâmpada fluorescente, equipamento de

### NAÇÕES EM DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO FONTES DE EXPOSIÇÃO À RADIAÇÃO



**Figura 10.15** – Esquema representativo das fontes de exposição naturais nas nações tecnologicamente em desenvolvimento.



**Figura 10.16** – Foto de uma fonte de radiação natural.

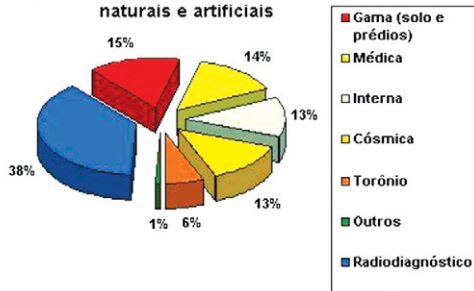
proteção contra sobretensão etc., são utilizadas substâncias radioativas como  $^{85}\text{Kr}$ ,  $^{147}\text{Pm}$ ,  $^{232}\text{Th}$  etc., porém a segurança desses objetos é garantida se utilizados corretamente e, portanto, tal exposição pode ser ignorada.

### Lixos radioativos

Essa exposição é considerada como sendo 0,005% da radiação natural. São os lixos radioativos provenientes de usinas de energia nuclear e navios nucleares, sendo basicamente idênticos aos produtos gerados por testes nucleares (Figura 10.17).

### Radiações da área médico-odontológicas

As exposições mais comuns ocorrem na área de diagnóstico, e, por órgãos, a gônada recebe, anualmente, 0,39 mGy (39 mrad) e, no tratamento, 0,05 mGy (5 mrad). Na exposição da medula óssea, as doses são de 2

**Fração de doses na população para fontes naturais e artificiais****Figura 10.17** – Gráfico das diferentes fontes de radiação artificial que contribuem para a exposição da população.

mGy (200 mrad) no diagnóstico e 0,5 mGy (50 mrad) no tratamento.

### **Classificação por Tipos de Indivíduos expostos à Radiação**

#### **Exposição ocupacional**

Trata-se da exposição à radiação de médicos, dentistas, técnicos em raios X, técnicos em higiene bucal, enfermeiras, etc. (trabalhadores que lidam com radiação). O trabalhador-alvo da radiação ocupacional deve ser submetido ao controle da dose de exposição (limite do equivalente dose), diretamente, por meio do monitoramento individual ou, indiretamente, pelo monitoramento do ambiente de trabalho.

#### **Exposição da comunidade**

Trata-se da exposição de indivíduos não ligados às atividades de tratamento por radiação, como pacientes e acompanhantes que estão na sala de espera, moradores das residências vizinhas à instalação médica etc. O limite do equivalente dose desses indivíduos está também padronizado.

#### **Exposição resultante do exame diagnóstico**

Trata-se da exposição à radiação a que o paciente é sujeito para fins de diagnóstico e tratamento. Aqui estão incluídas as exposições devido à triagem em grupo e exames médico/odontológicos periódicos. A exposição às radiações provenientes de fontes radioativas artificiais a que toda a população

está sujeita corresponde a mais de 90% da dose total de exposição.

### **Classificação por Formas de Exposição**

#### **Exposição aguda**

Ocorre quando recebe uma radiação capaz de provocar danos agudos após à exposição sistêmica de uma grande dose de radiação. A DL100 de um indivíduo sujeito à exposição sistêmica encontra-se a 7 Gy (700 rad) e DL50/30, encontra-se entre 3 ~ 5 Gy (300 ~ 500 rad). (DL= dose limite).

#### **Exposição crônica**

Trata-se da exposição que ocorre com dose relativamente baixa por um período longo. Nesse caso, as doses individuais são pequenas, mas devem ser considerados efeitos probabilísticos e danos tardios, levando-se em conta a dose acumulada.

#### **Exposição sistêmica**

É quando todo o corpo é exposto à radiação.

Relação entre a exposição sistêmica e os sintomas:

- 1 Gy (100 rad) Mal-estar e vômito
- 3 ~ 5 Gy (300 ~ 500 rad) LD50/30
- 7 Gy (700 rad) LD 100

#### **Exposição local**

É quando uma parte do corpo é exposta à radiação e surgem diversos tipos de mudanças conforme a extensão da área afetada ou da quantidade de radiação.

Com 3 Gy (300 rad), surgem eritema de pele e queda de cabelos.

#### **Exposição externa**

É a exposição às radiações emitidas por raios cósmicos, terra, residências, utensílios domésticos etc., quando as radiações provêm de fontes radioativas externas ao corpo. Nela está incluída a exposição médica em consequência de exames radiográficos.

Se forem somadas as radiações provenientes dos raios cósmicos e da Terra, que são ambas radiações naturais, chega-se ao total de exposição anual de 0,72 mGy (72 mrad). Dentre as exposições médicas, a dose média

da medula óssea em radiografia intrabucal é de 0,36 mGy (3,6 mrad) pessoa/ano e, em radiografias médicas, é de 0,37 mGy (37 mrad) pessoa/ano.

### Exposição interna

Trata-se da exposição que ocorre quando as substâncias radioativas existentes na natureza como  $^{40}\text{K}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{210}\text{Po}$ ,  $^{86}\text{Pb}$ ,  $^{222}\text{Rn}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ra}$  etc, são absorvidas, via oral, pelo corpo humano e fixadas nos ossos, músculos, sangue, etc., emitindo as radiações. A exposição interna por radiação natural é de cerca de 0,2 mGy (20 mrad) por ano no caso da gônada.

### Exposição intrauterina

Nos embriões e fetos, a proliferação celular é muito intensa, surgem muitas células não diferenciadas, além de terem a sensibilidade à radiação mais forte. Conforme a etapa de desenvolvimento do feto, a forma de aparecimento das anomalias por radiação varia:

- Período pré-implantação intersticial até duas semanas após a fertilização: é grande o número de casos de morte intrauterina
- Período de formação dos órgãos: de duas a seis semanas: geração de diversas malformações
- Período fetal: após 7 semanas: aumenta a taxa de ocorrência do retardamento de crescimento, leucemia pós-parto etc.

## Efeitos da Radiação (Danos por Radiação)

### Efeitos Precoces e Efeitos Tardios

#### Efeitos precoces

- Morte súbita por radiação
- Doenças agudas por radiação (caso ocorra a exposição a uma dose próxima de LD<sub>50</sub>)

#### Danos localizados dos tecidos e órgãos

##### Danos sobre pele, unhas e cabelos

- Grau 1: 3 ~ 4 Gy (300 ~ 400 rad) Epilação após cerca de 2 ~ 3 semanas
- Grau 2: 12 ~ 18 Gy (1200 ~ 1.800 rad) Formação de bolhas após cerca de uma semana

- Grau 4: Superior a 20 Gy (2.000 rad) Após 2 ~ 8 dias, evolui da formação de bolhas para úlcera

#### Danos ao sangue

Quando o paciente é exposto uma vez, a uma dose de cerca de 0,25 ~ 0,5 Sv (25 ~ 50 rem), surge uma mudança no sangue pela primeira vez. Enumerando-se os sangues periféricos as células sanguíneas à partir dos que apresentam sensibilidades à radiação mais altas, tem-se: linfócitos, leucócitos granulados, trombócitos (plaquetas) e eritrócitos.

#### Danos às gônadas

- 1,5 Sv (150 rem)...Queda da capacidade reprodutiva por um curto tempo
- 2,5 Sv (250 rem).....Infertilidade temporária de 1 ~ 2 anos
- 5 Sv (500 rem).....Infertilidade permanente em grande número de pessoas
- 8 Sv (800 rem).....Sem recuperação da capacidade reprodutiva

#### Danos aos embriões e fetos

- **Fase pré-implantação intersticial** – É o período até duas semanas após a fertilização. A exposição nesse período resulta, muitas vezes, em óbito dentro do útero.
- **Fase de formação dos órgãos** – É o período entre duas a seis semanas quando aparecem diversos tipos de malformações. Tais anomalias ocorrem para exposições de 50 ~ 2.00 Gy (5 ~ 20 rad).
- **Fase fetal** – É o período após sete semanas e a exposição nessa fase acarreta retardamento no crescimento e aumento do índice de surgimento de tumores malignos, incluindo-se a leucemia.

## Lei de Bergonie e Tribondeau (1906 – morte celular)

Órgãos/tecidos/células mais sensíveis:

- células indiferenciadas
- tecidos e órgãos jovens
- atividade metabólica intensa
- taxa de proliferação e de crescimento intensa

## **Efeitos tardios**

### **Indução da ocorrência de tumores malignos, inclusive leucemia**

A leucemia se desenvolve pela exposição da medula óssea vermelha à radiação. Quanto à relação dos efeitos da dose, obtém-se a relação linear, sem o valor limite. A exposição a uma dose de 10 mGy (1 rad) traz risco de se desenvolver cânceres em 100 pessoas, inclusive a leucemia, para cada grupo de 10 mil pessoas. Nas radiografias intrabucais, em cada radiografia ocorre a exposição de 0,01 ~ 0,1 mGy (1 ~ 10 mrad), e na pantomografia, 0,05 mGy (5 mrad) de dose de exposição da medula óssea.

### **Diminuição do tempo de vida e envelhecimento**

Ocorre a aceleração do envelhecimento e há diminuição do tempo de vida não singular em consequência da radiação. Estatisticamente, estima-se que haja para cada 10 mGy (1 rad) uma diminuição do tempo de vida de cerca de 2,5 dias.

### **Catarata**

Na relação entre esta doença e a dose de exposição, existe o valor limite. O valor limite é consequência do acúmulo superior a 15 Gy (1.500 rad) de radiação e o tempo de incubação é de 6 meses ~ 10 anos. Principalmente, os raios de nêutrons, em comparação com os raios X, causam de 5 ~ 10 vezes mais a incidência da doença.

## **Efeitos Somáticos e Efeitos Genéticos – Especificidades**

### **Efeitos somáticos**

São danos que ocorrem de modo sistêmico ou local numa pessoa exposta à radiação.

#### **Danos precoces**

- Danos sistêmicos
- Morte súbita por radiação
- Doenças agudas por radiação
- Danos locais
- Danos na pele, unhas e cabelos
- Danos no sangue
- Danos na gônada
- Danos no embrião e feto.

#### **Danos tardios**

- Indução de tumores malignos, inclusive leucemia
- Diminuição do tempo de vida
- Catarata
- Lesões na pele
- Queda da capacidade reprodutiva
- Envelhecimento não singular.

### **Efeitos genéticos**

Trata-se de mudanças dos genes ou cromossomos transmitidas à geração seguinte, conforme os danos produzidos nas células reprodutivas de uma pessoa exposta à radiação.

#### **Mutação genética**

É também denominada mutação pontual ou mutação no sentido restrito da palavra.

#### **Mutação cromossômica**

Há aberrações cromossômicas, mortes por dominância que provocam mortes de embriões em fase precoce de fertilização, além de aberrações cromossômicas que provocam problemas físicos e psicológicos.

A mutação genética ocorre, por geração espontânea, numa frequência de 60 mil casos num total de  $10^6$  recém-nascidos.

#### **Dose geneticamente significativa**

É o valor médio das doses gonadais calculadas pelo número esperado de filhos por pessoa. Essa dose não é aquela que inclui o valor limite em relação ao dano genético e, sim, a dose que estima qual será o nível da dose de exposição, em média, por criança que irá nascer de pais que sofreram a exposição.

A dose geneticamente significativa resultante do exame radiográfico, no Japão, era de 0,38 mGy (38 rad) em 1959, mas, em 1974, diminuiu para 0,17 mGy (17 mrad). Sem dúvida, é tanto melhor quanto menor for esse valor.

É a dose necessária para aumentar em duas vezes o índice de geração das mutações que ocorrem espontaneamente. A dose dupla em seres humanos está entre 0,1 ~ 1 Sv (10 ~ 100 rem), sendo o valor mais exato estimado em 0,3 Sv (30 rem).

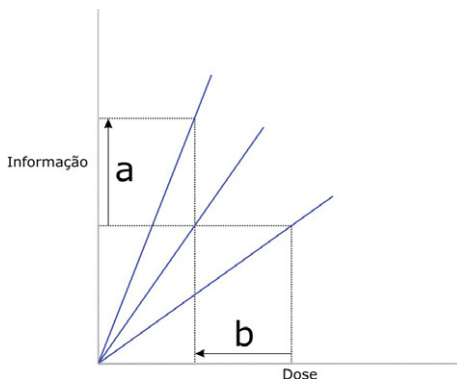
## A relação entre Efeitos Estocásticos e Efeitos Determinísticos (Gráfico 10.1)

### Efeitos estocásticos

- A relação entre a dose e a geração de danos aparece conforme A da figura do Gráfico 10-1.
- Não existe dose limite, denominada valor limite.
- O índice de geração está em relação linear com a dose
- De acordo com a quantidade de dose, apenas o índice de geração de danos varia
- Entre os efeitos estocásticos está a indução de tumores malignos, inclusive a leucemia e os efeitos genéticos.

### Efeitos determinísticos

- A relação entre a dose e a geração de danos aparece conforme B da figura do Gráfico 10-1.
- Para que se gere um determinado dano é necessário uma dose superior à dose limite.
- Conforme a quantidade da dose, varia a gravidade do dano.
- Entre os efeitos não estocásticos estão os efeitos sobre o cabelo, pele e unhas, catarata, anemia, queda da capacidade de concepção e radiotoxemia.



**Gráfico 10.1** - Relação entre a dose de radiação e a informação diagnóstica obtida. O princípio ALARA, “tão baixo quanto razoavelmente exequível” de dosagem da radiação objetiva a redução da dose ao produzir a mesma quantidade de informação diagnóstica (b) ou ao aumentar a quantidade de informação usando a mesma dose (a). Em ambas as situações, o relacionamento da dose-informação é mais íngreme (van der Stelt, 2005.)

## Principais Termos Relacionados com a Radiação

**Atividade:** representa o número de núcleos de uma amostra radioativa que sofreram desintegração por unidade de tempo.

Sua unidade de medida no Sistema Internacional é o *Becquerel* (Bq), que equivale a uma desintegração por segundo. Antigamente, usava-se o *Curie* (Ci) como unidade da grandeza atividade e o fator de conversão entre as duas unidades é:  $1 \text{ Ci} = 3,7 \times 1.010 \text{ Bq}$ .

**Exposição:** Ela é definida como a quantidade de carga elétrica, gerada pela radiação através da ionização, por unidade de massa do ar.

A unidade dessa grandeza foi primeiramente definida como *Roentgen* (R), mas no Sistema Internacional de Unidades usa-se *Coulomb* por quilograma (C/kg) e o fator de conversão entre essas unidades é  $1 \text{ R} = 2,58 \times 10^{-4} \text{ C/kg}$ . Essa grandeza é definida para raios X ou gama no ar.

Grandeza para representar a quantidade de radiação que uma pessoa recebeu. Ela foi denominada dose, que é dividida em duas partes: dose absorvida e dose equivalente.

**Dose absorvida** é a quantidade de energia cedida pela radiação ionizante por unidade de massa da matéria.

Essa grandeza é definida para qualquer tipo de radiação ionizante em qualquer meio por onde ela se desloque e usada em radioterapia. No Sistema Internacional de Unidades utiliza-se como unidade o *gray* (Gy). Esta equivale à unidade *joule* por quilograma (J/kg). Não há fator de conversão entre elas, assim  $1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg}$ .

**Dose equivalente** usada em proteção radiológica, é obtida pelo produto entre a dose absorvida e o fator de qualidade, que expressa a proporcionalidade entre o dano sofrido e o número de ionizações produzidas por unidade de comprimento do meio onde a radiação se propaga.

Esse fator é adimensional e possui diferentes valores para diferentes tipos de radiação, a saber: vale 1 para radiações X, beta e gama e 20 para radiação alfa (esses valores estão tabelados em publicações técnicas do ramo).

A unidade da dose equivalente no Sistema Internacional de Unidades é o *Sievert* (Sv), e os fatores de conversão entre o Sv, o J/kg e o rem (*Roentgen equivalent man*) são:  $1 \text{ Sv} = 1 \text{ J/kg} = 100 \text{ rem}$ .

Todos os habitantes da Terra são expostos a radiação de uma variedade de fontes, naturais e artificiais.

### Conceito ALARA (*as low as reasonably achievable*)

- National Council on Radiation Protection – NCRP
- American Dental Association – ADA
- Academy of Dental Radiology – ADR
  - filmes radiográficos de maior sensibilidade
  - kVp na faixa de 70 a 90
  - menores tempos de exposição
  - utilização de posicionadores de filmes para as técnicas periapical e interproximal
  - ecrans com emulsão de terras raras (verdes)
  - filtração mais efetiva.

### Dose de Radiação Usada em Odontologia

- A dose é baixa
- Efeito não pode ser provado cientificamente
- Efeito estocástico
- Diferentes porções da cabeça e do pescoço recebem diferentes doses.

### Medidas de Proteção

- Geral
  - Velocidade do filme, sempre a maior
  - Conscientização do paciente, educação
  - Correto processamento radiográfico, temperatura-tempo para a radiografia convencional
  - Ausência de luz – *fog* – filtro de segurança
  - Soluções processadoras adequadas – cobertas, novas, limpas
  - Feixe de radiação o menor possível para a obtenção da técnica radiográfica correta filtração adequada à técnica radiográfica. Watanabe, em seu estudo “Filtração adicional da radiação X em odontologia: estudo comparativo entre os filtros de

alumínio e cobre”, comprovou a eficiência da filtração efetiva com 0,13 mm de cobre. Reduziu a dose de exposição à radiação para o paciente e melhorou na qualidade da imagem radiográfica.

- Colimação – quantidade de tecido irradiado. A colimação retangular reduz de 60% a 70% a dose e deveria ser privilegiada
- Maior distância fonte-filme – feixe menos divergente
- Menor distância objeto-filme
- Menor diâmetro da área irradiada – maior colimação
- Menor intensidade de radiação – menor tempo de exposição
- Calibração do equipamento de raios X regular, melhora o rendimento
- Camada semirredutora em alumínio ou cobre ou até uma combinação
- Certificar-se sobre vazamento ou escape de radiação.
- Cabeça do paciente é fonte de radiação
  - Não permanecer na direção do feixe
  - Uso de biombo ou distanciamento da fonte de raios X
  - Não segurar filme na boca do paciente.
- Ambiente: quantidade de radiação depende dos seguintes fatores:
  - kVp utilizado
  - carga de trabalho
  - paredes (material) – capacidade de absorção da radiação
  - tempo de ocupação das adjacências – pacientes, secretárias

### Frases Importantes

#### Wilhelm Conrad Roentgen

“Se imaginarmos uma substância dividida em camadas de iguais espessuras, colocadas perpendicularmente aos raios paralelos, cada uma dessas camadas é mais transparente para os raios transmitidos do que a anterior. Os raios emitidos pelo aparelho são uma mistura de raios que são absorvidos em diferentes graus e que têm diferentes intensidades.”

#### Mazza, 1964

“Nenhuma pessoa conhecia ainda qual seria a dose mínima de radiação verdadeiramente

inócua, considerando, assim, que *toda dose de radiação*, por menor que fosse, seria nociva à saúde; naturalmente, o que iria ditar o seu emprego seria a relação custo/benefício.”

### Conceito sobre o Risco

O risco é definido como “possibilidade de ferimento, doença, morte etc. causados por uma atividade”. Por exemplo, no caso da osteoporose, uma doença sistêmica, é estimado o risco de fratura, em geral, da coluna, quadril ou antebraço. O risco por radiação está em estimar os danos que possam ser gerados no caso de um grande número de pessoas ser exposto a uma pequena dose de radiação.

### Risco individual e risco em grupo

O risco individual é a probabilidade de gerar efeitos, como câncer, num indivíduo exposto à radiação. O risco grupal é a probabilidade de tais efeitos recaírem em algumas pessoas dentre um grande número de indivíduos do grupo.

Enquanto o risco individual, desde que seu valor seja suficientemente pequeno, pode ser ignorado, no caso do risco grupal, mesmo que esse valor seja pequeno, se o número de indivíduos do grupo for aumentando, poderá atingir um valor que não possa ser mais ignorado.

O risco grupal é aplicado quando se levam em consideração os efeitos gerados por indústrias etc. que manipulam as radiações recaem sobre a população.

Em relação ao risco individual, a dose de exposição está regulamentada pelo limite da dose anual para trabalhadores que manipulam a radiação.

### Coefficiente de risco

É o índice da geração de danos por radiação por dose unitária (por 1 Sv ou 1 rad

[10 mGy]). *Coefficiente de risco e coeficiente de carga de cada órgão* (de ICRP Publ. 26, 1977)

### Órgão Efeito Coef. de risco (Sv<sup>-1</sup>) X Coef. de carga (Wr)

Gônada Efeitos genéticos	4 × 10 <sup>-3</sup> 0,25
Mama Óbito por câncer de mama	2,5 × 10 <sup>-3</sup> 0,15
Medula óssea Óbito por leucemia vermelha	2 × 10 <sup>-3</sup> 0,12
Pulmão Óbito por câncer de pulmão	2 × 10 <sup>-3</sup> 0,12
Tireoide Óbito por câncer da tireoide	5 × 10 <sup>-4</sup> 0,03
Superfície óssea Óbito por câncer ósseo	5 × 10 <sup>-4</sup> 0,03
Órgãos restantes Óbito por cânceres	5 × 10 <sup>-3</sup> 0,03
Total	1,65 × 10 <sup>-2</sup> 1,00

Comparação com riscos de outras ocupações (número de gerações por 100 mil indivíduos)

- Mortos ou feridos por incêndio em todas as ocupações 0,09 pessoa
- Mortos ou feridos por acidente de trânsito em todas as ocupações 11,9 pessoas
- Mortos ou feridos por eletricidade, gás, água, etc. 66,3 pessoas
- Mortos ou feridos por acidentes em construção 2.685,2 pessoas
- Mortos ou feridos em mineração 7.743,9 pessoas
- Geração da leucemia devido à exposição sistêmica da medula óssea vermelha à radiação de 10 mGy (1 rad) 2 pessoas

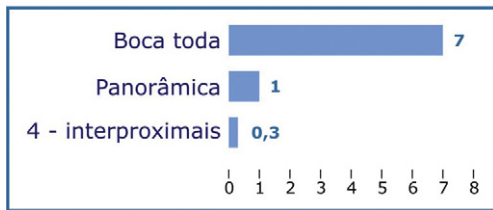
Dados comparativos em relação à dose de radiação para Odontologia:

- Há praias no Brasil (Ilha Grande – Rio de Janeiro; Guarapari – Espírito Santo), com areia negra (monazítica), que produz nível de radiação de 5 mrem/hora. Isso seria equivalente à dose de exposição de um exame de boca toda/hora.

	Medicina	Odontologia	D/M (%)
Efeitos genéticos	260	0,15	0,06
Leucemia	192	2,7	1,4
Câncer	825	20,0	2,4
Total	1.277	22,85	1,8

## Comparativo da exposição na radiação odontológica

Dias de exposição ambiental



**Figura 10.18** – Comparativo de dose de exposição entre diferentes exames radiográficos odontológicos.

- Superfície de exposição (Figura 10.18)

Periapical/BW	100 mrem (grupo F) 250 mrem (grupo G)
Panorâmica	500 mrem
Boca toda	2 rem (grupo F)
Lateral cefalométrica	150 mrem
Pulmão	20 mrem

## Dose efetiva equivalente, comparação para odontologia

Boca toda (circular, F)	60 $\mu$ Sv
Radiação natural	3.000 $\mu$ Sv
50 $\times$ mais do que a boca toda	

## Exposição equivalente de fundo

Boca toda (circular, F)	5 dias fundo
Panorâmica (terras raras)	10 horas fundo

Chance de morte de 1 em 1 milhão:

- Boca toda
- Fumar 1 cigarro
- Beber 30 refrigerantes *diet* em lata
- Dirigir bicicleta 10 milhas
- Dirigir um carro 300 milhas
- Voar 1.000 milhas

## Princípios Básicos da Radioproteção

### Recomendações da ICRP (International Commission on Radiological Protection)

#### Objetivo da radioproteção

Impedir os efeitos determinísticos e nocivos, além de limitar as probabilidades dos efeitos estocásticos até níveis supostamente aceitáveis.

#### Sistema de limitação das doses de radiação

Três princípios básicos relativos à radioproteção.

- Justificação – Todas as condutas só devem ser tomadas se elas forem legítimas e gerarem lucros positivos. Nenhuma prática ou fonte associada a essa prática será aceita pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), a não ser que a prática produza benefícios para os indivíduos expostos ou para a sociedade, suficientes para compensar o detrimento correspondente, tendo-se em conta fatores sociais e econômicos, assim como outros fatores pertinentes.
- Otimização – Todas as exposições devem ser mantidas baixas, desde que possam ser realizadas, tanto quanto possível, racionalmente, levando-se em consideração os fatores econômicos e sociais. Em relação às exposições causadas por uma determinada fonte associada a uma prática, salvo no caso das exposições médicas, a proteção radiológica deve ser otimizada de forma que a magnitude das doses individuais, o número de pessoas expostas e a probabilidade de ocorrência de exposições mantenham-se tão baixas quanto possa ser razoavelmente exequível, tendo em conta os fatores econômicos e sociais. Nesse processo de otimização, deve ser observado que as doses nos indivíduos decorrentes de exposição à fonte devem estar sujeitas às restrições de dose relacionadas com essa fonte. Nas avaliações quantitativas de otimização, o valor do coeficiente monetário por unidade de dose coletiva não deve ser inferior, em mo-

eda nacional corrente, ao valor equivalente a US\$ 10,000/pessoa. *Sievert*

- Limite da dose – A equivalente dose individual não pode ultrapassar o limite recomendado pela comissão de acordo com respectivas situações. A exposição normal dos indivíduos deve ser restringida de tal modo que nem a dose efetiva nem a dose equivalente nos órgãos ou tecidos de interesse, causadas pela possível combinação de exposições originadas por práticas autorizadas, excedam o limite de dose especificado na tabela a seguir, salvo em circunstâncias especiais, autorizadas pela CNEN. Esses limites de dose não se aplicam às exposições médicas.
  - Para fins de controle administrativo efetuado pela CNEN, o termo dose anual deve ser considerado como dose no ano calendário, isto é, no período decorrente de janeiro a dezembro de cada ano.
  - Média ponderada em cinco anos consecutivos, desde que não exceda 50 mSv em qualquer ano.
  - Em circunstâncias especiais, a CNEN poderá autorizar um valor de dose efetiva de até 5 mSv em um ano, desde que a dose efetiva média em um período de cinco anos consecutivos, não exceda a 1 mSv por ano.
  - Valor médio em 1 cm<sup>2</sup> de área, na região mais irradiada.

### Profissional

É o trabalhador da área clínica que tem como atividade a manipulação da radiação.

### Limites da dose equivalente

#### Limite da equivalente dose efetiva do profissional (limite do equivalente dose de 1 cm)

Este limite tem como objetivo limitar a geração de danos causados por efeitos estocásticos até um nível que possa ser considerado permissível quando comparados com os riscos de outras ocupações mais seguras.

O limite da equivalente dose efetiva anual é de 50 mSv/ano.

#### Limite da equivalente dose efetiva do órgão (limite do equivalente dose de 3 mm, limite do equivalente dose de 70 $\mu$ m)

Este limite tem como objetivo impedir a geração de danos por efeitos estocásticos (danos agudos como catarata da visão, danos funcionais dos órgãos, danos na pele etc).

#### Limite da dose equivalente anual do profissional

#### Avaliação da dose equivalente no caso de exposição sistêmica não uniforme

- Dose equivalente efetiva = 0,05 Ha + 0,33 Hb + 0,32 Hc + 0,3 Hm.
- Ha: Equivalente dose efetiva das regiões da cabeça e do pescoço.
- Hb: Equivalente dose efetiva das regiões do tórax e do braço superior.
- Hc: Equivalente dose efetiva das regiões do abdômen e do fêmur.

		Limite da dose equivalente
Trabalhador que lida com radiação	Dose equivalente de 1 cm	50 mSv/ano
Região abdominal feminina – gestação	Dose equivalente de 1 cm	10 mSv/até o parto
Região abdominal feminina – sem gestação	Dose equivalente de 1 cm	3 mSv/3 meses
Lente cristalina da visão	Dose equivalente de 3 mm	150 mSv/ano
Pele	Dose equivalente de 70 $\mu$ m	500 mSv/ano
Outros tecidos e órgãos	Dose equivalente de 1 cm	500 mSv/ano

- Hm: Equivalente dose efetiva de uma parte da região do tronco onde a dose pode chegar a atingir o valor máximo.

### Comunidade

É a população em geral que vive em áreas residenciais vizinhas à instalação que utiliza os equipamentos geradores da radiação.

Limite da equivalente dose efetiva da comunidade (equivalente dose de 1 cm), com 25 mSv/menos de 3 meses	1/50 dos profissionais.
--	-------------------------

A razão de o limite para a comunidade ser baixo é decorrência da não inclusão de crianças, de não receber nenhuma vantagem diretamente da exposição, de não possuir liberdade de escolha pela exposição, de não estar recebendo controles em relação à exposição e por estar exposta ao perigo ligado às próprias profissões, além da exposição à radiação.

### Três Princípios Práticos Relativos à Técnica de Radioproteção para o Trabalhador

#### Abrigo

- Colocar um material de bloqueio adequado entre a fonte de radiação e o trabalhador
- A atenuação em função do material ocorre conforme a lei de atenuação exponencial

#### Distância

- Manter uma distância grande entre a fonte e o trabalhador
- A atenuação em função da distância ocorre na razão inversa dos quadrados

#### Tempo

- Diminuir, tanto quanto possível, o tempo de manuseio
- O tempo de manuseio e a dose de exposição são diretamente proporcionais

## Proteção do Paciente

A proteção radiológica ou radioproteção consiste no conjunto de medidas que visam proteger o ser humano e seus descendentes

contra possíveis efeitos indesejados causados pela radiação ionizante.

A radioproteção compreende o estudo:

- Das radiações ionizantes
- Da constituição da matéria
- Da interação da radiação ionizante com a matéria
- Da célula
- Dos efeitos biológicos associados ao ser vivo
- De blindagem
- De formas de proteção à radiação
- Da legislação aplicada à área

A CNEN é a autoridade regulatória na área de radiação ionizante no Brasil.

Pela norma NN – 3.01 (<http://www.cnen.gov.br/seguranca/normas/normas.asp>) a CNEN estabelece as diretrizes básicas de proteção radiológica, que se aplicam a todas as pessoas que trabalham em uma prática que envolva:

- O manuseio, a produção, a posse e a utilização de fontes, bem como o transporte, o armazenamento e a deposição de materiais radioativos, abrangendo todas as atividades relacionadas que envolvam ou possam envolver exposição à radiação
- Aquelas que envolvam exposição a fontes naturais cujo controle seja considerado necessário pela CNEN.

### Limites de dose do paciente

#### Limites de dose: mulher grávida

Para mulheres grávidas ocupacionalmente expostas, suas tarefas devem ser controladas de maneira que seja improvável que, a partir da notificação da gravidez, o feto receba dose efetiva superior a 1 mSv durante o restante do período de gestação.

Uma mulher ocupacionalmente exposta, ao tomar conhecimento da gravidez, deve notificar imediatamente esse fato ao seu empregador. A notificação da gravidez não deve ser considerada um motivo para excluir uma mulher ocupacionalmente exposta do trabalho com radiação; porém, o titular ou empregador, nesse caso, deve tomar as medidas necessárias para assegurar a proteção do embrião ou feto, evitando que este receba

uma dose efetiva superior a 1 mSv, durante o restante do período da gestação.

### Limites de dose: menores de idade

Indivíduos com idade inferior a 18 anos não podem estar sujeitos a exposições ocupacionais.

### Limites de dose: exposições médicas

Os limites de dose estabelecidos não se aplicam a exposições médicas de acompanhantes e voluntários que eventualmente assistem pacientes. As doses devem ser restritas de forma que seja improvável que algum desses acompanhantes ou voluntários receba mais de 5 mSv durante o período de exame diagnóstico ou tratamento do paciente. A dose para crianças em visita a pacientes em que foram administrados materiais radioativos (por exemplo, iodoterapia) deve ser restrita de forma que seja improvável exceder a 1 mSv.

A responsabilidade da radioproteção em uma instalação é do titular, o qual deve fomentar e manter uma cultura de segurança para estimular e fortalecer atitudes e comportamentos que contribuam para aprimorar a segurança das fontes e a proteção radiológica.

Não é suficiente apenas se instituir um sistema de radioproteção em uma instalação, deve-se estabelecer e implantar um sistema de garantia da qualidade para proporcionar, no que se refere à proteção radiológica.

Garantia de que os requisitos especificados estão satisfeitos; e mecanismos e procedimentos para revisar e avaliar se as medidas de proteção radiológica adotadas são efetivas (Figura 10.19).

# ALARA

**As Low As Reasonably Achievable**

tão baixa quanto possível

**Figura 10.19** – Esquema representativo do termo mundial utilizado em radioproteção.

Devem ser tomadas medidas para reduzir, o máximo possível, a contribuição de erros humanos que levem a acidentes ou outros eventos que possam vir a originar exposições inadvertidas ou não intencionais em qualquer indivíduo.

Ou seja, a radioproteção é uma atividade dinâmica, exigindo do responsável por sua implementação uma reavaliação constante das medidas e procedimentos estabelecidos a fim de melhorar a proteção dos indivíduos ocupacionalmente expostos (IOE) em atividades que envolvam exposições ocupacionais.

A CNEN considera que os titulares e empregadores são responsáveis pela proteção dos IOE em atividades que envolvam exposições ocupacionais. Os titulares e empregadores devem assegurar também que os demais indivíduos da instalação, que não estejam envolvidos em atividades diretamente relacionadas com a radiação, sejam tratados como indivíduos do público e recebam o mesmo nível de proteção.

A verificação dos níveis de dose nos IOE deve ser realizada com o estabelecimento e implementação, pelos titulares e empregadores, de um programa de monitoração individual e de área, conforme aplicável, levando-se em conta a natureza e intensidade das exposições normais e potenciais previstas (fonte: [www.cnen.gov.br](http://www.cnen.gov.br) e [www.ipen.br](http://www.ipen.br)).

Os valores de dose efetiva se aplicam à soma das doses efetivas, causadas por exposições externas, com as doses efetivas comprometidas (integradas em 50 anos para adultos e até a idade de 70 anos para crianças), causadas por incorporações ocorridas no mesmo ano.

### Avaliação Clínica

Inicialmente, em função dos princípios básicos da proteção, a necessidade da radiografia deve estar de acordo com o princípio da justificação. Isso significa que, além da vantagem que se advém do diagnóstico e tratamento de uma doença pela radiografia, deve existir também a vantagem positiva real, considerando-se o nível do risco por

exposição. E, ao realizar a radiografia, a dose de exposição deve ser mínima para se obter máxima quantidade de informações, tendo sido considerados os fatores econômicos e sociais.

### **Meios para Reduzir Tecnicamente a Exposição**

#### **Qualidade da radiação**

É definida pela tensão do tubo e pela filtração.

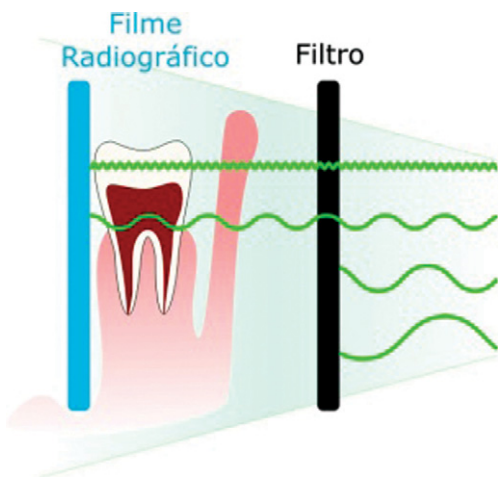
Para a odontologia, em geral é aplicada uma tensão entre 60 ~ 90 kV. O aumento da tensão do tubo faz diminuir as quantidades de glândulas dérmicas e gonadais expostas à radiação. A sensibilização do filme também aumenta. Em contrapartida, o contraste radiográfico diminui, produzindo uma escala longa de contraste.

#### **Filtração (Figura 10.20)**

Quanto à filtração total, tem-se:

- 2,5 mm Al, se for superior a 70 kV e 1,5 mm Al, se for inferior a 70 kV, conforme a ICRP
- 2,0 mm Al, se for superior a 60 kV e 1,5 mm Al, se for inferior a 60 kV, conforme a Portaria 453 da Anvisa/MS.

Tornando-se a placa de filtração mais espessa, a radiação leve é eliminada, a qualidade da radiação torna-se mais dura e a dose



**Figura 10.20** – Desenho representativo da filtração do feixe principal de raios X.

de exposição diminui, porém, se for espessa demais, causará a diminuição da radiação, eliminando a utilidade da radiação.

#### **Distância entre a área focal e o objeto alvo [FSD] (Figura 10.21)**

- Acima de 20 cm, se for superior a 60 kV e acima de 10 cm, se for inferior a 60 kV, conforme a ICRP.
- Acima de 30 cm, se for superior a 70 kV, 20 cm, se for entre 60 ~ 70 kV e acima de 15 cm, se for inferior a 60 kV, conforme a Portaria 453 da Anvisa/MS.
- Aumentar a distância entre a área focal e o objeto alvo (uso do cilindro longo), resulta na diminuição da dose de exposição.

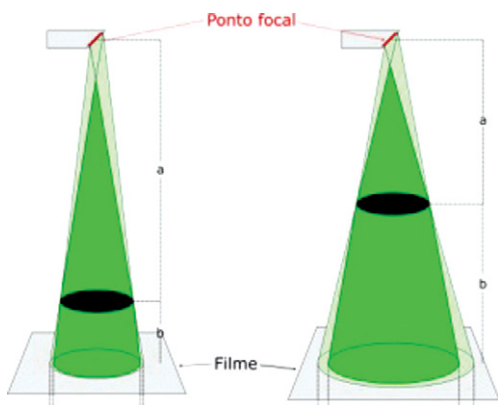
#### **Campo de irradiação circular permitido (área cinza), com 6 cm de diâmetro (Figura 10.22)**

Conforme a ICRP, o diâmetro do campo de irradiação na extremidade do cilindro de radiação deve ser mantido menor que 6 cm, não devendo ultrapassar 7,5 cm.

Conforme a Portaria 453 da Anvisa/MS, menor que 6 cm.

O tamanho do campo de irradiação é diretamente proporcional à dose de exposição.

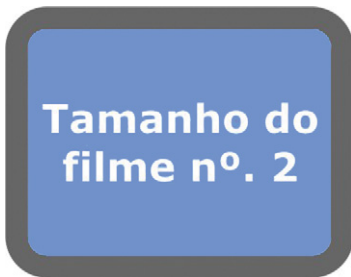
Diminuir o campo de irradiação significa diminuir a geração de raios dispersos e melhorar a qualidade da radiografia (Figura 10.22).



**Figura 10.21** – Desenho representativo do efeito causado pela diferente distância entre área focal e objeto alvo. Note a maior formação de penumbra.



**Figura 10.22** – Desenho representativo da relação tamanho do filme radiográfico com o tamanho permitido do feixe de radiação utilizado em odontologia.

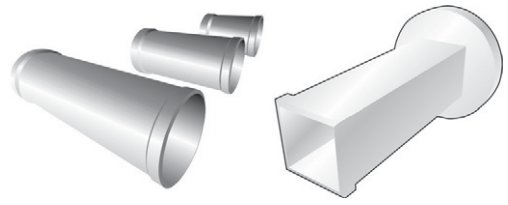


**Figura 10.23** – Desenho representativo da relação tamanho do filme radiográfico com o tamanho ideal do feixe de radiação que deveríamos utilizar em odontologia, com o uso da colimação retangular.

***Campo de irradiação retangular ideal (área cinza), com área de aproximadamente 12 cm<sup>2</sup> (Figura 10.23)***

***Cilindros convencionais e tubos retangulares (Figuras 10.24 e 10.25)***

Note a diferença no campo de irradiação na cabeça do paciente. Acima, vemos a técnica da bisetriz, com DFF de 20 cm, e abaixo, a técnica do paralelismo, quando utilizamos cilindro longo, com DFF de 40 cm. Note que a diferença de área na entrada do feixe na cabeça do paciente é de quase 27%. Na saída,



**Figura 10.24** – Desenho representativo dos diferentes tipos de cilindros/colimadores do feixe de radiação utilizado em odontologia.

essa diferença sobe para quase 37%. Além da irradiação desnecessária do paciente, essa mesma área irradiada irá gerar mais radiação espalhada sobre o filme radiográfico, contribuindo negativamente para a qualidade da imagem radiográfica.

### ***Vestimenta protetora***

Em radiografias odontológicas, é recomendável o uso de vestimenta que cubra o corpo todo, inclusive a tireoide. Em breve, é possível que a legislação exija apenas o protetor de tireoide, já que devido o campo de irradiação ser pequeno, e também ser pequena a dose de radiação espalhada dos exames radiológicos odontológicos (Figura 10.26).

### ***Filme/sensor de alta sensibilidade***

Hoje o filme radiográfico mais sensível para as técnicas intraorais é o filme de sensibilidade E/F (Insigth-Kodak). Na teoria, com o dobro de sensibilidade do que os filmes do grupo D (Ultraspeed-Kodak). A legislação vigente recomenda sempre que possível, utilizar o filme/sensor radiográfico mais sensível.

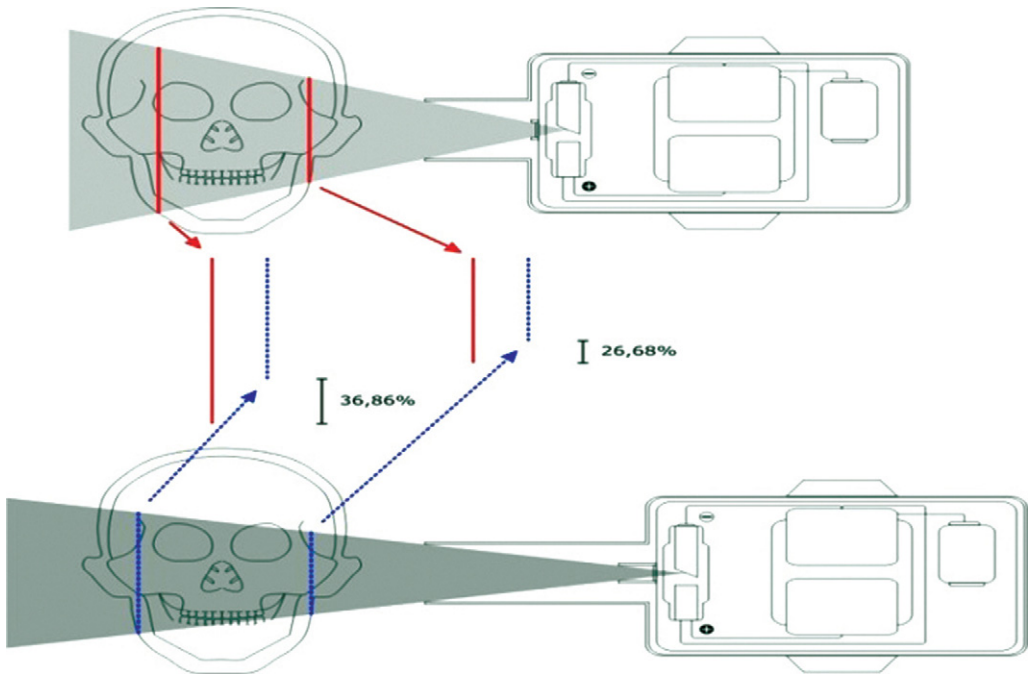
Um filme de sensibilidade maior diminui a dose de exposição do paciente.

Um filme com placa intensificadora mais sensível diminui a nitidez (Figura 10.27).

### ***Métodos e técnicas radiográficas***

Em radiografias intraorais, deve-se tomar cuidado para que os raios principais não sejam direcionados à gônada e outros órgãos importantes.

Deve-se eliminar os erros de projeção, utilizando-se instrumentos auxiliares, como



**Figura 10.25** – Desenho representativo da relação do tamanho do cilindro localizador do equipamento de raios X. Distância de 20 cm e 40 cm. Note a menor área irradiada quando utilizamos o cilindro maior.



**Figura 10.26** – Foto ilustrativa de um protetor para tireoide. Deve ter chumbo. Conforme a Portaria 453 da Anvisa/MS, utilizar 0,25 mmPb (equivalente em chumbo).

o prendedor de filme ou o dispositivo posicionador de filme.

Acompanhar com atenção as inspeções de manutenção do equipamento, conservando-o em funcionamento regular.

### **Processamento radiográfico**

O correto processamento radiográfico contribui para diminuir a dose de exposição do paciente, além de oferecer uma radiografia de alto valor diagnóstico.

É importante manter o controle regular das temperaturas de revelação e fixação (sobretudo a temperatura de revelação) ao longo do

ano. A constância na temperatura de revelação está ligada à constância no tempo de exposição. A legislação vigente indica o processamento radiográfico temperatura/tempo.

A revelação não deve ser feita em espaço de tempo muito curto, com uma exposição exagerada (Figura 10.28).

O processamento correto da revelação permite localizar defeitos do equipamento radiográfico.

É necessário o uso correto da luz de segurança e o manuseio correto do filme.

### **Programa de Garantia de Qualidade**

Vamos discutir este tópico, com mais detalhes, em capítulo à parte.

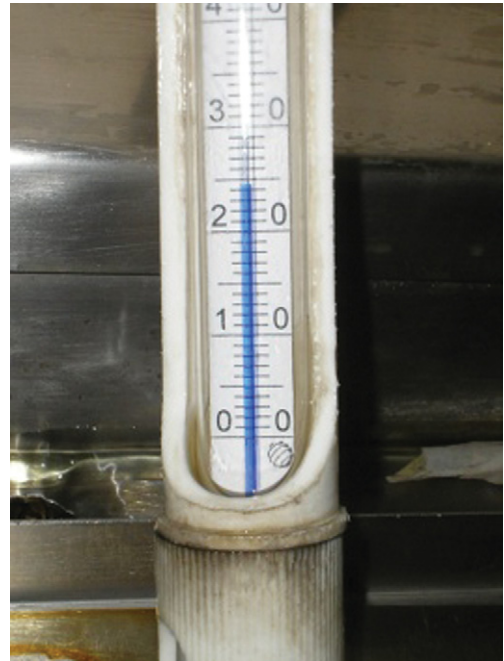
#### **Gerador de raios X**

- **Medições da saída dos raios X e da camada de meio valor** – Por serem realizadas com o uso do dosímetro/câmaras de ionização, não são procedimentos comuns. Devem ser realizadas uma vez por ano, pelo Físico da medicina.



**Figura 10-27** – Comparação de tamanhos entre o sensor CCD/CMOS e o filme radiográfico convencional, mais sensível.

- **Medição da tensão do tubo** – Existem casos em que se realiza diretamente a medição da voltagem secundária e, também, como é um método simples e fácil, realiza-se a medição usando o chassi do teste de Wisconsin, mas realizado também pelo Físico da medicina. Deve ser realizada uma vez por ano.
- **Teste com temporizador** – Utiliza-se o *spinning top* que tem o conduto para pino. Deve ser realizado uma vez por ano.
- **Correção por comparação de mA** – Após o teste do temporizador correto, ajustam-se os dois tipos de mAs iguais, variando-se a corrente elétrica do tubo e o temporizador. Em seguida, radiografa-se a cunha escalonada (*step wedge*) e, após a revelação, verificar se as densidades de uma região específica da cunha se tornaram iguais. Deve ser realizada uma vez por ano.
- **Medição do tamanho da área focal** – Como consequência do uso prolongado e da irradiação excessiva dos raios X, o seu tamanho pode aumentar devido ao calor e outros fatores.
- O tamanho da área focal deve ser medido utilizando-se a radiografia do conduto de pino e a grade de teste da potência de resolução. Deve ser realizada uma vez por ano.
- **Movimento do braço** – Verificar se o braço movimenta-se livremente e se o cabe-



**Figura 10.28** – Termômetro flutuante para medir a temperatura da solução reveladora no processamento radiográfico.

çote está firme no local em que foi fixado. Deve ser verificado diariamente.

### Processo de revelação

- **Revelador automático** – Controlar a rotação do rolo e a adesão de cristais dos componentes líquidos no rolo, as temperaturas dos líquidos etc. Como o rolo do tanque de lavagem tende especialmente a acumular sujeiras d'água, é necessária a inspeção diária.
- **Controle da solução reveladora** – Antes do início da operação, revelar a radiografia padrão do *step wedge* e utilizá-la como padrão de comparação. Deve ser realizado diariamente.
- **Segurança da luz de segurança** – Verificar pelo teste de moeda. O teste deve ser realizado uma vez por semestre.
- **Conservação do filme** – Os filmes virgens devem ser armazenados em locais escuros, refrigerados e secos. Verificar a data de validade.

### *Verificação de outros equipamentos radiográficos*

- **Negatoscópio** – É necessário que a intensidade da iluminação do negatoscópio varie conforme a claridade da sala. Deve ser limpo diariamente.
- **Chassi** – Dentre os chassis, os flexíveis podem sofrer exposições à luz devido à entrada da luz dispersa, o que demanda cuidados.
- **Placa intensificadora** – Ocorre deterioração conforme a frequência de uso. Uma vez a cada alguns anos deve ser substituída por uma nova. Se ocorrer qualquer dano, mesmo que pequeno, deve ser substituída.

### *Efeitos sobre Mulheres em Idade Fértil*

- **Projeções em mulheres em idade fértil** – É melhor que elas sejam submetidas à radiografia até 10 dias após o início da menstruação (regra de 10 dias).
- **Projeções em gestantes** – É melhor evitar a radiografia para gestantes, tanto quanto possível. Caso não possa ser evitada, realizar dentro do período de 10 ~23 semanas (pois, após 24 semanas, a exposição sistêmica do feto torna-se maior), utilizando-se o avental protetor e evitando a exposição da região abdominal à radiação.

Quanto aos efeitos sobre fetos e embriões, podem ser citados:

- óbito
- malformação (teratogenia)
- retardo no crescimento
- desenvolvimento do câncer
- efeitos genéticos.

### *Efeitos sobre Crianças*

- **Projeções em crianças** – As crianças devem ser alvo de cuidados devido aos seguintes pontos:
  - Por apresentarem alto nível de metabolismo, a sensibilidade à radiação é alta.
  - A proporção de distribuição da medula óssea vermelha é grande, tornando maior a dose de exposição da medula óssea.
  - As distâncias entre a cavidade bucal com as gônadas e os outros órgãos são pequenas e, por isso, o risco de exposição desses órgãos é grande.

- Como o período de sobrevivência após a exposição é longo, a probabilidade de geração de danos estocásticos é grande.

## **Proteção Profissional (Controle Individual)**

### *Controle ambiental*

#### **Sala de raios X**

Para se utilizar o aparelho de raios X é preciso instalar uma sala exclusiva para exames com radiação. Hoje, os hospitais e clínicas que não possuem tais salas devem estabelecer uma área de controle, adotando certas medidas, como isolamento com tela é permitido apenas um equipamento de raios X por sala.

#### *Proteção do operador caso não haja sala exclusiva para radiografia*

- Evitar que receba diretamente os raios
- Permanecer o mais longe possível do tubo de raios X
- Utilizar biombo de chumbo separando-o do cilindro de tubo
- Caso exista uma sala exclusiva para raios X, a exposição do operador pode ser ignorada.

#### *Notificações ou materiais a serem afixados na sala de raios X*

- Placa indicadora de que se trata de uma sala de raios X
- Durante o funcionamento do aparelho de raios X, manter a luz vermelha de aviso de alerta na porta de entrada
- Placas e notificações de alerta indicadoras da área de controle.

#### **Área de controle**

É o local cujo equivalente de dose por 1 cm da radiação externa possa ultrapassar 300 mSv/semana. Na área de controle, além de indicá-la com placas e notificações de alerta, deve ser definida a fronteira utilizando-se divisória, prateleira, tela, cortina sanfonada, corda etc., para se evitar a entrada desnecessária das pessoas. Caso a fronteira da sala de raios X e a fronteira da área de controle se-

jam as mesmas, o equivalente de dose por 1 cm das partes externas do teto, assoalho e divisória da sala de raios X, deve ser inferior a 1 mSv/semana.

### Área residencial

É o local onde as pessoas residem, dentro do hospital ou da clínica médica, além da área externa à fronteira do terreno onde está o hospital ou a clínica. O equivalente de dose por 1 cm na fronteira da área residencial não deve ultrapassar 250 mSv/3 meses.

### Controle individual

#### Controle da dose de exposição (monitoramento individual)

Para se determinar a exposição individual, tem-se:

1. monitoramento individual e;
2. monitoramento do local de trabalho.

#### Monitoramento individual

É a determinação da dose de exposição medindo-se diretamente, por exemplo, o medidor utilizado pelo indivíduo (dosímetro).

#### Monitoramento do local de trabalho

É a determinação da dose de exposição do indivíduo indiretamente por meio das medições obtidas no monitoramento do local de trabalho (distribuição das doses espaciais, densidade de RI no ar etc.).

### Alvos do controle de exposição

- Trabalhadores da área de exames com radiação (médico, dentista, técnico em raios X, enfermeiro, sanitário etc.)
- Pessoas que adentram à área de controle temporariamente e que correm o risco de contaminação com o equivalente dose de exposição superior a 100 mSv.

### Equipamentos para monitoramento individual

- *Film badge* (FB)
- Dosímetro de bolso (PD)
- *Pocket chamber* (PC)
- Dosímetro de termoluminescência (TLD)
- Dosímetro de vidro de fluorescência (GD)

### Controle da saúde

Quanto aos trabalhadores na área de tratamento com raios X, eles devem ser submetidos aos exames médicos antes da contratação e, depois, periodicamente, em intervalos que não ultrapassem seis meses.

Contudo, em casos em que o equivalente de dose efetivo nos últimos 14 anos não ultrapassou 3/10 do limite anual (15 mSv) e que exista a previsão de que no ano em andamento também não irá ultrapassar o limite, então, desde que o médico julgue desnecessário, os exames poderão ser omitidos, com o devido registro dos motivos desse fato.

Itens constantes no exame de saúde:

- Estudo do histórico de exposição à radiação
- Exames do número e do percentual de leucócitos
- Exames do número de hematócitos e da quantidade de pigmentos ou do valor de hematócritos
- Exame de vista para catarata
- Exame de pele

### Boas Práticas na Técnica Radiográfica Intraoral

- kV de preferência entre 70-90 kV, aceita-se maior do que 50 kV
- A colimação retangular deveria ser privilegiada
- Deve haver marcação de referência do ponto focal no cabeçote
- Distância foco-pele de no mínimo de 100 mm para equipamentos com menos de 60 kV e 200 mm para aqueles que operam acima de 60 kV
- Diâmetro do feixe principal de raios X não maior do que 60 mm
- Utilizar a técnica do paralelismo, para evitar a divergência dos raios

### Dispositivos posicionadores de filmes/sensores

- Reduz a dose às mãos do paciente
- Alinha corretamente, de maneira simples o feixe e o conjunto objeto/filme/sensor

- Diminui a probabilidade de retomadas devido a erro na angulação do feixe

### Filtração total do feixe

- 1.5 mm Al abaixo de 70 kV
- 2.5 mm Al acima de 70 kV

### Fino ajuste do timer

- Utilizar filmes/sensores mais sensíveis (grupo E ou F de sensibilidade)
- Luz no painel mostrando estar ligado, e em funcionamento
- Painel que emita som audível e luminosidade indicadora de emissão de radiação
- Botões acionadores que funcionem com contínua pressão, e interrompe quando a pressão é liberada, eletrônicos digitais, tipo *dead man*
- Botão disparador localizado fora da sala de exame, próximo a uma janela de averiguação do exame dentro da sala. Essa janela deveria ser de vidro plumbífero

### Permanecer fora da área controlada e no mínimo a 2 m do tubo de raios X e paciente

#### Avental plumbífero e protetor de tireóide para o paciente e principalmente se não houver proteção (biombo de chumbo)

- Reduz a possibilidade de danos genéticos em até 98%
- Reduz a exposição da tireoide em até 50%

### Inspeção anual desses acessórios de radioproteção

#### Câmara escura/caixa portátil

##### Iluminação

- Sem vazamento de luminosidade
- Utilizar filtro Kodak GBX-2, como iluminação de segurança, lâmpada de 15 watts na lanterna de segurança, normal. Deve ficar a 1,2 m em altura da bancada (câmara escura)

##### Justificação

- Conferir radiografias/exames prévios
- Considerar o exame clínico e a anamnese do paciente



**Figura 10.29** – Dispositivos posicionadores de filmes modelo RINN. São utilizados preferivelmente para a técnica radiográfica do paralelismo.

- Benefício total do exame diagnóstico ao paciente
- Sempre considerar a eficiência dos benefícios em detrimento dos riscos de técnicas alternativas, com o mesmo objetivo, mas com menor exposição à radiação ionizante

### Radiação é radiação

Embora a dose direta seja pequena, a radiação na odontologia pode produzir mudanças biológicas:

- Radiação primária: vem do próprio tubo
- Radiação secundária: “radiação espalhada”
- Radiação de fundo: de todos os locais que nos cercam

### Como os raios X nos afetam?

#### Teoria

A forma ionizante da radiação eletromagnética altera cargas e ligações moleculares de estruturas e proteínas regulatórias

- Epitélio (câncer)
- Osso/sangue (câncer/leucemia)
- Gônadas (mutações)
- Tireoide (carcinoma)
- Feto (defeitos congênitos)

#### Trivial

- Altera as funções dos tecidos
- Interrompe as funções dos tecidos

- Os efeitos biológicos são maiores nos tecidos que se reproduzem com mais rapidez
- Alguns efeitos são cumulativos
- O reparo celular ocorre na maioria das situações. Reparo de DNA, ciclo celular

### Efeitos da radiação na pele

Pequena chance de câncer no caso da dose de radiografias odontológicas

### Efeitos da radiação na medula óssea

Indução de leucemia; < 1% de toda a medula óssea do corpo é exposta aos raios X nos exames radiográficos odontológicos. Porém, os espaços medulares da mandíbula são expostos.

Dose média ativa para medula óssea:

- 0,142 mSv para boca toda
- 0,01 mSv para panorâmica
- Para a indução de leucemia o limiar estimado seria de uma exposição de corpo todo de 50 mSv

### Efeito da radiação nos olhos

- > 2.000 mSv requerido para a indução de catarata
- Dose nos olhos de um exame de boca toda 0,4 mSv
- Panorâmica 0,09 mSv

### Efeitos da radiação na tireoide

- 100 mSv para a indução de carcinoma na tireoide
- No exame de boca toda a tireoide é exposta a < 0,3 mSv
- Na panorâmica 0,04 mSv
- Os efeitos são mais significativos nas crianças;
- Utilizando o colar tireoidiano há 50% de redução na exposição
- As exposições das gônadas nos exames odontológicos resultam da radiação espalhada
- Boca toda ~ 0,002 mSv
- Com avental de chumbo reduz em até 98%
- A exposição às gônadas de um exame de boca toda, com o paciente utilizando avental plumbífero é 10 × menor do que a média diária de radiação de fundo que recebemos.

### Efeitos da radiação para embriões/fetos

- Pacientes gestantes podem fazer radiografias odontológicas se for necessário para o diagnóstico;
- Defeitos congênitos negligenciados das exposições das gônadas < 200 mSv (*estudo de sobreviventes de Hiroshima*)
- Exposição simples aos raios X < 0,001 mSv com avental plumbífero
- Probabilidade de defeito congênito para uma primeira geração que foi exposta aos raios X odontológicos seria de 9 em 1 bilhão

### Comparação de dose de exposição á radiação com outros exames de raios X

- Pulmão = 0,01 – 0,05 mSv
- Crânio = 0,1 – 0,2 mSv
- Abdome = 0,6 – 1,7 mSv
- TC de cabeça = 2 – 4 mSv
- TC de corpo todo = 5 – 15 mSv

A radiografia odontológica tem uma alta percepção mas baixo risco atual

Um exame de boca toda com filme radiográfico do grupo F equivale a < 3 dias de exposição a radiação de fundo.

A radiografia digital permite, principalmente, reduzir o tempo de exposição, propiciando menor dose aos pacientes.

### Estimativa em relação à expectativa de vida

Risco à saúde	Tempo perdido
Fumar 20 cigarros/dia	6 anos
Sobrepeso (15%)	2 anos
Álcool (média dos EUA)	1 ano
Todos os acidentes	207 anos
Todos os perigos naturais	7 anos
Dose de radiação de 3 mSv/ano	15 anos

### **Princípio ALARA (*as low as reasonably achievable*)**

Significa empregar todas as medidas razoáveis no sentido de utilizar o mínimo possível de radiação, tanto quanto possível

Considerar o mais apropriado, relevante, e atual conceito de radioproteção

### **Não se esqueça**

- Os raios X viajam em linha reta em relação à fonte
- A intensidade do feixe de radiação X diminui pelo inverso do quadrado da distância
- Os raios X podem se espalhar em sua viagem

### **Três considerações importantes**

- Posição – fora do caminho do feixe primário
- Distância – mínimo de 2 metros
- Proteção – biombo, avental, protetor tireoide, e paredes de alvenaria

### **Posição e distância**

- Paredes de alvenaria e tamanho adequado
- O profissional e auxiliares não devem segurar filmes na cavidade bucal do paciente
- Não segurar o cabeçote durante o acionamento
- Não segurar o paciente e e nem o filme radiográfico na boca do paciente. Se necessário, deve ser feito pelo acompanhante.
  - Deve haver avental plumbífero também para o acompanhante que necessite segurar o paciente

### **Barreiras**

- Operador deve se proteger atrás das barreiras  
Essas barreiras devem ter especificações suficientes para a proteção contra a radiação, em espessura e densidade
- Chumbo ou argamassa de barita, para as paredes são as mais indicadas
- Essas barreiras necessitam de certificação por profissionais habilitados

### **Resumo dos riscos da radiação**

- Na radiologia odontológica o risco é pequeno, mas ele existe e não deve ser ignorado

- Todo o pessoal que trabalha em Odontologia necessita ter conhecimento desses riscos para também atender adequadamente os pacientes e para proteção própria
- Os riscos da radiação podem ser minimizados por estrita atenção à segurança radiológica e às técnicas de boa prática

## **Regulamentos Legais (Regulamentos Afins)**

### **Normas de Execução de Leis Médicas**

#### **Declaração dos equipamentos de radiografia dentária**

Caso a clínica possua equipamentos de radiografia dentária e de radiografia panorâmica, o fato deve ser declarado ao órgão responsável do governo local, dentro do prazo de 10 dias, enumerando-se os itens concernentes aos equipamentos radiográficos, inclusive as medidas de proteção contra radiação da sala de raios X. E, ainda, caso sejam feitas mudanças nos itens declarados, as mesmas devem ser notificadas dentro de 10 dias.

#### **Definição e medição da sala de raios X e da área de controle da radiação**

O uso do equipamento de raios X deve ser realizado numa sala exclusiva para exames com raios X. Os hospitais e clínicas que não possuem a sala de raios X devem, ao utilizar tal equipamento numa das salas para exames, estabelecer uma área de controle e instalar divisórias, como telas.

E, caso haja oportunidade de ampliação da instituição e da compra de equipamentos de raios X, deve ser providenciada sem demora uma sala exclusiva de raios X.

O equivalente de dose de 1 cm de radiação na sala de raios X, na área de controle e na fronteira da área residencial deve corresponder ao padrão determinado pela lei e, para tanto, providenciar fechamento com divisória e outros elementos.

Na área de controle, o padrão é menos de 1 mSv/semana e na área residencial é menos de 250 mSv/3 meses.

Na entrada da sala de raios X devem ser providenciadas placas, indicação de itens de alerta e indicação de sala em uso.

Os dispositivos operacionais do equipamento de raios X devem ser instalados em locais que não possam ser facilmente alcançados pelo paciente.

Nas fronteiras da sala de raios X e da área de controle e, ainda, na área residencial próxima às fronteiras do hospital e da clínica médica, devem ser realizadas medições do equivalente dose de 1 cm, uma ou mais vezes anualmente.

### **Controle da radiação dos trabalhadores na clínica de radiologia**

Médicos, dentistas, operadores de raios X, enfermeiros, auxiliares de enfermagem, sanitárias dentárias etc. que trabalham com raios X devem ser alvos de monitoramento individual relativo à exposição externa.

## **Portaria 453 – ANVISA/MS – Tópicos Citados Pelos Autores**

**Portaria/MS/SVS nº 453, de 1º de junho de 1998  
D.O.U. de 02/06/98**

Aprova o Regulamento Técnico que estabelece as diretrizes básicas de proteção radiológica em radiodiagnóstico médico e odontológico, dispõe sobre o uso dos raios X diagnósticos em todo território nacional e dá outras providências.

### **DIRETRIZES DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA EM RADIODIAGNÓSTICO MÉDICO E ODONTOLÓGICO**

A Secretária de Vigilância Sanitária, no uso de suas atribuições legais, tendo em vista as disposições constitucionais e a Lei 8.080, de 19 de outubro 1990, que tratam das condições para a promoção e recuperação da saúde como direito fundamental do ser humano, e considerando:

A expansão do uso das radiações ionizantes na Medicina e Odontologia no país;

Os riscos inerentes ao uso das radiações ionizantes e a necessidade de se estabelecer uma política nacional de proteção radiológica na área de radiodiagnóstico;

Que as exposições radiológicas para fins de saúde constituem a principal fonte de exposição

da população a fontes artificiais de radiação ionizante;

Que o uso das radiações ionizantes representa um grande avanço na medicina, requerendo, entretanto, que as práticas que dão origem a exposições radiológicas na saúde sejam efetuadas em condições otimizadas de proteção;

As responsabilidades regulatórias do Ministério da Saúde relacionadas com a produção, comercialização e utilização de produtos e equipamentos emissores de radiações ionizantes;

A necessidade de garantir a qualidade dos serviços de radiodiagnóstico prestados à população, assim como assegurar os requisitos mínimos de proteção radiológica aos pacientes, aos profissionais e ao público em geral;

A necessidade de padronizar, em nível nacional, os requisitos de proteção radiológica para o funcionamento dos estabelecimentos que operam com raios X diagnósticos e a necessidade de detalhar os requisitos de proteção em radiologia diagnóstica e intervencionista estabelecidos na Resolução nº 6, de 21 de dezembro de 1988, do Conselho Nacional de Saúde;

As recomendações da Comissão Internacional de Proteção Radiológica estabelecidas em 1990 e 1996, refletindo a evolução dos conhecimentos científicos no domínio da proteção contra radiações aplicada às exposições radiológicas na saúde;

As recentes Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica estabelecidas em conjunto pela Organização Mundial da Saúde, Organização Pan-americana da Saúde, Organização Internacional do Trabalho, Organização de Alimentar e Agricultura, Agência de Energia Nuclear e Agência Internacional de Energia Atômica;

1.2 Atendendo à política nacional de proteção à saúde, o presente Regulamento tem por objetivos:

a) Baixar diretrizes para a proteção da população dos possíveis efeitos indevidos inerentes à utilização dos raios X diagnósticos, visando minimizar os riscos e maximizar os benefícios desta prática.

b) Estabelecer parâmetros e regulamentar ações para o controle das exposições médicas, das exposições ocupacionais e das exposições do público, decorrentes das práticas com raios X diagnósticos.

c) Estabelecer requisitos para o licenciamento e a fiscalização dos serviços que realizam procedimentos radiológicos médicos e odontológicos.

### CAMPO DE APLICAÇÃO

Este Regulamento deve ser adotado em todo o território nacional pelas pessoas jurídicas e físicas, de direito privado e público, envolvidas com:

a) A produção e comercialização de equipamentos de raios X diagnósticos, componentes e acessórios.

b) A prestação de serviços que implicam na utilização raios X diagnósticos para fins médicos e odontológicos.

c) A utilização dos raios X diagnósticos nas atividades de pesquisa biomédica e de ensino.

### AUTORIDADE REGULATÓRIA

A Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde e os órgãos de Vigilância Sanitária dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, aqui designados de autoridades sanitárias, adotarão as medidas cabíveis para assegurar o cumprimento deste Regulamento.

### SISTEMA DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA: PRINCÍPIOS BÁSICOS

Os princípios básicos que regem este Regulamento são:

a) Justificação da prática e das exposições médicas individuais.

b) Otimização da proteção radiológica.

c) Limitação de doses individuais.

d) Prevenção de acidentes.

### JUSTIFICAÇÃO

A justificação é o princípio básico de proteção radiológica que estabelece que nenhuma prática ou fonte adstrita a uma prática deve ser autorizada a menos que produza suficiente benefício para o indivíduo exposto ou para a sociedade, de modo a compensar o detrimento que possa ser causado.

O princípio da justificação em medicina e odontologia deve ser aplicado considerando:

a) Que a exposição médica deve resultar em um benefício real para a saúde do indivíduo e/ou para sociedade, tendo em conta a totalidade dos benefícios potenciais em matéria de diagnóstico ou terapêutica que dela decorram, em comparação com o detrimento que possa ser causado pela radiação ao indivíduo.

b) A eficácia, os benefícios e riscos de técnicas alternativas disponíveis com o mesmo objetivo, mas que envolvam menos ou nenhuma exposição a radiações ionizantes.

Na área da saúde existem dois níveis de justificação: justificação genérica da prática e justi-

ficação da exposição individual do paciente em consideração.

a) Justificação genérica

(i) todos os novos tipos de práticas que envolvam exposições médicas devem ser previamente justificadas antes de serem adotadas em geral.

(ii) os tipos existentes de práticas devem ser revistos sempre que se adquiram novos dados significativos acerca de sua eficácia ou de suas consequências.

b) Justificação da exposição individual

(i) todas as exposições médicas devem ser justificadas individualmente, tendo em conta os objetivos específicos da exposição e as características do indivíduo envolvido.

Fica proibida toda exposição que não possa ser justificada, incluindo:

a) Exposição deliberada de seres humanos aos raios X diagnósticos com o objetivo único de demonstração, treinamento ou outros fins que contrariem o princípio da justificação.

b) Exames radiológicos para fins empregatícios ou periciais, exceto quando as informações a serem obtidas possam ser úteis à saúde do indivíduo examinado, ou para melhorar o estado de saúde da população.

c) Exames radiológicos para rastreamento em massa de grupos populacionais, exceto quando o Ministério da Saúde julgar que as vantagens esperadas para os indivíduos examinados e para a população são suficientes para compensar o custo econômico e social, incluindo o detrimento radiológico. Deve-se levar em conta, também, o potencial de detecção de doenças e a probabilidade de tratamento efetivo dos casos detectados.

d) Exposição de seres humanos para fins de pesquisa biomédica, exceto quando estiver de acordo com a Declaração de Helsinque, adotada pela 18ª Assembleia Mundial da OMS de 1964; revisada em 1975 na 29ª Assembleia, em 1983 na 35ª Assembleia e em 1989 na 41ª Assembleia, devendo ainda estar de acordo com resoluções específicas do Conselho Nacional de Saúde.

e) Exames de rotina de tórax para fins de internação hospitalar, exceto quando houver justificativa no contexto clínico, considerando-se os métodos alternativos.

### OTIMIZAÇÃO DA PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

O princípio de otimização estabelece que as instalações e as práticas devem ser planejadas, implantadas e executadas de modo que a magnitude das doses individuais, o número de pessoas ex-

postas e a probabilidade de exposições acidentais sejam tão baixos quanto razoavelmente exequíveis, levando-se em conta fatores sociais e econômicos, além das restrições de dose aplicáveis.

A otimização da proteção deve ser aplicada em dois níveis, nos projetos e nas construções de equipamentos e instalações, e nos procedimentos de trabalho.

No emprego das radiações em medicina e odontologia, deve-se dar ênfase à otimização da proteção nos procedimentos de trabalho, por possuir uma influência direta na qualidade e segurança da assistência aos pacientes.

As exposições médicas de pacientes devem ser otimizadas ao valor mínimo necessário para obtenção do objetivo radiológico (diagnóstico e terapêutico), compatível com os padrões aceitáveis de qualidade de imagem. Para tanto, no processo de otimização de exposições médicas deve-se considerar:

- a) A seleção adequada do equipamento e acessórios.
- b) Os procedimentos de trabalho.
- c) A garantia da qualidade.
- d) Os níveis de referência de radiodiagnóstico para pacientes.
- e) As restrições de dose para indivíduo que colabore, conscientemente e de livre vontade, fora do contexto de sua atividade profissional, no apoio e conforto de um paciente, durante a realização do procedimento radiológico.

As exposições ocupacionais e as exposições do público decorrentes das práticas de radiodiagnóstico devem ser otimizadas a um valor tão baixo quanto razoavelmente exequível, observando-se

#### LIMITAÇÃO DE DOSES INDIVIDUAIS

Os limites de doses individuais são valores de dose efetiva ou de dose equivalente, estabelecidos para exposição ocupacional e exposição do público decorrentes de práticas controladas, cujas magnitudes não devem ser excedidas.

Os limites de dose:

- a) Incidem sobre o indivíduo, considerando a totalidade das exposições decorrentes de todas as práticas a que ele possa estar exposto.
- b) Não se aplicam às exposições médicas.
- c) Não devem ser considerados como uma fronteira entre “seguro” e “perigoso”.
- d) Não devem ser utilizados como objetivo nos projetos de blindagem ou para avaliação de conformidade em levantamentos radiométricos.
- e) Não são relevantes para as exposições potenciais.

#### Exposições ocupacionais

a) As exposições ocupacionais normais de cada indivíduo, decorrentes de todas as práticas, devem ser controladas de modo que os valores dos limites estabelecidos na Resolução-CNEN n.º 12/88 não sejam excedidos. Nas práticas abrangidas por este Regulamento, o controle deve ser realizado da seguinte forma:

(i) a dose efetiva média anual não deve exceder 20 mSv em qualquer período de cinco anos consecutivos, não podendo exceder 50 mSv em nenhum ano.

(ii) a dose equivalente anual não deve exceder 500 mSv para extremidades e 150 mSv para o cristalino.

b) Para mulheres grávidas devem ser observados os seguintes requisitos adicionais, de modo a proteger o embrião ou feto:

(i) a gravidez deve ser notificada ao titular do serviço tão logo seja constatada;

(ii) as condições de trabalho devem ser revistas para garantir que a dose na superfície do abdômen não exceda 2 mSv durante todo o período restante da gravidez, tornando pouco provável que a dose adicional no embrião ou feto exceda cerca de 1 mSv neste período.

c) Menores de 18 anos não podem trabalhar com raios X diagnósticos, exceto em treinamentos.

d) Para estudantes com idade entre 16 e 18 anos, em estágio de treinamento profissional, as exposições devem ser controladas de modo que os seguintes valores não sejam excedidos.

(i) dose efetiva anual de 6 mSv;

(ii) dose equivalente anual de 150 mSv para extremidades e 50 mSv para o cristalino.

e) É proibida a exposição ocupacional de menores de 16 anos.

As exposições normais de indivíduos do público decorrentes de todas as práticas devem ser restringidas de modo que a dose efetiva anual não exceda 1 mSv.

#### PREVENÇÃO DE ACIDENTES

Deve-se desenvolver os meios e implementar as ações necessárias para minimizar a contribuição de erros humanos que levem à ocorrência de exposições acidentais.

#### REQUISITOS DE ORGANIZAÇÃO

Os serviços de radiodiagnóstico devem implementar uma estrutura organizacional de modo a

facilitar o desenvolvimento de uma cultura de segurança que se traduza em:

a) Adoção de uma atitude de prevenção e de aprimoramento constantes em proteção radiológica, como parte integrante das funções diárias de cada membro da equipe.

b) Definição clara das linhas hierárquicas para a tomada de decisões no âmbito do estabelecimento, e as responsabilidades de cada indivíduo.

c) Estabelecimento de um conjunto de regras e procedimentos, tendo a proteção radiológica como tema prioritário, incluindo a pronta identificação e correção dos problemas, de acordo com sua relevância.

Em cada serviço de radiodiagnóstico deve ser nomeado um membro da equipe para responder pelas ações relativas ao programa de proteção radiológica, denominado supervisor de proteção radiológica de radiodiagnóstico (SPR).

a) O SPR deve estar adequadamente capacitado para cumprir as responsabilidades que lhe competem e possuir certificação de qualificação conforme especificado neste Regulamento.

b) O SPR pode assessorar-se de consultores externos, conforme a necessidade e o porte do serviço. As atividades exercidas pelos assessores externos devem estar discriminadas no memorial descritivo de proteção radiológica.

Para cada setor de radiologia diagnóstica ou intervencionista desenvolvida no estabelecimento, o titular deve designar um médico, ou um odontólogo, em se tratando de radiologia odontológica, para responder pelos procedimentos radiológicos no âmbito do serviço, denominado responsável técnico (RT).

a) O RT deve estar adequadamente capacitado para as responsabilidades que lhe competem e possuir certificação de qualificação, conforme especificado neste Regulamento.

b) O RT pode responsabilizar-se por, no máximo, dois serviços, desde que haja compatibilidade operacional de horários.

c) Cada RT pode ter até dois substitutos para os casos de seu impedimento ou ausência.

d) O titular do serviço que é também RT deve assumir as responsabilidades de ambos.

É permitido ao RT assumir também as funções de SPR desde que seja possível a compatibilidade entre as funções e não haja prejuízo em seu desempenho.

É responsabilidade do médico ou odontólogo, no caso de radiologia odontológica, que prescreve ou solicita um procedimento radiológico es-

tar ciente dos riscos das radiações ionizantes, do princípio de justificação, das proibições, das limitações e vantagens da prática radiológica comparada com técnicas alternativas.

### QUALIFICAÇÃO PROFISSIONAL

Nenhum indivíduo pode administrar, intencionalmente, radiações ionizantes em seres humanos a menos que:

a) Tal indivíduo seja um médico ou odontólogo qualificado para a prática, ou que seja um técnico, enfermeiro ou outro profissional de saúde treinado e que esteja sob a supervisão de um médico ou odontólogo.

b) Possua certificação de qualificação que inclua os aspectos proteção radiológica, exceto para indivíduos que estejam realizando treinamentos autorizados.

Para responder pela solicitação ou prescrição de um procedimento radiológico é necessário possuir formação em medicina ou odontologia, no caso de radiologia odontológica.

Para responder pela função de RT é necessário possuir:

a) Formação em medicina, ou odontologia, no caso de radiologia odontológica.

b) Certificação de qualificação para a prática, emitida por órgão de reconhecida competência ou colegiados profissionais, cujo sistema de certificação avalie também o conhecimento necessário em física de radiodiagnóstico, incluindo proteção radiológica, e esteja homologado no Ministério da Saúde para tal fim.

Para desempenhar as funções de SPR no serviço é necessário atender a um dos seguintes requisitos:

a) Possuir certificação de especialista de física de radiodiagnóstico, emitida por órgão de reconhecida competência ou colegiados profissionais cujo sistema de certificação avalie o conhecimento necessário em física de radiodiagnóstico, incluindo metrologia das radiações ionizantes e proteção radiológica, e esteja homologado no Ministério da Saúde para tal fim, ou

b) Possuir a mesma certificação de qualificação exigida para o RT do serviço.

Para desempenhar as atividades de técnico de raios X diagnósticos é necessário:

a) Possuir formação de técnico em radiologia na área específica de radiodiagnóstico.

b) Comprovar conhecimento e experiência em técnicas radiográficas em medicina, considerando os princípios e requisitos de proteção radiológica estabelecidos neste Regulamento.

Qualquer indivíduo em treinamento em técnicas e procedimentos radiológicos somente pode realizar exposições médicas sob a direta supervisão de um profissional qualificado e sob a responsabilidade do RT.

#### ASSENTAMENTOS

O responsável legal pelo serviço deve manter um sistema de assentamento de dados, conforme discriminado neste Regulamento, sobre os procedimentos radiológicos realizados, sistema de garantia da qualidade, controle ocupacional implantado e treinamentos realizados.

a) Cada procedimento radiológico deve ser assentado, constando de:

(i) data do exame, nome e endereço completo do paciente, sexo, idade, indicação do exame, tipo de procedimento radiológico realizado, quantidade de filmes utilizados; e

(ii) peso e técnica radiológica (kVp, mAs, distância fonte-receptor de imagem, tela-filme), quando justificável.

#### CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS EQUIPAMENTOS

Todo equipamento de raios X diagnósticos importado ou fabricado no País deve estar de acordo com os padrões nacionais, com os padrões internacionais que o Brasil tenha acordado, além dos requisitos estabelecidos neste Regulamento.

a) O equipamento de raios X deve possuir:

(i) documentação fornecida pelo fabricante relativa às características técnicas, especificações de desempenho, instruções de operação, de manutenção e de proteção radiológica, com tradução para a língua portuguesa, quando se tratar de equipamento importado;

(ii) certificação da blindagem do cabeçote quanto à radiação de fuga.

b) A emissão de raios X, enquanto durar a exposição radiográfica, deve ser indicada por um sinal sonoro e luminoso localizado no painel de controle do aparelho.

c) As taxas de kerma no ar fora da região de exame, devido à radiação de fuga ou espalhamento, devem ser mantidas em níveis tão baixos quanto racionalmente exequíveis, levando-se em conta as restrições apresentadas neste Regulamento.

d) Os equipamentos radiográficos devem ser providos de dispositivo que corte automaticamente a irradiação ao final do tempo, dose, ou produto corrente-tempo selecionados.

e) O botão disparador deve ser do tipo que per-

mita interromper a exposição a qualquer momento dentro do intervalo selecionado de exposição, observando-se ainda os seguintes requisitos:

(i) a emissão do feixe de raios X deve ocorrer somente enquanto durar a pressão intencional sobre o botão disparador, exceto em CT;

(ii) para repetir a exposição, deve ser necessário aliviar a pressão sobre o botão e pressioná-lo novamente, salvo em casos de seriografia automática;

(iii) o botão disparador deve estar instalado de tal forma que seja difícil efetuar uma exposição acidental.

#### GARANTIA DE QUALIDADE

Os titulares devem implementar um programa de garantia de qualidade, integrante do Programa de Proteção Radiológica.

O programa de garantia de qualidade deve incluir, o assentamento dos testes e avaliações realizadas e os resultados obtidos, assim como a documentação e verificação dos procedimentos operacionais e das tabelas de exposição, considerando os requisitos de proteção radiológica estabelecidos neste Regulamento.

Toda vez que for realizado qualquer ajuste ou alteração das condições físicas originais do equipamento de raios X, deve ser realizado um teste de desempenho, correspondente aos parâmetros modificados, e manter o relatório arquivado no serviço.

#### CAPÍTULO 5 - REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA RADIOLOGIA ODONTOLÓGICA

##### DOS AMBIENTES

O equipamento de radiografia intraoral deve ser instalado em ambiente (consultório ou sala) com dimensões suficientes para permitir à equipe manter-se à distância de, pelo menos, 2 m do cabeçote e do paciente.

O equipamento de radiografia extra-oral deve ser instalado em sala específica, atendendo aos mesmos requisitos do radiodiagnóstico médico.

As salas equipadas com aparelhos de raios-X devem dispor de:

a) Sinalização visível nas portas de acesso, contendo o símbolo internacional da radiação ionizante acompanhado da inscrição: “raios X entrada restrita” ou “raios X, entrada proibida a pessoas não autorizadas”;

b) Quadro com as seguintes orientações de proteção radiológica, em lugar visível:

(i) “paciente, exija e use corretamente vestimenta plumbífera para sua proteção durante exame radiográfico”;

(ii) “não é permitida a permanência de acompanhantes na sala durante o exame radiológico, salvo quando estritamente necessário”;

(iii) “acompanhante, quando houver necessidade de contenção de paciente, exija e use corretamente vestimenta plumbífera para sua proteção durante exame radiológico”.

Para cada equipamento de raios X deve haver uma vestimenta plumbífera que garanta a proteção do tronco dos pacientes, incluindo tireóide e gônadas, com pelo menos o equivalente a 0,25 mm de chumbo.

O serviço deve possuir instalações adequadas para processamento dos filmes.

a) A câmara escura deve ser construída de modo a prevenir a formação de véu nos filmes; deve ser equipada com lanterna de segurança apropriada ao tipo de filme e possuir um sistema de exaustão adequado.

b) Para radiografias intraorais, pode ser permitida a utilização de câmaras portáteis de revelação manual, desde que confeccionadas com material opaco.

c) Para revelação manual, deve estar disponível no local um cronômetro, um termômetro e uma tabela de revelação para garantir o processamento nas condições especificadas pelo fabricante.

## DOS EQUIPAMENTOS

Em adição às características gerais aplicáveis, todo equipamento de raios X para uso odontológico deve atender aos seguintes requisitos:

a) Tensão:

(i) em radiografias intra-orais a tensão no tubo de raios X deve ser maior ou igual a 50 kVp, preferencialmente maior que 60 kVp;

(ii) equipamentos para radiografias extraorais não devem possuir tensão inferior a 60 kVp.

b) Filtração total:

(i) equipamentos com tensão de tubo inferior ou igual a 70 kVp devem possuir uma filtração total permanente não inferior ao equivalente a 1,5 mm de alumínio;

(ii) equipamentos com tensão de tubo superior a 70 kVp devem possuir uma filtração total permanente não inferior ao equivalente a 2,5 mm de alumínio.

c) Radiação de fuga:

(i) em radiografias intraorais, o cabeçote deve estar adequadamente blindado de modo a garantir

um nível mínimo de radiação de fuga, limitada a uma taxa de kerma no ar máxima de 0,25 mGy/h a 1 m do ponto focal, quando operado em condições de ensaio de fuga;

(ii) para outros equipamentos emissores de raios X os requisitos para radiação de fuga são os mesmos estabelecidos para radiodiagnóstico médico.

d) Colimação:

(i) todo equipamento de raios X deve possuir um sistema de colimação para limitar o campo de raios X ao mínimo necessário para cobrir a área em exame;

(ii) para radiografias intraorais o diâmetro do campo não deve ser superior a 6 cm na extremidade de saída do localizador. Valores entre 4 e 5 cm são permitidas apenas quando houver um sistema de alinhamento e posicionamento do filme;

(iii) em radiografias extraorais é obrigatório o uso de colimadores retangulares.

e) Distância foco-pele:

(i) equipamentos para radiografias intra-orais devem possuir um localizador de extremidade de saída aberta para posicionar o feixe e limitar a distância foco-pele;

(ii) o localizador deve ser tal que a distância foco-pele seja de, no mínimo, 18 cm para tensão de tubo menor ou igual a 60 kVp, no mínimo de 20 cm para tensão entre 60 e 70 kVp (inclusive) e, no mínimo, 24 cm para tensão maior que 70 kVp;

(iii) o localizador e o diafragma/colimador devem ser construídos de modo que o feixe primário não interaja com a extremidade de saída do localizador.

f) Duração da exposição:

(i) a duração da exposição pode ser indicada em termos de tempo ou em número de pulsos;

(ii) o sistema de controle da duração da exposição deve ser do tipo eletrônico e não deve permitir exposição com duração superior a 5 s;

(iii) deve haver um sistema para garantir que raios X não sejam emitidos quando o indicador de tempo de exposição se encontrar na posição “zero” e o disparador for pressionado.

g) O botão disparador deve ser instalado em uma cabine de proteção ou disposto de tal forma que o operador que o maneje possa ficar a uma distância de, pelo menos, 2 m do tubo e do paciente durante a exposição.

h) O sistema de suporte do cabeçote deve ser tal que o mesmo permaneça estável durante a exposição.

## PROCEDIMENTOS DE TRABALHO

A fim de reduzir a dose no paciente, devem ser adotados os seguintes procedimentos:

a) Exames radiográficos somente devem ser realizados quando, após exame clínico e cuidadosa consideração das necessidades de saúde geral e dentária do paciente, sejam julgados necessários. Deve-se averiguar a existência de exames radiográficos anteriores que tornem desnecessário um novo exame.

b) O tempo de exposição deve ser o menor possível, consistente com a obtenção de imagem de boa qualidade. Isso inclui o uso de receptor de imagem mais sensível que possa fornecer o nível de contraste e detalhe necessários. No caso de radiografias extraorais, deve-se utilizar uma combinação de filme e tela intensificadora com o mesmo critério.

c) A repetição de exames deve ser evitada por meio do uso da técnica correta de exposição e de um processamento confiável e consistente.

d) Para radiografias intraorais deve-se utilizar, preferencialmente:

(i) a técnica do paralelismo com localizadores longos;

(ii) dispositivos de alinhamento (posicionadores);

(iii) prendedores de filme e de *bite-wing* de modo a evitar que o paciente tenha que segurar o filme.

e) A extremidade do localizador deve ser colocada o mais próximo possível da pele do paciente para garantir tamanho de campo mínimo.

f) Em radiografias extraorais deve-se utilizar tamanho de campo menor ou igual ao tamanho do filme.

g) O operador deve observar e ouvir o paciente durante as exposições.

h) É proibido o uso de sistema de acionamento de disparo com retardo.

i) Uso de vestimenta de proteção individual de modo a proteger a tireóide o tronco e as gônadas dos pacientes durante as exposições. Os aventais plumbíferos devem ser acondicionados de forma a preservar sua integridade, sobre superfície horizontal ou em suporte apropriado.

## PROTEÇÃO DO OPERADOR E EQUIPE

a) Equipamentos panorâmicos ou cefalométricos devem ser operados dentro de uma cabine ou biombo fixo de proteção com visor apropriado ou sistema de televisão.

(i) o visor deve ter, pelo menos, a mesma atenuação calculada para a cabine.

(ii) a cabine deve estar posicionada de modo que, durante as exposições, nenhum indivíduo possa entrar na sala sem o conhecimento do operador;

b) Em exames intraorais em consultórios, o operador deve manter-se a uma distância de, pelo menos, 2 metros do tubo e do paciente durante as exposições. Se a carga de trabalho for superior a 30 mAmin por semana, o operador deve manter-se atrás de uma barreira protetora com uma espessura de, pelo menos, 0,5 mm equivalentes ao chumbo,

c) O operador ou qualquer membro da equipe não deve colocar-se na direção do feixe primário, nem segurar o cabeçote ou o localizador durante as exposições,

d) Nenhum elemento da equipe deve segurar o filme durante a exposição, na rotina. Somente excepcionalmente.

Somente o operador e o paciente podem permanecer na sala de exame durante as exposições.

a) Caso seja necessária a presença de indivíduos para assistirem uma criança ou um paciente debilitado, elas devem fazer uso de avental plumbífero com, pelo menos, o equivalente a 0,25 mm Pb e evitar localizar-se na direção do feixe primário.

b) Nenhum indivíduo deve realizar regularmente esta atividade.

## PROTEÇÃO DO PÚBLICO

a) O titular deve demonstrar através de levantamento radiométrico que os níveis de radiação produzidos atendem aos requisitos de restrição de dose estabelecidos neste Regulamento.

b) O acesso à sala onde exista aparelho de raios X deve ser limitado durante os exames radiológicos.

c) Uma sala de raios X não deve ser utilizada simultaneamente para mais que um exame radiológico.

## NO PROCESSAMENTO DO FILME RADIOGRÁFICO

a) Devem ser seguidas as recomendações do fabricante com respeito à concentração da solução, temperatura e tempo de revelação.

(i) deve ser afixada na parede da câmara uma tabela de tempo e temperatura de revelação;

(ii) deve-se medir a temperatura do revelador antes da revelação.

b) As soluções devem ser regeneradas ou trocadas quando necessário, de acordo com as instruções do fabricante.

c) Não devem ser utilizados filmes ou soluções de processamento com prazo de validade expirado,

d) Não deve ser realizada qualquer inspeção visual do filme durante o processamento radiográfico manual,

e) A câmara escura e as cubas de revelação devem ser mantidas limpas.

Os filmes devem ser armazenados em local protegido do calor, umidade, radiação e vapores químicos.

### CONTROLE DE QUALIDADE

O controle de qualidade, previsto no programa de garantia de qualidade, deve incluir o seguinte conjunto mínimo de testes de constância, com frequência mínima de dois anos:

- a) Camada semirredutora;
- b) Tensão de pico;
- c) Tamanho de campo;
- d) Reprodutibilidade do tempo de exposição ou reprodutibilidade da taxa de kerma no ar;
- e) Linearidade da taxa de kerma no ar com o tempo de exposição;
- f) Dose de entrada na pele do paciente;
- g) Padrão de imagem radiográfica;
- h) Integridade das vestimentas de proteção individual.

### PADRÕES DE DESEMPENHO

a) Os níveis de radiação de fuga são definidos a 1 m do foco, fora do feixe primário, pelo valor médio sobre áreas de medição de 100 cm<sup>2</sup>, com dimensão linear que não exceda 20 cm.

b) O valor da camada semirredutora do feixe útil não deve ser menor que o valor mostrado na Tabela II para tensão de tubo máxima de operação, de modo a demonstrar conformidade com os requisitos de filtração mínima. Valores intermediários podem ser obtidos por interpolação.

c) A tensão medida no tubo não deve ser inferior a 50 kVp, com uma tolerância de - 3 kV.

d) O seletor de tempo de exposição deve garantir exposições reprodutíveis de modo que o desvio (diferença entre duas medidas de tempo de exposição) máximo seja menor ou igual a 10% do valor médio, para quatro medidas. Alternativamente, para um dado tempo de exposição, a taxa de kerma no ar deve ser reprodutível em 10%.

e) A taxa de kerma no ar deve ser linear com o tempo de exposição. O desvio (diferença entre duas medidas) máximo não deve ultrapassar  $\pm$  20% do valor médio, para os tempos comumente utilizados.

f) As doses na entrada na pele dos pacientes em radiografia intra-oral devem ser inferiores ao nível de referência de radiodiagnóstico apresentados no Anexo A da Portaria 453.

### Bibliografia

1. Abramovitch K, Thomas LP. X-Radiation: Potential Risks and Dose-Reduction Mechanisms. *Compendium* 14 (No.5):642-7, 1993.
2. Aruoma OI. Characterization of drugs as antioxidant prophylactics. *Free Radic Biol*
3. Borek C. Molecular mechanisms in cancer induction and prevention. *Env Healt Perfect Suppl.* v. 101, p. 237-245, 1993.
4. British Orthodontic Society. Guidelines for the use of Radiographs in Clinical Orthodontics (In press, 2001.)
5. BS 60601-2-28:1993. Medical electrical equipment. Part 2. Particular requirements for safety of X-ray source assemblies and X-ray tube assemblies for medical diagnosis. London, BSI, 1993.
6. BS EN 606 01-1-3:1995. Medical electrical equipment. Part 1. General requirements for safety. Section 1.3 Collateral standard: General requirements for radiation protection in diagnostic X-ray equipment. London, BSI, 1995.
7. Burri BJ. Beta-carotene and human health: a review of corrent research. *Nutr Res*, v. 17, p. 547-580, 1997.
8. DH. Peer Review and Clinical Audit in General Dental Practice (known as the Green Book). National Centre for Continuing Professional Education of Dentists on behalf of DH (1997) (revised 2000).
9. DSASTAB (now DNSTAB) and CoR. Dental Radiography Course for Dental Surgery Assistants. London, CoR 1994.
10. EC. Council Directive 96/29/Euratom of 13 May 1996 laying down basic safety standards for the protection of health of workers and the general public against the dangers arising from ionising radiation. *Official Journal of the European Communities* 1996;39, L159, 1-114.
11. EC. Council Directive 97/43/Euratom of 30 June 1997 on health protection of individuals against the dangers of ionising radiation in relation to medical exposure.
12. EC. Medical Devices Directive 93/42/EEC. Opinion on the proposal for a Council directive concerning medical devices. *Official Journal of the European Communities* 1992, 5, No C79 1-3, 1992.
13. FGDP (UK). Selection Criteria for Dental Radiography (1998). London, Royal College of Surgeons of England.

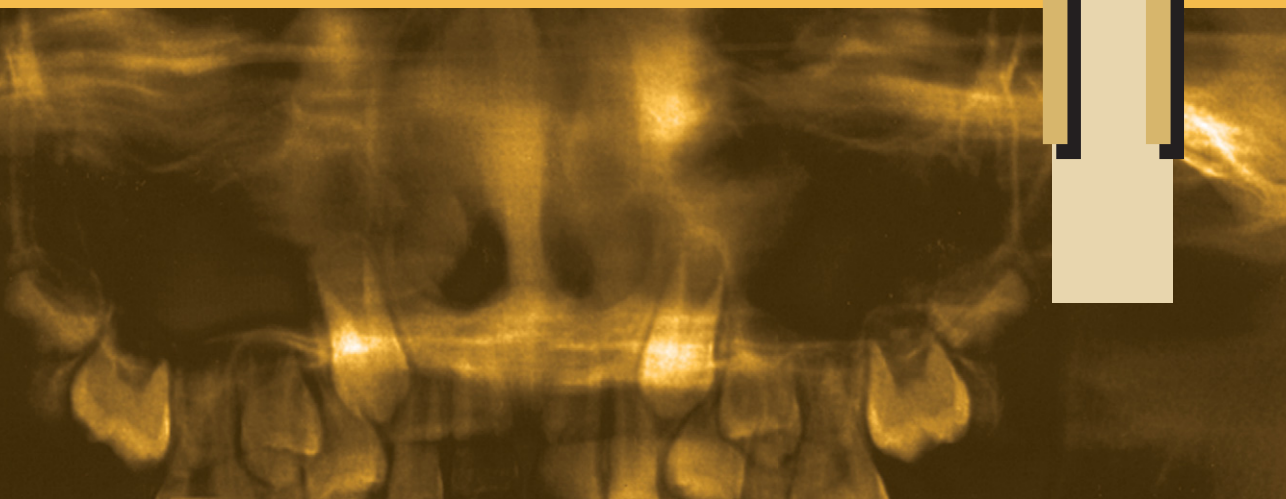
14. Goaz PW, White SC. Oral Radiology Principles and Interpretation, 3rd ed. St Louis: Mosby, 1994.
15. Guidance on Regulations. Sudbury, HSE Books L64 (1996).
16. Health and Safety at Work etc Act 1974. London, HMSO, 1974.
17. Hipkiss AR, et al. Protective effects of carnosine against malondialdehyde-induced toxicity towards cultured rat brain endothelial cells. *Neurosci Lett*, v. 238, p. 135-138, 1997.
18. HSE. Fitness of equipment used for medical exposure to ionising radiation. Sudbury, HSE, Guidance Note PM77, 1992.
19. HSE. Statement on Radiation Protection Advisers. Available from the HSE website, as at February 2001.
20. ICRP. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60. *Annals of the ICRP*, 21, Nos 1-3, 1991.
21. IPEM. Medical and Dental Guidance Notes. A good practice guide to implement ionizing radiation protection legislation in the clinical environment. York, IPEM (in draft).
22. IPEM. Recommended Standards for the Routine Performance Testing of Diagnostic X-ray Imaging Systems. York, IPEM Report No 77, 1998.
23. Langland OE, Langlais RP. Principles of Dental Imaging. Baltimore: Williams & Wilkins, 1997.
24. Malinda KM, Kleinman HK. The Laminins. *Int J Biochem Cell Biol* 1996;(28): 957-959.
25. Management of Health and Safety at Work Regulations 1999. SI (1999) No 3242. London, the Stationery Office, 1999.
26. Medical Devices Regulations 1994. SI 1994 No 3017. London, HMSO, 1994.
27. Napier ID. Reference doses for dental radiography. *British Dental Journal* 1999;186:392-396.
28. National Radiological Protection Board – 2001 57.
29. NRPB. Guidelines on Patient Dose to Promote the Optimisation of Protection for Diagnostic Medical Exposures. Documents of the NRPB, 10, No 1, 1999.
30. NRPB. Guidelines on Radiology Standards for Primary Dental Care. Documents of the NRPB, 5, No 3, 1994.
31. Official Journal of the European Communities 40, L180, 1997.
32. Pontual MLA, Domingos AAC, Almeida SM. A importância dos radioprotetores na vida cotidiana. *Revista de Ciência Educação e Cultura*, Ano 2 - n° 2 - Mar/Abr/Maio de 2004.
33. Radiation Health in Dentistry. Procter & Gamble Website for Professionals Continuing Education Section in [www.dentalcare.com](http://www.dentalcare.com)
34. Report of a joint working party of the British Society for the Study of Orthodontics and the British Society of Dental and Maxillofacial Radiology. Reduction of the dose to patients during lateral cephalometric radiography. *British Dental Journal* 1985;158:415.
35. Rushton VE, Horner K. A comparative study of radiographic quality with five periapical techniques in general dental practice. *Dentomaxillofac Radiol* 1994, 23:37-45. Rushton VE, Horner K, Worthington HV. The quality of panoramic radiographs in a sample of general dental practices. *British Dental Journal* 1999;186:630-633.
36. Safe Use of Work Equipment, ACoP and guidance on the Provision and Use of Work Equipment Regulations 1998. Sudbury, HSE Books L22, 1998.
37. Safety signs and signals. The Health and Safety (Safety Signs and Signals) Regulations.
38. Tanner RJ, Wall BF, Shrimpton PC, Hart D, Bungay DR. Frequency of Medical and Dental X-ray Examinations in the UK 1997/98. Chilton, NRPB-R320, 2000.
39. The first five years. The undergraduate dental curriculum. London, General Dental Council, 1997.
40. The Ionising Radiation (Medical Exposure) Regulations 2000. SI 2000. No 1059. London, the Stationery Office, 2000.
41. The Ionising Radiation (Protection of Persons Undergoing Medical Examination or Treatment) Regulations 1988. SI 1988. No 778. London, HMSO, 1988.
42. The Ionising Radiations Regulations 1999. SI 1999. No 3232. London, The Stationery Office, 1999.
43. van der Stelt PF. Filmless imaging: the uses of digital radiography in dental practice. *J Am Dent Assoc*. 2005; Oct;136(10):1379-87.
44. White SC, Pharoah MJ. Radiation Biology. In: White SC, Pharoah MJ. *Oral Radiology: Principles and Interpretation*. St Louis: Mosby, 1999. Cap. 2, p. 22-40. Work with ionising radiation. Ionising Radiations Regulations 1999. Approved Code of Practice and Guidance. Sudbury, HSE Books L121 (2000).

#### Site

1. <http://www.fda.gov/cdrh/radhlth/adaxray-1.html>
2. <http://www.aulasdebiofisica.nupet.com.br/Radiobiologia.pdf>.

Página deixada intencionalmente em branco

# ANATOMIA RADIOGRÁFICA NORMAL



## SUMÁRIO

- *Anatomia* (do grego antigo *anatome*, “seccionar”) é o ramo da biologia no qual se estudam a estrutura e organização dos seres vivos, tanto externa quanto internamente (<http://pt.wikipedia.org/wiki/Anatomia>).
- Todas as espécies/estruturas têm características que são inerentes, que lhe são normais.
- Para o reconhecimento dessas estruturas normais dos dentes e de outras estruturas do complexo maxilo-mandibular, vistos como projeção de sombras radiográficas, é preciso o conhecimento prévio do equivalente à morfofisiologia, além, é claro, do conhecimento das técnicas radiográficas odontológicas.
- Para poder apontar o estado patológico e/ou anormal, deve-se conhecer primariamente a imagem radiográfica da estrutura anatômica normal.
- É importante o reconhecimento da estrutura anatômica normal, dentre as imagens radiolúcidas e radiopacas.

## OBJETIVOS

### Objetivo Geral

Fornecer ao aluno condições de reconhecer as estruturas normais, que aparecem quando da execução das técnicas radiográficas intraorais e extraorais mais utilizadas pelo cirurgião dentista clínico-geral, e diferenciá-las das patológicas.

### Objetivos Específicos

Reconhecer e diferenciar estruturas normais das da região dos maxilares e mandíbula, nas seguintes técnicas:

- periapical da bisettriz;
- periapical do paralelismo;
- oclusal;
- interproximal;
- panorâmica;
- cefalométrica lateral e pósterio-anterior; e
- ATM transcraniana.

## Dentes: Constituição (Figura 11.1)

Itens	Conteúdo
Esmalte	É o tecido mais duro do corpo humano, com maior radiopacidade. Envolve toda a parte externa da coroa dental. No filme, aparece quase transparente (na luz transmitida, expressa-se como sendo branco).
Dentina	A radiopacidade é mais baixa do que o esmalte. Na região coronária, ela é envolvida pelo esmalte e na região radicular é envolvida pelo cimento. No filme, aparece radiopaca, mas com intensidade inferior à do esmalte.
Cimento	Envolve toda a raiz do dente, sendo sua radiopacidade muito semelhante à da dentina. Assim, não é possível diferenciá-la da dentina radiograficamente.
Polpa	Aparece na parte interna do dente como uma radiolucência. Ocupa parte da coroa e parte da raiz do dente, até sua ápice. Na região radicular, em alguns casos, aparecem ramificações.

## Tecido Periodontal

### Espaço do ligamento periodontal

É visto como uma linha escura (radiolúcida) separando o dente do alvéolo dental.

### “Lâmina dura” cortical do alvéolo

É aquela cortical, ou linha radiopaca, que coincide com o contorno da raiz dentária e forma a fossa alveolar, sendo vista em sua normalidade como uma fina linha branca (radiopaca). É também chamada de lâmina dura. Em geral, tem um significado importante para a existência de uma patologia, embora, conforme a condição estrutural do osso, não possa ser vista.

Ela contorna a porção radicular do dente e continua até atingir a borda alveolar conhecida como crista óssea alveolar. Mede décimos de milímetro, e pode se apresentar espessada, com perda de detalhes, ou até com solução de continuidade (interrompida) em decorrência de alguma força excessiva aplicada ao dente, trauma, inflamação, anormalidades e patologias (Figura 11.2).

### Tubérculo ósseo

Num osso esponjoso, os tubérculos ósseos se entrelaçam de forma complexa, sendo vistos em forma de escada ou reticulada. Comparando-se as regiões da maxila com a mandíbula e ainda a região alveolar, com a região do osso basal, notam-se diferenças importantes em suas densidades e forma.

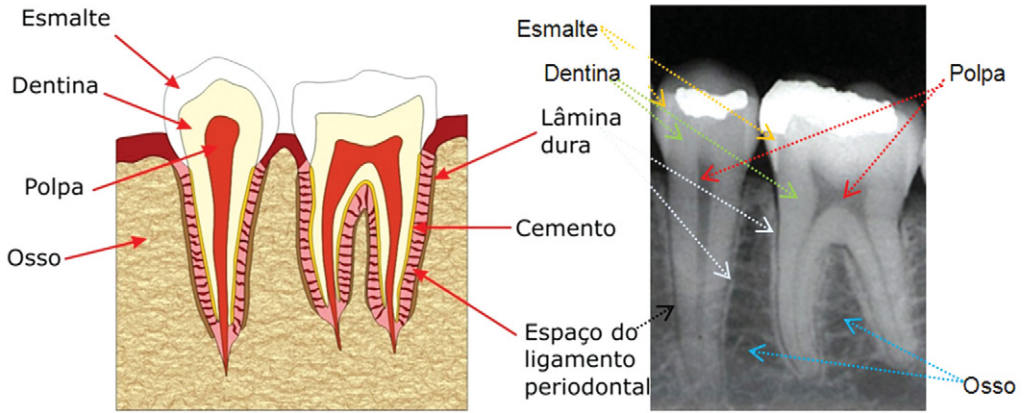
### Osso alveolar

No processo alveolar, ele constitui a fossa alveolar. No lado labial dos dentes anteriores, o osso alveolar é mais fino, formando o toro alveolar.

### Canal nutricional ou nutrício

Na região do rebordo alveolar, em alguns casos observa-se o canal nutricional linear. E, ainda, o canal pode ser visto também serpenteando dentro do contorno do seio maxilar. É preciso tomar cuidado para não confundí-lo com linha de fratura.

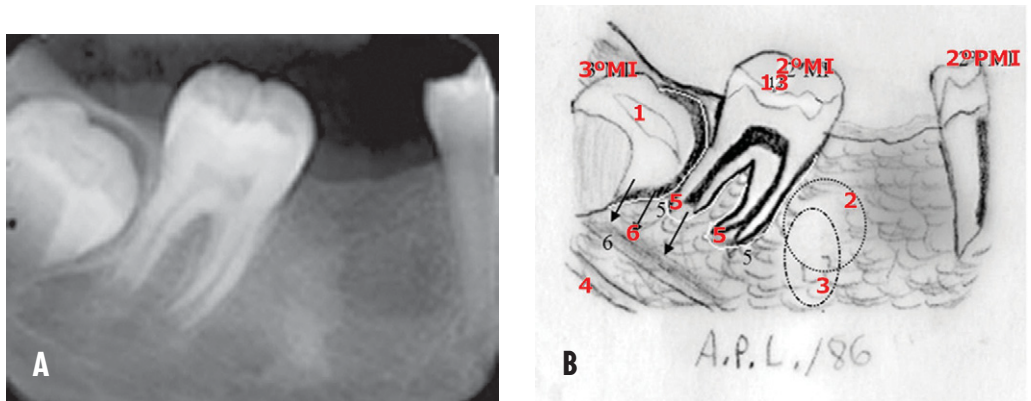
## Regiões Dentárias (Figuras 11.3 a 11.24)



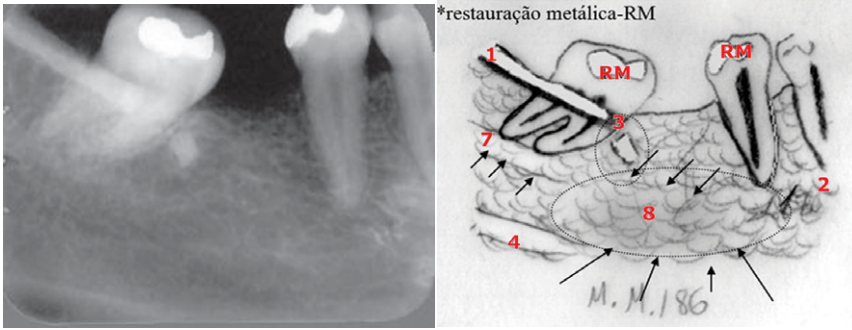
**Figura 11.1** - Esquema ilustrativo e radiografia periapical apontando as principais estruturas dentais e de suporte do dente.



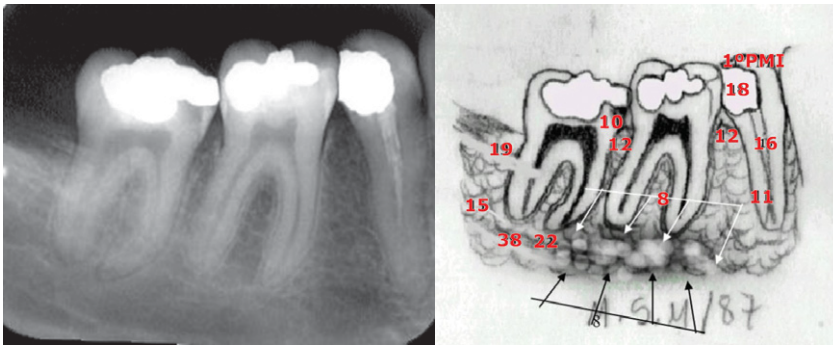
**Figura 11.2** - Radiografia periapical com destaque para a lâmina dura do alvéolo dental.



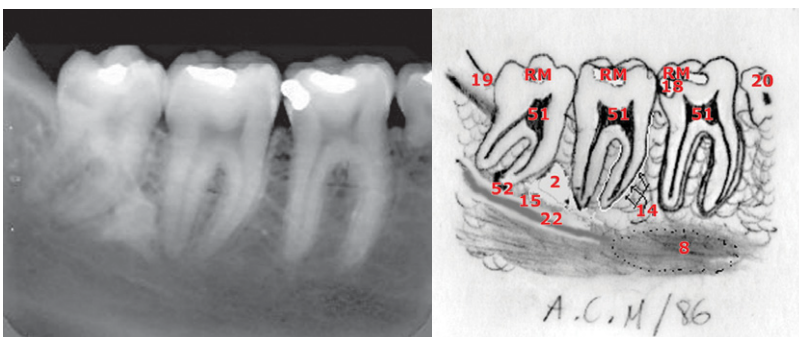
**Figura 11.3 A e B** - Radiografia periapical da região de molar inferior direito e esquema ilustrativo da radiografia periapical ao lado. 1. Dente em formação; 2. osteíte condensante; 3. fragmento radicular; 4. bordo inferior da mandíbula; 5. rizogênese incompleta; 6. parede superior do canal da mandíbula; 13. fissura oclusal profunda.



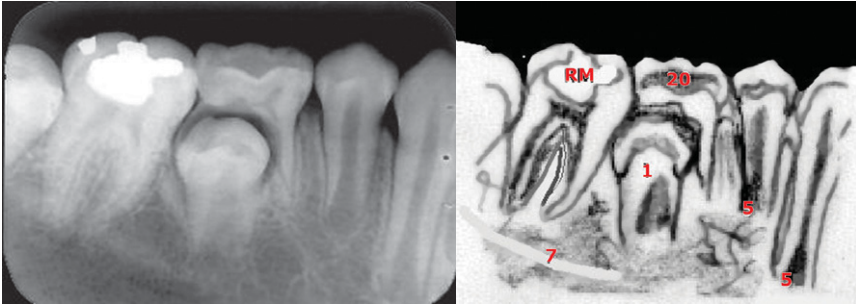
**Figura 11.4 A e B** - Radiografia periapical da região de molar inferior direito e esquema ilustrativo da radiografia periapical ao lado. 1. Dente em formação; 19. linha oblíqua 2. osteíte condensante; 3. fragmento radicular; 4. bordo inferior da mandíbula; 7. linha milo-hióidea; 8. fôvea da glândula submandibular.



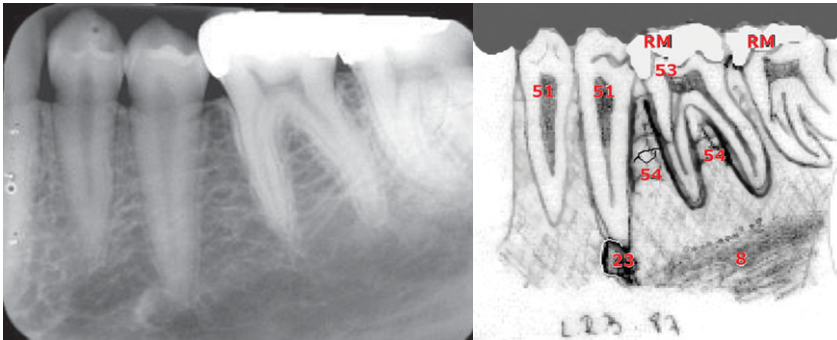
**Figura 11.5 A e B** - Radiografia periapical da região de molar inferior direito e esquema ilustrativo da radiografia periapical ao lado. 8. fôvea da glândula Submandibular; 10. Recidiva de cárie; 11. conduto radicular parcialmente obturado; 12. reabsorção inicial de crista óssea; 15. parede superior do canal da mandíbula – cortical; 16. tratamento endodôntico insatisfatório; 18. restauração com falta/excesso; 19. linha oblíqua; 22. canal da mandíbula; 38. parede inferior do canal da mandíbula – cortical.



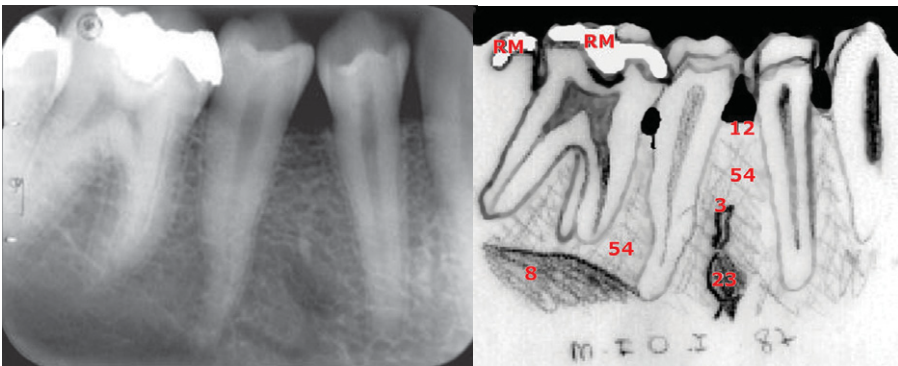
**Figura 11.6 A e B** - Radiografia periapical da região de molar inferior direito e esquema ilustrativo da radiografia periapical ao lado. 2. Osteíte condensante; 8. fôvea da glândula submandibular; 14. lâmina dura íntegra; 15. parede superior do canal da mandíbula -cortical; 18. restauração com falta/excesso; 19. linha oblíqua; 22. canal da mandíbula; 51. câmara pulpar. Nos dentes recém-irrompidos, em geral a câmara pulpar é ampla, porém com a idade e, é claro, por causa da função dos dentes na mastigação, haverá deposição de dentina secundária no seu teto (local de onde convergem as forças oclusais), o que provoca a diminuição gradativa do tamanho dela; 52. espaço do ligamento periodontal aumentado (apical).



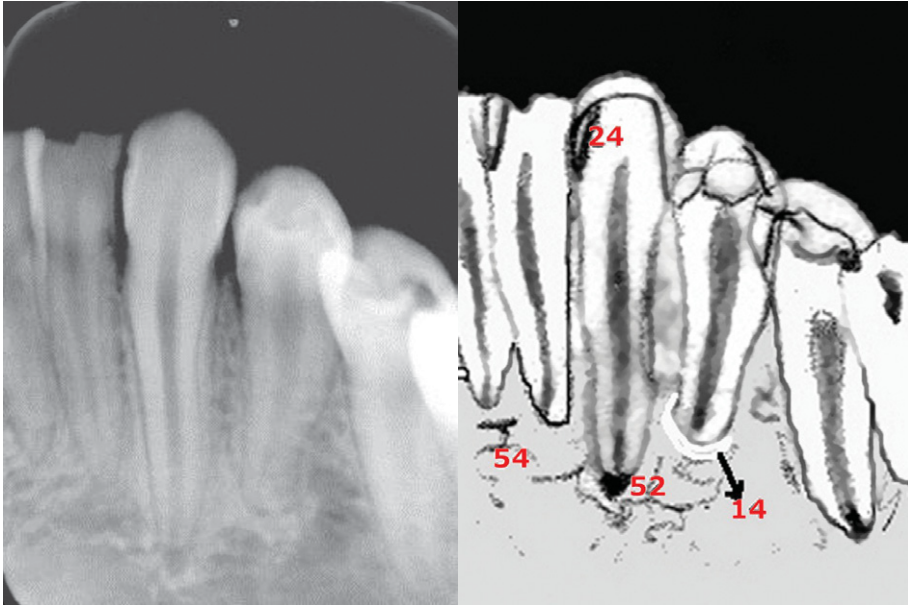
**Figura 11.7 A e B** - Radiografia periapical da região de pré-molar inferior direito e esquema ilustrativo da radiografia periapical ao lado. 1. Dente em formação (2° PMI); 5. rizogênese incompleta; 7. linha milo-hióidea; 20. dente decíduo.



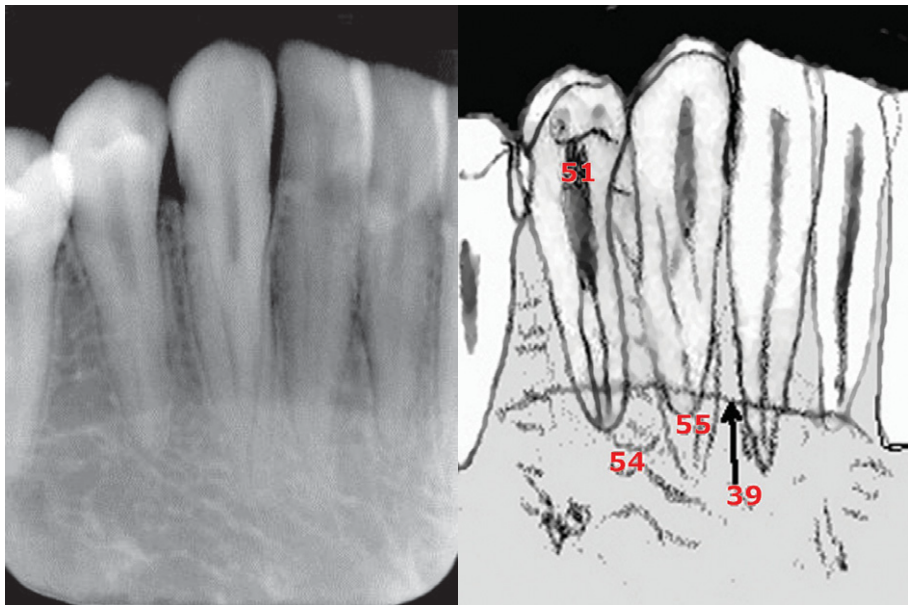
**Figura 11.8 A e B** - Radiografia periapical da região de pré-molar inferior esquerdo e esquema ilustrativo da radiografia periapical ao lado. 8. Fóvea da glândula submandibular; 51. câmara pulpar. Nos dentes recém-erupcionados, em geral a câmara pulpar é ampla, porém com a idade e, é claro, por causa da função dos dentes na mastigação, haverá deposição de dentina secundária no teto da mesma (local de onde convergem as forças oclusais), que vai o seu tamanho; 53. corno pulpar (mesial, sempre é maior); 23. forame mental (junto ao ápice do 2° PMI); 54. trabeculado ósseo.



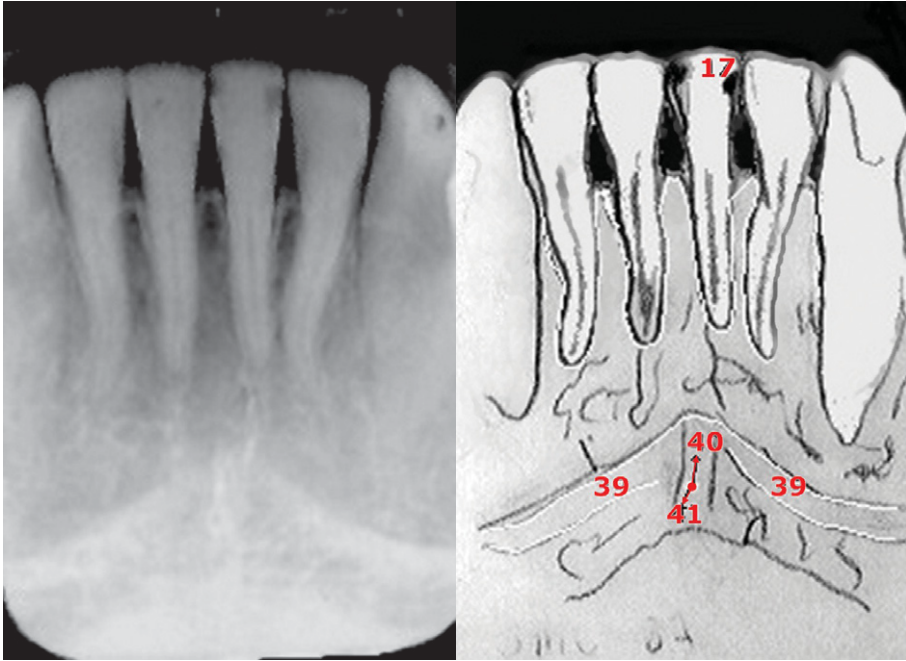
**Figura 11.9 A e B** - Radiografia periapical da região de pré-molar inferior direito e esquema ilustrativo da radiografia periapical ao lado. 8. Fóvea da glândula submandibular; 3. fragmento radicular; 12. reabsorção inicial de crista óssea; 23. forame mental; 54. trabeculado ósseo.



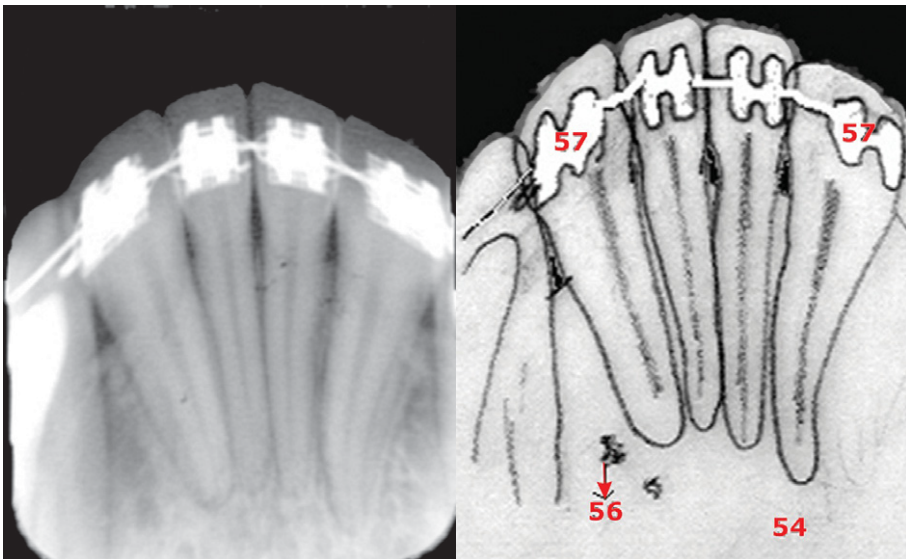
**Figura 11.10 A e B** - Radiografia periapical da região de canino inferior esquerdo e esquema ilustrativo da radiografia periapical ao lado. 14. lâmina dura (espessada); 24. imagem radiolúcida, compatível com cárie; 52. espaço ligamento periodontal (aumentado apical); 54. trabeculado ósseo.



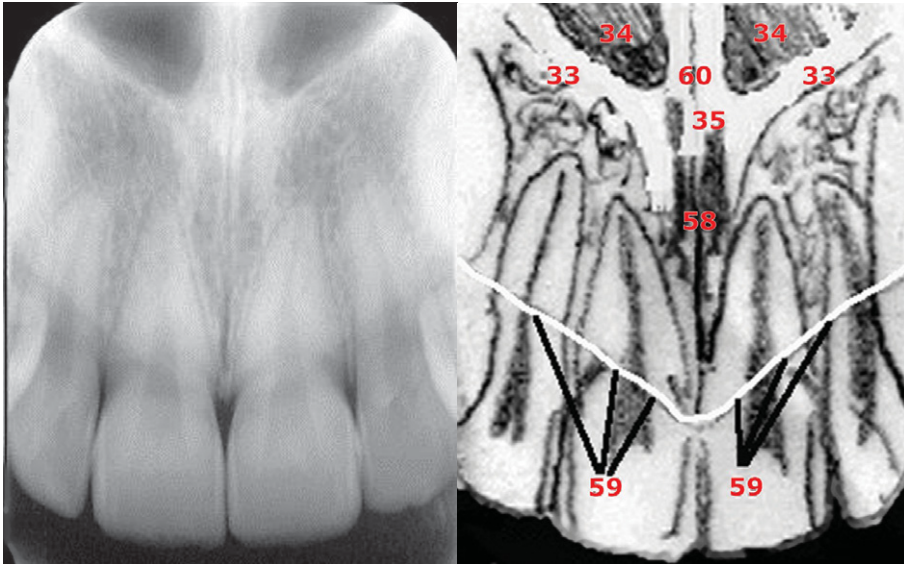
**Figura 11.11 A e B** - Radiografia periapical da região de canino inferior direito e esquema ilustrativo da radiografia periapical ao lado. 39. Sínfise mental; 51. câmara pulpar. Nos dentes recém-erupcionados, em geral a câmara pulpar é ampla, porém com a idade e, é claro, por causa da função dos dentes na mastigação, haverá deposição de dentina secundária no seu teto (local de onde convergem as forças oclusais), o que provoca a diminuição gradativa do tamanho dela; 54. trabeculado ósseo; 55. raiz supranumerária no dente 43.



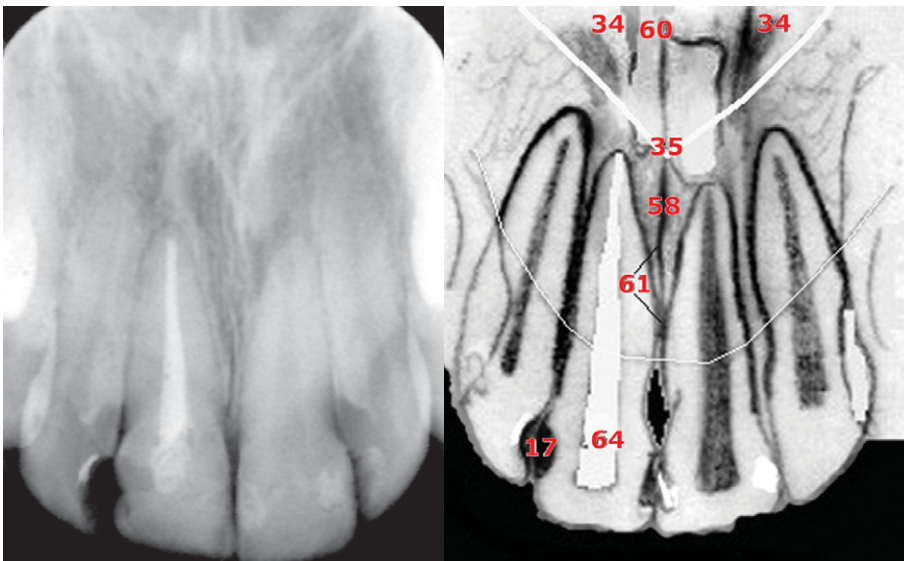
**Figura 11.12 A e B** - Radiografia periapical da região de incisivos inferiores e esquema ilustrativo da radiografia periapical ao lado. 17. Imagem radiolúcida na coroa, compatível com cárie; 39. sínfise mental; 40. foramina lingual (radiolúcida); 41. espinha geniana (radiopaca).



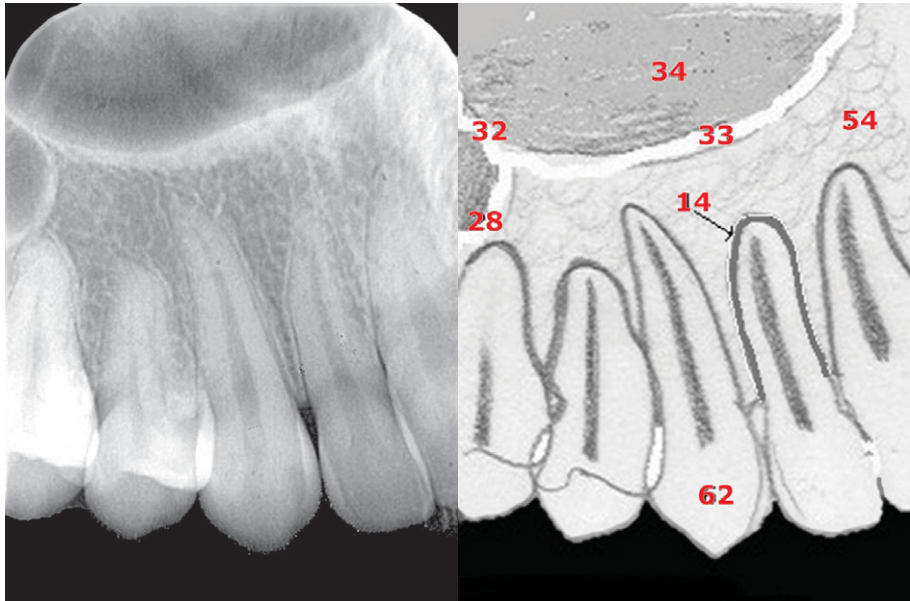
**Figura 11.13 A e B** - Radiografia periapical da região de incisivos inferiores e esquema ilustrativo da radiografia periapical ao lado. 57. aparelho ortodôntico; 54. trabeculado ósseo; 56. canal nutricional.



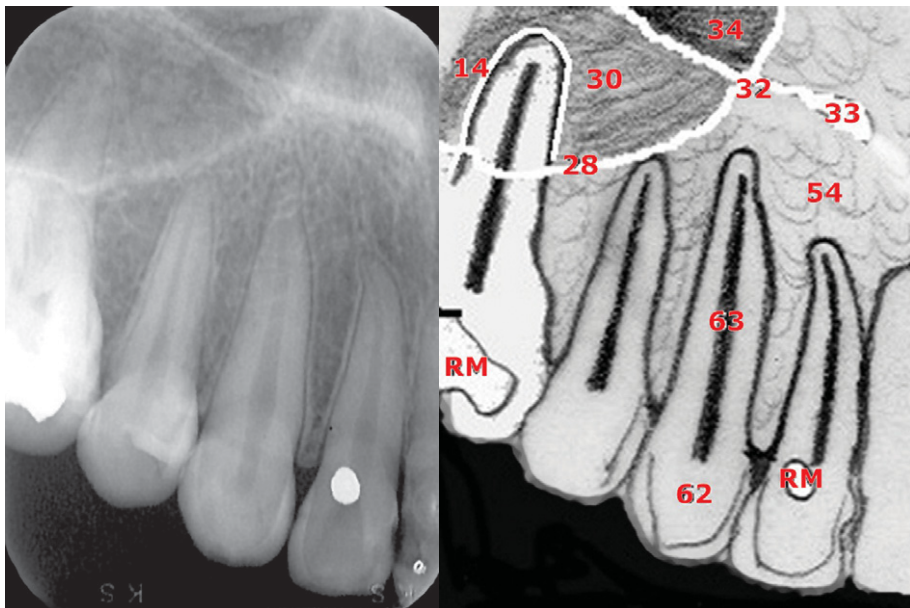
**Figura 11.14 A e B** - Radiografia periapical da região de incisivos superiores e esquema ilustrativo da radiografia periapical ao lado. 33. Parede laterobasal da fossa nasal; 34. fossa nasal; 35. espinha nasal anterior; 58. fossa incisiva; 59. sombra do tecido mole do nariz (cartilagem nasal); 60. septo nasal.



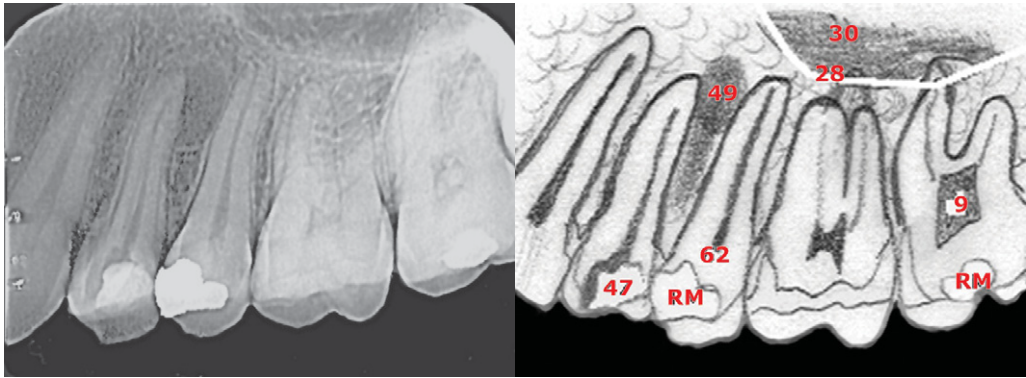
**Figura 11.15 A e B** - Radiografia periapical da região de incisivos superiores e esquema ilustrativo da radiografia periapical ao lado. 17. Imagem radiolúcida na coroa compatível com restauração plástica; 34. fossa nasal; 35. espinha nasal anterior; 58. fossa incisiva; 60. septo nasal; 61. sutura palatina mediana; 64. canal radicular obturado.



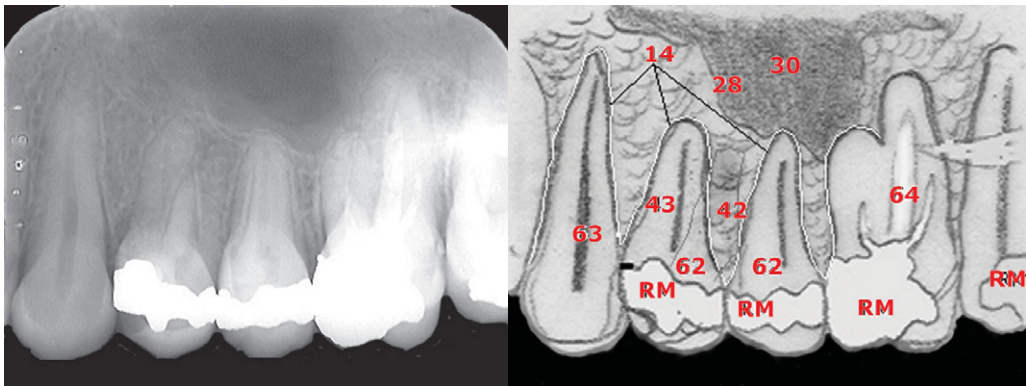
**Figura 11.16 A e B** - Radiografia periapical da região de canino superior direito e esquema ilustrativo da radiografia periapical ao lado. 14. Lâmina dura; 28. parede laterobasal do seio maxilar; 32. “Y” invertido de Ennis; 33. parede laterobasal da fossa nasal; 34. fossa nasal; 54. trabeculado ósseo; 62. dente canino superior.



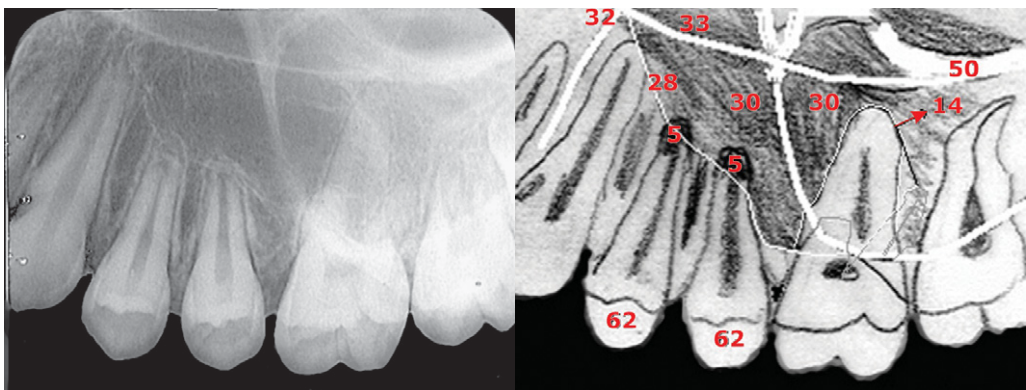
**Figura 11.17 A e B** - Radiografia periapical da região de canino superior direito e esquema ilustrativo da radiografia periapical ao lado. 14. Lâmina dura. Note que a imagem mostra o dente dentro do seio maxilar. Podemos observar a lâmina dura e espaço do ligamento periodontal ao redor de toda a raiz. Assim, trata-se apenas de sobreposição de imagem, pois se o dente estivesse realmente dentro do seio maxilar, não seria possível ver o espaço do ligamento periodontal.; 28. parede laterobasal do seio maxilar; 30. seio maxilar; 32. “Y” invertido de Ennis; 33. parede laterobasal da fossa nasal; 34. fossa nasal; 54. trabeculado ósseo; 62. dente canino superior; 63. canal radicular.



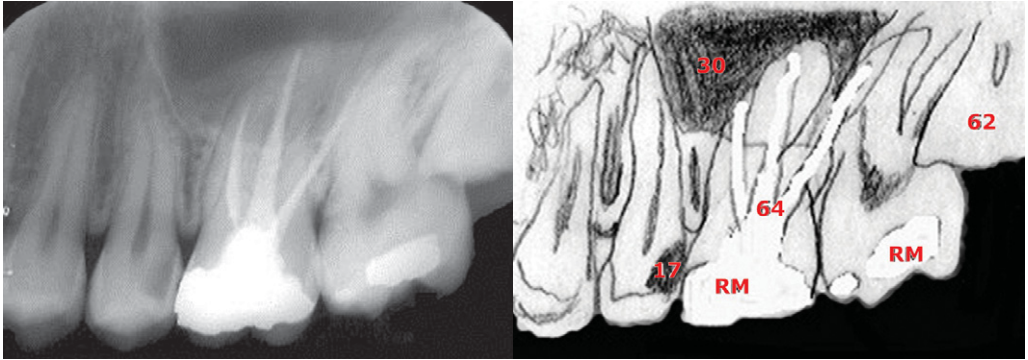
**Figura 11.18 A e B** - Radiografia periapical da região de pré-molar superior esquerdo e esquema ilustrativo da radiografia periapical ao lado. 9. Nódulo de calcificação pulpar no interior do conduto radicular ou câmara pulpar; 28. parede laterobasal do seio maxilar; 30. seio maxilar; 47. restauração provisória; 49. lesão radiolúcida; 62. dente 2º PMS.



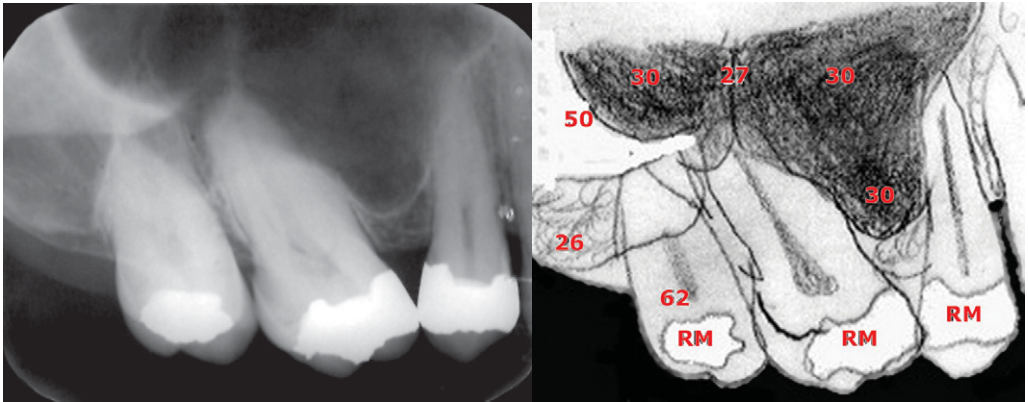
**Figura 11.19** - Radiografia periapical da região de pré-molar superior esquerdo e esquema ilustrativo da radiografia periapical ao lado. 14. lâmina dura; 28. parede laterobasal do seio maxilar; 30. seio maxilar; 42. raiz vestibular do 1º PMS; 43. raiz palatina do 1º PMS; 62. dentes PMS; 64. canal radicular obturado.



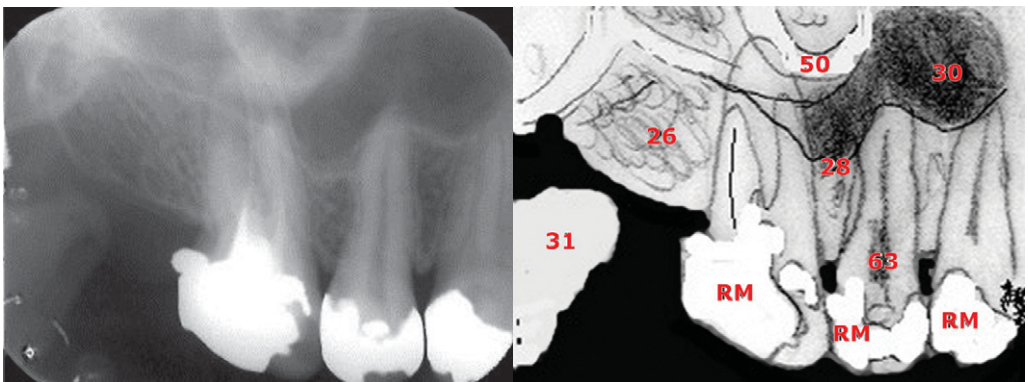
**Figura 11.20** - Radiografia periapical da região de pré-molar superior esquerdo e esquema ilustrativo da radiografia periapical ao lado. 5. Rizogênese incompleta; 14. lâmina dura; 28. parede laterobasal do seio maxilar; 30. seio maxilar; 32. "Y" invertido de Ennis; 33. parede laterobasal da fossa nasal; 62. dentes PMS; 50. processo zigomático da maxila.



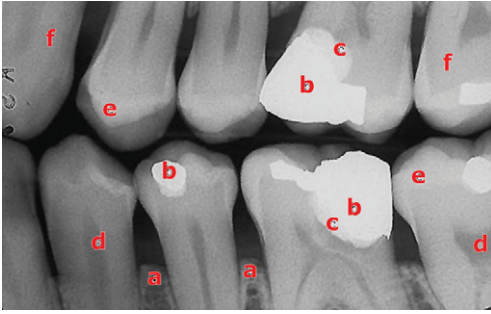
**Figura 11.21** - Radiografia periapical da região molar superior esquerdo e esquema ilustrativo da radiografia periapical ao lado. 17. Imagem radiolúcida na coroa compatível com cárie; 30. seio maxilar; 62. dente 3º MS; 64. canal radicular obturado.



**Figura 11.22** - Radiografia periapical da região de molar superior direito e esquema ilustrativo da radiografia periapical ao lado. 26. Tuberosidade; 27. cortical sinusal; 30. seio maxilar; 50. processo zigomático da maxila; 62. dente 3º MS.

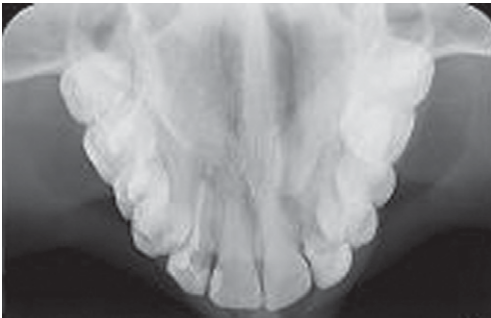


**Figura 11.23** - Radiografia periapical da região de molar superior direito e esquema ilustrativo da radiografia periapical ao lado. 26. Tuberosidade; 28. parede laterobasal do seio maxilar; 30. seio maxilar; 31. processo coronoide da mandíbula; 50. processo zigomático da maxila; 63. canal radicular.

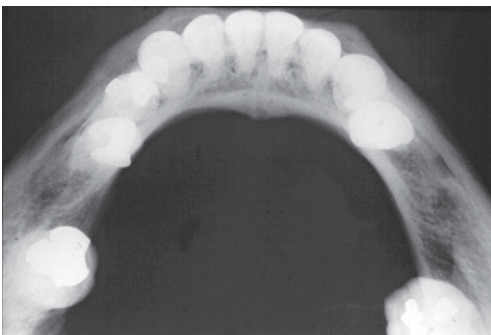


**Figura 11.24** - Radiografia interproximal da região molar e pré-molar. a. Crista óssea alveolar; b. restauração metálica; c. restauração da base; d. polpa; e. esmalte; f. dentina.

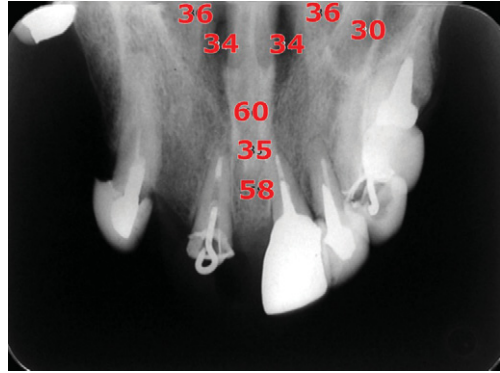
**Região Maxilofacial – Estruturas Técnicas radiográficas oclusais (Figuras 11.25 a 11.32)**



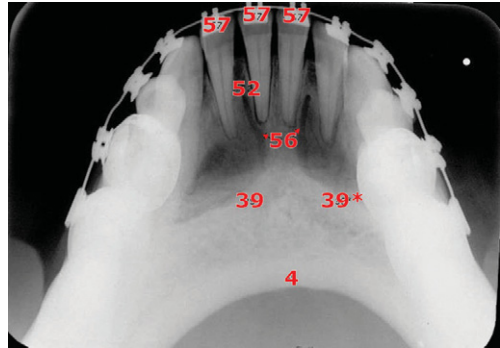
**Figura 11.25** - Principais entidades anatômicas: forame palatino maior, conduto nasolacrimal, cavidade nasal, septo nasal, espinha nasal anterior, parede lateral da fossa nasal, concha nasal inferior, seio maxilar, sutura intermaxilar, canal incisivo ou nasopalatino.



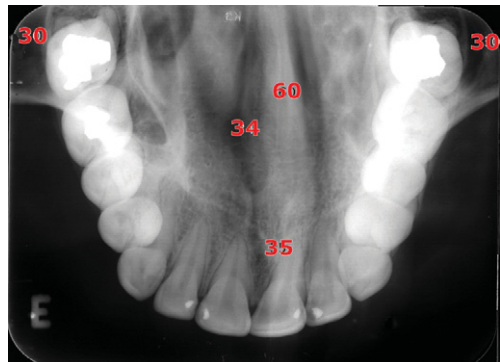
**Figura 11.26** - O corpo da mandíbula pode ser visto como uma faixa radiopaca devido ao osso compacto que é cortical vestibular e lingual. Principais entidades anatômicas: forame mental, espinha geniana, protuberância mental, foramina lingual.



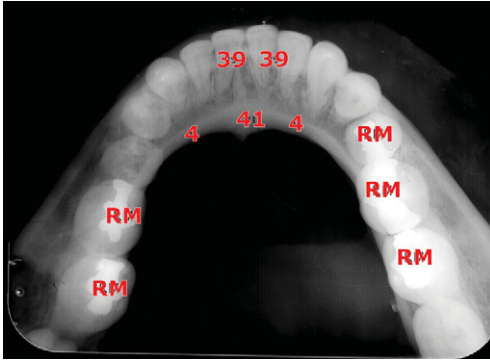
**Figura 11.27** - Radiografia oclusal superior. 30. Seio maxilar; 34. fossa nasal; 35. espinha nasal anterior; 36. concha nasal inferior; 58. fossa incisiva, de onde partem os canais incisivos para a fossa nasal; 60. septo nasal.



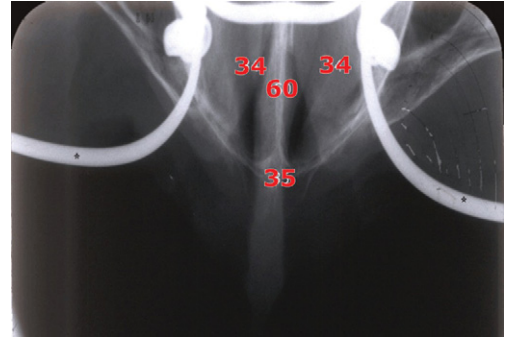
**Figura 11.28** - Radiografia oclusal inferior. 39. Sínfise mental; 4. base da mandíbula – cortical inferior da mandíbula; 56. canal nutrição ou canal nutriente; 57. aparelho ortodôntico (metálico).



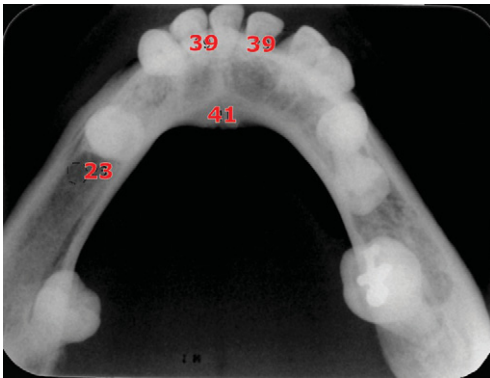
**Figura 11.29** - Radiografia oclusal superior. 30. Seio maxilar; 34. fossa nasal; 35. espinha nasal anterior; 60. septo nasal.



**Figura 11.30** - Radiografia oclusal inferior. 39. Sínfise mental; 41. espinha geniana; 4. base da mandíbula – cortical inferior da mandíbula.



**Figura 11.31** - Radiografia oclusal superior. 34. Fossa nasal; 35. espinha nasal anterior; 60. septo nasal. Erro na técnica radiográfica ao radiografar o paciente, sem que este retirasse seus óculos (contornos radiopacos).



**Figura 11.32** - Radiografia oclusal inferior. 23. Forame mental; 39. sínfise mental; 41. espinha geniana.

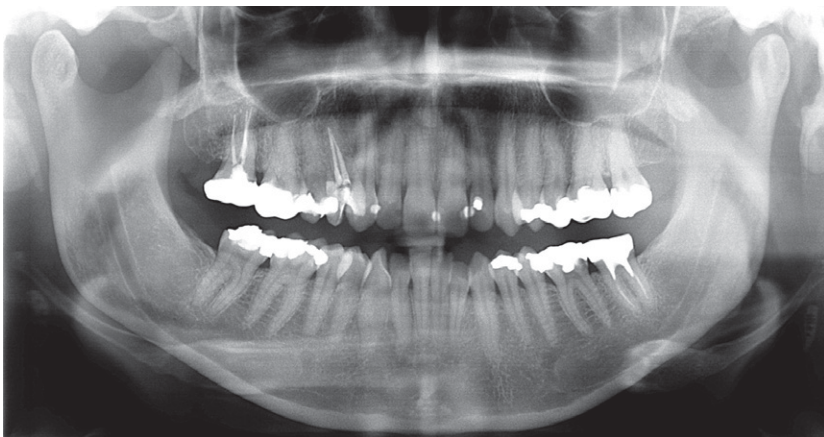
### **Radiografia panorâmica – RP – Estruturas (Figuras 11.33 a 11.42)**

#### **Ortopantomograma**

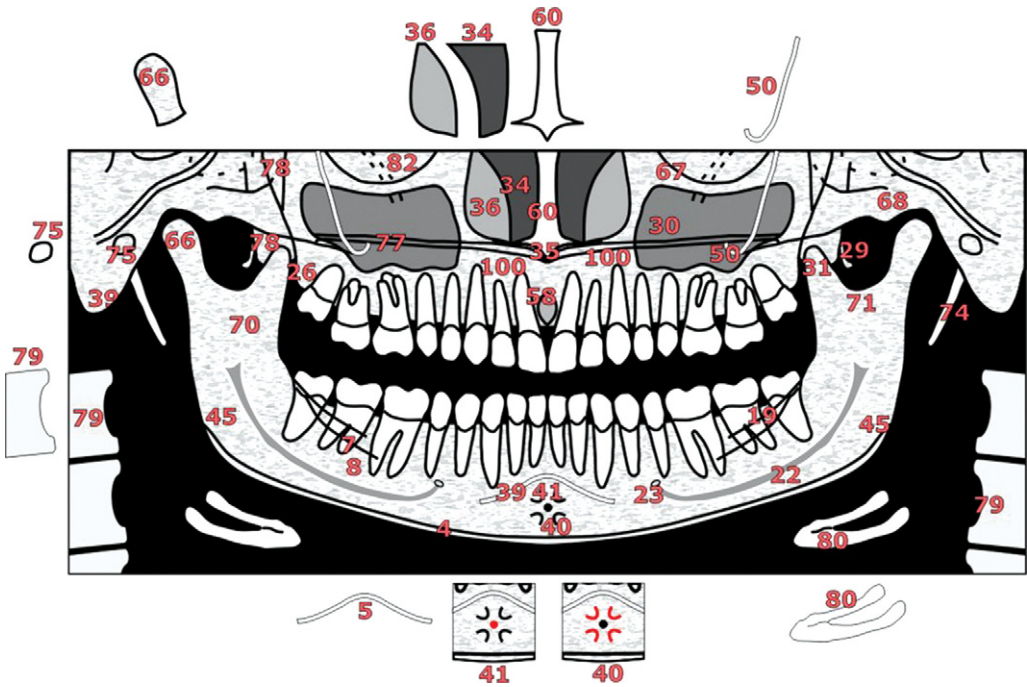
##### *Ortopantomografia*

Elipsopantomograma (sistema tomográfico)

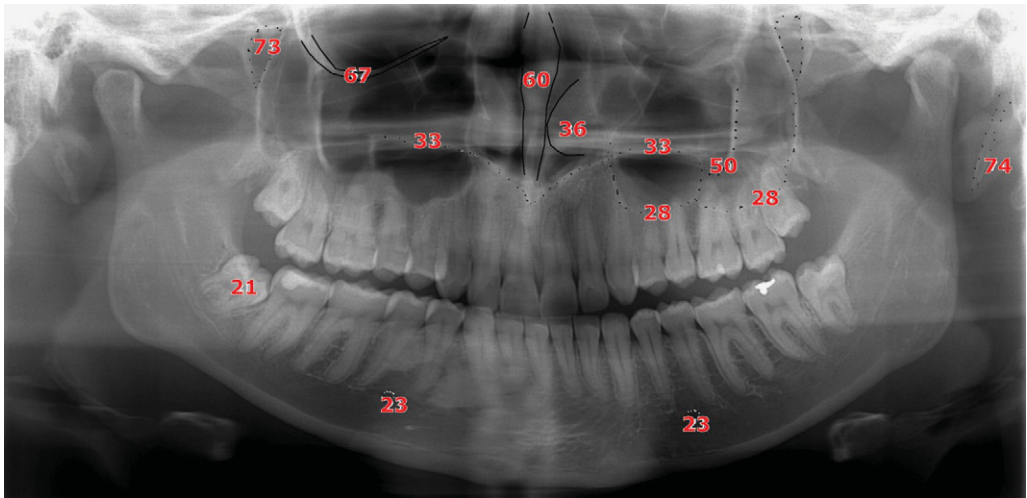
- *Superior* – órbita, canal infraorbital, septo nasal, concha nasal inferior, cavidade nasal, seio maxilar, arco zigomático, osso



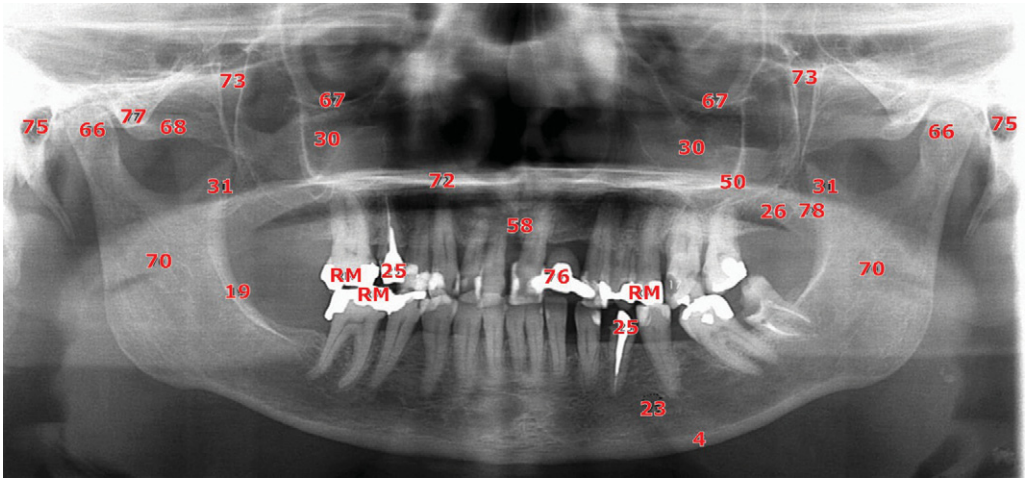
**Figura 11.33** - Radiografia panorâmica. Veja que é possível ver todos os dentes, além das demais estruturas do complexo maxilomandibular, e outras como o osso hioide, o processo estiloide do osso temporal, a base da órbita e o osso vômer.



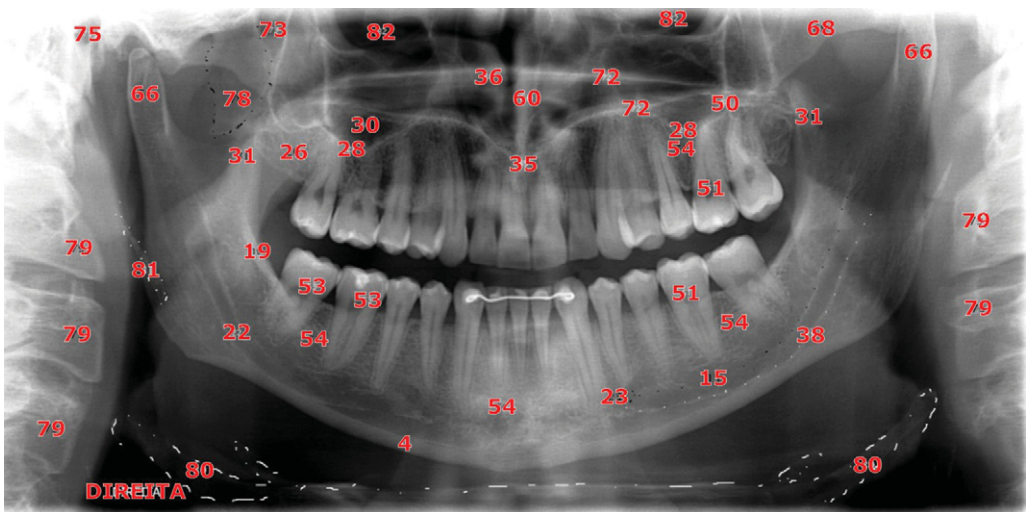
**Figura 11.34** - Desenho esquemático de uma radiografia panorâmica, identificando as principais estruturas anatômicas (ver tabela no final do capítulo).



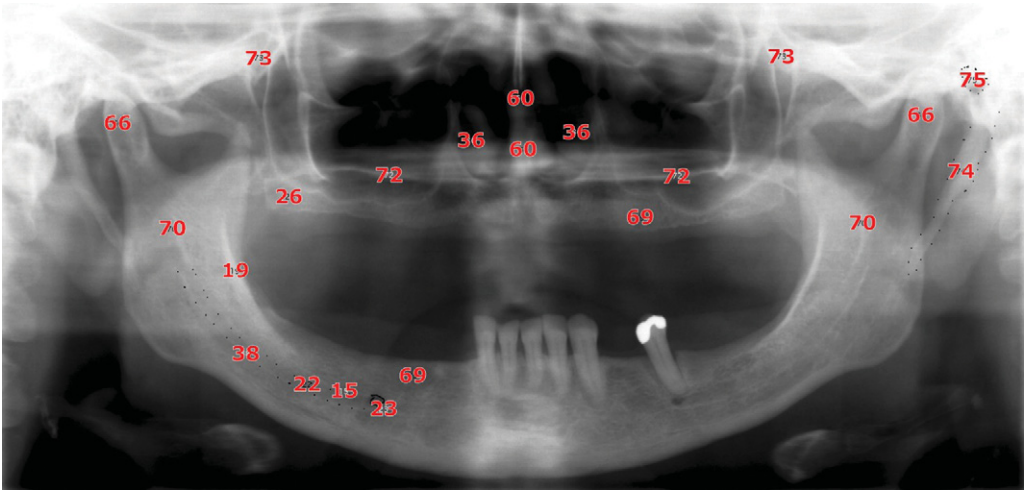
**Figura 11.35** - Radiografia panorâmica. 21. Terceiro molar impactado-mesioangulado; 23. forame mental; 28. parede laterobasal do seio maxilar (no caso da técnica radiográfica panorâmica, podemos considerar como sendo o soalho do seio maxilar, uma cortical, pois a direção do feixe de raios X nesta técnica, é de inferior para superior, mais ou menos 10°, ou -10°); 33. parede laterobasal da fossa nasal; 36. concha nasal inferior; 50. processo zigomático da maxila 60. septo nasal; 67. cortical inferior órbita; 73. fissura pterigopalatina; 74. processo estiloide.



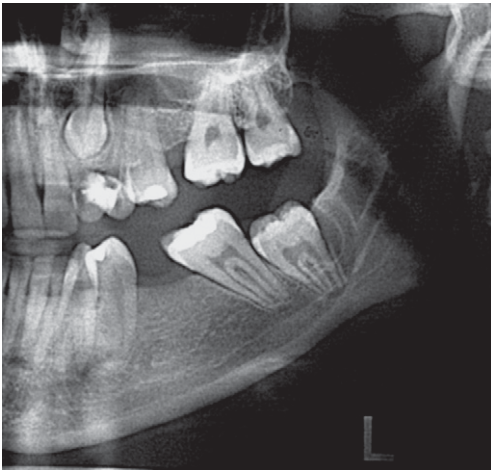
**Figura 11.36** - Radiografia panorâmica. 19. Linha oblíqua; 23. forame mental; 25. núcleo metálico 26. túber; 30. seio maxilar; 31. processo coronoide da mandíbula 4. base da mandíbula – cortical inferior da mandíbula; 50. processo zigomático da maxila; 58. fossa incisiva, de onde partem os canais incisivos para a fossa nasal; 66. cabeça mandíbula; 67. cortical inferior da órbita; 68. arco zigomático; 72. palato ósseo duro\soalho fossa nasal; 75. meato acústico externo; 77. tubérculo articular; 78. processo pterigoide do esfenoide.



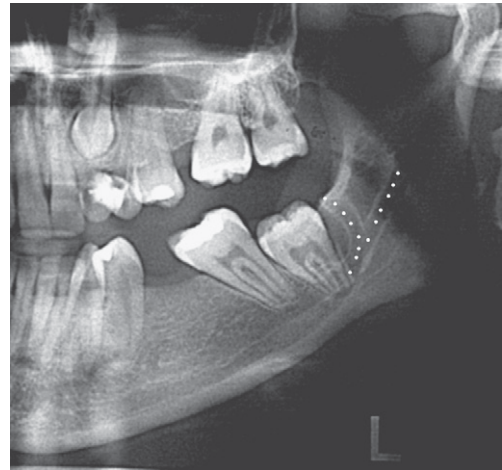
**Figura 11.37** - Radiografia panorâmica. 15. Parede superior do canal da mandíbula – cortical; 19. linha oblíqua; 22. canal da mandíbula; 23. forame mental; 26. túber; 28. parede laterobasal do seio maxilar; 30. seio maxilar; 31. processo coronoide da mandíbula; 35. espinha nasal anterior; 36. concha nasal inferior; 38. parede inferior do canal da mandíbula – cortical; 4. base da mandíbula – cortical inferior da mandíbula; 50. processo zigomático da maxila; 51. câmara pulpar. Nos dentes recém-erupcionados, em geral a câmara pulpar é ampla, porém com a idade e, é claro, a função dos dentes na mastigação, haverá deposição de dentina secundária no teto da mesma (local de onde convergem as forças oclusais), que vai o seu tamanho; 54. trabeculado ósseo; 60. septo nasal; 66. cabeça da mandíbula; 72. palato ósseo duro\soalho fossa nasal; 73. fissura pterigopalatina; 78. processo pterigoide do esfenoide; 79. vértebra cervical; 80. osso hioide; 81. calcificação do ligamento estilo-hioide. Do processo estiloide, partem dois ligamentos: um para o osso hioide e outro para a mandíbula. Ainda não se sabe bem a causa, mas apenas o ligamento estilo-hioide é calcificado.



**Figura 11.38** - Radiografia panorâmica. 15. Parede superior do canal da mandíbula – cortical; 19. linha oblíqua; 22. canal da mandíbula; 23. forame mental; 26. tuberosidade; 36. concha nasal inferior; 38. parede inferior do canal da mandíbula – cortical; 60. septo nasal; 66. cabeça da mandíbula; 69. rebordo alveolar; 70. ramo da mandíbula; 72. palato ósseo duro\soalho fossa nasal; 73. fissura pterigopalatina; 74. processo estiloide.



**Figura 11.39** - Radiografia panorâmica parcial esquerda. Variação de normalidade. Note a bifurcação do canal da mandíbula, próximo ao dente terceiro molar em erupção.

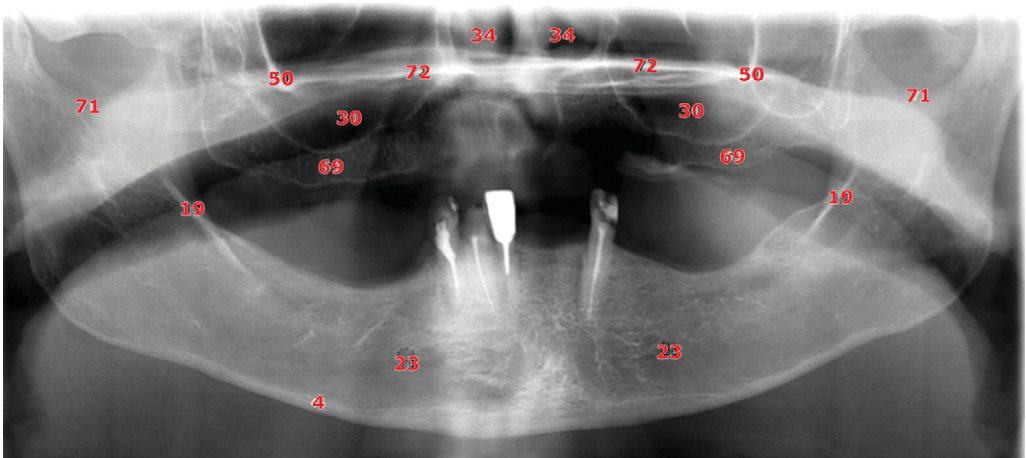


**Figura 11.40** - Delimitação da bifurcação do canal da mandíbula.

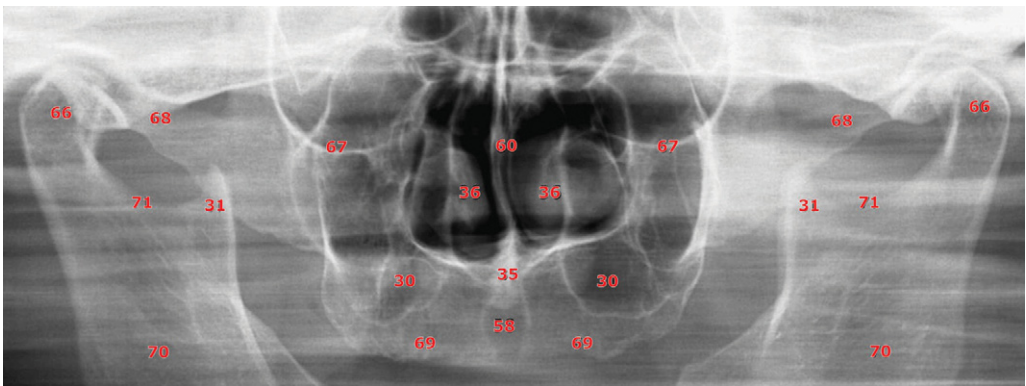
zigomático, palato ósseo duro, corpo da maxila, tuberosidade da maxila, processo estiloide, processo pterigoide, fossa pterigopalatina, processo mastoide, células mastóideas, fossa mandibular, tubérculo articular, poro acústico externo, fossa

mandibular, espinha nasal anterior, forame incisivo, processo palatino, sutura intermaxilar.

- *Inferior* – corpo da mandíbula, ramo da mandíbula, cabeça da mandíbula, processo condilar, colo da mandíbula, processo coronoide, incisura da mandíbula, canal



**Figura 11.41** - Radiografia panorâmica. 19. Linha oblíqua; 23. forame mental; 30. seio maxilar; 34. fossa nasal; 50. processo zigomático da maxila; 69. rebordo alveolar; 71. incisura da mandíbula; 72. palato ósseo duro\soalho da fossa nasal.



**Figura 11.42** - Radiografia panorâmica para seio maxilar. 30. Seio maxilar; 31. processo coronoide da mandíbula; 35. espinha nasal anterior; 36. concha nasal inferior; 58. fossa incisiva, de onde partem os canais incisivos para a fossa nasal; 60. septo nasal; 66. cabeça da mandíbula; 67. cortical inferior da órbita; 68. arco zigomático; 69. rebordo alveolar; 70. ramo da mandíbula; 71. incisura da mandíbula.

da mandíbula, forame mental, forame da mandíbula, linha oblíqua, fossa digástrica, espinha geniana superior e inferior, linha milo-hióidea, fóvea sublingual, fóvea submandibular, ângulo da mandíbula, língua da mandíbula, nasofaringe, osso hioide, vértebras cervicais.

### **Radiografia de perfil (Figuras 11-43 a 11-46)**

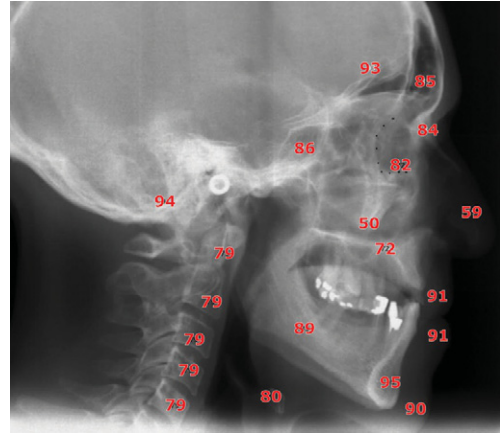
### **Projeção pósterio-anterior do crânio**

#### **Projeção de Waters (Figura 11.47)**

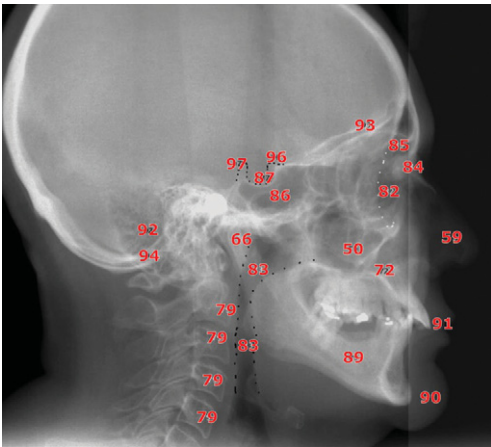
Seio maxilar, seio frontal, células aéreas etmoidais, órbita, cavidade nasal, septo nasal, crista etmoidal, asa menor do esfenóide, fissura orbital, parte petrosa do temporal, seio maxilar, septo nasal, osso zigomático, processo zigomático, processo mastoide.



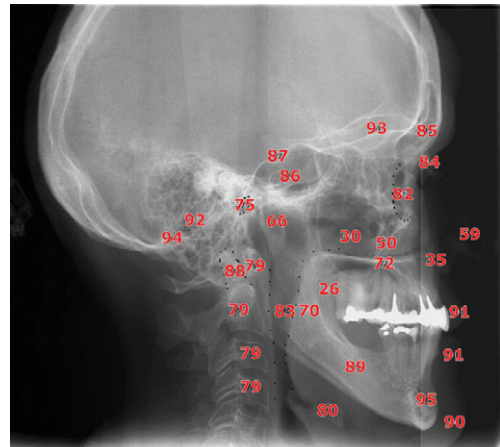
**Figura 11.43** - Radiografia de perfil. Note o perfil mole do paciente. Podemos também chamá-la de radiografia cefalométrica, se utilizarmos o cefalostato.



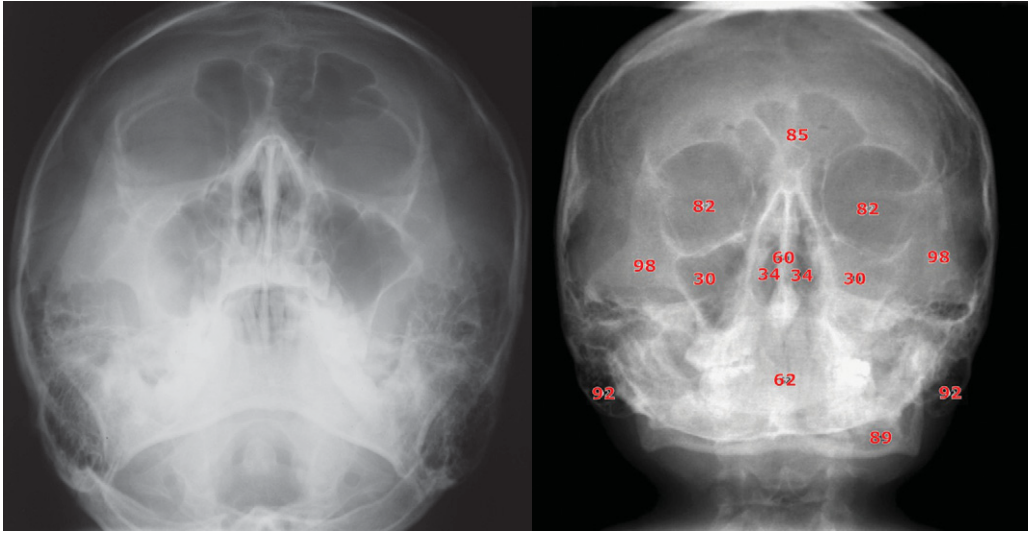
**Figura 11.45** - Radiografia cefalométrica lateral. Anatomia Radiográfica: 50. processo zigomático da maxila; 59. sombra do tecido mole do nariz (cartilagem nasal); 72. palato ósseo duro\soalho fossa nasal; 79. vértebra cervical; 80. osso hioide; 82. órbita; 84. osso nasal; 85. seio frontal; 86. seio esfenoidal; 89. mandíbula; 90. tecido mole do mento; 91. tecido mole do lábio; 93. fossa craniana anterior; 94. fossa craniana posterior; 95. mento.



**Figura 11.44** - Radiografia cefalométrica lateral. Anatomia Radiográfica: 50. Processo zigomático da maxila; 59. sombra do tecido mole do nariz (cartilagem nasal); 66. cabeça da mandíbula; 72. palato ósseo duro\soalho fossa nasal; 79. vértebra cervical; 82. órbita; 83. espaço aéreo nasofaríngeo; 84. osso nasal; 85. seio frontal; 86. seio esfenoidal; 87. sela turca; 89. mandíbula; 90. tecido mole do mento; 91. tecido mole do lábio; 92. células mastóideas; 93. fossa craniana anterior; 94. fossa craniana posterior; 96. processo clinóide anterior; 97. processo clinóide posterior.



**Figura 11.46** - Radiografia cefalométrica lateral. Anatomia Radiográfica: 26. Tuberosidade; 30. seio maxilar; 35. espinha nasal anterior; 50. processo zigomático da maxila; 59. sombra do tecido mole do nariz (cartilagem nasal); 66. cabeça da mandíbula; 72. palato ósseo duro\soalho fossa nasal; 75. meato acústico externo; 79. vértebra cervical; 80. osso hioide; 83. espaço aéreo nasofaríngeo; 84. osso nasal; 85. seio frontal; 86. seio esfenoidal; 87. sela turca; 88. dente do eixo; 89. mandíbula; 90. tecido mole do mento; 91. tecido mole do lábio; 92. células mastóideas; 93. fossa craniana anterior; 94. fossa craniana posterior; 95. mento.



**Figura 11.47** - Radiografia cefalométrica pósterio-anterior (plano alto, *Waters*). 30. Seio maxilar; 34. fossa nasal; 60. septo nasal; 62. dente; 82. órbita; 85. seio frontal; 89. mandíbula; 92. células mastóideas; 98. osso zigomático.

Mandíbula, ramo, corpo e base da mandíbula. Processo coronoide, canal da mandíbula, ângulo da mandíbula, vértebra cervical (Figuras 11-47 e 11-48).

### **Radiografia de ATM – Transcraniana (Figuras 11-49 e 11-50)**

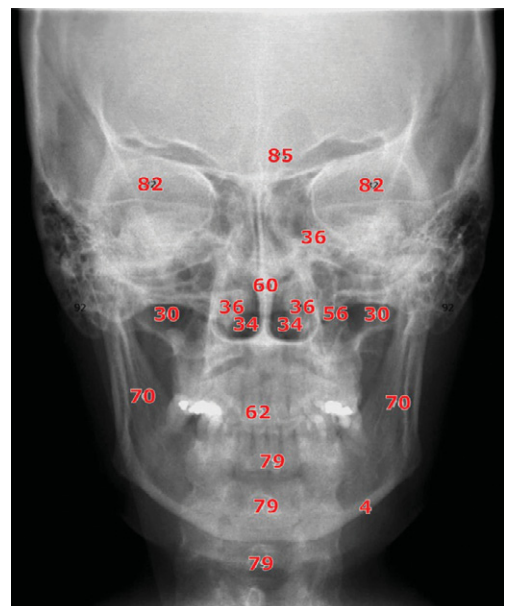
- Cabeça da mandíbula
- Meato acústico externo
- Tubérculo articular
- Fossa mandibular

### **Radiografia cefalométrica (critérios utilizados nas medições)**

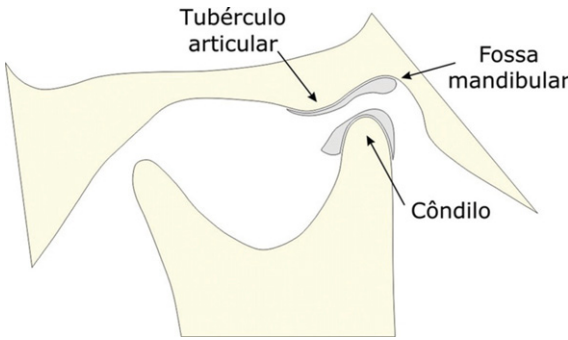
É a radiografia da cabeça obtida a distância, com o feixe central dos raios X incidindo perpendicularmente ao plano sagital mediano – radiografia cefalométrica lateral ou perpendicular ao plano frontal – radio-

grafia cefalométrica frontal (Figuras 11.48 e 11.51).

É utilizada para realizar mensurações lineares e angulares por meio de determinações de pontos craniométricos para mensurações e obter as cefalogramas Figuras 11-52 e 11-69.



**Figura 11.48** - Radiografia cefalométrica pósterio-anterior (PA) (apoio frontonasal). 30. Seio maxilar; 34. fossa nasal; 36. concha nasal inferior; 4. base da mandíbula – cortical inferior da mandíbula; 60. septo nasal; 62. dente; 70. ramo da mandíbula; 79. vértebra cervical; 82. órbita; 85. seio frontal; 92. células mastóideas.

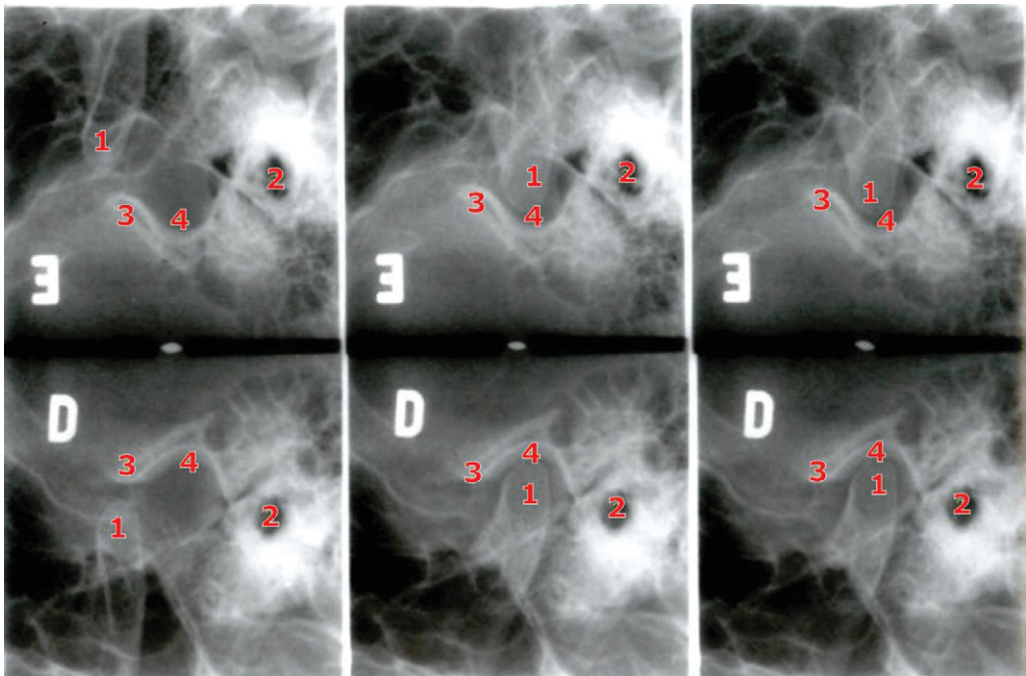


**Figura 11.49** - Ilustração da região da articulação temporomandibular.

### Desenvolvimento e Crescimento dos Dentes (de Schour Massler)

Os dentes podem ser analisados como estimativas de idade em crianças em geral. Um mecanismo central de maturação em criança pode existir e, também, independência entre

as diferentes partes; por conseguinte, há distintos tempos de maturidade, como cerebral, esquelética, dentária e outras. Os fenômenos ligados à irrupção dentária podem ocorrer precoce ou tardiamente por influências de vários fatores, cujas influências das condições patológicas em relação à odontogênese



**Figura 11.50** - Radiografia da região da articulação temporomandibular, seis posições, sendo três do lado direito e três do lado esquerdo (seriografia).

são menores que as das estruturas ósseas. As deficiências nutritivas não afetam muito as estruturas dentárias, o que não acontece com os tecidos ósseos, pois há compatibilidade entre a idade cronológica com a idade dentária mesmo em crianças subnutridas, fato que não se observa no tecido esquelético (Costa, 2001).

As imagens radiográficas ainda podem contribuir com a Odontologia Legal, ajudando na identificação da idade, mostrando as fases de mineralização dental (Figura 11.70).

### Estruturas anatômicas do complexo maxilomandibular: radiolúcidas e radiopacas (Tabela 11.1)

**Tabela 11.1 Separação das estruturas anatômicas em radiolúcidas e radiopacas**

Radiolúcidas		Radiopacas	
5	Rizogênese incompleta	1	Dente em formação
8	Fóvea da glândula submandibular	2	Osteíte condensante
10	Recidiva de cárie	3	Fragmento radicular
11	Conduto radicular parcialmente obturado	4	Bordo inferior da mandíbula (base)
12	Reabsorção inicial de crista óssea	6	Parede superior do canal da mandíbula – cortical
13	Fissura oclusal profunda, mais susceptível à cárie	7	Linha milo-hióidea
16	Tratamento endodôntico insatisfatório, o conduto não foi totalmente preenchido	9	Nódulo de calcificação pulpar no interior do conduto radicular ou câmara pulpar
17	Imagem radiolúcida na coroa, podendo ser: cárie ou restauração plástica ou, ainda, a falta de material obturador na cavidade	14	Lâmina dura íntegra
22	Canal da mandíbula	15	Parede superior do canal da mandíbula – cortical
23	Forame mental	18	Restauração com falta/excesso material (recidiva cárie)
24	Cárie	19	Linha oblíqua
30	Seio maxilar	20	Dente decíduo
34	Fossa nasal	21	3ºM impactado – mesioangulado
40	Foramina lingual	25	Núcleo metálico
49	Lesão radiolúcida	26	Tuberosidade
51	Câmara pulpar. Nos dentes recém-erupcionados, em geral a câmara pulpar é ampla, porém com a idade e, é claro, com a função dos dentes na mastigação, haverá deposição de dentina secundária no seu teto (local de onde convergem as forças oclusais), o que vai provocar a diminuição gradativa do tamanho dela. Assim, dentes de pessoas jovens têm câmara pulpar mais ampla. Já as pessoas idosas, em geral têm câmara pulpar atresica	27	Cortical sinusal
		28	Parede laterobasal do seio maxilar
		29	Hâmulo pterigóideo
		31	Processo coronoide da mandíbula
		32	“Y” invertido de Ennis
		33	Parede laterobasal da fossa nasal
		35	Espinha nasal anterior
		36	Concha nasal inferior
		37	Raiz
		38	Parede inferior do canal da mandíbula – cortical
		39	Sínfise mental
		41	Espinha geniana
52	Espaço do ligamento Periodontal (aumentado apical)	42	Raiz vestibular do 1º PMS

**Tabela 11.1 Separação das estruturas anatômicas em radiolúcidas e radiopacas (cont.)**

<b>Radiolúcidas</b>		<b>Radiopacas</b>	
53	Corno pulpar. Em geral, o corno pulpar mesial dos dentes molares é mais pronunciado do que o distal. Essa informação é muito importante do ponto de vista clínico, pois quando o cirurgião-dentista vai preparar uma cavidade para restaurar o dente, deve saber disso para evitar expor a polpa sem necessidade	43	Raiz palatina do 1º PMS
		44	1º MS
		45	Ângulo da mandíbula
		46	Nódulo de calcificação pulpar
		47	Restauração provisória
		48	Tabique ósseo do seio maxilar
		50	Processo zigomático da maxila
		54	Trabeculado ósseo
		55	Raiz supranumerária
		57	Aparelho ortodôntico (metálico)
56	Canal nutrício ou canal nutriente	59	Sombra do tecido mole do nariz (cartilagem nasal)
58	Fossa incisiva, de onde partem os canais incisivos para a fossa nasal	60	Septo nasal
		62	Dente
61	Sutura palatina mediana	64	Canal radicular obturado
63	Canal radicular. Em geral, na normalidade os dentes superiores: incisivos (ICS e ILS), caninos (CS), 2º pré-molar e os dentes inferiores: incisivos (ICI e ILI), os caninos (CI) e os pré-molares (1º PMI e 2º PMI) têm apenas um conduto radicular. Já o dente 1º pré-molar superior (1º PMS) tem dois condutos radiculares. Os molares superiores (MS) tem três a quatro condutos radiculares, enquanto os molares inferiores (MI) têm dois a três condutos radiculares	66	Cabeça da mandíbula
		67	Cortical inferior órbita
		68	Arco zigomático
		69	Rebordo alveolar
		70	Ramo da mandíbula
		71	Incisura da mandíbula
		72	Palato ósseo duro/soalho da fossa nasal
		74	Processo estiloide
		76	Prótese — elemento suspenso
		77	Tubérculo articular
		78	Processo pterigoide do esfenoide
		79	Vértebra cervical
		80	Osso hioide
65	Forame nasolacrimal	81	Calcificação ligamento estiloide. Em geral, do processo estiloide partem dois ligamentos: um para o osso hioide e outro para a mandíbula. Ainda não se sabe bem a causa, mas somente o ligamento estiloide é que calcifica
73	Fissura pterigopalatina		
75	Meato acústico externo		
82	Órbita		
83	Espaço aéreo nasofaríngeo	84	Osso nasal
85	Seio frontal	88	Dente do eixo
86	Seio esfenoidal	89	Mandíbula
87	Sela turca	90	Tecido mole do queixo
92	Células mastóideas	91	Tecido mole do lábio
93	Fossa craniana anterior	95	Mento
94	Fossa craniana posterior	96	Processo clinóide anterior
		97	Processo clinóide posterior
		98	Osso zigomático ou malar
		99	Processo mastoide
		100	Maxila

Os dentes começam a irromper na cavidade bucal no estágio 7, quando um terço da raiz dentária está formada (Figura 11.71).

Estágio	Desenvolvimento Dental
0	Ausência de cripta
1	Presença de cripta
2	Calcificação inicial
3	Um terço da coroa completa
4	Dois terços da coroa completa
5	Coroa quase completa
6	Coroa completa
7	Um terço da raiz completa
8	Dois terços da raiz completa
9	Raiz quase completa, ápice aberto
10	Ápice radicular completo

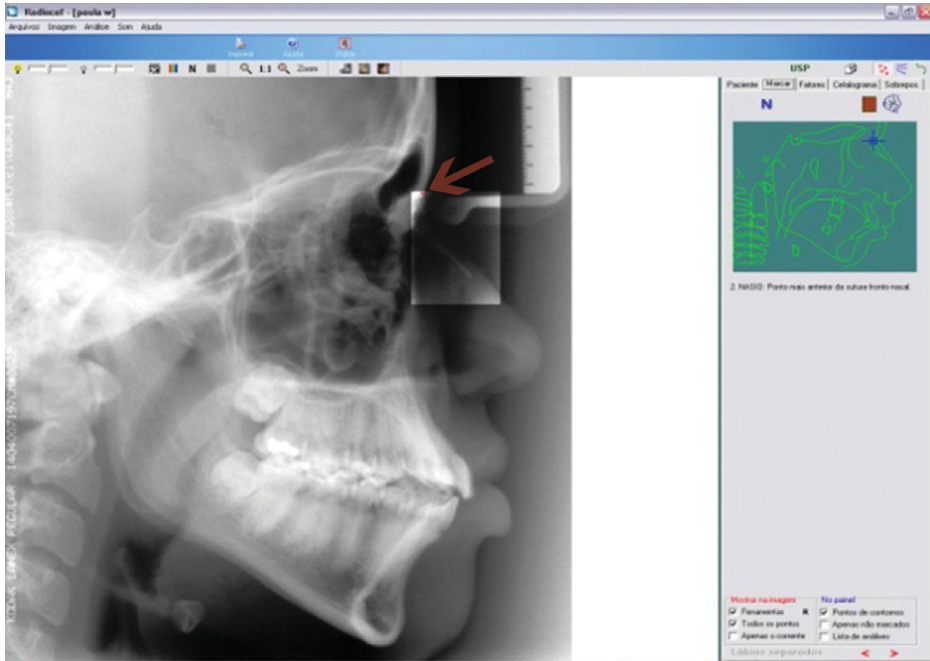
Analisando as radiografias anuais de 50 crianças (25 de cada sexo) verificou-se detalhadamente a mineralização dos dentes, o que o levou a estabelecer dez fases de desenvolvimento, verificando que os dentes estão aptos a irromper quando suas coroas estão totalmente formadas e as raízes estão no início da formação.



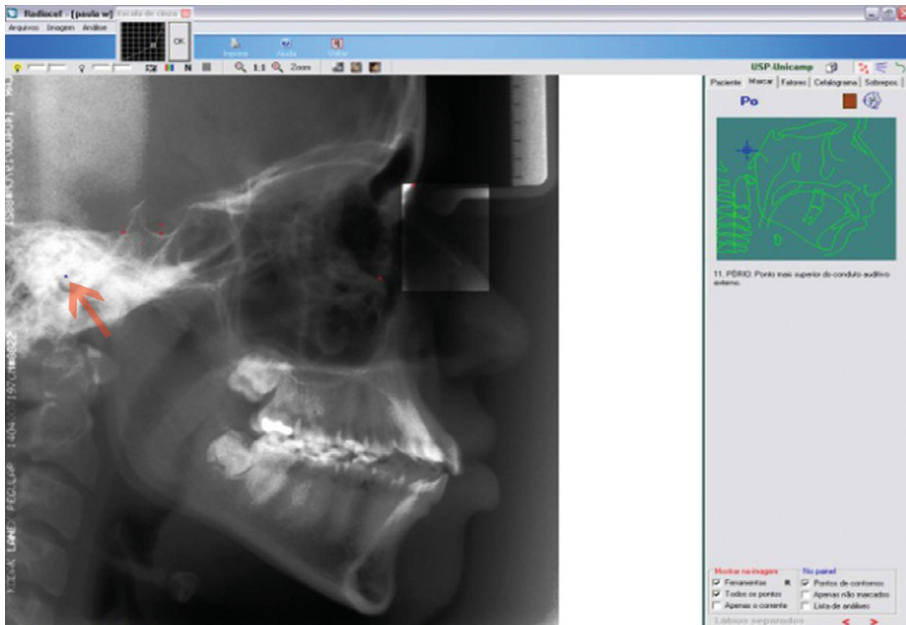
**Figura 11.51** - Radiografia cefalométrica.



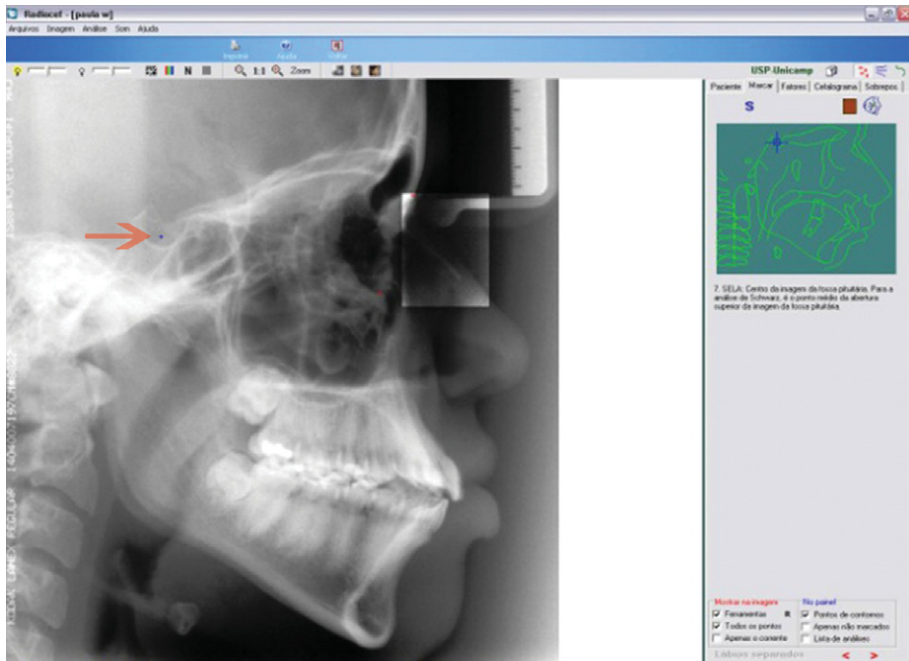
**Figura 11.52** - Radiografia lateral cefalométrica com destaque no osso nasal.



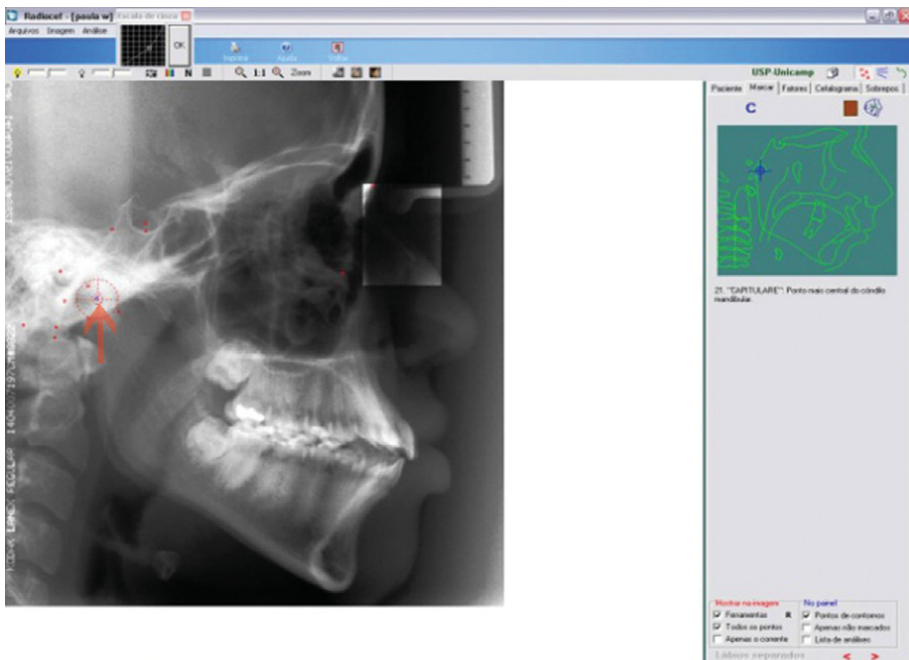
**Figura 11.53** - Radiografia lateral cefalométrica, ponto Násio (Na) — ponto mais anterior da sutura frontonasal. Representa o limite anterior da base do crânio. Também é um ponto muito estável deslocando-se pouco no decorrer do crescimento craniofacial (tela do programa Radiocef da Radiomemory).



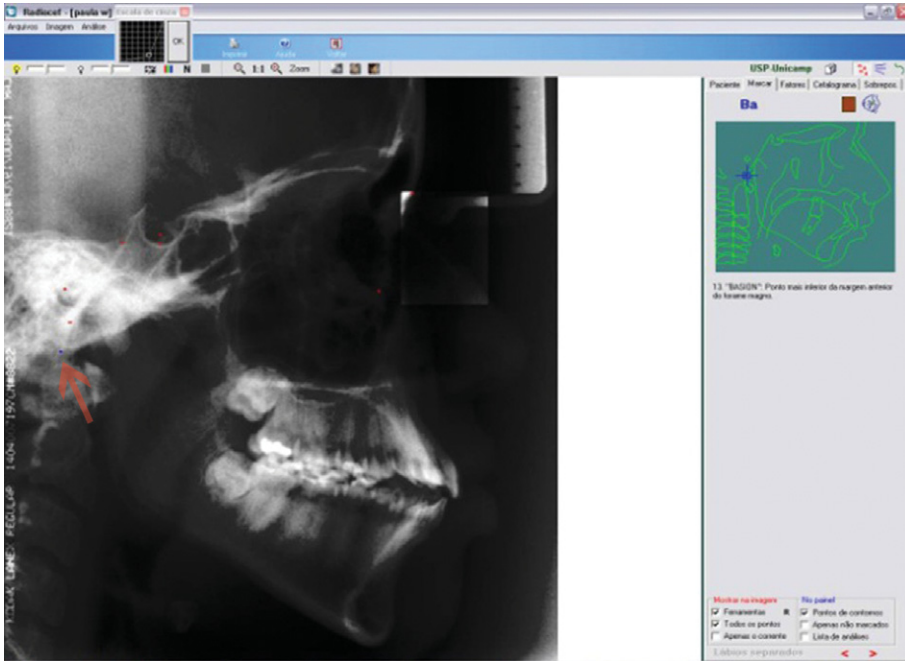
**Figura 11.54** - Radiografia lateral cefalométrica, ponto Póio (Po) — ponto localizado na parte mais superior do meato acústico externo ou conduto auditivo externo (tela do programa Radiocef da Radiomemory).



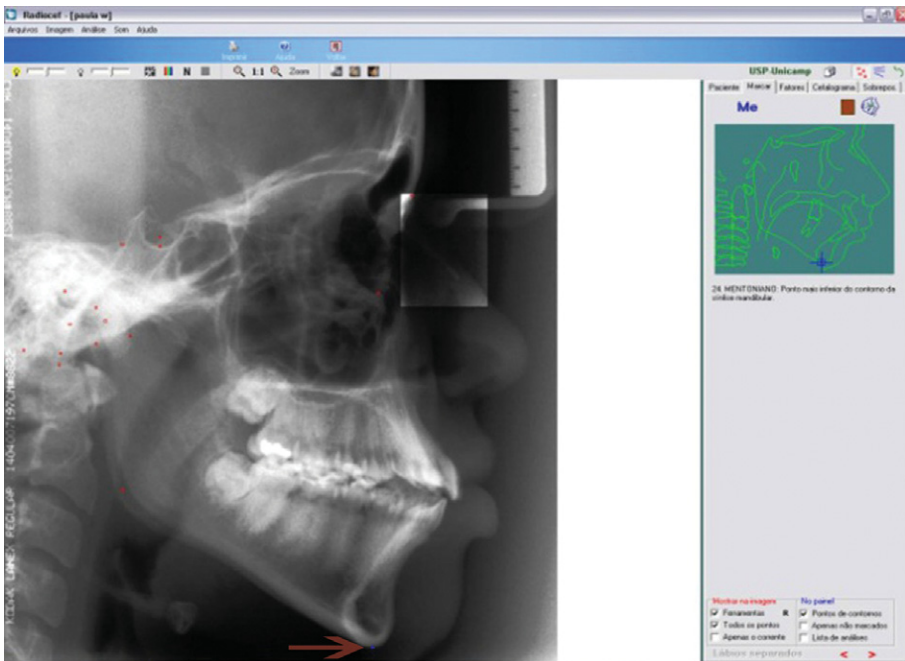
**Figura 11.55** - Radiografia lateral cefalométrica, ponto Sela (Se) — é o centro da cavidade óssea ocupada pela hipófise. Situa-se na região central da imagem da sela turca do osso esfenóide, ou seja, no centro geométrico (tela do programa Radiocef da Radiomemory).



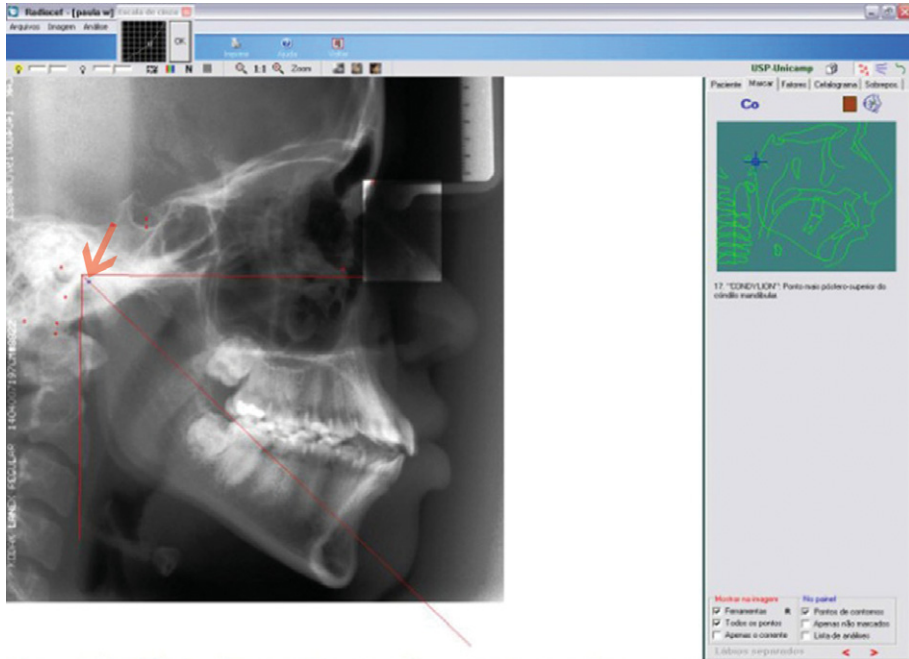
**Figura 11.56** - Radiografia lateral cefalométrica, ponto C-Capitulare — ponto mais central da cabeça da mandíbula (tela do programa Radiocef da Radiomemory).



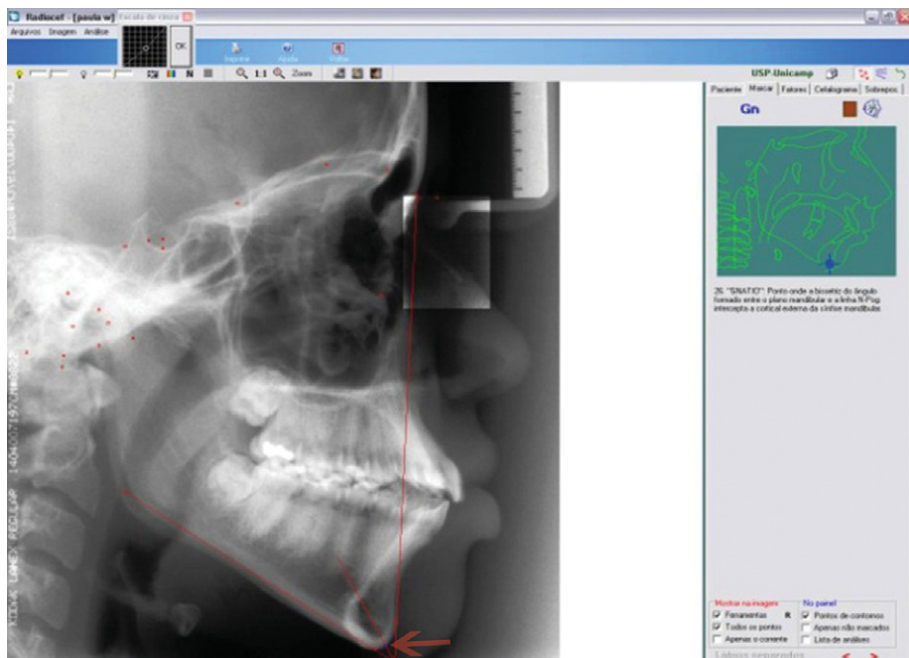
**Figura 11.57** - Radiografia lateral cefalométrica, ponto Básio (Ba) — ponto mais inferior do osso occipital, localizado na margem anterior do forame magno. Representa o limite posterior da base do crânio. É um ponto muito estável e que se movimenta pouco durante o crescimento (tela do programa Radiocef da Radiomemory).



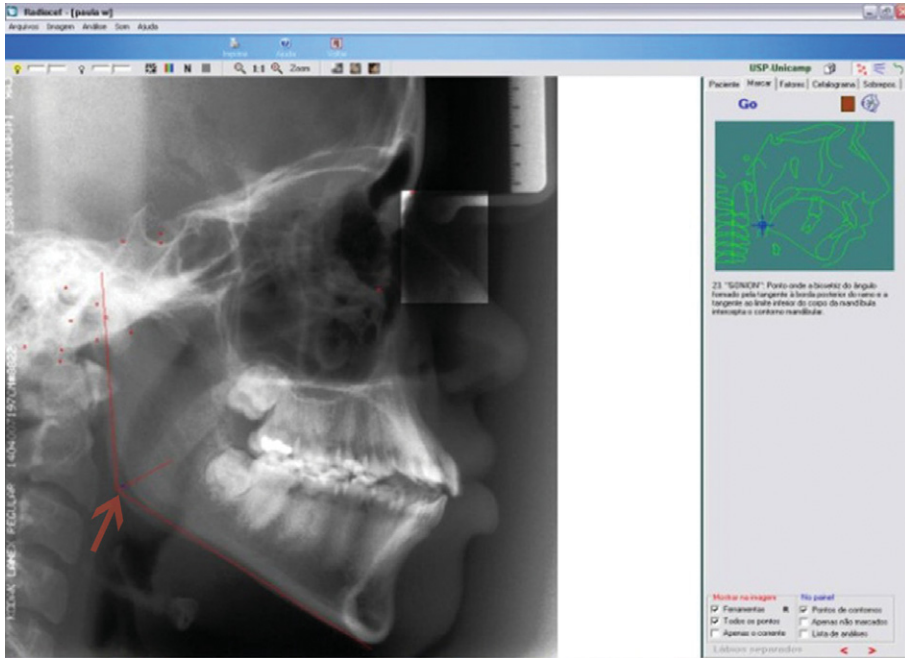
**Figura 11.58** - Radiografia lateral cefalométrica, ponto Mentoniano (Me) — ponto mais inferior do contorno externo da sínfise da mandíbula (tela do programa Radiocef da Radiomemory).



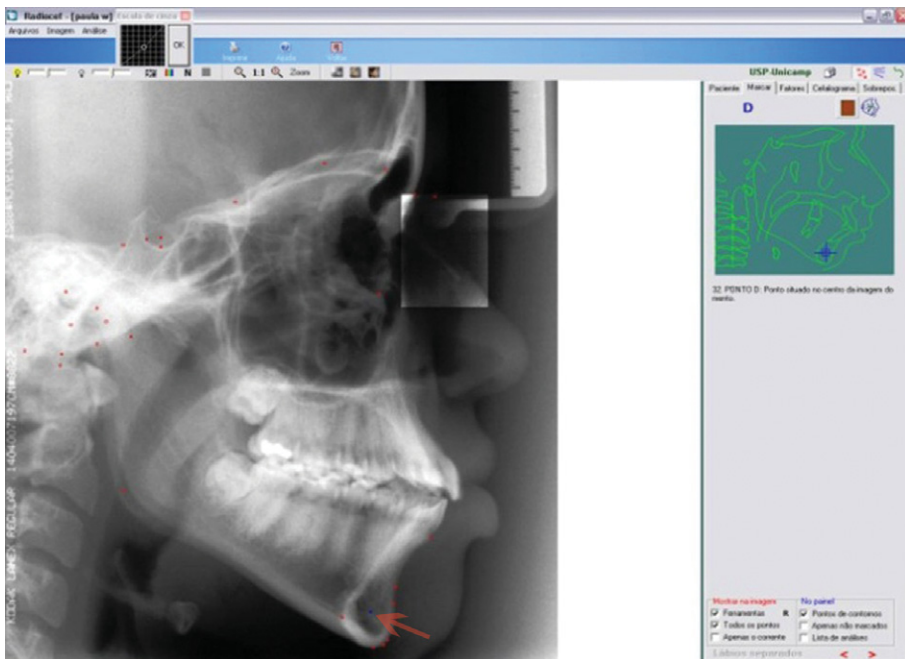
**Figura 11.59** - Radiografia lateral cefalométrica, ponto *Condylion* (Co)- ponto mais supero-posterior do cõndilo (tela do programa Radiocef da Radiomemory).



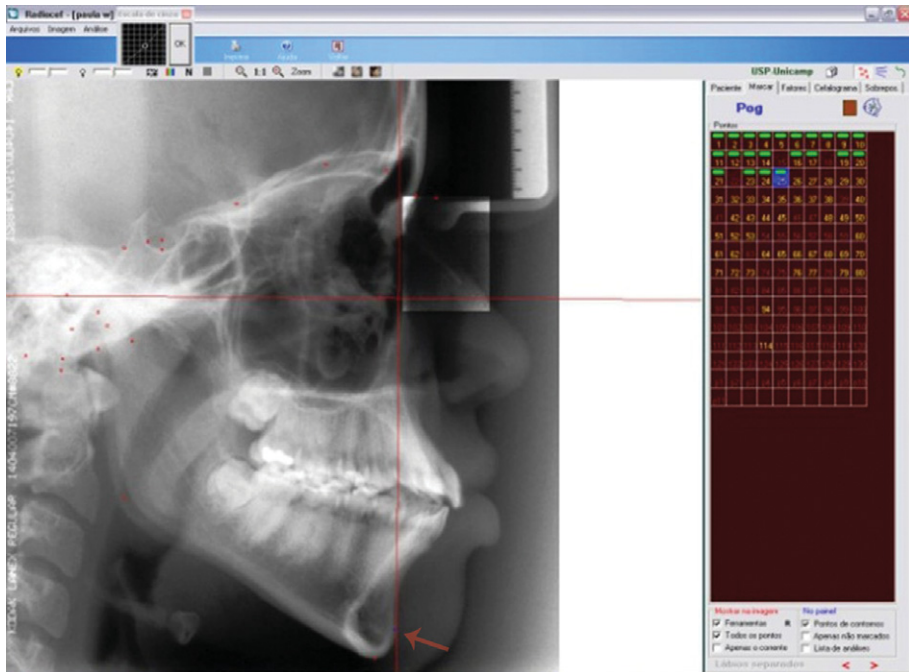
**Figura 11.60** - Radiografia lateral cefalométrica, ponto *Gnathion* (Gn) — ponto localizado no bordo anterior da mandíbula que mais se projeta para baixo no plano médio sagital (tela do programa Radiocef da Radiomemory).



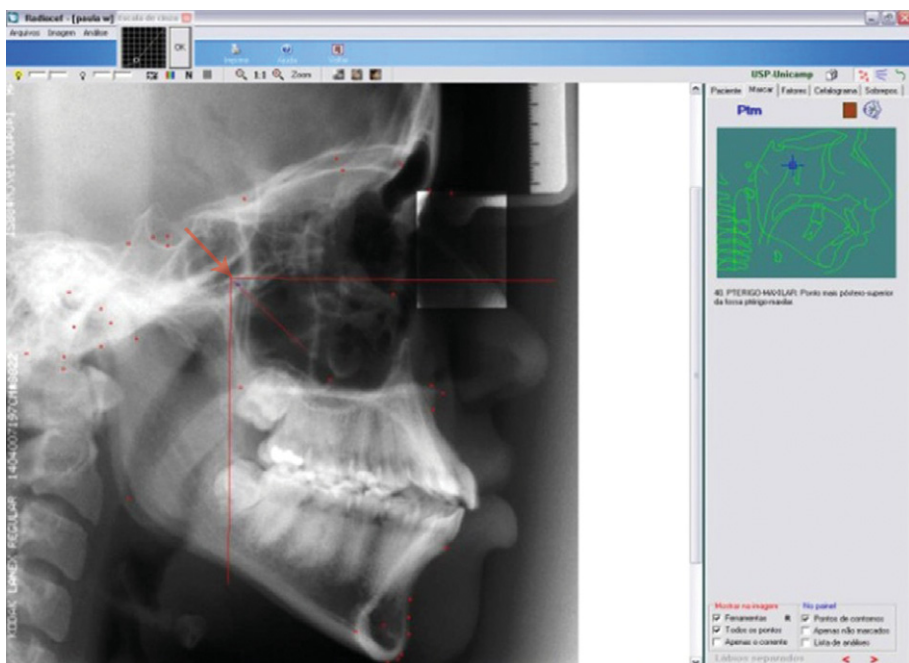
**Figura 11.61** - Radiografia lateral cefalométrica, ponto *Gonion* (Go) – ponto, no ângulo da mandíbula, dado pela bissetriz do ângulo formado pelo plano mandibular e uma tangente ao bordo posterior do ramo (tela do programa Radiocef da Radiomemory).



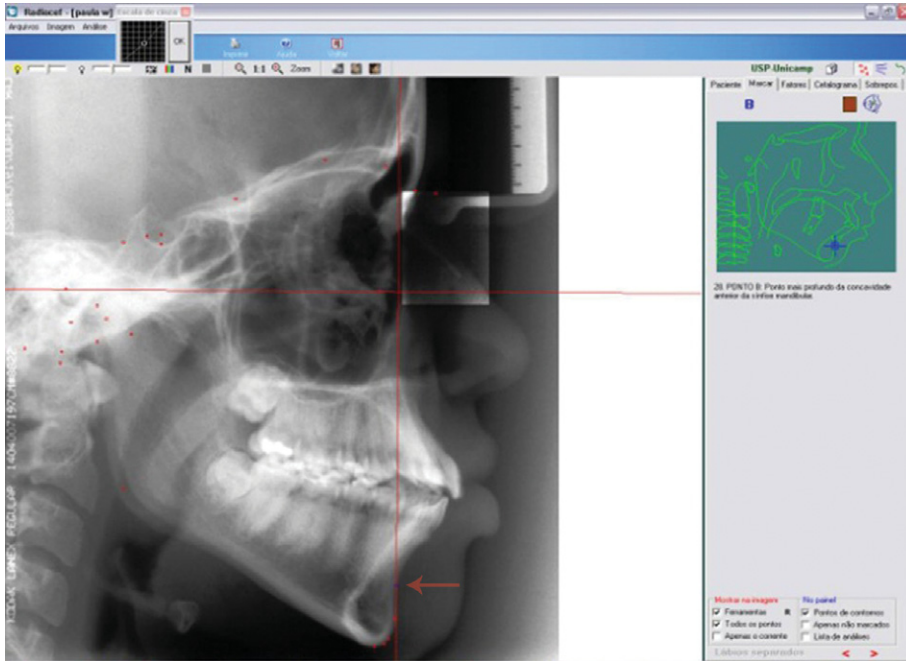
**Figura 11.62** - Radiografia lateral cefalométrica, ponto “D” (D) – situado no centro da imagem do mento (tela do programa Radiocef da Radiomemory).



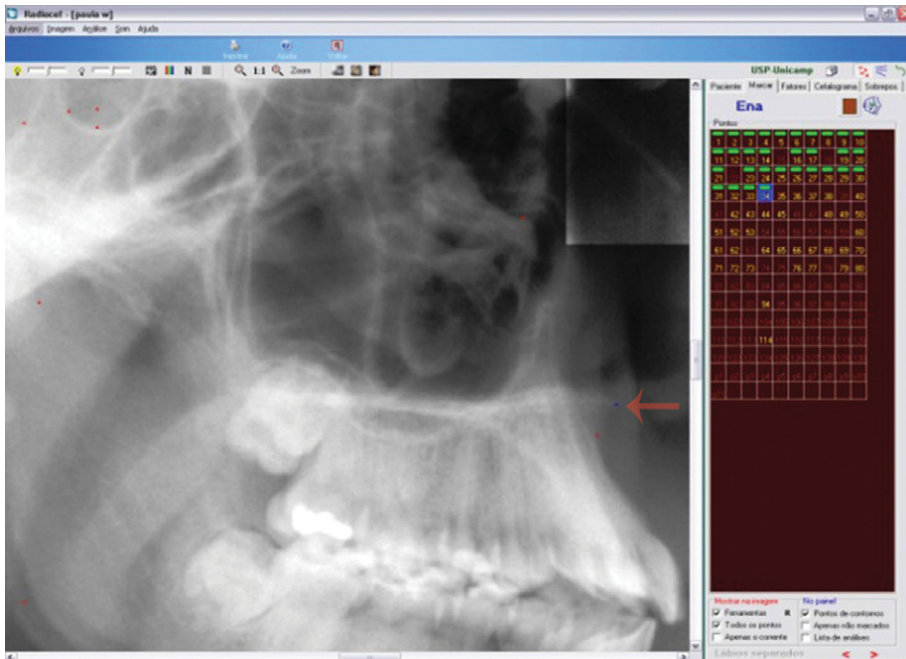
**Figura 11.63** - Radiografia lateral cefalométrica, ponto *Pogonion* (Pog) – ponto mais proeminente na protuberância mentoniana, na sínfise mandibular (tela do programa Radiocef da Radiomemory).



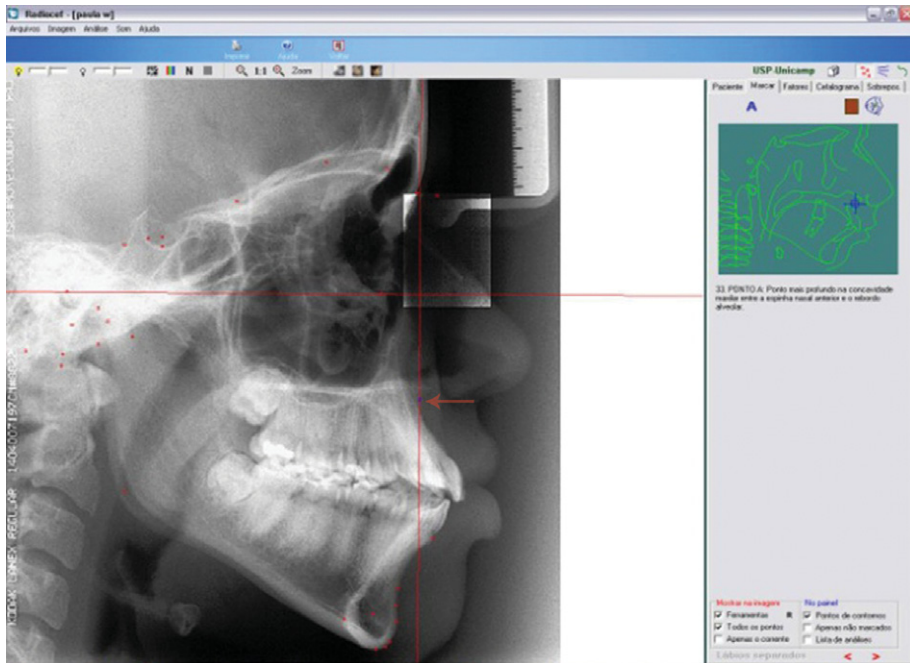
**Figura 11.64** - Radiografia lateral cefalométrica, ponto *Pterigoideo* (Ptm) – interseção do bordo inferior do forame redondo com a parede posterior da fenda ptéripalatina (tela do programa Radiocef da Radiomemory).



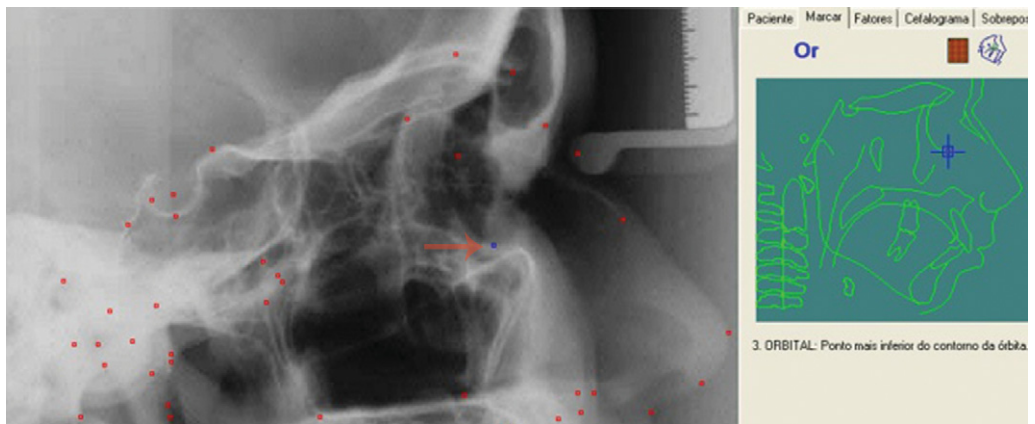
**Figura 11.65** - Radiografia lateral cefalométrica, ponto “B” (B) – Localizado no ponto mais reentrante da curvatura anterior da sínfise da mandibular (tela do programa Radiocef da Radiomemory).



**Figura 11.66** - Radiografia lateral cefalométrica, ponto Espinha Nasal Anterior (ENA) – vértice da espinha nasal anterior. Representa a referência anterior do plano palatino (tela do programa Radiocef da Radiomemory).



**Figura 11.67** - Radiografia lateral cefalométrica, ponto "A" (A) — ponto mais profundo do perfil alveolar anterior da maxila, entre a espinha nasal anterior e o alvéolo dentário (tela do programa Radiocef da Radiomemory).

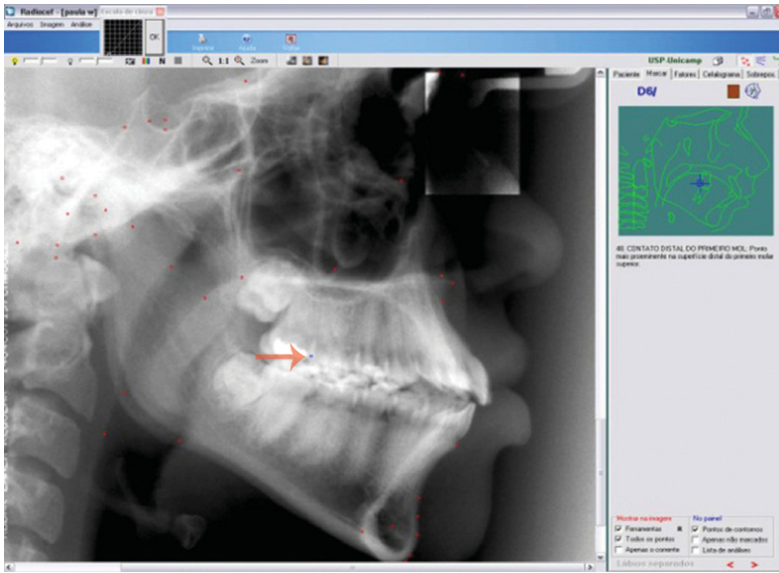


**Figura 11.68** - Radiografia lateral cefalométrica, ponto Orbital (Or) — ponto localizado na parte mais inferior da borda externa da cavidade orbitária. Representa a referência anterior do plano de Frankfurt (tela do programa Radiocef da Radiomemory).

## Determinação da Idade pelo Ângulo Mandibular

Vanrell (2002) utiliza o ângulo goníaco para a determinação da idade. Também po-

demus usar a angulação da mandíbula para auxiliar na determinação da idade, segundo relata. Na mandíbula, pode interessar o gônio, ângulo mandibular ou ângulo goníaco, que é aquele formado pelo ângulo entre ramo e pela base da mandíbula (corpo), Van-



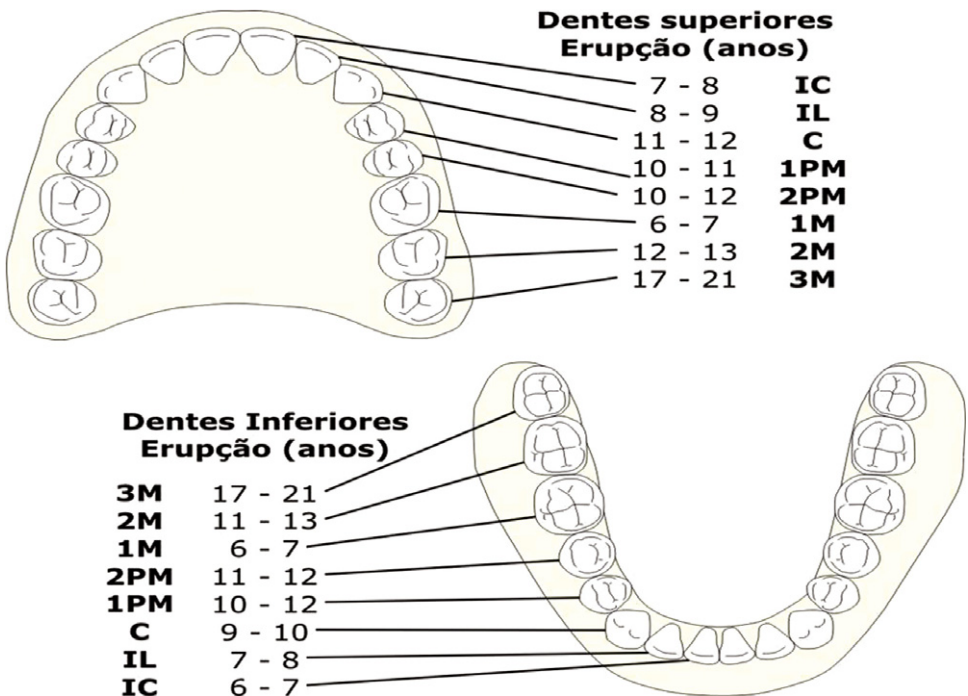
**Figura 11.69** - Radiografia lateral cefalométrica, ponto D6/ – contato mesial do 1º MS (tela do programa Radiocef da Radiomemory).

**Tabela 11.2. Cronologia de desenvolvimento dentário**

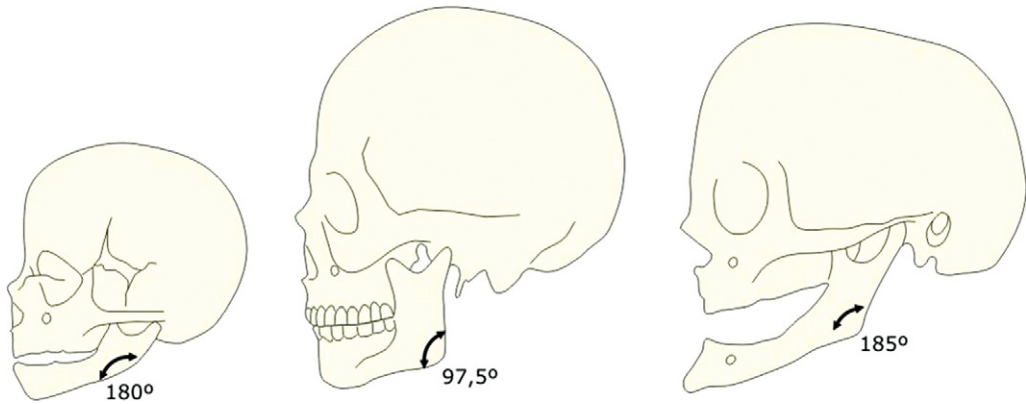
Itens	Conteúdo	Dentes	Início de calcificação	Coroas completas	Raízes completas	
Germes dentários	Início de formação dos dentes decíduos	ICds	7 semanas	Início de formação dos dentes permanentes	1ºMs	3½ ~ 4 meses
		ILds	7 semanas		ICs	5 ~ 5½ meses
		Cds	7½ semanas		ILs	5 ~ 5½ meses
					Cs	5½ ~ 6 meses
		1º Mds	8 semanas		1ºPMs	Nascimento
		2º Mds	10 semanas		2ºPMs	7½ ~ 8 meses
Mudanças com a idade	Dentes decíduos	ICds	4 ~ 4½ meses		1½ ~ 2½ meses	1½ ano
		ILds	4½ meses		2½ ~ 3 meses	1½ ~ 2 anos
		Cds	5 meses		9 meses	¾ anos
		1º Mds 2º	5 meses		5½ ~ 6 meses	2½ anos
		Mds	6 meses		10 ~ 11 meses	3 anos
	Dentes permanentes	1º Ms	Nascimento		2½ ~ 3 anos	9 ~ 10 anos
		ICs	3 ~ 4 meses		4 ~ 5 anos	9 ~ 10 anos
		ILs	10 ~ 12 meses		4 ~ 5 anos	10 ~ 11 anos
		Cs	3 ~ 4 meses		6 ~ 7 anos	12 ~ 15 anos
		1º PMs 2º	4 ~ 5 anos		5 ~ 6 anos	12 ~ 13 anos
		PMs	1½ ~ 2 anos		6 ~ 7 anos	12 ~ 14 anos
		2º Ms	2 ~ 2½ anos		7 ~ 8 anos	18 ~ 25 anos
		3º Ms	2½ ~ 3 anos			
			7 ~ 10 anos			



**Figura 11.70** - Estágio de desenvolvimento dentário de Nolla (1960).



**Figura 11.71** - Cronologia de erupção dentária.



**Figura 11.72** - Determinação da idade pelo ângulo da mandíbula.

rell (2002) classifica ainda que a simplicidade e praticidade desse método faz com que alguns autores prefiram usá-lo no vivo, em vez de empregar medidas e técnicas mais complexas. Ernestino Lopes elaborou um quadro relacionando o ângulo mandibular com a idade em anos (Figura 11-72)

Idade (anos)	Mínimo	Máximo	Médio
5 a 10	110°	135°	130°
11 a 15	110°	130°	125°
16 a 20	110°	125°	120°
21 a 25	110°	120°	115°
26 a 35	105°	120°	110°
36 a 45	105°	120°	110°

### Bibliografia

1. Agur. Grant's Atlas of Anatomy, Lippincott Williams & Wilkins, 2005.
2. Avery and Steele, Oral Development and Histology, Thieme, 2002.
3. Borbolla RR, et al Normatização e padronização da localização e abreviação dos pontos cefalométricos utilizados nas análises cefalométricas em norma lateral de Ricketts e Schwarz - Choudhary, Dental Anatomy and Occlusion, Wysteria. WU, 2001.

4. Faltin. Rev Inst Ciênc Saúde, 2008;26(3): 328-33.
5. Gartner e Hiatt. Color Atlas of Histology, Mosby, 1990.
6. Hiatt e Gartner. Textbook of Head and Neck Anatomy, Lippincott Williams & Wilkins, 2010.
7. Liebgott. Anatomical Basis of Dentistry, Elsevier Mosby, 2011.
8. Madsen DP. Natural Head Position. Thesis of the degree of Doctor of Clinical Dentistry (Orthodontics).
9. Moore. Clinically Oriented Anatomy. Lippincott Williams & Wilkins, 2010.
10. Moore e Persaud. The Developing Human, WB Saunders, 1998.
11. Kastle MJ. An Atlas of Dental Radiographic Anatomy 2nd ed. Philadelphia; WB Saunders; 1983.
12. Nanci, Ten Cate's Oral Histology, Elsevier Health Sciences, 2008.
13. Stevens e Lowe, Human Histology, Mosby, 1997.
14. Vanrell JP. Odontologia Legal e Antropologia Forense. 1ª ed. Editora Guanabara Koogan, 2002.

### Sites

1. <http://www.cleber.com.br/bidegai.html>
2. <http://www.dentistry.vcu.edu/about/departments/opath/radanatmod/normanatxt.html>
3. <http://www.ncl.ac.uk/dental/ortho/ass-ceph.htm>
4. <http://www.thefreedictionary.com/craniometric+point>

# DIAGNÓSTICO RADIOGRÁFICO - PATOLOGIAS E ANORMALIDADES

# 12

## SUMÁRIO

- A imagem radiográfica deve ser registrada adequadamente para auxiliar na organização de pensamentos daquele que interpreta imagem e para que possa ser útil a outras finalidades.
- Na representação de uma aparência, utilizar palavras que, por simples leitura, permitam reproduzir a imagem radiográfica em questão.
- Para poder avaliar o estado patológico, deve-se conhecer corretamente a imagem radiográfica da estrutura anatômica normal. Isso é fundamental.
- Como inflamações maxilomandibulares, existem as doenças periodontais, periodontite apical, a periodontite marginal e a osteomielite. Dentre as doenças inflamatórias, a osteomielite apresenta em alguns casos dificuldades para diferenciá-la dos tumores ósseos malignos por meio das imagens radiográficas.
- Nos cistos maxilomandibulares, existem os odontogênicos e não odontogênicos. O cisto primário, às vezes, apresenta um aspecto radiográfico que pode se assemelhar com muitos tumores.
- Nos tumores maxilomandibulares, existem os odontogênicos e não odontogênicos. Dentre os tumores malignos maxilomandibulares, o carcinoma gengival e o câncer do seio maxilar são relativamente os mais comuns.
- Como destaques de doenças do seio maxilar podem ser citados. A inflamação dos molares superiores também pode ser uma das causas da sinusite maxilar aguda. O cisto maxilar pós-operatório pode, muitas vezes, vir acompanhado de sintomas odontológicos.
- Como doenças das articulações temporomandibulares, existem a artrite aguda, osteoartrite, artrite reumatoide, anquilose e artrose ou condromatoses. A artrose temporomandibular, embora não apresente alterações significativas em termos radiográficos, causa frequentemente dificuldades no diagnóstico e na terapia.

## SUMÁRIO – cont.

- O diagnóstico por imagem é parte fundamental do processo de diagnóstico na odontologia clínica.
- A radiografia ainda é o principal exame complementar de diagnóstico na odontologia clínica.
- Apropriada interpretação radiográfica deve ser realizada após detalhado exame clínico e outros exames necessários, para assim formular um diagnóstico e planejamento diferenciado.

## OBJETIVOS

## Objetivo Geral

Fornecer ao aluno condições de reconhecer a aparência dos materiais restauradores, avaliando de forma crítica a forma e tamanho dos mesmos; também reconhecer as diferenças entre a normalidade, anormalidades e os processos patológicos, utilizando os mais adequados meios e métodos de interpretar os sinais radiográficos.

## Objetivos Específicos

Ao final deste tópico, espera-se que o aluno seja capaz de:

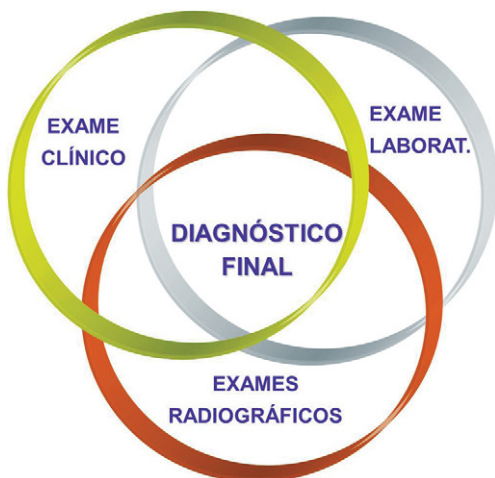
- Discutir os princípios básicos da interpretação radiográfica;
- Definir a terminologia utilizada na interpretação radiográfica;
- Identificar radiograficamente a aparência dos materiais restauradores, classificando-

os como correta e incorreta;

- Distinguir entre anatomia normal e processos patológicos;
- Identificar radiograficamente os sinais de cárie e lesões periodontais, anormalidades de desenvolvimento, trauma e lesões patológicas benignas e malignas.

## Princípios de Interpretação Radiográfica (Parte do Diagnóstico)

A avaliação de lesões patológicas das regiões da cabeça e do pescoço envolve na rotina diagnóstica o uso de radiografias na tentativa principal de determinar a natureza da anormalidade e/ou do processo patológico. Na clínica odontológica no Brasil, em geral, o cirurgião-dentista realiza principalmente os exames radiográficos intraorais, pois trabalha em sua rotina de atendimento com equipamentos de raios-X intraorais. Outro, protocolo de atendimento muito utilizado é a requisição de uma radiografia panorâmica, quando da primeira consulta do paciente, embasada no exame clínico e na requisição de atendimento. Esse e outros exames radiográficos solicitados às clínicas de radiologia devem vir acompanhados de laudo radiográfico. Isso é importantíssimo para que o profissional possa chegar a um diagnóstico diferencial o mais próximo possível com a opinião de um especialista em diagnóstico. A realidade é que nem sempre teremos os sinais patognomônicos das patologias (principais características da lesão). A medicina com muita propriedade trabalha a muito tempo dessa forma. Qualquer exame auxiliar radiológico de diagnóstico vem acompanhado de laudo radiográfico ou de imagens.



**Figura 12-1** O diagnóstico final é na verdade uma tríade dos exames clínico-laboratorial-radiográfico.

Essa rotina de trabalho é facilmente compreensível, pois é o especialista em radiologia odontológica e imaginologia que está mais habituado com as aparências radiográficas de normalidades, anormalidades e patologias. O objetivo maior do cirurgião-dentista é a prevenção, sendo o diagnóstico fundamental para todo o processo, da prevenção ao planejamento, e o tratamento.

Vamos deixar bem evidente que é possível **DESCREVER** as aparências radiográficas, mas não é possível **DIAGNOSTICAR** apenas com radiografias.

### O Processo diagnóstico (Figura 12.1)

- Queixa principal
- História da doença atual
- História médica
- Exame clínico
- Imagem diagnóstica
- Exames adicionais
- Formulação de diagnóstico diferencial.

### Diagnóstico (Figuras 12-2 a 12-5)

Do grego original διαγνωστική, pelo latim *diagnosticu* = [*dia* = “através de, durante, por meio de”] + [*gnosticu* = “alusivo ao conhecimento de”], *lato sensu*, vem a ser:

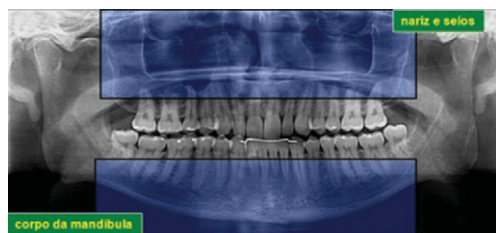
- Conhecimento (*efetivo* ou *em confirmação*) sobre algo, ao momento do seu exame; ou
- Descrição minuciosa de algo, feita pelo examinador, classificador ou pesquisador; ou
- Juízo declarado ou proferido sobre a característica, a composição, o comportamento, a natureza etc. de algo, com base nos dados e/ou informações deste obtidos por meio de exame.

### Processo sistemático da interpretação radiográfica

- Considere história e exame clínico
- Selecione o exame radiográfico
- Realize as tomadas radiográficas necessárias, sempre considerando o princípio ALARA
- Faça a avaliação radiológica das regiões de interesse (Figuras 12-2 a 12-5)
- O conhecimento da anatomia radiográfica normal é primordial
- Distinguir: normal e anormal, e patologias.



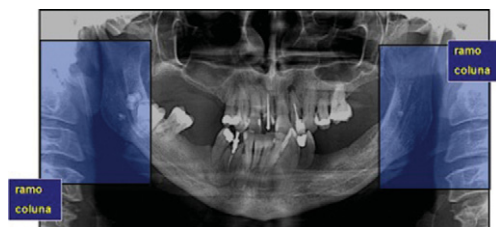
**Figura 12-2** Radiografia panorâmica região de interesse: dentes



**Figura 12-3** Radiografia panorâmica região de interesse: corpo mandibular, cavidade nasal e seio maxilar.



**Figura 12-4** Radiografia panorâmica região de interesse: cabeças mandibulares e região do osso híóide e vértebras.



**Figura 12-5** Radiografia panorâmica região de interesse: ramo e ângulo da mandíbula, vértebras e cadeia estilo-híóidea

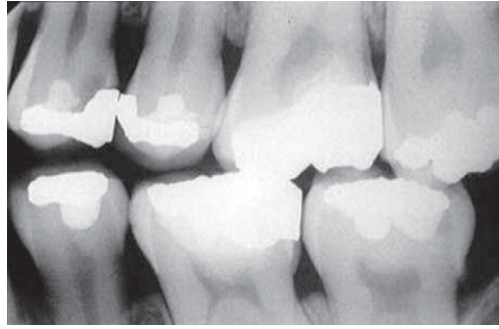
- Inicie com as estruturas anatômicas
- Defina um sentido de análise, por exemplo, examinando primeiro o quadrante superior direito, depois o esquerdo, então, vá para o quadrante inferior esquerdo e termine no quadrante inferior direito.
- Verifique a assimetria
- Examine o trabeculado ósseo (normal, simétrico, esparsa, denso, direções de estresse, alterações quaisquer) e corticais (espessura, erosões, etc.)
- Verifique a altura do osso alveolar, principalmente nos espaços interdentários (as radiografias interproximais são as indicadas) (Figura 12.6);
- Verifique cada dente: se estão todos no lugar, examine a coroa (esmalte, dentina e polpa), conte as raízes e verifique suas formas e direções, compare com outros dentes contíguos e do outro lado;
- Examine detalhadamente as restaurações. As iatrogenias são constantemente encontradas;
- Levante das hipóteses diagnósticas;
- Faça o diagnóstico diferencial;
- Considere o diagnóstico integrado: clínico, anamnese e outros achados (Figura 12.7);
- Formule as hipóteses diagnósticas;
- Considere exames complementares (Figuras 12.13 a 12.16);
- Formule o diagnóstico definitivo e projete os possíveis planos de tratamentos junto com o paciente;
- Realize o tratamento.

### Qualidade da imagem (Figura 12-6)

- A radiografia possui adequados densidade e contraste radiográficos?
- A região de interesse está totalmente visível
- Estão focadas estruturas vizinhas (pelo menos 3mm)
- Há nitidez
- Não há distorção

### São necessárias mais radiografias? (Figuras 12.7 e 12.8)

- Quais? Intra ou extra?
- Existem radiografias anteriores?
- O que é esperado no diagnóstico dessas imagens radiográficas?



**Figura 12-6** Radiografia interproximal tecnicamente correta e com ótima qualidade.



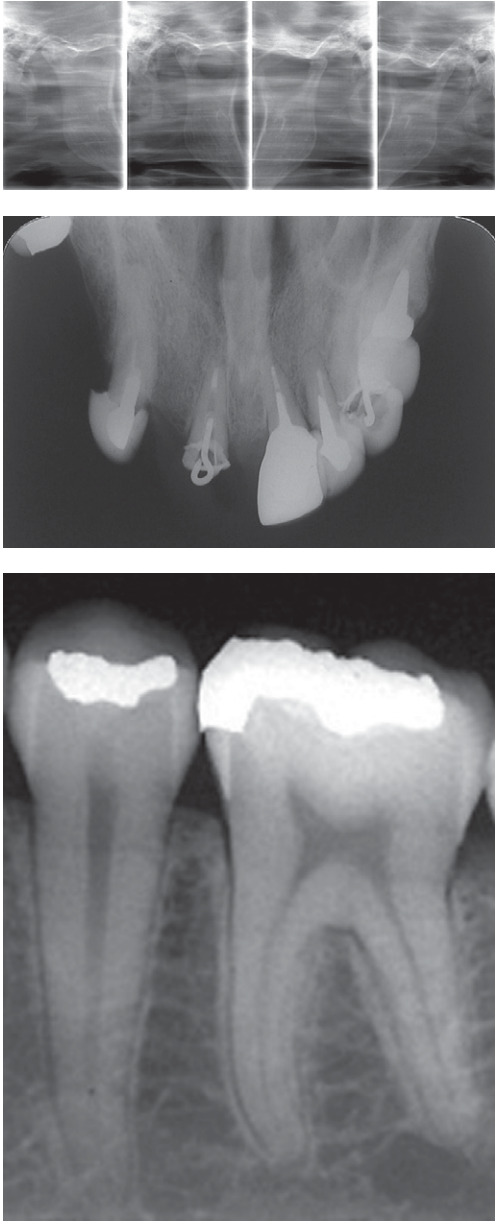
**Figura 12-7** Radiografia cefalométrica ou telerradiografia.

### Condições apropriadas da interpretação radiográfica (Figura 12.9)

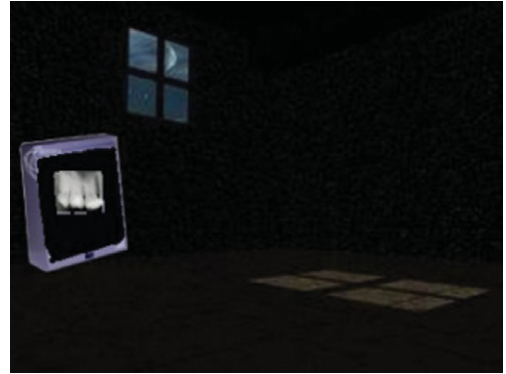
- Sala com pouca luz, escura
- Negatoscopio com intensidade de luz adequada e com regulador de intensidade da luz
- Máscaras de diferentes tamanhos para cada tipo de radiografia (Figuras 12.10 a 12.12)
- Lupa

### Artefatos (Figura 12.17)

- Movimento do paciente
- Posição do paciente
- Erros no processamento radiográfico
- Imagens fantasmas/superposição de estruturas
- Contraste (ilusões de ótica)



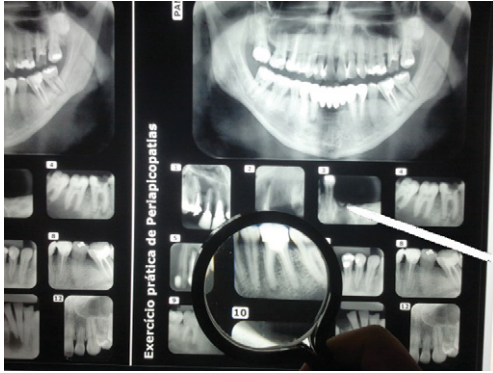
**Figura 12-8** Radiografias: da ATM, oclusal total da maxila e periapical.



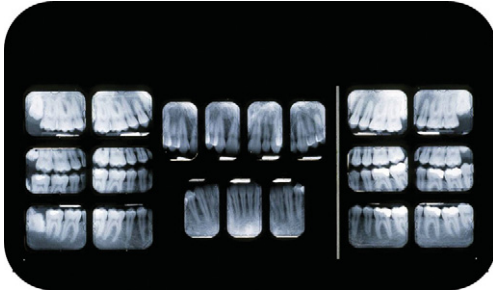
**Figura 12-9** Sala escura para realizar rotineiramente a interpretação radiográfica em negatoscópico com lupa e regulador de intensidade de luz.



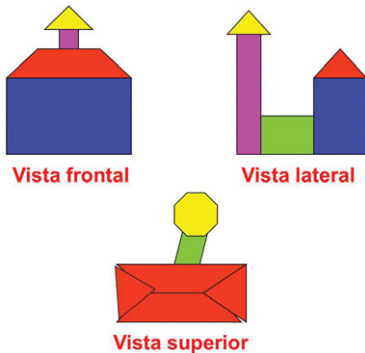
**Figura 12-10** Cartela porta-radiografias em negatoscópico sem máscara. Note a luz difusa ao redor da cartela, que irá de certa forma ofuscar a visão do examinador.



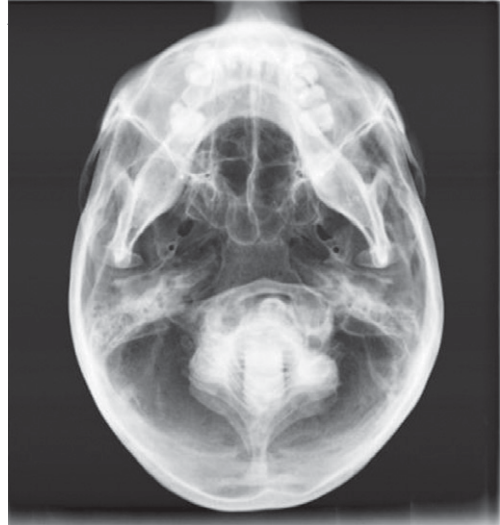
**Figura 12-11** Cartela porta-radiografias em negatoscópio sem máscara. Note a luz difusa ao redor da cartela, que irá de certa forma ofuscar a visão do examinador.



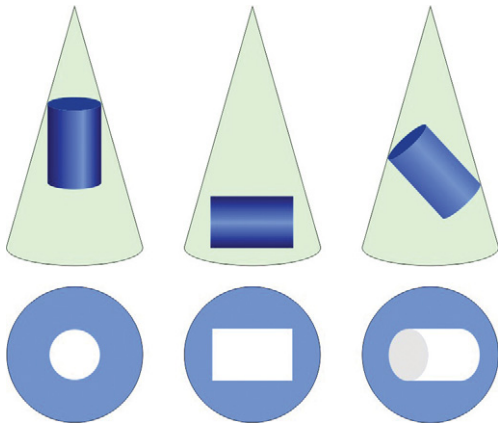
**Figura 12-12** Cartela porta-radiografias em negatoscópio com máscara. Note que não há luz difusa ao redor da cartela, melhorando a análise radiográfica, já que haverá apenas a luminosidade que será transmitida pela radiografias, ou transmitância.



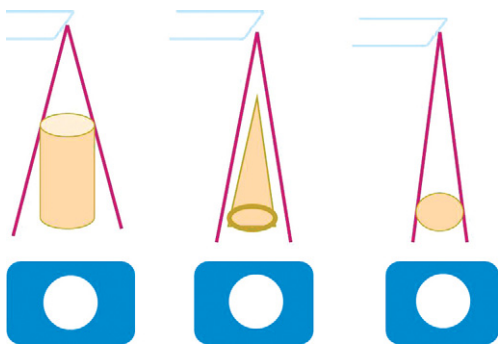
**Figura 12-13** Diferentes visões: Lembre-se de que objetos iguais vistos de diferentes incidências podem parecer muito diferentes. A radiografia convencional mostra imagens de estruturas/objetos tridimensionais de forma bidimensional.



**Figura 12-14** Imagens cefalométricas de um mesmo crânio vistas de formas diferentes: frontal (acima), lateral (ao meio) e axial (abaixo).



**Figura 12-15** Imagens de um mesmo objeto, cilíndrico, vistas de formas diferentes: de pé, deitada e inclinada. Note os resultados das sombras como são totalmente diferentes.



**Figura 12-16** Imagens de objetos diferentes, cilindro, cone e um disco circular, mas que produzem imagens idênticas.

## Representação das Aparências Radiográficas

A avaliação ou interpretação radiográfica inicia com o delineamento da **densidade das estruturas**, na normalidade, anormalidade e nas patologias. Assim, podemos classificar as imagens como:

- Estruturas/lesões radiolúcidas,
- Estruturas/lesões radiopacas, e
- Estruturas/lesões mistas, radiolúcidas e radiopacas

### Imagem Radiográfica

#### Densidade Radiográfica

#### Formas de representação da imagem/Termos

- *Radiolúcido – escuro-negro*

Os minerais dos dentes e dos ossos se perdem, a radiolucência aumenta e os focos são vistos escurecidos no filme. A aparência radiográfica é como se o osso estivesse “furado” e quase não se percebe o tecido ósseo ou as trabéculas na área da lesão. Assim, essas lesões têm caráter localmente destrutivo (Figura 12.18).

- *Radiopaco-claro-branco*

As calcificações da cavidade medular e dos ossos aumentam e os raios-X não são transmitidos, sendo os focos vistos esbranquiçados no filme. Muitas vezes essas massas calcificadas são facilmente distinguidas do tecido ósseo da circunvizinhança. Assim, geralmente as lesões radiopacas podem ser consideradas **benignas** (Figura 12.19). Essa consideração, da interface da lesão com o osso normal pode ser:

- *A lesão é totalmente radiopaca*

Não é possível observar, claramente o limite que separa a lesão do tecido ósseo normal ao redor, e, assim, sua classificação em termos de densidade é mais relutante,

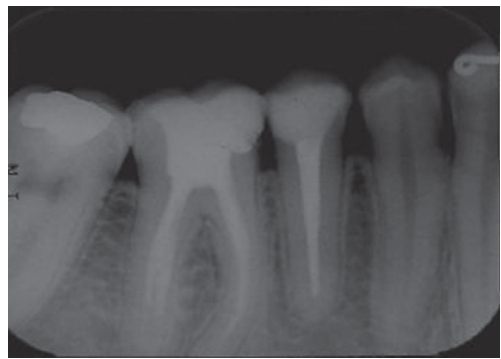
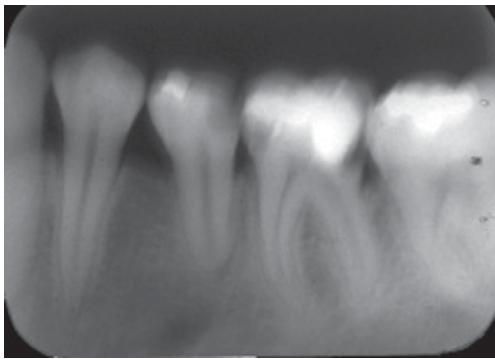
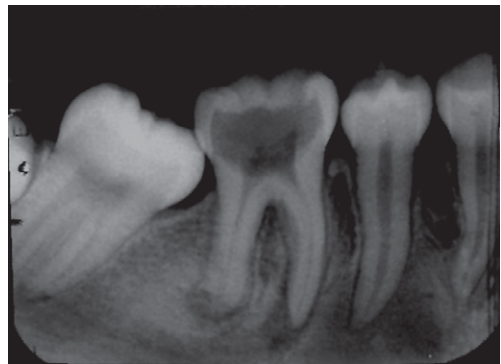
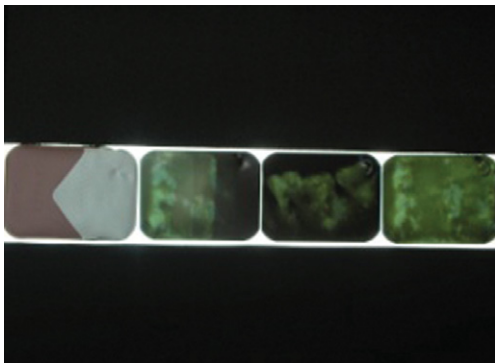
- *A lesão é radiopaca, mas possui um halo radiolúcido*

Neste caso, a lesão é rapidamente reconhecida como uma lesão radiopaca, pois é “separada” do tecido ósseo normal por um fino halo radiolúcido ao redor da mesma.

Densidade = Massa/Volume (Figura 12.20)

- *Mista*

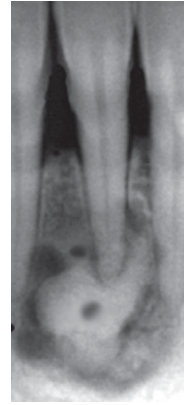
As lesões mistas apresentam imagens radiolúcidas e radiopacas, sendo muito variável o grau e número de calcificações observáveis na lesão (Figura 12.21). O início dessas lesões mistas, muitas vezes é por uma imagem radiolúcida, que com o decorrer do tempo e a maturação da lesão, gradualmente irá aumentando as calcificações. À medida que o grau de radiopacidade das calcificações aumenta, fica mais fácil a definição da imagem como sendo mista. As lesões muitas vezes calcificam a tal ponto, que parecem ser lesões radiopacas, porém com um fino halo



**Figura 12-17** Radiográficas com artefato de técnica: radiografia panorâmica com imagem fantasma do brinco da paciente; radiografias com falhas no processamento radiográfico; radiografia densa; movimento do paciente; falta de contraste radiográfico. Por último note a imagem do "diapasão do diabo", onde vemos uma figura praticamente impossível, pois a haste do meio não existiria.



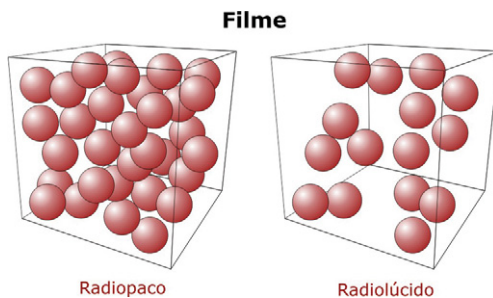
**Figura 12-18** Imagem radiográfica de lesão radiolúcida circunscrita.



**Figura 12-21** Imagem radiográfica de lesão radiopaca e radiolúcida, ou seja, mista.



**Figura 12-19** Imagem radiográfica de lesão radiopaca circunscrita.



**Figura 12-20** Desenho esquemático da obtenção radiográfica de dois objetos com diferentes densidades. À esquerda temos um objeto mais denso, que produzirá uma imagem com menos prata metálica, ou seja, mais clara ou com menor densidade radiográfica ou ainda radiopaca, e à direita vemos um objeto menos denso, o que proporcionará uma imagem radiográfica mais densa ou radiolúcida.

radiolúcida ao redor. Essas lesões mistas, na grande maioria, são lesões **benignas e de origem odontogênica, oriundas de dentes ou da membrana periodontal**. O diagnóstico diferencial deverá ser com os tumores de mesma origem. As calcificações internas à lesão podem ser:

- Finas, pequenas radiopacidades granulosas, ou radiopacidades grosseiras.

### Locais e Posições do Aparecimento dos Focos (Figuras 12.25 a 12.31)

Utilizam-se com frequência os próprios termos anatômicos.

- Localizada ou generalizada?
- Unilateral ou bilateral ?

Localize a lesão em relação a outras estruturas anatômicas (Mesial, Distal, Inferior, Superior, Posterior, Anterior etc.). Veja também se o epicentro da lesão está localizado acima do canal da mandíbula (há maior probabilidade de ser de origem odontogênica). Lesões cartilaginosas em geral localizam-se próximo aos processos condilares.

Se o epicentro estiver nos seios, ou abaixo do canal da mandíbula, muito provavelmente a lesão não é de origem odontogênica.

### Pré-molares e molares (região) Região da coroa dental (Figura 12.22)

- Borda incisal

- Face oclusal
- Face proximal

### **Dentes incisivos e caninos (região)**

#### **Região radicular (Figura 12.22)**

- Espaço periodontal
- Região cervical do dente
- Canal radicular
- Região do ápice radicular (vizinhança)
- Raiz vestibular
- Unirradicular
- Multirradicular
- Raiz palatal
- Septo interalveolar
- Septo intraradicular

#### **Maxila (Figura 12.23)**

- Base da cavidade nasal
- Base do seio maxilar
- Região da tuberosidade maxilar
- Palato ósseo



**Figura 12-22** Imagem radiográfica de um dente, coroa e raiz (em formação, ou com rizogênese incompleta).

#### **Mandíbula (Figura 12.24)**

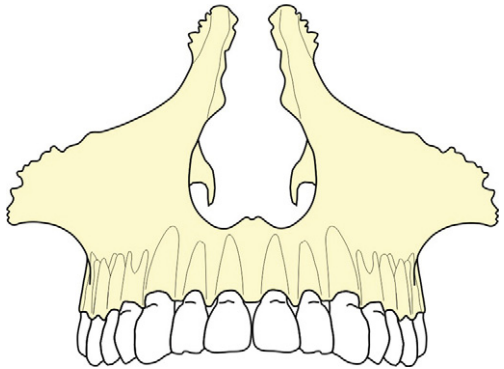
- Ramo da mandíbula
- Processo coronóide
- Base da mandíbula
- Região do ângulo marginal

#### **Articulações temporomandibulares (Figura 12.25)**

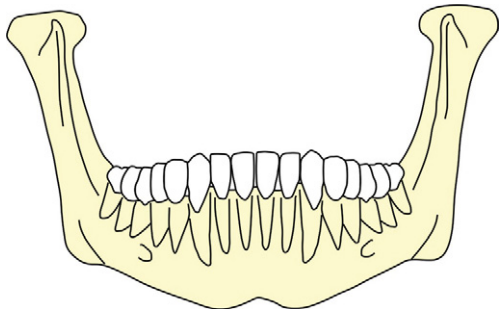
- Cavidade da cabeça mandibular (fossa mandibular)
- Disco articular
- Tubérculo articular
- Fossa mandibular
- Cabeça da mandíbula
- Processo condilar (região cervical)

### **Métodos Sistematizados**

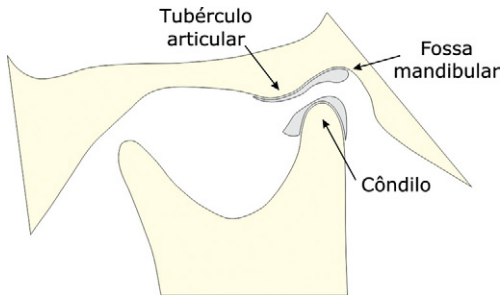
#### **Localize a lesão (Figuras 12.25 a 12.31)**



**Figura 12-23** Maxilas.



**Figura 12-24** Mandíbula.



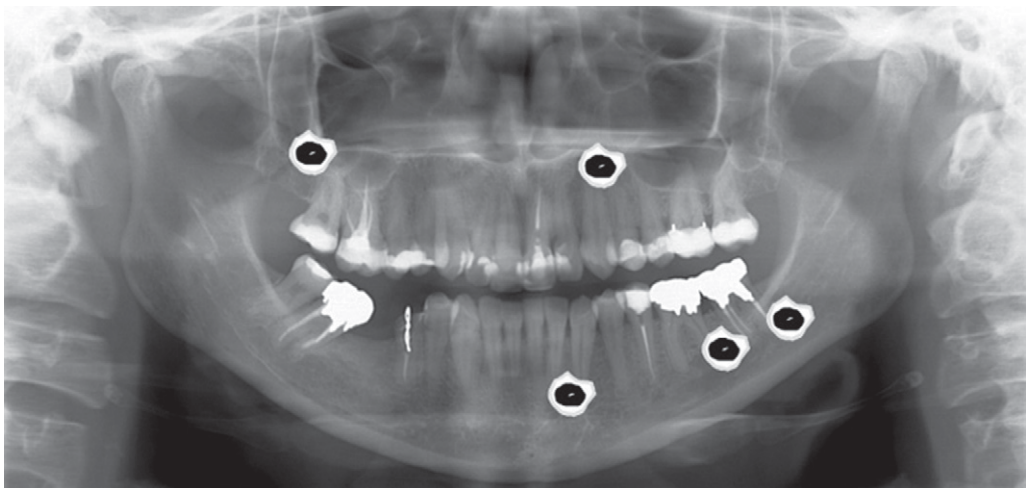
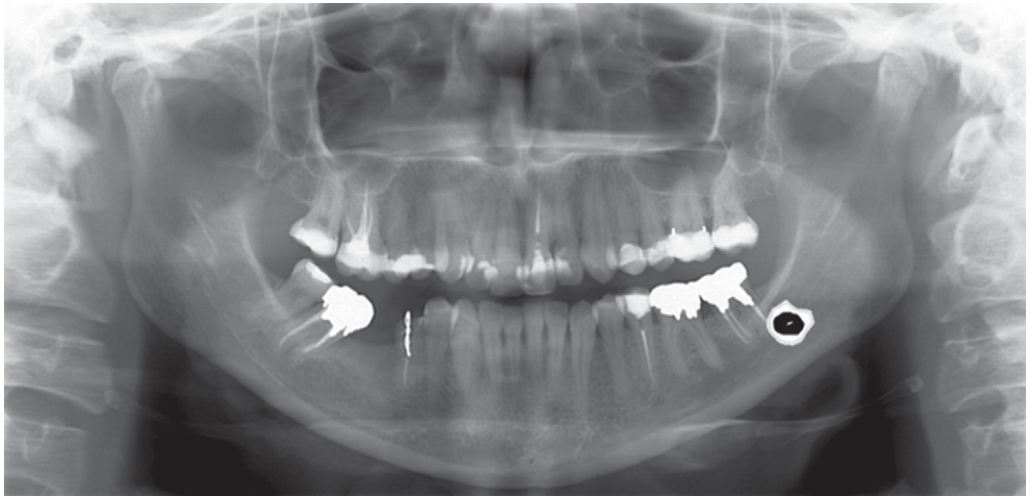
**Figura 12-25** Região da ATM (articulação tempomandibular).

### *Verifique formas e tamanhos dos focos*

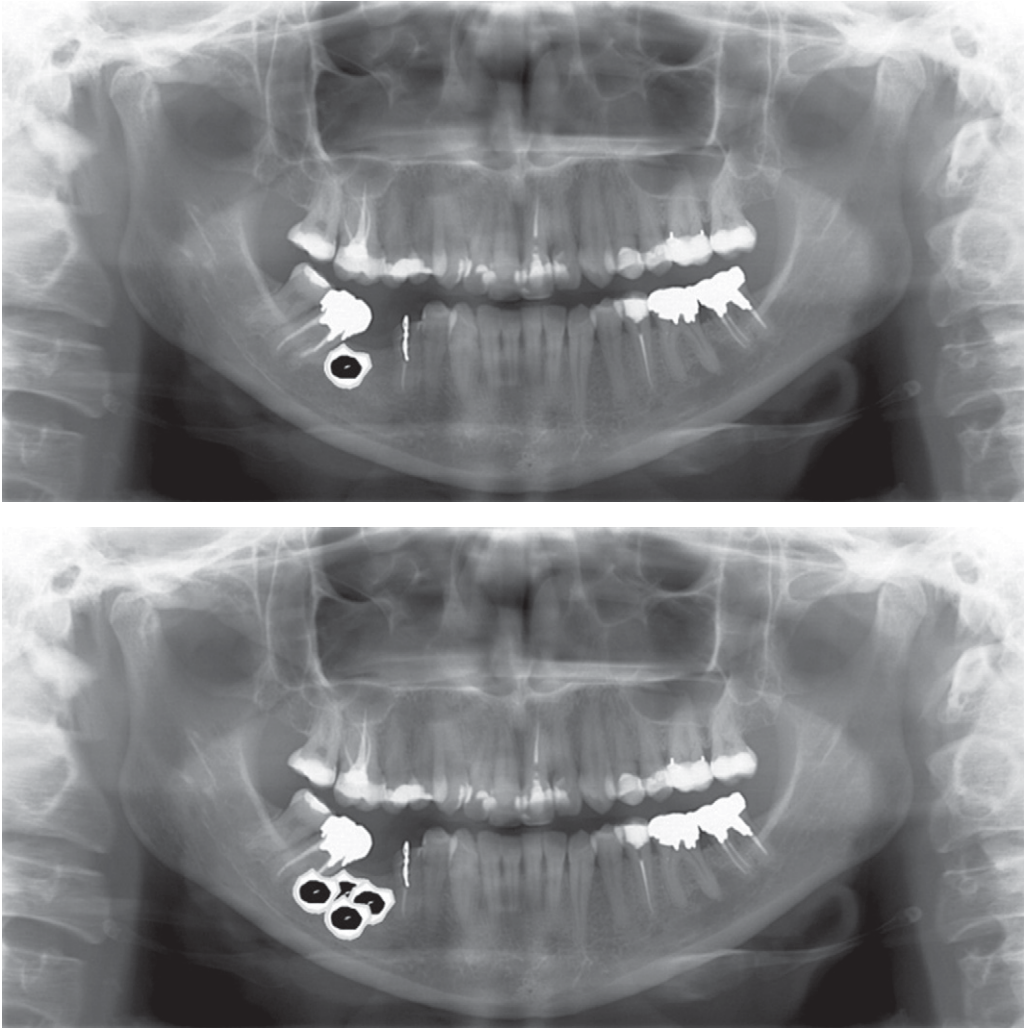
#### **Formas Externas**

Meça a lesão com uma régua em pelo menos duas dimensões (altura e largura, p.ex.). Utilize estruturas da vizinhança como parâmetro (Figura 12.33).

#### **Tamanhos e formas (Figura 12.32)**



**Figura 12-26** Lesão focal e multifocal ou localizada e generalizada (radiografia panorâmica).



**Figura 12-27** Lesão localizada unilocularmente e multilocularmente (radiografia panorâmica).

## Aspectos em Torno dos Focos

### **Qualidade da Borda (Figura 12.34)**

Bem definida (circunscrita); Mal definida (difusa); “*Punched out*”, similar a uma perfuração no osso; **corticalizada** (fina borda radiopaca circundando a lesão); **esclerótica** (espessa, desigual borda radiopaca); **hiperostótica** (trabelucado bem espesso, radiopacidade aumentada).

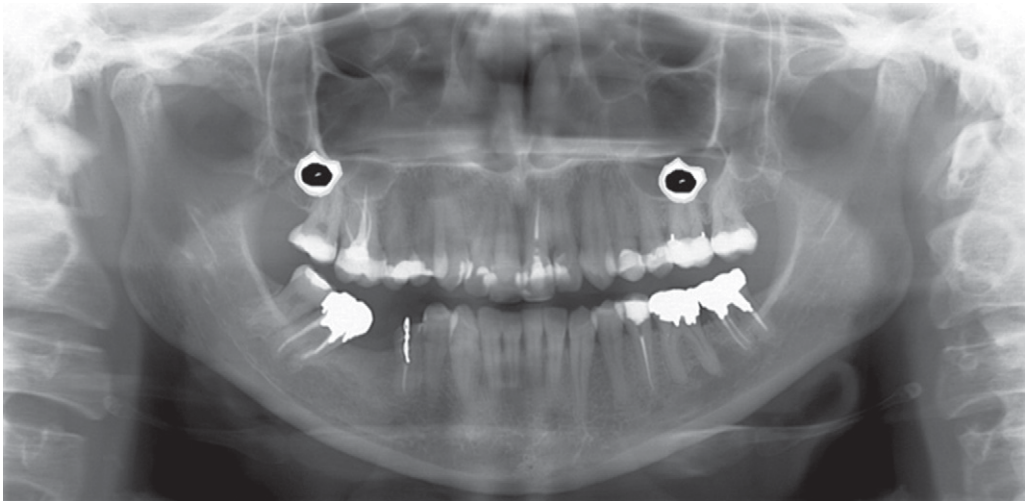
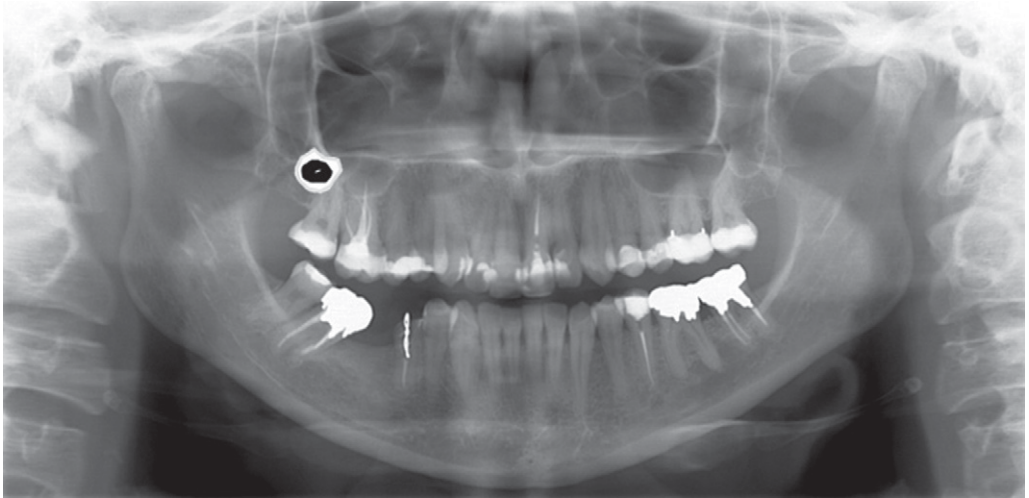
### **Quanto ao número (Figura 12.35)**

## Radioluscências (Figura 12.36)

## Radiopacidades (Figura 12.37)

### **Termos (Figura 12.38)**

Localizada, nítida, aguda, regular, acompanhada de linha esclerótica, saca-bocado, unilocular, multilocular, cavitária, difusa, áspera, irregular, permeável, infiltrativo.



**Figura 12-28** Lesão localizada unilateralmente e bilateralmente (radiografia panorâmica).

### Estruturas no interior dos focos

#### *Radiopacidades internas*

- Ausentes
- Densas, semelhante ao cimento
- Fina, granular
- Densa e granular - flocos de algodão
- Combinação de todos

#### Arquitetura interna

Observe:

- Uniformidade da lesão.
- Há septos ou locos (cavidades individuais)

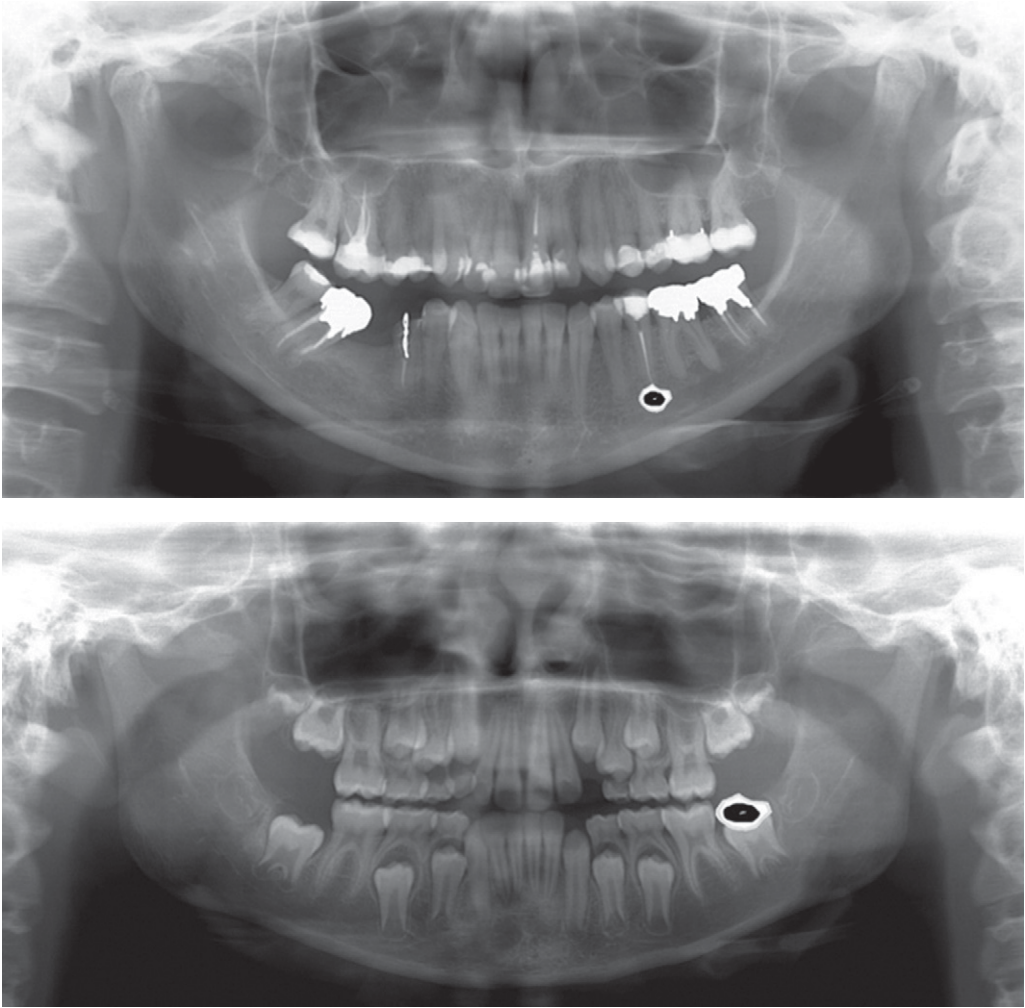
- Elemento/tecido semelhantes a dentes
- Borda radiolúcida

#### Representações da estrutura óssea

Fusão óssea, reabsorção óssea, hiperplasia, hipoplasia óssea, dilatação, calcificação, solução de continuidade, lise óssea, osteogênese reacional

#### Efeitos sobre as estruturas normais adjacentes (Figura 12.39)

- Observe se a lesão causa:
- Reabsorção



**Figura 12-29** Lesão localizada com epicentro na raiz do dente e outra na coroa dental (radiografia panorâmica).

- Ondulações no osso (recorte)
- Destruição
- O espaço ocupado pela lesão desloca outras estruturas adjacentes
- Expansão
- Deslocamento
- Afinamento
- Remodelação
- Afinamento/espessamento

Uma lesão qualquer pode ocupar um espaço próprio ao deslocar outras estruturas, por exemplo, como os dentes, seios maxilares, canal mandibular etc.

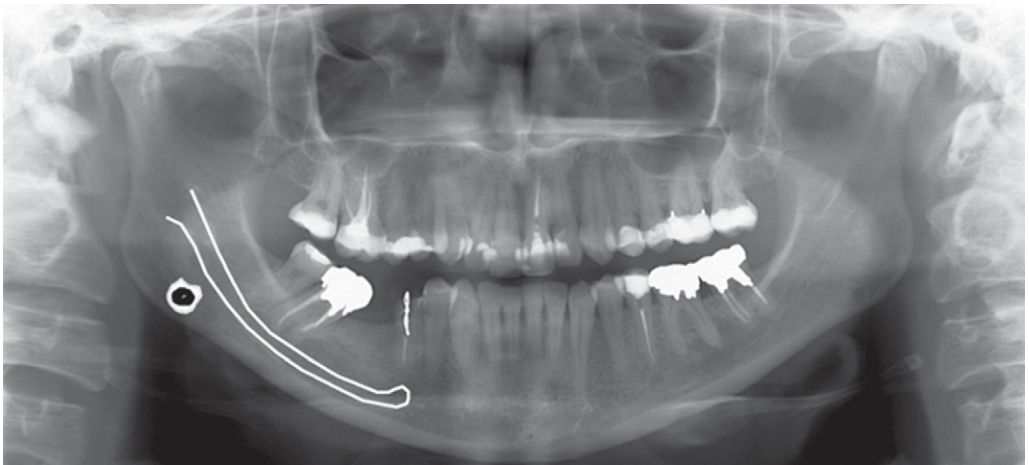
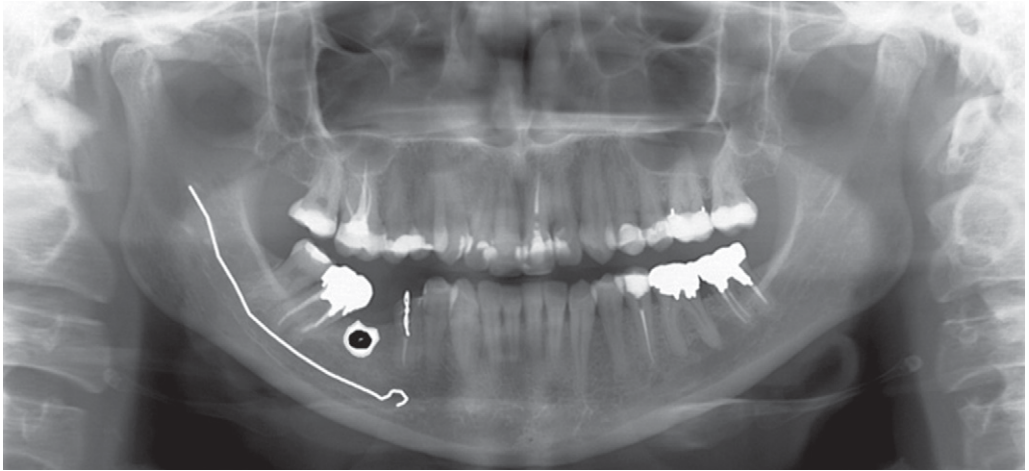
- Deslocamento ou reabsorção dental

- Espessura do espaço do ligamento periodontal (LP)
  - Perda de lâmina dura
  - Densidade óssea na circunvizinhança
  - Reação do periosteio
- Há dentes associados (periapical, pericoronar, ou interradicular)?

### **Sem associação com dente**

A probabilidade de não ser de origem odontogênica é maior, naturalmente.

- Cistos não odontogênicos e tumores
- Anomalias de desenvolvimento
- Doenças metastáticas



**Figura 12-30** Lesão localizada acima do canal mandibular = mais comum de origem odontogênica e abaixo do canal mandibular = incomum de origem odontogênica (radiografia panorâmica).

- Injúrias devido a trauma
- E outras de origem odontogênicas

#### **Intimamente associados a algum dente (Figura 12.40)**

- Origem odontogênica na maioria dos casos

#### **Localização da lesão no dente (Figura 12.42)**

##### *Periapical*

A maioria tem origem inflamatória. O diagnóstico diferencial sempre inclui:

- Granuloma periapical
- Cisto periapical
- Abscesso periapical

- Cicatriz periapical
- Displasia cementária periapical

##### *Lateral da raiz*

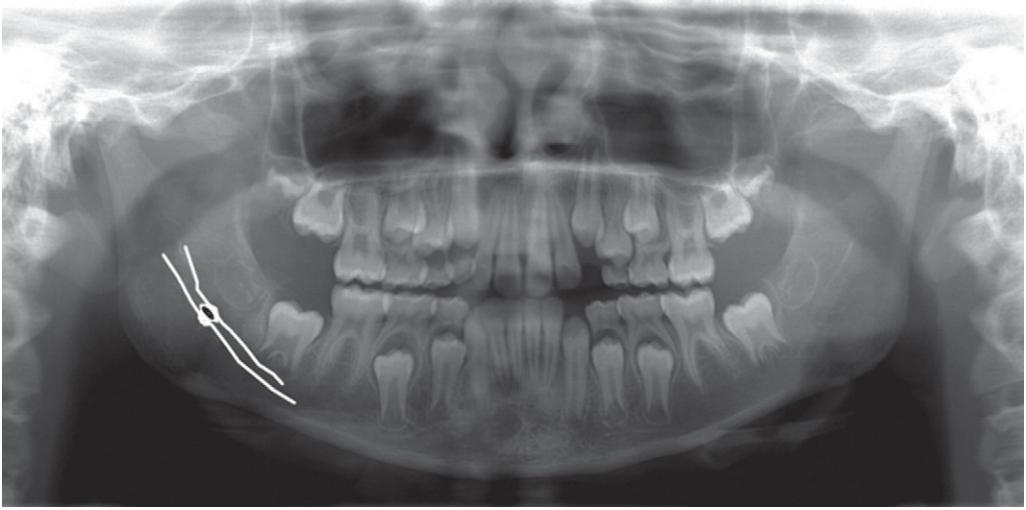
Depende muito da presença de canais laterais.

- Cisto periodontal lateral
- Cisto odontogênico botriode

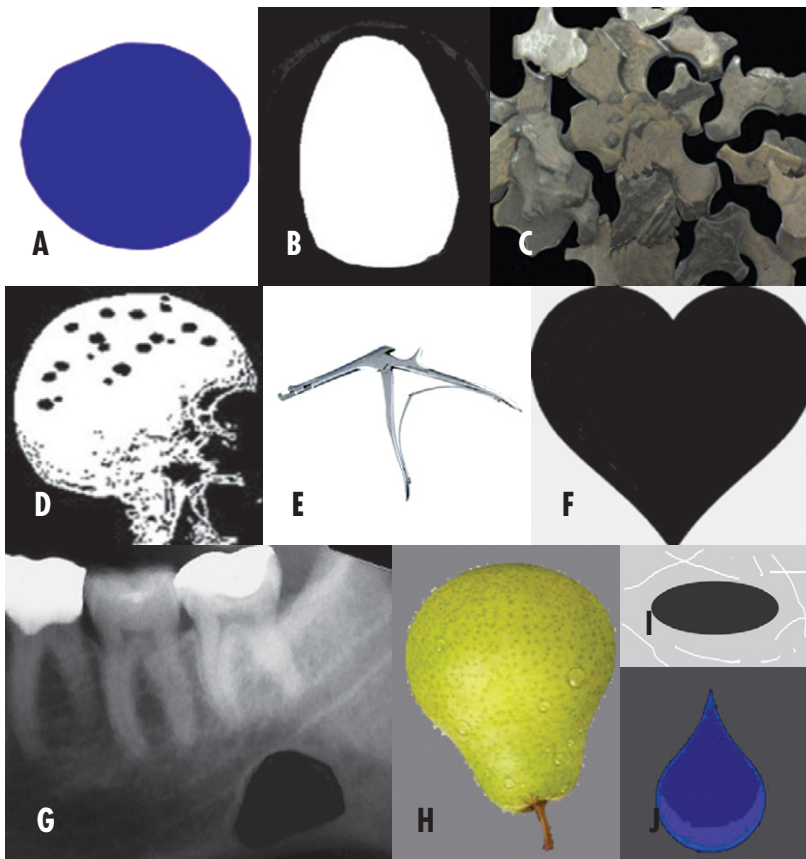
##### *Pericoronar*

Estas lesões são associadas com dentes inclusos, impactados, ou em erupção.

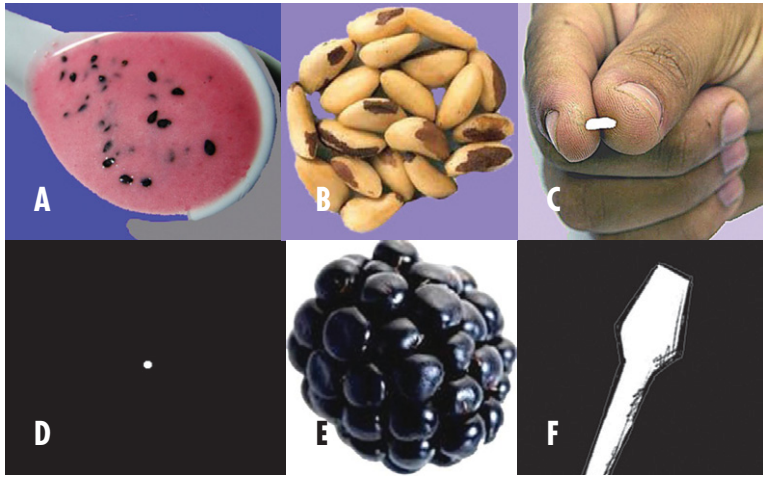
- Tecido folicular dental hiperplásico
- Cisto dentígero
- Queratocisto odontogênico
- Odontoma
- Ameloblastoma



**Figura 12-31** Lesão localizada dentro do canal mandibular (radiografia panorâmica). Mais comumente vascular ou neural.



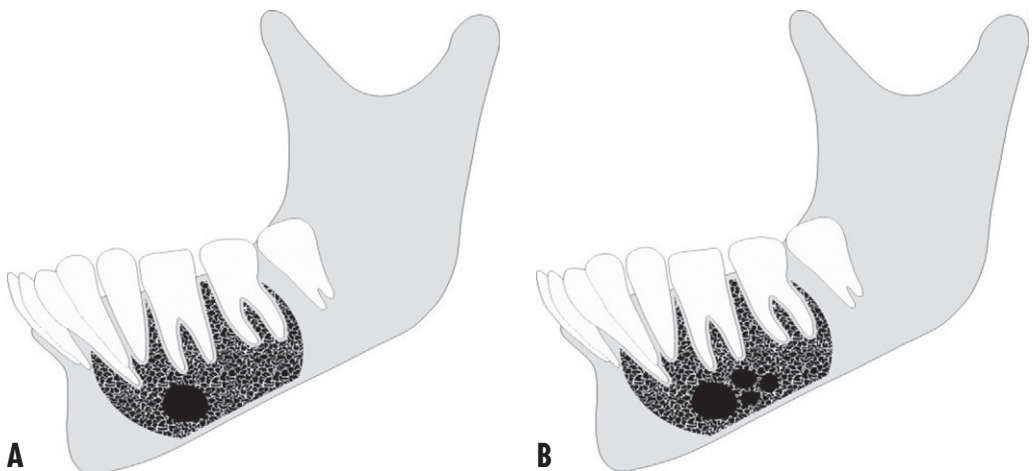
**Figura 12-32** Formas das lesões. A. Circular. B. Tipo circular, ovóide. C. Irregular. D. Imagem de saca-bocado. E. Saca-bocado. F. Coração. G. Perfuração. H. Pêra invertida. I. Elíptica. J. Gota.



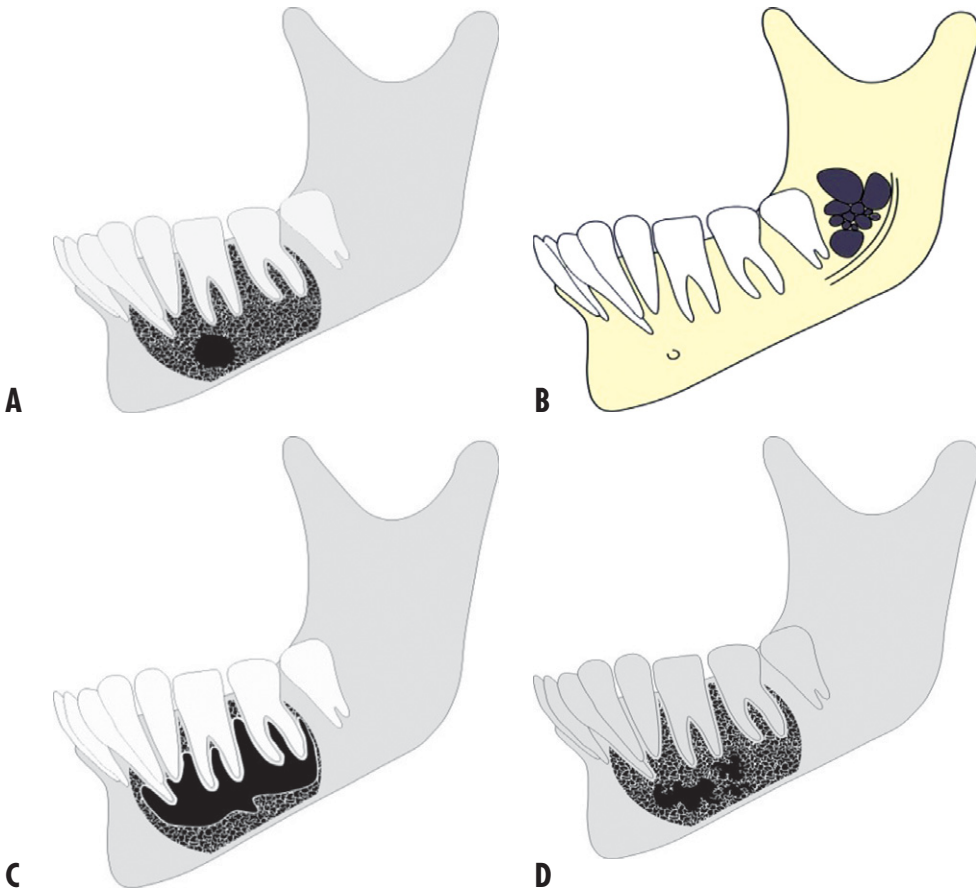
**Figura 12-33** Tamanhos e formas das lesões. A. Semente de papoula. B. Castanha do Pará. C. Grão de arroz. D. Ponto. E. Aspecto de amora. F. Chave de fenda.



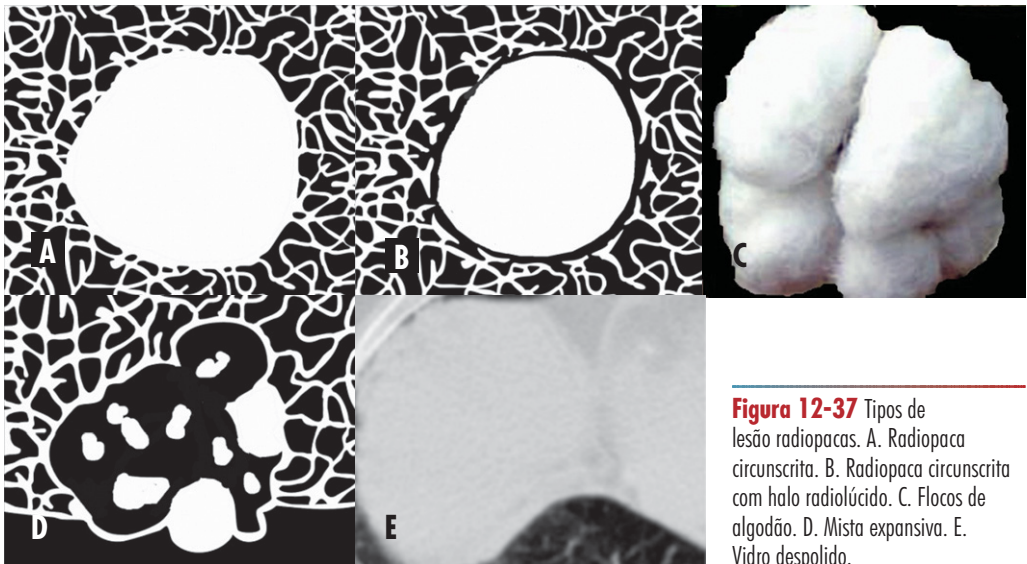
**Figura 12-34** Bordas da lesão. A. Demarcação bem definida – CIRCUNSCRITA. B. Demarcação bem definida – CIRCUNSCRITA-corticalizada. C. Demarcação mal definida – DIFUSA.



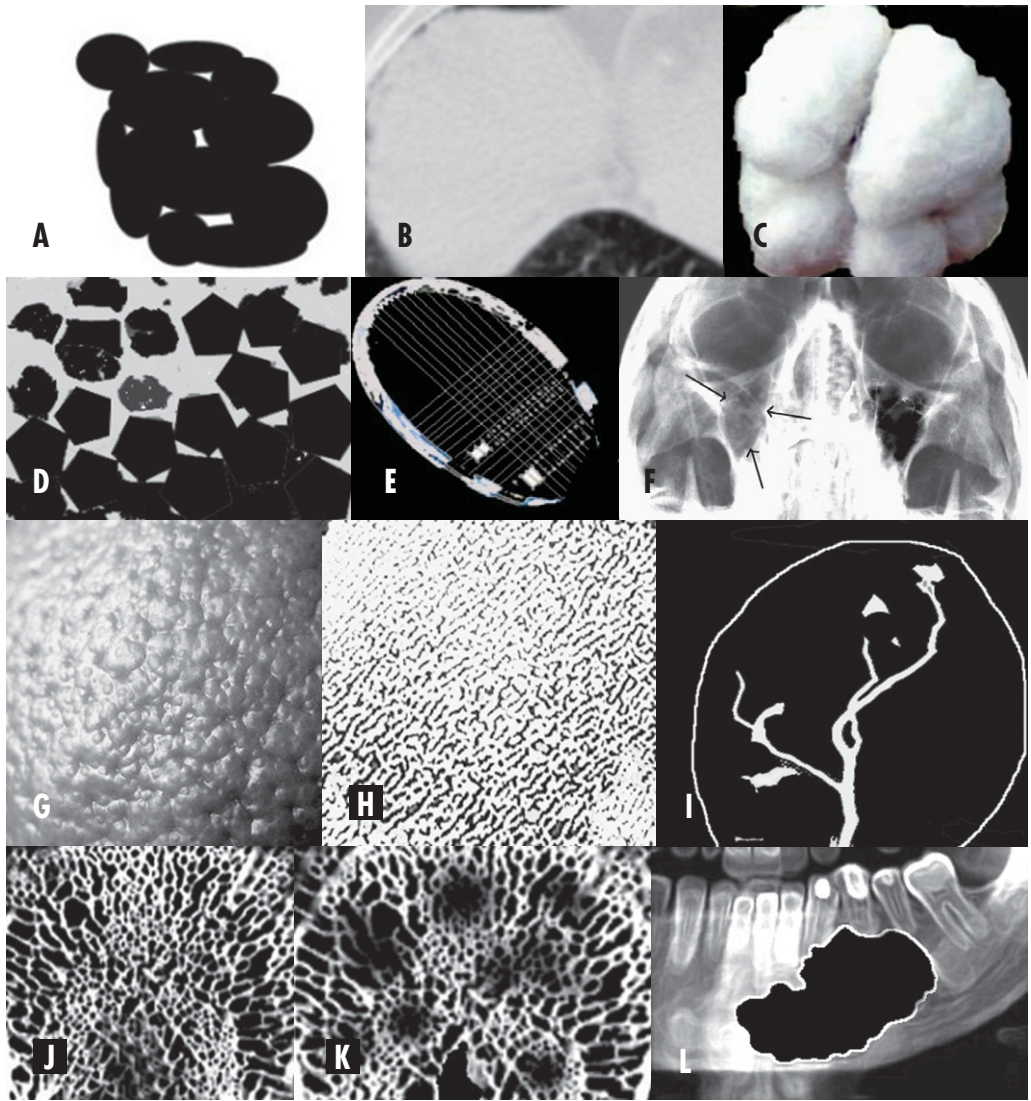
**Figura 12-35** Lesões focal e multifocal. A. Focal. B. Multifocal.



**Figura 12-36** Tipos de lesão radiolúcidas. A. Unilocular. B. Multilocular. C. Recortada (*Scalloped*). D. Roído de traça.



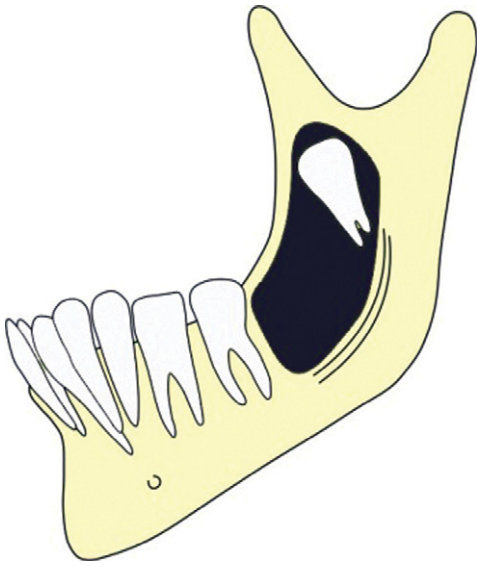
**Figura 12-37** Tipos de lesão radiopacas. A. Radiopaca circunscrita. B. Radiopaca circunscrita com halo radiolúcido. C. Floços de algodão. D. Mista expansiva. E. Vidro despolido.



**Figura 12-38** Termos utilizados para descrever diferentes lesões. A. Bolhas de sabão. B. Vidro despolido. C. Flocos de algodão. D. Favo de mel. E. Raquete de tênis. F. Velamento do seio maxilar esquerdo (setas). G. Casca de laranja. H. Salpicado. I. Galho de árvore. J. Normal. K. Permeativa-infiltrativa. L. Roído de traça.



**Figura 12-39** Desenho esquemático dos efeitos da lesão sobre os dentes.



**Figura 12-40** Desenho esquemático do efeito da lesão deslocando um dente terceiro molar para o ramo ascendente da mandíbula.

### Aspectos do Osso Cortical (Figura 12.43)

#### Nenhum efeito

Indica lesão benigna, pois o crescimento é lento ou estático.

#### Expansão

Também indica lesão benigna, mas há pressão sobre a cortical, o que pode proporcionar uma lesão grande, tornando a região óssea fraca.

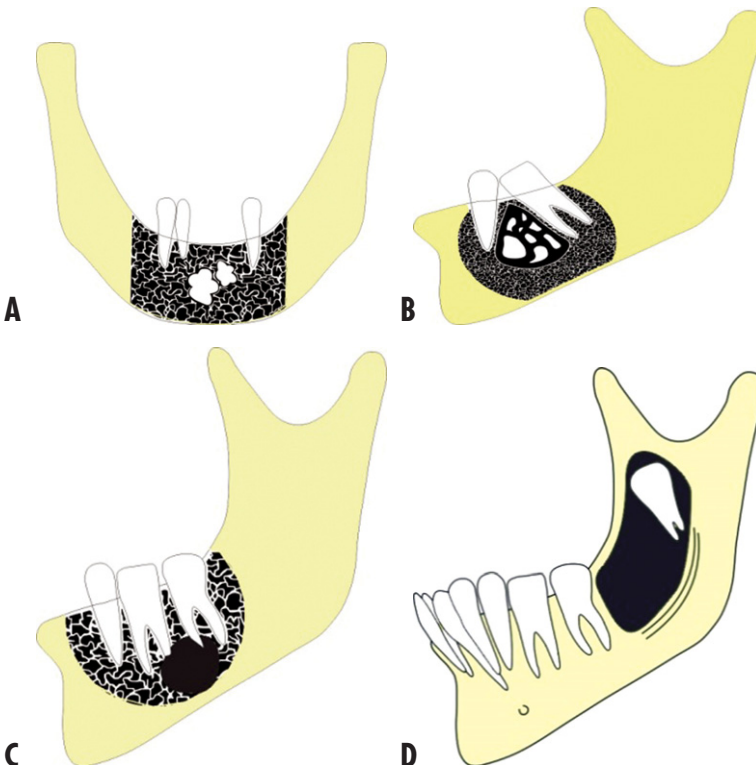
#### Destruição

Solução de continuidade no córtex, ou rompimento da cortical, que proporciona um aspecto de “roído de traça”, sendo compatível com as lesões malignas.

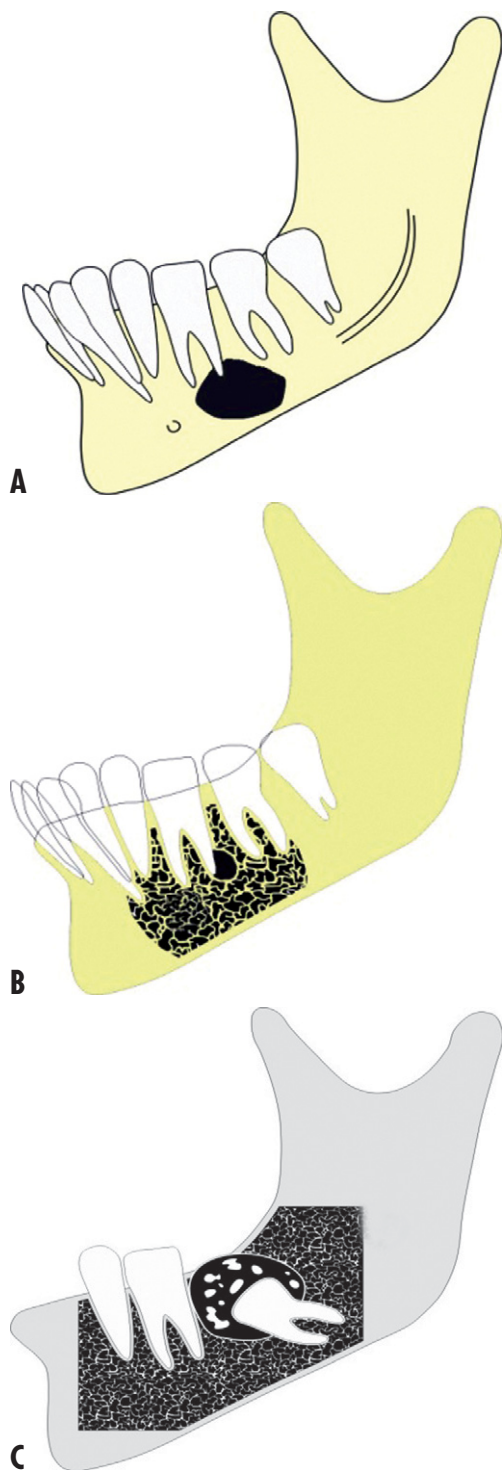
#### Reação periosteal (Figura 12.44)

#### Efeitos sobre a cortical óssea

Triângulo de Codman (existe no osteosarcoma, podendo ser visto em função da proliferação do osso cortical).



**Figura 12-41** Desenho esquemático do efeito da lesão sobre estruturas adjacentes, porém sem foco no dente. A. Lesão em área desdentada. B. Deslocamento dos dentes. C. Reabsorção da raiz dos dentes. D. Delocamento do dente.



**Figura 12-42** Desenho esquemático do efeito da lesão com foco no dente (ápice, lateralmente à raiz e coronária). A. Periapical. B. Lateral. C. Pericoronária.

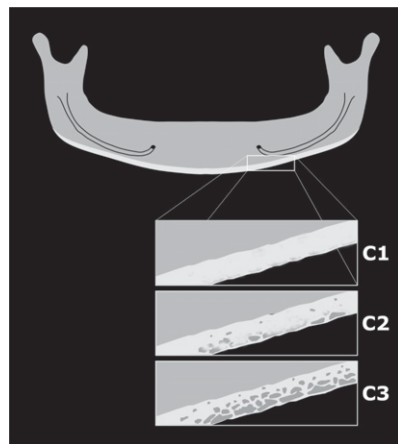
**Interpretação radiográfica (Figura 12-45)**

A interpretação radiográfica deve ser um processo ordenado (adaptado de White and Pharoah, 4th edition).

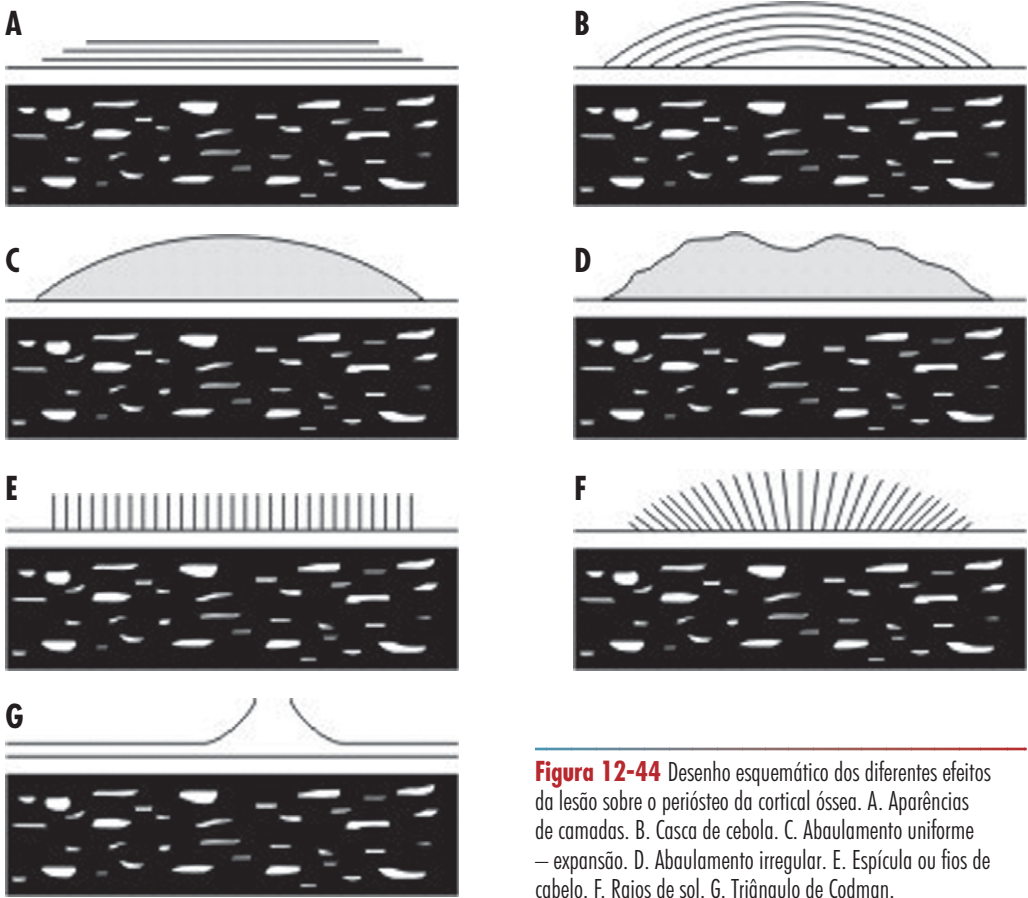
Termo mnemônico na língua inglesa facilita sistematizar a interpretação radiográfica, “SENSE”, e também “LESION”.

S = Shape (forma)	L – Location
E = Edge (borda)	E – Edge
N = Number (número)	S – Shape
S = Site (local, sítio)	I – Internal
E = Effects (efeitos sobre as estruturas normais adjacentes)	O – Other Structures
	N – Number

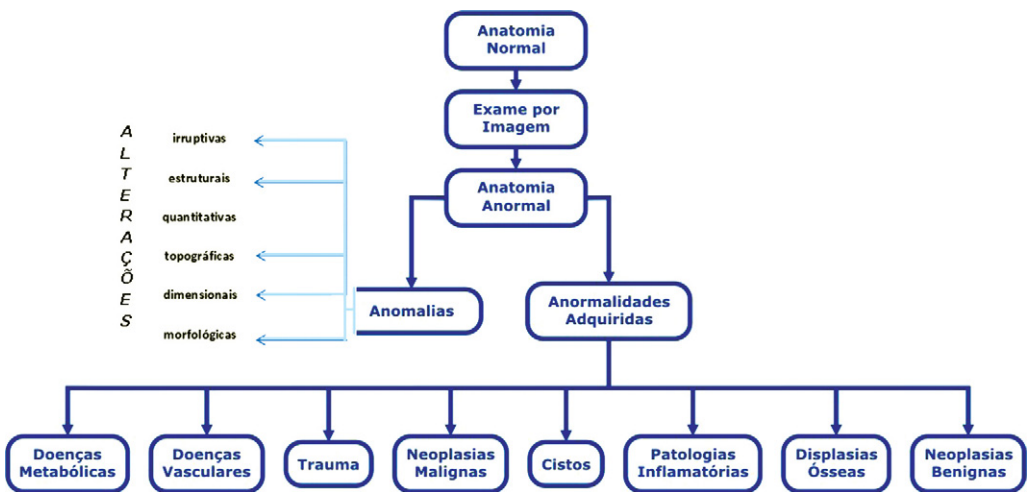
Uma **mnemónica** ou **mnemônica** é um auxiliar de memória. São, tipicamente, verbais, e utilizados para memorizar listas ou fórmulas, e baseiam-se em formas simples de memorizar maiores construções, baseados no princípio de que a mente humana tem mais facilidade de memorizar dados quando estes são associados a informação pessoal, espacial



**Figura 12-43** Desenho esquemático da Classificação de Klemetti para a morfologia da cortical inferior mandibular, utilizada para a análise da qualidade óssea mandibular e possível correlação com a doença sistêmica osteoporose.



**Figura 12-44** Desenho esquemático dos diferentes efeitos da lesão sobre o periósteo da cortical óssea. A. Aparências de camadas. B. Casca de cebola. C. Abaulamento uniforme — expansão. D. Abaulamento irregular. E. Espícula ou fios de cabelo. F. Raios de sol. G. Triângulo de Codman.



**Figura 12-45** Processo ordenado para realizar a interpretação radiográfica, adaptado segundo White and Pharoah.

ou de carácter relativamente importante, do que dados organizados de forma não sugestiva (para o indivíduo) ou sem significado aparente. Porém, estas sequências têm que fazer algum sentido, ou serão igualmente difíceis de memorizar. (<http://pt.wikipedia.org/wiki/Mnemônica>)

## Interpretações das Imagens Radiográficas

### Principais condições para formação de imagens

- Estrutura de formação da imagem radiográfica
- Diferença de absorção de raios-X – Contraste de raios – Contraste radiográfico
- Condição geométrica
- Distorção da imagem, tamanho da área focal (imagem verdadeira e meia-imagem), distâncias entre área focal – objeto – filme (ampliação)
- Princípio do foco linear - “Efeito Benson”

### Princípios de técnicas de projeção e seus tipos

- Radiografia dos dentes (ângulos na vertical – técnica da bisetritz, técnica do paralelismo, ângulos na horizontal – projeção ortogonal, etc.)
- Sistema de radiografia panorâmica (sistema de foco linear, tomografia etc.)
- Técnicas radiográficas para imagens digitais como CT, CR etc.

### Princípios de processamento radiográfico

- Composição do filme  
Base do filme (poliéster) + emulsão fotossensitiva (halogenetos de prata - AgBr, AgI, AgCl)
- Processamento radiográfico  
Faz-se a redução da imagem latente (halogeneto de prata fotossensibilizado), transformando em prata metálica
- Contraste  
Característica fotossensitiva – Curva característica (curva do grau de escurecimento)

## Interpretações patológicas das imagens

- Noções de Anatomia
- Avaliação das imagens patológicas

## Fatores de Limitação em Exames Radiográficos

### Limitações físicas em engenharia de imagens

- Falta de nitidez geométrica: fora de foco devido ao tamanho do foco e distâncias entre foco, objeto e filme
- Falta de nitidez devido ao movimento: movimentos do tubo, do paciente e do filme, maior ou menor tempo de exposição etc.
- Interferência dos raios X dispersos devido ao objeto e emulsão radiográfica.
- Contraste: mesmo que a nitidez seja baixa, se o contraste for acentuado a imagem poderá ser bem visualizada, ao passo que, embora a nitidez seja boa, se o contraste for baixo, a visualização será difícil.
- Mancha na radiografia: trata-se de uma marca não uniforme.

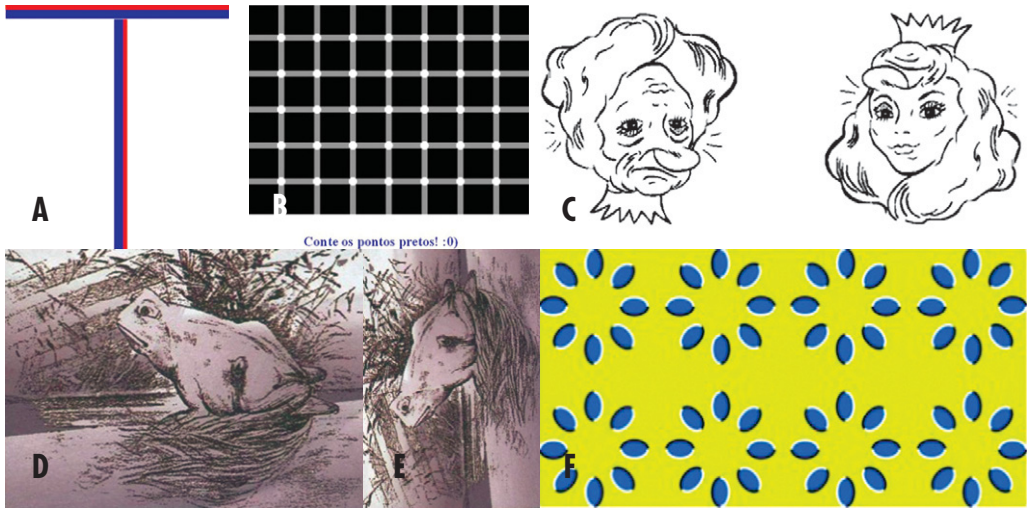
### Visão e cognição (Figura 12.46)

Reconhecimento de imagens.

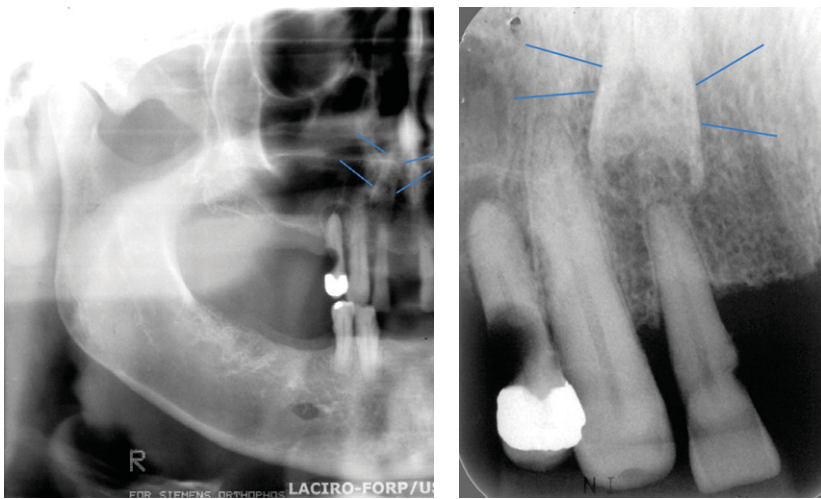
- Percepção em relação às imagens (camuflagem, ilusões de ótica)
- Fundo neurofisiológico (organização sensorial)
- Variações anatômicas e de posições
- Incidências
- Sobreposição
- Contraste
- Conceito de informática (veremos no Capítulo de Imagem Digital)

### Organização sensorial (Figuras 12.47 e 12.48)

- Predisposição para perceber determinada forma
- Pode ser induzida por simples instruções ou pouco treino



**Figura 12-46** A, B e C. Desenhos ilustrativos de algumas ilusões de óptica. D e E. Mesmas imagens, mas olhar diferente. F. Contraste.



**Figura 12-47** Parte de uma radiografia panorâmica mostrando dente incluído camuflado, e a radiografia periapical da região, dando ênfase ao achado.



**Figura 12-48** Parte superior mostra letras maiúsculas (A-F) e na parte inferior números (10-14). Note que a letra “B” e o número treze podem ser confundidos, e induzir um erro de interpretação, dependendo se olharmos primeiro os números ou as letras.

## Anomalias de Desenvolvimento Dentário

### Classificação

#### Alterações quantitativas (número)

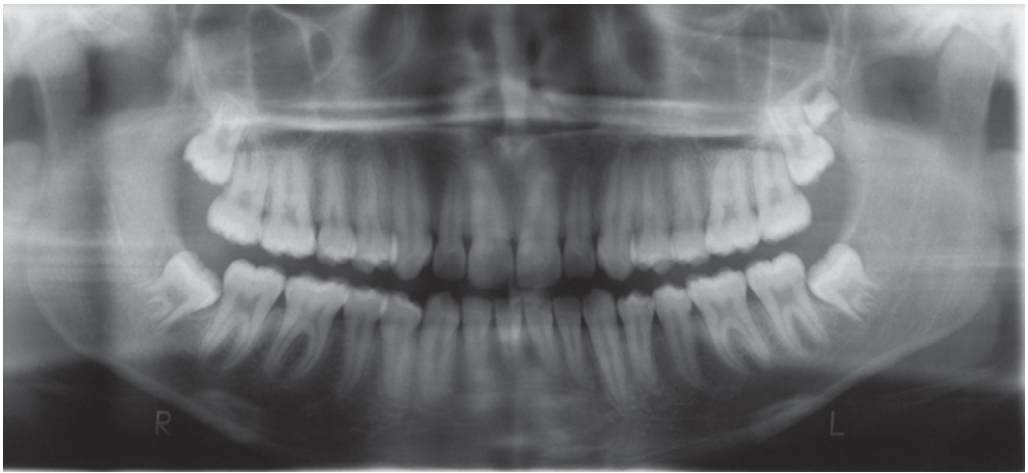
*Dentes supranumerários (Figuras 12.49 a 12.53)*

É o aumento do número de dentes na arcada dentária. Podem ser encontrados como dentes supranumerários da região mediana da maxila denominados de mesiodens e, ain-

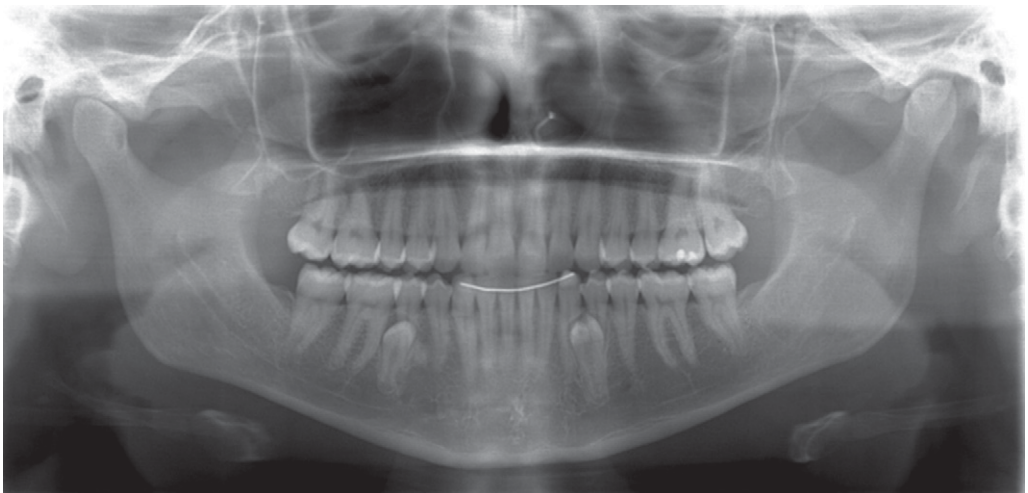
da, os paramolares e os distomolares da região dos molares superiores e inferiores. Em geral são dentes menores do que os dentes da região onde aparecem, e também com variação na anatomia, como cúspides menores e de raízes simples ou unirradiculares.

*Anodontia/Agenesia (Figuras 12.54 a 12.56)*

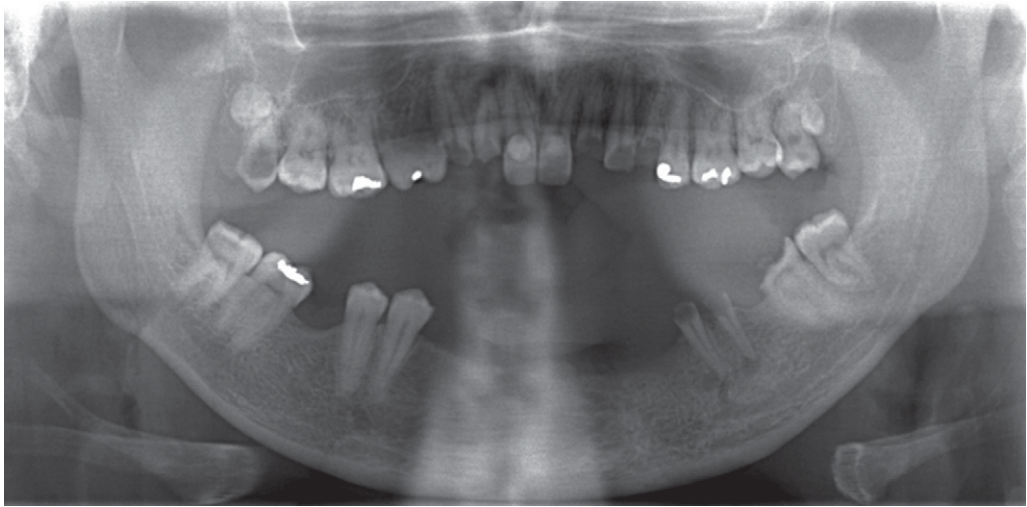
Refere-se à ausência da formação do germe dentário, podendo ter origem autossômica ou heterossômica e atingir ambas as dentições (decídua e permanente). Pode ser



**Figura 12-49** Dente supranumerário 4º molar esquerdo.



**Figura 12-50** Dentes supranumerários (2) Pré-molares inferiores de ambos os lados.



**Figura 12-51** Dentes supranumerários (2) 4º Molares, sendo um microdente do lado esquerdo.



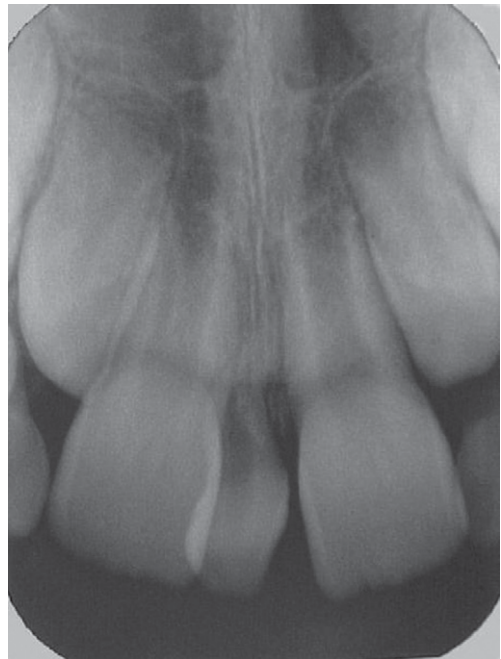
**Figura 12-52** Dois Incisivos laterais em formação.

parcial ou total. A anodontia/agenesia total é extremamente rara, e geralmente associada à displasia ectodérmica. Podemos também nos referir a anodontia/agenesia parcial quando falta de 1 a vários dentes.

### Alterações dimensionais (Tamanho)

#### Macrodontia (Figuras 12.57 a 12.59)

Dentes de tamanhos maiores do que os dentes da região onde aparecem. Apresenta uma acentuada diferença de tamanho com o normal. Maior frequência em dentes molares e anteriores superiores (Incisivos). Quando aparecem na região anterior prejudicam prin-

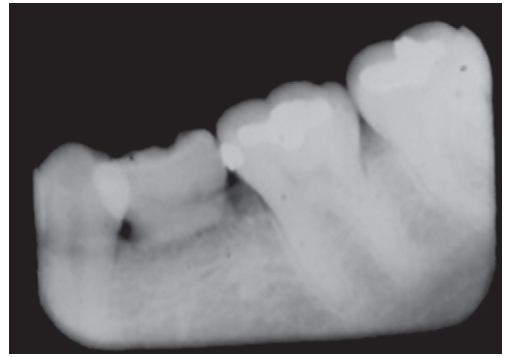
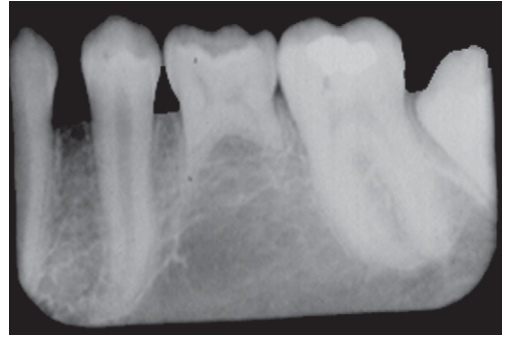


**Figura 12-53** Supranumerário, *mesiodens*, entre os incisivos centrais.

cipalmente a estética. Já quando aparecem nas regiões posteriores, podem interferir na oclusão dentária, causando também falta de espaço. Pode apresentar um único dente ou vários.



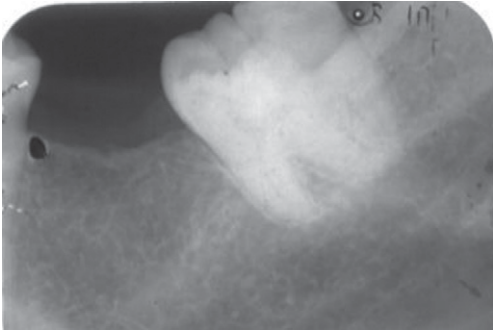
**Figura 12-54** Agenesia do dente 13 (mais raro).



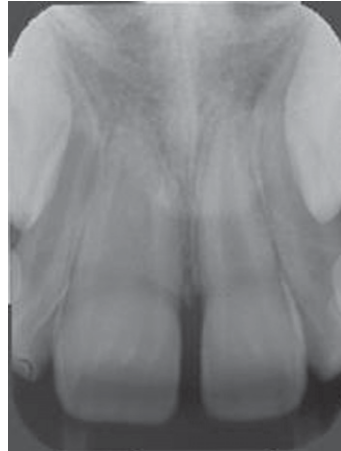
**Figura 12-55** Dois casos de agenesia parcial do dente 2ºPMI, relativamente comum.



**Figura 12-56** Agenesia parcial dos dentes 2ºPMI, relativamente comum. Isso demonstra uma tendência da evolução do ser humano, em relação à diminuição do número de dentes nas arcadas, principalmente devido à falta de espaço.



**Figura 12-57** Macrodontia de um terceiro molar inferior esquerdo.



**Figura 12-58** Macrodontia do dente 11. Observe o tamanho do dente 21.

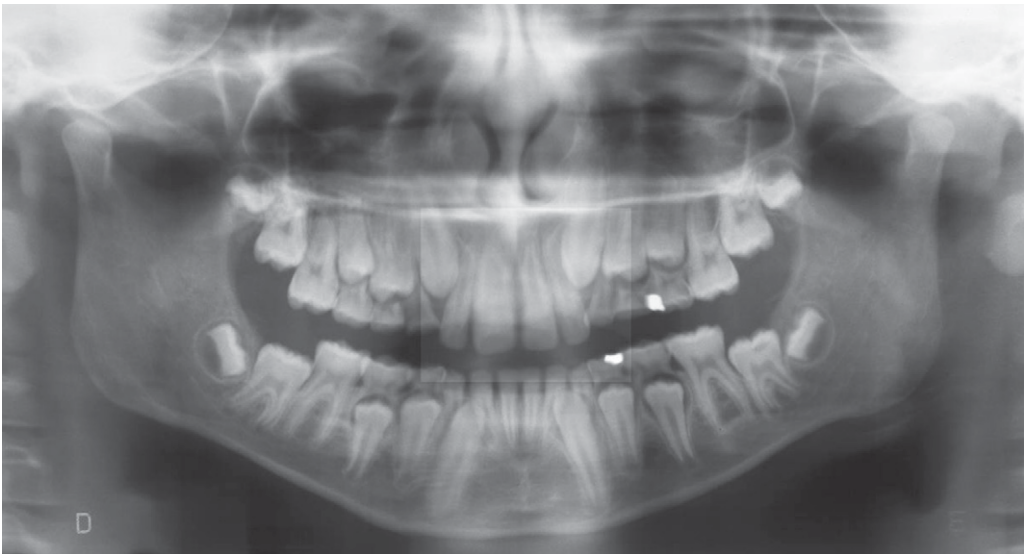
**Microdontia (Figura 12.60)**

Trata-se de dentes muito pequenos, indicando tendência de regressão. Podem apresentar as coroas em formas cônicas. Quando aparecem na região anterior, prejudicam principalmente a estética. Já quando aparecem nas regiões posteriores, podem interferir na oclusão dentária, causando apinhamento ou mesio/distoangulação dos dentes contíguos. Pode apresentar um único dente ou vários.

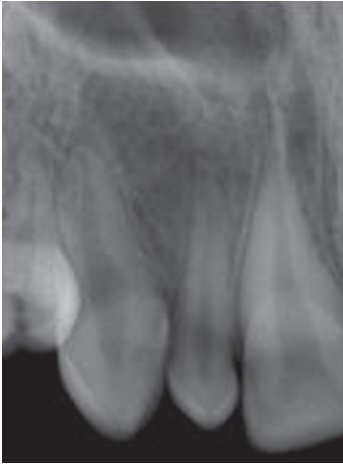
**Alterações Morfológicas (Forma)**

**Geminação (Figuras 12.62 e 12.63)**

Tentativa de um gême dentário de dividir-se, resultando um dente com coroa bífida, uma raiz e um canal radicular em comum. Mais comum na dentição decídua, mas pode aparecer em ambas as dentições.



**Figura 12-59** Radiografia panorâmica do mesmo caso da Figura 12.58. Note a discrepância nos tamanhos dos dentes em relação ao dente 11.



**Figura 12-60** Microdontia do dente 12.

### *Fusão (Figuras 12.64 a 12.66)*

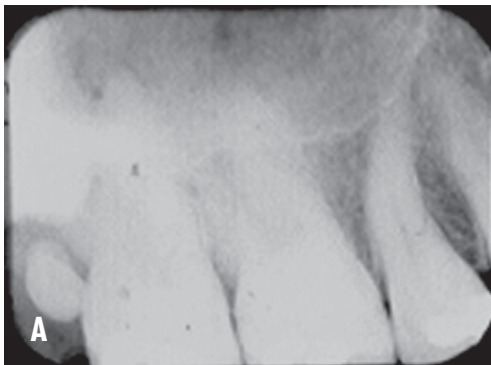
São dentes que sofrem fusão no período de formação; aderem pela dentina, possuem duas coroas e duas raízes.

### *Concrescência (Figuras 12-67 e 12-68)*

São dentes em que aderem pelo cimento sem envolvimento da dentina. Maior frequência na região dos molares superiores.

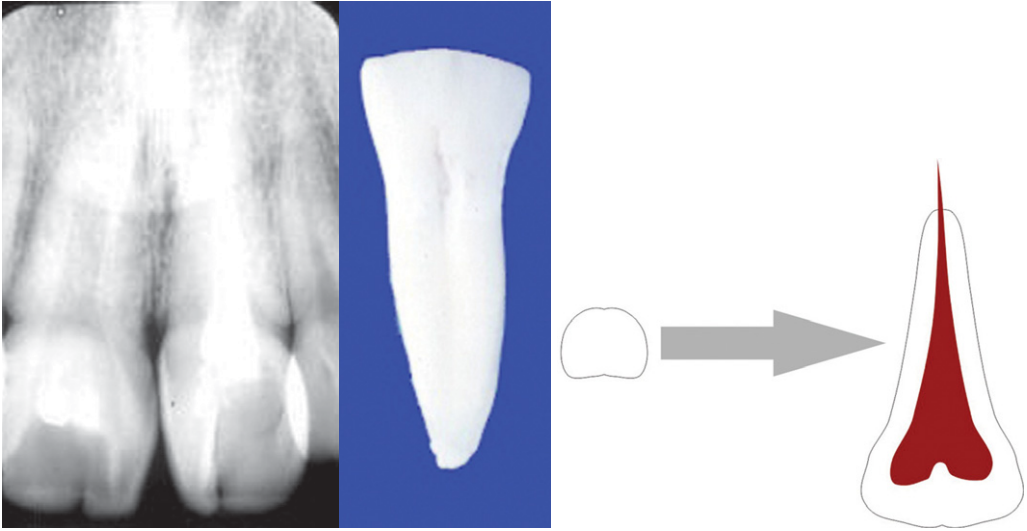
### *Taurodontia (Figura 12.69)*

Aumento da câmara pulpar de um dente multirradicular, com deslocamento apical do assoalho e diminuição do comprimento radicular. Cavidade pulpar de aspecto retangular. Afeta os dentes molares.



**Figura 12-61** A. Microdontia de um dente supranumerário 4ºM. B. Microdontia do dente 28 , 18 (periapical) e 28 (panorâmica abaixo).





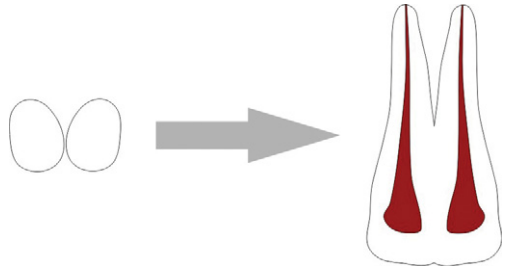
**Figura 12-62** Geminação dos dentes incisivos centrais. Veja também um fotografia de um dente *in loco* e o desenho esquemático.



**Figura 12-63** Geminação do dente decíduo 82.



**Figura 12-64** Desenho esquemático mostrando um caso de fusão dos dentes incisivos superiores.



**Figura 12-65** Radiografia da fusão de dois dentes.

***Dente invaginado/Dens in dente (Figuras 12.71 e 12.72)***

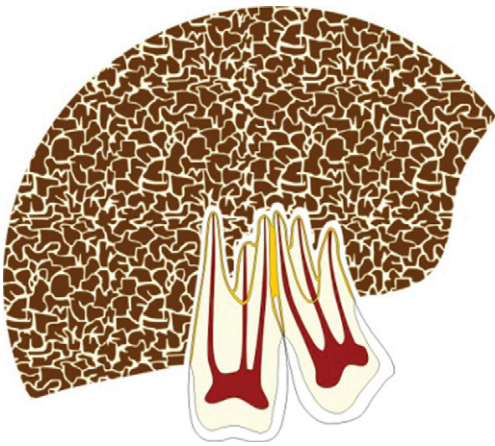
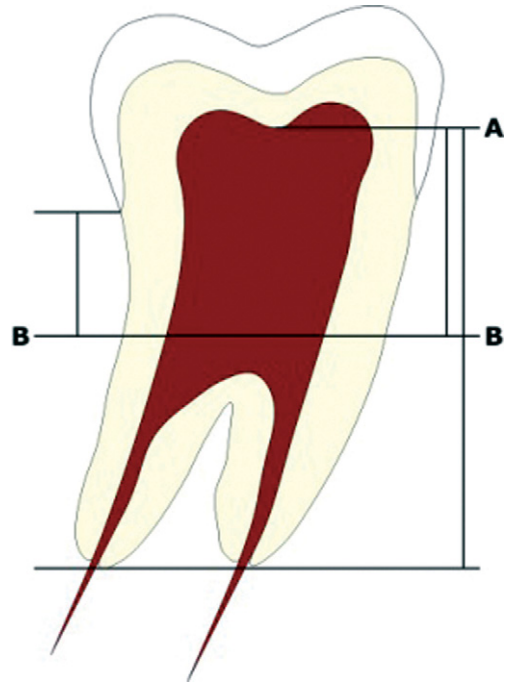
Invaginação da superfície coronária que se estende em direção a papila dental. Geralmente ocorre na superfície lingual dos dentes anteriores superiores. Pode ser bilateral ou não.

***Cúspides acessórias/dente evaginado***

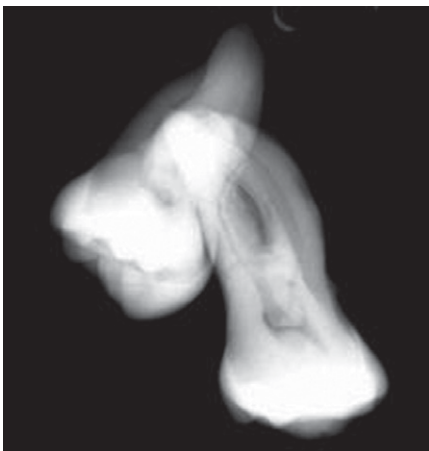
É quando o tubérculo central está proeminente, semelhante a uma cúspide, localizada em sulco ou crista lingual. Maior incidência na arcada inferior.



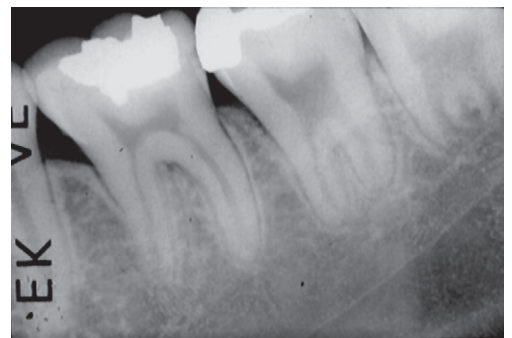
**Figura 12-66** Fotografia de um caso de fusão dos dentes 72-73.



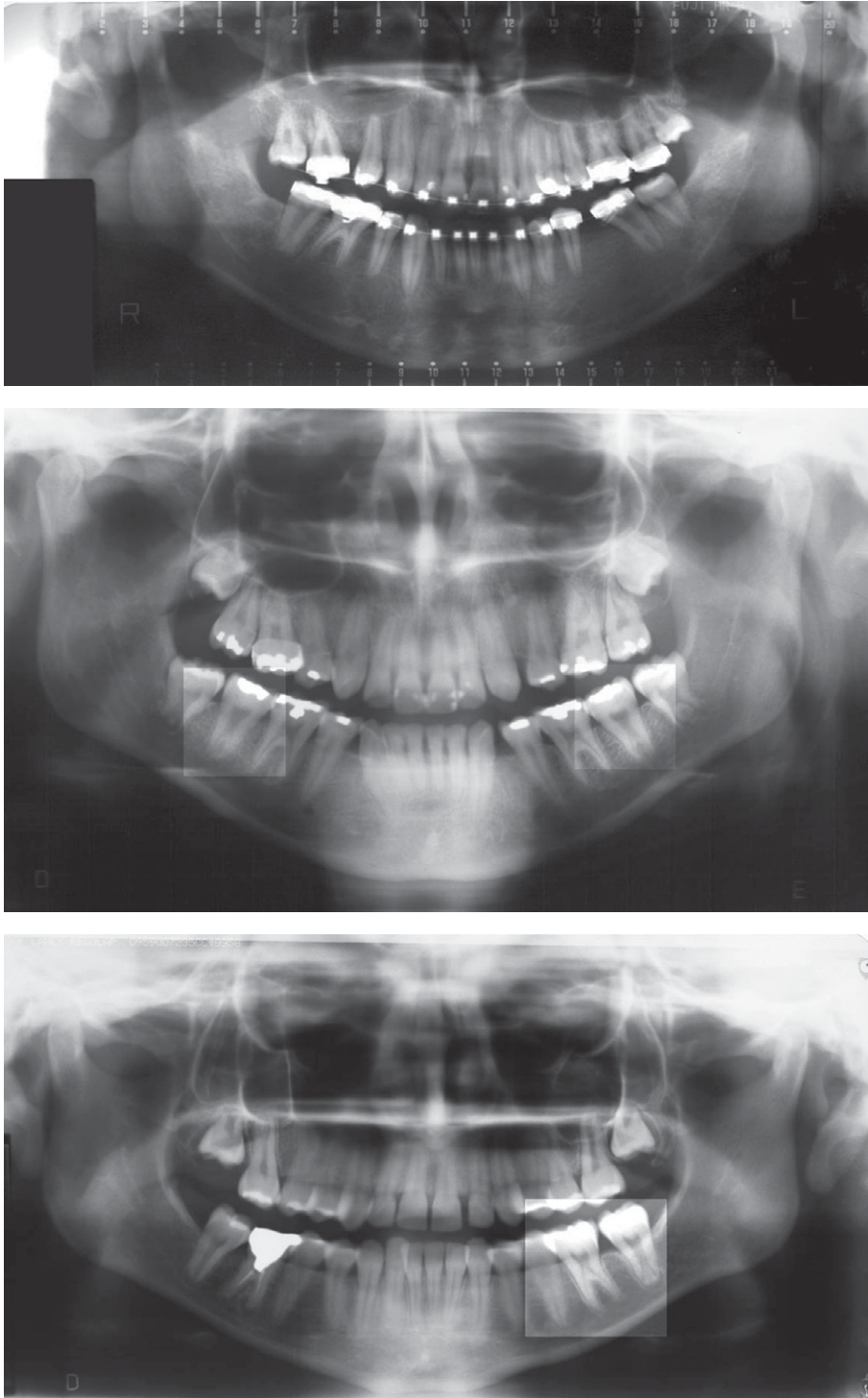
**Figura 12-67** Desenho esquemático da concreção.



**Figura 12-68** Radiografia de um caso de concreção dos dentes molares.



**Figura 12-69** Desenho esquemático e radiografias periapicais de dentes taurodônticos. Nas duas imagens vemos os dentes 37 afetados.



**Figura 12-70** Radiografias panorâmicas com vários dentes molares taurodônticos. Na primeira imagem vemos os dentes 37-38 e 47. Na segunda imagem os dentes 37-47 mais evidentes. Já na terceira imagem vemos diferentes graus do taurodontismo entre os dentes 36-37-47.



**Figura 12-71** Desenho esquemático e radiografia periapical onde vemos dois incisivos laterais *dens in dente*.

#### *Dilaceração radicular (Figuras 12.73 e 12.74)*

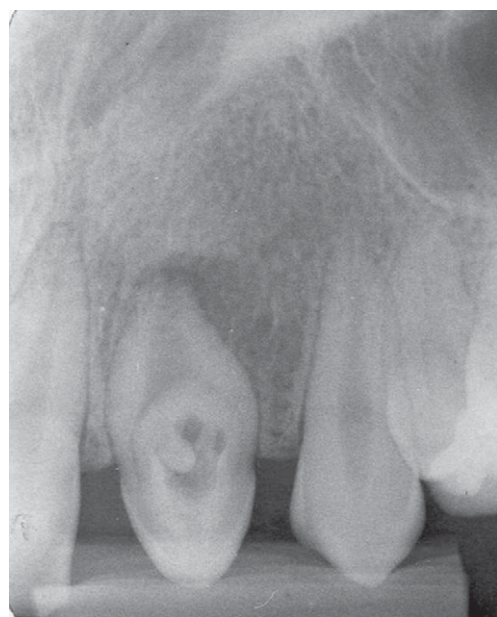
É quando as raízes dentais apresentam curvaturas ou angulação excessiva.

#### *Raízes supranumerárias (Figuras 12.75 e 12.76)*

Aumento de número de raízes nos dentes formando raízes acessórias. Maior frequência em pré-molares, caninos inferiores e molares inferiores.

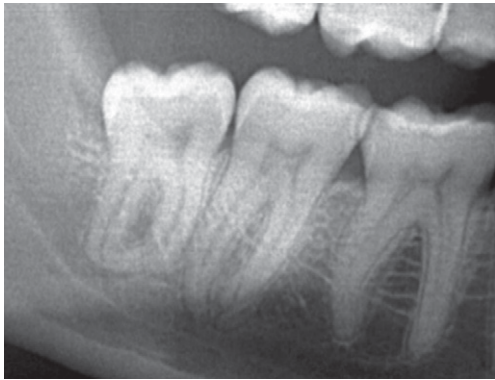
#### *Pérolas de esmalte (Figuras 12.77 e 12.78)*

Estruturas esféricas constituídas de esmalte ou ainda contendo dentina e polpa, pro-

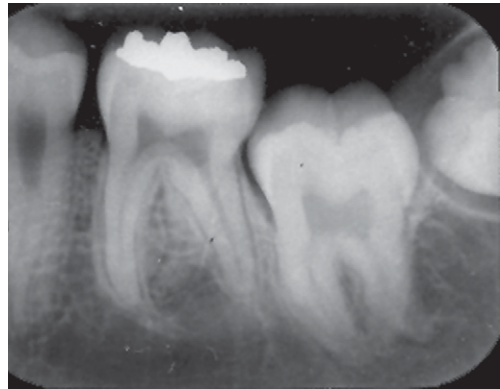


**Figura 12-72** Radiografias periapicais com incisivos laterais *dens in dente*. Há também à esquerda um dente supranumerário na região. O caso à esquerda mostra um *dens in dente* mais complexo.

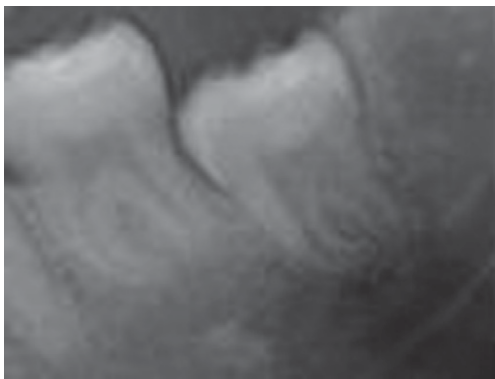
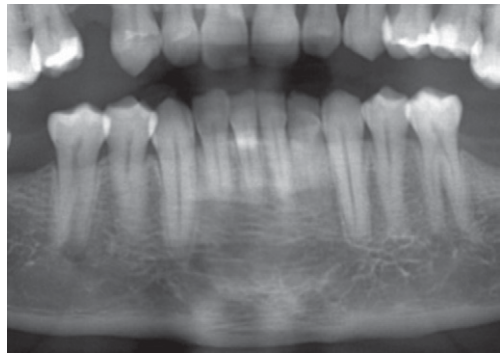
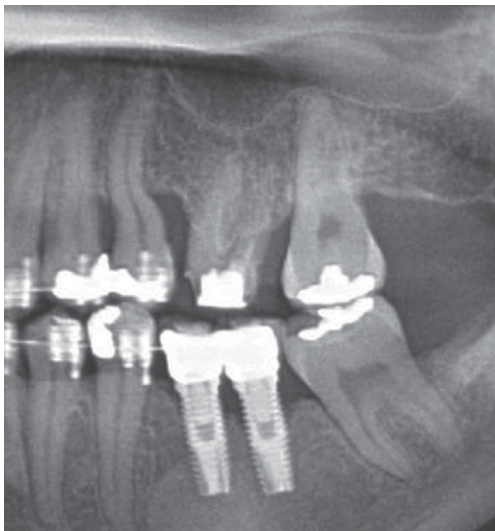
jetada a partir da superfície da raiz na região da furca dos dentes molares ou próximo à junção cimento-esmalte. Apresenta radiopacidade bem definida.



**Figura 12-73** Radiografia periapical onde vemos o dente 48 com as raízes convergindo os ápices de ambas as raízes.



**Figura 12-75** Radiografia periapical e recorte de panorâmica mostrando raízes supranumerárias. Acima em ambos os molares vemos 3 raízes. No caso abaixo vemos os dentes 45-35 com duas raízes.



**Figura 12-74** Radiografia panorâmica recortada e periapical onde vemos, acima dilaceração da raiz do dente 25, e abaixo vemos a dilaceração da raiz mesial do dente 38.

### Alterações estruturais (estrutura)

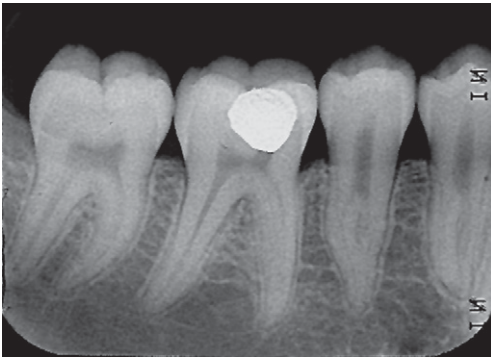
O desenvolvimento do esmalte dentário pode ser classificado em três estágios:

- Formação da matriz orgânica
- Mineralização da matriz
- Maturação do esmalte

As anomalias envolvendo o esmalte podem surgir em qualquer das etapas germinativas.

#### *Hipoplasia do esmalte (Figura 12.79)*

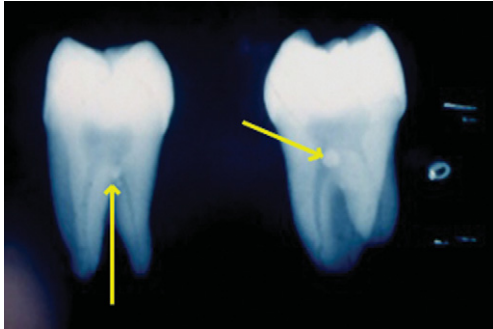
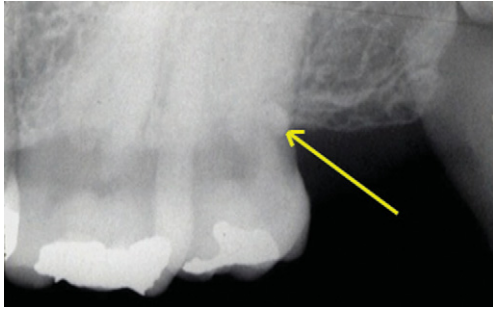
Formação defeituosa ou parcial da estrutura de esmalte dos dentes, podendo variar de pontos brancos, mancha generalizada, perda de estrutura formando cavidades ou sulcos. Pode ser por várias causas tais como febres altas associadas às doenças infantis, nutricionais e fluoroses.



**Figura 12-76** Radiografia panorâmica onde vemos o dente 35 com duas raízes. Na radiografia periapical abaixo é possível ver ambos os pré-molares com duas raízes.



**Figura 12-77** Desenho esquemático e fotografia de um dente com pérola de esmalte próxima à região cervical do dente molar.



**Figura 12-78** Radiografia periapical da região de molares superiores esquerdo mostrando uma imagem de perola de esmalte na superfície distal do dente 28. Abaixo vemos o dente *in loco* com a imagem radiopaca circunscrita próxima ao colo dental e trifurcação.



**Figura 12-79** Radiografia periapical da região de incisivos inferiores mostrando defeitos no esmalte desses dentes.

### *Dente de Turner*

Hipoplasia de esmalte dos dentes permanentes causada pelo trauma ou infecção local do dente decíduo.

### *Dente de Hutchinson*

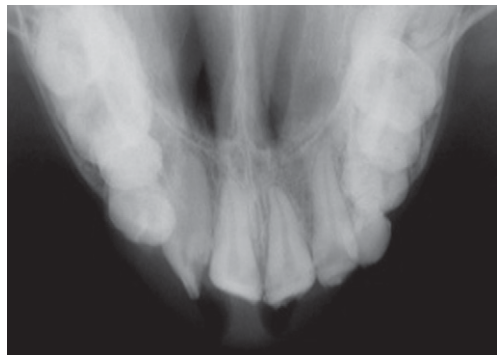
Hipoplasia causada pela sífilis congênita. Incisivos de Hutchinson quando atingem os incisivos (ausência de tubérculo ou centro de calcificação) e os dentes molares são chamados de molares em amora, de Moon ou Fournier.

### *Amelogênese imperfeita (Figuras 12.80 e 12.81)*

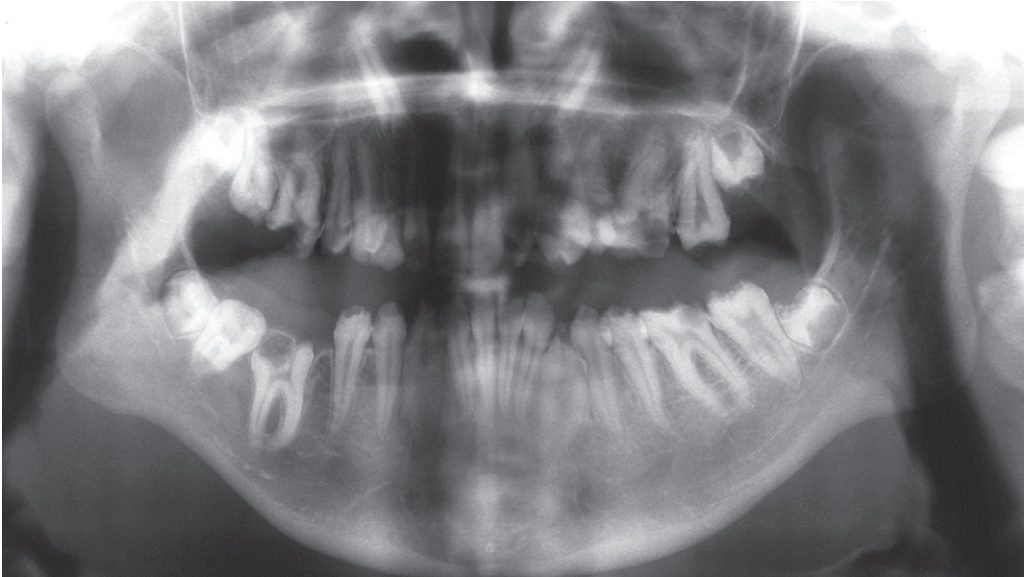
É uma anomalia genética, na qual a estrutura do esmalte dos dentes decíduos e permanentes é hipoplásica. Radiograficamente, dependendo do grau de severidade, o esmalte pode estar totalmente ausente, ou com uma camada muito fina, comumente com os pontos de contatos abertos, e em alguns casos a radiopacidade do esmalte é muito semelhante ao de dentina.

### *Dentinogênese imperfeita*

- **Dentina opalescente hereditária** é uma anomalia hereditária com característica autossômico dominante atingindo os dentes decíduos e permanentes onde a dentina e junção dentina esmalte são afetadas. A raiz é curta e cônica e a cavidade pulpar apresenta-se constrita ou totalmente atreziada. Coloração dos dentes pode variar de



**Figura 12-80** Radiografia oclusal da amelogênese imperfeita com comprometimento médio.



**Figura 12-81** Radiografia panorâmica evidenciando amplo comprometimento do esmalte de todos os dentes devido à amelogênese imperfeita. Isso torna os dentes mais susceptíveis à cárie.

cinza a violeta, acastanhado ou castanho-amarelado de tonalidade opalescente e translúcida.

- **Displasia dentinária** tem origem hereditária de caráter autossômico dominante. Formação da dentina atípica com morfologia pulpar anormal. Raízes cônicas, rombas, curtas e malformadas.
  - Tipo I – displasia dentinária radicular. Incidência/1:100.000. Esmalte e dentinas normais; desorganização de graus diferentes das raízes que podem causar mobilidade e exfoliação prematura. Raízes ausentes.
  - Tipo II – displasia dentinária coronária. Tamanho normal das raízes, cor transparente azul ou âmbar ao marrom, coroas bulbosas, constricção cervical, raízes delgadas e obliteração precoce pulpar e presença de nódulos pulpares.

### *Odontodisplasia (Dentes fantasmas)*

Também chamada de Odontogênese Imperfeita. De etiologia desconhecida, pode ser decorrente de mutação somática, presença de vírus latente no epitélio odontogênico

que, subsequentemente, torna-se ativo durante o desenvolvimento de dente opalescente e translúcido, ou ainda pela alteração do suprimento vascular. Pode atingir um ou vários dentes em uma área localizada; causar redução acentuada de densidade de esmalte e dentina. Há predileção na maxila e região anterior. Pode apresentar falta de irrupção, exfoliação precoce e densidade mais baixa da estrutura óssea local.

### **Alterações irruptivas**

#### *Irrupção precoce*

É quando a erupção ocorre antes do tempo normal e, se for na época do nascimento, recebe o nome de dentição natal e durante o primeiro mês de vida – neonatal.

#### *Irrupção retardada*

A época da irrupção difere bastante conforme o indivíduo, porém, no caso de muito atraso, suspeita-se de fatores sistêmicos das secreções hormonais da glândula tireoide e da hipófise e em displasia cleidocraniana. Pode ocorrer também da decorrência da perda precoce dos dentes decíduos e originar

fibromatose gengival que podem causar com certa facilidade a inclusão, rotação, inclinação, diastema, apinhamento etc.

### **Anomalias de posição (topográficas)**

#### ***Dentes impactados (Figuras 12.82 a 12.86)***

Inclusos ou totalmente dentro do osso, e semi-inclusos, parte fora do osso. Atingem os caninos superiores, dentes molares inferiores, superiores e menos comumente os incisivos centrais superiores. A impacção do dente supranumerário aparece com frequência na região mediana da maxila chamada de *mesiodens* ou mesiodente, podendo tornar-se a causa da impacção ou diastema dos dentes. A impacção dos supranumerários pode ocorrer na disostose cleidocraniana, uma doença sistêmica.

#### ***Transposição (Figura 12.83)***

É quando ocorre a troca de posições dos dentes na arcada causada por trauma e outros fatores.

#### ***Transmigração (Figura 12.89)***

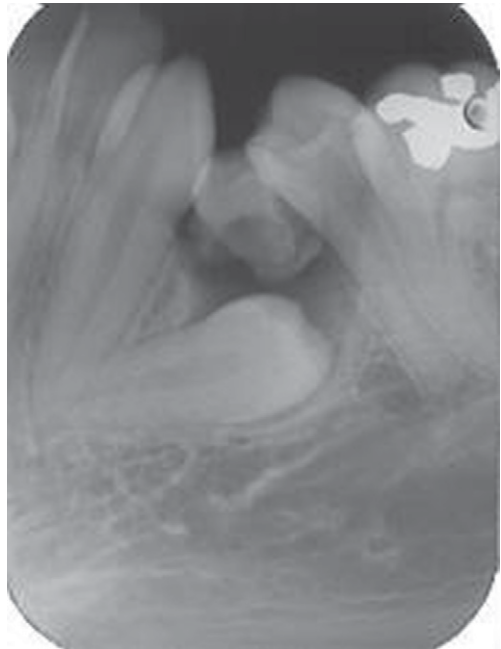
É quando um elemento dental migra para uma posição não natural.



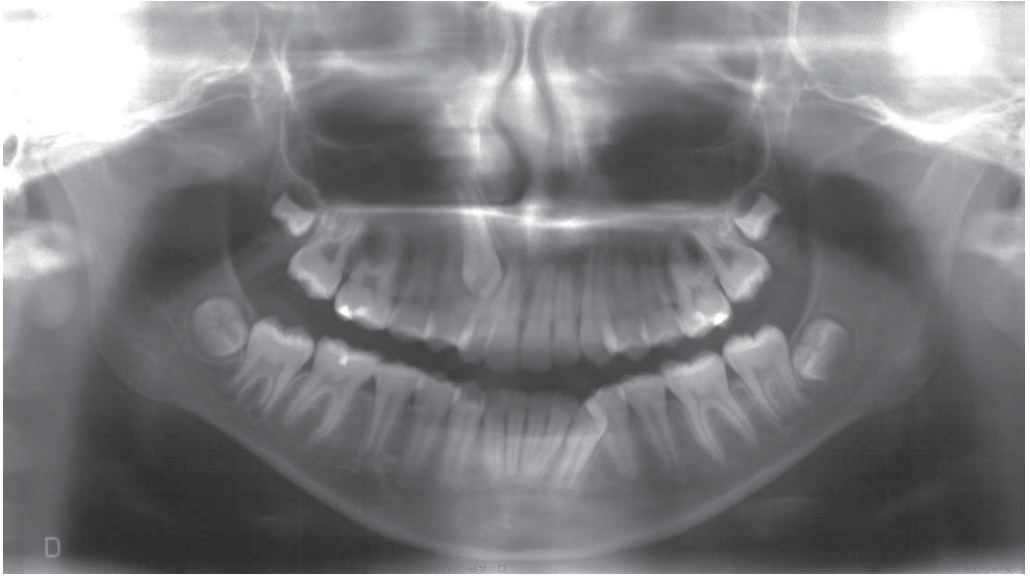
**Figura 12-82** Corte de radiografia panorâmica mostrando o dente 48 em posição horizontal ao corpo mandibular impactado.



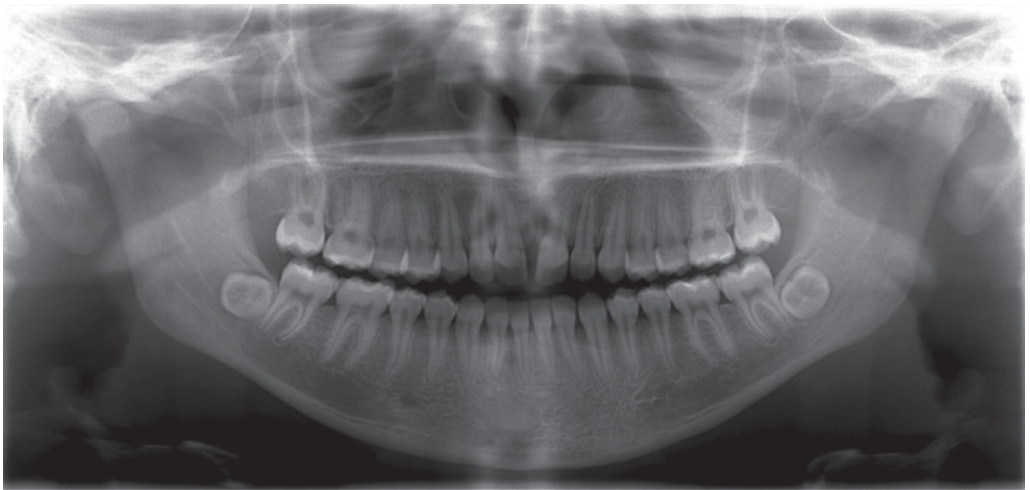
**Figura 12-83** Radiografia periapical mostrando o dente 13, provavelmente incluído em posição inclinada na maxila.



**Figura 12-84** Radiografia periapical mostrando o detalhe da posição do dente 34 incluído.



**Figura 12-85** Radiografia panorâmica mostrando o dente 13 impactado, e assim fora de posicionamento. Veja que o dente parece estar totalmente dentro do osso maxilar, sendo assim, considera-se o dente incluído.



**Figura 12-86** Radiografia panorâmica mostrando os dentes 38-48 inclusos, mas em posição transversa.

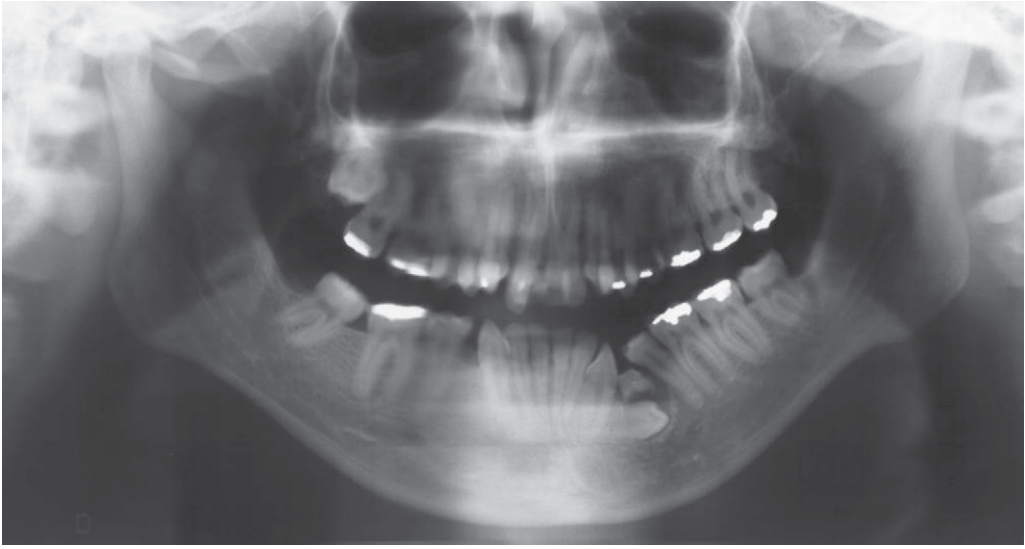
## Lesão do Órgão Dentário

### Cárie

#### Locais de incidência

A cárie é uma doença que causa a destruição dos tecidos calcificados dos dentes pela ação de bactérias (micro-organismos que produ-

zem ácidos) localizadas na placa bacteriana aderida à superfície do dente. Essa doença é difundida mundialmente e traz sérias consequências socioeconômicas à população. A associação do açúcar com a cárie dental é conhecida. Há séculos e a expressão popular de que o “açúcar prejudica os dentes” ainda



**Figura 12-87** Radiografia panorâmica mostrando o dente 34 incluído no corpo mandibular, provavelmente devido à retenção demasiada do dente 74. Posição paralela ao corpo mandibular.



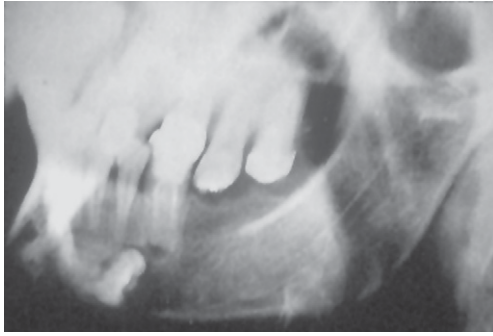
**Figura 12-88** Corte de radiografia panorâmica mostrando a transposição entre os dentes 23 e 24, note que o dente 63 ainda está presente, o que provavelmente foi a causa dessa transposição. À direita vemos a fotografia de um caso de transposição, também entre os dentes 23-24.

é válida. A evidência epidemiológica em torno do mundo colocou os “açúcares” como o principal fator dietético na etiologia da cárie. Radiograficamente vemos a lesão de cárie como uma imagem radiolúcida na coroa ou raiz do dente de forma não muito circunscrita, dependendo de sua “idade”. Podemos classificar as lesões de cárie de acordo com

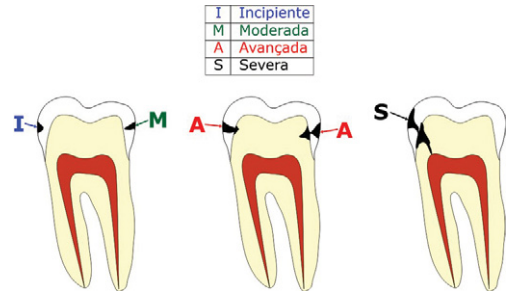
sua localização e profundidade nos tecidos dentários (Figura 12.92).

### **Face oclusal (fossas e fissuras) (Figuras 12.91, 12.93 e 12.94)**

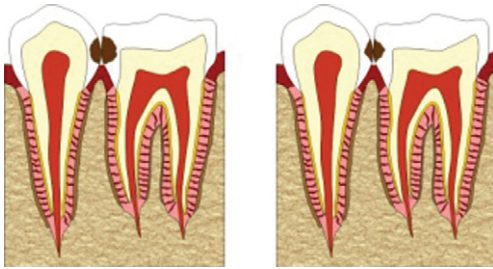
Cárie que se inicia nas fossas e fissuras das superfícies oclusais do esmalte e se alastra em forma de cunha até a junção ameloden-



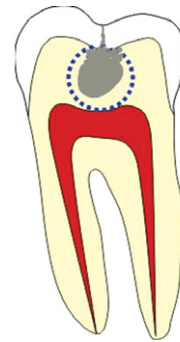
**Figura 12-89** Radiografia lateral de mandíbula mostrando o dente 47 que migrou para a região do corpo mandibular abaixo dos dentes PMIs.



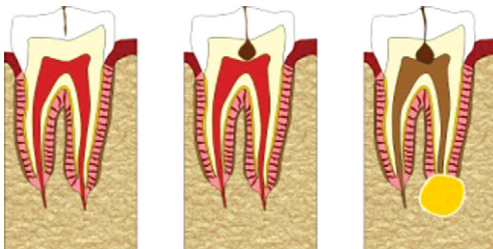
**Figura 12-92** Desenho esquemático mostrando a classificação de cáries segundo a profundidade, considerando esmalte, dentina e polpa.



**Figura 12-90** Desenho esquemático mostrando as cáries de superfície proximal dos dentes.



**Figura 12-93** Desenho esquemático mostrando a cárie oclusal, que terá seu início sempre pelas fissuras oclusais.



**Figura 12-91** Desenho esquemático mostrando as cáries oriundas da superfície oclusal dos dentes (fóssulas/fissuras).

tinária e tende a aumentar rapidamente na dentina, sendo vista como uma imagem radiolúcida e difusa.

Processo de descalcificação de uma determinada porcentagem de cálcio e fósforo do órgão dental.

**Face proximal (Figuras 12.90, 12.95 e 12.96)**

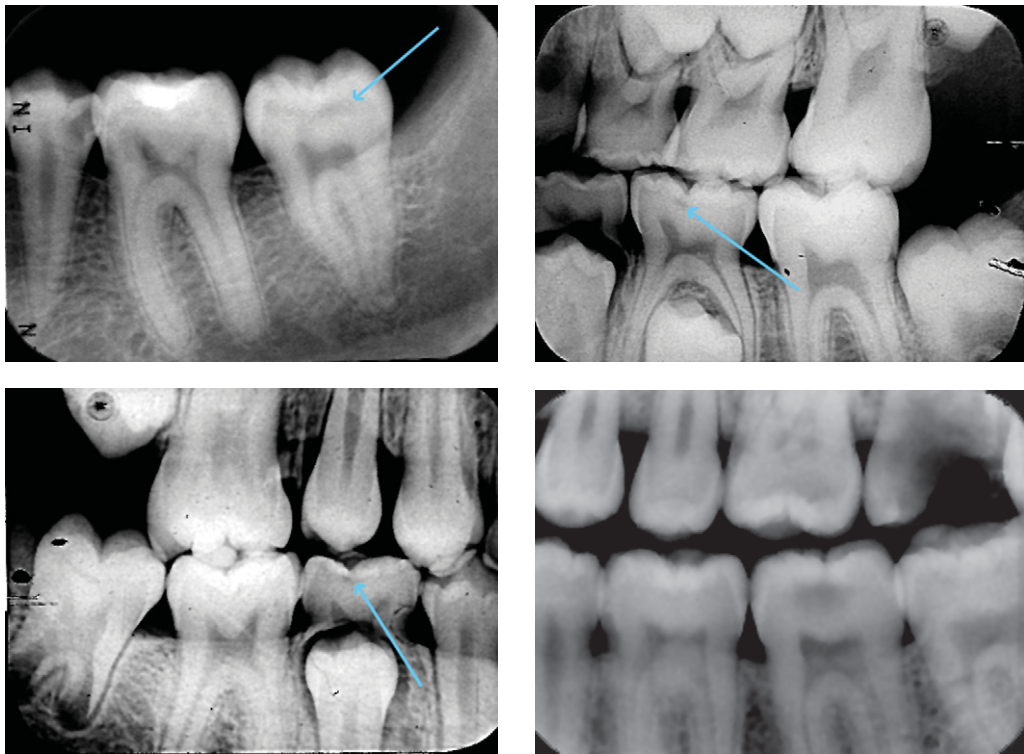
Processo carioso tende a seguir o curso dos prismas de esmalte convergindo à junção amelodentinária, produzindo uma imagem radiolúcida geralmente na altura dos pontos de contato. A cárie pode-se propagar rapidamente na dentina.

**Superfície radicular (Figuras 12.97 e 12.98)**

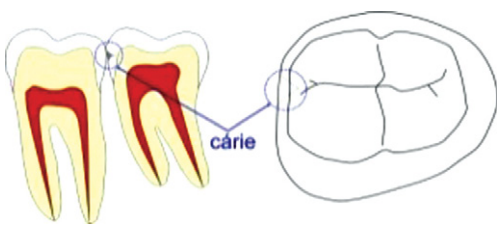
Inicia-se na junção cimento-esmalte, de aspecto circular e mal definida. Pode ser confundida com abrasão cervical.

**Recorrentes ou secundária (Figura 12.99)**

Desenvolvem-se às margens junto às restaurações defeituosas. A remoção incompleta dos tecidos cariados demonstra uma área radiolúcida abaixo da restauração.



**Figura 12-94** Radiografias periapicais e interproximais mostrando diferentes lesões cárias oclusais. Como as coroas dos dentes molares possuem primordialmente o formato de um cubo, e em geral as fissuras mais profundas são centralizadas, muitas vezes é difícil se perceber radiograficamente a lesão de cárie devido à sobreposição de tecidos. Assim, primorosas condições de avaliação são requeridas. As imagens serão detectadas logo abaixo do esmalte dental como uma imagem radiolúcida tênue (quando inicial).



**Figura 12-95** Desenho esquemático mostrando a cárie de superfície interproximal, que terá seu início sempre logo abaixo do ponto de contato entre os dentes, ou mesmo no ponto de contato.

### Efeito "Burnout" - Velamento cervical

Fenômeno do aumento de radiolucência da região cervical.

Apresenta similaridade com as imagens radiolúcidas de cáries cervicais e abrasões. Seu aspecto radiográfico é de formato triangular,

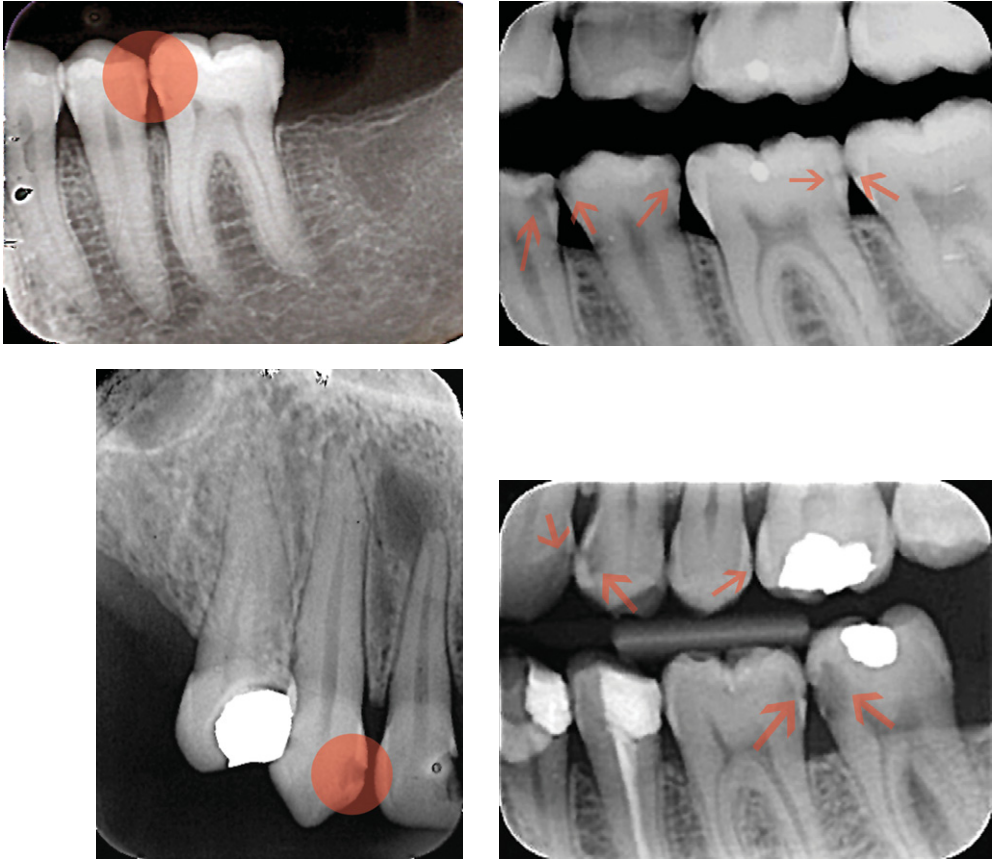
tornando-se gradativamente menos aparente conforme se aproxima da porção central do dente. Claro que fazer o diagnóstico diferencial é importantíssimo, muitas vezes repetindo-se a tomada radiográfica com diferente angulação.

## Defeitos Adquiridos dos Dentes

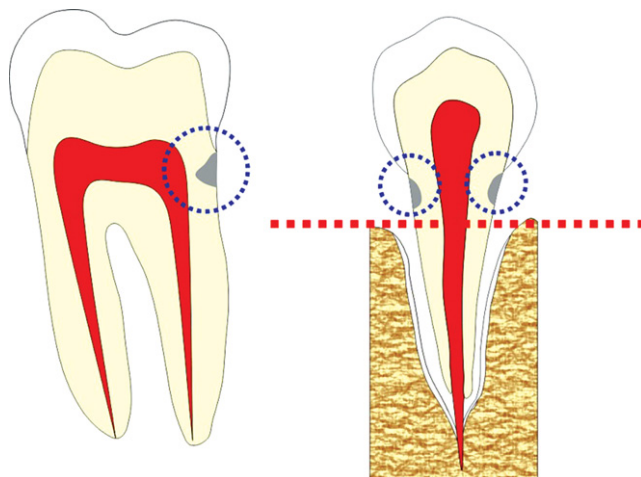
### Atrição (Figuras 12.103 e 12.104)

Desgaste fisiológico da estrutura dental. Perda da substância dentária decorrente de função anormal observada nas superfícies incisais e oclusais causando aplainamento das superfícies envolvidas, causado por ranger ou por hábito de bruxismo.

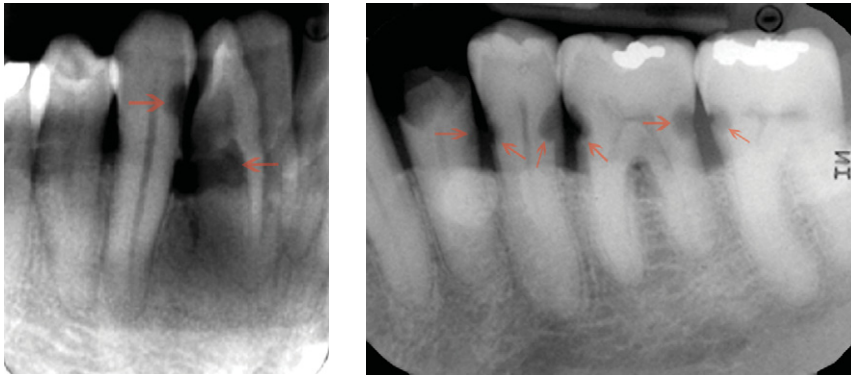
Em função da formação de dentina secundária, pode induzir o estreitamento e a diminuição da cavidade pulpar.



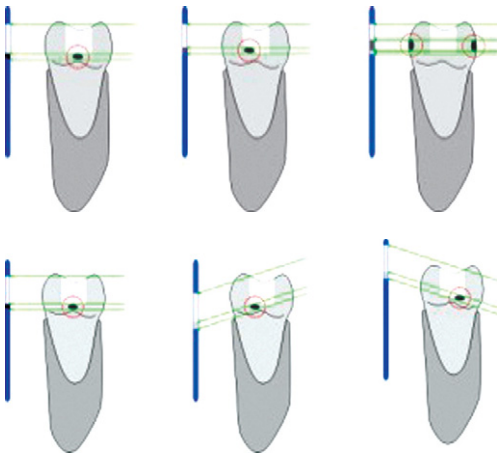
**Figura 12-96** Radiografias periapicais e interproximais mostrando diferentes lesões cárias nas superfícies interproximais dos dentes. Devido à morfologia dos prismas de esmalte, em geral essas imagens formam um triângulo com o vértice apontando para a dentina. Quando a lesão se estende para a dentina, em geral teremos duas imagens radiolúcidas triangulares sobrepostas.



**Figura 12-97** Desenho esquemático mostrando a cárie de raiz.



**Figura 12-98** Radiografias periapicais mostrando as lesões cariosas de superfície radicular. Necessariamente as lesões estarão acima da crista óssea alveolar, e em geral se apresentam como uma imagem radiolúcida em forma de pires, conforme apontam as setas vermelhas.



**Figura 12-99** Desenho esquemático da cárie recorrente ou secundária (adaptado de Whaites), quando há cavidade com material restaurador, muitas vezes radiopacos em termos de densidade radiográfica. Assim, o ângulo de incidência do feixe de raios-X poderá mascarar tais lesões, interferindo sobremaneira no diagnóstico. Hoje as cavidades restauradoras não são mais tão simétricas e com “engenharia” rigorosa, o que irá dificultar ainda mais esse fato. É importante salientar que o número de iatrogenias encontrado em restaurações classe II é elevado, e correlaciona-se diretamente com a recorrência de cáries.

### **Abrasão (Figuras 12.103 e 12.104)**

Desgaste patológico da estrutura dentária por processos mecânicos como em usuários de cachimbo ou de instrumento de sopro ou por escovas de dentes, com cerdas muito duras.

### **Erosão**

Na maioria dos casos, trata-se de perda de substância por erosão do dente causada pela descalcificação por reação química ou por ácidos. Ingestão de alimentos ácidos (laranja, limão, etc.) e por vômitos crônicos por bulimia.

### **Traumas**

Não se deve limitar em radiografar apenas de uma única direção, mas devemos observar de diferentes ângulos.

### **Luxação ou extrusão dentária (Figuras 12.105 e 12.106)**

Na luxação extrusiva, o dente é deslocado parcial e axialmente para fora do alvéolo.

Na luxação intrusiva, o dente é deslocado no sentido apical dentro do alvéolo, acompanhado por cominuição ou fratura alveolar.

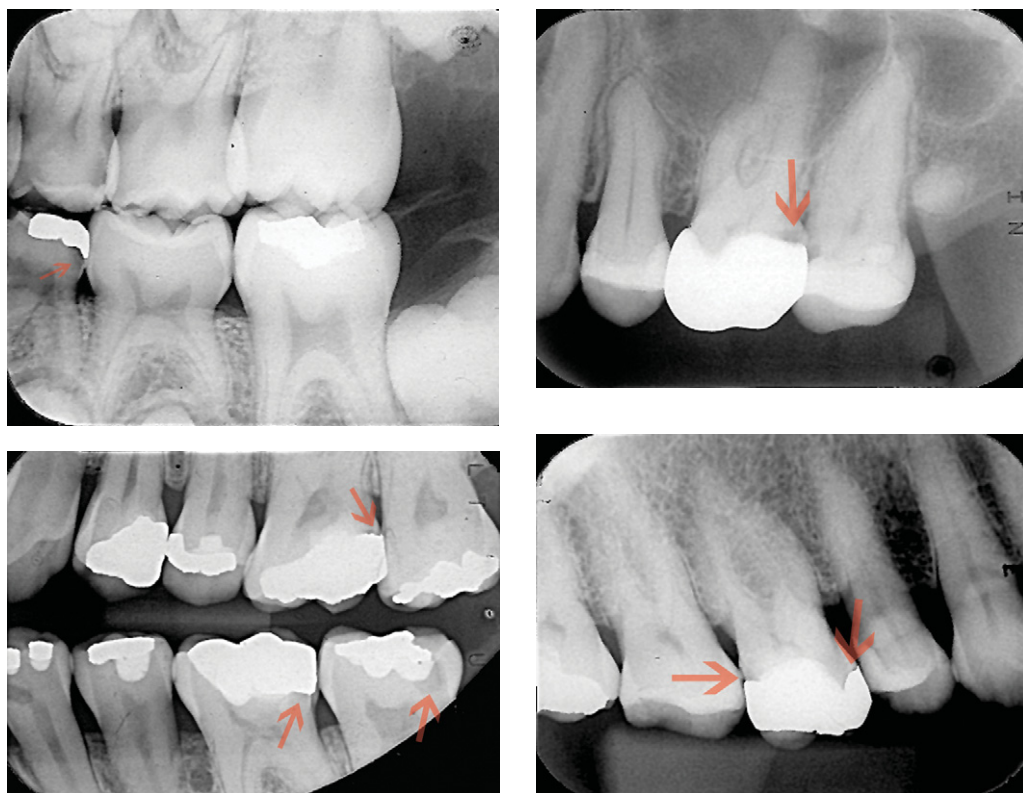
Nas luxações laterais, os dentes são deslocados em direção vestibular, lingual, mesial ou distal em relação aos adjacentes.

### **Avulsão**

A avulsão ocorre, quando um dente é deslocado totalmente para fora do seu alvéolo.

### **Fratura (Figura 12.107)**

Pode envolver o esmalte, a dentina e a polpa (complicada).



**Figura 12-100** Radiografias periapicais e interproximais mostrando a ocorrência das cáries recorrentes em maior ou menor proporções (setas vermelhas).

Pode também envolver uma porção da raiz (fratura corono-radicular), envolvendo ou não a polpa dental (complicada e não complicada).

Nas fraturas radiculares do terço cervical, a coroa apresentará mobilidade.

Nas fraturas do terço médio ou apical da raiz, poderá haver pouca ou nenhuma mobilidade coronária. Sangramento do sulco gengival pode ser indicativo de fratura radicular. Comumente as fraturas radiculares são oblíquas ou horizontais. Já as verticais são mais raras. Fratura é solução de continuidade dos tecidos duros provocada por uma força súbita.

A fratura coronária pode envolver, apenas, o esmalte ou o esmalte e a dentina (não complicada);

## Anomalias da Cavidade Pulpar e Radicular

### *Constricção e Atresia (Figura 12.10)*

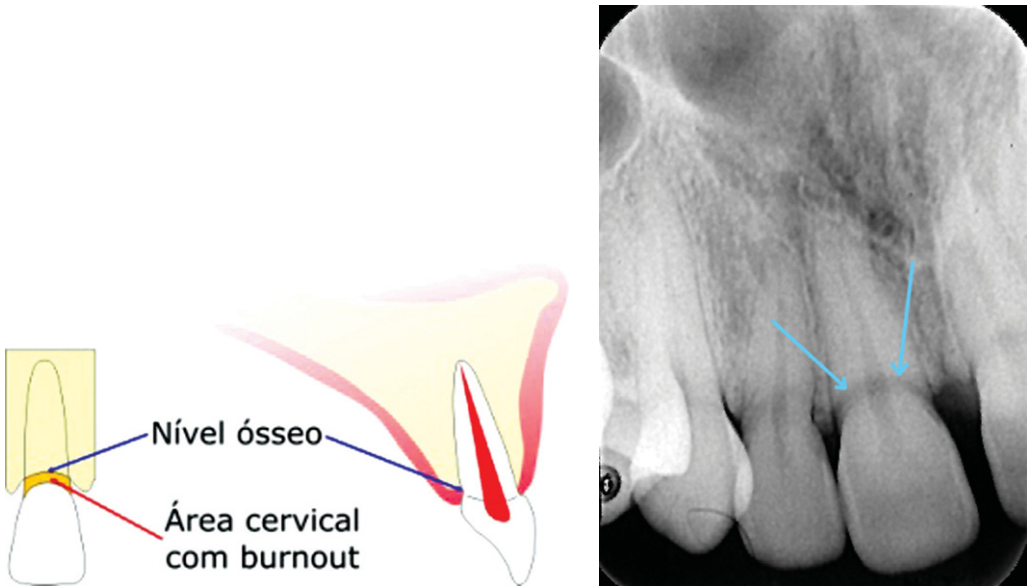
Com o aumento da calcificação do tecido pulpar, a cavidade pulpar pode chegar a desaparecer completamente. É chamada de fenômeno da metaplasia.

### *Nódulo pulpar (Figuras 12.109 e 12.110)*

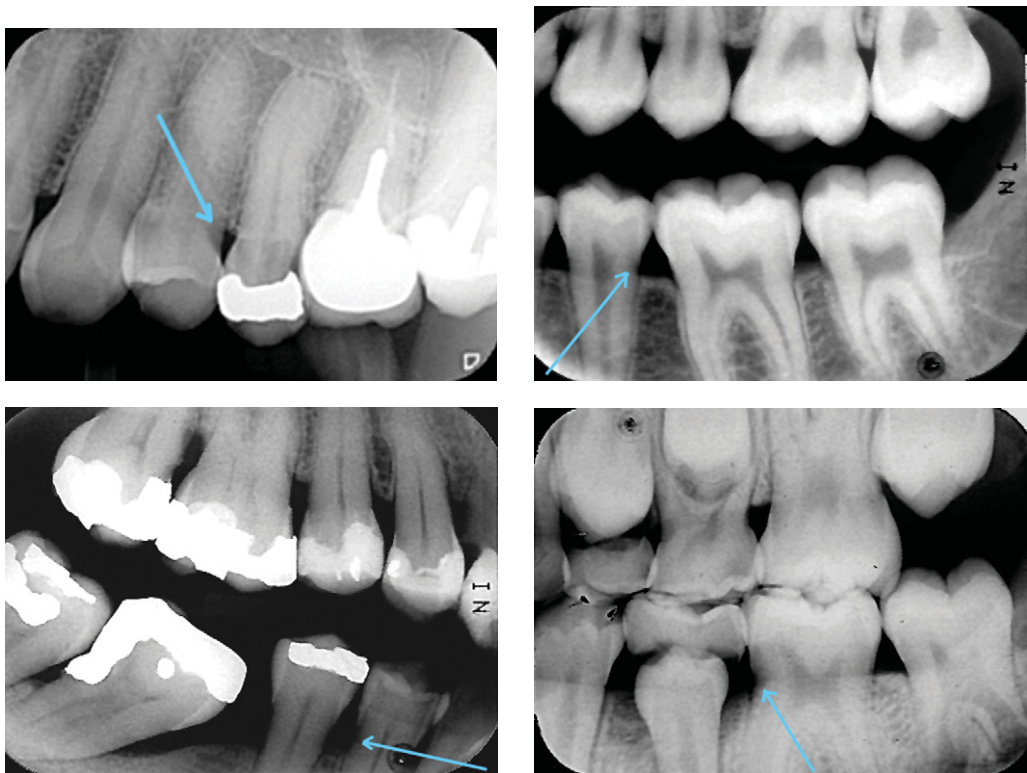
Estruturas mineralizadas localizadas no interior da câmara pulpar ou no canal radicular, de aspecto arredondado ou ovoide ou ainda em forma de agulha.

### *Esclerose pulpar*

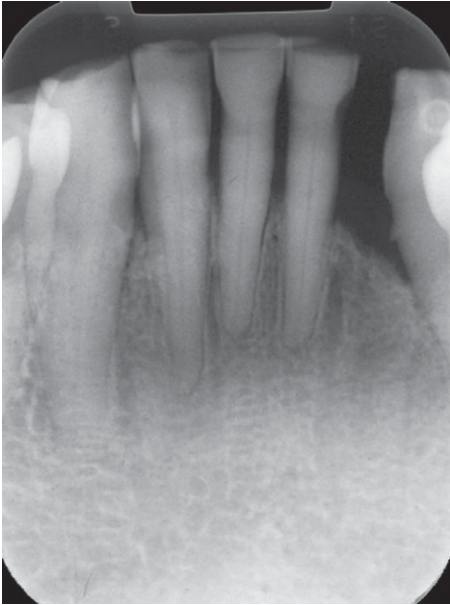
Pode-se observar o estreitamento da cavidade pulpar devido à proliferação da dentina,



**Figura 12-101** A. Desenho esquemático do efeito "Burnout". B. Imagem radiográfica evidenciando o efeito *Burnout* cervical no dente 11.



**Figura 12-102** Radiografias periapicais e interproximais com diferentes efeitos *Burnout*.



**Figura 12-103** Radiografia periapical mostrando avançado desgaste das superfícies incisais dos dentes anteriores, compatível com atrição/abrasão.

podendo com o tempo obliterar completamente a câmara pulpar e canal radicular. É mais comum na dentição de pessoas da melhor idade. Pode surgir prematuramente, devido a um processo patológico.

### **Reabsorção radicular interna (Figura 12.111)**

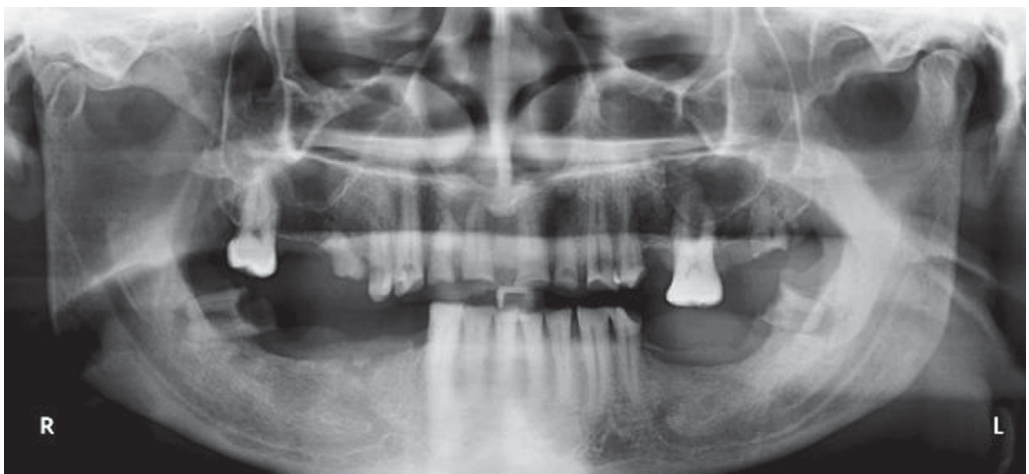
Idiopática – formas de reabsorção cuja causa não é bem compreendida. Entre as causas sugeridas estão os processos inflamatórios, a perda de vitalidade e mudanças vasculares pulpares, trauma e doenças sistêmicas. Pode-se observar na radiografia como reabsorção na câmara coronária ou no conduto radicular de aspecto irregular ou difusa ou, ainda, circunscrita (Figura 12.112).

### **Reabsorção externa (Figura 12.113)**

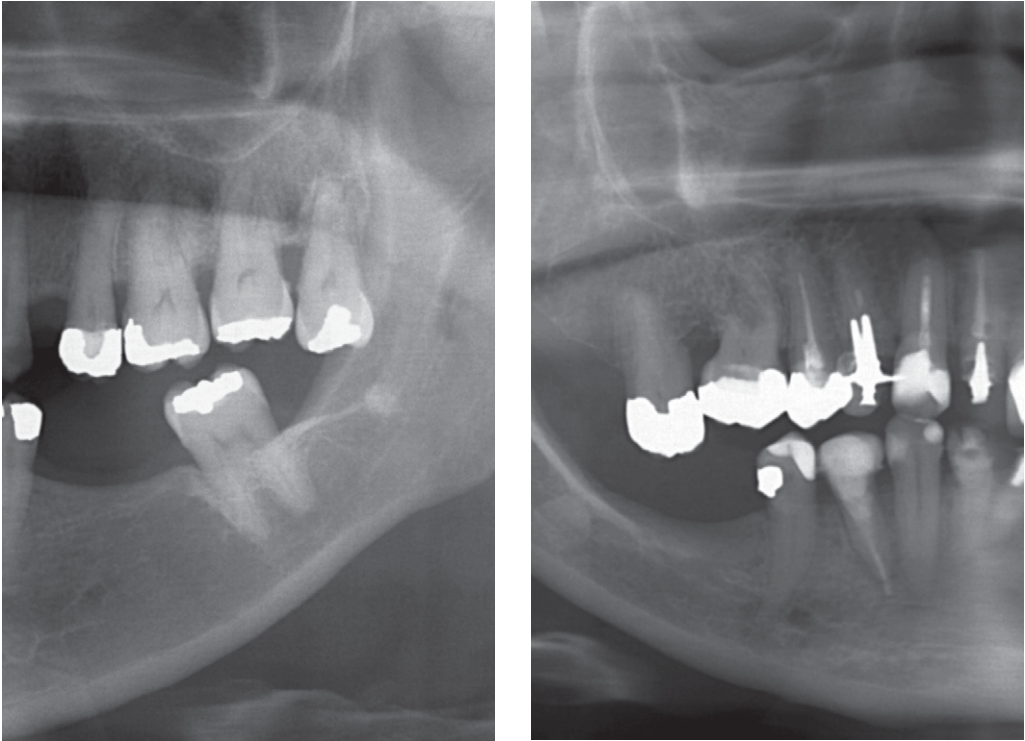
Lesão assintomática que pode ser causada por processo traumático, movimentação ortodôntica, lesões inflamatórias apicais crônicas e tumores de crescimento e expansão são lentos tais como ameloblastoma, cistos verdadeiros, tumores de células gigantes e osteofibrosos.

### **Hipercementose (Figuras 12.115 e 12.116)**

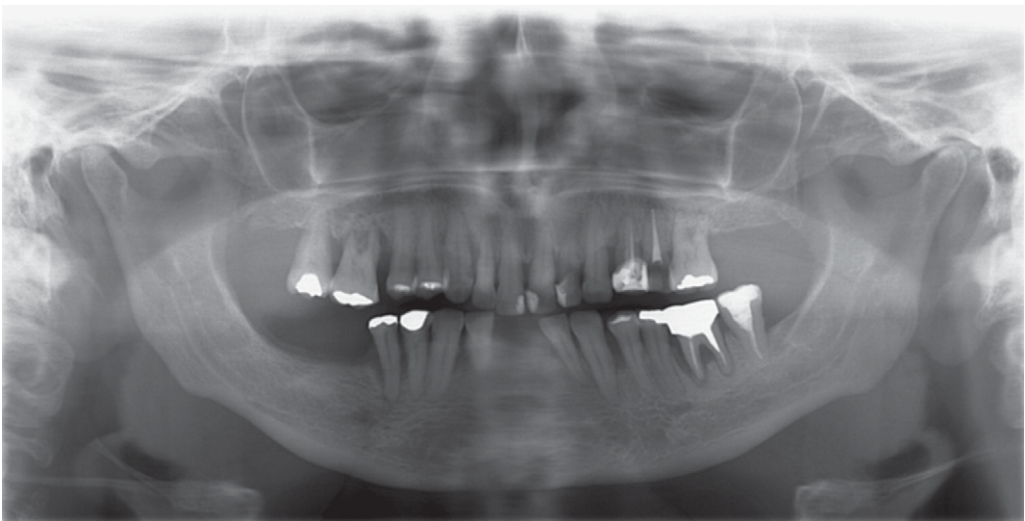
Deposição excessiva de cimento nas raízes dos dentes caracterizado pelo aumento no volume das raízes. De etiologia desconhecida, pode ser ocasionada por perda do dente antagonista, encontrada também em Doença de Paget e no hiperpituitarismo ou acromegalia.



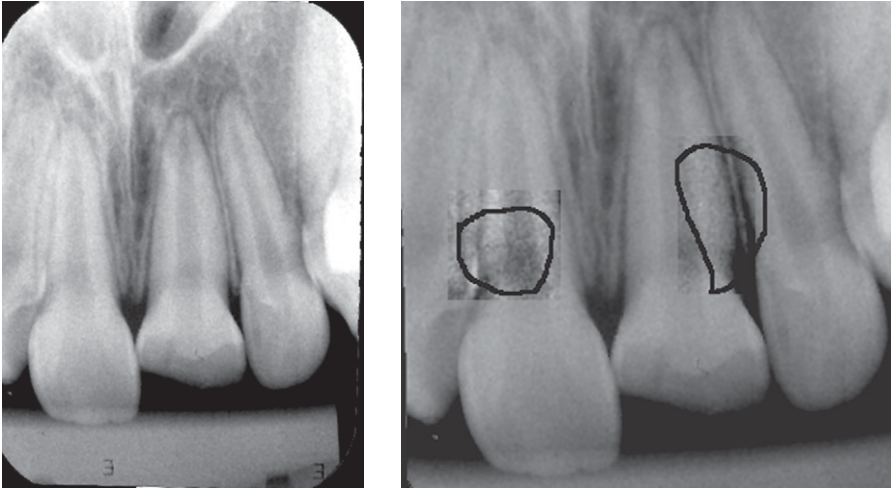
**Figura 12-104** Corte de radiografia panorâmica mostrando severo desgaste das superfícies incisais e oclusais de todos os dentes, compatível com atrição/abrasão.



**Figura 12-105** Cortes de radiografia panorâmica mostrando a extrusão de dentes molares, em áreas onde não há o dente antagonista. Assim, sempre que não há oclusão, existe a possibilidade e tendência da extrusão do dente.



**Figura 12-106** Radiografia panorâmica mostrando a extrusão de dentes molares do lado direito. Essa extrusão só tende a evoluir. Note também a severa perda óssea alveolar.



**Figura 12-107** Fratura radicular no terço médio do dente 11 e fratura coronária do dente 21. Note na imagem ao lado, o realce para evidenciar a solução de continuidade da fratura do dente 11.



**Figura 12-108** Dentes 36-37 com atresia da câmara pulpar.



**Figura 12-109** Corte de radiografia panorâmica mostrando os dentes 46-47 com nódulos de calcificação pulpar.

## Doenças do Tecido Periodontal (Periapicopatias e Doenças Periodontais)

### Periodontites Apicais

#### Periodontite apical aguda (Figuras 12.118, 12.119 e 12.123)

##### Aparências radiográficas

A maioria dos casos não apresenta imagem radiográfica. Porém, algumas vezes vamos

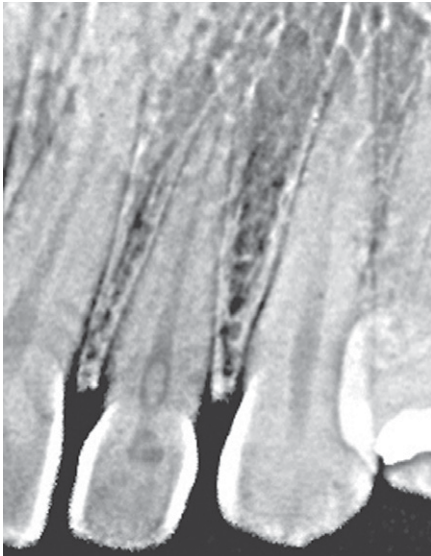
notar pequeno aumento do espaço do ligamento periodontal apical.

##### Diagnóstico diferencial

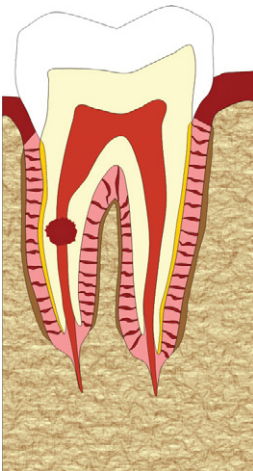
- Periodontite apical crônica (Figura 12.122)

##### Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos

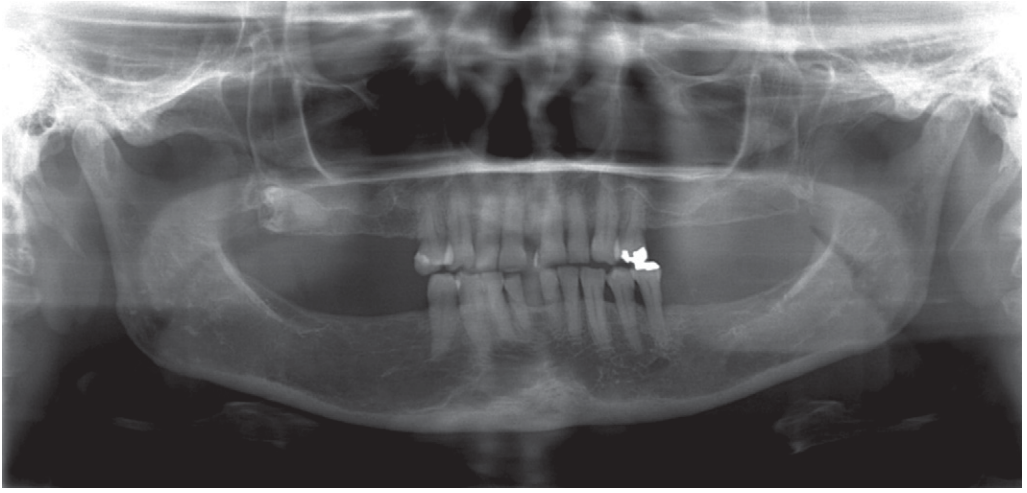
- Algumas vezes apresenta uma imagem radiolúcida, de margens indefinidas na região apical. Muitas vezes não é possível ver nenhuma imagem radiográfica evidente.



**Figura 12-110** Corte de radiografia panorâmica mostrando nódulos de calcificação pulpar em forma circular no interior das câmaras pulpares. Esses nódulos podem também estar nos condutos radiculares em forma de agulhas.



**Figura 12-111** Desenho esquemático de reabsorção interna no conduto radicular, ocorrência mais típica.



**Figura 12-112** Radiografia panorâmica mostrando um dente incluído na região do tuber maxilar direito com reabsorção interna.

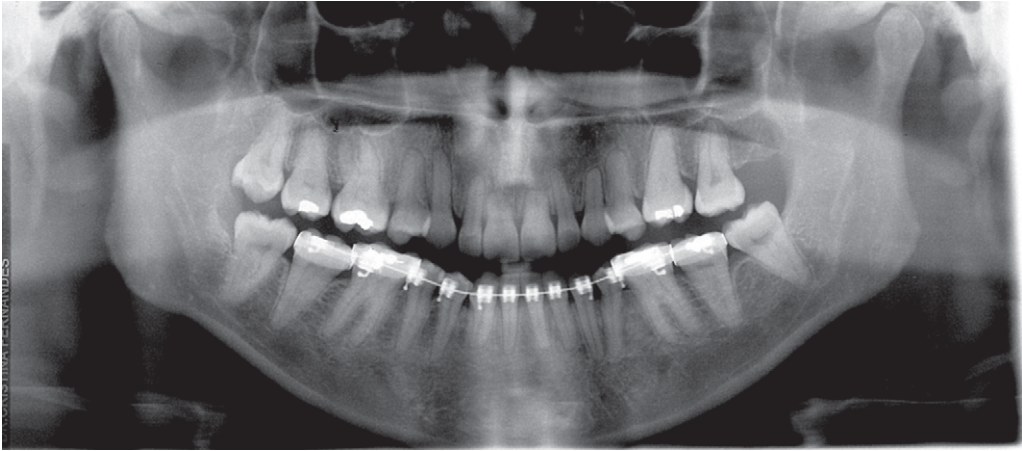


**Figura 12-113** Radiografia periapical da região de pré-molares e molares esquerdo, mostrando a reabsorção externa do dente 37, que possui tratamento endodôntico. Note que há lesão periapical difusa.

### **Granuloma radicular/periodontite apical crônica (Figuras 12.124 a 12.126)**

#### *Aparências radiográficas*

- Fornece uma imagem radiolúcida, de aspecto circunscrito arredondado ou oval,
- na região apical. As bordas geralmente não são bem definidas e a porção central é menos radiolúcida do que em relação a uma lesão cística.
- Com frequência, pode vir acompanhada de um discreto halo radiopaco ao redor da lesão.



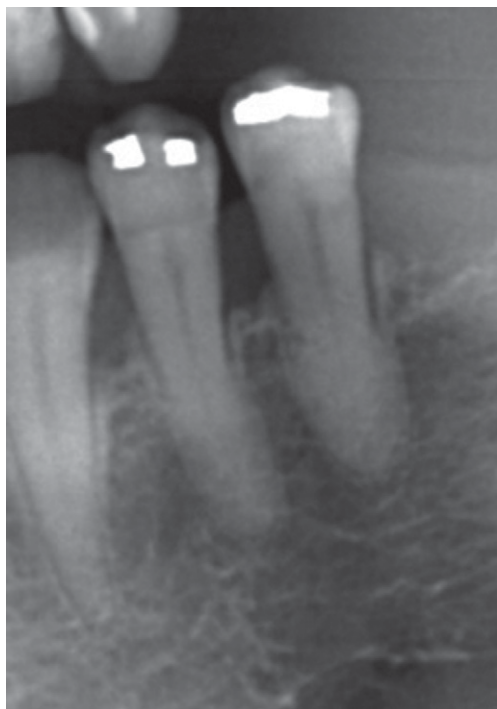
**Figura 12-114** Radiografia panorâmica mostrando a reabsorção externa das raízes dos dentes incisivos centrais. Note que o paciente possui aparelho ortodôntico fixo instalado nos dentes inferiores, o que aventa a possibilidade de também ter usado esse aparato nos dentes em questão.



**Figura 12-115** Radiografia periapical da região de pré-molares superior direito, mostrando ambos os dentes 14 e 15 com hipercementose, sendo mais acentuada no dente 15. Note que há aparelho fixo ortodôntico nesses dentes.



**Figura 12-116** Radiografia panorâmica mostrando dentes pré-molares com hipercementose. É comum a ocorrência desse distúrbio nos dentes posteriores. Os dentes 33-43 também estão afetados no caso da radiografia panorâmica.



**Figura 12-117** Radiografia periapical mostrando dentes pré-molares com hipercementose. É comum a ocorrência desse distúrbio nos dentes posteriores.



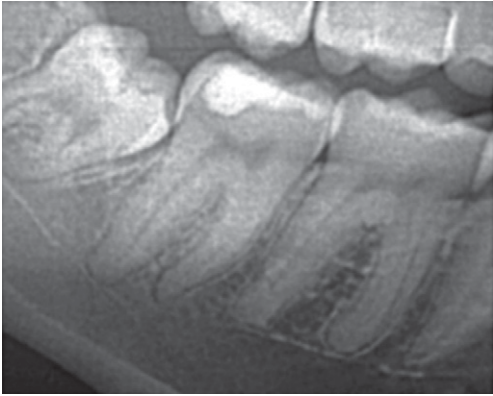
**Figura 12-118** Desenho esquemático do dente e espaço do ligamento periodontal normal.



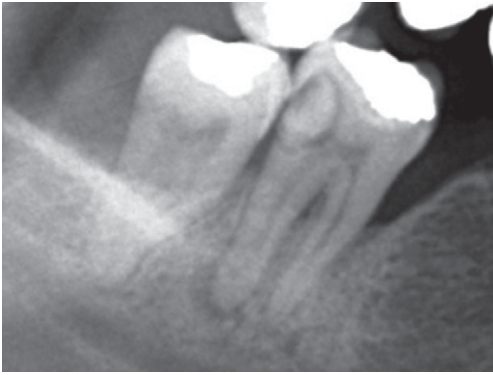
**Figura 12-119** Desenho esquemático do dente e espaço do ligamento periodontal com periodontite apical aguda. Radiolúcida.



**Figura 12-120** Radiografia periapical mostrando o dente 21 com uma cárie avançada com comprometimento pulpar 46 com pericementite apical (raiz mesial), provavelmente devido a trauma oclusal. Há aumento do espaço do ligamento periodontal com perda de detalhe da lâmina dura.



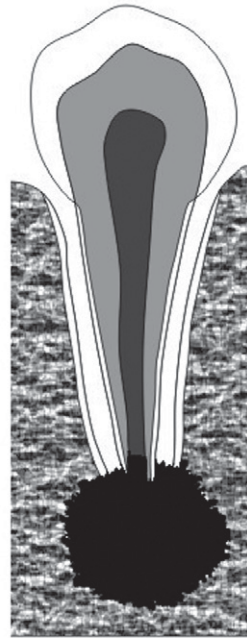
**Figura 12-121** A imagem radiográfica mostra a fase inicial que é o aumento do espaço pericementário. Dente 47.



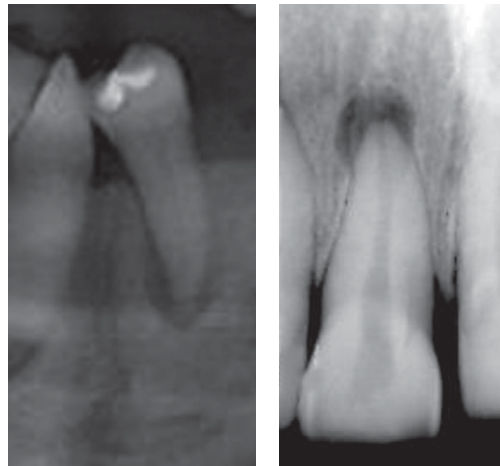
**Figura 12-122** Devido à reabsorção óssea alveolar (ápice), muitas vezes apresenta uma imagem radiolúcida, de aspecto difuso, na região apical. Fase mais avançada, progredindo para um abscesso periodontal crônico. Note o curativo na região distal da coroa do dente.



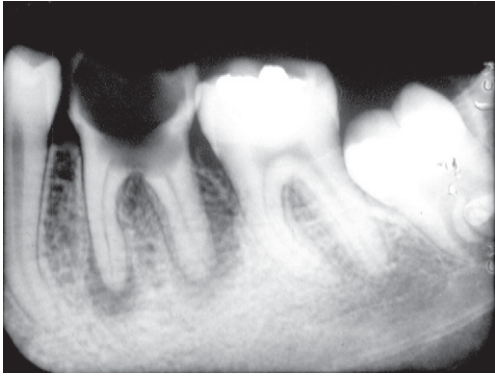
**Figura 12-123** A imagem radiográfica do dente 47 mostra a fase inicial da pericementite apical aguda. O aumento do espaço pericementário. Neste caso é evidente a necrose pulpar.



**Figura 12-124** Desenho esquemático do dente com imagem periapical radiolúcida circunscrita, representando uma lesão compatível com granuloma apical.



**Figura 12-125** Imagens radiográficas de granuloma apical de diferentes tamanhos, mas ambos, mostram imagens radiolúcidas circunscritas localizadas apicalmente aos dentes.



**Figura 12-126** Imagens radiográficas de granuloma apical na raiz mesial do dente 36. Na raiz distal podemos ver a imagem radiolúcida difusa, compatível com abscesso crônico.

#### *Diagnóstico diferencial*

- Cisto radicular

#### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- Em alguns casos, vem acompanhada por reabsorção radicular.

#### **Cisto radicular (Figura 12.128)**

##### *Aparências radiográficas*

- Fornece uma imagem radiolúcida circunscrita, de demarcação clara, junto ao periápice dentário.
- Um halo radiopaco osteogênese reacional acompanha a imagem radiotransparente marginal contínua à lâmina dura alveolar.

#### *Diagnóstico diferencial*

- Granuloma radicular

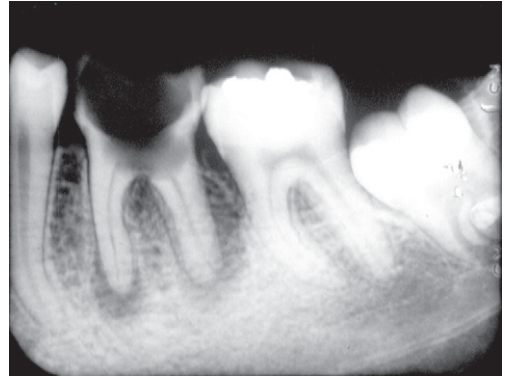
#### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- A imagem esclerótica marginal pode desaparecer devido à infecção.

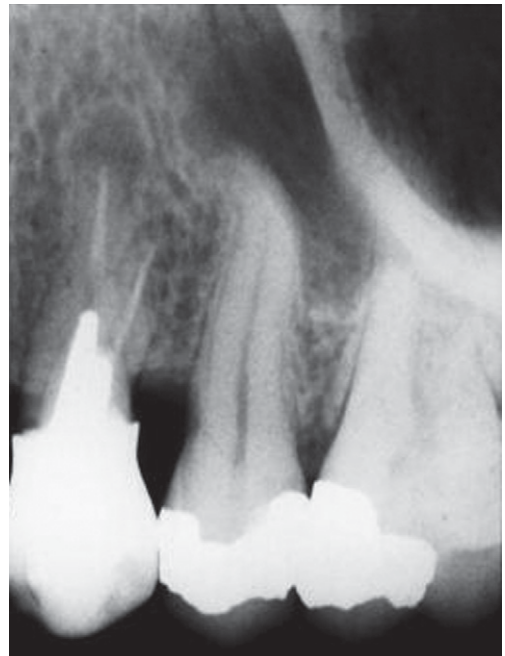
#### **Osteíte condensante/Osteomielite esclerosante crônica focal (Figura 12.131)**

##### *Aparências radiográficas*

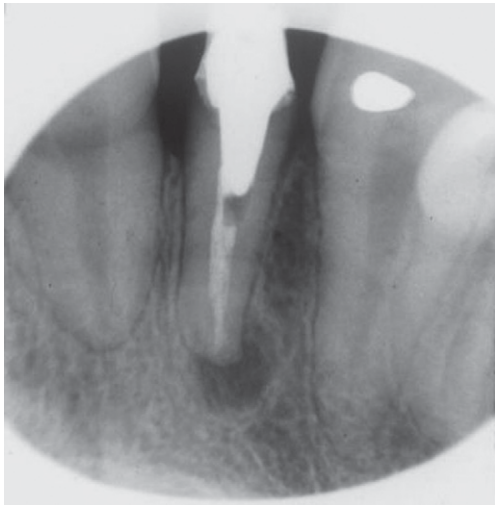
- No foco apical ou em torno do ápice radicular do dente apresenta uma imagem radiopaca de demarcação difusa.



**Figura 12-127** Radiografia do dente com imagem periapical radiolúcida circunscrita unilocular (raiz mesial), com uma borda circundada por uma fina cortical, representando uma lesão compatível com cisto radicular apical. Na raiz distal há imagem radiolúcida difusa, compatível com abscesso crônico.



**Figura 12-128** Radiografia periapical do dente 24 com imagem periapical radiolúcida circunscrita unilocular, com borda corticalizada, compatível com cisto radicular apical. Pequena lesão.



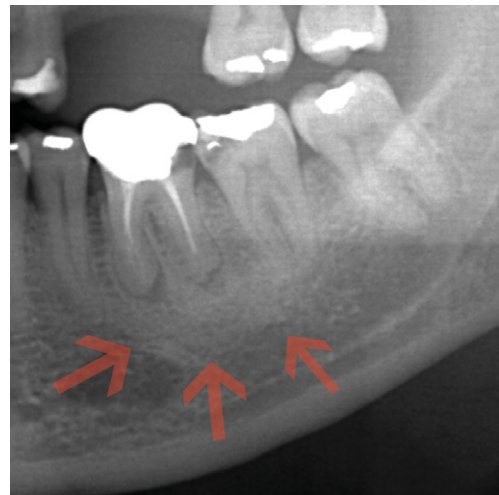
**Figura 12-129** Radiografia periapical do dente com imagem periapical radiolúcida circunscrita unilocular, com uma borda circundada por uma fina cortical, compatível com lesão cística. Pequena lesão.



**Figura 12-131** Desenho esquemático do dente com imagem periapical radiolúcida, circundada por imagem radiopaca difusa, com tamanho e intensidade variáveis.



**Figura 12-130** Corte de uma radiografia panorâmica, evidenciando o dente 22 com imagem periapical radiolúcida circunscrita unilocular, com borda corticada, compatível com cisto radicular apical. Lesão de tamanho médio.

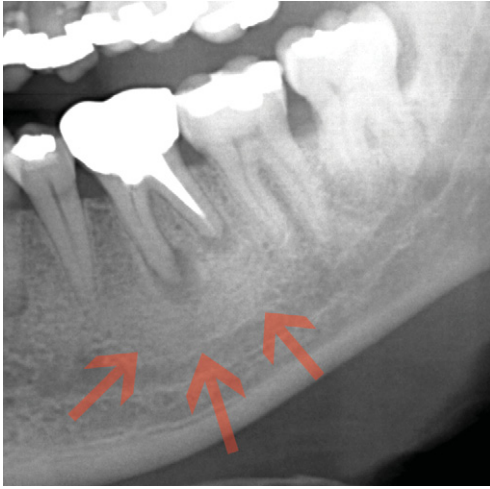


**Figura 12-132** Corte de uma radiografia panorâmica, evidenciando o dente 36 com imagem periapical radiolúcida, circundada por imagem radiopaca difusa em ambas as raízes.

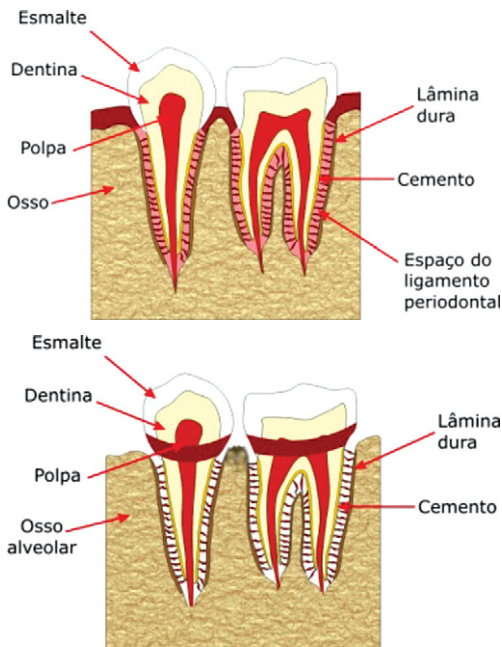
- O contorno total da raiz é sempre visível.
- A osteosclerose aparece devido à hiperplasia das trabéculas e, assim, ocorre o estreitamento e diminuição da cavidade medular.

### Diagnóstico diferencial

- Enostose
- Exostose
- Cementoma verdadeiro



**Figura 12-133** Corte de uma radiografia panorâmica, evidenciando o dente 36 com imagem periapical radiolúcida, circundada por imagem radiopaca difusa. Note a esclerose óssea que envolve toda a região dos dentes contíguos, sendo inferiormente limitada pelo canal mandibular. O dente em questão tem tratamento endodôntico apenas na raiz distal, onde está inserido um pino do núcleo protético.



**Figura 12-134** Desenho esquemático da periodontite marginal que envolve principalmente a crista óssea interdentária (acima), causando um início de reabsorção óssea, evidenciada como uma perda de detalhe da lâmina dura na crista óssea e/ou um “esfumaçamento” da crista (abaixo).

## Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos

- O dente causador em muitos casos está desvitalizado.

## Doenças periodontais

### Periodontite marginal

#### Aparências radiográficas

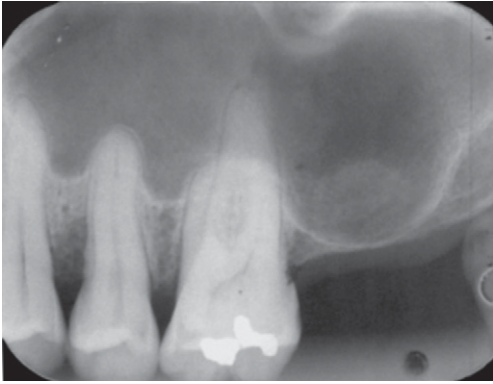
- A aparência radiográfica da fase inicial é a atenuação da crista alveolar.
- Quando a reabsorção óssea avança, ocorre a reabsorção horizontal do osso alveolar e produz-se a perda óssea de aspecto tipo “esfumaçamento”.
- Quando se soma a trauma oclusal à reabsorção horizontal, pode progredir para perda óssea do tipo vertical.



**Figura 12-135** Radiografia periapical mostrando a periodontite marginal ou início da reabsorção óssea da crista alveolar entre os dentes 26-27, talvez devido ao incorreto ponto de contato entre os dentes.



**Figura 12-136** Radiografia periapical mostrando cristas ósseas saudáveis.



**Figura 12-137** Radiografia periapical mostrando a periodontite marginal ou início da reabsorção óssea da crista alveolar entre os dentes 24-25.

#### *Diagnóstico diferencial*

- Trauma oclusal
- Abscesso periodontal
- Periodontite juvenil

#### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- Clinicamente, apresenta a formação de bolsas.
- Quando a periodontite torna-se grave, aparecem os movimentos dos dentes, tornando-se acentuada a drenagem de pus das bolsas.

### **Periodontite juvenil (Figura 12.138)**

#### *Aparências radiográficas*

- Mesmo no caso de não apresentar sintomas clínicos, em termos radiográficos apresenta a reabsorção localizada do osso alveolar causando defeitos ósseos irregulares e angulares localizados.
- A reabsorção óssea ocorre a partir da crista alveolar e é acompanhada de aumento do espaço pericementário.
- A periodontite juvenil pode também ser observada no síndrome de Papillon-Lefèvre.

#### *Diagnóstico diferencial*

- Trauma oclusal
- Abscesso periodontal
- Periodontite marginal

#### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- Aparecem eletivamente em mulheres em torno de 20 anos, sendo o primeiro sintoma a posição irregular dos dentes.
- Ocorre principalmente nos primeiros molares e nos dentes anteriores.
- A característica do sintoma clínico é a formação de bolsa periodontal.

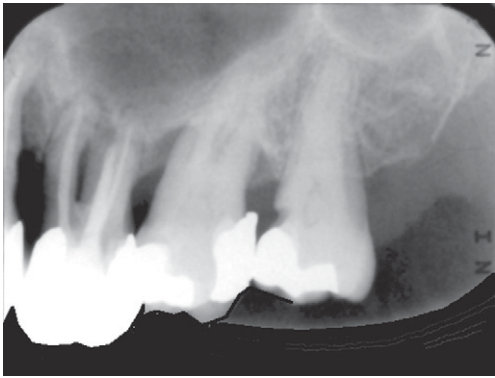


**Figura 12-138** Radiografia panorâmica mostrando a periodontite juvenil. Veja as regiões entre os dentes 16-17 e 26-27.

## Trauma oclusal

### Aparências radiográficas

- Apresenta um aumento anormal do espaço periodontal e a reabsorção do osso alveolar.
- O osso alveolar de um dos lados, mesial ou distal, do dente é reabsorvido acentuadamente, assim aumenta a radiolucidez.
- Somado à reabsorção óssea, podem ser observadas também a reabsorção radicular.



**Figura 12-139** Radiografia periapical mostrando a reabsorção óssea causada pelo trauma oclusal dos dentes 26-27.

### Diagnóstico diferencial

- Periodontite marginal
- Periodontite juvenil
- Abscesso periodontal

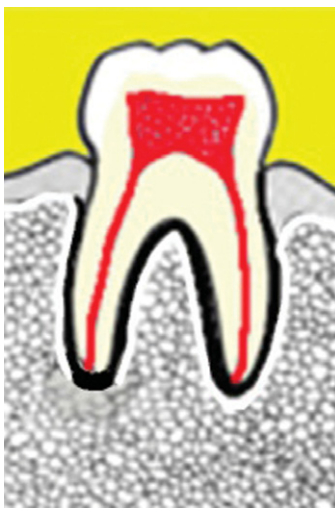
### Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos

- Aparecem eletivamente em mulheres em torno de 20 anos, sendo o primeiro sintoma a posição irregular dos dentes.
- Ocorre principalmente nos primeiros molares e nos dentes anteriores.
- A característica do sintoma clínico é a formação de bolsa periodontal.
- Como causas do trauma oclusal existem o contato precoce dos dentes antagonistas, aparelho protético ou material restaurador inadequado e, ainda, inclinação do dente.
- O trauma oclusal, por princípio, aparece apenas em um ou em alguns dentes.

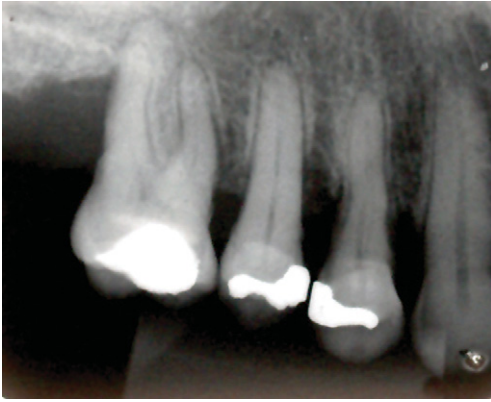
## Periodontite

### Aparências radiográficas

- As aparências radiográficas da fase inicial são o aumento do espaço periodontal e a interrupção da lâmina dura alveolar.



**Figura 12-140** Desenho esquemático da periodontite (à esquerda). Note que a raiz do lado esquerdo apresenta solução de continuidade da lâmina dura no ápice (lâmina dura rompida). E à direita uma radiografia com discreto aumento do espaço do ligamento periodontal no ápice da raiz distal do dente 37, além da perda de detalhe da lâmina dura apical.



**Figura 12-141** Radiografia periapical mostrando o aumento da lâmina dura do dente 15 e perda de detalhe da lâmina dura na região apical.

**Diagnóstico diferencial**

- Periodontite marginal
- Periodontite juvenil
- Trauma oclusal
- Abscesso periodontal

**Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos**

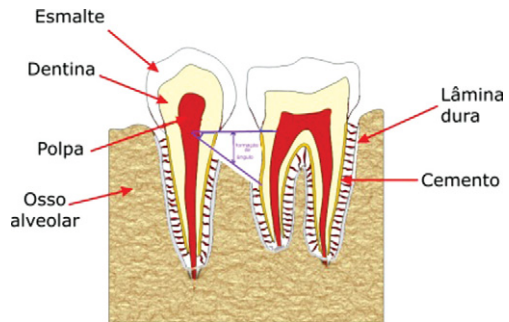
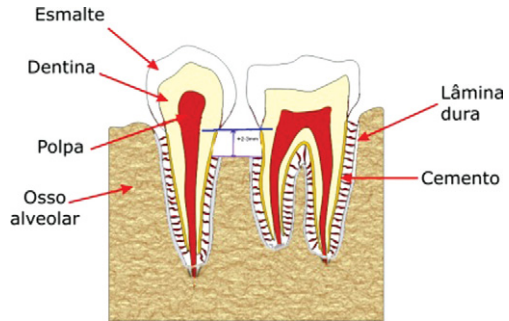
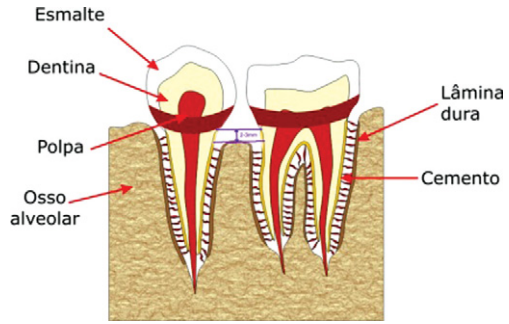
- Tanto na maxila como na mandíbula, aparecem eletivamente nos incisivos e nos primeiros molares.

**Reabsorção horizontal (Figuras 12-143 a 12-146)**

**Aparências radiográficas**

Reabsorção óssea em toda a extensão da crista alveolar frente a um processo inflamatório, generalizado. Pode ocorrer somente em uma crista óssea.

Na condição de normalidade a altura da crista óssea alveolar é em torno de 1-3mm, sendo muito variável é claro. Cremos que na média, distância seja de 2,0 mm do cume da crista óssea a uma linha imaginária que liga as junções amelocementarias dos dentes contíguos (veja acima a figura superior). Assim, quando essa altura é maior do que 2-3mm teremos a reabsorção da crista óssea alveolar, que pode ser horizontal, quando temos um paralelismo do cume da crista óssea com a linha imaginária que liga as junções amelocementárias



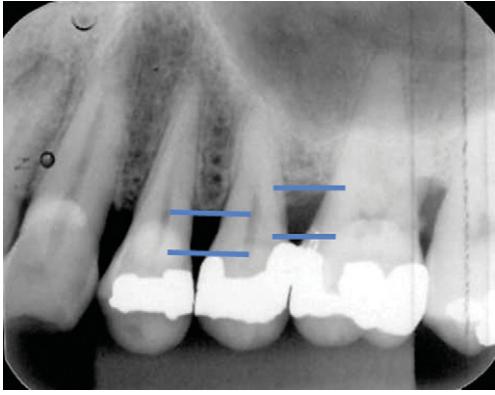
**Figura 12-142** Desenho esquemático da reabsorção óssea da crista alveolar (acima a condição de normalidade), horizontal (ao meio) e vertical ou angular (abaixo).

cementárias (veja acima a figura do meio). E ainda, poderá a reabsorção ser vertical ou angular, quando forma-se um ângulo entre a linha imaginária que liga as junções amelocementárias e o cume da crista óssea (veja acima a figura inferior). Em geral a reabsorção vertical é mais severa e de difícil resolução.

**Reabsorção vertical (Figuras 12-147 a 12-150)**

**Aparências radiográficas**

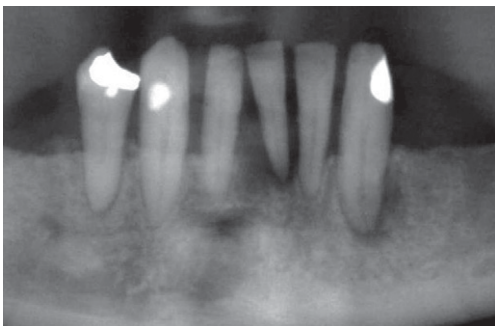
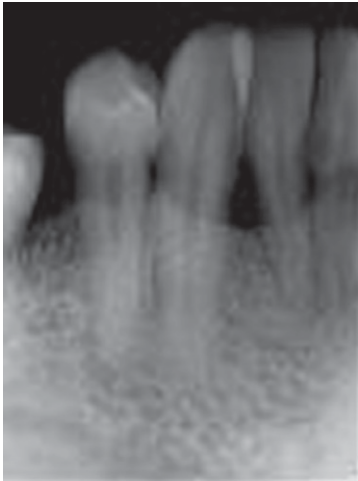
- Quando a fase da doença avança, observa-se a reabsorção vertical acentuada do osso



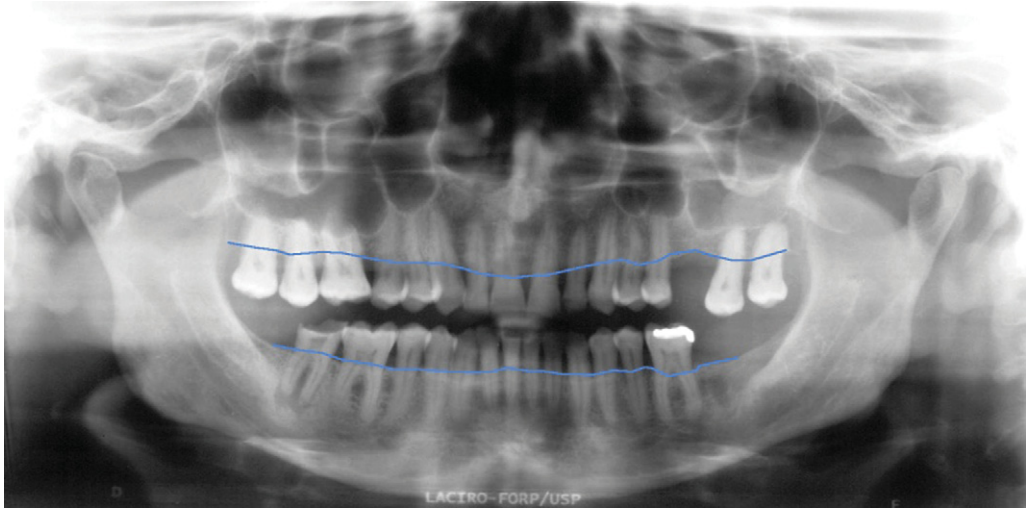
**Figura 12-143** Radiografia periapical mostrando a reabsorção óssea horizontal como evidenciado pelas linhas azuis, paralelas entre si. Cristas ósseas entre os dentes 24-25-26.



**Figura 12-145** Radiografias periapicais mostrando a reabsorção horizontal como evidenciado pelo paralelismo das linhas azuis. Cristas ósseas entre os dentes 41-31-32 (Rad. acima) e 42-43 (Rad. abaixo).



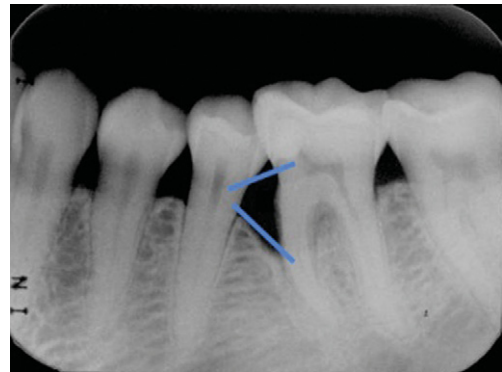
**Figura 12-144** Radiografia periapical mostrando a reabsorção horizontal entre os dentes 42-43. No corte radiográfico panorâmico vemos a reabsorção horizontal nos dentes presentes, exceto no dente 31, que apresenta reabsorção vertical e está condensado.



**Figura 12-146** Radiografia panorâmica evidenciando em azul a altura da crista óssea alveolar nas duas arcadas. Assim, é possível vermos a reabsorção horizontal generalizada.



**Figura 12-147** Radiografia periapical mostrando a reabsorção óssea vertical ou angular, como evidenciado pelas linhas azuis, anguladas entre si. Cristas ósseas entre os dentes 13-14.



**Figura 12-148** Radiografia periapical mostrando a reabsorção óssea vertical ou angular, como evidenciado pelas linhas azuis, anguladas entre si. Cristas ósseas entre os dentes 35-36.

alveolar e a formação da bolsa inferior da margem óssea (infraóssea).

- Verticalização da reabsorção óssea em sentido apical, com desmineralização óssea irregulares e anguladas.

## Lesões Maxilomandibulares

### Doenças inflamatórias maxilomandibulares

#### Osteomielites

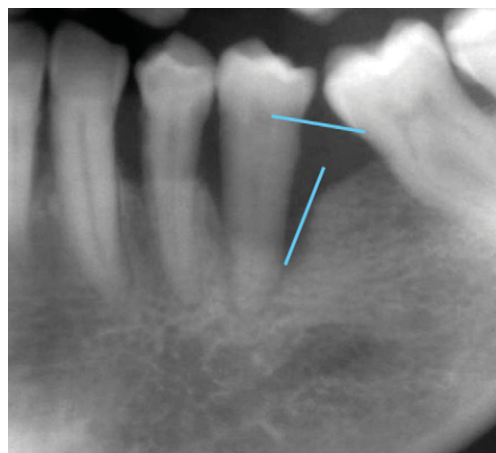
- Osteomielite aguda

#### Aparências radiográficas (Figura 12.152)

- Apresenta uma imagem radiolúcida, mal delimitadas de demarcação difusa e irregular com aspecto de roído de traça.



**Figura 12-149** Radiografia periapical mostrando a reabsorção óssea vertical ou angular, como evidenciado pelas linhas azuis, anguladas entre si. Cristas ósseas entre os dentes 11-21.



**Figura 12-151** Corte de radiografia panorâmica mostrando a reabsorção óssea vertical ou angular, como evidenciado pelas linhas azuis, anguladas entre si. Há evidente problema oclusal, causado principalmente pela perda do dente 36, o que resultou na mesioangulação do dente 37.



**Figura 12-150** Corte de radiografia periapical panorâmica mostrando a reabsorção óssea vertical ou angular nos dentes pilares da prótese fixa do lado direito da mandíbula. Dentes 44-45-48.

### *Diagnóstico diferencial*

- Osteossarcoma (tipo osteolítico)

### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- A aparência caracteriza-se por apresentar a osteoclasia descontínua e no meio deixar osso normal.
- A lesão se desenvolve pela maxila/mandíbula no sentido antero-posterior.

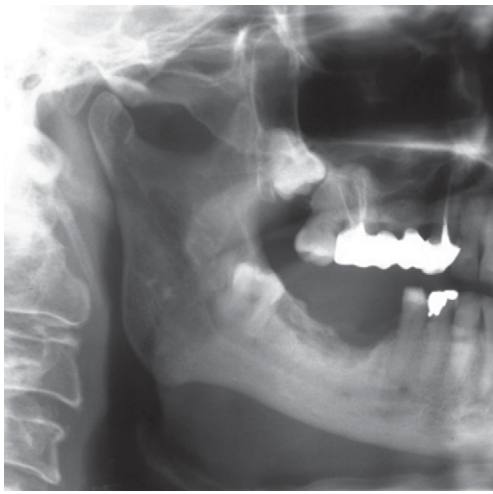
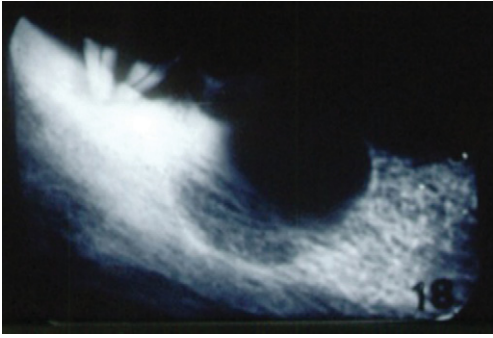
### **Osteomielite crônica**

#### *Aparências radiográficas*

- Apresenta uma imagem radiopaca, de demarcação difusa e irregular.

#### *Diagnósticos diferenciais*

- Displasia óssea fibrosa
- Doença de Paget
- Osteossarcoma (tipo osteoblástico)



**Figura 12-152** Corte de radiografia panorâmica mostrando um caso de osteomielite aguda na mandíbula. Note a imagem mal definida em algumas partes (mesial e distal), e o aspecto de roído de traça do lado direito). Esse aspecto também pode ser vista na imagem ao lado.

### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- O limite entre os ossos esponjoso e cortical torna-se difuso.
- Há casos em que a morfologia óssea se modifica devido a abaulamento das corticais.

### **Osteomielite com Periostite proliferativa (Garrè) (Figura 12.154)**

#### *Aparências radiográficas*

Hiperplasia periostal em forma de lamelas concêntricas paralelas às outras aspecto “em casca de cebola” formadas pelas linhas radiopacas e radiolúcidas.



**Figura 12-153** Radiografia oclusal parcial de mandíbula, mostrando imagens radiolúcidas e radiopacas da osteomielite crônica.

### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- Maior frequência na região de pré-molares e molares inferiores.
- Ocorre em jovens

### **Osteomielite por radiação**

- Osteorradionecrose

#### *Aparências radiográficas*

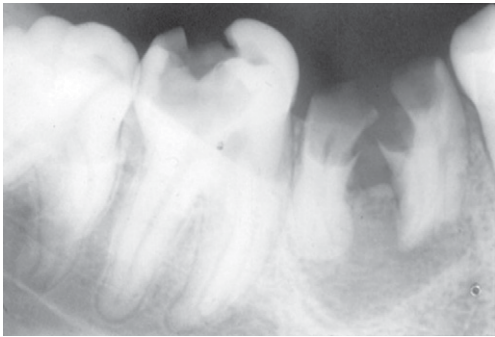
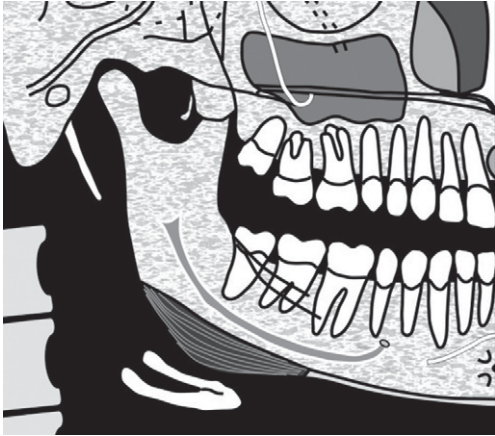
- Apresenta uma imagem radiolúcida, de margem indefinida, difusa com aspecto de roído de traça.
- Comumente acompanhado de sequestro ósseo.

#### *Diagnóstico diferencial*

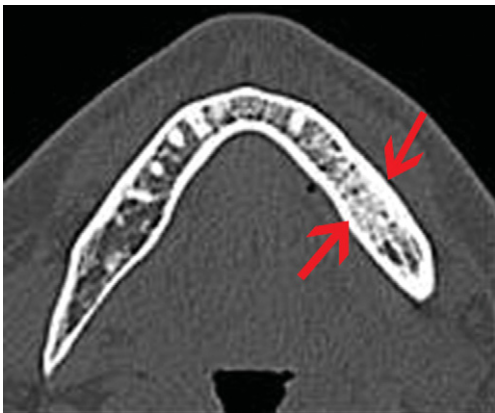
- Osteomielite aguda
- Osteossarcoma (tipo osteolítico)

### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- Possui o histórico de radioterapia.



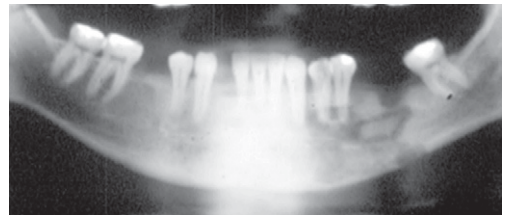
**Figura 12-154** Desenho esquemático da principal característica com periostite proliferativa. Abaixo vemos uma radiografia periapical de um caso com periostite proliferativa. Nesse tipo de imagem é possível vermos apenas uma imagem radiolúcida irregular. Em geral a radiolucidez não é grande devido ao aspecto proliferativo de periosteio da lesão.



**Figura 12-155** Imagem tomográfica mostrando imagens radiolúcidas e radiopacas (em maior quantidade) da osteomielite crônica.



**Figura 12-156** Radiografia PA mostrando imagens radiolúcidas do lado esquerdo da mandíbula de um caso de osteomielite com periostite proliferativa.

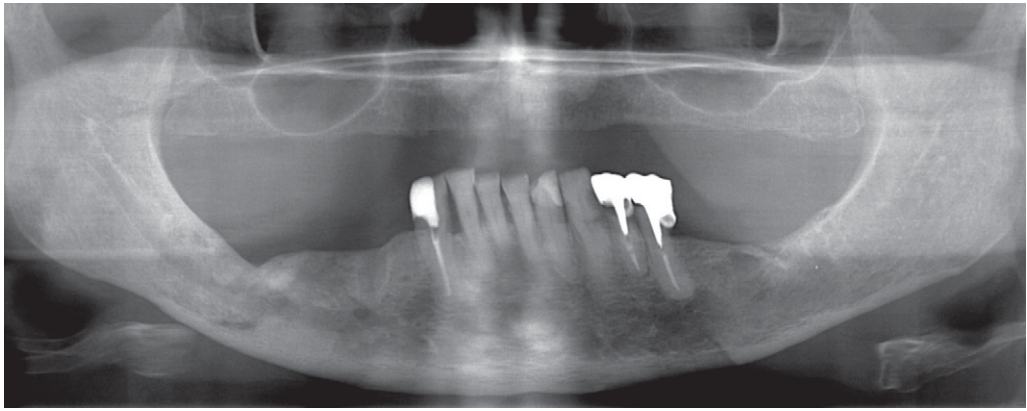


**Figura 12-157** Corte de radiografia panorâmica mostrando no corpo mandibular do lado esquerdo uma imagem radiolúcida, irregular e uma imagem radiopaca dentro da lesão, caracterizando um sequestro ósseo. Note que em direção à cortical inferior mandibular a imagem se caracteriza pela forma de roído de traça.

- A característica clínica é de ser acompanhada de dores fortes.
- Aparecem eletivamente na mandíbula.
- Osteonecrose (Figuras 12.158 e 12.159).

### Aparências radiográficas

Semelhante às lesões causadas por radiação, relaciona-se ao uso de bifosfonatos.



**Figura 12-158** Radiografia panorâmica mostrando imagens radiolúcidas/radiopacas irregulares no rebordo alveolar, caracterizando necrose óssea.



**Figura 12-159** Corte de radiografia panorâmica de um caso de osteonecrose subclínica, devido ao uso do bisfosfonado zolendronato. Note o espessamento da lâmina dura dos dentes mandibulares.

### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

Lesão típica que ocorre em alvéolo, de difícil cicatrização após avulsão dentária ou pós-cirúrgico.

## **Cistos que se Desenvolvem na Região Maxilomandibular**

### *Cistos odontogênicos*

Os dentes surgem na cavidade oral através de um processo chamado odontogênese. Anterior ao final desse processo, ambas

as lâminas dentais primárias e secundárias desaparecem. Alguns remanescentes dessas células embrionárias podem dar origem a lesões benignas e malignas em algum estágio da vida.

Um verdadeiro cisto mandibular será formado quando fatores de desenvolvimento ou inflamatório estimularem a proliferação de células epiteliais ao redor do dente. Como estas células crescem, as células centrais ficam sem nutrientes do tecido conjuntivo adjacente e assim torna-se necrótico. Depois, uma cavidade forrada de epitélio é formada. Surge o cisto.

Devemos acreditar que não se deve esperar um diagnóstico específico somente com a imagem radiografia ou outra. Mas, com certeza essas imagens podem auxiliar no diagnóstico diferencial, desse modo ajudando a guiar o tratamento do paciente.

### *Cisto inflamatório*

#### **Cisto radicular (Figuras 12.160 e 12.161)**

##### *Aparências radiográficas*

- Área radiolúcida periapical, circunscrita, envolvida por um halo radiopaco, o qual representa osteogênese reacional.
- Em torno da radiolucência acompanha uma imagem esclerótica marginal contínua à lâmina dura alveolar.

- Pode atingir grandes proporções
- Pode causar deslocamento dos dentes

#### *Diagnóstico diferencial*

- Granuloma radicular

#### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- A imagem esclerótica marginal desaparece com a infecção

#### **Cisto radicular lateral (Figura 12.162)**

##### *Aparências radiográficas*

- Apresenta-se lateralmente à raiz do dente.
- Pode ser originária de uma reação inflamatória do periodonto por degeneração de células claras da lâmina dental.

#### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- Local mais frequente no nível dos pré-molares inferiores em terço médio.

#### **Cisto residual (Figura 12.163)**

##### *Aparências radiográficas*

- Área radiolúcida, circunscrita, unilocular envolvida por um halo radiopaco localizado numa região edêntula.



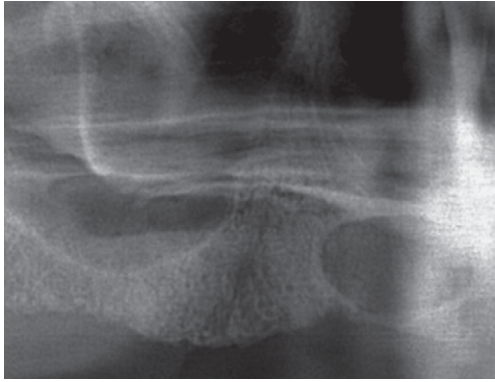
**Figura 12-160** Corte de radiografia panorâmica mostrando imagem radiolúcida circunscrita corticada, unilocular com epicentro no ápice da raiz do dente 34, compatível com cisto radicular.



**Figura 12-161** Radiografia periapical mostrando imagem radiolúcida circunscrita corticada, unilocular com epicentro no ápice da raiz do dente 22. Apesar de abranger o dente 21, podemos notar no mesmo o espaço do ligamento periodontal apical, o que descarta seu envolvimento com a lesão.



**Figura 12-162** Corte de radiografia panorâmica mostrando imagem radiolúcida circunscrita corticada, unilocular com epicentro lateral ao ápice da raiz do dente 34.



**Figura 12-163** Corte de radiografia panorâmica mostrando imagem radiolúcida circunscrita corticalizada, unilocular na região anterior da maxila desdentada, com solução de continuidade da borda corticada junto à crista óssea do rebordo alveolar. O dente foi extraído.

### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- Permanece no interior do osso após exodontia do dente causador, sem os cuidados necessários de enucleação do cisto radicular

### **Cisto paradentário (Figuras 12.164 e 12.165)**

Corte de radiografia panorâmica mostrando imagem radiolúcida circunscrita corticalizada, unilocular com epicentro à coroa do dente 48. A região mais susceptível para expansão da lesão é o ramo mandibular à distal, já que à mesial está o dente 47.

### *Aparências radiográficas*

- De radiolucência unilocular, de demarcação bem definida na junção. A amelocementaria na porção distal do molar parcialmente irrompido.

### *Diagnóstico diferencial*

- Cisto radicular e lateral

### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

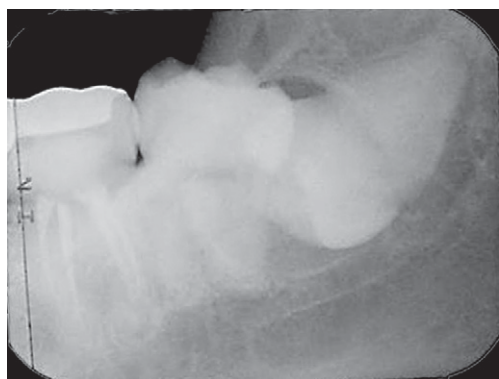
- Região do trígono retromolar.
- Dentes com pericoronarite recorrente.



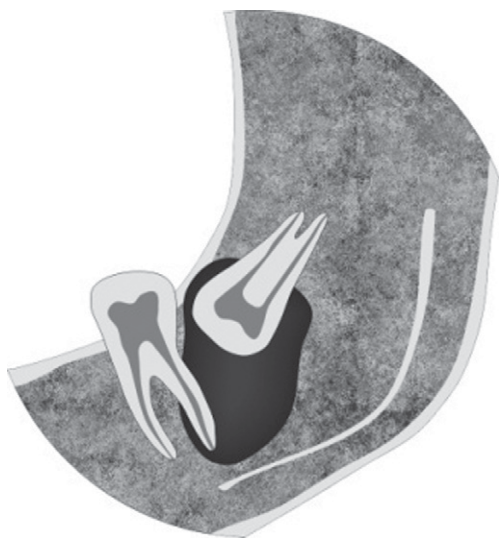
**Figura 12-164** Corte de radiografia panorâmica mostrando imagem radiolúcida circunscrita corticalizada, unilocular com epicentro à coroa do dente 48. A região mais susceptível para expansão da lesão é o ramo mandibular à distal, já que à mesial está o dente 47.



**Figura 12-165** Corte de radiografia panorâmica mostrando imagem radiolúcida circunscrita corticalizada, unilocular com epicentro à coroa do dente 38. A imagem cística tem quase mesmo tamanho da coroa dental. Cisto paradentário.



**Figura 12-167** Radiografia oclusal de um cisto folicular, dentígero mandibular deslocando totalmente o dente.



**Figura 12-166** Radiografia periapical e desenho esquemático do cisto folicular, dentígero.

### **Cistos de Desenvolvimento**

#### **Cisto dentígero (folicular) (Figuras 12-166 a 12-167)**

##### *Aparências radiográficas*

- Apresenta radiolucência tipo circular, de demarcação bem definida, envolvendo a região coronária de dente não irrompido.
- Em torno da cavidade cística apresenta imagem esclerótica marginal inserindo no limite amelocementário.

##### *Diagnóstico diferencial*

- Cisto de erupção
- Ameloblastoma unicístico
- Tumor odontogênico queratocístico

##### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- Há casos em que apresenta a expansão do osso cortical vestibular.
- Os pontos de eleição são os terceiros molares inferiores e os caninos superiores.

#### **Cisto de erupção (Figuras 12-169 a 12-171)**

##### *Aparências radiográficas (Figura 12-168)*

- Apresenta uma radiolucência tipo circular, de demarcação bem definida, incluindo a região coronária do dente não irrompido.

##### *Diagnósticos diferenciais*

- Cisto dentígero
- Aumento do diâmetro do folículo dentário

##### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- O dente causador possui raiz incompleta
- É considerado anormal quando a largura da diastema coronária atinge mais de 2,5mm
- Pode ser chamado também de hematoma eruptivo ou de erupção.

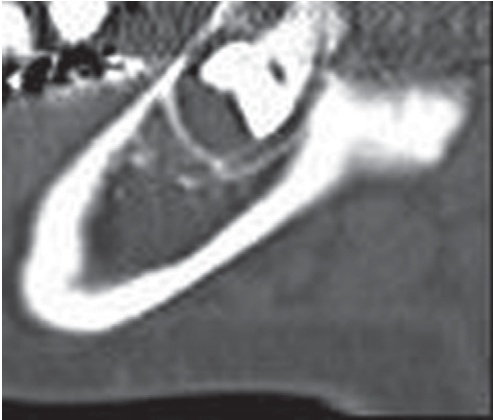
#### **Cisto gengival de recém-nascido**

##### *Aparências radiográficas*

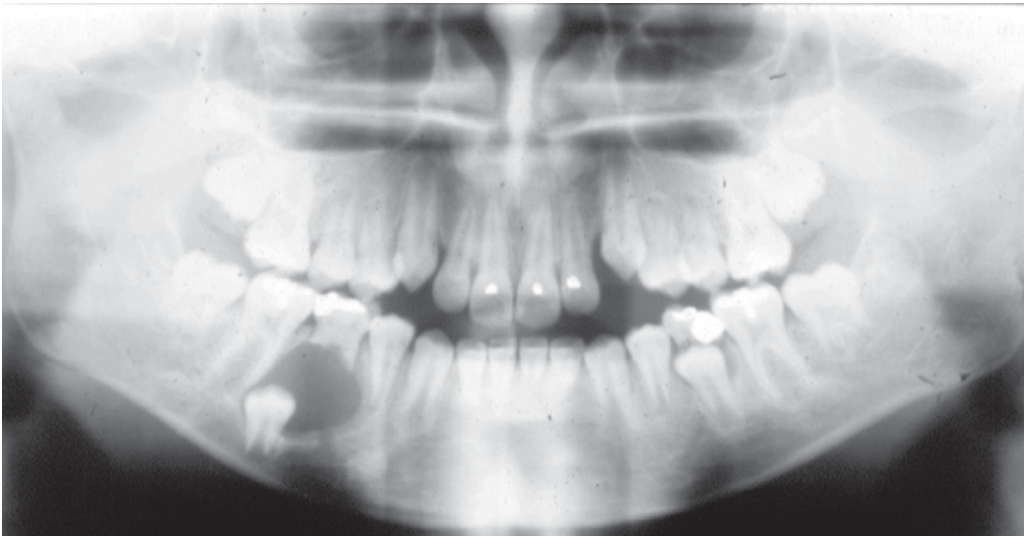
- Pápulas esbranquiçadas de 1 a 3 mm
- Rebordo alveolar de 80% dos recém-nascidos, não é comum radiografar recém-nascidos

##### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- Muito comum
- Remanescente da lâmina dentária; restos de Serres (acúmulo de queratina)



**Figura 12-168** Aspecto tomográfico e radiografia panorâmica do Cisto de erupção. Note que o dente 45 tem somente 1/3 de raiz formado.



**Figura 12-169** Desenho esquemático e corte de radiografia panorâmica mostrando um cisto de erupção no dente 18.



**Figura 12-170** Radiografia periapical mostrando um cisto de erupção no dente 23. Considere também, que em geral o capuz coronário dos dentes caninos são maiores do que dos outros dentes, principalmente devido à sua anatomia, ou seja, à sua cúspide pontiaguda.

- Involução espontânea
- Raramente vista após três anos de idade

### **Cisto gengival do adulto**

#### *Aparências radiográficas*

- Sem alteração radiográfica ou pequena erosão óssea superficial
- Forma extraóssea do cisto periodontal lateral

### **Cisto periodontal lateral**

#### *Aparências radiográficas (Figuras 12-172 e 12.173)*

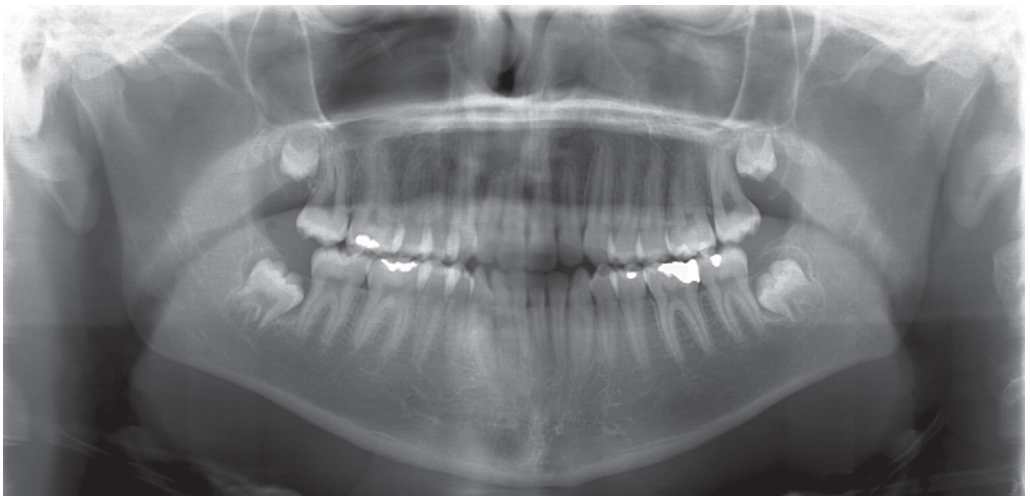
- Imagem radiolúcida de aspecto cístico junto a parede lateral da raiz.
- Tamanho pequeno, menos de 1 cm.
- Dentes adjacentes deslocados.

#### *Diagnóstico diferencial*

- Cisto inflamatório lateral

#### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- Ocorre lateralmente à raiz dentária com vitalidade na região dos caninos e pré-molares inferiores
- Em relação com o ligamento periodontal



**Figura 12-171** Radiografia panorâmica mostrando possíveis quatro cistos de erupção nos dentes 3ºs molares. Muitas vezes a própria erupção dental rompe a cápsula e o cisto perde seu potencial de crescimento, e o dente irrompe normalmente.

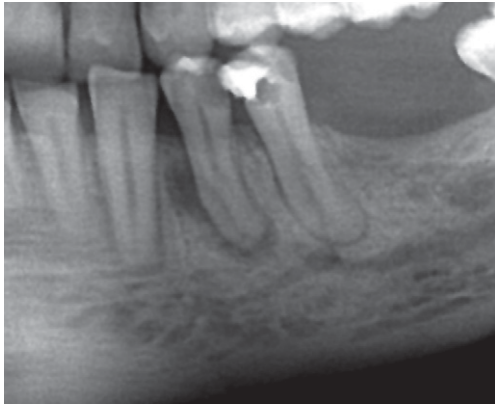
## Cisto botrioide

### Aparências radiográficas

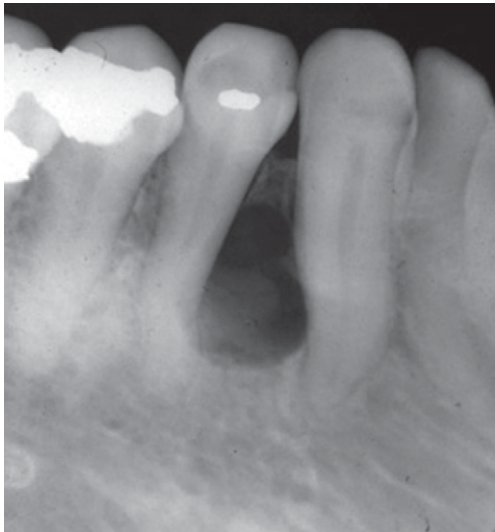
- Padrão multilocular
- Variante policístico do cisto periodontal lateral

### Diagnóstico diferencial

- Cisto periodontal lateral



**Figura 12-172** Corte de radiografia panorâmica mostrando um cisto de periodontal lateral no dente 34 (mesial).



**Figura 12-173** Corte de radiografia panorâmica mostrando um cisto de periodontal lateral entre os dentes 43-44. Note que o espaço do ligamento periodontal do dente 44 está intacto. Assim, o envolvimento da lesão é com o dente 43, mas desloca o dente 44.

### Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos

- Variante policístico do cisto periodontal lateral
- Transformação cística de múltiplas ilhas de restos da lâmina dentária

## Cisto odontogênico glandular

### Aparências radiográficas

- Unicístico ou multicístico

### Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos

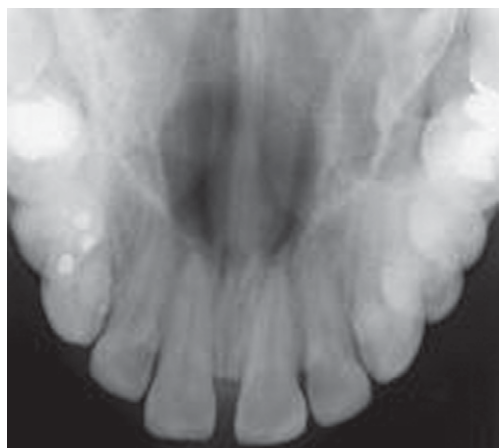
- Região anterior, maior frequência na mandíbula
- Bastante agressivo
- Ultrapassa a linha média

## Cistos não odontogênicos

### Cisto do canal nasopalatino (do canal incisivo)

#### Aparências radiográficas (Figuras 12-174 e 12-175)

- Na região entre o ápice radicular dos incisivos centrais superiores até a face palatal, apresenta uma radiolucência circular ou elíptica, de demarcação bem definida.



**Figura 12-174** Radiografia oclusal mostrando uma imagem radiolúcida circunscrita, unilocular, corticada, centralizada ao palato, compatível com cisto do canal incisivo. Note que a lesão possui um aspecto de gota, com o vértice para a fossa incisiva. Ainda não há deslocamento de dentes.

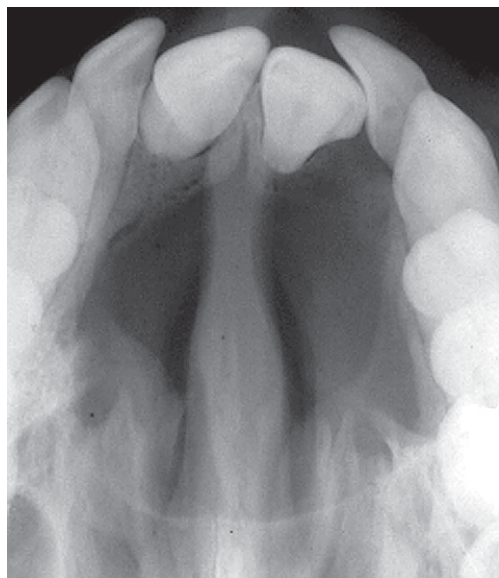
- Pode apresentar formato de coração quando há sobreposição da espinha nasal anterior

#### Diagnóstico diferencial

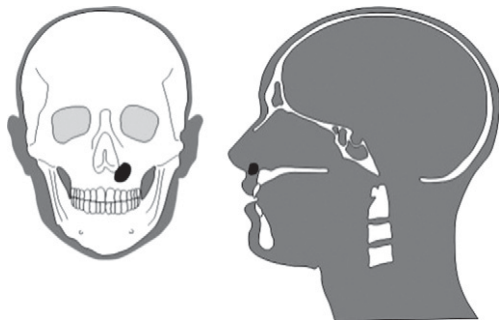
- Cisto radicular

#### Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos

- Em certos casos, quando o cisto cresce, pode afastar as raízes dos dentes proximais.



**Figura 12-175** Radiografia oclusal mostrando uma imagem radiolúcida circunscrita, unilocular, corticada, centralizada ao palato, compatível com cisto do canal incisivo. Já há deslocamento de dentes.



**Figura 12-176** Desenho esquemático do cisto nasolabial na região anterior da maxila, próximo à asa do nariz.

- Quando o cisto é infeccionado, pode apresentar perda do halo radiopaco.

#### Cisto nasolabial (nasoalveolar) (Figuras 12-176 e 12-177)

##### Aparências radiográficas

- Elevação da asa do nariz
- Não apresenta imagem radiográfica, pois não ocorre no tecido ósseo. Pode ser observado em exames de ressonância magnética e tomografia.

##### Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos

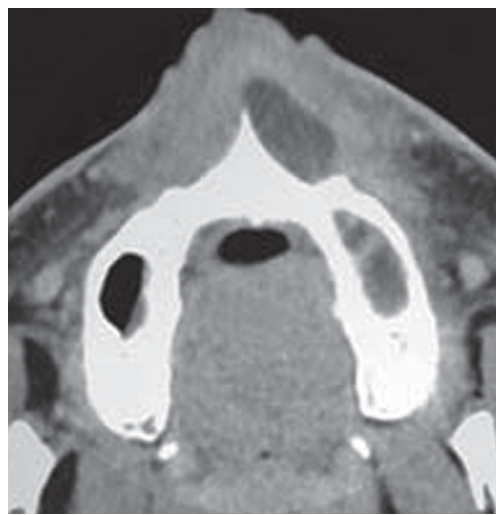
- Cisto de tecido mole na região do sulco nasolabial, sob asa do nariz.
- Comum na 4ª e 5ª décadas de vida

#### Cistos dos maxilares de origem não epitelial

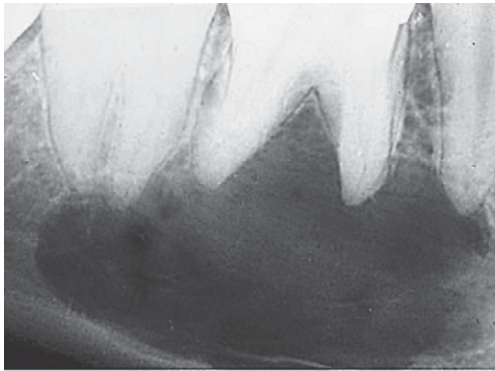
##### Cisto ósseo simples (hemorrágico, lesão traumática da mandíbula)

##### Aparências radiográficas (Figura 12-178)

- Apresenta uma radiolucência, de margem delimitada, de aspecto saca-bocado a qual se insinua entre as raízes dos dentes da região.
- Corticais ósseas preservadas



**Figura 12-177** Imagem tomográfica do cisto nasolabial na região anterior da maxila esquerda. Está localizado em tecido mole, abaixo da asa do nariz.



**Figura 12-178** Radiografia periapical mostrando imagem radiolúcida circunscrita, recortando as raízes dentárias e corticada. É compatível com cisto ósseo simples. Na história clínica deve haver citação de trauma.

### Diagnóstico diferencial

- Cavidade óssea estática
- Cisto residual
- Ameloblastoma

### Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos

- Maior preferência pela mandíbula, e pelo sexo masculino,
- Entre a primeira e segunda décadas de vida
- Em muitos casos, possui o histórico de trauma externo

### Cisto ósseo aneurismático

#### Aparências radiográficas

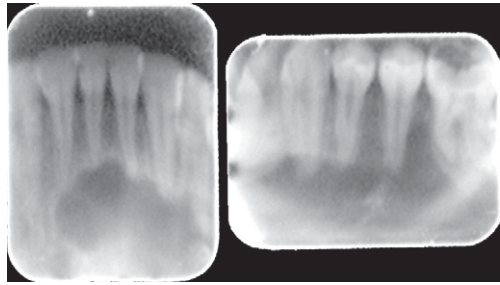
- Apresenta uma radiolucência multilocular, de demarcação bem definida.
- Quando o cisto torna-se maior, o osso se expande e passa a apresentar uma aparência de balão.

#### Diagnósticos diferenciais

- Ameloblastoma
- Hemangioma
- Mixoma odontogênico
- Granuloma de célula gigante

### Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos

- A área de eleição na mandíbula, região posterior, em geral unilateral
- Má oclusão, mobilidade e migração dentária.



**Figura 12-179** Radiografias periapicais mostrando imagem radiolúcida circunscrita, recortando as raízes dentárias, multilocular e bem delimitada, envolvendo a região anterior até primeiro molar inferior. É compatível com cisto ósseo simples.

### Defeito ósseo de desenvolvimento da mandíbula (Figura 12-180)

#### Aparências radiográficas (Figura 12-181)

- Apresenta uma radiolucência elíptica, ou esférica de demarcação bem definida, de aspecto cístico, próximo ao ângulo da mandíbula e baixo do canal da mandíbula na região da fóvea submandibular.

#### Diagnóstico diferencial

- Cisto residual
- Tumor odontogênico queratocístico

### Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos

- Clinicamente é assintomática, sendo descoberta casualmente num exame radiográfico.
- É uma depressão óssea da região do lado lingual da mandíbula e, em muitos casos, as glândulas salivares aparecem invaginado nessa depressão.

## Tumores que se Desenvolvem na Região Maxilomandibular

Classificação de Tumores da Organização Mundial da Saúde – de 1992 e a atual de 2005 (Tabelas 12.1 e 12.2).

### Tumores odontogênicos benignos

**Constituição: epitélio odontogênico com estroma fibroso e maduro sem ectomesênquima odontogênico**

## Tabela 12-1 Classificação da Organização Mundial de Saúde para os tumores odontogênicos (1992)

### Benigno

- Epitélio odontogênico sem ectomesenquima odontogênico
  - Ameloblastoma, tumor odontogênico escamoso, tumor odontogênico epitelial calcificante (Pindborg tumor), tumor odontogênico de células claras
- Epitélio odontogênico sem ectomesenquima odontogênico, com ou sem formação de tecido duro dental
  - Fibroma ameloblástico, fibrodentinoma ameloblástico (dentinoma) e fibro-odontoma ameloblástico, odontoameloblastoma, tumor odontogênico adenomatoide, cisto odontogênico calcificante odontogênico, odontoma complexo, odontoma composto
- Ectomesenquima odontogênico com ou sem epitélio odontogênico incluso
  - Fibroma odontogênico, mixoma (mixoma odontogênica, mixofibroma), cementoblastoma benigno (cementoblastoma, Cementoma verdadeiro)

### Neoplasmas e outras lesões ósseas

- Neoplasmas osteogênicos
  - Cimento-ossificante fibroma (fibroma cementificante, fibroma ossificante)
- Lesões ósseas não neoplásicas
  - Displasia fibrosa, maxila e mandíbula
  - Displasia cimento-óssea
  - Displasia periapical cementificante (displasia fibrosa periapical), displasia cimento-óssea (cementoma gigantiforme, cementomas familiares múltiplos), outras displasia cimento-ósseas
  - Querubismo (doença cística familiar multilocular dos maxilares e mandíbula)
  - Granuloma central de células gigantes
  - Cisto ósseo aneurismático
  - Cisto ósseo solitário (traumático, simples, hemorrágico)
- Outros tumores
  - Tumor melanótico neuroectodérmico da infância

### Maligno

- Carcinoma odontogênico
  - Ameloblastoma maligno, carcinoma primário intraósseo, variantes malignas de outros tumores epiteliais odontogênicos, mudanças malignas nos cistos odontogênicos
- Sarcomas odontogênico
  - Fibrosarcoma ameloblástico (sarcoma ameloblástico), fibrodentinossarcoma ameloblástico e fibro-odontossarcoma ameloblástico
- Carcinosarcoma odontogênico

## Tabela 12-2 Classificação histológica da Organização Mundial de Saúde (WHO) de tumores odontogênicos (2005) – neoplasias relacionadas com os órgãos odontogênicos e demais tumores

### Tumores benignos – tumores que são constituídos de epitélios odontogênicos, acompanhados de estroma fibroso maduro e sem ectomesênquima odontogênico

- Ameloblastoma, tipo sólido/tipo policístico
- Ameloblastoma, tipo extraóssea/tipo periférico
- Ameloblastoma, tipo desmoide
- Ameloblastoma, tipo unicístico
- Tumor odontogênico de célula escamosa (Tumor odontogênico escamoso)
- Tumor odontogênico epitelial calcificante
- Tumor odontogênico adenomatoide
- Tumor odontogênico queratocístico

## Tabela 12-2 Classificação histológica da Organização Mundial de Saúde (WHO) de tumores odontogênicos (2005) – neoplasias relacionadas com os órgãos odontogênicos e demais tumores (cont.)

### Tumor constituído de epitélio odontogênico com ectomesênquima odontogênico e acompanhado ou não de formação de tecido duro

- Fibroma ameloblástico
- Fibrodentinoma ameloblástico, fibro-odontoma ameloblástico
- Odontoameloblastoma
- Odontoma (tipo complexo, tipo composto)
- Tumor odontogênico cístico calcificante
- Tumor dentinogênico de células fantasmas

### Tumor constituído de mesênquima ou ectomesênquima odontogênico, acompanhado ou não de epitélio odontogênico

- Fibroma odontogênico
- Mixoma odontogênico/mixofibroma odontogênico
- Cementoblastoma

### Patologias relacionadas aos ossos

- Fibroma osteoblástico
- Displasia fibrosa
- Displasia óssea
- Lesão central de células gigantes
- Querubismo
- Cisto ósseo aneurismático
- Cisto ósseo simples
- Doença de Paget

### Tumores malignos

#### Carcinomas odontogênico

- Ameloblastoma metastático (maligno)
- Carcinoma ameloblástico – tipo primário
- Carcinoma ameloblástico – tipo secundário (indiferenciado), periférico
- Carcinoma de célula escamosa intraóssea – tipo sólido
- Carcinoma de célula escamosa intraósseo primário que se origina do tumor odontogênico queratocístico
- Carcinoma de célula escamosa intraósseo primário que se origina do cisto odontogênico
- Carcinoma odontogênico de célula clara
- Carcinoma odontogênico de célula fantasma

#### Sarcomas odontogênico

- Fibrossarcoma ameloblástico
- Fibrodentinossarcoma ameloblástico
- Fibrodontossarcoma ameloblástico

### Outros tumores

#### Tumor melanótico neuroectodérmico da infância



**Figura 12-180** Desenho esquemático do defeito ósseo de desenvolvimento, localizado abaixo do canal da mandíbula.



**Figura 12-181** Corte de radiografia panorâmica mostra imagem radiolúcida circunscrita, e corticalizada, então aspecto cístico. Em geral está localizada abaixo do canal da mandíbula. É compatível com cisto ósseo de desenvolvimento da mandíbula.

### Ameloblastoma (Figura 12.182)

*Aparências radiográficas (Figura 12.183 e 12.184)*

- Apresenta a radiolucência multilocular ou unilocular de demarcação bem definida.
- A margem da área apresenta aspecto saca-bocado e possui na parte interna septos em forma de arco. É comum reabsorção radicular. 80% ocorre na mandíbula, maioria na região posterior

#### *Diagnóstico diferencial*

- Tumor odontogênico queratocístico – mi-xoma odontogênico
- Cisto dentígero (quando unilocular)



**Figura 12-182** Desenho esquemático do ameloblastoma e sua localização.



**Figura 12-183** Corte de radiografia panorâmica mostrando imagem radiolúcida circunscrita que envolve dois dentes (47 e 48 em formação), deslocando-os. Isso mostra expansão da lesão. Neste caso a imagem mostra uma área mais radiolúcida, no centro da lesão, mostrando seu aspecto multilocular. É compatível com ameloblastoma.

#### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- Quando a lesão possui uma imagem multilocular, pode apresentar a aparência de bolhas de sabão ou aspecto de favos de mel.



**Figura 12-184** Desenho esquemático do ameloblastoma com aparência de "bolhas de sabão" e imagem tomográfica.

- Em muitos casos vem acompanhado da expansão do osso cortical

### Ameloblastoma Folicular

*Caso clínico (Cortesia CEMA) (Figura 12.185 a 12.187)*

Paciente do sexo feminino, 45 anos de idade, leucodérmica, relatou já ter realizado duas intervenções cirúrgicas de ameloblastoma intraósseo na mandíbula do lado esquerdo. O exame clínico revelou aumento volumétrico assintomático, bem definido, de consistência fibrosa, na região submandibular, supra e infra-hióidea e no assoalho da cavidade bucal do lado esquerdo. No exame radiográfico panorâmico não havia imagem radiográfica digna de nota, exceto um degrau em ângulo/base da mandíbula do lado esquerdo.

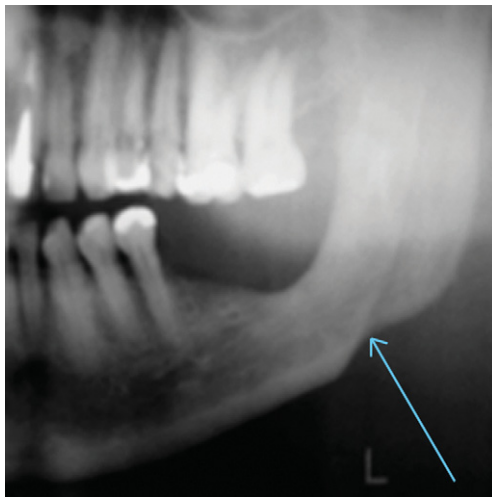
### Tumor epitelial odontogênico calcificante

#### *Aparências radiográficas*

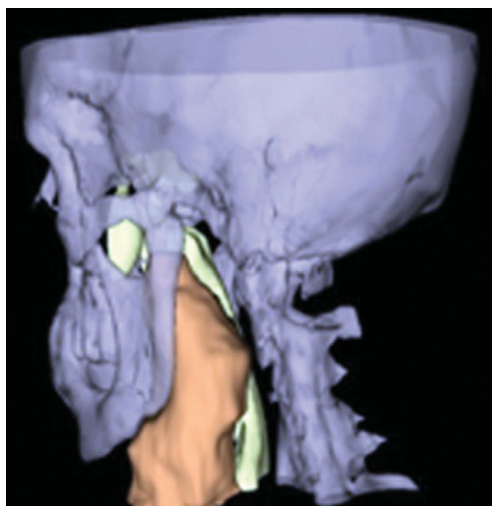
- Localmente invasivo. Pode-se apresentar uni ou multilocular, com áreas radiopacas e radiolúcidas.
- Em muitos casos, vem acompanhado de dente não irrompido

#### *Diagnóstico diferencial*

- Ameloblastoma
- carcinoma intraósseo
- Tumor odontogênico adenomatoide



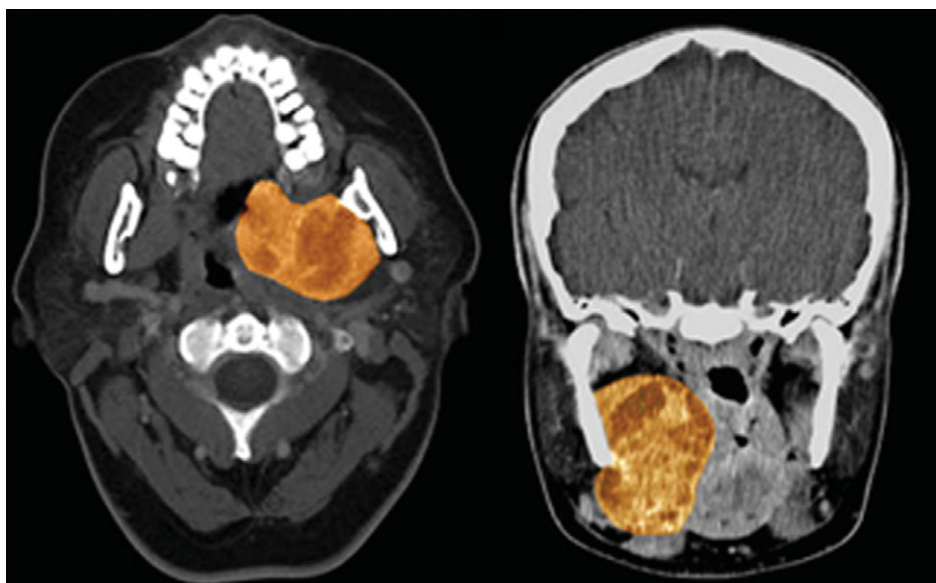
**Figura 12-185** Corte de radiografia panorâmica mostrando imagem da região posterior mandibular, desdentada.



**Figura 12-186** O exame tomográfico revelou presença de imagem hiperatenuada, bem definida, medindo 5,5 x 5,6 x 6,8 cm, com densidades compatíveis com tecido fibroso e apresentando, no seu interior, imagens hipotenuadas de tamanhos e formas variadas, de densidades sugestivas de cavidades císticas (cortesia Dr. Celso Martinelli).

#### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- A imagem calcificada não aparece enquanto a calcificação no interior da lesão não for acentuada.



**Figura 12-187** Os cortes paraxiais revelaram ausência da lesão intraóssea, confirmando os achados da radiografia panorâmica. No exame histopatológico mostrou formações nodulares que se apresentavam envolvidas por um estroma de tecido conjuntivo fibroso. O Ameloblastoma periférico (extra-ósseo) é um dos três tipos de ameloblastoma e ocorre em cerca de 1% dos casos. O exame histopatológico concluiu o exame como: Ameloblastoma Folicular (cortesia Dr. Celso Martinelli).

- Região de eleição está na região dos caninos superiores e região dos pré-molares/molares inferiores

### **Tumor odontogênico adenomatoide (Figura 12.189)**

#### *Aparências radiográficas (Figura 12.188)*

- Em muitos casos, dentro da radiolucência multilocular, apresenta uma imagem radiopaca.
- Pode também apresentar uma radiolucência unilocular.
- Em muitos casos, pode estar associado com dente não irrompido (tipo folicular)

#### *Diagnóstico diferencial*

- Ameloblastoma
- Cisto dentígero
- Tumor epitelial odontogênico calcificante

#### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- Radiolucência unilocular em torno da coroa ou junto a raiz de dente não irrompido.
- Pode causar deslocamento dos dentes.

- Pode apresentar focos de calcificação dentro da área radiolúcida.

### **Tumor odontogênico queratocístico**

#### *Aparências radiográficas (Figura 12.190)*

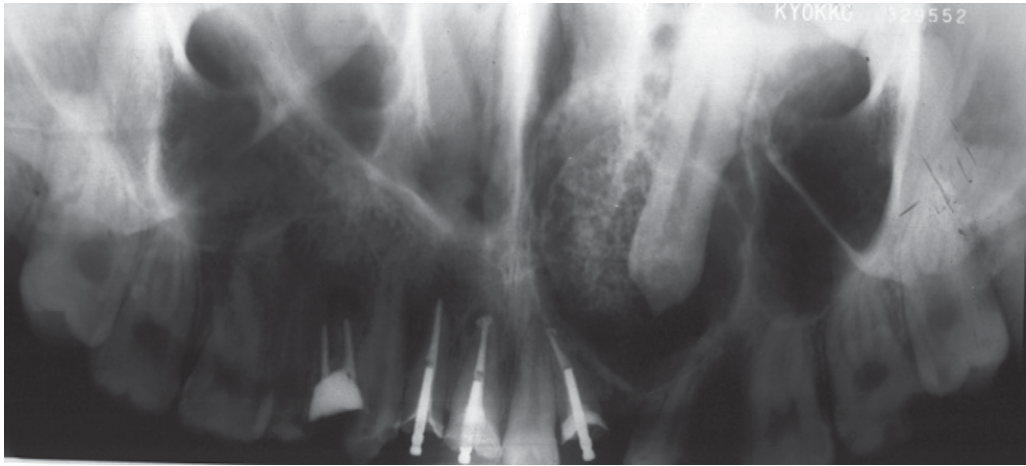
Apresenta revestimento de epitélio pavimentoso paraqueratinizado.

- Agressivo por ser infiltrativo.
- Segunda e terceira décadas de vida.
- Maior incidência na mandíbula e predileção na região do ângulo.
- Tende a se estender anterior e posteriormente na mandíbula.

#### *Diagnóstico diferencial*

- Diagnóstico histopatológico
- Ameloblastoma
- Cisto dentígero
- Cisto radicular
- Cisto periodontal lateral

Múltiplos queratocistos estão presentes na síndrome do carcinoma nevoide de células basais (Cisto de Gorlin)



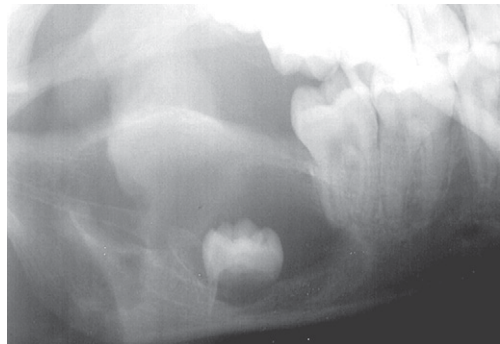
**Figura 12-188** Corte de radiografia panorâmica especial mostrando uma lesão radiolúcida com focos calcificados, ou seja uma lesão mista, envolvendo o dente 23 incluído.



**Figura 12-189** Desenho esquemático do tumor odontogênico adenomatoide.

**Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos (Figura 12.191 a 12.195)**

- Pode apresentar área radiolúcida ovoidal ou circular unilocular. Por vezes pode apresentar multilocular.
- Deslocam os dentes mas raramente reabsorvem as raízes.
- Causa perfuração da cortical.
- A margem do cisto caracteriza-se por apresentar aspecto saca-bocado.



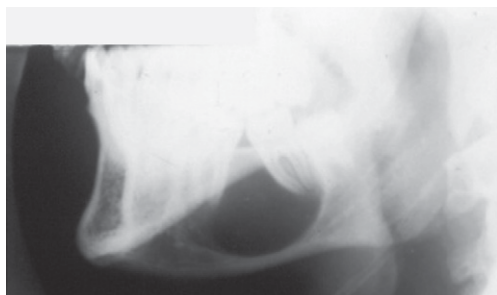
**Figura 12-190** Corte de radiografia panorâmica mostrando lesão radiolúcida circunscrita multilocular, no ramo mandibular, envolvendo o dente 48 em formação.

- A expansão óssea no sentido lingual-vestibular não ocorre na maioria dos casos.

**Tumor odontogênico escamoso**

**Aparências radiográficas**

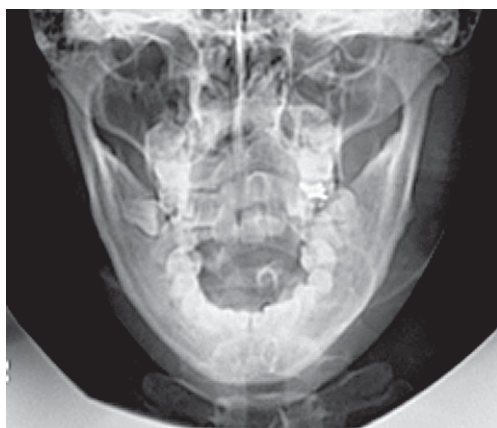
- Transformação neoplásica de restos da lâmina dentária ou restos epiteliais de Malassez.
- Ligamento periodontal de um dente irrompido.
- Incisivos e caninos superiores
- Molares inferiores
- Característica hamartomatoso.



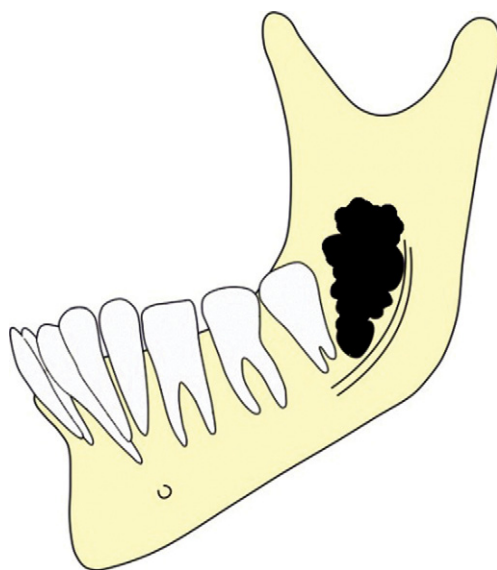
**Figura 12-191** Radiografia lateral de mandíbula mostrando lesão radiolúcida circunscrita unilocular, no corpo da mandíbula. Já causa afinamento da cortical inferior da mandíbula, e apresenta aspecto de saca-bocado. Tumor odontogênico queratocístico.



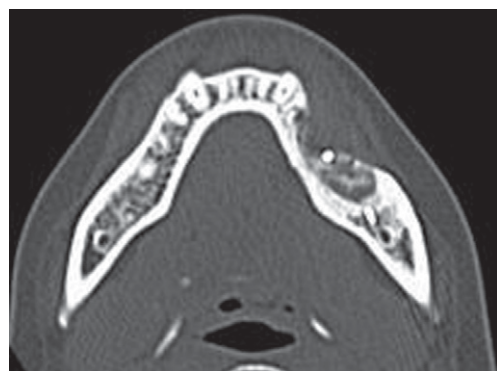
**Figura 12-192** Imagem radiográfica do tumor odontogênico queratocístico, vista panorâmica parcial.



**Figura 12-193** Imagem radiográfica do tumor odontogênico queratocístico, vista PA.



**Figura 12-194** Desenho esquemático do tumor odontogênico queratocístico mostrando lesão radiolúcida unilocular, no corpo mandibular esquerdo.



**Figura 12-195** Imagem tomográfica do tumor odontogênico queratocístico, localizado no corpo mandibular esquerdo. Note a destruição da cortical vestibular.

- Crescimento gengival indolor ou pouca dor
- Mobilidade dos dentes

#### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- Radiolucência triangular entre dentes contíguos
- Não mais que 1,5 cm de tamanho

### Tumor odontogênico de células claras

#### Aparências radiográficas

- Neoplasia maligna
- Raro e incidência acima de 50 anos de idade
- Invasivo e agressivo

#### Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos

- Aspecto radiográfico cístico uni e multilocular.
- Margens mal definidas.

**Constituição: epitélio odontogênico com ectomesênquima odontogênico com ou sem formação de tecido duro**

### Fibroma ameloblástico

#### Aparências radiográficas (Figura 12-196)

- Área radiolúcida uni ou multilocular de margens bem definidas.
- Comumente associado a dentes não irrompidos
- Pode causar afastamento das raízes e expansão da cortical
- Maior incidência na região posterior da mandíbula

#### Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos

- Considerado tumor misto verdadeiro.
- Nas primeiras décadas da vida

### Fibro-odontoma ameloblástico

#### Aparências radiográficas (Figura 12-197)

- Radiolucência uni- ou multilocular associada ao dente não irrompido com focos de calcificação de graus variados

#### Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos

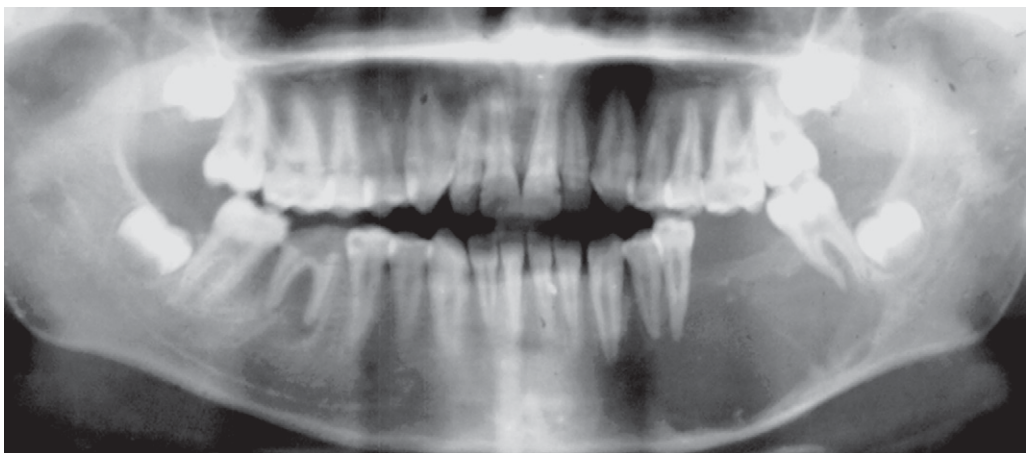
- Frequente em jovens – entre 8 e 12 anos,
- Assintomático
- São detectados devido a não irrupção dentária
- Maior incidência na mandíbula

#### Diagnóstico diferencial

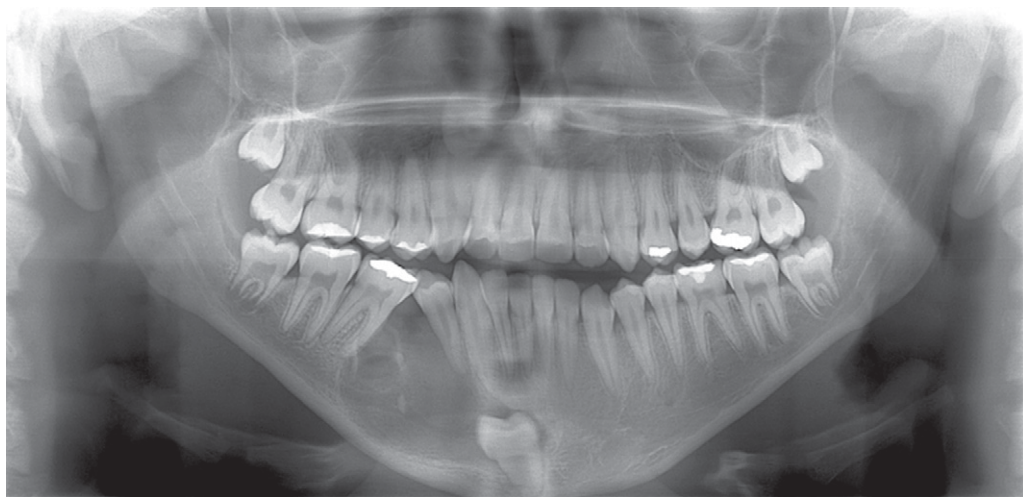
- Odontoma complexo
- Odontoameloblastoma
- Tumor odontogênico adenomatoide
- Tumor odontogênico epitelial calcificante
- Cisto odontogênico calcificante

### Odontoma

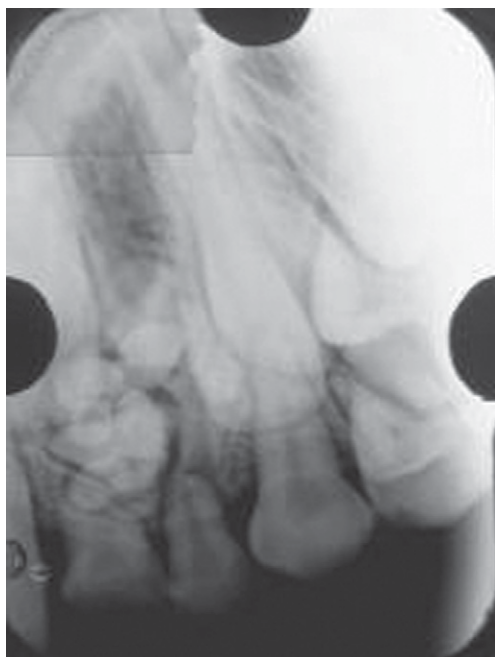
- Tipo composto (Figuras 12-198 a 12.200)



**Figura 12-196** Radiografia panorâmica mostrando um fibroma ameloblástico. Lesão radiolúcida unilocular, no corpo mandibular esquerdo. Note que já ocorre pequeno deslocamento dos dentes pré-molares.



**Figura 12-197** Radiografia panorâmica mostrando uma lesão radiolúcida unilocular associada ao dente 45 não irrompido. Note que existem focos radiopacos na lesão compatível com fibro-odontoma ameloblástico.



**Figura 12-198** Radiografia periapical mostrando uma lesão radiopaca, multilocular entre os dentes permanentes em erupção. Nota-se que essa massa radiopaca apresenta pequenos dentículos envolvidos por um halo radiolúcido. Note que a radiodensidade da lesão é a mesma dos dentes ao redor. Odontoma: tipo composto.

#### *Aparências radiográficas*

- Presença de dentículos formando massa radiopaca envolvida por um halo radiolúcido.
- Junto à coroa de dente não irrompido, impedindo a sua irrupção.

#### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- Natureza hamartomatosa
- Frequente em jovens
- Maior frequência na maxila na região anterior
- Presença de germes dentários (dentículos)

#### *Diagnóstico diferencial*

- Odontoma ameloblástico
- Odontoma complexo
- Fibro-odontoma ameloblástico
- Tipo composto

#### *Aparências radiográficas*

- Massa radiopaca de contornos irregulares, sem presença de germes dentários, envolvido por halo radiolúcido, junto à coroa de dente não irrompido.



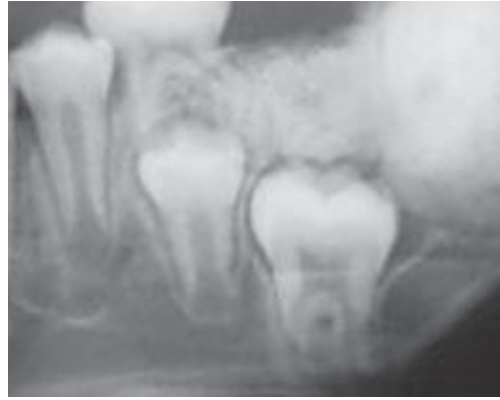
**Figura 12-199** Radiografia periapical mostrando uma lesão radiopaca, de densidade mista, sobreposta à raiz do dente 73, envolvida por halo radiolúcido. Odontoma: tipo composto.



**Figura 12-200** Imagem tomográfica mostrando corte com a presença de uma lesão radiopaca circunscrita (Figura 12.201), de densidade mista, sobreposta à raiz do dente 73, envolvida por halo radiolúcido. Note que parte da raiz do dente 33 é vista próxima à lesão. Odontoma: tipo composto.

**Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos**

- Maior frequência na mandíbula, região posterior.



**Figura 12-201** Corte de radiografia panorâmica mostrando uma lesão radiopaca, multilocular sobreposta ao dente 36, impedindo sua erupção, envolvida por halo radiolúcido. Odontoma: tipo complexo.

**Odontoma tipo complexo**

**Aparências radiográficas**

- Massa radiopaca de contornos irregulares, sem presença de germes dentários, envolvido por halo radiolúcido, junto à coroa de dente não irrompido.

**Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos**

- Maior frequência na mandíbula, região posterior.

**Odontoameloblastoma**

**Aparências radiográficas**

- Lesão uni- ou multilocular com quantidade variável de material radiopaco
- A maioria associado ao dente deslocado não irrompido

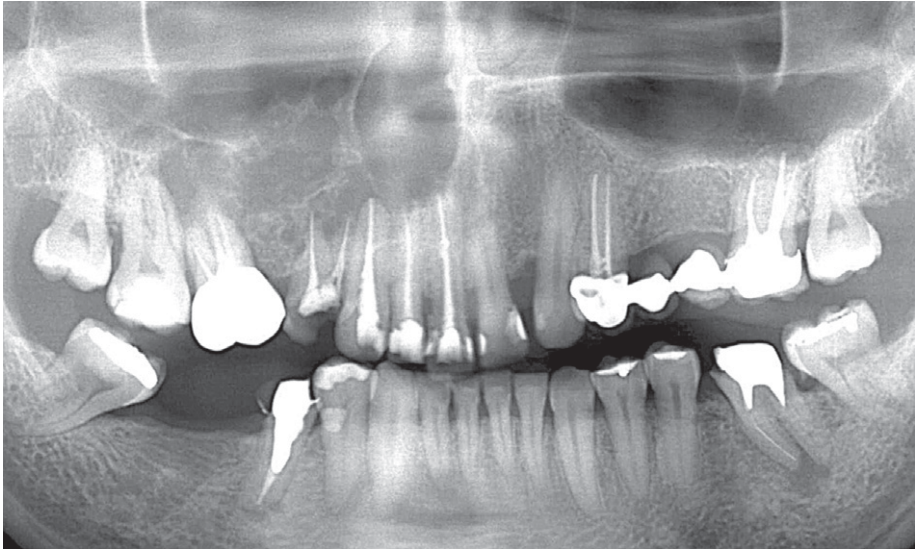
**Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos**

- 3 primeiras décadas de vida
- Mandíbula=Maxila /região posterior
- Expansão óssea, reabsorção radicular, deslocamento dentário e ocasionalmente dor

**Tumor odontogênico cístico calcificante**

**Aparências radiográficas (Figura 12.202)**

- Áreas radiolúcidas, uniloculares e circunscritas. Pode apresentar massas radiopacas internamente
- 50% apresentam material radiopaco.



**Figura 12-202** Cortes de radiografia panorâmica mostrando uma lesão radiolúcida, multilobular sobreposta às raízes dos dentes 13-16, envolvida por halo radiolúcido. O tumor odontogênico cístico calcificante é uma lesão rara e pode estar associado a outros tumores odontogênicos como o ameloblastoma (imagem na região de pré-molares e molares).

- Reabsorção e deslocamento radicular
- 1/3 dos casos estão associados a dentes não irrompidos

#### *Diagnóstico diferencial*

- Cisto dentígero
- Odontoma composto e complexo
- Ameloblastoma

#### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- Presença de células fantasmas que podem calcificar
- Maior frequência na região anterior

#### **Tumor dentinogênico de células fantasmas**

##### *Aparências radiográficas*

- Imagem variando de radiolúcida a mista
- Bem delimitada
- Maioria unilocular
- Reabsorção radicular
- Podem estar associados a dentes não irrompidos

#### *Diagnóstico diferencial*

- Ameloblastoma
- Tumor odontogênico cístico calcificante

#### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- Localmente invasivo
- Não há predileção de local e gênero

#### **Constituição: mesênquima e/ou ectomesênquima odontogênico com ou sem epitélio odontogênico**

#### **Fibroma odontogênico**

##### *Aparências radiográficas*

- Origina-se dos fibroblastos do tecido odontogênico do germe dentário em desenvolvimento que produzem excesso de fibras colágenas
- Idade média: 40 anos, predominância feminina.
- Maior incidência na mandíbula.
- Com o crescimento da lesão, pode causar expansão do osso cortical.

#### *Diagnóstico diferencial*

- Ameloblastoma
- Mixoma odontogênico

**Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos**

- Os pontos de eleição se encontram, da mesma forma que nos casos de ameloblastoma e mixoma odontogênico, desde a região do corpo mandibular até a do ângulo mandibular.
- Pode causar deslocamento radicular.
- Pode estar associada a coroa de um dente não irrompido. Apresenta uma radiolucência multilocular, de demarcação bem definida.

**Mixoma odontogênico (Figura 12-205)**

**Aparências radiográficas (Figuras 12-203 e 12.204)**

- Sua característica é multilocular com septos em forma de linha reta, cada lóculo apresenta uma forma angular com demarcação bem definida. Aspecto de raquete de tênis.
- Margens irregulares – característica destrutiva e expansiva com rompimento da cortical
- Deslocamento e reabsorção radicular

**Diagnóstico diferencial**

- Ameloblastoma

- Fibroma
- Odontogênico

**Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos**

- Adultos jovens sem predileção por sexo



**Figura 12-204** Cortes de radiografia panorâmica mostrando uma lesão radiopaca, multilocular.



**Figura 12-203** Cortes de radiografia panorâmica mostrando uma lesão radiopaca, multilocular.



**Figura 12-205** Desenho esquemático do mixoma odontogênico. Note a imagem com aspecto de raquete de tênis.

- Maior frequência na mandíbula - região posterior
- Expansão com dor variável
- Pode ter crescimento rápido
- As idades com maiores incidências estão entre 20 e 30 anos.

### **Cementoblastoma benigno**

#### *Aparências radiográficas*

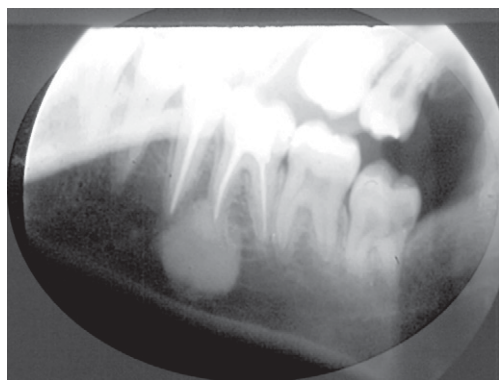
- Apresenta uma massa radiopaca circular, de demarcação bem definida, envolvida por um halo radiolúcido na região do ápice radicular.
- Com o crescimento pode causar expansão do osso cortical.
- Pode ocorrer a reabsorção radicular.

#### *Diagnóstico diferencial*

- Fibroma ossificante
- Fibroma cementificante
- Osteíte esclerosante
- Displasia fibrosa do osso
- Osteossarcoma (tipo osteoblástico)

#### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- Formação de um tecido semelhante a cimento
- Formação de uma massa nodular aderida a raiz do dente e perda do espaço periodontal
- Maior frequência na mandíbula, região posterior



**Figura 12-206** Imagem radiográfica de panorâmica parcial mostrando uma lesão de cementoblastoma benigno.

## **Tumores Benignos Não Odontogênicos**

### *Osteomas*

#### **Periféricos – Periosteal**

- Toro palatino

#### *Aparências radiográficas (Figura 12-207)*

- Apresenta uma imagem radiopaca protuberante localizada na região do palato mediano.
- Massa radiopaca de limite bem definido.
- Técnica radiográfica indicada é a oclusal.

#### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- Há casos em que o toro ósseo é formado somente de osso cortical e há outros casos em que ele é formado de osso esponjoso e osso cortical.
- Aparece eletivamente em mulheres
- Toro mandibular

#### *Aparências radiográficas (Figura 12-208)*

- Apresenta, na região dos pré-molares inferiores do lado lingual, uma imagem radiopaca protuberante, unilateral ou bilateral.
- Pode ser formada uma imagem bem definida por meio de radiografia oclusal da mandíbula.

#### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

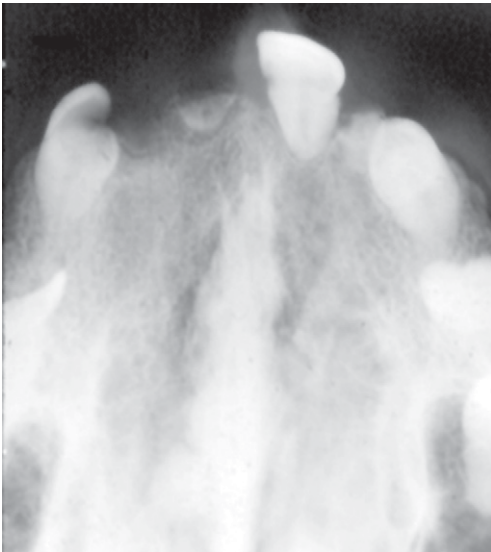
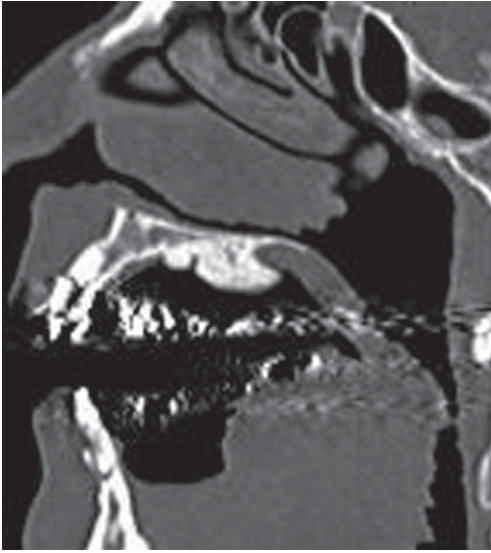
- Quando o toro é formado somente de osso cortical, apresenta uma imagem radiopaca homogênea e quando há presença de osso esponjoso, é observado uma imagem mista.

## **Tumores Malignos**

### *Carcinoma*

#### *Aparências radiográficas (Figuras 12-209 e 12.210)*

- Existem vários tipos de imagens radiográficas do carcinoma gengival, porém, por princípio, apresenta uma imagem de lise óssea com margem indefinida, infiltrativa e irregular.

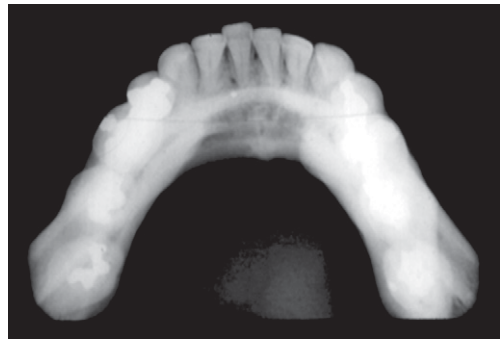


**Figura 12-207** Imagem tomográfica acima mostrando uma imagem hiperatenuada (radiopaca) do crescimento ósseo no palato. Abaixo vemos uma radiografia oclusal com uma radiopacidade junto à fissura palatina mediana, do toro palatino.

- Há casos em que se observam sequestros ósseos na radiolucência. A aparência osteoclástica é chamada, às vezes, de “forma de roído por traças”.

#### Diagnósticos diferenciais

- Periodontite



**Figura 12-208** Fotografia de um caso de toro mandibular bilateral, como é rotineiramente encontrado. Em geral esse tipo de lesão é bem menor e quase que imperceptível para o paciente e mesmo ao exame radiográfico. À seguir vemos uma radiografia oclusal do caso mostrando intensa radiopacidade na região lingual do corpo da mandíbula.

#### Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos

- Em caso de carcinoma gengival em maxila/mandíbula dentada, a característica é a apresentação da condição de “dentes flutuantes”.
- Em torno da imagem osteoclástica não aparece a imagem osteosclerótica.

#### Sarcoma

##### Aparências radiográficas (Figura 12-213)

- Dependendo do osteossarcoma ser osteoblástico ou osteoclástico, a aparência radiográfica se modifica. Contudo, na prática, muitos casos apresentam presenças simultâneas, tanto da radiolucência devido lise óssea, como da imagem radiopaca devido à neoplasia óssea.



**Figura 12-209** Radiografia periapical de um caso de carcinoma. Veja a imagem radiolúcida difusa em algumas regiões. Não há lâmina dura nos dentes envolvidos.

#### *Diagnóstico diferencial*

- Osteomielite
- Condrossarcoma
- Sarcoma de Ewing

#### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- A imagem de neoplasia óssea, em termos radiológicos, aparece como reação periosteal.
- Na maxila/mandíbula, em muitos casos pode ser observada uma reação periosteal tipo espícula ou tipo irradiante (Figuras 12-211 e 12.212).

#### *Linfoma maligno (leucemia) ou linfoma de Hodgkin*

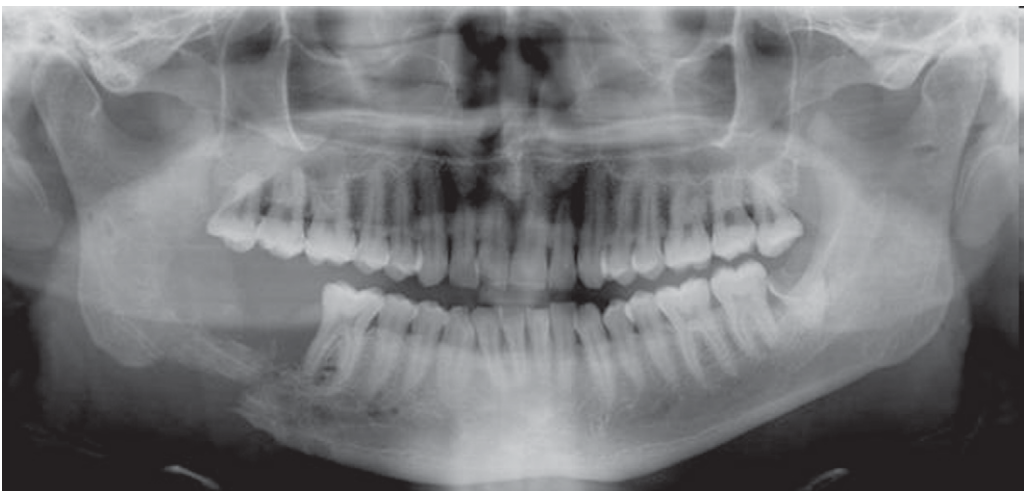
Altamente agressivo. É uma forma de câncer que se origina nos linfonodos (gânglios) do sistema linfático, um conjunto composto por órgãos, tecidos que produzem células responsáveis pela imunidade e vasos que conduzem estas células através do corpo.

#### *Aparências radiográficas*

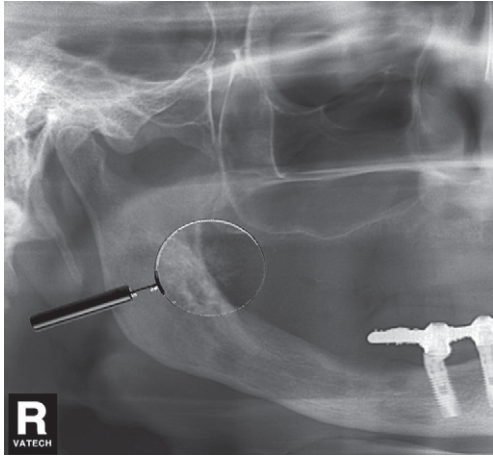
- Apresenta uma aparência osteoclástica difusa, com margem irregular, como é a aparência radiográfica comum em tumores malignos.
- Caracteriza-se por apresentar uma aparência de múltiplas reabsorções, e infiltrativa.

#### *Diagnóstico diferencial*

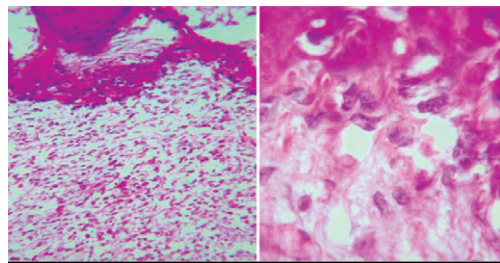
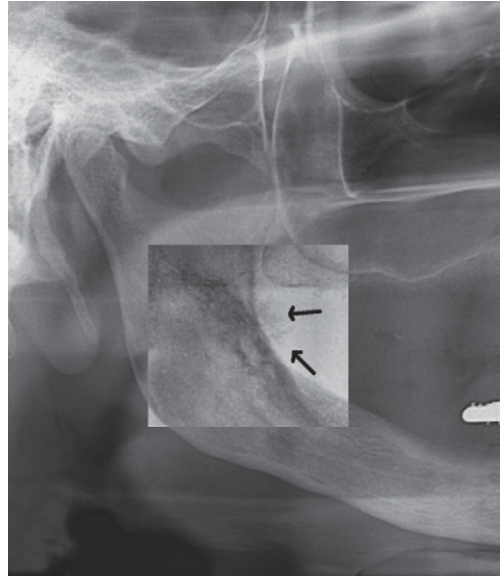
- Osteomielite
- Tumor metastático
- Osteossarcoma



**Figura 12-210** Radiografia panorâmica mostrando uma fratura patológica devido a uma lesão maligna, carcinoma. Note a irregularidade das bordas que envolviam a lesão.



**Figura 12-211** Corte de radiografia panorâmica evidenciando as espículas ósseas que “brotam” do tecido ósseo da região do trígono retromolar da mandíbula, típico do osteossarcoma. Note também que essa região contém uma radiopacidade difusa envolvendo partes do ramo e corpo mandibular. Note em detalhe, na imagem ao lado, aonde foi aplicado um filtro (221,1).



**Histopatologia - Osteossarcoma indiferenciado**

**Figura 12-212** Este é o diferencial histopatológico do caso da Fig. 121, concluindo ser um osteossarcoma indiferenciado. O tratamento foi a hemimandibulectomia. (Cortesia de RADIX/CEMA)

### Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos

- O tubérculo ósseo desaparece e, na mandíbula, o desenho anatômico do canal mandibular também desaparece.
- Em alguns casos, pode ser observada uma imagem osteosclerótica difusa em torno da imagem osteoclástica.

### Melanoma maligno

#### Aparências radiográficas

- Por ser um tumor no tecido mole, por princípio não apresenta imagem radiográfica, porém, quando a lesão avança até o interior da maxila/mandíbula, apresenta a aparência de reabsorção óssea.

### Ameloblastoma maligno

#### Aparências radiográficas

- Apresenta uma radiolucência unilocular ou multilocular, de demarcação difusa.

#### Diagnóstico diferencial

- Fibrossarcoma ameloblástico

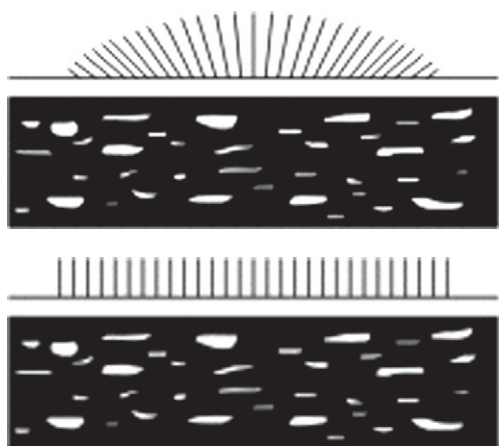
### Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos

- É o chamado tipo maligno do fibrossarcoma ameloblástico, sendo um tumor odontogênico raro.
- Área de maior incidência na região dos molares inferiores.

### Carcinoma central

#### Aparências radiográficas (Figura 12-217)

- Apresenta uma radiolucência localizada, com margem irregular.
- Pode também apresentar uma radiolucência de aspecto cístico



**Figura 12-213** Desenho esquemático dos aspectos ósseos dos sarcomas. Note a reação cortical com formação de espículas ósseas para fora do osso. Esse é um aspecto definido como “raios de sol”.

#### Diagnósticos diferenciais

- Osteomielite
- Cisto residual
- Tumor metastático (tipo osteolítico)

#### Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos

- Aparecem eletivamente em idosos do sexo masculino.

- Os pontos de eleição estão na região dos molares inferiores.

#### Lesões ósseas fibrosas

- Displasia fibrosa –
  - Displasia fibrosa monostótica

#### Aparências radiográficas

- Quando estão incluídos muitos tecidos fibrosos no interior do foco, apresenta uma radiolucência.
- Quando existem muitos tecidos ósseos, apresenta uma imagem radiopaca, isto é, de aparência de “vidro fosco”.

#### Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos

- Substituição de osso normal por uma proliferação excessiva de tecido conjuntivo fibroso celular entremeadada com trabéculas ósseas irregulares.

#### Displasia fibrosa poliostótica

##### Síndrome Jaffe – Lichtenstein

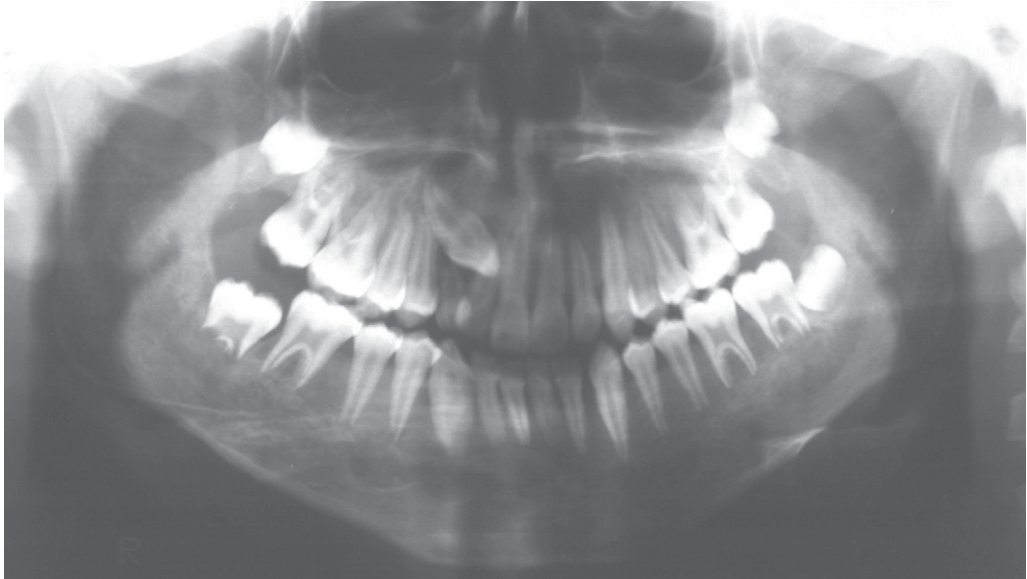
- Sem distúrbio endócrino
- Manchas café com leite

##### Síndrome de McCune – Albright

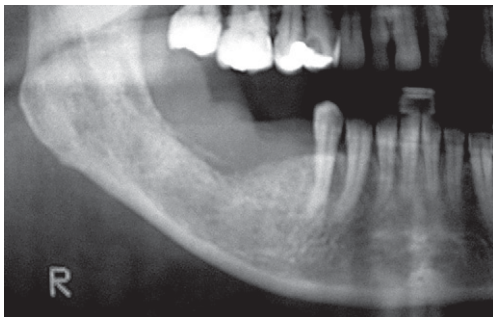
- Manchas café com leite



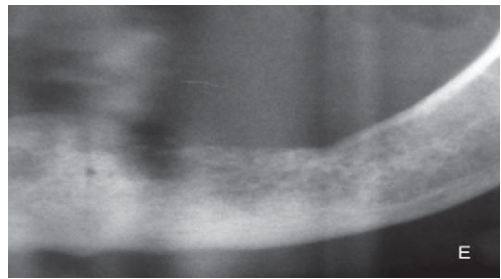
**Figura 12-214** Radiografia panorâmica de um caso de linfoma de Burkitt. Note a ausência de lâminas duras.



**Figura 12-215** Radiografia panorâmica de um menino de 13 anos, mostrando a ausência das lâminas duras em todos os dentes. Foi diagnosticada leucemia.



**Figura 12-216** Corte de radiografia panorâmica de um caso de linfoma não Hodgkin, que é extremamente raro. Note a pequena reabsorção da crista óssea do rebordo alveolar, e um sequestro ósseo superficial ao rebordo.



**Figura 12-217** Corte de radiografia panorâmica de um caso de carcinoma de células escamosas. (Cortesia de RADIX/CEMA)

- Hipertireoidismo ou adenoma hipofisário;
- Desenvolvimento esquelético e
- Puberdade precoce

#### *Diagnóstico diferencial*

- Fibroma ossificante
- Fibroma cementificante
- Osteíte esclerosante
- Osteomielite

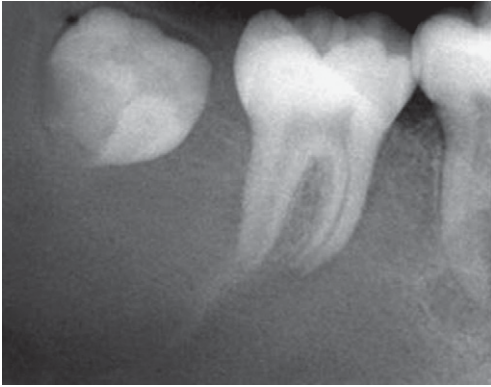
#### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- Mutações pós-zigóticas no gene GNAS1

#### **Displasia cemento-óssea, Displasia cemento-óssea focal**

##### *Aparências radiográficas*

- Completamente radiolúcido a radiopaco
- Quando radiopaco forma uma massa de densidade mista de bordo parcialmente regular



**Figura 12-218** Radiografia periapical de um caso de displasia fibrosa onde podemos ver o tecido ósseo com aspecto de vidro despolido ou vidro fosco, devido à grande quantidade de tecido fibroso que se produz no interior do tecido ósseo. Note que a lesão consumiu inclusive a lâmina dura do dente 47.

### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- Um único local de desenvolvimento
  - Áreas dentadas ou edêntulas
  - Fase de transição para envolvimento multifocal
- Predileção pela área posterior da mandíbula

### **Displasia cemento-óssea periapical**

#### *Aparências radiográficas*

- Fase osteolítica – totalmente radiolúcida
- Fase cementoblástica – imagem mista
- Fase de maturação – imagem radiopaca

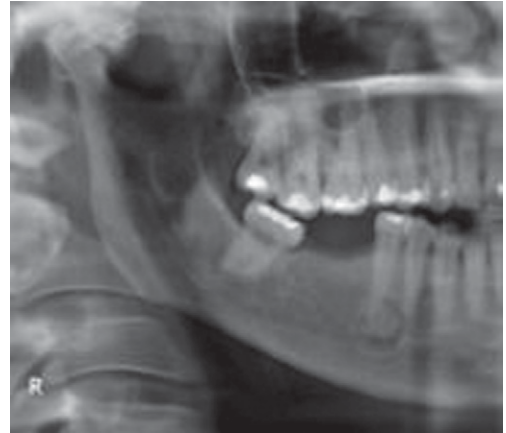
### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- Região periapical dos dentes anteriores.
- Em geral os dentes estão vitais.

### **Displasia cemento-óssea florida**

#### *Aparências radiográficas*

- Completamente radiolúcida no início da lesão e radiopaco com o avançar da lesão
- Quando radiopaco forma uma massa de densidade mista de bordo parcialmente regular
- Imagens radiolúcidas, mistas e predominantemente radiopacas



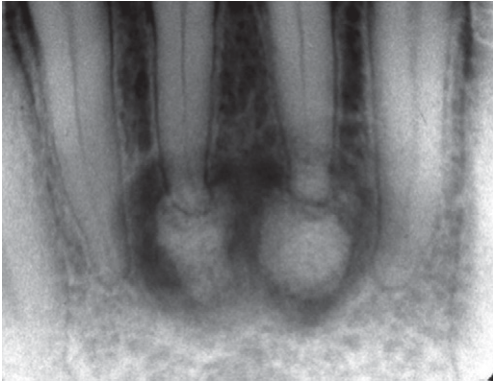
**Figura 12-219** Cortes de radiografias panorâmicas mostrando o fibroma ossificante (cortesia Dr. Celso Martinelli).

### *Diagnóstico diferencial*

- Osteomielite esclerosante
- Osteonecrose

### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- Envolvimento multifocal
- Assintomática
- Áreas dentadas ou edêntulas
- Meia-idade a idosas



**Figura 12-220** Radiografia periapical de um caso de displasia cemento-óssea periapical em estágio médio ou fase cementoblástica, caracterizando uma lesão mista. Note que o espaço do ligamento periodontal está íntegro.

- Predominantemente em mulheres negras – 90%

### **Fibroma ossificante (Neoplasma verdadeiro com potencial de crescimento)**

#### *Aparências radiográficas*

- Cementoblastoma benigno
- Displasia fibrosa do osso

#### *Diagnóstico diferencial*

- Osteomielite esclerosante
- Osteonecrose

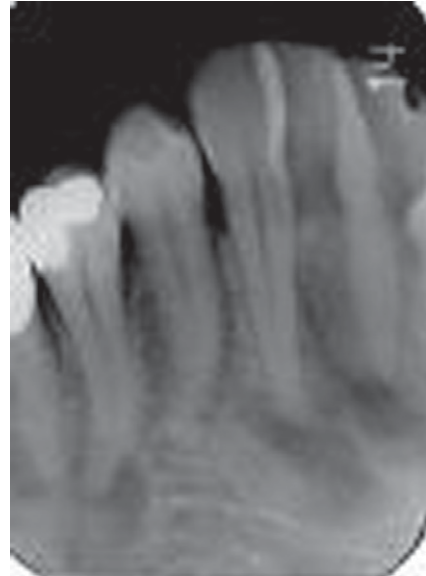
#### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- A aparência radiográfica varia conforme a fase da doença.
- No final, muda para uma aparência radiográfica que considera a imagem radiopaca como sendo a patologia principal.
  - Pode apresentar encapsulamento da lesão
  - Fácil remoção
  - Raramente recidiva

### **Doença de Paget - osteíte deformante**

#### *Aparências radiográficas*

- Lise óssea de vários ossos do corpo.



**Figura 12-221** Radiografia periapical de um caso de displasia cemento-óssea periapical em estágio inicial ou fase osteolítica, caracterizando uma lesão radiolúcida.

- Na cabeça atinge região frontal e occipital, compromete tanto a tábua externa como a interna.
- Na fase mista ocorre espessamento e distorção das trabéculas e corticais de massas opacas de aspecto de flocos de algodão.

#### *Diagnóstico diferencial*

- Artrite degenerativa
- Osteossarcoma

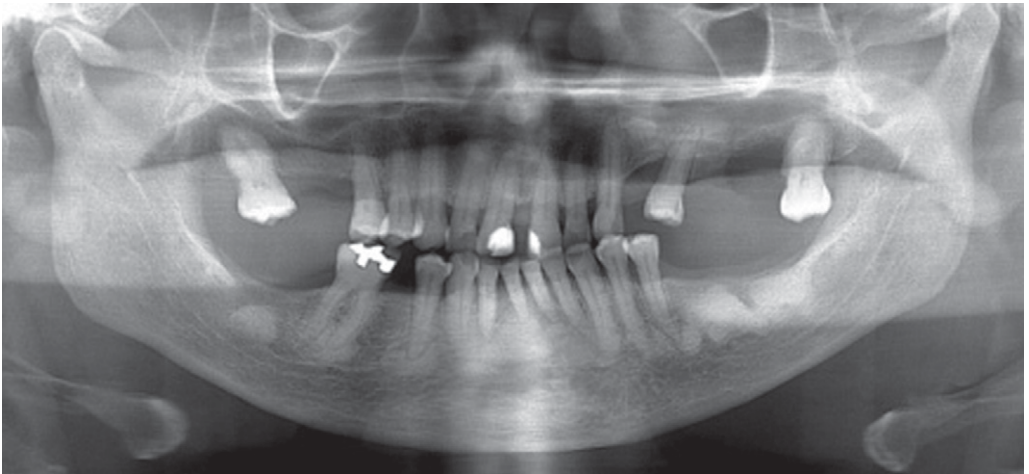
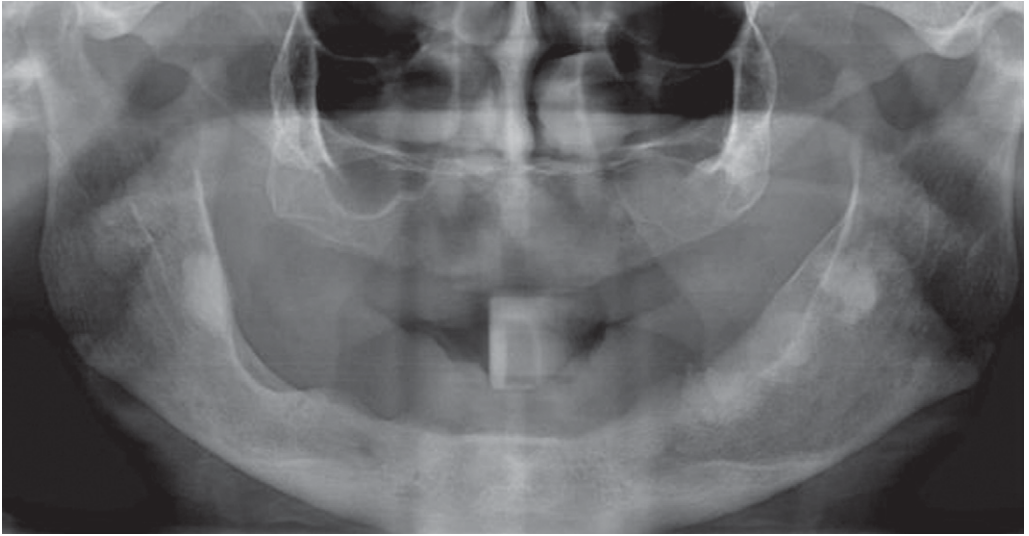
#### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- Reabsorção e deposições anormais e desorganizada do osso, levando à deformação e fragilidade da estrutura.
- Acima de 40 anos
- Maior incidência em homens

#### *Assintomática no início*

#### *Elevação da fosfatase alcalina*

- Doença poliostótica
- Em todas as fases mostra aumento de radiofármaco em exames de cintilografia.



**Figura 12-222** Radiografia panorâmica mostrando vários focos radiopacos na mandíbula, ou seja, é uma lesão multifocal. Nestes casos são lesões maduras (displasia óssea florida).

## ***Doenças Ósseas com Componentes de Células Gigantes***

### **Querubismo**

#### ***Aparências radiográficas***

- Deslocamento dos dentes
- Imagens císticas
- Multiloculares
- Abranger os quatro quadrantes
- Alargamento e distorção do rebordo alveolar
  - Agenesias

- Irrupção retardada
- Irrupção ectópica
- Malformações
- Oclusão

#### ***Diagnóstico diferencial***

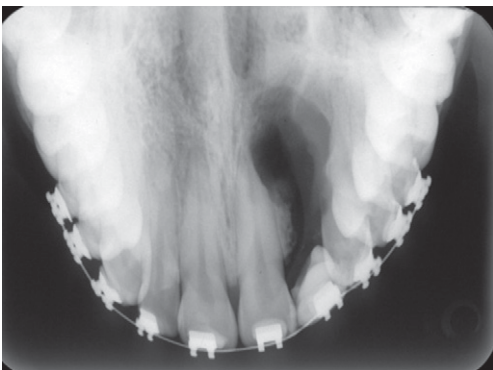
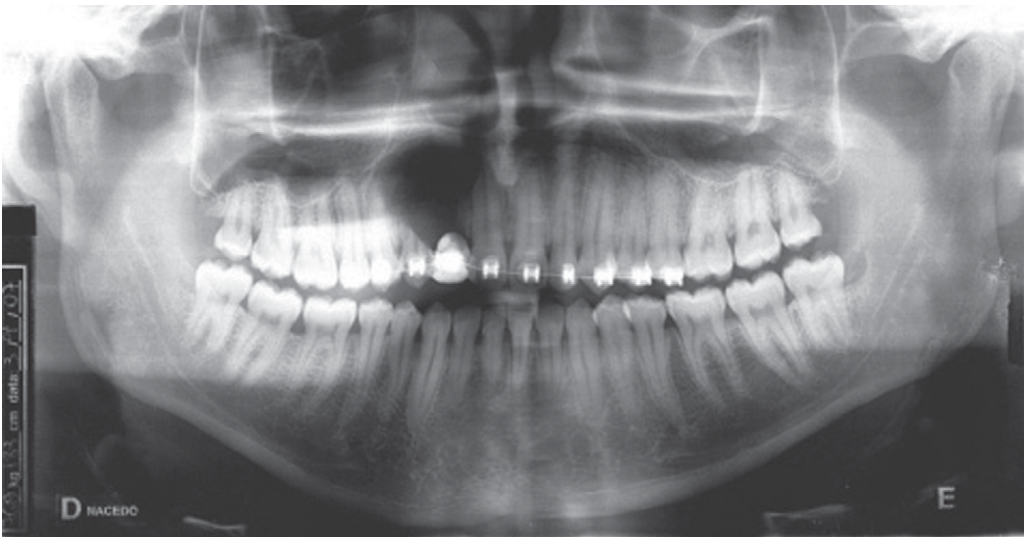
- Cisto ósseo aneurismático

#### ***Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos***

- Desenvolvimento dos maxilares bilaterais
  - Autossômico dominante de expressividade variável



**Figura 12-223** Radiografia periapical da região de molares inferiores direitos onde vemos na região de 3°M uma imagem mista e na região apical do dente 46 apenas uma tênue imagem radiolúcida. Abaixo vemos a reconstrução 3D em que é possível ver as imagens difusas nas duas regiões. Lesões iniciais do Fibroma Ossificante. Abaixo do dente 45 vemos o forame mental.



**Figura 12-224** Radiografia panorâmica e oclusal de um caso de Fibroma Ossificante. Note a imagem fortemente radiolúcida, circunscrita e praticamente não é possível ver nenhuma calcificação no seu interior.



**Figura 12-225** Radiografia oclusal mandibular mostrando a expansão da lesão central de células gigantes, multilocular e com tabiques ósseos. Assim vemos o aspecto de “bolhas de sabão”. Note a expansão cortical e o afinamento dessa.

- Rotação dos olhos em “direção ao céu”, exposição ampla dos íris
- Problemas estético e psicológico
- Progrida na puberdade
- Dificuldade na mastigação e fonação
- Mucosa bucal/coloração

### Lesão central de células gigantes

#### Aparências radiográficas

- O granuloma de célula gigante central apresenta uma radiolucência unilocular, de demarcação bem definida.
- Quando é multilocular, apresenta uma radiolucência com margem irregular, podendo ser observado tabiques ósseos.
- O osso cortical se expande e torna-se fino.
- Unilocular: lesão de menor tamanho
- Multilocular: bolhas de sabão

#### Diagnóstico diferencial

- Cisto ósseo simples
- Hemangioma central
- Cisto ósseo aneurismático.

#### Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos

- Lesão proliferativa benigna
- Etiologia obscura → trauma; hemorragia
- Pode ocorrer a destruição do osso cortical.
- Os dentes apresentam anomalia de posição e pode ocorrer a reabsorção radicular
- Deslocamento dental, reabsorção radicular, pode atravessar a linha média 70% na mandíbula

### Hemangioma

#### Aparências radiográficas

- O hemangioma central apresenta uma radiolucência multilocular
- Em favos de mel ou bolhas de sabão.
- Quando as trabéculas são finas, podem apresentar aspecto de raios solares
- Trabéculas delimitadas

#### Diagnóstico diferencial

- Granuloma de célula gigante central
- Cisto ósseo aneurismático
- Mixoma odontogênico
- Lesão de células gigantes do hiperparatiroidismo, fibroma ameloblástico, ameloblastoma, tumores metastáticos e querubismo.

#### Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos

- Com a expansão, o osso cortical pode tornar-se fino.
- O hemangioma capilar apresenta uma radiolucência cística unilocular acompanhada de imagem esclerótica marginal em seu redor.
- Maior preferência na mandíbula na região de corpo e ramo.
- Tem característica hamartomatosa

### Outras patologias maxilomandibulares

#### Doença de Paget

#### Aparências radiográficas

- O rebordo alveolar torna-se áspero e a lâmina dura alveolar desaparece
- A reabsorção óssea perirradicular é acentuada e apresenta uma aparência semelhante a granuloma radicular.
- O fato de apresentar a hiper cementose também é uma aparência característica.
- Apresenta normalmente a coexistência das imagens radiolucida e radiopaca.

#### Diagnóstico diferencial

- Displasia fibrosa do osso
- Osteopetrose

**Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos**

- A aparência radiográfica se difere conforme a fase da doença. A imagem da fase inicial mais comum é a patologia osteoclástica e a imagem da fase final é, principalmente, a patologia osteoblástica.

**Histiocitoses X (Figura 12-226)**

**Doença de Hand-Schüller-Christian , Doença de Letterer-Siwe e Granuloma eosinofílico**

- As aparências radiográficas dos 3 tipos da histiocitose X são basicamente iguais.
- O tipo básico é a radiolucência com aparência de “punções”, não acompanhada de imagem esclerótica marginal em seu torno.
- Dependendo do estágio da doença e do local de existência dos focos, a forma e o número de focos variam.

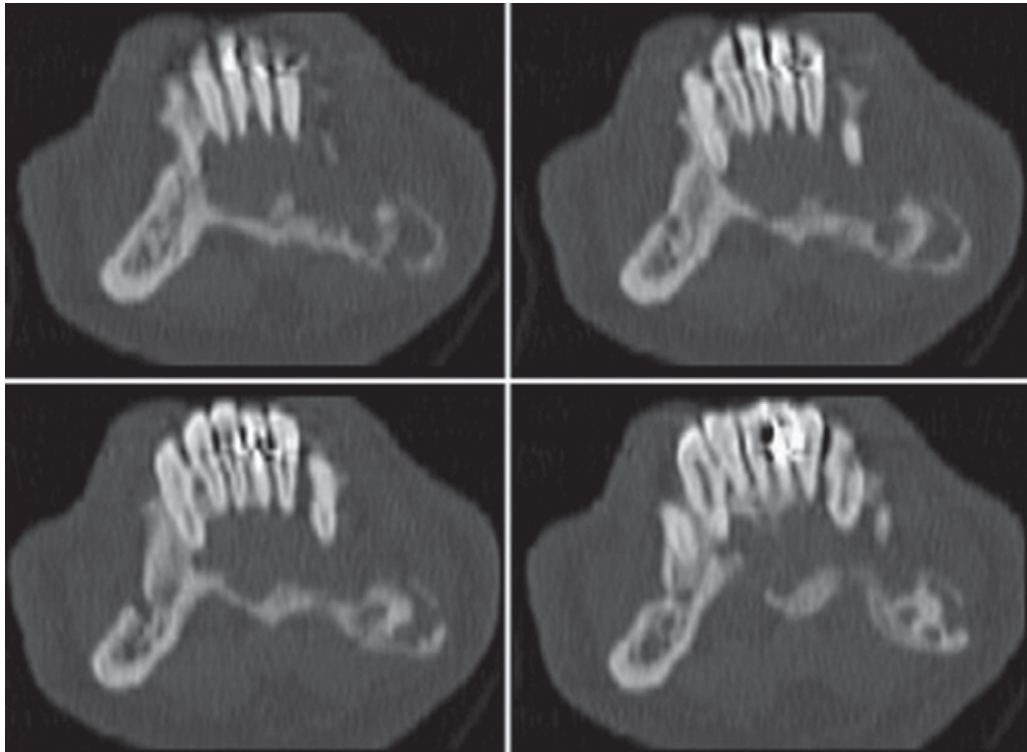
- Na coroa craniana, observa-se uma radiolucência formada pelos focos tipicamente de aparência de “punções” ou pela fusão destes focos, de aparência geográfica, com margem irregular.
- Na maxila/mandíbula, o destaque é a destruição do osso alveolar e caso existam dentes em seu redor, apresentará uma aparência de “dentes oscilantes”.

**Diagnostico diferencial**

- Doenças periodontais
- Mieloma múltiplo

**Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos**

- Aparece eletivamente em jovens em torno de 10 a 20 anos.
- Aparece eletivamente em homens.
- Os pontos de eleição são o crânio e a maxila/mandíbula. No caso da maxila/



**Figura 12-226** Imagens de cortes tomográficos de mandíbula mostrando um caso de histiocitose X ou granuloma de células de Langherans. Note a área hipodensa mililucada na região anterior da mandíbula, inclusive destruindo as corticais vestibular e lingual.

mandíbula, os pontos de eleição estão na mandíbula.

## Fraturas

### *Tipos de fratura*

- Simples ou fechada: quando não há comunicação com o meio exterior, com transecção total do osso
- Composta ou aberta: ponto de fratura está em contato com a superfície externa do corpo
- Cominutiva: quando há estilhaçamento ou fragmentação óssea.
- Em galho verde: fratura na qual córtex do osso se encontra rompido e o outro, somente curvado
- Fratura patológica: ocorre no local de uma doença óssea
- Indireta - fratura a um ponto distante do local da agressão
- Múltipla: duas ou mais linhas de fratura no mesmo osso não estão se comunicando uma à outra.

### **Fratura do Processo Alveolar**

#### *Linhas de fratura - Soluções de continuidade*

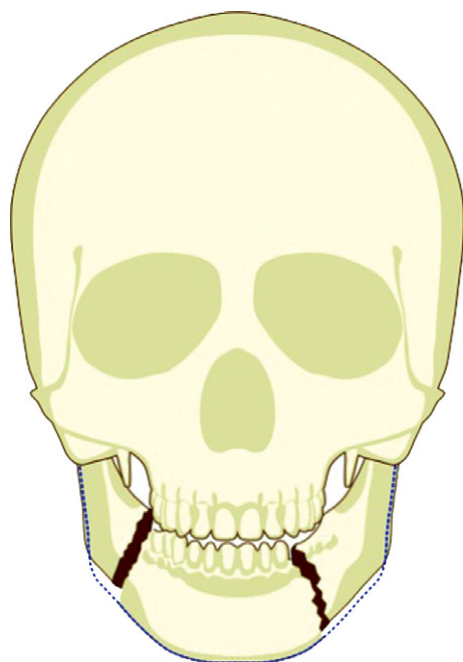
- Na maioria dos casos, a linha de fratura é horizontal.
- A linha de fratura continua, na maioria dos casos, da crista alveolar até o alvéolo dentário.
- Caso a fratura se estenda do lado labial até o lado lingual, a linha de fratura será projetada com boa definição pela radiografia lateral.

#### *Fragmentos de fratura*

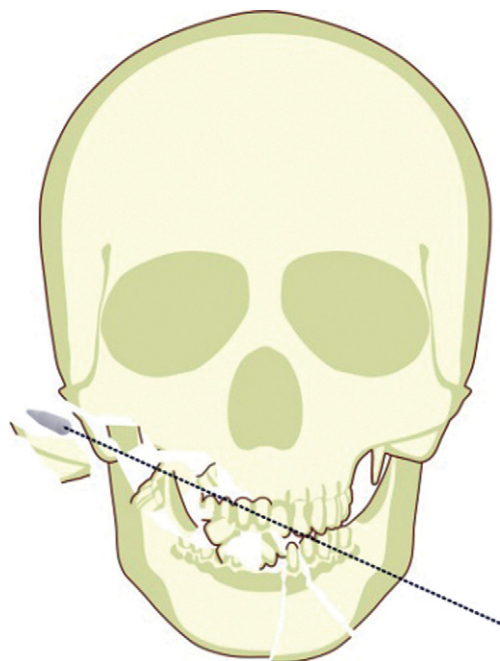
- Devido ao deslocamento vestibulo - lingual do processo alveolar, que é um fragmento de fratura, produz-se a maloclusão.
- O fragmento de fratura se desloca principalmente para o lado lingual.

#### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- A fratura do processo alveolar da região dos dentes anteriores aparece eletivamente na maxila.



**Figura 12-227** Desenho esquemático da fratura composta ou aberta.



**Figura 12-228** Desenho esquemático da fratura cominutiva.

- Em muitos casos, vem acompanhada de luxação e ou perda dos dentes.

### Fraturas mandibulares

#### Fratura do processo condilar

#### Linhas de fratura - Soluções de continuidade

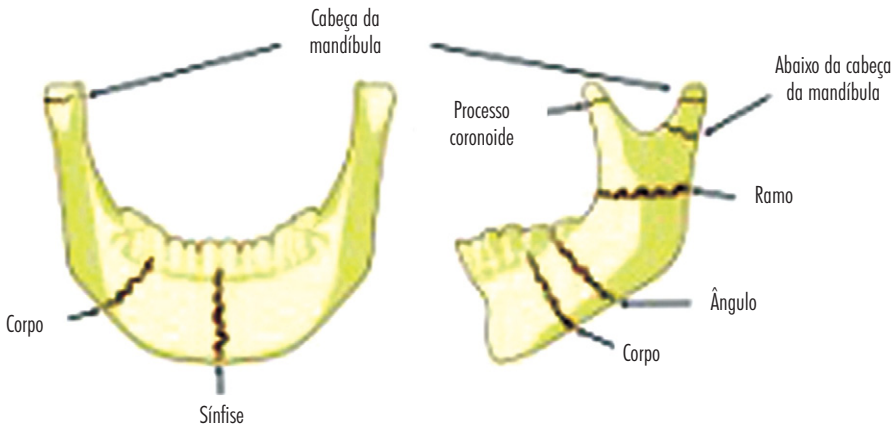
- A linha de fratura é observada na região do colo.

#### Fragmentos de fratura

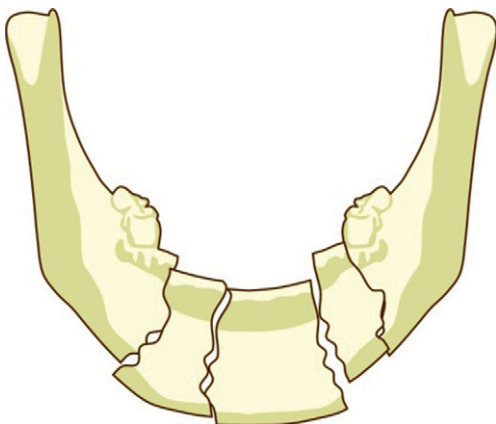
- O fragmento desloca-se na direção interna anteroposterior (para medial)

#### Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos

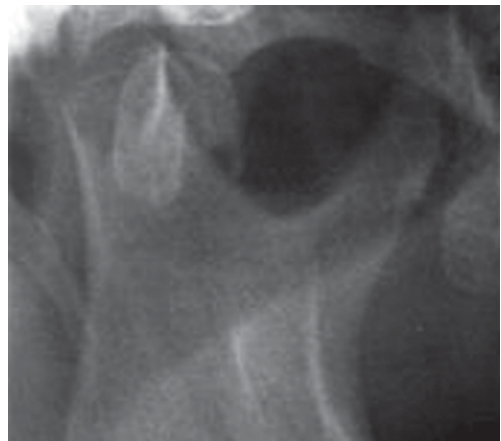
- A fratura da região do processo condilar tende a ser acompanhada da fratura da região mediana da mandíbula.



**Figura 12-230** Desenho esquemático das fraturas mandibulares.



**Figura 12-229** Desenho esquemático da fratura múltipla de mandíbula.



**Figura 12-231** Corte de radiografia panorâmica mostrando a cabeça mandibular ou côndilo da mandíbula direito fraturado e deslocado.

**Fratura do processo coronoide****Linhas de fratura - Soluções de continuidade**

- A linha de fratura é observada na região entre a borda anterior do processo coronoide até a incisura da mandíbula.

**Fragmentos de fratura**

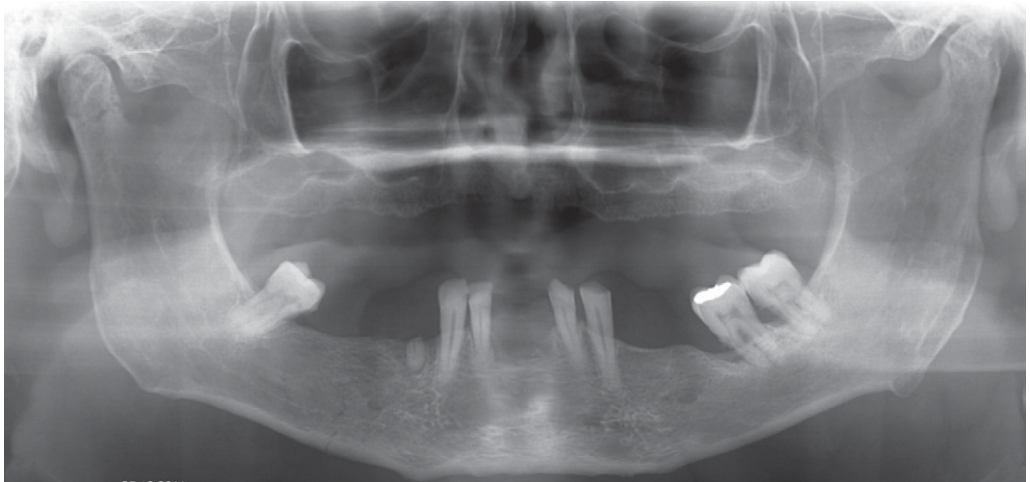
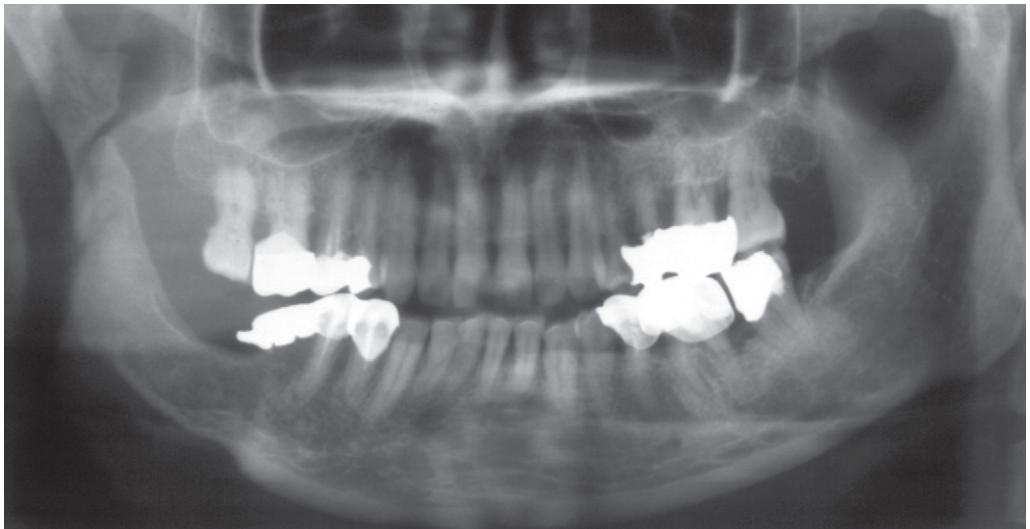
- Caso ocorra a destruição de tendão do músculo temporal, haverá o deslocamento do processo coronoide.

**Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos**

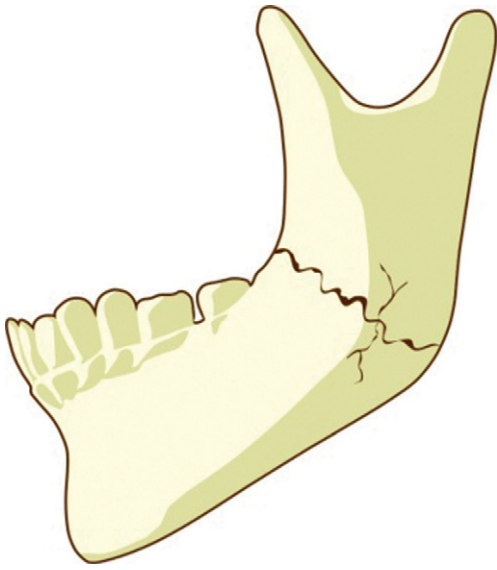
- A fratura do processo coronoide é rara.

**Fratura do ângulo da mandíbula****Linhas de fratura - soluções de continuidade**

- A linha de fratura percorre obliquamente desde a região do ângulo da mandíbula até a crista alveolar.



**Figura 12-232** Radiografias panorâmicas mostrando fraturas em diferentes graus da cabeça mandibular ou côndilo da mandíbula. Na imagem de cima vemos que a fratura abrange parte do ramo ascendente da mandíbula. Já na imagem de baixo a fratura está localizada praticamente no colo da cabeça da mandíbula.



**Figura 12-233** Desenho esquemático da fratura de ângulo da mandíbula. Esse tipo de fratura fica mais susceptível de ocorrer quando há dentes inclusos ou parcialmente inclusos na região do 3<sup>o</sup>M.

#### *Fragmentos de fratura*

- Caso ocorra a fratura na parte anterior do ângulo mandibular, o ramo da mandíbula se deslocará para o lado superior e externo.

#### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- É a região de eleição para fratura da mandíbula.
- Pode causar problemas de oclusão

#### **Fratura da região mediana da mandíbula**

##### *Sínfise e parassínfise*

##### *Linhas de fratura - Soluções de continuidade*

- A linha de fratura percorre perpendicularmente à região mediana mandibular ou próximo à região mediana.

#### *Fragmentos de fratura*

- Em uma fratura da região mediana da mandíbula, não ocorrerá o deslocamento dos fragmentos. Caso ocorra a fratura óssea bilateral próximo à região mandibular



**Figura 12-234** Corte de radiografia panorâmica mostrando a fratura de ângulo mandibular após a operação e colocação de barra de contenção.

mediana, o fragmento se deslocará na direção posterior e inferior.

#### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- A fratura oblíqua, próxima à região mediana da mandíbula, tende a ocorrer acompanhada de fratura da cabeça da mandíbula ou da região do ângulo.

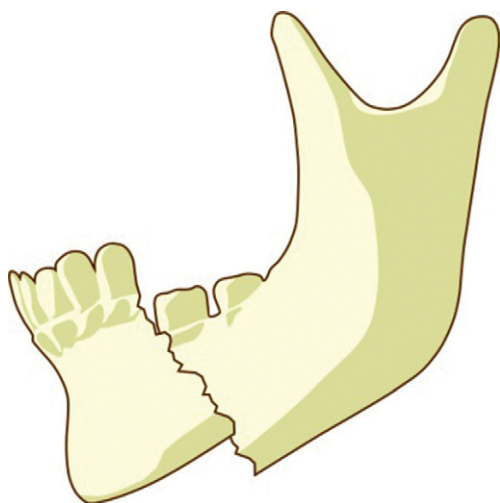
## **Fraturas do Esqueleto Fixo da Face**

### **Fratura Le Fort Tipo I (Figura 12.236)**

#### **Fratura horizontal da maxila**

##### *Linhas de fratura - Soluções de continuidade*

- É a fratura na direção horizontal da maxila.
- A linha de fratura percorre transversalmente as regiões de separação bilateral do processo alveolar e palato, soalho do seio maxilar e porção inferior do processo pterigoide. O septo nasal e da parede lateral da cavidade nasal.
- No ponto a 1/3 abaixo do processo pterigoide também pode ser observada a linha de fratura.



**Figura 12-235** Desenho esquemático da fratura da região mediana da mandíbula.

#### *Fragmentos de fratura*

- No fragmento de fratura estão incluídos região do assoalho do seio maxilar, osso alveolar, osso palatino e parte inferior do processo pterigoide.

#### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- Como o sangue se acumula no seio maxilar, esta apresenta uma imagem radiopaca acompanhada de nível ar-fluido. Velamento do seio maxilar.
- Em muitos casos, vem acompanhada de fratura do osso zigomático.

#### **Fratura Le Fort Tipo II (Figura 12.237)**

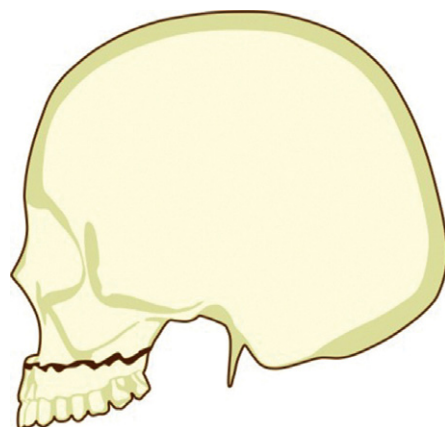
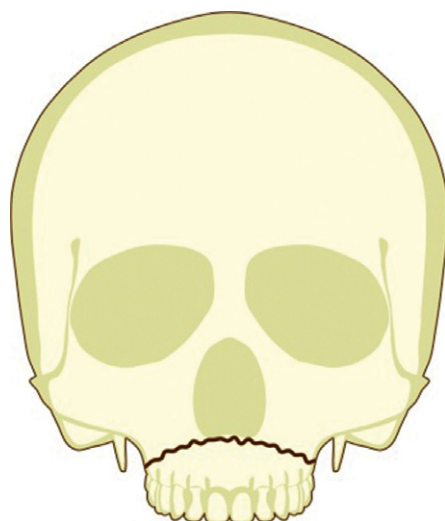
##### **Fratura piramidal**

#### *Linhas de fratura - Soluções de continuidade*

- Linhas de fratura ladeando as regiões da sutura frontomaxilar, sutura zigomático-maxilar, sutura zigomático-temporal.

#### *Fragmentos de fratura*

- Como a maxila se desloca para direção posterior, surge a maloclusão.
- Observa-se também o deslocamento da borda inferior da órbita



**Figura 12-236** Desenho esquemático da fratura tipo I de Le fort.

#### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

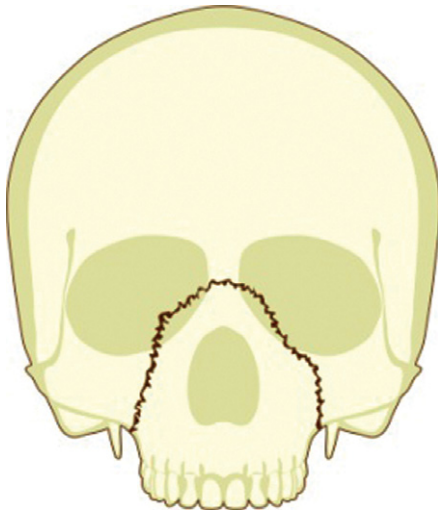
- Radiologicamente, apresenta uma aspecto de “maxila oscilante”.
- Podem-se observar depressões na parte central da face.

#### **Fratura Le Fort Tipo III**

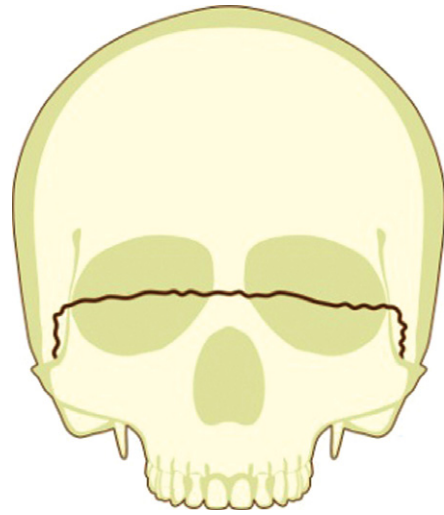
##### **Disjunção craniofacial**

#### *Linhas de fratura - Soluções de continuidade*

- Podem ser observadas uma linha de fratura que passa pela parede lateral da órbita e atinge a sutura zigomático-maxilar e outra



**Figura 12-237** Desenho esquemático da fratura tipo II de Le fort.



**Figura 12-238** Desenho esquemático da fratura tipo III de Le fort.

que percorre a lacuna esfenomaxilar e atinge a parte inferior do processo pterigoide.

#### *Fragmentos de fratura*

- Como o osso facial se separa do crânio e se desloca para o lado posterior, ocorre a mordida aberta.

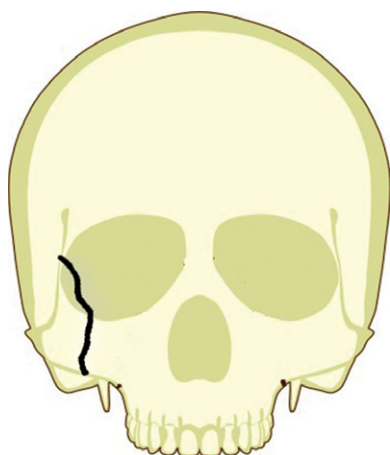
#### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- O fato de vir acompanhada de fratura do osso zigomático é o que a diferencia da fratura de Le Fort Tipo II
- Pode-se observar a recessão acentuada na parte central da face.

#### **Fraturas do osso zigomático/arco zigomático**

##### *Linhas de fratura - Soluções de continuidade*

- Caso ocorra uma fratura múltipla no osso zigomático, serão observadas linhas de fratura nas regiões da sutura zigomático-frontal, sutura zigomático-maxilar e sutura zigomático-temporal.
- Caso ocorra fratura com depressões na parte central do arco zigomático ou próximo ao processo zigomático da maxila, a morfologia do arco zigomático será em forma de V.



**Figura 12-239** Desenho esquemático da fratura do osso zigomático.

### *Fragmentos de fratura*

- Quando o osso zigomático, forma um fragmento de fratura, se desloca para o interior, tende a ocorrer com mais facilidade a fratura da parede do seio maxilar.
- Caso ocorra a fratura do arco zigomático, o fragmento de fratura tende a se deslocar para o lado interno com mais facilidade, embora o deslocamento na direção superior-inferior seja difícil.

### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- Devido ao deslocamento interno do osso zigomático, produz-se a maloclusão.
- A fratura do próprio osso zigomático é rara
- Como técnica de exame radiográfico da fratura do arco zigomático, a projeção vértex-mento é a mais apropriada.

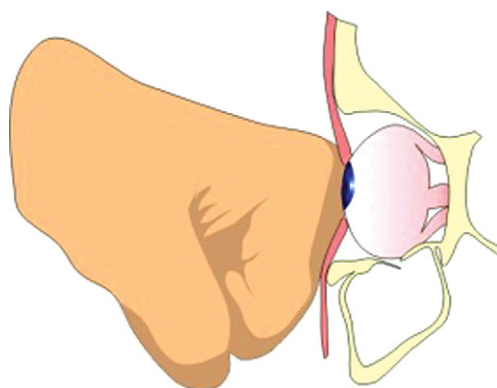
### **Fratura em *blow-out* da órbita (Figura 12.241)**

#### *Linhas de fratura - Soluções de continuidade*

- Ruptura óssea da cortical do assoalho da órbita

#### *Fragmentos de fratura*

- Os fragmentos são deslocados para dentro do seio maxilar



**Figura 12-240** Desenho esquemático da fratura em *blow-out* da órbita.

### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- Protrusão dos tecidos oculares para cavidade sinusal.
- Velamento, opacificação do seio.

## Patologia do Seio Maxilar

### *Sinusites maxilares*

#### **Odontogênico**

#### *Aspectos radiográficos*

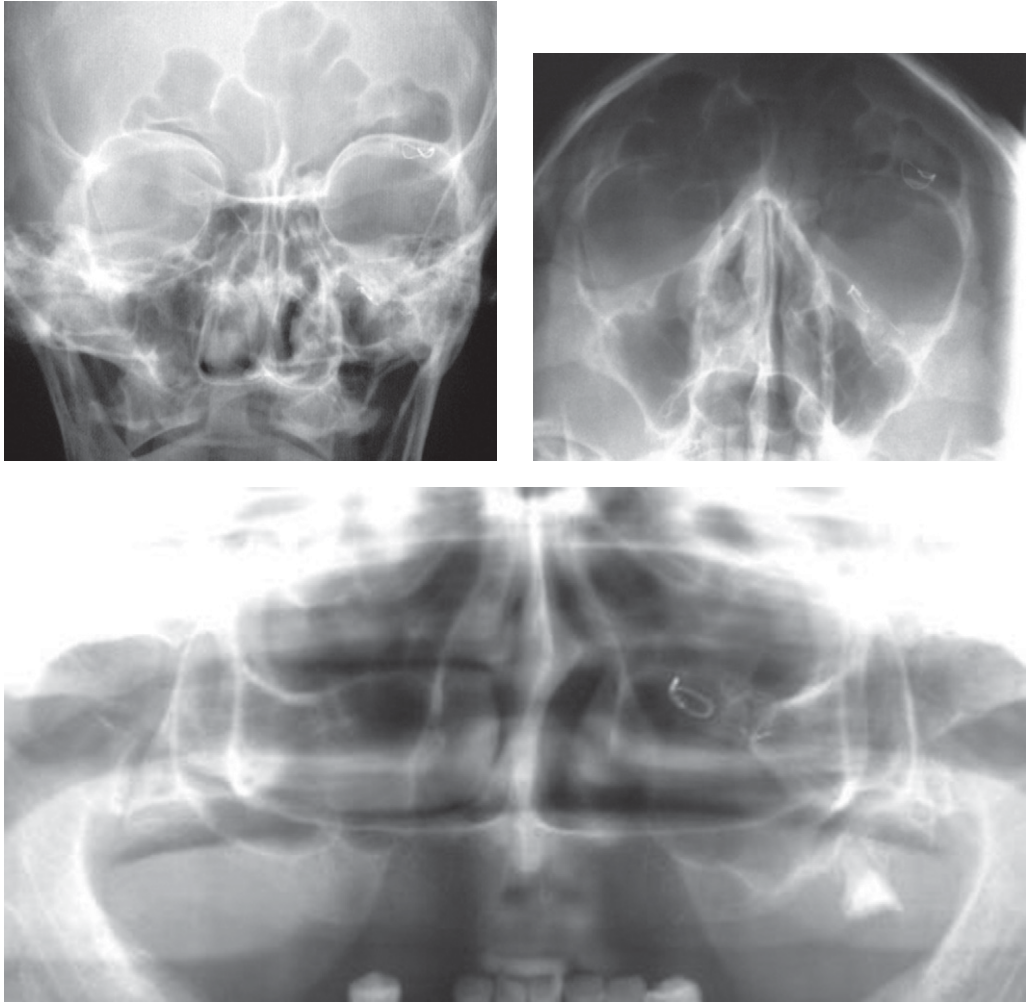
- Apresenta a hipertrofia da mucosa do assoalho maxilar ou uma imagem radiopaca difusa do seio maxilar.
- Nos molares superiores podem ser observados doenças periodontais ou focos no ápice radicular.
- Em alguns casos podem ser observadas alvéolos pós-avulsão dentária.

#### *Diagnóstico diferencial*

- Cisto de retenção
- Pólipos

#### *Pontos importantes para avaliação radiográfica*

- Abrange de 10 ~20 % das sinusites maxilares
- Por princípio, ocorre unilateralmente.
- Mucosa espessa e lisa paralela às paredes do seio



**Figura 12-241** Imagens radiográficas mostrando a fratura em *blow-out* da órbita. Note que já foram realizados procedimentos cirúrgicos e podemos ver o fio metálico de contenção na região da órbita esquerda.

- Conchas nasais raramente afetadas
- Formação de pólipos raro
- Envolvimento unilateral

### Alérgico

#### Aspectos radiográficos

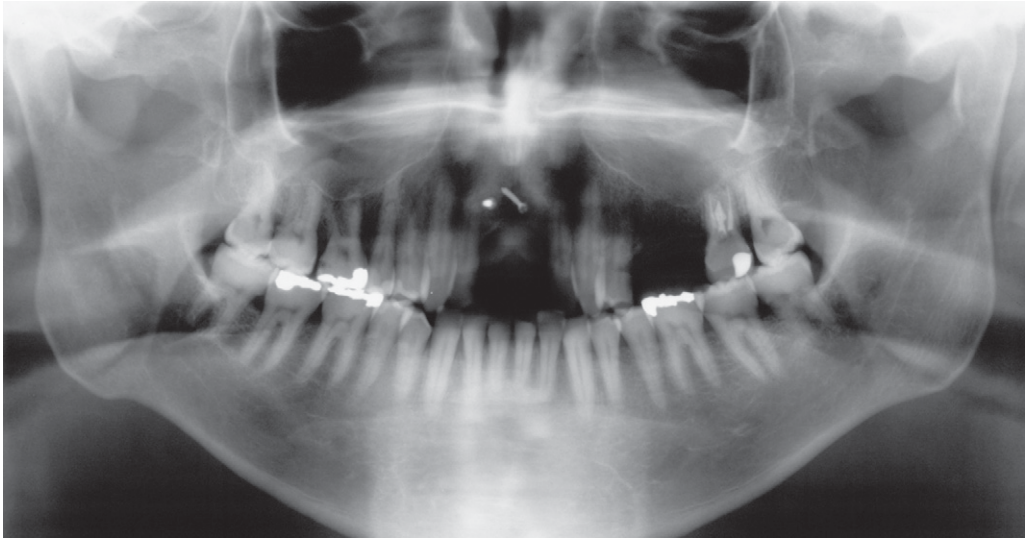
- A sinusite maxilar aguda apresenta a hipertrofia da mucosa ou nível ar-fluido.
- A sinusite maxilar crônica apresenta uma imagem radiopaca não uniforme e o contorno do seio maxilar torna-se difusa
- Mucosa espessada de forma recortada

#### Diagnóstico diferencial

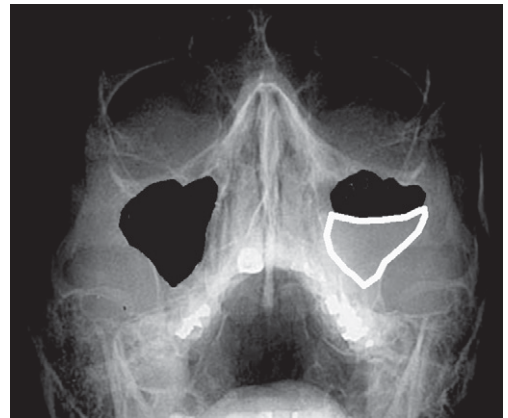
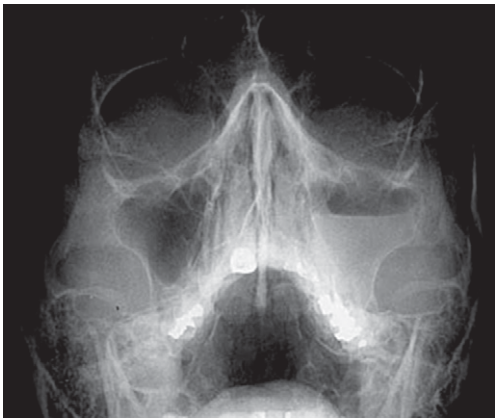
- Neoplasia do seio maxilar

#### Pontos importantes para avaliação radiográfica

- A principal alteração em um sinusite maxilar aguda ocorre na mucosa do seio maxilar
- A principal alteração em um sinusite maxilar crônica é a intensificação da sombra óssea
- Em alguns casos, ocorre bilateralmente.
- Conchas nasais espessadas e inchadas
- Formação de pólipos é comum.



**Figura 12-242** Radiografia panorâmica mostrando seios maxilares parcialmente velados, principalmente do lado esquerdo.



**Figura 12-243** Radiografia PA de Waters à esquerda mostrando velamento parcial do seio maxilar esquerdo. Na imagem à direita foi evidenciado o líquido que ocupa parte do seio maxilar.

- Irritação constante
- Envolvimento de todos os seios paranasais

### **Cisto maxilar pós-operatório**

#### *Aspectos radiográficos*

- Na região entre o assoalho maxilar e o osso alveolar, aparece uma radiolucência unilocular, de demarcação relativamente bem definida.
- Em torno do foco, em muitos casos, aparece imagem esclerótica marginal.

#### *Diagnóstico diferencial*

- Cisto odontogênico
- Mucocele
- Piocele

#### *Pontos importantes para avaliação radiográfica*

- Aparecem eletivamente dentro de 10~20 anos após a cirurgia radical
- Nos sintomas clínicos pode apresentar dilatação da bochecha.

### Cisto de retenção mucoso

#### Aspectos radiográficos

- No assoalho maxilar apresenta uma imagem radiopaca em forma de cúpula. Pode aparecer também na parede lateral.

#### Diagnóstico diferencial

- Pólipo
- Hipertrofia da mucosa

#### Pontos importantes para avaliação radiográfica

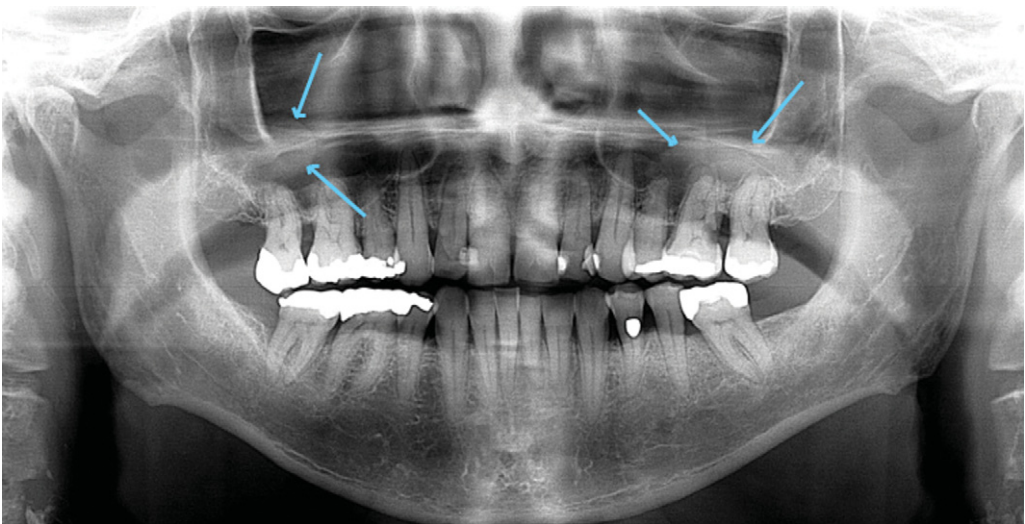
- Caracteriza-se por não provocar nem destruição nem expansão óssea devido ao cisto

- No exame em grupo com radiografia panorâmica, é detectado numa proporção de 2 ~10 %.

### Pólipo

#### Aspectos radiográficos

- Espessamento da mucosa sinusal ocasionando aspecto de imagem radiopaca de densidade média no seio maxilar



**Figura 12-244** Radiografia panorâmica mostrando dois cistos de retenção mucosa, apontados pelas setas. Acima vê-se o desenho esquemático do cisto mucoso dentro do seio maxilar. Panorâmica parcial evidenciando cisto de retenção mucosa.

### *Pontos importantes para avaliação radiográfica*

- Inflamação crônica dos epitélios nasais e sinusais.
- Possibilidade de lesão genética
- Originam como protuberância pediculada

### **Tumor maligno do seio maxilar**

#### *Aspectos radiográficos*

- Apresenta uma aparência de destruição do seio maxilar
- A aparência de destruição do seio maxilar varia de acordo com a direção de avanço do tumor e da técnica radiográfica.
- O seio maxilar apresenta uma imagem radiopaca devido à sombra da massa tumoral.

#### *Diagnóstico diferencial*

- Cisto maxilar pós-operatório
- Mucocele
- Piocele

### *Pontos importantes para avaliação radiográfica*

- Pela técnica de Waters (PA), a aparência de destruição óssea da crista zigomáximo-maxilar pode ser observada.

- Em radiografia panorâmica, a destruição óssea na região entre o assoalho maxilar e a parede posterior poder ser verificada com boa definição.

### **Corpos Estranhos no Seio Maxilar**

#### **Raiz residual**

#### *Aspectos radiográficos*

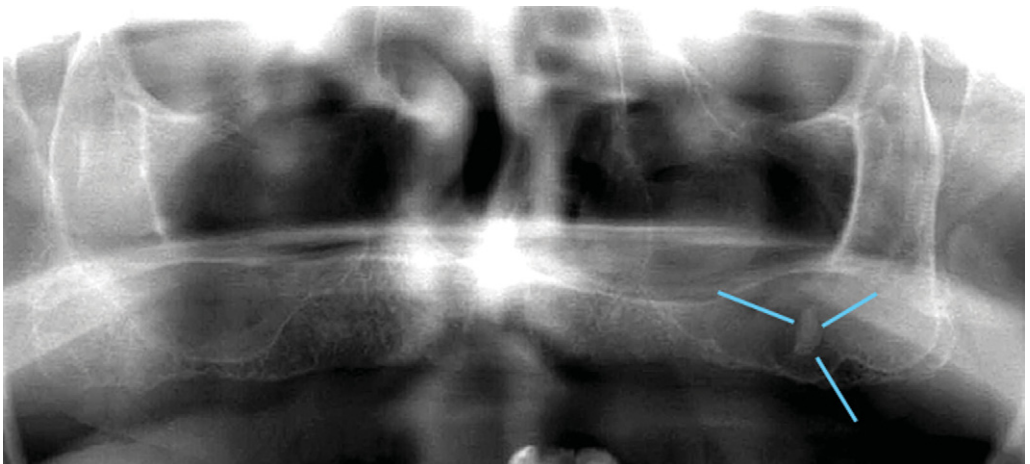
- Pode-se observar no assoalho maxilar uma imagem radiopaca apresentando a morfologia da raiz dentária.
- A morfologia do assoalho maxilar coincide com a cavidade de extração e encontra-se interrompida.

#### *Diagnóstico diferencial*

- Antrólito
- Corpo estranho
- Osteoma

### *Pontos importantes para avaliação radiográfica*

- No caso de complicação da sinusite maxilar, apresenta a hipertrofia da mucosa maxilar ou uma imagem radiopaca do seio maxilar.
- Caso ocorra o depósito cálcico em torno da raiz dentária, a sua morfologia se alterará.



**Figura 12-245** Radiografia panorâmica mostrando em evidência raiz residual dentro do seio maxilar esquerdo. Esse acidente é relativamente comum em procedimentos cirúrgicos para exodontia. Por isso o planejamento cirúrgico é fundamental.

## Antrólito maxilar

### Aspectos radiográficos

- Em geral apresenta uma imagem radiopaca com margem irregular e de forma não bem definida. Mas pode apresentar-se bem definido.
- Quando o tamanho é maior, o contorno pode apresentar-se com maior definição.

### Diagnóstico diferencial

- Corpo estranho
- Osteoma

### Pontos importantes para avaliação radiográfica

- Em muitos casos, tem como queixas principais, a obstrução e o escoamento nasal.
- Há casos que são descobertos ao acaso num exame radiográfico.

## Patologia das Articulações Temporomandibulares (ATM)

### Inflamações/Osteoartrites

#### Artrite infecciosa da ATM

##### Aspectos radiográficos das articulações (estruturas ósseas)

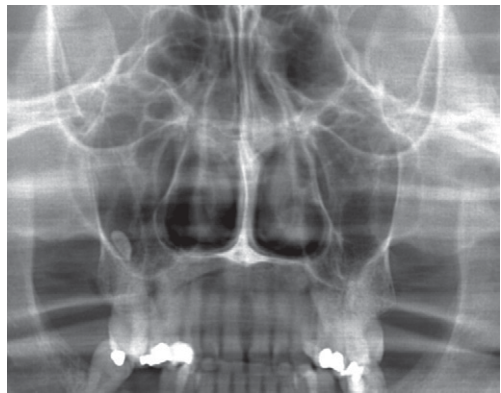
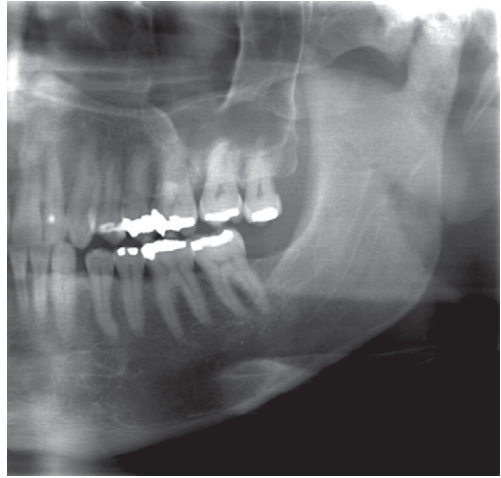
- Embora não apresente anomalias morfológicas da cabeça da mandíbula, há a lise do osso cortical.
- Devido à descalcificação da superfície óssea, a morfologia da articulação torna-se difusa.

##### Aspecto radiográfico do espaço e fossa mandibular

- Observa-se o estreitamento acentuado do espaço da fossa mandibular.

##### Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos

- Após o surgimento dos sintomas clínicos, em 7~10 dias apresenta uma imagem radiográfica.
- Caso ocorra em jovens, provoca a hipoplasia da cabeça da mandíbula.
- Edema, eritema, linfadenopatia cervical e trismo severo e dor.



**Figura 12-246** Cortes de radiografias panorâmicas mostrando imagens radiopacas circunscritas uniloculares dentro dos seios maxilares, compatível com antrólitos.

#### Artrite crônica juvenil - Doença de Still

##### Aspectos radiográficos das articulações (estruturas ósseas)

- Erosão do osso
- Hipomobilidade da mandíbula
- Chanfradura antegoníaca desenvolvida

##### Aspecto radiográfico do espaço e fossa mandibular

- Fossa e tubérculo planos

##### Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos

- Grupo de desordens
- Maioria assintomática

- Mais unilateral
- Deficiência de desenvolvimento, má oclusão dentária, podendo causar aparência de “face de pássaro”

### Artrite reumatoide da ATM

#### Aspectos radiográficos das articulações (estruturas ósseas)

- Defeitos líticos no osso cortical como resultado da extensão intra óssea da membrana sinovial inflamada.

#### Aspecto radiográfico do espaço e fossa mandibular

- Irrregularidades com o passar do tempo.

#### Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos

- Doença crônica
- Com os depósitos de exsudato e sangue, ocorre a expansão da cavidade articular.
- Mesmo com o deslocamento do disco articular, a expansão da cavidade articular pode ocorrer.

## Neoplasias

### Benignas

#### Osteoma

#### Aspectos radiográficos das articulações (estruturas ósseas)

- Segundo tumor de maior incidência
- A cabeça da mandíbula se expande e apresenta uma imagem radiopaca.
- A demarcação da massa tumoral é bem definida.

#### Aspecto radiográfico do espaço e fossa mandibular

- Observa-se o estreitamento da cavidade articular ou a sua imagem torna-se difusa.

#### Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos

- O osteoma na cabeça da mandíbula tem crescimento lento e irregular.
- É necessário discriminá-lo da hiperplasia da cabeça da mandíbula unilateral.

### Osteocondroma

#### Aspectos radiográficos das articulações (estruturas ósseas)

- Formação de massa óssea coberta por cartilagem e por tecido colágeno denso. Forma aspecto lobulado e na imagem aparece como couve-flor. A cabeça da mandíbula se expande, porém o interior da lesão apresenta radiolucência.
- A demarcação da massa tumoral é bem definida

#### Aspecto radiográfico do espaço e fossa mandibular

- Pode originar na cabeça da mandíbula, na fossa ou no tubérculo articular

#### Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos

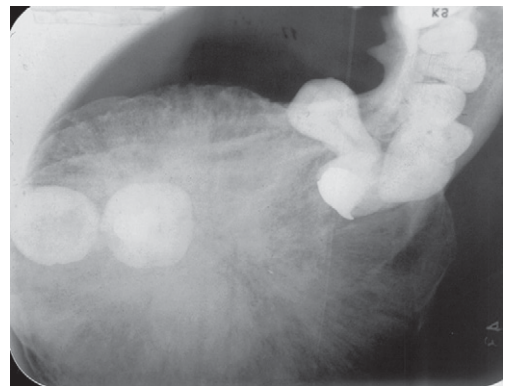
- O osteocondroma na cabeça da mandíbula é raro.
- É necessário discriminá-lo do tumor maligno.

### Malignas

#### Osteossarcoma

#### Aspectos radiográficos das articulações (estruturas ósseas)

- Em muitos casos, observa-se a coexistência da radiolucência, devido à patologia destrutiva, com a imagem radiopaca.



**Figura 12-247** Radiografia oclusal de um caso de osteossarcoma, na mandíbula. Note o aspecto de raios de sol e a expansão para ambos os lados.

**Aspecto radiográfico do espaço e fossa mandibular**

- A cavidade articular desaparece.
- Fase precoce erosão óssea
- Ossificação tardia com maior demarcação

**Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos**

- Mais frequente em mulheres, durante a 4ª e 5ª décadas
- Pode estar associado a radioterapia, doença de Paget ou a uma displasia fibrosa.

**Condrossarcoma**

**Aspectos radiográficos das articulações (estruturas ósseas)**

- A lesão principal é a destruição óssea, embora em alguns casos seja observada no interior da lesão uma imagem radiopaca em função de calcificação da cartilagem

**Aspecto radiográfico do espaço e fossa mandibular**

- A cavidade articular desaparece.
- Fase precoce erosão óssea
- Ossificação tardia com maior demarcação

**Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos**

- Derivado de células cartilaginosas
- Mais em mulheres
- O crescimento do condrossarcoma caracteriza-se por ser relativamente lento.

**Traumas**

**Luxação da ATM - hiper mobilidade da mandíbula**

**Aspectos radiográficos das articulações (estruturas ósseas)**

- Em muitos casos, a cabeça da mandíbula se localiza na parte anterior e superior do tubérculo articular.
- Normalmente, a luxação bilateral ocorre com frequência.

**Aspecto radiográfico do espaço e fossa mandibular**

- No interior da fossa articular não se encontra a cabeça da mandíbula.

**Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos**

- A cabeça da mandíbula se desloca para a parte anterior do tubérculo articular mesmo em casos normais.

**Fraturas**

**Processo condilar**

**Aspectos radiográficos das articulações (estruturas ósseas)**

- Na região do tubérculo articular, observa-se a linha de fratura.
- A cabeça da mandíbula, que é um fragmento da fratura, desloca-se para a direção interna anterior inferior devido à tração do músculo pterigoide lateral.

**Aspecto radiográfico do espaço e fossa mandibular**

- Observa-se o estreitamento ou aumento da área da fossa mandibular.



**Figura 12-248** Corte de radiografia panorâmica mostrando cabeça mandibular esquerda fraturada e deslocada.

### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- A fratura da região do processo condilar é o ponto eleito em fratura mandibular.
- Em muitos casos vem acompanhada de fratura da região mediana da mandíbula

### **Fossa mandibular**

#### *Aspectos radiográficos das articulações (estruturas ósseas)*

- A morfologia da fossa mandibular é difusa e irregular.

#### *Aspecto radiográfico do espaço e fossa mandibular*

- Em alguns casos observa-se o estreitamento ou a expansão da espaço da cavidade articular.

### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- A fratura da fossa mandibular é rara.

### **Anomalias de desenvolvimento**

#### **Hipoplasia da cabeça da mandíbula**

#### *Aspectos radiográficos das articulações (estruturas ósseas)*

- A cabeça da mandíbula é pequena.

### *Aspecto radiográfico do espaço e fossa mandibular*

- A cavidade articular aparece relativamente expandida.

### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- Pode apresentar morfologia alterada

### **Hiperplasia da cabeça da mandíbula**

#### *Aspectos radiográficos das articulações (estruturas ósseas)*

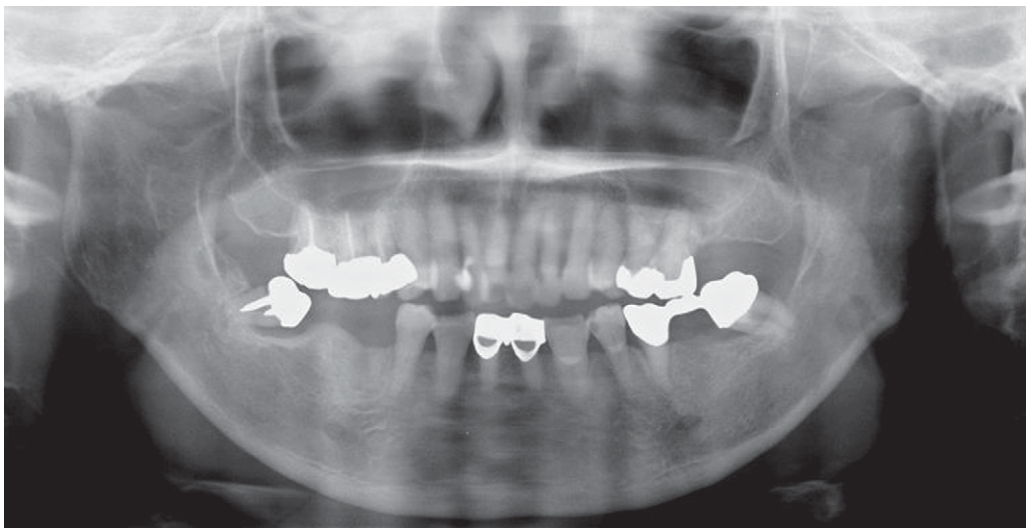
- A cabeça da mandíbula se hipertrofia e observa-se o seu alongamento.
- Há casos em que vem acompanhada de hipertrofia do processo coronoide.

#### *Aspecto radiográfico do espaço e fossa mandibular*

- Observa-se o estreitamento ou a diminuição da fossa mandibular.

### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- É necessário discriminá-la do osteoma e condroma.



**Figura 12-249** Radiografia panorâmica mostrando hipoplasia das cabeças mandibulares.



**Figura 12-250** Corte de radiografia panorâmica mostrando hiperplasia da cabeça mandibular esquerda.

### **Cabeça dupla (bífida) congênita da mandíbula**

#### *Aspectos radiográficos das articulações (estruturas ósseas)*

- Na imagem frontal da cabeça da mandíbula, observa-se, em sua borda superior, uma radiolucência tipo fissura parecendo dividir a cabeça da mandíbula em duas partes.

#### *Aspecto radiográfico do espaço e fossa mandibular*

- A cavidade articular apresenta uma imagem normal.

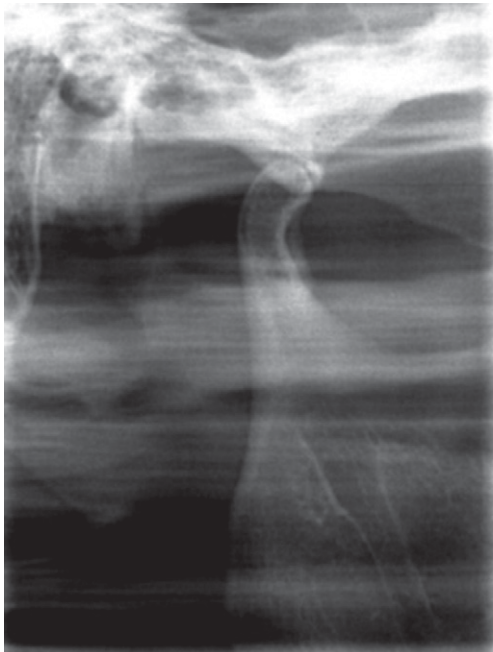
#### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- É necessário discriminá-lo da fratura da cabeça da mandíbula.

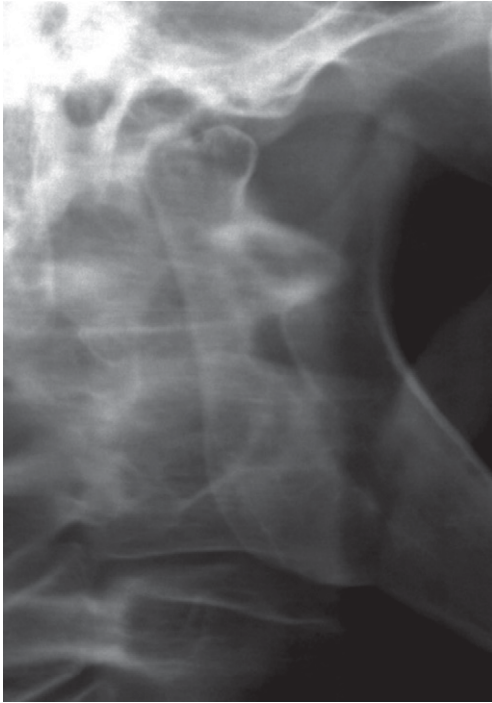
### **Osteoartrose da ATM**

#### *Aspectos radiográficos das articulações (estruturas ósseas)*

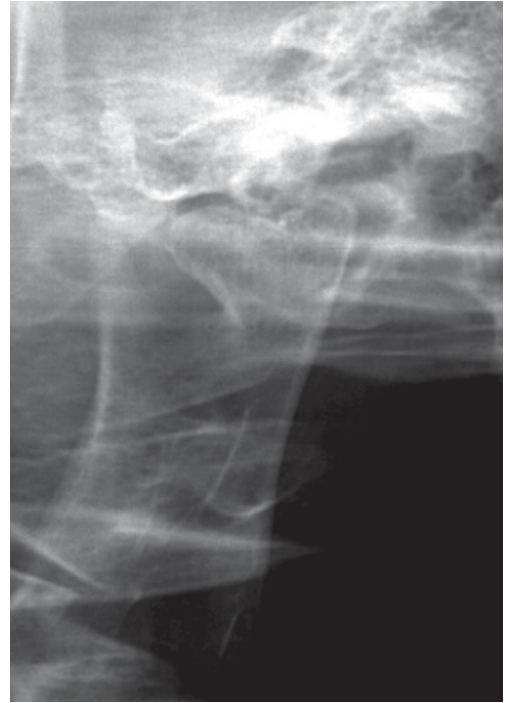
- Não apresenta uma aparência radiográfica característica.



**Figura 12-251** Radiografia de ATM mostrando hiperplasia da cabeça mandibular esquerda.



**Figura 12-252** Corte de radiografia panorâmica mostrando a cabeça mandibular bifida do lado direito da mandíbula.



**Figura 12-253** Corte de radiografia panorâmica mostrando a cabeça mandibular bifida do lado esquerdo da mandíbula.

- As principais aparências são a anomalia de posição, erosão, limitação motora, etc.

#### *Aspecto radiográfico do espaço e fossa mandibular*

- Observa-se o estreitamento ou a expansão da cavidade articular.

#### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- Em alguns casos, podem ser observadas a hipoplasia, interrupção e hipertrofia do osso cortical.

### **Condromatose sinovial**

#### *Aspectos radiográficos das articulações (estruturas ósseas)*

- Corpos parcialmente radiopacos no espaço articular. Muitas vezes não são calcificados e não são visíveis em radiografias convencionais.

#### *Aspecto radiográfico do espaço e fossa mandibular*

- Observa-se o estreitamento ou a expansão da cavidade articular.



**Figura 12-254** Desenhos esquemáticos das mudanças degenerativas que podem ocorrer na cabeça da mandíbula.

### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- Múltiplos nódulos cartilagosos metaplásticos no tecido conjuntivo sinovial, formando múltiplos corpos livres nos compartimentos superior e inferior da articulação.
- Edema, dor, ruídos.

## Patologias das Glândulas Salivares

### *Sialoadenites*

- Infecções bacterianas
- Viróticas
- Processos autoimunes
- Radioterapia

### **Sialoadenite aguda purulenta**

#### *Sialografia dos dutos*

- Observam-se a dilatação (ectasia) e constrição (estenose) irregulares do sistema de ductos da glândula salivar.

#### *Sialografia do parênquima glandular*

- Existem diversos tipos, desde aqueles com aparência de parênquima glandular quase normal, até os com aparência de parênquima glandular com imagem por contraste com grandes comprometimentos

### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- É contraindicada a sialografia no caso de inflamação aguda, porém em alguns casos ela é realizada com o objetivo de discriminá-la da sialolitíase

### **Sialoadenite crônica purulenta**

#### *Sialografia dos dutos*

- Observam-se a dilatação e constrição irregulares do ducto principal e do sistema de ductos e apresenta uma imagem de “contas de colar”.  
Ectasia e estenose

#### *Sialografia do parênquima glandular*

- Observa-se a distribuição de sombras granuladas irregulares.

- Quando a destruição do parênquima glandular avança, passam a ser observadas alterações com aparência de pequenos cistos

### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- Na aparência em TC, a glândula salivar está um pouco fora de normalidade e apresenta uma densidade não-uniforme.

### **Sialoadenite característica**

#### *Sialografia dos dutos*

- Não apresenta uma imagem radiográfica com característica especial.

#### *Sialografia do parênquima glandular*

- Não apresenta uma imagem radiográfica com característica especial.

### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- Como bactérias causadoras de inflamação, existem a tuberculose, sífilis, actinomicose etc.
- A de origem virótica a mais representativa é a parotidite epidêmica infantil: 4 – 14 anos
- Maior incidência no inverno e primavera
- Transmissão por contato direto, respiratória
- Incubação: 12 – 25 dias
- Dor
- Alterações gonadais e pancreatites

## Tumores da Glândula Salivar

### *Benignos*

### **Adenoma pleomórfico**

#### *Imagens sialográficas dos dutos*

- Observam-se os ductos comprimidos pela pressão do desenvolvimento do tumor.

#### *Sialografia do parênquima glandular*

- No corpo glandular, observa-se uma imagem de falta de preenchimento de substância de contraste.

### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- Corresponde a 70 % dos tumores da glândula salivar benignos.
- Surgem eletivamente em glândula parótida.

### **Tumor de Wartin**

#### *Sialografia dos dutos*

- Observam-se os ductos comprimidos pela pressão do desenvolvimento do tumor.

#### *Sialografia do parênquima glandular*

- No corpo glandular, observa-se uma imagem de falta de preenchimento de substância de contraste.

### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

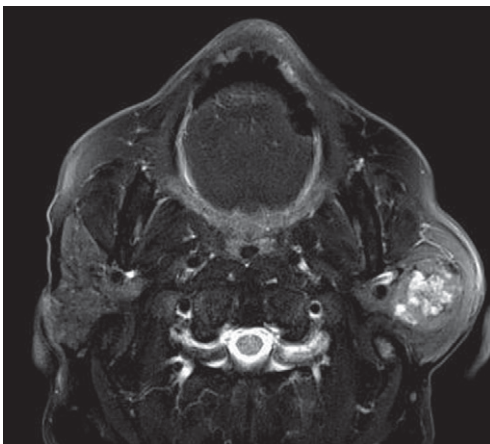
- Caracteriza-se por apresentar uma imagem com concentração de  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetato em exames de cintilografia
- Aparece eletivamente em homens.

## **Malgnos**

### **Carcinoma mucoepidermoide/Carcinoma epidermoide/Adenocarcinoma/Carcinoma não diferenciado**

#### *Sialografia dos dutos*

- Observa-se a lise dos ductos e acúmulos irregulares de soluções de contraste de tamanhos variados



**Figura 12-255** Corte tomográfico axial mostrando o tumor de Wartin.

### *Sialografia do parênquima glandular*

- Podem ser observados o defeito de acúmulo devido a lise dos tecidos e o vazamento do meio de contraste para o interior do parênquima glandular.

### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- Caso apareça um tumor na glândula parótida, poderá apresentar a paralisia do nervo facial.

## **Anomalia de desenvolvimento**

### **Aplasia da glândula salivar**

#### *Sialografia dos dutos*

- Devido à aplasia da glândula salivar, verifica-se a ausência de ductos.

#### *Sialografia do parênquima glandular*

- Em função da aplasia da glândula salivar, o corpo glandular encontra-se ausente.

### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- A ausência congênita da glândula salivar é rara.

## **Patologia de obstrução do ducto**

### **Sialolito**

#### *Sialografia dos dutos*

- A obstrução do ducto pode ocorrer devido a acúmulo de mucinas ou à sialolitíase.

#### *Sialografia do parênquima glandular*

- O parênquima glandular não é evidenciado por impedimento da introdução de substância de contraste (sialografia).

### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

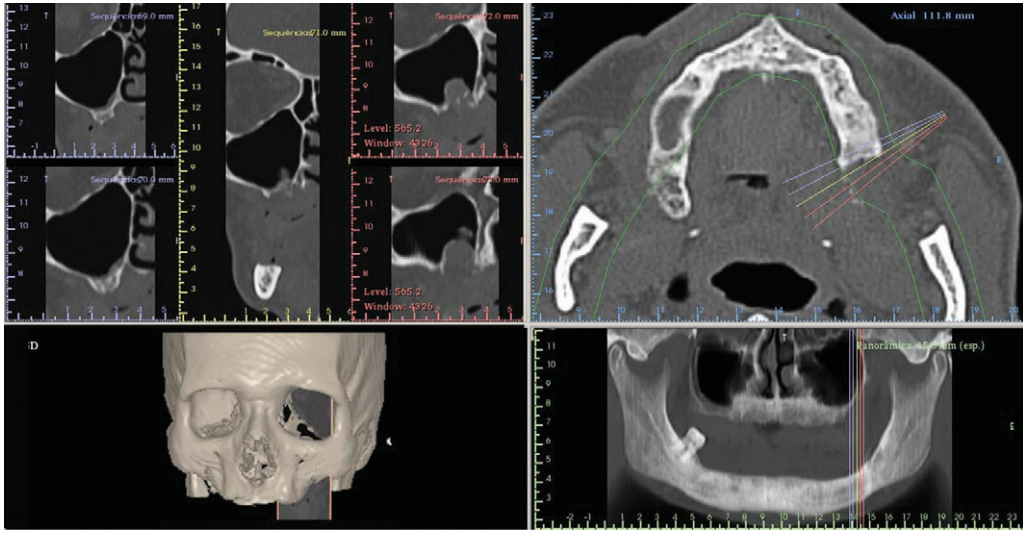
- Caso existam cistos e tumores em torno do ducto salivar, pode ocorrer a obstrução desse ducto.

## **Doenças autoimunes**

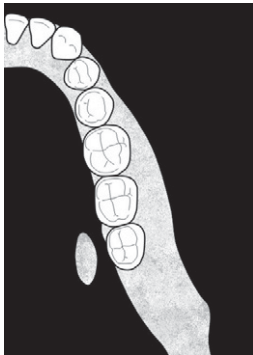
### **Síndrome de Sjögren**

#### *Sialografia dos dutos*

- Não é observada quase nenhuma alteração do ducto.



**Figura 12-256** Corte de imagens tomográficas de tumor maligno, carcinoma mucoepidermoide na região maxilar esquerda. Veja como o tumor invade o seio maxilar da região.



**Figura 12-257** Desenho esquemático mostrando um sialolito, ou calcificação no ducto da glândula submandibular ou sublingual.



**Figura 12-258** Corte tomográfico axial de mandíbula mostrando um sialolito, ou calcificação no ducto da glândula submandibular.

- Mesmo que ocorra dilatação (ectasia) ou constrição (estenose) do ducto, esta será mínima.

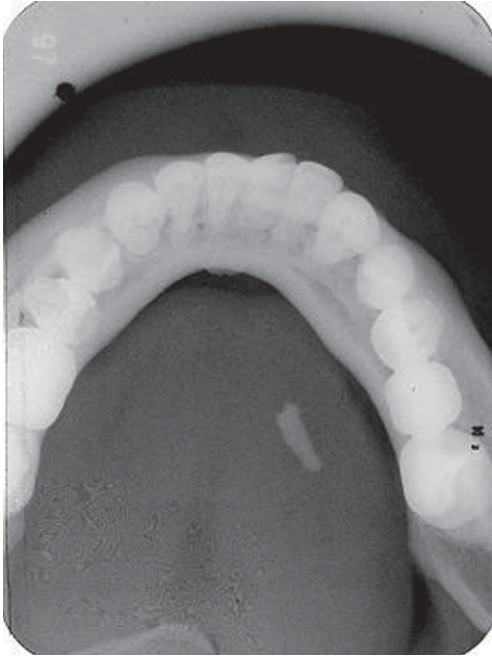
#### *Sialografia do parênquima glandular*

- Observa-se a ectasia (acúmulo) do meio de contraste em forma de pequenos círculos de 1~2 mm.
- Num caso típico, apresenta uma aparência de “árvore frutífera”.
- Numa imagem do estágio terminal, torna-se difícil discriminá-lo de uma aparência maligna.

- Imagem com aspecto:
  - Puntiforme
  - Globular
  - Cavitário
  - Destrutivo

#### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- Além das patologias de glândula salivar e de glândula lacrimal, podem ser observadas ainda a artrite reumatoide e outras doenças.



**Figura 12-259** Radiografia oclusal do caso da Figura 12.258, mostrando um sialolito, ou calcificação no ducto da glândula submandibular.

- Aparece eletivamente em mulheres acima de 45 anos de idade
- Doença autoimune com linfadenopatia
- Proliferação epitelial nos ductos salivares terminais
- Xerostomia
- Ceratoconjutivite

### Síndrome de Mikulicz

#### Sialografia dos dutos

- No estágio inicial, o ducto principal apresenta uma imagem normal, porém, à medida que avança o estágio, passa a apresentar uma aparência de dilatação.
- Os ductos salivares periféricos, no final, não aparecerão mais na imagem.

#### Sialografia do parênquima glandular

- Existem vários tipos, desde aquele que apresenta uma aparência de aumento do tumor do corpo glandular até o que apresenta defeito na sombra difusa.

### Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos

- No caso da doença de Mikulicz, o que a caracteriza é o fato de as lesões se limitarem apenas em glândulas salivar e lacrimal.
- No caso da síndrome de Mikulicz, aparecem, junto com a doença de Mukulicz, doenças sistêmicas como linfoma e sarcoidose.

## Patologias do Tecido Mole

### Tumores

#### Hemangioma

##### Aparências clínicas

- O hemangioma esponjoso apresenta túberculo azulado.
- Os pontos eleitos são as regiões do lábio, da bochecha e do palato.
- O hemangioma esponjoso tende a ser acompanhado de flebólitos.

##### Diagnósticos diferencial

- Mucocele
- Rânula

##### Aparências radiográficas

- Calcificações distróficas circulares e espalhadas em vasos com radiopacidade de média densidade
- Aspecto hamartomatoso
- Maior incidência em mulheres; média de 10 a 20 anos de idade, na mandíbula
- Aspecto de trombos calcificados com radiolucência no centro, circulares ou ovoides de tamanhos variados

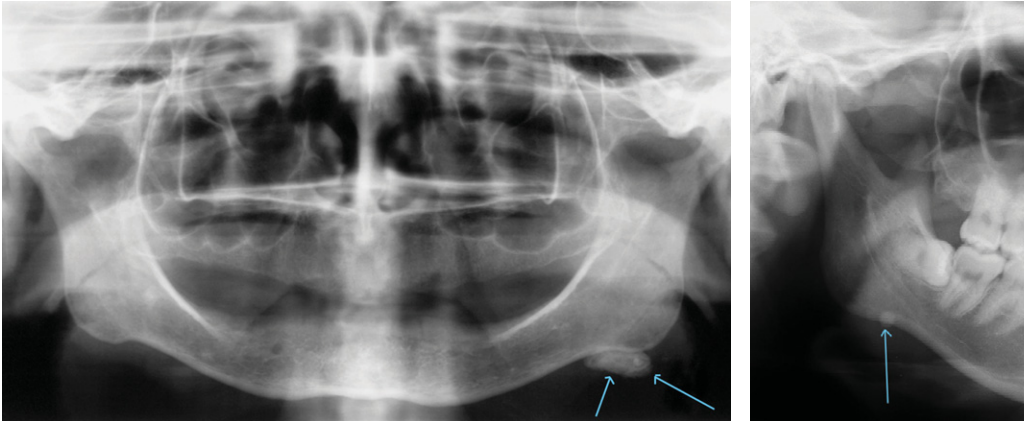
#### Rânula

##### Aparências clínicas

- A rânula rasa apresenta expansão azulada.
- Apresenta no assoalho da boca ou na região submandibular uma expansão flutuante
- Composto de mucina, gerados por uma ruptura no ducto de glândula sublingual causada por trauma local

##### Diagnósticos diferencial

- Mucocele
- Hemangioma



**Figura 12-260** Radiografia panorâmica e corte mostrando sialolitos localizados próximos ao ângulo mandibular. A imagem da esquerda mostra um sialolito com mais de 2,0cm. O tamanho mais comum dessa calcificação é visto na imagem à direita.



**Figura 12-261** Reconstrução 3D e corte de radiografia panorâmica mostrando flebólitos na região mandibular. Note que há várias calcificações.

### Aparências radiográficas

- Por meio do exame radiográfico por contraste do cisto pode-se obter a sua imagem.
- Por meio do exame de TC ou de ultrassonografia torna-se possível o diagnóstico final.

### Calcificações

#### Linfonodo

#### Aparências clínicas

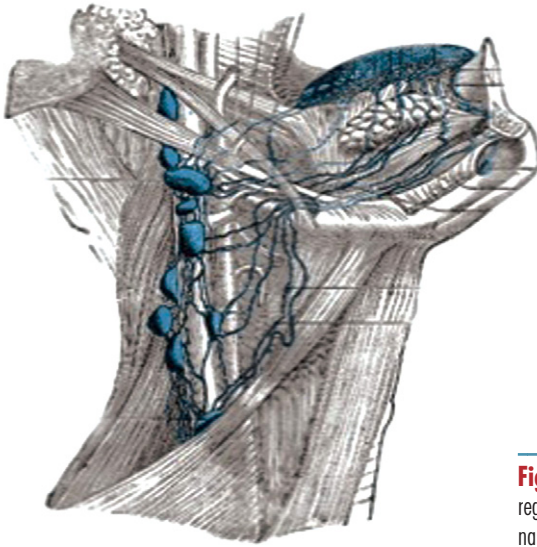
- O ponto de eleição é a região cervical ou submandibular.
- Podem ser ocasionados por processos benignos — reacionais (infecciosos específicos e inespecíficos).
- Por processos malignos — doenças neoplásicas (linfoproliferativas e metastáticas).

#### Diagnósticos diferencial

- Sialolito
- Flebólito

#### Aparências radiográficas

- Apresenta uma imagem radiopaca tipo circular.
- Massas calcificadas múltiplas bem definidas de imagem mista na região cervical. História progressiva de infecção pela tuberculose.
- As calcificações podem ser bilaterais abaixo da mandíbula



**Figura 12-262** Desenho ilustrando a cadeia linfática na região do pescoço. Note que essa região sempre é representada nas imagens de radiografias panorâmicas.

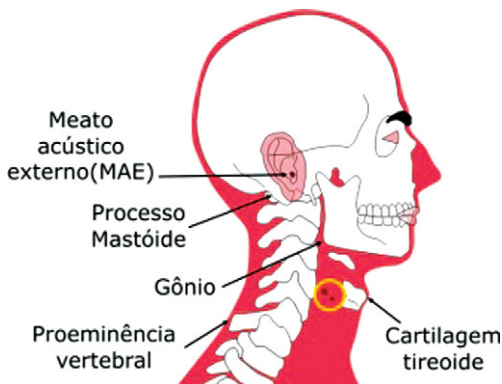
## Cartilagem laríngea

### Aparências clínicas

- Os pontos de eleição são a cartilagem tireoide e a cartilagem circular.
- Com o avançar da idade, progressivamente ocorre calcificação das cartilagens laríngeas.

### Diagnósticos diferencial

- Corpos estranhos



**Figura 12-263** Desenho esquemático ilustrando a cartilagem laríngea tireoideia. Devido a sua localização muitas vezes sua imagem será representada nas imagens de radiografias panorâmicas, o que poderá levar à suspeita diagnóstica de ateroma.

- Ateromas calcificados localizados na artéria carótida

### Aparências radiográficas

- Apresenta na região da laringe uma imagem radiopaca em forma de faixa. Em radiografias panorâmicas, as calcificações apresentam-se como imagens radiopacas bilaterais abaixo do ângulo da mandíbula, ao nível das vértebras cervicais C3 e C4.
- Nas radiografias cefalométricas, observa-se uma imagem radiopaca na região inferior ao osso hióide, na altura das vértebras cervicais C3, C4 e C5.

## Ossificação do ligamento estilo-hióideo

### Aparências clínicas

- O ponto de eleição é o ligamento estilo-hióideo. Une o processo estiloide ao corno menor do osso hióide, formando a cadeia estilo-hióidea. Desenvolve-se da cartilagem do segundo arco hióide ou branquial, podendo originar quatro partes ósseas, denominadas em estilo-hióidea, tímpano-hióidea, epi-hióidea e cerato-hióidea.
- Pode originar uma série de sintomas como disfagia, facialgia, otalgia, cefaleia, zumbido e trismo. Este conjunto de sintomas associado à presença da apófise estiloide calcificada é conhecido como Síndrome de Eagle.



**Figura 12-264** Radiografia panorâmica mostrando a calcificação do ligamento estilo-hioídeo (ligamento).

- A ciência ainda não sabe como parar a calcificação do ligamento estilo-hioídeo. Quando a calcificação é grande e incomoda o paciente, principalmente ao deglutir, alguns cirurgiões recomendam a remoção cirúrgica.

#### *Diagnósticos diferencial*

- Nevralgia facial.

#### *Aparências radiográficas*

- O processo estiloídeo e o osso hioídeo se juntam na imagem radiopaca. Alongamento pela calcificação > 30 mm.

#### **Sialolitíase**

##### *Aparências clínicas*

- Região de maior incidência abaixo da base e próximo ao ângulo da mandíbula.
- Estrutura calcificada que se desenvolvem no interior dos ductos das glândulas salivares chamada de sialolito
- Aumento de dor e inflamação

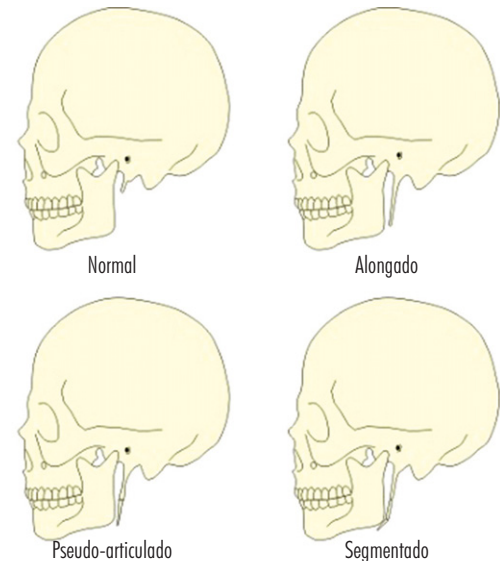
##### *Aparências radiográficas (Figura 12.268)*

- Imagens radiopacas de formato esférico ou elíptico.
- Radiografia oclusal é a mais indicada.
- Radiografia panorâmica na região submandibular.

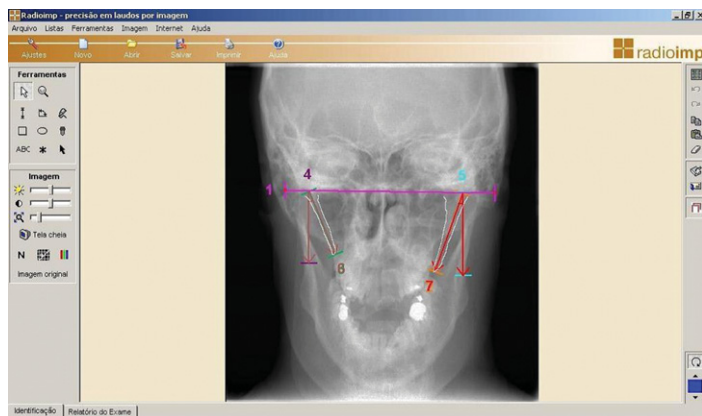
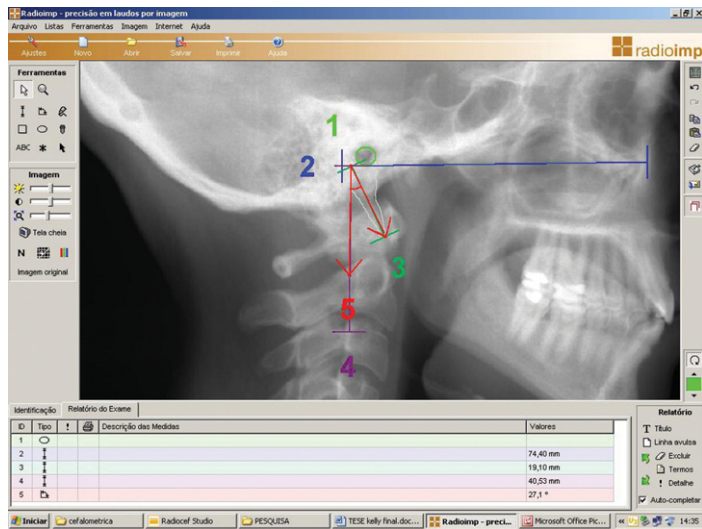
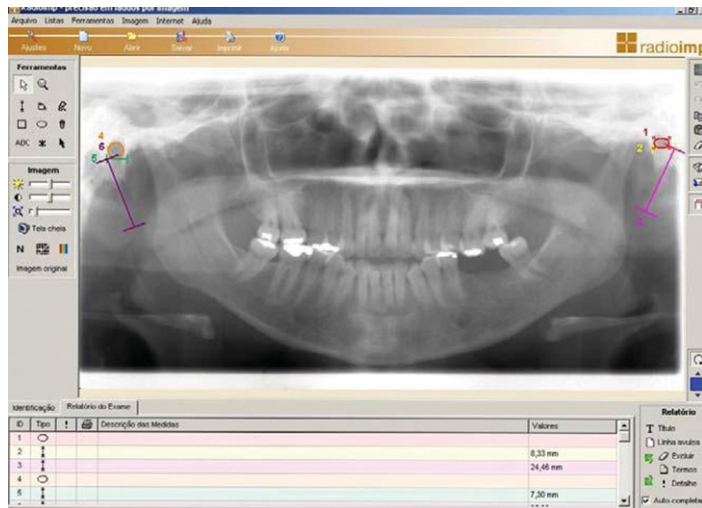
#### **Ateromas**

##### *Aparências clínicas*

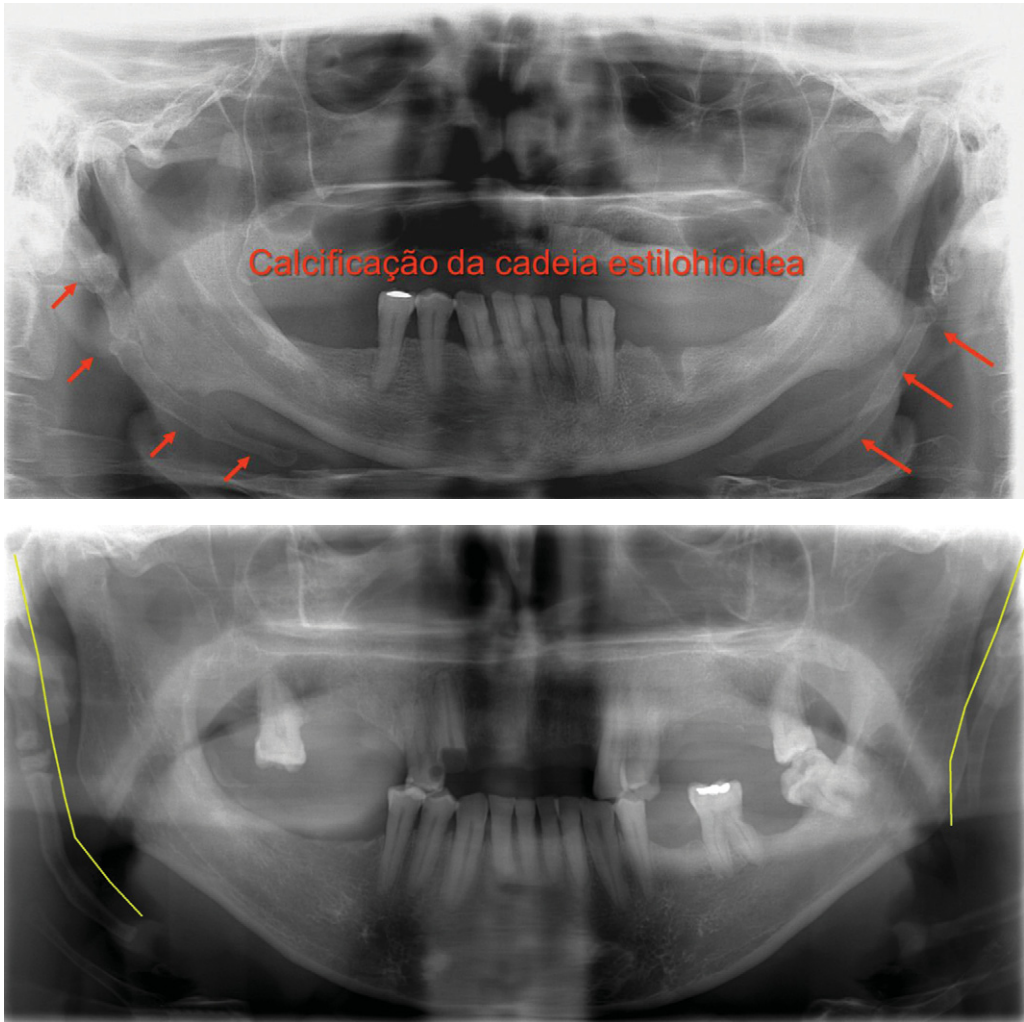
- São placas compostas de lipídeos e tecido fibroso, que se formam na parede dos vasos sanguíneos na bifurcação da carótida. Acumulam-se progressivamente no vaso, obstruindo o fluxo sanguíneo, ocasionando desprendimento de trombos e isquemias teciduais.



**Figura 12-265** Desenho esquemático dos tipos de processos estiloídeos.



**Figura 12-266** Forma de medir o comprimento e ângulo do processo estilóide, utilizando radiografias panorâmica, cefalométrica e PA. Para realizar as medidas é possível utilizar qualquer *software* que faça medidas.



**Figura 12-267** Radiografias panorâmicas mostrando diferentes formas e tamanhos da calcificação do ligamento estilo-hioíde.

- Os ateromas são a manifestação de aterosclerose

#### *Diagnósticos diferencial*

- Sialólitos, flebólitos, linfonodos calcificados

#### *Aparências radiográficas*

- Em radiografias panorâmicas pode-se observar radiopacidades nodulares únicas ou múltiplas em linhas verticais, localizadas próximas ao espaço intervertebral entre C3 e C4 de 2 a 4 centímetros abaixo

do ângulo da mandíbula, acima ou abaixo do osso hioíde.

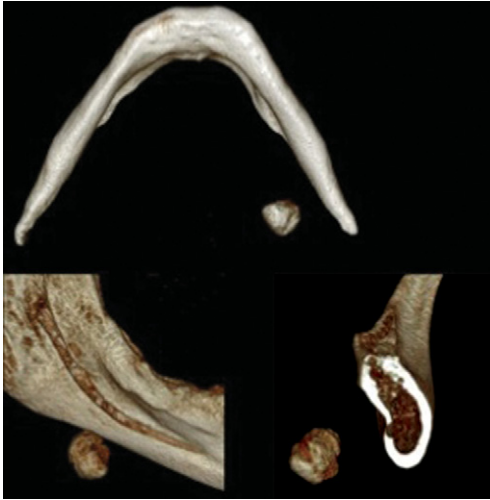
## Outras Doenças

### *Doenças Sistêmicas*

#### **Disostose cleidocraniana**

#### *Aparências radiográficas (Figura 12.272)*

- As aparências principais são a ausência total ou parcial da clavícula e a sutura incompleta do crânio.
- Palato estreito - micrognatia maxilar



**Figura 12-268** Cortes tomográficos mostrando a sialolítíase.

- Dentes supranumerários ou inclusos; têm retenção prolongada da dentição decídua e um atraso na erupção da dentição

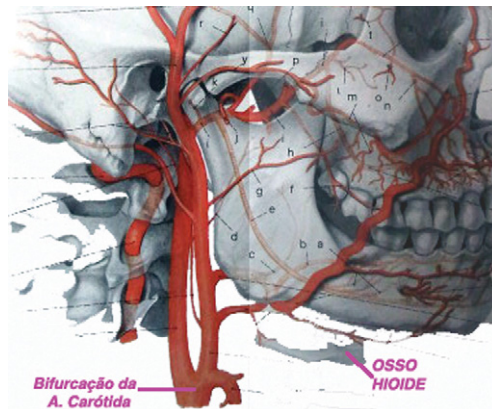
*Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- Estatura baixa, exoftalmia;
- Terço médio da face hipoplásico;
- Suturas e fontanelas com fechamento tardio;
- Ausência ou hipoplasia de clavículas; permanente.
- Braquicefalia

**Displasia Ectodérmica**

*Aparências radiográficas*

- Hipodontia ou anodontia
- Ponte nasal em sela



**Figura 12-269** Desenhos esquemáticos mostrando a localização mais comum dos ateromas, na bifurcação da artéria carótida, e também essa mesma localização vista em uma radiografia panorâmica.

### Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos

- Desordens genéticas resultantes de anormalidades de estrutura ou função de dois ou mais componentes derivados do ectoderma (pelos, dentes, unhas e glândulas sudoríparas).
- Hipoidrose, hipotricose, hiperpigmentação
- Fronte proeminente

### Osteopetrose

#### Aparências radiográficas

- Grande aumento da densidade óssea, bilateralmente simétrica.
- Os ossos podem estar com tamanho discretamente aumentado.
- Defeitos dentais como atraso de erupção e esfoliação prematura, anodontia, má formação de raízes e coroas e dentes pouco calcificados e propensos a cáries
- Nas vértebras e falanges, pode apresentar uma aparência de vértebras “sanduíche” ou “bone-within-a bone”

### Pontos importantes nos diagnósticos Radiográficos

- Aumento da densidade óssea de forma difusa
- É também chamada de doença de Albers-Schönberg. Pode ser congênita (maligna) ou de aparecimento tardio (benigna). No

caso de ser congênita é devido à hereditariedade recessiva autossômica e normalmente termina em parto de natimorto.

- Quando é de aparecimento tardio, isto se deve à hereditariedade dominante autossômica.

### Osteoporose

#### Aparências radiográficas

- Diminuição dos ossos trabeculares e aumento dos espaços medulares
- A principal aparência radiográfica é a radiolucência difusa em grande extensão dos ossos quando avançados.
- É também uma das características a superfície do periósteo interno tornar-se irregular e o osso cortical tornar-se estreito e porosos.

### Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos

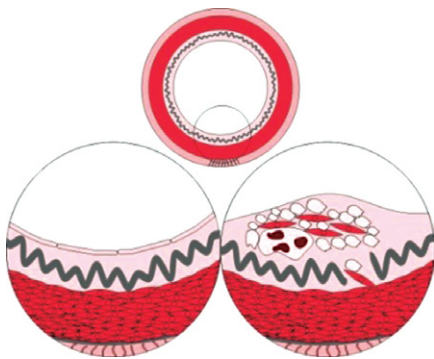
- A osteoporose caracteriza-se por apresentar a calcificação do estroma ósseo normal, apesar de a quantidade deste estroma ósseo ser anormalmente baixa.
- A osteoporose em si não apresenta sintomas clínicos especiais, porém, conforme a doença que causou a osteoporose, seus sintomas clínicos variam.

## Outras Anomalias Maxilomandibulofaciais

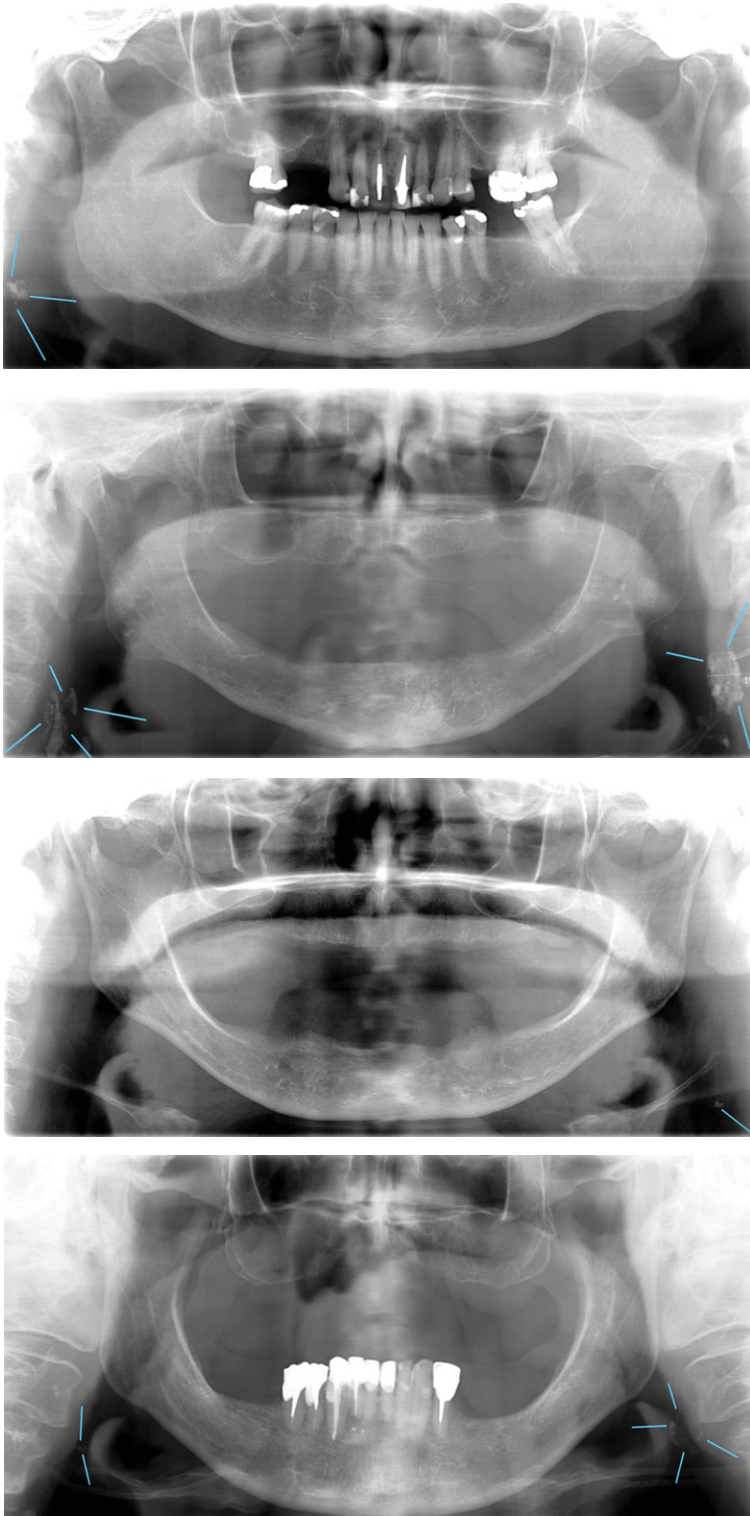
### Fendas Palatinas

#### Aparências radiográficas (Figura 12.276)

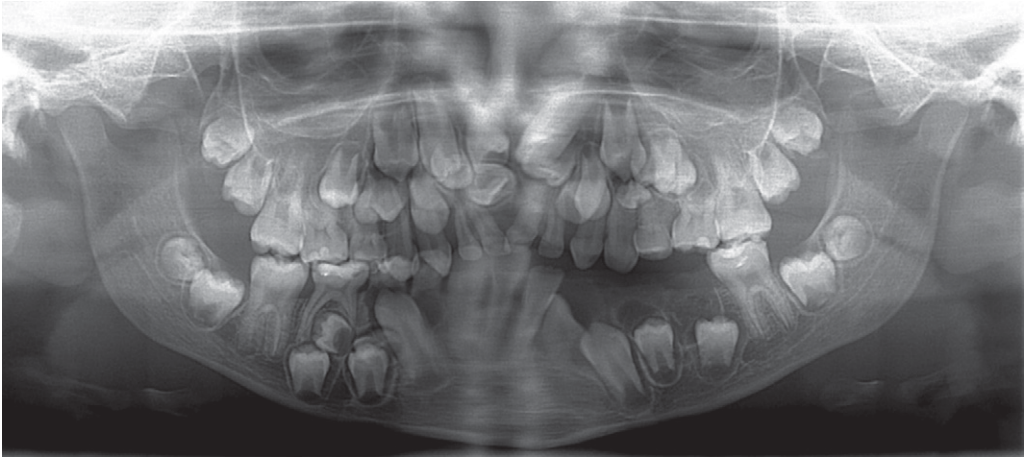
- A aparência da fenda palatina varia de acordo com a gravidade do caso.
- Existem vários tipos, desde as fendas palatinas somente da úvula e do palato mole, até aquela que se estende do palato até a crista alveolar.
- A queiloquise e as fendas palatinas da úvula e do palato mole não apresentam aparências radiográficas.
- Caso a fenda palatina se estenda do palato até a crista alveolar, a região apresenta uma solução de continuidade de radiolucência unilateral ou bilateral.



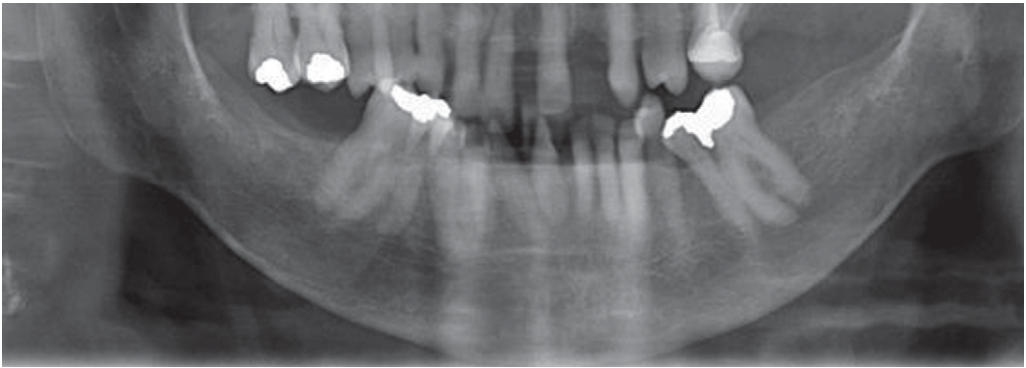
**Figura 12-270** Desenho esquemático mostrando a formação e calcificação da placa gordurosa localizada na parede de um vaso sanguíneo, ou os ateromas.



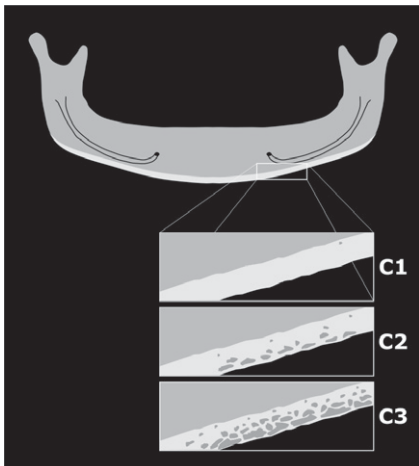
**Figura 12-271** Radiografias panorâmicas mostrando diferentes formas de ateromas na região infra e supra-hióidea.



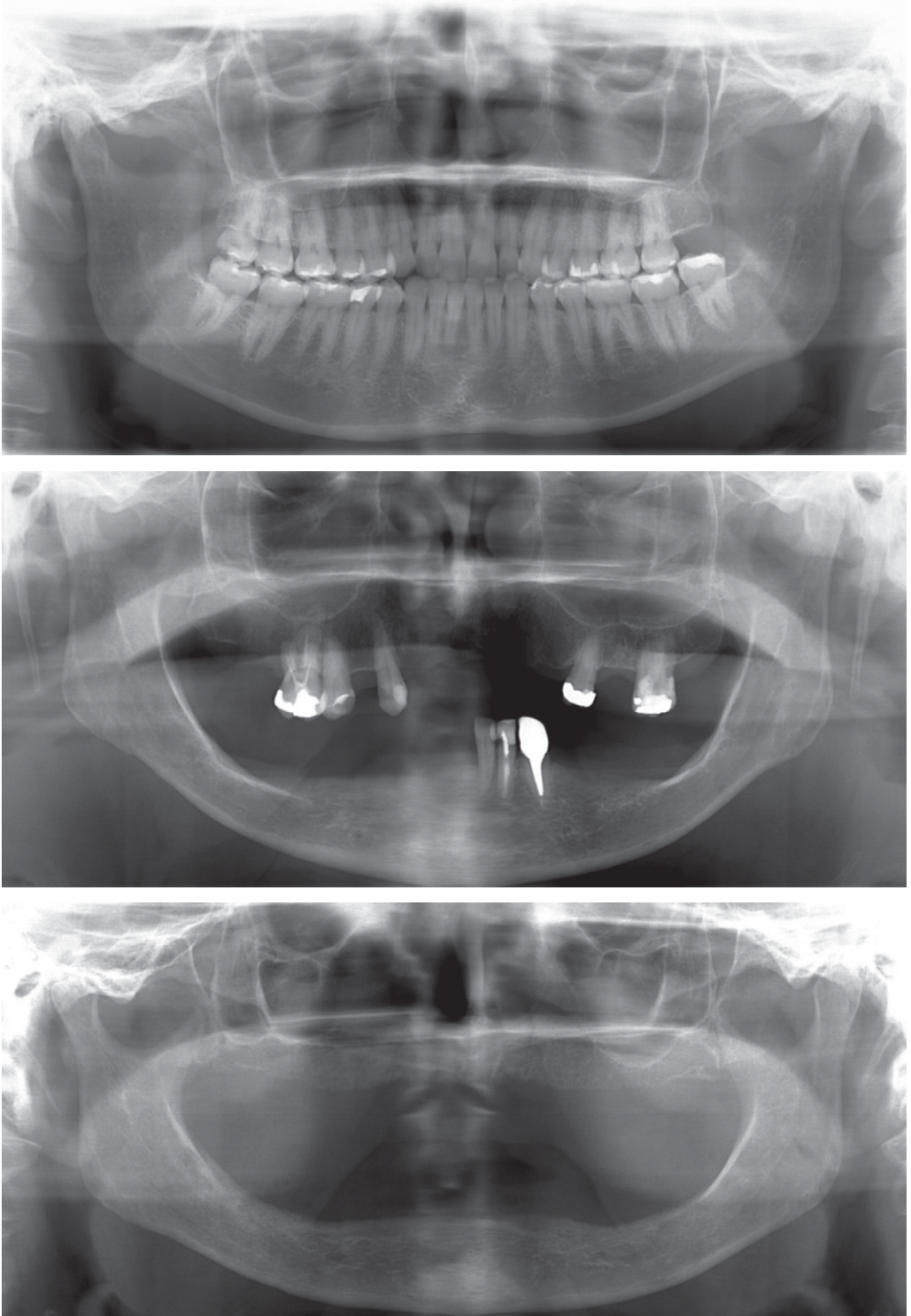
**Figura 12-272** Radiografia panorâmica mostrando um caso de disostose cleidocraniana. Note que há evidente atraso na erupção dos dentes permanentes, além de vários dentes deciduos.



**Figura 12-273** Corte de radiografia panorâmica mostrando uma mandíbula osteopênica, com afinamento da cortical inferior.



**Figura 12-274** Desenho esquemático mostrando as diferentes classificações feitas por Klemetti (1994) para avaliar a qualidade óssea mandibular, com respeito ao risco de osteoporose. Classe I de Klemetti; classe II de Klemetti; classe III de Klemetti.



**Figura 12-275** Radiografias panorâmicas mostrando as diferentes classificações feitas por Klemetti (1994) para avaliar a qualidade óssea mandibular, com respeito ao risco de osteoporose.

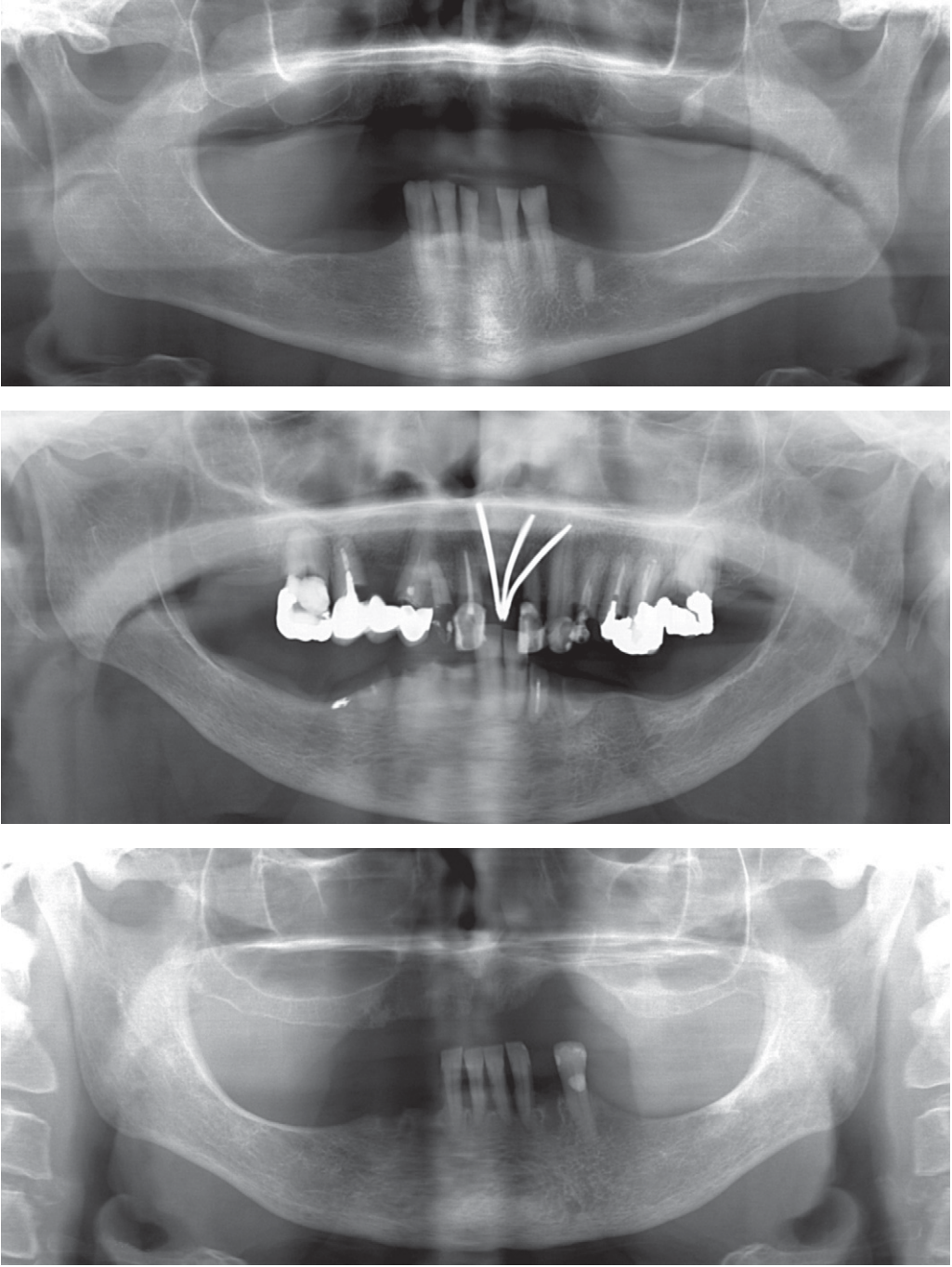


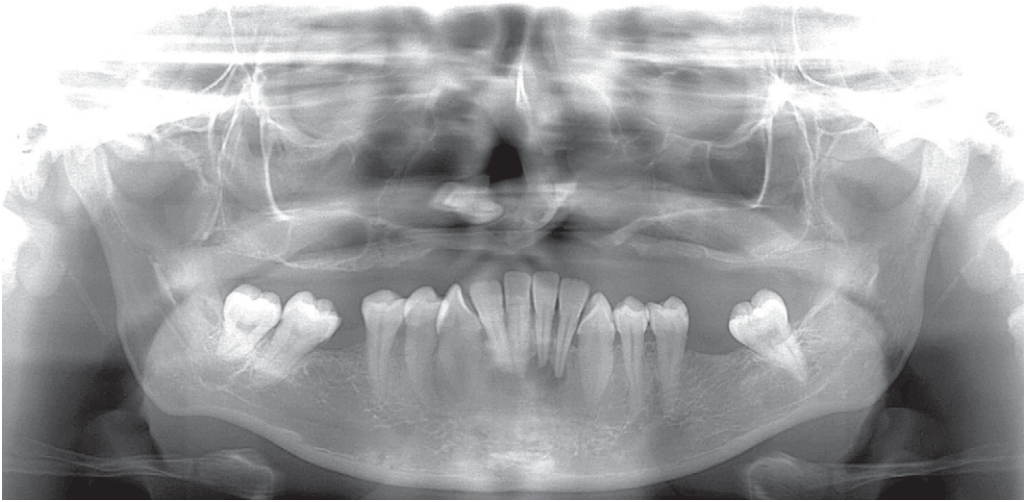
Figura 12-275 (cont.)



**Figura 12-276** Radiografia panorâmica mostrando um caso de fenda palatina.



**Figura 12-277** Radiografia panorâmica mostrando um caso de fenda palatina bilateral. Abaixo vemos uma radiografia PA do caso.



**Figura 12-278** Radiografia panorâmica mostrando um caso de fenda palatina. Note a inclusão de dois dentes.

### *Pontos importantes nos diagnósticos radiográficos*

- O ponto de eleição da fenda palatina é a região entre incisivo lateral e canino do lado esquerdo.
- Os casos de fenda palatina apresentam, como anomalia de dentes, a anodontia, principalmente a falta dos dentes incisivos laterais, além de anomalias morfológica e de posição.
- Malformações da fenda do lábio inferior e da mandíbula são raras.

### **Bibliografia**

1. American Dental Association; U.S. Food & Drug Administration. The Selection of Patients For Dental Radiograph examinations. Guidelines for Prescribing Dental Radiographs. 2004.
2. Andrade KM, Mazzetto MO, Watanabe PCA. A precisão do Índice Panorâmico Mandibular na detecção de pacientes com osteopenia e osteoporose. 31 JORP; 2009.
3. Araújo DV, Oliveira JHA, Bracco OL. Custo da fratura osteoporótica de fêmur no sistema suplementar de saúde brasileiro. Arq Brás Endocrinol Metab. 2006, 49(6): 897-901.
4. Barge K. Dental X-rays accurately predict osteoporosis risk. J Dent Hyg (United States), Spring 2007, 81(2) p42.
5. Benson BW, Prihoda TJ, Glass BJ. Variations in adult cortical bone mass as measured by a panoramic mandibular index. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1991;71:617-21.
6. Bouxsein, L. M., Bone quality: where do we go from here? Osteoporosis Int, n.14, suppl., part V, p. 118- 127, aug, 2003.
7. Bras J, de Jonge HK, van Merkesteyn JP. Osteoradionecrosis of the mandible: pathogenesis. Am J Otolaryngol 1990;11(4):244-250.
8. Bras J, Ooij CP van, Abraham-Inpijn K, Kussen GJ, Wilmink JM. Interpretation of the mandibular angular cortex: a diagnostic tool in metabolic bone loss. Part I. Normal state and postmenopausal osteoporosis. Oral Surg. 1982; 53:541-545.
9. Çakur B, Dagistan S, Sahin A, Harorli1 A, Yilmaz AB. Reliability of mandibular cortical index and mandibular bone mineral density in the detection of osteoporotic women. Dentomaxillofacial Radiology (2009) 38, 255-261.
10. Copete mma, Kawamata A, Langlais RP. Solitary bone cyst of the jaws. Radiographic review of 44 cases. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 1998, v. 85, n.2, p. 221-25. A.
11. Cosman R, Lindsay R. Therapeutic potential of parathyroid hormone. Curr Osteoporos Rep. 2004;2:5-11.
12. Cutright DE. The histopathologic findings in 583 cases of epulis fissuratum. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1974;37(3):401-411.
13. Donowski, J. Qualidade óssea. Boletim da SOBEMOM, Rio de Janeiro, ano III, n. 7, jan-abr, 2005.
14. Drage NA, Whaites EJ, Hussain K. Hemangioma of the mandible. Br J Oral Maxillofac Surg 2003; 41(2):112-114.

15. Dunfee BL, Sakai O, Pistey R, Gohel A. Radiologic and Pathologic Characteristics of Benign and Malignant Lesions of the Mandible. *RadioGraphics* 2006; 26:1751-1768.
16. Eddy D; et al. Osteoporosis: Review of the evidence for prevention, diagnosis, and treatment and cost-effectiveness analysis. *Osteoporosis International*, 8(Sup. 4):S1-S88, 1988.
17. Edeiken J. Roentgen diagnosis of diseases of bone. (4th ed.) Baltimore: Williams & Wilkins, 1989 (Harris JJ, ed. Golden's diagnostic radiology).
18. Eisman JA. Genetics of osteoporosis. *Endocr Ver*, v.20, p.788-804, 1999.
19. Elsubeihi ES, Heersche JN. Comparison of the effect of ovariectomy on bone mass in dentate and edentulous mandibles of adult rats. *Eur J Prosthodont Restor Dent (England)*, Mar 2009, 17(1) p9-21.
20. Farman AG, Nortjé CJ, Wood RE. Oral and maxillofacial diagnostic imaging. St Louis: Mosby-Year Book 1993.
21. Friedlander AH, Garrett NR, Norman DC. The prevalence of calcified carotid artery atheromas on the panoramic radiographs of patients with type 2 diabetes mellitus. *J Am Dent Assoc*. 2002 Nov; 133(11):1516-23.
22. Glaser C, Lang S, Pruckmayer M, MiMesi W Rasse M, Marosi C, Leitira T Clinical manifestations and diagnostic approach to metastatic cancer of the mandible. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 1997; 26:365-368.
23. Hallstrom et al, *Osteoporosis International*, Online Edition, May 2006
24. Waugh EJ. et al, *Osteoporosis International*, Volume 20, 2009
25. Hermans R, Fossion E, Ioannides C, Van den Bogaert W, Ghekiere J, Baert AL. CT findings in osteoradionecrosis of the mandible. *Skeletal Radiol* 1996;25(1):31-36.
26. Holtzman L. Radiographic manifestation and treatment considerations in a case of multiple neurofibromatosis. *J Endod* 1998;24(6): 442-443.
27. Homer K, Devlin H, Harvey L. Detecting patients with low skeletal bone mass. *J Dent*. 2002; 30:171-175.
28. Hudson JW. Osteomyelitis of the jaws: a 50-year perspective. *J Oral Maxillofac Surg* 1993;51(12): 1294-1301.
29. Ishii K, Taguchi A, Nakamoto T, Ohtsuka M, Sutthiprapaporn P, Tsuda M, Kodama I, Kudo Y, Sumida H, Sui Y, Tanimoto K. Diagnostic efficacy of alveolar bone loss of the mandible for identifying postmenopausal women with femoral osteoporosis. *Dentomaxillofac Radiol (England)*, Jan 2007, 36(1) p28-33. (4):479-84.
30. Jagelavičien E, Kubilius R. The relationship between general osteoporosis of the organism and periodontal diseases. *Medicina (Kaunas)* 2006; 42(8): 613-618.
31. Kaneda T, Minami M, Kurabayashi T. Benign odontogenic tumors of the mandible and maxilla. *Neuroimaging Clin N Am* 2003; 13(3):495-507.
32. Klein CG. Avaliação da arquitetura óssea trabecular por meio de processamento de imagem digital em radiografias panorâmicas. Tese Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2005.
33. Klemetti E, Kolmakov S, Kroger H. Pantomography in assessment of the osteoporosis risk group. *Scand J Dent Res*. 1994;102: 68-72.
34. Klemetti E, Kolmakov S, Kröger H. Pantomography in assessment of the osteoporosis risk group. *Scand J Dent Res*. 1994; 102:68-72.
35. Klemetti E, Komakov S, Heiskanen P, Vainio P, Lassila V. Panoramic mandibular index and bone mineral densities in postmenopausal women. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1993; 75:774-779.
36. Kowalski SC, Sjenzeld VL, Ferraz MB. Utilização de recursos em osteoporose. *Ver Ass Méd Brasil*. 2001; 47(4): 352-7.
37. Kramer IRH, Pindborg JJ, Shar M. Histological typing of odontogenic tumours. In: World Health Organization—international histological Classification of tumours. 2nd ed. Berlin, Germany: Springer-Verlag, 1992; 1-42.
38. Ledgerton D, Horner K, Devlin H, et al. Panoramic mandibular index as a radiomorphometric tool an assessment of precision. *Dentomaxillofac Radiol*. 1997;26:95-100.
39. Ledgerton D, Horner K, Devlin H, et al. Radiomorphometric indices of the mandible in a British female population. *Dentomaxillofac Radiol*. 1999;28:173-81.
40. Lee BD, White SC. Age and trabecular features of alveolar bone associated with osteoporosis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod (United States)*, Jul 2005, 100(1) p92-8.
41. Lee K, Taguchi A, Ishii K, Sui Y, Fujita M, Nakamoto T, Ohtsuka M, Sanada M, Tsuda M, Ohama K, Tanimoto K, White SC Visual assessment of the mandibular cortex on panoramic radiographs to identify postmenopausal women with low bone mineral densities. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2005 Aug;100(2):226-31.
42. Dutra V, Yang J, Devlin H, Susin C. Radiomorphometric indices and their relation to gender, age, and dental status. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2005 Apr;99.

43. Lundstrom A, Jendlo J, Stenstrom B, Toss G, Ravalid N. Periodontal conditions in 70-year-old women with osteoporosis. *Swed Dent J*. 2001; 25:89-96.
44. Madewell JE, Ragsdale BD, Sweet DE. Radiologic and pathologic analysis of solitary bone lesions. Part I: Internal margins. *Radiol Clin N Am* 1981;19:715-748.
45. Mahl CRW, Licks R, Fontanella VRC. *Radiol Bras*. 2008 Mai/Jun;41(3):183-187.
46. Marques Neto JF, Lederman R.. *Osteoporose: Brasil ano 2000*. 1st ed. São Paulo: Limay; 1995.
47. Massaro R; Watanabe, P. C. A. Avaliação da qualidade óssea mandibular de pessoas desdentadas, com menos de 21 dentes e pessoas com mais de 21 dentes. 31 JORP, FORP; USP, 2009.
48. Migita H, Ohno A. Oral bony lesion in a patient with medical history of hyperparathyroidism. *Int J Oral Surg*. 1979; 8:67-70.
49. Miles DA, Kaugars GE, Van Dis M, Lovas JG. *Oral and maxillofacial radiology*. Philadelphia, Pa: Saunders, 1991.
50. Minami M, Kaneda T, Yamamoto H, et al. Ameloblastoma in the maxillomandibular region: MR imaging. *Radiology* 1992;184(2): 389-393.
51. Mohajery M, Brooks SL. Oral radiographs in the detection of early signs of osteoporosis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1992; 73:112-117.
52. Mohammad AR, Alder M, McNally MA. A pilot study of panoramic film density at selected sites in the mandible to predict osteoporosis. *Int J Prosthodont*. 1996;9:290-294.
53. Morano S, Cipriani R, Gabriele A, Medici F, Pantelini F. Recurrent Brown tumors as initial manifestation of primary hyperparathyroidism. An unusual presentation. *Minerva Med*. 2000; 91:117-122.
54. Morita I, Nakagaki H, Taguchi A, Kato K, Murakami T, Tsuboi S, Hayashizaki J, Inagaki K, Noguchi T. Relationships between mandibular cortical bone measures and biochemical markers of bone turnover in elderly Japanese men and women. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2009 Nov;108(5):777-83. Epub 2009 Jul 1. Nakamoto T, Taguchi A, Ohtsuka M, Sueti Y, Fujiya M, Tanimoto K, et al. Dental panoramic radiograph as a tool to detect postmenopausal women with low bone mineral density: untrained general dental practitioners' diagnostic performance. *Osteoporos Int*. 2003; 14:659-664.
55. Neville BW Damm DD, Allen CM, Bouquot JE. *Oral and Maxillofacial Pathology*. Philadelphia: EB Saunders Company 1995.
56. Neyaz Z, Gadodia A, Gamanagatti S, Mukhopadhyay S . Radiographical approach to jaw lesions. *Singapore Med J* 2008; 49(2) : 165-176. Njeh CF, Fuerst T, Hans D, Blake GM & Genant HK. Radiation exposure in bone mineral density assessment. *Applied Radiation Isotopes*, 1999, 50:215-236.
57. Neyaz Z, Gadodia A, Gamanagatti S, Mukhopadhyay S . Radiographical approach to jaw lesions. *Singapore Med J* 2008; 49(2) : 165-176.
58. Norton KI, Hermann G, Abdelwahab IF, Klein MJ, Granowetter LF, Rabinowitz JG. Epiphyseal involvement in osteosarcoma. *Radiology* 1991;180:813-816.wam
59. Otogoto J, Ota N. Correlation between periodontal disease and osteoporosis using panoramic radiographic parameters for diagnosed osteoporosis in dental clinic. *Clin Calcium*. 2003 May;13(5):582-6.
60. Panuel M, Gentet JC, Scheiner C, Jouve JL, Bollini G, Petit P, Bourliere-Najeau B, Devred P. Physeal and epiphyseal extent of primary malignant bone tumors in childhood. Correlation of preoperative MRI and the pathologic examination. *Pediatr Radiol* 1993;23: 421-424.
61. Peltola J, Magnusson B, Happonen RP, Borrmann H. Odontogenic myxoma: a radiographic study of 21 tumours. *Br J Oral Maxillofac Surg* 1994; 32(5):298-302.
62. Persson RE, Hollender LG, Powell LV, MacEntee MI, Wyatt CC, Kiyak HA, et al. Assessment of periodontal conditions and systemic disease in older subjects. I. Focus on osteoporosis. *J Clin Pedodontol*. 2002; 29(9):796-802.
63. Philipsen HP, Reichart PA, Zhang KH, et al. Adenomatoid odontogenic tumor: biologic profile based on 499 cases. *J Oral Pathol Med* 1991; 20(4):149-158.
64. Pinto Neto AM, et al. Consenso Brasileiro em Densitometria. *Rev. Brás. Reumatol.*, v.42, n.6, nov/dez, 2002.
65. Regezi JA, Kerr DA, Courtney RM. Odontogenic tumors: analysis of 706 cases. *J Oral Surg* 1978; 36(10):771-778.
66. Report of the 10th European Congress of Dentomaxillofacial Radiology, may-june, 2006.
67. Rinaggio J, Land M, Cleveland DB. Juvenile ossifying fibroma of the mandible. *J Pediatr Surg* 2003;38(4):648-650.
68. Rizzoli, R, Bonjour, J P. Malnutrition and osteoporosis. *Z. Gerontol Geriatr*, v.32, p.31-37, 1999.
69. Rousseau, M E. Dietary prevention of osteoporosis. *Lippincotts Prim Care Pract*, v.1, p.307-319, 1997.

70. Roux S: The genetics of osteoporosis. *Joint Bone Spine* 68: 482-486, 2001.
71. Scholl RJ, Kellett HM, Neumann DP, Lurie AG. Cysts and cystic lesions of the mandible: clinical and radiologic-histopathologic review. *RadioGraphics* 1999;19(5):1107-1124.
72. Secretaria da Saúde. Hospital do Servidor Público Estadual. Osteoporosis 1995: basic diagnosis and therapeutic elements for a National Consensus Proposal. São Paulo (São Paulo). *Med J*. 1995; 113 Suppl: 1-64.
73. Secretaria de Vigilância Sanitária; Ministério da Saúde Brasil. Portaria 453 - "Diretrizes de proteção radiológica e radiodiagnóstico médico e odontológico" Brasília (Brasil); 1998.
74. Seeman E, Pathogenesis of osteoporosis, *J. Appl. Physiol.* 95 (2003), pp. 2142-2151, 2003.
75. Slootweg PJ, Muller H. Malignant ameloblastoma or ameloblastic carcinoma. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1984;57(2):168-176.
76. Szwarcwald CL, Viacava F. Pesquisa Mundial de Saúde (PMS). *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 21 Sup:S4-S5, 2005.
77. Taguchi A, Suei Y, Sanada M, Higashi Y, Ohtsuka M, Nakamoto T, et al. Detection of Vascular Disease Risk in Women by Panoramic Radiography. *J Dent Res*. 2003; 82(10):838-843.
78. Taguchi A, Suei Y, Sanada M, Ohtsuka M, Nakamoto T, Sumida H, et al. Validation of Dental Panoramic Radiography Measures for Identifying postmenopausal Women with Spinal Osteoporosis *AJR*. 2004; 183:1755-1760.
79. Taguchi A; Ohtsuka M; Nakamoto T; Suei Y; Kudo Y; Tanimoto K; Bollen AM. Detection of post-menopausal women with low bone mineral density and elevated biochemical markers of bone turnover by panoramic radiographs. *Dentomaxillofac Radiol* (England), Dec 2008, 37(8) p433-7.
80. Taguchi, A., Tanimoto, K., Suei, Y., Otani, K. & Wada, T. Oral signs as indicators of possible osteoporosis in elderly women. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics* 80, 612-616, 1995.
81. Unger E, Moldofsky P, Gatenby R, Hartz W, Broder G. Diagnosis of osteomyelitis by MR imaging. *AJR Am J Roentgenol* 1988;150(3):605-610.
82. Van Merkesteyn JP, Groot RH, Bras J, McCarrroll RS, Bakker DJ. Diffuse sclerosing osteomyelitis of the mandible: a new concept of its etiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1990;70(4):414-419.
83. Von Muhlen, D, Visby, L, Barret-Connor, E, Bettencourt, R. Evaluation of the simple calculated osteoporosis risk estimation (SCORE) in older caucasian women: the Rancho Bernardo Study. *Osteoporos Int*, v.10, p.79-84, 1999.
84. Wardlaw, G M. Putting osteoporosis in perspective. *J Am Diet Assoc*, v.93, p.1000-1006, 1993.
85. Watanabe PCA, Arita ES, Monteiro SAC, Oliveira TM, Taguchi A . The relationship among three indicators of bone quality in the osteoporosis research on panoramic radiographic. *Osteoporos Int*. 2004; 15(Suppl 1):S67, P255MO.
86. Watanabe PCA, Faria LML, Issa JPM, Monteiro SAC. Morphodigital evaluation of the trabecular bone pattern in the mandible using digitized panoramic an periapical radiographs. *Minerva Stomatologica*, v. 58, p. 73-80, 2009.
87. Watanabe PCA; Dias FC ; Issa JPM; Monteiro SAC; Paula FJA; Tioosi R. Elongated styloid process and atheroma in panoramic radiography and its relationship with systemic osteoporosis and osteopenia. *Osteoporosis International*, p. 177-181, 2009.
88. Watanabe PCA; Monteiro SAC; Lacerda SA; Taguchi A; Arita ES. Interrelation of two quality indicators for osteoporosis research in panoramic X-Rays of Brazilian Women. *Rev Int Estomatol. Curitiba* 2004; 1(3): 200-206.
89. Watanabe, PCA - "Relação de Três Indicadores de Qualidade Óssea na Pesquisa da Osteoporose em Radiografias Panorâmicas" - Tese de apresentada para a obtenção do Título de Livre-docente da USP, Ribeirão Preto; 2003.
90. Watson EL, Katz RV, Adelezzi R, Gift HC, Dunn SM. The measurement of mandibular cortical bone height in osteoporotic vs. nonosteoporotic postmenopausal women. *Spec Care Dentist*. 1995; 15:124-128.
91. Weaver BD, Graves RW, Keyes GG, Lattanzi DA. Central neurofibroma of the mandible: report of a case. *J Oral Maxillofac Surg* 1991;49(11):1243-1246.
92. Weber AL, Bui C, Kaneda T. Malignant tumors of the mandible and maxilla. *Neuroimaging Clin N Am* 2003;13(3):509-524.
93. Weber AL, Kaneda T, Scrivani SJ, et al. Cysts, tumors, and nontumorous lesions of the jaw. In: Som PM, Curtin HD, eds. *Head and neck imaging*, 4th ed. St Louis, Mo: Mosby, 2003; 930-994.
94. White SC, Akira Taguchi, David Kao, Sam Wu, Susan K. Service, Douglas Yoon, et al. Clinical and panoramic predictors of femur bone mineral density. *International Osteoporosis Foundation; National osteoporosis Foundation*. 2004.
95. White SC, KA Atchison, JA Gornbein, A Nativ, A Paganini-Hill, SK Service, et al. Change

- in mandibular trabecular pattern and hip fracture rate in elderly women. *Dentomaxillofac Radiol.* 2005b; 34(3):168-74.
96. White SC, Taguchi, A, Kao D, Wu S, Service SK, Yoon D, et al. Clinical and panoramic predictors of femur bone mineral density. *Osteoporos Int., Londres* 2005a; 16(3): 339-46.
  97. Bulgarelli A F; Watanabe PCA; Silva ABM; Paulino SM; Pardini LC. Cisto de Retenção do Seio Maxilar - Considerações para o Clínico Geral. *Rev. APCD.* 2002; 56(3): 178-181.
  98. Witt C, Borges AC, Klein K, Neumann HJ. Radiographic manifestations of multiple myeloma in the mandible: a retrospective study of 77 patients. *J Oral Maxillofac Surg* 1997;55(5):450-453.
  99. Wowern N von. Bone mass of mandibles. In vitro and in vivo analyses (Thesis). *Danish Med Bull.* 1986; 33:23-44.
  100. Wowern, N von. General and oral aspects of osteoporosis: a review. *Clin Oral Invest.* 2001; 5:71-82.
  101. Wynn RL. Fosamax and osteonecrosis of the jaw--important questions and answers. *Gen Dent (United States)*, May-Jun 2008, 56(4) p315-7.
  102. Yoshiura K, Weber AL, Scrivani SJ. Cystic lesions of the mandible and maxilla. *Neuroimaging Clin N Am* 2003;13(3):485-494.
  103. Zachariades N. Neoplasms metastatic to the mouth, jaws and surrounding tissues. *J Craniomaxillofac Surg* 1989;17(6):283-290.
  104. Zallen RD, Preskar MH, McClary SA. Ameloblastic fibroma. *J Oral Maxillofac Surg* 1982;40(8): 513-517.
  105. Zanette E, Stringari FF, Machado F, Marro ni BJ, Ng DPK, Canani LH. Avaliação do Diagnóstico Densitométrico de Osteoporose/Osteopenia Conforme o Sítio Ósseo. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2003;47/1:30-36.

# RECOMENDAÇÕES PARA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA TIPO *CONE BEAM* — MÉTODO AVANÇADO DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEM

**Christiano de Oliveira-Santos**  
**Plauto Christopher Aranha Watanabe**  
**Solange Aparecida Caldeira Monteiro**

13

## SUMÁRIO

- A TCFC é uma modalidade moderna de imagem com finalidade de diagnóstico, que utiliza um feixe cônico de raios X.
- Hoje é um exame bastante solicitado na odontologia, sobretudo devido à especialidade de implantodontia, que vem se tornando cada vez mais acessível em virtude da emergente economia do país.
- Trata-se de uma modalidade da tomografia computadorizada axial ou helicoidal (TC), que utiliza um feixe em leque de raios X.
- A dose de exposição da TCFC é muito maior do que os exames radiográficos convencionais utilizados na odontologia, porém, é inferior à dose de exposição dos exames de TC.
- Como na radiografia digital (RD), as imagens digitais são obtidas em computador, e vistas em monitor. Na RD, a unidade de imagem é o pixel (bidimensional), já na TCFC essa unidade é o voxel (tridimensional).
- As recomendações gerais para a utilização das imagens da TCFC são as mesmas para os princípios básicos de radioproteção da radiologia diagnóstica em geral:
  - Justificação da prática e das exposições médicas individuais.
  - Otimização da proteção radiológica.
  - Limitação de doses individuais.
  - Prevenção de acidentes.
  - Várias especialidades odontológicas já fazem uso das imagens da TCFC, como: implantodontia, cirurgia, endodontia, ortodontia, clínica-geral e odontopediatria.

## OBJETIVOS

Após o estudo deste capítulo, o aluno deverá ser capaz de:

- Definir as palavras-chave.
- Definir imagem de TCFC.
- Descrever os princípios de obtenção de TCFC.
- Conhecer as indicações das TCFC para as várias especialidades odontológicas.
- Conhecer as vantagens e desvantagens das TCFC.

### Uso seguro da tomografia computadorizada de feixe cônico: recomendações direcionadas à prática odontológica brasileira

A tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), também conhecida como tomografia *cone beam* ou tomografia volumétrica digital, representa o maior avanço em tecnologia de diagnóstico por imagem da região maxilofacial dos últimos anos (Noffke, 2009; Horner, 2009). Os exames de TCFC têm sido aplicados em diversas áreas da Odontologia, e seguindo uma tendência mundial, essa modalidade tem sido cada vez mais utilizada pelos cirurgiões-dentistas brasileiros, nas diversas áreas da odontologia, com mais frequência no campo da implantodontia e cirurgia bucomaxilofacial (Figuras 13.1 a 13.3). Assim como os exames radiográficos bidimensionais convencionais (2D), a TCFC utiliza radiação ionizante. Há, contudo, uma preocupação com a utilização indiscriminada da TCFC, uma vez que, assim como os exames radiográficos bidimensionais convencionais (2D), a TCFC utiliza radiação ionizante. Na Portaria 453 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Anvisa –, órgão do Ministério da Saúde, de 1998, essa modalidade de exame não foi citada, porém seria natural incluí-la na modalidade de exames tomográficos computadorizados, citados no “Capítulo 4 - Requisitos Específicos para Radiodiagnóstico Médico”.

Compreender os princípios da TCFC, seus benefícios e suas limitações é fundamental para que o profissional possa decidir quanto à necessidade de realização do exame, bem como utilizar essa tecnologia da forma mais eficiente possível ao empregar protocolos adequados a cada caso e interpretar corretamente as imagens resultantes.

A rotação ao redor da cabeça do paciente pode ser feita de duas maneiras: em uma única rotação de 360° ou de 180°. Esse movimento produzirá uma sequência de imagens de toda a região de interesse selecionada. Assim, são obtidos os dados da projeção, que serão reformatados. Deve-se salientar que a rotação de 180° diminui bastante a dose de exposição à radiação que o paciente está sujeito.

As reconstruções primárias são feitas em três planos: sagital, axial e coronal. Por meio de processamentos computadorizados avançados dos dados adquiridos, é possível processar, criar sequências de imagens em diferentes planos (Figura 13.4):

- reconstruções multiplanares;
- panorâmicas (reconstruções curvas);
- parassagitais (reconstruções sequenciais de seções a partir das reconstruções panorâmicas – *cross-sections*), e, ainda, reconstruções volumétricas (3D).

### Tomografia Computadorizada Axial – TAC

Em 1972, Godfrey Hounsfield inventou uma escala quantitativa, de medida de densidade radiográfica dos tecidos do corpo, calibrados à água, que é usado ainda hoje para comparar tecidos, estruturas, sobretudo para estimar a densidade óssea e correlacionar com possíveis patologias, chamada escala Hounsfield (H.U.). Os dados do pixel são indicados usando essa escala em termos da densidade relativa. Infelizmente, as imagens de TCFC não têm escala Hounsfield. Essa é uma grande diferença em relação à TC, pois a TCFC tem apenas uma escala de cinza, que não é verdadeiramente a escala HU.

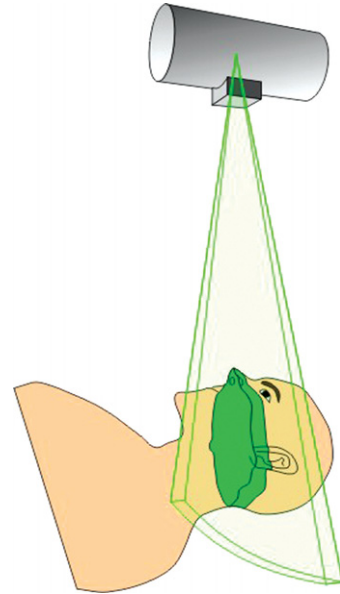


**Figura 13.1** - Paciente posicionada na cadeira do equipamento de TCFC. Hoje, praticamente todos os equipamentos permitem que o paciente permaneça sentado durante a tomada da imagem.

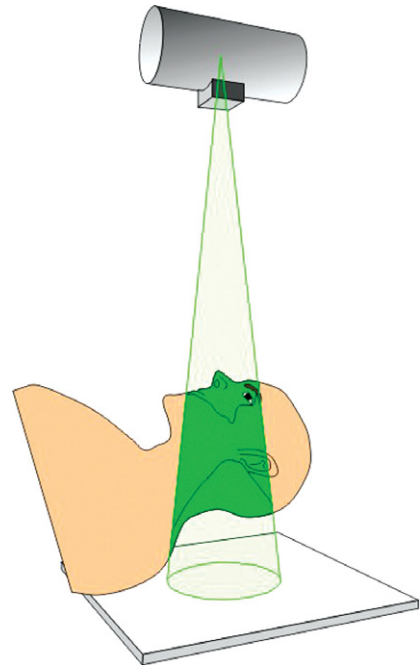
Tecido	HU (valores aproximados)
Ar	-1.000
Gordura	-110 a -65
Sangue	35 a 55
Músculo	40 a 60
Osso	130 a 250
Osso cortical (+ denso)	1.000 a 2.000
Tecidos moles	25 a 45

### Valores de densidade – Escala Hounsfield (Figura 13.5)

Assim, para cada unidade, ou voxel, é atribuído um valor numérico, sendo que essa densi-

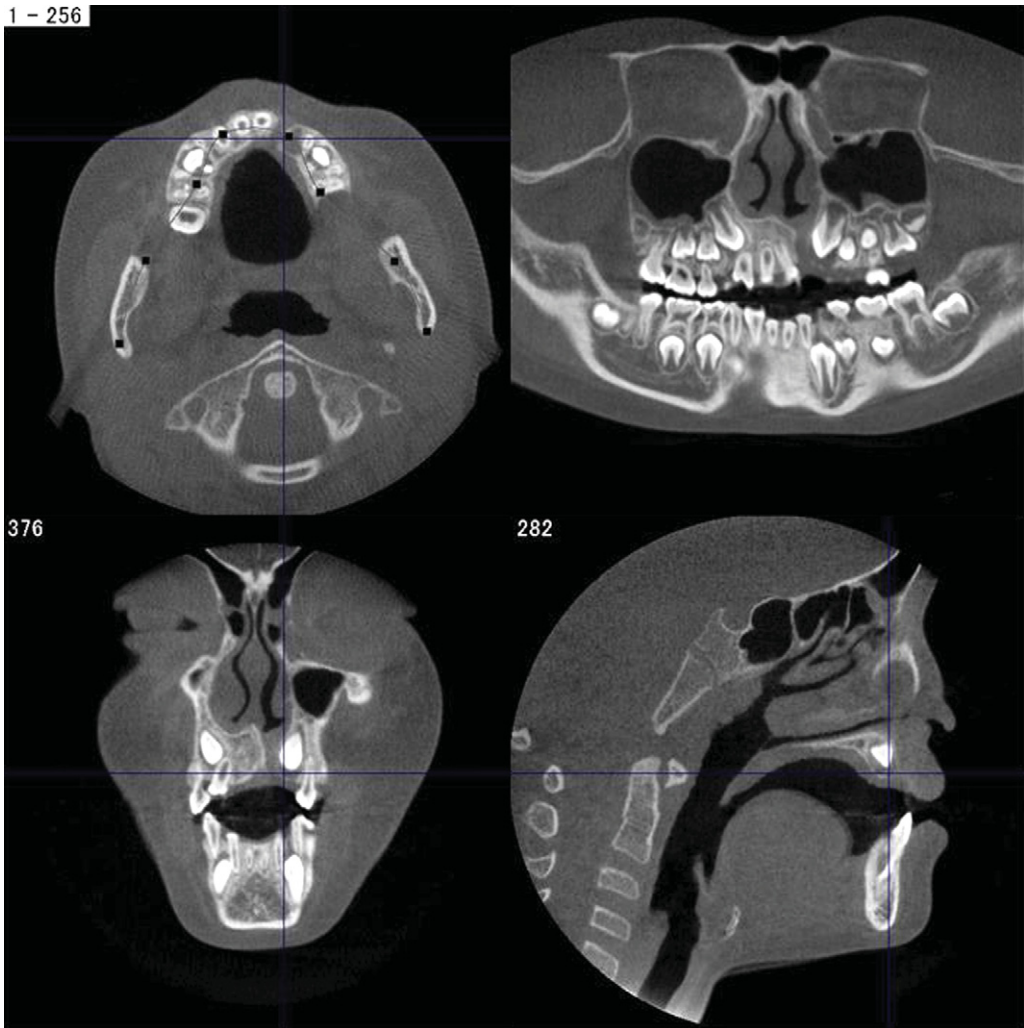


**Figura 13.2** - Desenho esquemático do sistema de tomografia axial computadorizada, ou de feixe em forma de leque.



**Figura 13.3** - Desenho esquemático do sistema de tomografia computadorizada de feixe cônico, ou de feixe em forma de cone (*cone beam*).

1 - 256



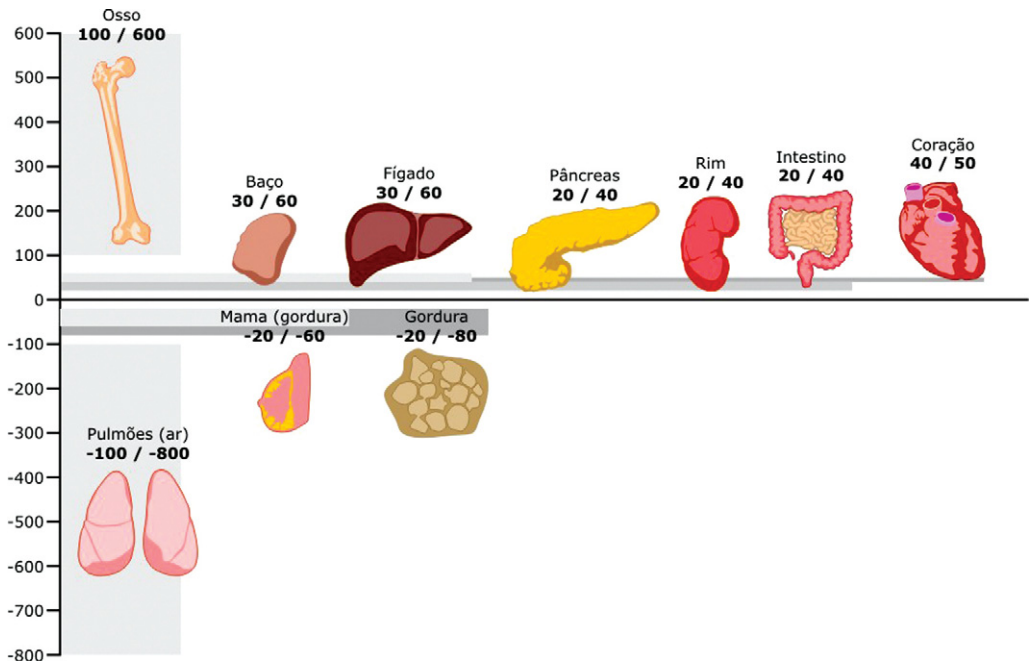
**Figura 13.4** - Imagens tomográficas em diferentes planos: axial, coronal e sagital. (J. Morita Co.)

dade é diretamente proporcional ao coeficiente de atenuação do objeto irradiado. O ajuste de fábrica do tomógrafo padroniza a densidade da água para “zero”, e a densidade do ar para -1.000 UH (unidades Hounsfield, ou HU, devido ao termo em inglês).

As doses de radiação empregadas nos exames de TCFC são, em geral, superiores às dos exames convencionais bidimensionais (Loubele *et al.*, 2009; Ruben; Portaria 453 da Anvisa, 1998) e, portanto, têm maior potencial de danos aos indivíduos expostos (Scarfe, 2011). Porém, quando comparada com a tomografia

computadorizada helicoidal (TC), a TCFC costuma utilizar doses inferiores (Loubele *et al.*, 2009; Ruben). Diferentemente da TC, que emprega feixes de radiação em formato de leque (*fan beam*), a TCFC usa feixes de raios X em formato cônico (também chamados de feixes tridimensionais) (Noffke, 2009; Curley & Hatcher, 2009).

Em uma única rotação de 360° ao redor da cabeça do paciente, o conjunto tubo de raios X e detectores produz uma sequência de imagens de toda a região de interesse selecionada. Estes dados são conhecidos como *raw*



**Figura 13-5** - Desenho esquemático com a representação dos valores da escala Hounsfield para os diferentes órgãos.

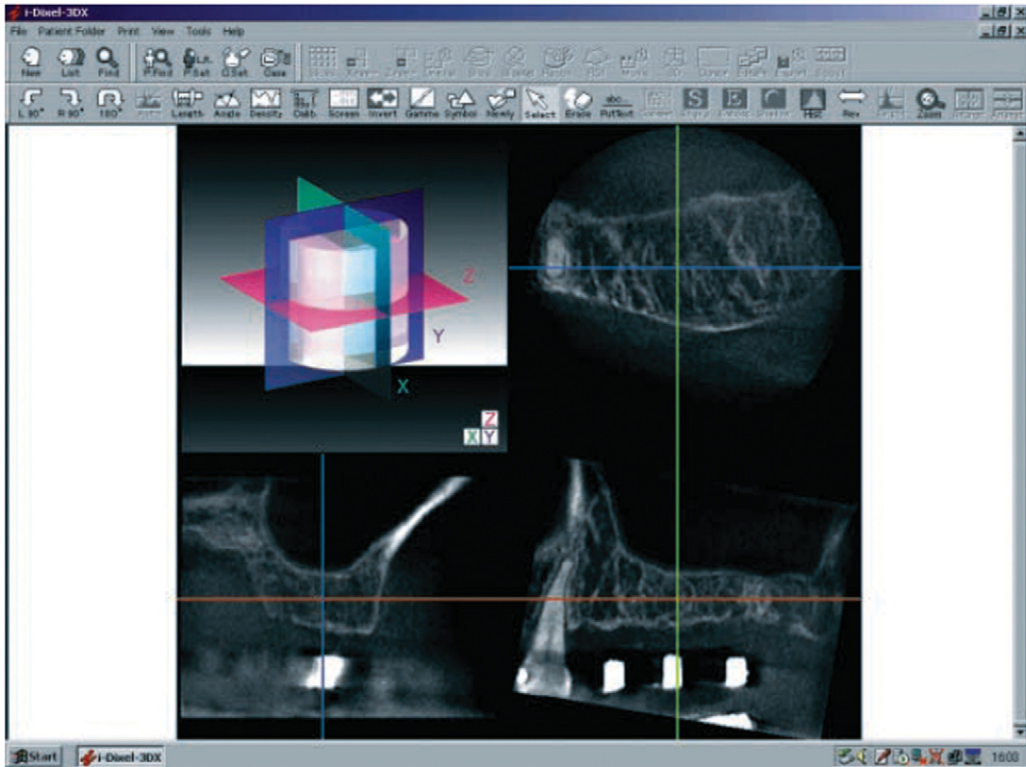
*digital data* (dados digitais brutos) ou dados de projeção. Por meio de processamentos computadorizados avançados dos dados adquiridos, é possível gerar sequências de imagens em diferentes planos: reconstruções multiplanares, panorâmicas (reconstruções curvas), parassagittais (reconstruções sequenciais de secções a partir das reconstruções panorâmicas – *cross-sections*), e, ainda, reconstruções volumétricas (3D) (Noffke, 2009; Curley & Hatcher, 2009).

Mensurações lineares e angulares e manipulações de imagem com finalidade de diagnóstico são realizadas com a utilização de *softwares* específicos. A maior vantagem da TCFC em relação às técnicas convencionais é a obtenção de informações adicionais em três dimensões, eliminando a sobreposição de imagens para avaliação da anatomia, anomalias, corpos estranhos, implantes metálicos e/ou processos patológicos, promovendo um melhor diagnóstico e planejamento das intervenções, bem como acompanhamento dos casos. A acurácia geométrica (ausência

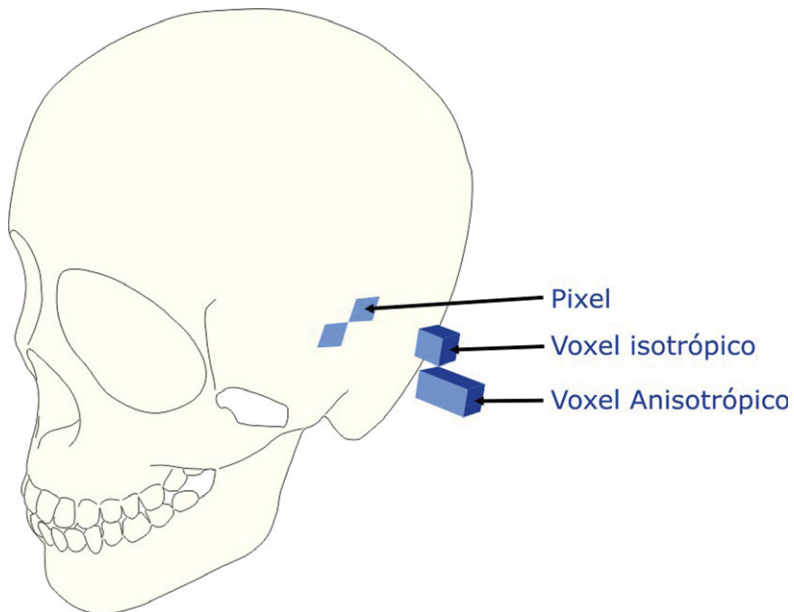
de magnificações e distorções) e a alta definição das imagens de tecidos mineralizados possibilitam a otimização na avaliação de riscos e redução de complicações terapêuticas (Curley & Hatcher, 2009; Marmulla *et al.*, 2005; Suomalainen *et al.*, 2008). Além disso, essa tecnologia tem a vantagem de ser relativamente mais barata, se comparada com a TC (Figuras 13.6 e 13.7).

O voxel é a menor unidade de um volume adquirido na TCFC, equivalente ao pixel na imagem digital bidimensional. O volume é, portanto, composto de voxels em um arranjo tridimensional. O tamanho do voxel determina a resolução da imagem da TCFC e pode variar de 0,07 mm a 0,4 mm dependendo do aparelho e protocolo selecionado (Hatcher, 2010).

Utilizar de forma racional a TCFC, bem como os exames em geral que usam radiação ionizante, deve ser uma preocupação dos profissionais de Odontologia, como parte de uma série de comportamentos que, além de estar de acordo com diretrizes oficiais (Por-



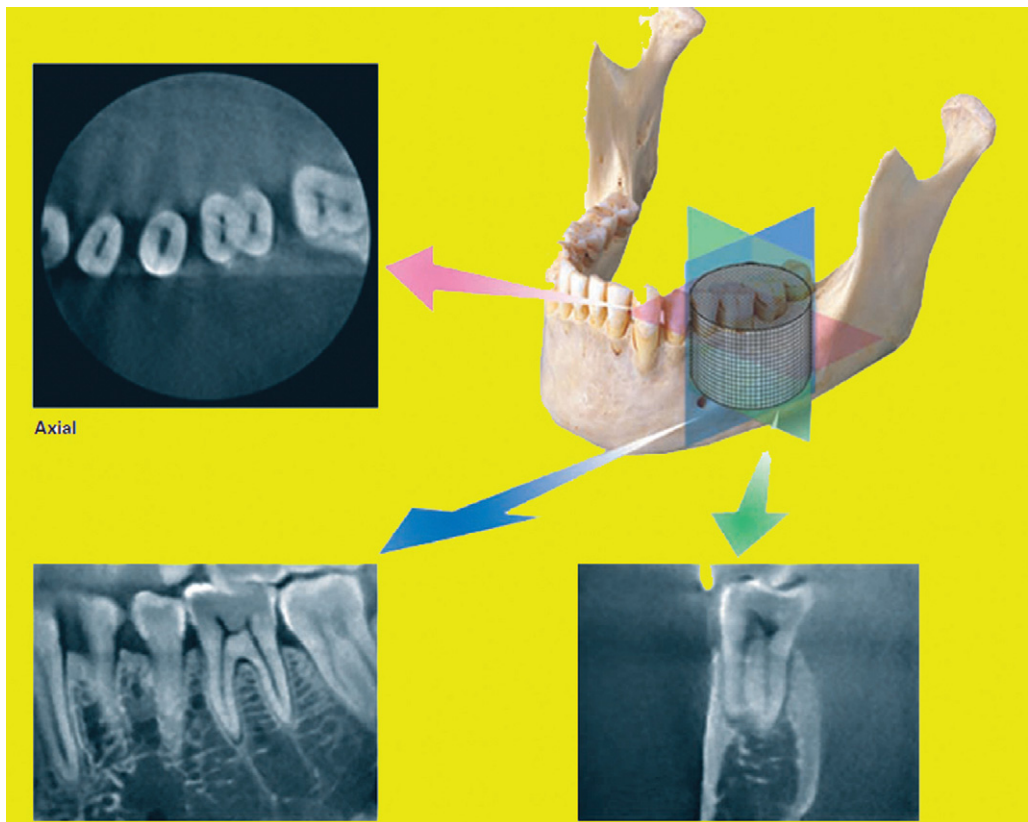
**Figura 13.6** - Imagem da tela do programa de computador que formata as imagens obtidas da TCFC. (J. Morita Co.)



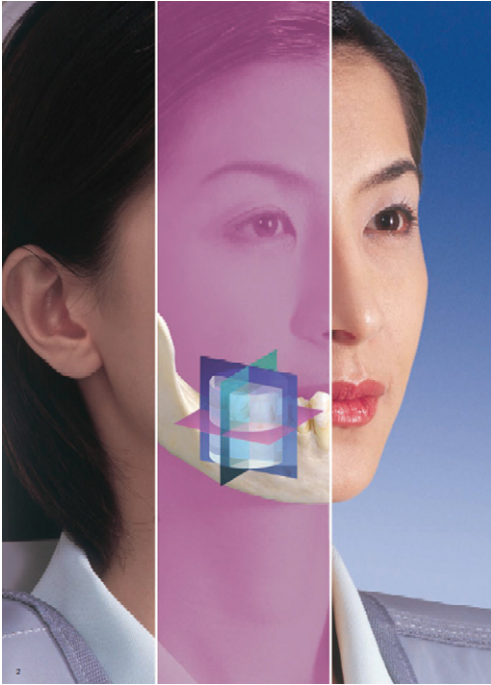
**Figura 13.7** - Desenho esquemático da figura do voxel, menor unidade de volume para a TCFC e TC.

taria 453), caracterizam boa prática odontológica (BPO). A BPO pode ser definida como o conjunto de condutas adotadas pelo profissional de saúde consciente e prudente, comprometido com a qualidade global no atendimento. Indica o nível mais satisfatório de prestação de serviço odontológico, com ênfase no maior benefício ao paciente, além dos aspectos éticos e legais, e envolve também conhecimentos teóricos atualizados e habilidades que devem ser empregados do diagnóstico ao tratamento e preservação dos casos (Curley & Hatcher, 2009; Noffke *et al.*, 2011). O profissional comprometido com a BPO realiza e promove a utilização segura da TCFC, quando essa tecnologia se faz necessária para otimizar planos de tratamento, com benefícios claros ao paciente (Figuras 13.8 e 13.9).

O emprego da TCFC deve ser apoiado por evidências científicas e aprovado legalmente por órgãos reguladores (Scarfe, 2011). Como já dissemos, a Portaria 453 da Anvisa, 1998, não citou especificamente a TCFC, porém aborda de modo explícito as diretrizes básicas de proteção radiológica em radiodiagnóstico médico e odontológico, incluindo a TC helicoidal. O principal objetivo dessa norma foi tratar das condições para a promoção e recuperação da saúde como direito fundamental do ser humano, considerando sobretudo a expansão do uso das radiações ionizantes na Medicina e Odontologia no país; os riscos inerentes ao uso das radiações ionizantes e a necessidade de se estabelecer uma política nacional de proteção radiológica na área de radiodiagnóstico; que as exposições radiológicas para fins de saúde já são



**Figura 13.8** - Imagem ilustrativa dos diferentes planos de obtenção da imagem, considerando a menor área de escaneamento na mandíbula. (J. Morita Co.)



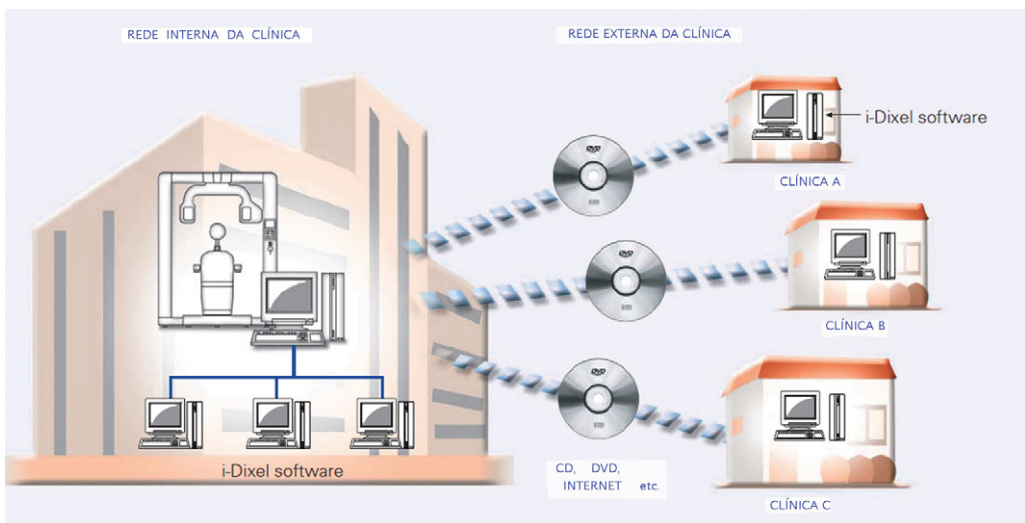
**Figura 13.9** - Imagem ilustrativa dos diferentes planos de obtenção da imagem *in vivo*, considerando a menor área de escaneamento na mandíbula. (J. Morita Co.)

a principal fonte de exposição da população a fontes artificiais de radiação ionizante, e é crescente a cada ano [453]. Muitos dos equipamentos para TCFC ainda não têm registro na Anvisa e essa é uma das preocupações quando da aquisição desses equipamentos.

Tendo como base resultados de estudos relevantes relacionados com diferentes aspectos da TCFC (como aplicação clínica, acurácia diagnóstica, dose de radiação e riscos e controle de qualidade) e levando-se em consideração também particularidades regionais, diretrizes e recomendações têm sido publicadas em diferentes partes do mundo [SEDENTEXCT, Noffke *et al.*, 2011 etc.] (Figura 13.10). Temas relacionados com a biossegurança/radioproteção, indicações e aspectos éticos e legais pertinentes ao emprego da TCFC são amplamente debatidos dentro de um contexto de BPO (Scarfe, 2011; Portaria 453 da Anvisa, 1998; Noffke *et al.*, 2011).

### **Diferenças básicas entre as imagens geradas por TC × TCFC**

Buscou-se no presente capítulo fornecer recomendações compatíveis com o cenário da prática odontológica e legislação vigente



**Figura 13.10** - Esquema ilustrativo das diferentes possibilidades de distribuição das imagens obtidas de forma digital, inclusive em tempo real pra outros profissionais no mundo. (J. Morita Co.)

no Brasil, visando o uso adequado e seguro da TCFC no país. Essas recomendações se baseiam em diretrizes oficiais brasileiras que concernem o uso de radiação ionizante na área da saúde (Portaria 453 da Anvisa, 1998), além da revisão de evidências científicas (Kapilla *et al.*, 2011; Tetradis *et al.*, 2010; Alqerban *et al.*, 2011, Vandenberg *et al.*, 2007; Barghan *et al.*, 2010) e diretrizes/recomendações estabelecidas por associações profissionais respeitadas nos Estados Unidos, Europa e África do Sul (Noffke *et al.*, 2011; Scarfe, 2011; Portaria 453 da Anvisa, 1998; Horner *et al.*, 2009; AAE). Assim, essas recomendações foram divididas em:

- Recomendações gerais;
- Justificação dos exames e encaminhamento de pacientes;
- Recomendações direcionadas às especialidades na Odontologia, como clínica odontológica (dentística, prótese, periodontia), cirurgia, implantodontia, ortodontia e endodontia;
- Recomendações referentes aos aspectos técnicos e operacionais voltadas sobretudo para radiologistas que utilizam a TCFC.

## Recomendações Gerais

Os princípios básicos da Portaria 453/98 da Anvisa devem ser seguidos para a utilização da TCFC.

### Princípios Básicos de Radioproteção

Os princípios básicos que regem este regulamento são:

- Justificação da prática e das exposições médicas individuais.
- Otimização da proteção radiológica.
- Limitação de doses individuais.
- Prevenção de acidentes.

A TCFC somente deverá ser empregada para motivos válidos de diagnóstico ou plano de tratamento (AAOMR, 2011), devendo-se ficar claro o potencial desse exame de acrescentar novas informações relevantes ao diagnóstico e/ou plano de tratamento (Noffke *et al.*, 2011, Horner *et al.*, 2009).

Essa tecnologia não pode ser considerada como substituta dos exames bidimensionais (Noffke *et al.*, 2011), uma vez que estes podem resolver um grande número de casos e empregam menor dose de radiação.

**Tabela 13.1** Diferenças básicas entre as imagens geradas por TC e TCFC

	TC	TCFC
O aparelho	Grandes dimensões	Compacto, similar ao panorâmico
Dose de radiação	Entre 1.200 e 2.000 uSv (maxila ou mandíbula). A mA pode variar de 80 ~ 200 mA	De 50 a 150 uSv (maxila ou mandíbula) = 14 periapicais ou 4 a 10 panorâmicas, sobretudo em virtude da baixa corrente efetiva do tubo de raios X (1 ~ 8 mA), já que a voltagem é quase a mesma (90–120 kV)
Imagem	Excelente contraste entre tecido duro e mole (patologias)	Baixo contraste entre tecido duro e mole (tecidos ósseos)
Imagem 3D	Excelente qualidade, fiel ao real	Perda de detalhes, devido à baixa miliampereagem do aparelho
Artefatos	Mais artefatos	Menos artefatos
Resolução	Tem menos <i>noise</i> devido à maior dose, e, assim, mostra melhor os tecidos moles	É maior, sobretudo devido ao voxel isotrópico
Custo aparelho	Mais elevado (da ordem de US\$ 600.000,00)	Mais baixo (da ordem de US\$ 200.000,00)

A menor exposição deve ser sempre selecionada (AAOMR, 2011). Os fatores energéticos (kVp e mAs) devem ser ajustáveis nos aparelhos e selecionados para cada caso, baseando-se no objetivo clínico do exame.

O menor FOV adequado para a avaliação do caso deve ser sempre adotado, pois em geral isso se traduz em menor exposição (Portaria 453 da Anvisa, 1998; AAE, Tetradis et al., 2010, Kapilla et al., 2011) (Figura 13.11).

Considerando o cenário econômico brasileiro e a vasta extensão territorial do país, onde grande parte da população ainda tem acesso limitado aos exames de TCFC, sobretudo a diferentes aparelhos com recursos de seleção de FOV reduzido, recomenda-se adotar o menor FOV possível adequado ao caso, no aparelho disponível localmente. Quando viável do ponto de vista econômico e logístico, deve-se optar por realizar o exame em aparelho que permite o emprego de FOV reduzido, caso não haja a necessidade de aquisição de áreas extensas da face.

### Justificação e encaminhamento paciente

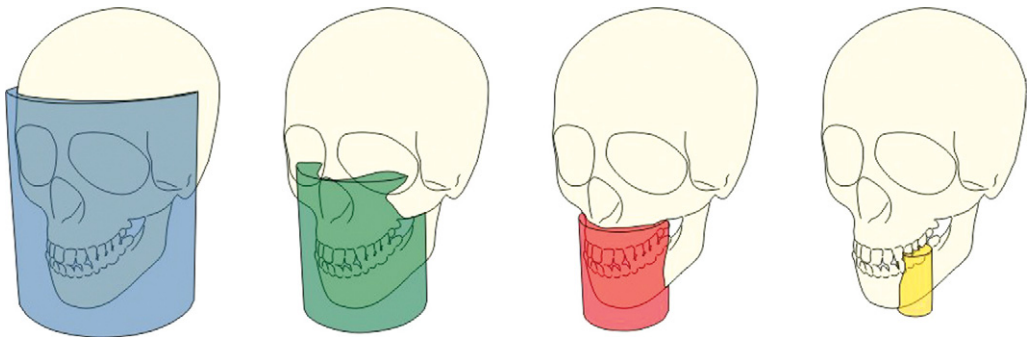
Todo cirurgião-dentista que encaminhar o paciente para uma clínica de Radiologia para realização de exame de TCFC deve justificar por escrito a necessidade do exame e o radiologista deve estar de acordo com a justificativa. A justificação baseia-se na avaliação pelo profissional dos riscos e benefícios po-

tenciais e esta análise deve ser feita para cada paciente (Portaria 453 da Anvisa, 1998; Noffke et al., 2011; AAE; Kapilla et al., 2011; Horner et al., 2009).

Ao encaminhar os pacientes para realização de exames por TCFC, os cirurgiões-dentistas devem fornecer informações clínicas suficientes (exame físico + histórico do paciente) que justifiquem o exame e forneçam subsídios para o laudo radiográfico (Portaria 453 da Anvisa, 1998; Zinman et al., 2010; AAOMR, 2011; Noffke et al., 2011; Horner et al., 2009).

Os exames de TCFC não podem ser empregados como exames de rotina (Zinman, 2010; Portaria 453 da Anvisa, 1998; AAE, Noffke et al., 2011), ou mesmo repetidos sem uma nova avaliação dos riscos e benefícios (Portaria 453 da Anvisa, 1998; Horner et al., 2009). Os exames devem potencialmente adicionar informações relevantes à abordagem terapêutica (Portaria 453 da Anvisa, 1998; Zinman et al., 2010; Horner et al., 2009).

A maioria dos casos pode ser resolvida com base no exame clínico e radiografias convencionais (Tetradis et al., 2010). O exame de TCFC só é justificado quando não houver possibilidade de outros exames de menor dose (convencionais) suprirem as informações relevantes para o diagnóstico e/ou plano de tratamento (Portaria 453 da Anvisa, 1998; Zinman et al., 2010, Horner et al., 2009).



**Figura 13.11** - Desenho esquemático dos diferentes tamanhos de FOV para o crânio. O menor pode englobar a área de um dente, e o maior, todo o crânio.

Solicitação das imagens unicamente para pesquisa científica não é justificativa para realizar a TCFC (Noffke et al. 2011; Portaria 453 da Anvisa, 1998).

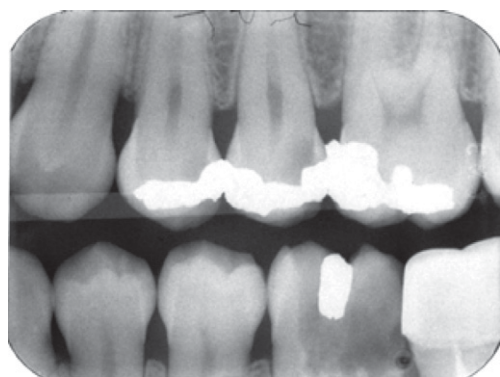
Nos casos em que também a avaliação do tecido mole por meio do exame imagiológico se faz necessária, deve-se realizar a TC (Horner et al., 2009; Portaria 453 da Anvisa, 1998).

Todo cirurgião-dentista que solicita uma TCFC deve compreender as indicações da TCFC e estar familiarizado com os princípios físicos básicos e limitações dessa tecnologia (AAOMR, 2011; Noffke et al., 2011). Devem ser capazes de eliminar o uso inadequado da TCFC (Noffke et al., 2011).

### Especialidades Odontológicas

#### Clínica Odontológica (Dentística, Prótese, Periodontia)

A TCFC não é indicada como método para detecção de cáries (Portaria 453 da Anvisa, 1998; Tetradis et al., 2010). Entretanto, os exames adquiridos por outros motivos devem ser analisados quanto à presença de cáries (Portaria 453 da Anvisa, 1998). Deve-se ter cuidado, contudo, ao analisar as imagens na presença de artefatos metálicos, que são frequentes e em geral estão associados a restaurações, e podem levar a resultados falso-positivos nessa análise (Noffke et al., 2011) (Figura 13.12).



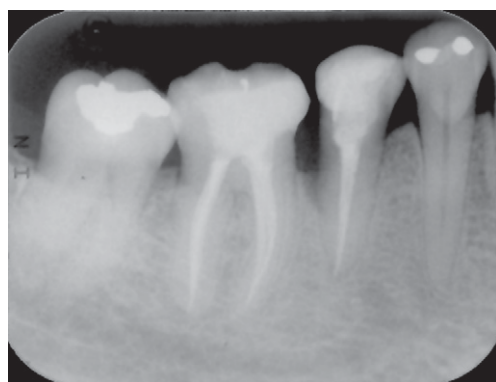
**Figura 13.12** - Radiografia interproximal. Exame radiográfico mais indicado para a avaliação/pesquisa de cárie em superfícies proximais e avaliação de restaurações nessas mesmas faces.

A TCFC não é indicada como método padrão para avaliação dos tecidos periodontais (Portaria 453 da Anvisa, 1998, Tetradis et al., 2010). Contudo, nos exames adquiridos por qualquer razão clínica, a integridade periodontal deve ser avaliada (Figura 13.13).

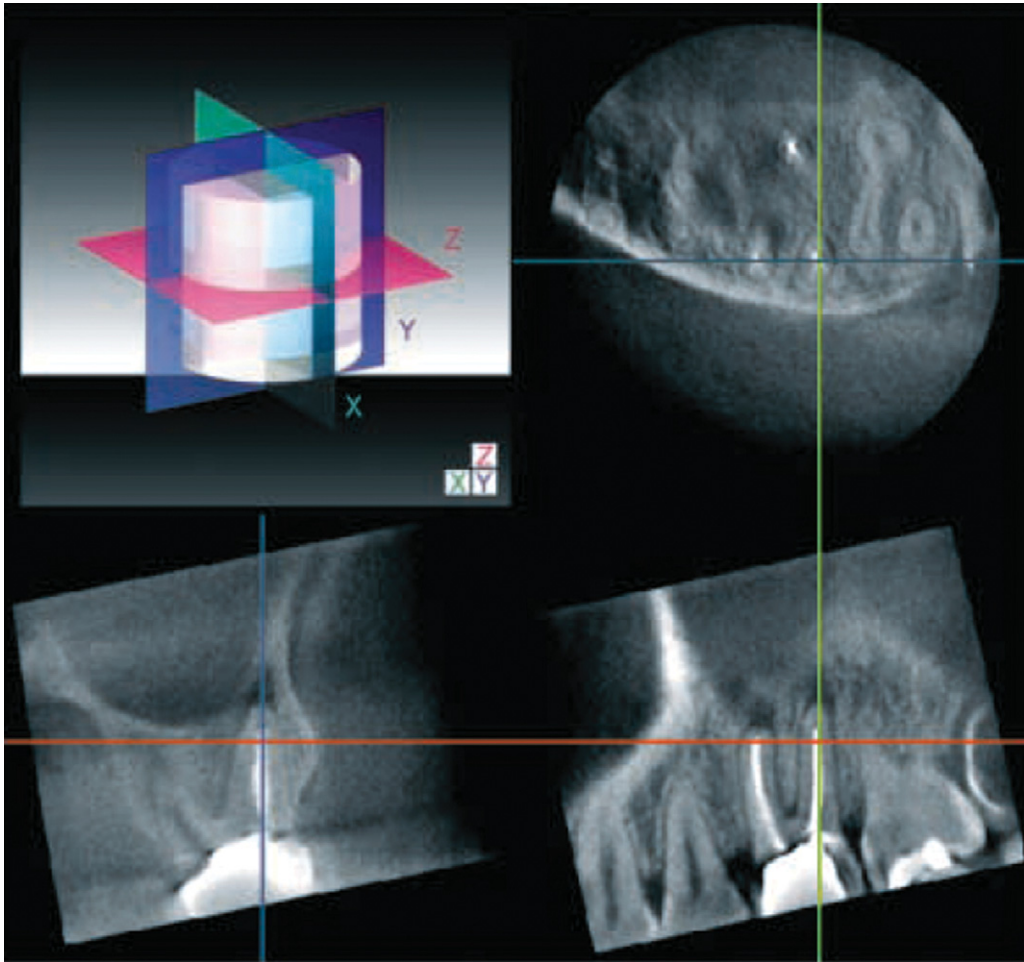
Embora a TCFC possa ser superior na avaliação de defeitos ósseos, sobretudo na vestibular ou lingual (Tetradis et al., 2010), alguns estudos mostram que a radiografia convencional ainda apresenta melhores informações sobre o tecido ósseo, como melhor contraste para delimitação da lâmina dura (Vandenberghe et al., 2007). Assim, exames de TCFC só devem ser indicados em casos isolados nos quais a avaliação clínica aliada a radiografias convencionais não fornecerem informações suficientes para o planejamento da abordagem terapêutica. Nesses casos, em geral deve-se optar por exames de TCFC de volume limitado e alta resolução (Figura 13.14).

#### Ortodontia/Odontopediatria

Assim como para outras especialidades, a TCFC não pode ser empregada como exame de rotina para diagnóstico e/ou plano de tratamento em Ortodontia ou Odontopediatria (Zinman, 2010, Portaria 453 da Anvisa, 1998, AAE, Noffke et al., 2011) (Figura 13.15).



**Figura 13.13** - Radiografia periapical — técnica do paralelismo. Exame radiográfico mais indicado para a avaliação/pesquisa da doença periodontal.



**Figura 13.14** - Imagem de exame de TCFC para avaliação de lesões ósseas.

Esses segmentos da Odontologia devem adotar ainda mais cautela ao prescrever a TCFC, sobretudo por se tratar de indivíduos de maior susceptibilidade que são as crianças, pois são mais radiosensíveis e têm maior expectativa de vida, portanto mais tempo para desenvolver malignidades (Scarfe, 2011) (Figura 13.16).

Os exames de FOV estendido não devem ser utilizados rotineiramente para o diagnóstico ortodôntico (AAO, Portaria 453 da Anvisa, 1998). Os aparelhos de FOV estendido requerem cuidado ainda maior na justificação do exame, sobretudo em crianças, sendo desaconselhado o seu uso em situações que não requerem tal extensão.

Recomenda-se a TCFC nos casos em que a TC seria indicada, quando não houver necessidade de avaliação de tecidos moles. O menor FOV compatível com a situação clínica deve ser adotado (Portaria 453 da Anvisa, 1998).

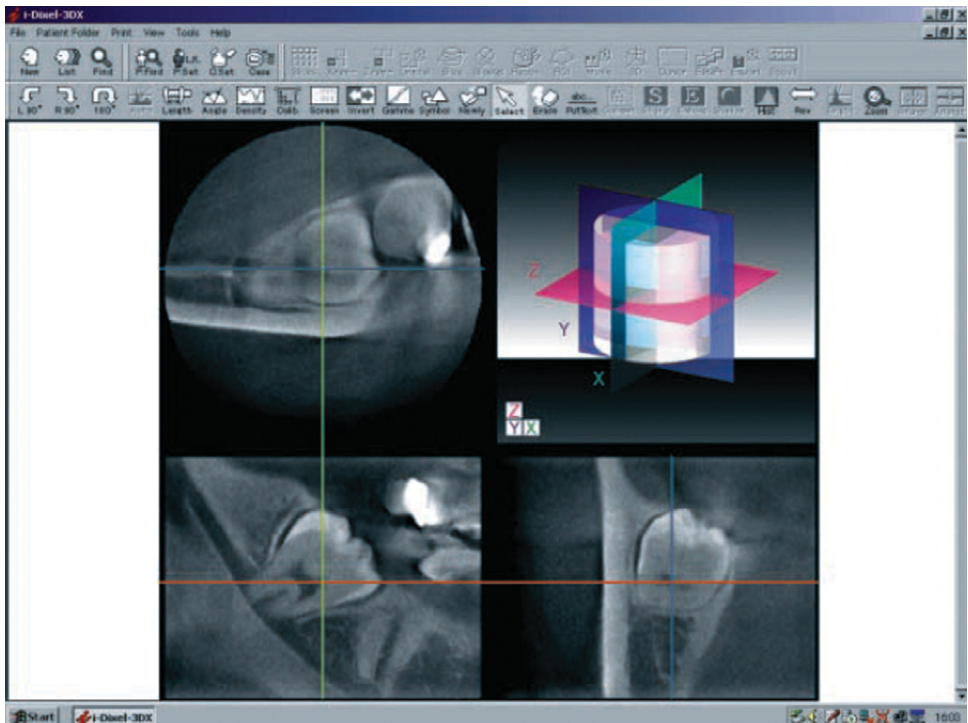
Para avaliação de dentes inclusos, em muitos casos, o potencial de impacto da condição em estruturas adjacentes (por exemplo, reabsorção radicular de dentes vizinhos) e auxílio no planejamento, o uso da TCFC pode ser justificado quando as radiografias convencionais não são suficientes (Noffke *et al.*, 2011, Portaria 453 da Anvisa, 1998; Garib, 2009) (Figura 13.17).



**Figura 13.15** - Imagem tomográfica de TCFC sagital para realização de estudo de desenvolvimento e crescimento do crânio.



**Figura 13.16** - Imagem tomográfica de TCFC coronal para realização de estudo de desenvolvimento e crescimento do crânio.



**Figura 13.17** - Imagem da tela do programa de computador que formata as imagens obtidas da TCFC, no caso, para estudo de terceiro molar incluso como planejamento cirúrgico. (J. Morita Co.)

Não há evidências suficientes para justificar o planejamento de ancoragem temporária (mini-implantes) através de TCFC, apenas nos casos *borderline*, nos quais os exames convencionais não sejam suficientes para tal.

Para casos complexos de anomalias craniofaciais (Garib, 2009; Mah *et al.*, 2010), que em geral exigem combinação de abordagem cirúrgica e ortodôntica, a TCFC é justificada, sobretudo quando a TC é atualmente a modalidade de escolha.

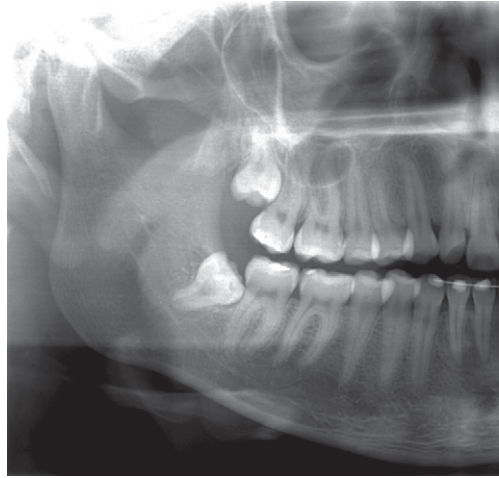
### Cirurgia

Em virtude da menor dose empregada, recomenda-se a TCFC nos casos em que uma TC seria indicada, como, por exemplo, dentes inclusos, fendas labiopalatais, deformidades craniofaciais, avaliação de vias aéreas (Alqerban *et al.*, 2011; Portaria 453 da Anvisa, 1998; Mah *et al.*, 2010; Kapilla *et al.*, 2011). O menor FOV compatível com a situação clínica deve ser adotado, otimizando a vantagem da TCFC (Portaria 453 da Anvisa, 1998; Noffke *et al.*, 2011).

O uso da TCFC pode ser justificado quando houver necessidade de planejamento para remoção cirúrgica de dentes não irrompidos e as radiografias convencionais não fornecerem informações suficientes. Nos casos de dentes inclusos com suspeita de reabsorção no dente adjacente, a TCFC pode ser indicada (Alqerban *et al.*, 2011; Kapilla *et al.*, 2011) (Figura 13.18).

Recomenda-se a TCFC quando houver a decisão de remoção de terceiros molares inferiores e a radiografia panorâmica sugira relação direta entre o dente e o canal da mandíbula (Portaria 453 da Anvisa, 1998; Tetrakadis; Noffke *et al.*, 2011).

A TCFC pode ser indicada como alternativa para a TC caso haja necessidade de avaliação por exame tridimensional e não seja requerida avaliação de tecidos moles, como nos casos de traumatismos maxilofaciais, cirurgia ortognática, cirurgia para colocação de implantes (Portaria 453 da Anvisa, 1998; Kapilla *et al.*, 2011; Noffke *et al.*, 2011) (Figura 13.19).



**Figura 13.18** - Corte de radiografia panorâmica realizada como estudo/planejamento para exodontia do dente 48. A principal dúvida reside na localização das raízes do dente em relação ao feixe vasculonervoso do canal da mandíbula.

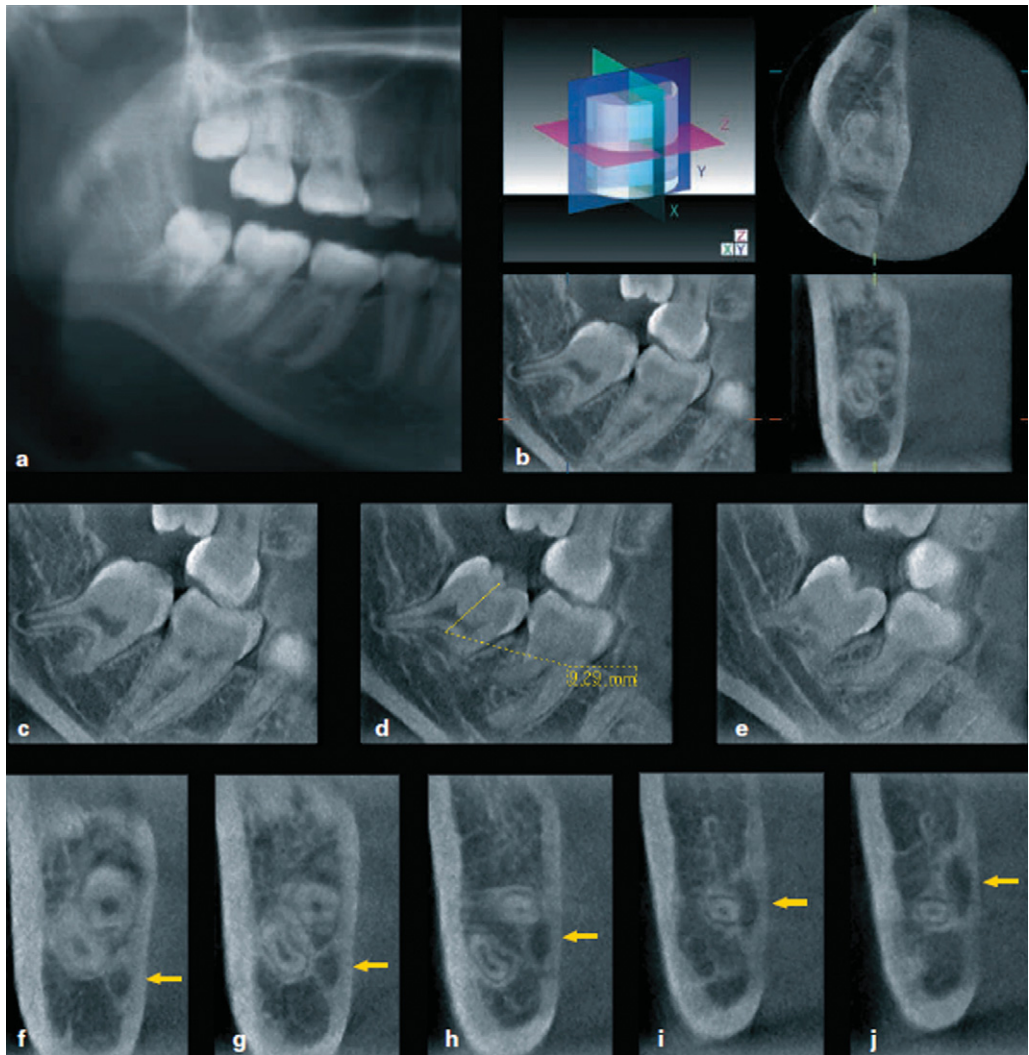
A TCFC pode ser útil para avaliação de lesões ósseas, como cistos e tumores, quanto às suas extensões e relação com estruturas adjacentes. Contudo, nos casos de lesões em que a avaliação por imagem dos tecidos moles é necessária, o exame de escolha deve ser inicialmente a TC ou RM (Portaria 453 da Anvisa, 1998; Ahmad *et al.*, 2010).

A TCFC não pode ser indicada caso haja necessidade de avaliação por imagem de tecido mole (Noffke *et al.*, 2011; Portaria 453 da Anvisa, 1998; Ahmad *et al.*, 2010).

Para avaliação da ATM, a TCFC pode ser indicada como alternativa nos casos em que o exame selecionado seja a TC (Portaria 453 da Anvisa, 1998; Garib, 2009): quando houver a necessidade de avaliação dos componentes ósseos da articulação (presença de alterações morfológicas, erosões, osteófitos, traumas) e não seja requerida a avaliação por imagem de componentes não mineralizados (como avaliação do posicionamento do disco articular) (Portaria 453 da Anvisa, 1998; Barghan *et al.*, 2010) (Figura 13.20).

### Implantodontia

Não há um consenso quanto à necessidade de utilização da TCFC em todos os casos

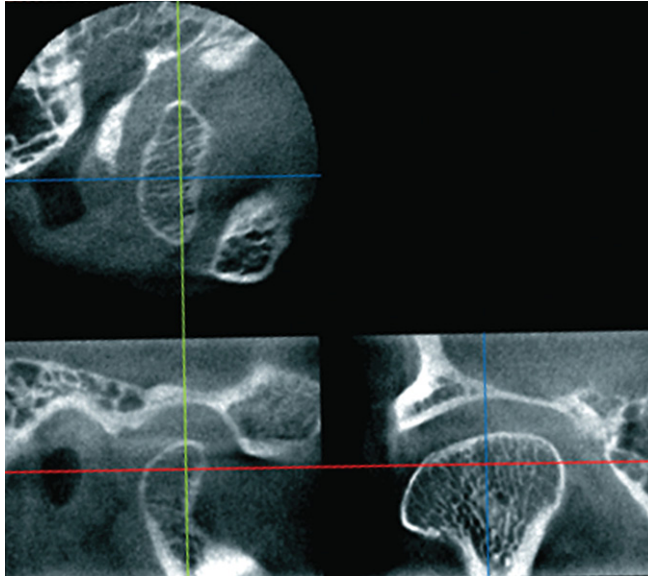


**Figura 13.19** - Imagens de TCFC, para avaliação tridimensional (3D) da região do dente 48, como estudo/planejamento para exodontia do dente 48 e sua relação com o feixe vasculonervoso do canal mandibular. (J. Morita Co.)

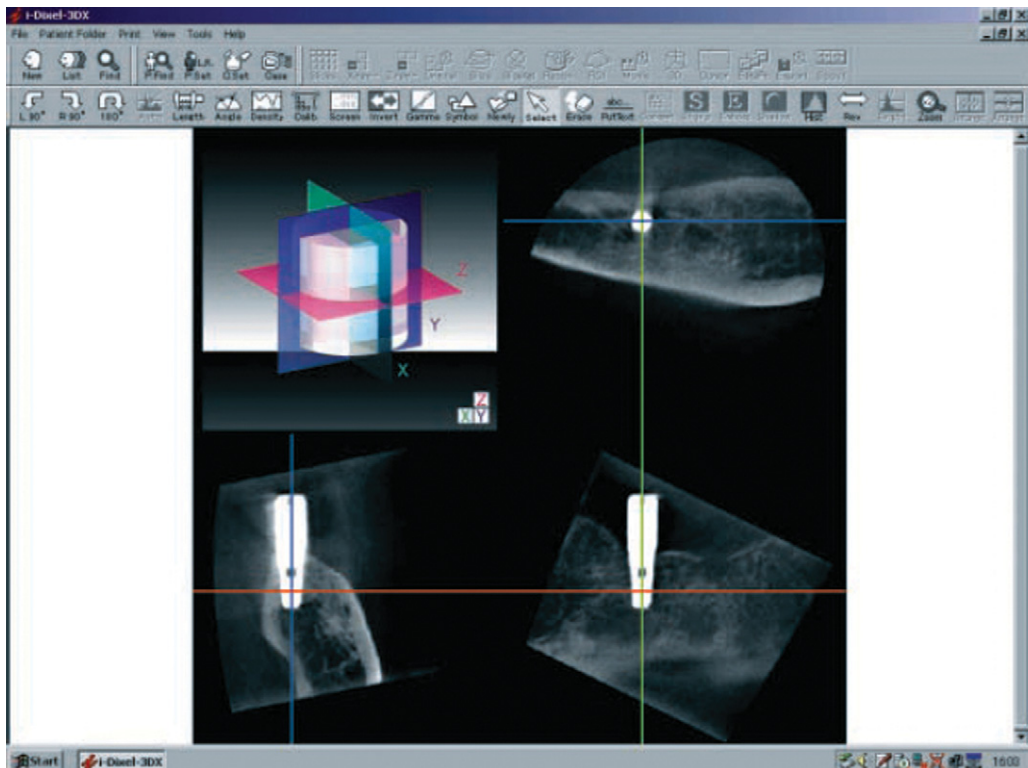
de implante. Estudos têm apontado para a possibilidade de variações anatômicas não visualizadas em radiografias convencionais, potencialmente complicadoras do tratamento com implantes (Oliveira-Santos *et al.*, 2011). Assim, recomenda-se que a TCFC seja empregada, pelo menos, nos casos em que uma distância segura de pelo menos 2 mm de estruturas anatômicas importantes, como o canal da mandíbula e o seio maxilar, não possam ser estimadas com imagens convencionais (Zinman *et al.*, 2010).

Nos casos em que a TC seria indicada, deve-se dar preferência à TCFC pela menor radiação e eficácia diagnóstica comparável (Zinman *et al.*, 2010) (Figura 13.21).

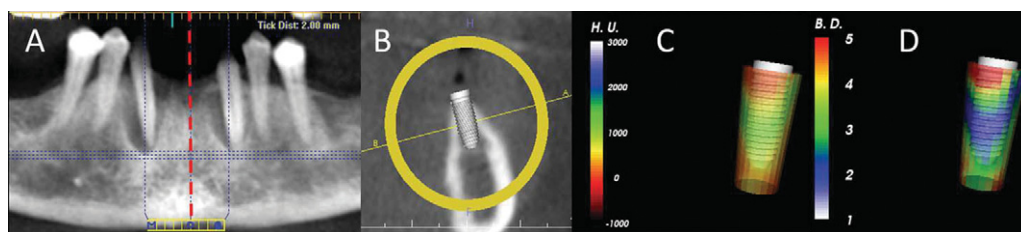
São fatores que contam a favor da indicação da TCFC para implantes (Noffke *et al.*, 2011): a) Em geral a população tem idade mais avançada (menos susceptível aos efeitos da radiação). b) O fato de o implante ser colocado em um espaço tridimensional (o que não faz sentido avaliar por exames bidimensionais) – assim é difícil estabelecer com



**Figura 13.20** - Imagens de TCFC, para avaliação tridimensional (3D) da região da ATM. (Cortesia de J. Morita Co.)



**Figura 13.21** - Imagem da tela do programa de computador que formata as imagens obtidas da TCFC, no caso, para estudo de colocação de implantes metálicos. (J. Morita Co.)



**Figura 13.22** - Imagem da tela do programa de computador que formata as imagens obtidas da TCFC, no caso, para estudo de colocação de implantes metálicos. Veja o detalhe das paredes vestibular e lingual em corte sagital (ou parassagital). (J. Morita Co.)

segurança distâncias mínimas adequadas (geralmente de pelo menos 2 mm) entre estruturas importantes e o implante. c) Implantes colocados com auxílio de TCFC têm menos probabilidade de complicações por injúrias neurovasculares (Noffke *et al.*, 2011).

Em casos de falhas no tratamento de implantes, sobretudo nos casos em que não foi empregado esse exame no pré-operatório, a TCFC pode ser recomendada para avaliação do alinhamento do implante ou relação com estruturas anatômicas, caso as radiografias convencionais não sejam suficientes para tal (Zinman *et al.*, 2010).

Nos casos em que há uma grande área a ser escaneada, sem, contudo, requerer a maior resolução possível, deve-se optar pelo uso do FOV estendido, como, por exemplo, nas grandes reabilitações por implante (Tetradis *et al.*, 2010) (Figura 13.22).

## Endodontia

A TCFC não é indicada como método padrão para identificação de lesões periapicais ou para demonstrar a anatomia dos canais radiculares (Portaria 453 da Anvisa; 1998, AAE) (Figura 13.23).

Em alguns casos de maior complexidade de diagnóstico em endodontia, e *quando radiografias convencionais não fornecerem informações suficientes para o planejamento do tratamento* (Portaria 453 da Anvisa, 1998; AAE, Noffke *et al.*, 2011) , pode-se indicar exames de TCFC de volume reduzido e alta resolução (AAE, Portaria 453 da Anvisa, 1998; Noffke *et al.*, 2011), como, por exemplo:

- Avaliação de lesões periapicais ou lesões na região periapical de origem não endodôntica, quando os pacientes apresentam sintomas e sinais clínicos contraditórios ou inespecíficos;
- Avaliação da anatomia radicular nos casos de morfologia complexa, como identificação de potenciais canais acessórios, anomalias do sistema de canais, determinação da curvatura radicular por radiografia con-



**Figura 13.23** - Radiografia periapical. Veja o dente molar superior com raízes convergentes e tratamento endodôntico realizado, aparentemente, de maneira satisfatória.

vencional (Portaria 453 da Anvisa, 1998, AAE);

- Avaliação de dentes tratados endodonticamente com sintomatologia inespecífica e ausência de alteração periapical em radiografias convencionais, ou com potenciais fatores complicadores do tratamento endodôntico, como perfurações, obturações com excesso, fratura de instrumentos, identificação de canais calcificados (Portaria 453 da Anvisa, 1998, AAE);
- Avaliação de suspeita de fratura dental (Portaria 453 da Anvisa, 1998; AAE; Tetradis *et al.*, 2010);
- Avaliação de reabsorções radiculares internas ou externas, quando informações tridimensionais podem potencialmente alterar o prognóstico do dente ou plano de tratamento (Portaria 453 da Anvisa, 1998; AAE);
- No planejamento de cirurgias paraendodônticas, para avaliação de potenciais fatores complicadores, como proximidade de estruturas anatômicas importantes (Portaria 453 da Anvisa, 1998; AAE).

Em endodontia, em geral FOV limitados são preferidos pelos seguintes motivos: maior resolução espacial que podem aumentar a acurácia para tarefas específicas em endodontia (canais acessórios, fraturas radiculares, deltas apicais, calcificações etc.); menor radiação ao paciente; menor tempo

devido a um menor volume a ser interpretado (AAE) (Figuras 13.24 e 13.25).

Caso o exame de TCFC envolva a região periapical, esta deve ser avaliada e eventuais alterações devem constar em laudos, mesmo que não estejam relacionadas com o motivo da indicação da TCFC.

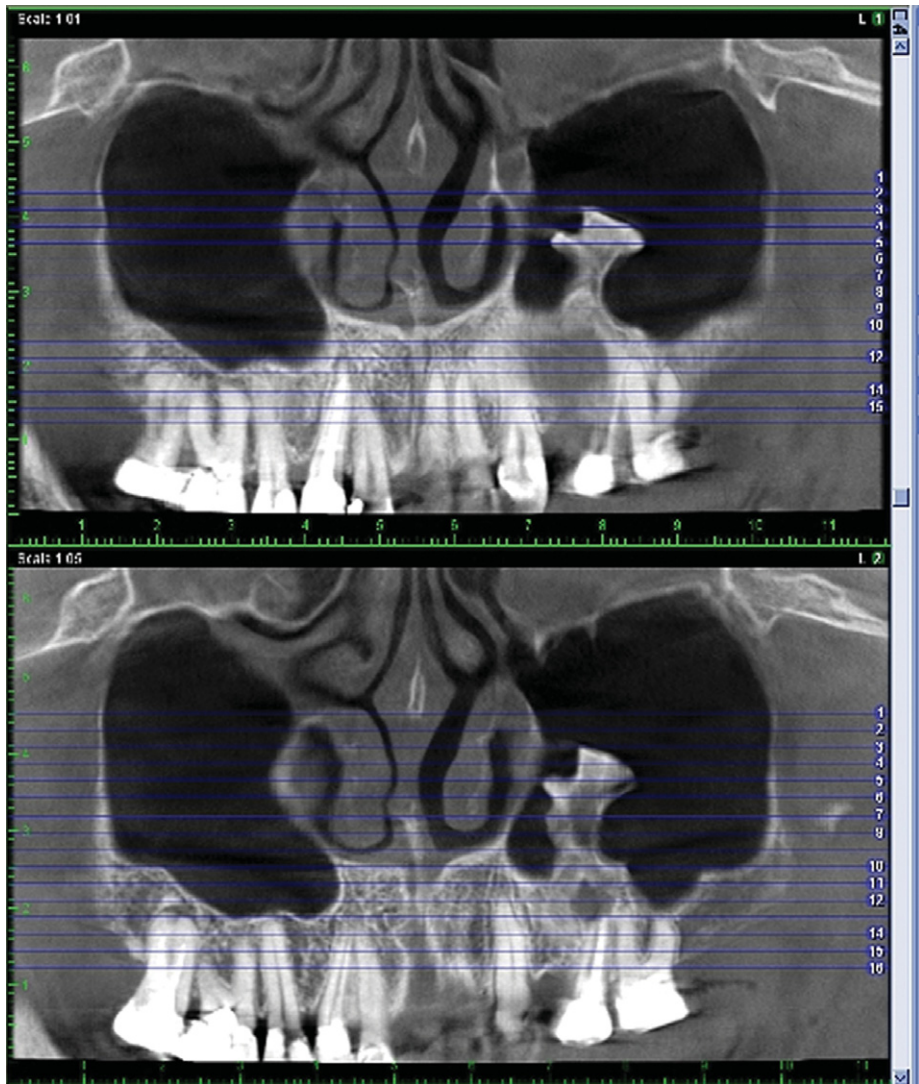
Para a maioria de aplicações endodônticas, o volume limitado de aquisição da TCFC é preferível em vez dos campos de maiores volume, pois:

- A resolução maior é claramente melhor na visualização da maior parte das tarefas endodônticas específicas, tais como visualização de canais acessórios, fraturas de raiz, deltas apicais, calcificações etc.
- A resolução espacial maior possível fornece uma relação *signal-to-noise* diagnóstica aceitável para o objetivo endodôntico.
- Diminuição da exposição à radiação do paciente.
- Economia de tempo devido ao menor volume a ser analisado.

O periódico *European Journal of Radiology* publicou em maio de 2009 o artigo intitulado: “A comparative evaluation of Cone Beam Computed Tomography (CBCT) and multi-slice CT (MSCT): Part 1. On subjective image quality. O artigo deixa evidente a qualidade superior de imagem do aparelho *3D Accuitomo* (Figura 13.26).



**Figura 13.24** - Imagens de diferentes FOV.



**Figura 13.25** - Imagens de TCFC em cortes coronais da região de seio maxilar mostrando corpo estranho que foi levado ao seio maxilar esquerdo durante procedimento cirúrgico.

Cortes com FOV pequeno de diferentes TCFC e TC helicoidal, nos quais se destacam as imagens do equipamento *3D Accuitomo* (Figura 13.26).

1, 9, 12 – *Newton 3G*

2 – *Galileos Sirona*

3 e 5 – *Somatom Station (sirona Helical CT)*

4 e 11 – *3D Accuitomo (JMCC)*

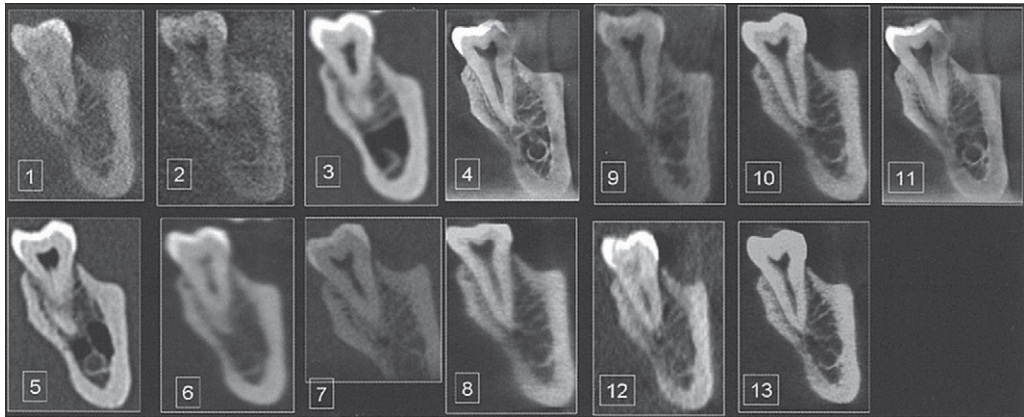
6 e 7 – *i-CAT (Kavo/Gendex)*

8, 10 e 13 – *Scanora (Soredex)*

### **Aspectos Técnicos e Operacionais**

Radiologistas que utilizam a TCFC devem ter conhecimento dos parâmetros operacionais e seus efeitos na qualidade da imagem e dose de radiação (AAOMR, 2011, Noffke et al., 2011; Horner et al., 2009).

Todo o volume adquirido, e não apenas a região de interesse, deve ser analisado (Portaria 453 da Anvisa, 1998; AAOMR, 2011; Noffke et al., 2011, Horner et al., 2009) e



**Figura 13.26** - Imagem comparativa de cortes tomográficos de diferentes equipamentos de TCFC para a região de molar mandibular, do artigo da Figura 13.26. (Fonte: *European Journal of Radiology*, 2009.)

um laudo radiográfico abordando todos os achados de relevância clínica deve ser emitido pelo radiologista (AAOMR, 2011; Portaria 453 da Anvisa, 1998; Noffke et al., 2011).

Nos casos do campo de imagem conter a mandíbula na TCFC, devemos avaliar a condição geral da cortical inferior mandibular, sobretudo sua espessura e morfologia, no sentido de verificar a existência de erosões, que em geral são compatíveis com perda óssea local/sistêmica.

As imagens devem ser analisadas sistematicamente e todas as seções disponíveis, de diferentes planos, devem ser avaliadas (Zinman et al., 2010; Oliveira-Santos et al., 2011, AAOMR, 2011). O radiologista deve ser capaz de detectar áreas suspeitas e possíveis alterações em todo o volume do exame (Zinman et al., 2010).

Deve-se adotar protocolos de aquisição dos exames para as diferentes justificativas clínicas, com base no objetivo do exame e utilizando a menor dose de radiação possível (Portaria 453 da Anvisa, 1998).

Preferencialmente, o aparelho deve oferecer a possibilidade de escolha entre diferentes FOV e o menor FOV possível para cada caso/aparelho deve ser selecionado (Portaria 453 da Anvisa, 1998; Zinman, 2010; Tetradis et al., 2011; Horner et al., 2009). Veja

a seguir algumas marcas de equipamentos TCFC, todos fabricados no exterior (Figura 13.27).

1 <i>3D Accuitome — J. Morita Co</i>	2 <i>i-CAT (Kavo/ Gendex)</i>	3 <i>Ilhuma</i>
4 <i>Kodak</i>	5 <i>Scanora (Soredex)</i>	6 <i>Newton 3G</i>

Caso o aparelho ofereça a possibilidade de selecionar a resolução, a menor resolução possível para um diagnóstico adequado deve ser selecionada e a menor dose possível utilizada (Portaria 453 da Anvisa, 1998; Horner et al., 2009).

Procedimentos de controle de qualidade devem ser adotados pelas clínicas de radiologia, incluindo avaliação periódica das instalações e desempenho do aparelho e técnicas, bem como educação continuada da equipe envolvida (Portaria 453 da Anvisa, 1998; AAE, AAOMR, 2011; Horner et al., 2009).

Recomenda-se o armazenamento de arquivos de exames em discos rígidos externos, atualmente disponíveis com preços acessíveis, evitando o funcionamento mais lento dos processadores das imagens (Thomas, 2008).



**Figura 13.27 A a F** - Imagens de alguns equipamentos de TCFC que podemos encontrar no mercado. Todos são importados. Ainda hoje no Brasil não há fabricação de equipamentos de TCFC.

Os indicadores luminosos de posicionamento do paciente no aparelho de TCFC devem ser sempre utilizados (Horner et al., 2009).

Deve-se utilizar sempre os dispositivos de radioproteção (Noffke et al., 2011; Portaria 453 da Anvisa, 1998).

Utilizar os menores fatores de exposição possíveis (mA, kVp, menor FOV etc.),

como base no princípio ALARA, sempre vislumbrando a relação custo × benefício para o paciente.

### Considerações Finais

Em casos em que haja dúvida da necessidade de realização da TCFC e que não tenham sido abordados neste capítulo, recomenda-

se uma avaliação criteriosa, com base não só em convicções ou experiências do profissional ou da equipe, mas respaldada em evidências científicas.

Essas recomendações devem ser revisadas periodicamente, de preferência em até cinco anos, uma vez que a tecnologia da TCFC está em constante renovação e novas pesquisas são apresentadas (SD, Farman, 2011).

Tem sido demonstrada a necessidade de futuros estudos que possam auxiliar na quantificação dos benefícios do uso da TCFC, ajudando o CD na decisão de solicitar o exame e fornecendo conteúdo para informar ao paciente (Scarfe, 2011).

Devido ao crescente emprego da TCFC na prática odontológica, sugere-se que sejam incluídos no currículo dos cursos de graduação em Odontologia do país conteúdos relativos à TCFC, referentes a: princípios de aquisição e interpretação da imagens, anatomia em TCFC (Horner et al., 2009), física da radiação e radioproteção e justificação de exames.

## Bibliografia

- Ahmad M, Freymiller E. Cone beam computed tomography: evaluation of maxillofacial pathology. *J Calif Dent Assoc* 2010;38:41-7.
- American Association of Orthodontists. House of Delegates acts on resolutions. "www.aaomembers.org/Resources/Publications/ebulletin-05-06-10.cfm". Accessed September 23, 2011.
- Barghan S, Merrill R, Tetradis S. Cone beam computed tomography imaging in the evaluation of the temporomandibular joint. *J Calif Dent Assoc* 2010;38:33-9.
- Brasil. Portaria nº 453, 1º de junho de 1998. Diretrizes de proteção radiológica em radiodiagnóstico médico e odontológico. Secretaria de Vigilância Sanitária, Ministério da Saúde. Brasília, 1998.
- Carter L, Geist J, Scarfe WC, et al. American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology executive opinion statement on performing and interpreting diagnostic cone beam computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008;106:561-562.
- Farman AG, Scarfe W, Ahmad M. American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology commentary: position papers in perspective. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2011;111:238.
- Garib D. Como a tomografia computadorizada de feixe cônico pode ser útil para o ortodontista? *Rev Clin Ortodon Dental Press* 2009;8(2):6-13.
- Hatcher DC. Operational principles for cone-beam computed tomography. *J Am Dent Assoc* 2010;141:3S-6S.
- Horner K, Islam M, Flygare L, et al. Basic principles for use of dental cone beam computed tomography: consensus guidelines of the European Academy of Dental and Maxillofacial Radiology. *Dentomaxillofac Radiol* 2009;38:187-195.
- Kapilla S, Conley RS, Harrell WE Jr. The current status of cone beam computed tomography imaging in orthodontics. *Dentomaxillofac Radiol* 2011;40:24-34.
- Loubele M, Bogaerts R, Van Dijk E, et al. Comparison between effective radiation dose of CBCT and MSCT scanners for dentomaxillofacial applications. *Eur J Radiol* 2009;71:461-8.
- Mah JK, Huang JC, Choo H. Practical applications of cone-beam computed tomography in orthodontics. *J Am Dent Assoc* 2010; 141:7S-13S.
- Marmulla R, Wörtche R, Müling J, Hassfel S. Geometric accuracy of the NewTom 9000 Cone Beam CT. *Dentomaxillofac Radiol* 2005;34:28-31.
- Miles DA, Nair M, Kumar V, et al. Use of cone-beam computed tomography in endodontics. Joint Position Statement of the American Association of Endodontists and the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2011;111:234-7.
- Noffke CEE, Bamjee Y, Nzima N. Tomographic imaging. *SADJ* 2009;64:254-259.
- Noffke CEE, Farman AG, Nel S, Nzima N. Guidelines for the safe use of dental and maxillofacial CBCT: a review with recommendations for South NOFFKE et al 2011. *SADJ* 2011;66:262-266.
- Noffke CEE, Farman AG, Nel S, Nzima N. Guidelines for the safe use of dental and maxillofacial CBCT: a review. *SADJ* 2011; 6(6):262-266.
- Oliveira-Santos C, Souza PHC, Berti-Couto SA, et al. Assessment of variations of the mandibular canal through cone beam computed tomography. *Clin Oral Invest* 2011:DOI 10.1007/s00784-011-0544-9.
- Oliveira-Santos C, Watanabe PCA, Monteiro SAC, Farman AG, Noffke CE. Uso seguro da tomografia computadorizada de feixe cônico: recomendações direcionadas à prática odontológica brasileira. *Rev. Paul. Odontol.*, v.34 (2), p.31-35, 2012.

20. Pauwels R, Beinsberger J, Collaert B, et al. Effective dose range for dental cone beam computed tomography scanners. *Eur J Radiol* 2011; doi:10.1016/j.ejrad.2010.11.028 (in press).
21. Radiation Protection: Cone beam CT for dental and maxillofacial radiology. Evidence based guidelines 2011 (v2.0 Final). A report prepared by the SEDENTEXCT project; www.sedentext.eu.
22. Scarfe WC. Editorial: "All that glitters is not gold": standards for cone-beam computerized tomographic imaging. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2011;111:402-408.
23. Suomalainen A, Vehmas T, Kortensniemi M, et al. Accuracy of linear measurements using dental cone beam and conventional multislice computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol* 2008; 37:10-7.
24. Tetradis S, Anstey P, Graff-Radford S. Cone beam computed tomography in the diagnosis of dental disease. *J Calif Dent Assoc* 2010;38:27-32.
25. Thomas SL. Application of cone-beam CT in the office setting. *Dent Clin North Am* 2008; 52:753-9.
26. Vandenberghe B, Jacobs R, Yang J. Diagnostic validity (or acuity) of 2D CCD versus 3D CBCT-images for assessing periodontal breakdown. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;104:395-401.
27. Zinman EJ, White SC, Tetradis S. Legal considerations in the use of cone beam computer tomography imaging. *J Calif Dent Assoc* 2010;38:49-56.

Página deixada intencionalmente em branco

# PROGRAMA DE CONTROLE DE QUALIDADE EM RADIOLOGIA ODONTOLÓGICA (PCQ)

14

## SUMÁRIO

- O PCQ deve ser implantado devido à necessidade de garantir a qualidade dos serviços de radiodiagnóstico prestados à população, assim como de assegurar os requisitos mínimos de proteção radiológica aos pacientes, aos profissionais e ao público em geral.
- No emprego das radiações em Odontologia, deve-se dar ênfase à otimização da proteção nos procedimentos de trabalho, por ter uma influência direta na qualidade e segurança da assistência aos pacientes.
- As exposições odontológicas de pacientes à radiação devem ser otimizadas ao valor mínimo necessário para que o objetivo radiológico (diagnóstico) seja alcançado, de modo compatível com os padrões aceitáveis de qualidade de imagem.
- O PCQ deve incluir um programa de manutenção dos equipamentos de raios X, processadoras, caixas portáteis de processamento radiográfico e soluções processadoras.
- O cirurgião-dentista deverá ter um relatório do Programa de Garantia de Qualidade Radiológica, assinado por um especialista em física de radiodiagnóstico, ou certificação equivalente, reconhecida pelo Ministério da Saúde.
- É obrigação do cirurgião-dentista, responsável legal do consultório odontológico, programar o PCQ e manter os assentamentos dos dados obtidos, incluindo informações sobre ações corretivas.
- Informar ao titular todos os dados relevantes obtidos nos programas de proteção radiológica e garantia de qualidade, para subsidiar o mesmo no exercício de suas responsabilidades.
- Zelar para que as exposições de pacientes sejam as mínimas necessárias para atingir o objetivo do procedimento radiológico requisitado, levando em conta os padrões aceitáveis de qualidade de imagem e as restrições conferidas pelos níveis de referência de radiodiagnóstico estabelecidos nesse Regulamento.

## SUMÁRIO – cont.

- O responsável legal pelo serviço deve manter um sistema de assentamento de dados, conforme discriminado nesse Regulamento, sobre os procedimentos radiológicos realizados, sistema de garantia da qualidade, controle ocupacional implantado e treinamentos realizados.
- No assentamento de garantia de qualidade devem constar os dados relativos ao controle de qualidade implantado no serviço e conter, no mínimo, os resultados dos testes descritos nesse Regulamento.
- O Programa de Garantia de Qualidade Radiológica deve incluir o assentamento dos testes e avaliações periodicamente realizadas e os resultados obtidos, assim como a documentação e verificação dos procedimentos operacionais e das tabelas de exposição, considerando os requisitos de proteção radiológica estabelecidos na Portaria 453.
- Os titulares devem programar auditorias periódicas, internas e/ou externas, para rever a execução e eficácia do Programa de Garantia de Qualidade Radiológica.
- Toda vez que for realizado qualquer ajuste ou alteração das condições físicas originais do equipamento de raios X, deve ser realizado um teste de desempenho, correspondente aos parâmetros modificados, e manter o relatório arquivado no serviço.

## OBJETIVOS

**Objetivo Geral:**

Fornecer ao aluno critérios para o controle da qualidade radiográfica, sempre relevando o binômio risco × benefício para o seu paciente e a qualidade da documentação produzida.

**Objetivos Específicos:**

Ao final deste tópico, espera-se que o aluno seja capaz de:

- Listar os testes do PCQ.
- Listar os testes específicos do PCQ para os equipamentos de raios X.
- Discutir a finalidade e a frequência da avaliação dos aparelhos radiográficos odontológicos.
- Descrever, executar e interpretar os testes do PCQ das substâncias de processamento.
- Discutir o papel do profissional no PCQ.
- Discutir a atuação do profissional diante dos resultados dos testes do PCQ.

## Programa de Garantia de Qualidade Radiológica – PGQR

Este capítulo tem o objetivo de auxiliar o cirurgião-dentista a instalar o Programa de

Garantia de Qualidade Radiológica no consultório ou na clínica dentária. As informações aqui oferecidas estão registradas, em diversos livros, revistas científicas e *sites*. Nosso objetivo foi registrar de forma breve e acessível, as informações dispersas nas várias fontes, facilitando a instalação do Programa de Garantia de Qualidade Radiológica nas clínicas odontológicas.

Para que uma radiografia satisfaça às necessidades para as quais foi requisitada é necessário que tenha qualidade. A garantia de qualidade é alcançada por meio de um processo sistemático de observação de todo processo radiográfico pela avaliação do resultado radiográfico. Todo processo que busca garantir a qualidade deve ser avaliado para assegurar a sua eficiência.

As radiografias produzidas em uma clínica odontológica devem ter alto padrão, de forma consistente para que cumpram as finalidades diagnósticas para as quais foram realizadas (Figuras 14.1 e 14.2). Diante da constatação da presença de erros que comprometam a qualidade deverão ser elaboradas ações planejadas, organizadas e registradas garantindo que radiografias de qualidade sejam obtidas com um mínimo de exposição do paciente e da equipe.

Principais objetivos da radiografia odontológica:



**Figura 14.1** - Imagens de alta qualidade. Radiografia cefalométrica, ou telerradiografia.

- Diferenciar as várias tonalidades das estruturas do complexo maxilo-mandibular, dentes, face e crânio. Pela técnica radiográfica, essas imagens têm tons que vão do totalmente branco ao preto, passando pelos vários tons de cinza. Lembramos que todos os filmes radiográficos têm a base do filme com coloração azulada, para melhor visualização do processo. Ainda assim, teremos radiopaco e radiolúcido.
- Vamos radiografar objetos tridimensionais para obter uma imagem bidimensional; as-

sim, há uma grande influência da geometria de formação da imagem.

- A radiografia odontológica ainda é o principal exame complementar de diagnóstico; assim, o exame clínico é fundamental. A radiografia nos auxiliará a inspecionar as áreas/regiões/estruturas que não são visíveis a olho nu.
- Por tudo isso, é fácil compreender que as radiografias odontológicas possuem limitações;
- E, ainda o mais importante, a obtenção das radiografias odontológicas têm riscos!

### **Radiografia Ideal (Figura 14.3)**

- Máximo detalhe
- Mínima distorção
- Densidade e contraste radiográficos adequados para a requisição radiográfica
- Enquadramento adequado da área.

### **Registro dos Procedimentos para a Garantia de Qualidade**

As tarefas, que constituem o controle de qualidade, devem ser agendadas e registradas em livros específicos para:

- Identificar o responsável para implementação do programa.



**Figura 14.2** - Imagens de alta qualidade. Radiografia panorâmica ou ortopantomografia.



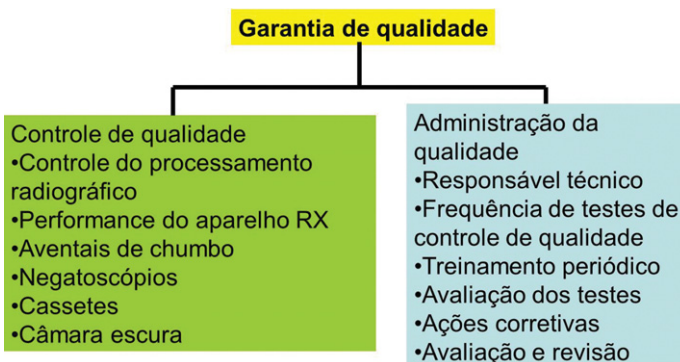
**Figura 14.3 A e B** - Imagens radiográficas ótimas.

- Descrever o conteúdo de qualquer registro essencial, bem como a frequência para avaliação formal dos registros. Incluir testes de equipamento, testes de procedimento e frequência, por exemplo, em caso de falhas no aparelho deve constar a descrição da natureza do erro, se o aparelho for removido do serviço, descrever qual a ação tomada, quais os testes realizados antes do equipamento voltar para o serviço.
- Manter os registros formais.

O Programa de Garantia de Qualidade Radiológica faz parte do programa de proteção radiológica e descreve esforços técnicos e administrativos realizados para identificar os problemas e corrigi-los antes que afetem a qualidade da imagem. Para instalação, manutenção, avaliação, revisão e implementação de um Programa de Garantia de Qualidade Radiológica, primeiramente é necessário ter um plano descrito, para execução das atividades em condições de segurança e qualidade. O profissional responsável pela clínica é também responsável pela execução das tarefas a serem realizadas no programa de monitoramento das ações do controle de qualidade.

O Programa de Garantia de Qualidade Radiológica inclui o plano para atualização e reciclagem periódica da equipe.

O controle de qualidade em radiologia nas clínicas odontológicas refere-se aos passos executados que levam à obtenção de radiografias com alta qualidade de modo consistente,



**Figura 14.4** - Itens técnicos e administrativos do Programa de Garantia de Qualidade.

com redução das retomadas, com consequentes reduções de custo para o profissional e de dose de radiação para o paciente e equipe.

As falhas em radiologia odontológica estão relacionadas com os problemas de prescrição e de controle de infecção, com o equipamento, filmes ou sensores digitais, com a técnica, com os acessórios do processamento radiográfico e com o ambiente para a interpretação radiográfica.

O Controle de Qualidade para as Clínicas Odontológicas que executam apenas radiografias intrabucais, com carga de trabalho inferior a 100 radiografias intrabucais semanais, independentemente da forma de processamento (manual ou automática), de acordo com a American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology (AAOMR) é classificado como estágio 1. Para as clínicas do estágio 1, é indicado registro dos erros, tomada radiográfica com filme de referência e avaliação mensal do negatoscópio (Figura 14-5).

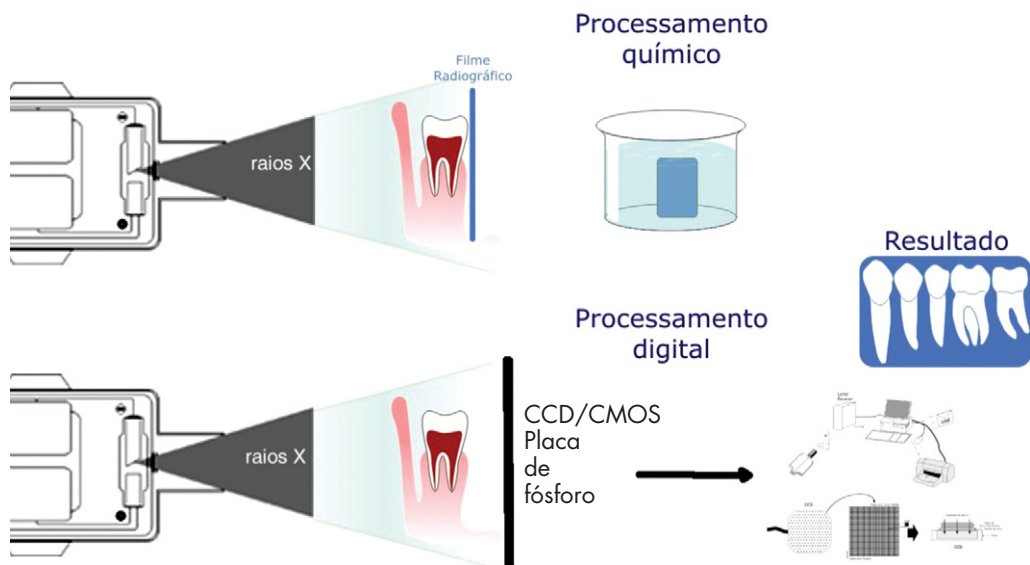
O quadro abaixo resume todo o processo de obtenção de radiografias, tanto convencional (RC) quanto digital (RD). Assim, qualquer problema em uma dessas etapas e/ou equipamentos pode contribuir negativamente

para a qualidade radiográfica. O Controle de Qualidade (CQ) deve existir até no momento de se ver a imagem radiográfica. Por exemplo, não adianta nada seguirmos todos os passos para o CQ e na hora de examinar a radiografia colocá-la contra um refletor do equipamento odontológico, ou contra a luminária da sala, ou ainda contra a janela. A maneira de visualizar uma RC é no negatoscópio, e no caso da RD, no monitor de computador, calibrado, ambos em ambiente com pouca luminosidade.

A Resolução SS.625 de 14 de dezembro de 1994, da Secretaria da Saúde do governo do Estado de São Paulo ditou várias Normas de Radioproteção em consultórios e clínicas que fazem uso das radiações ionizantes, inclusive recomendações sobre o Programa de Garantia de Qualidade Radiológica.

Pela Portaria de 453, do Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância Sanitária de 1 de julho de 1998, o cirurgião-dentista, no âmbito de seu estabelecimento, é o responsável pela segurança e proteção dos pacientes. Cabe ao profissional:

- Elaborar e revisar tabelas de exposição para o(s) aparelho(s) de acordo com a técnica e região a ser radiografada.



**Figura 14.5** - Resumo do processo de obtenção da imagem radiográfica, com filmes radiográficos (convencional) e com sensores digitais para gravação da imagem.

- Assegurar a realização ou realizar assentamento em livros informando sobre as ações corretivas.
- Manter os equipamentos em condições ideais de funcionamento.
- Disponibilizar vestimentas de proteção individual.
- Garantir a otimização da proteção radiológica.
- Revisar e atualizar periodicamente os procedimentos operacionais.
- Implementar o Programa de Garantia de Qualidade Radiológica evitando falhas e erros nos procedimentos radiológicos.

O livro de assentamento exigido pela Portaria 453 para as inspeções sanitárias deve incluir o registro dos procedimentos radiológicos, a data do exame, o nome, o gênero e a idade do paciente, o nome do operador, o tipo de procedimento radiológico realizado, a quantidade de filmes utilizados, a (s) região(ões) radiografada(s), os fatores de exposição, a distância foco-filme empregada, os problemas anatômicos, o método de processamento e o aparelho (se houver mais do que um na clínica) radiográfico utilizado. Em casos de rejeição radiográfica, deverá constar a causa de rejeição e a ação corretiva sugerida.

Os erros conduzem o profissional a realizar novas tomadas que ocasionam:

- maior exposição do paciente e equipe à radiação;
- maior gasto de material usado no controle de infecção;
- maior gasto de material radiográfico (filmes, líquidos etc.);
- maior desgaste do aparelho;
- maior consumo de tempo; enfim maior custo.

### **Equipamento de Raios X Odontológico**

Quando da instalação de um equipamento deve ser realizado um exame minucioso do aparelho e a elaboração de um relatório, em que constem, também, as medidas das doses fornecidas aos pacientes. Se houver necessidade de reparo ou modificação do aparelho deve ser elaborado novo relatório,

pois é possível que tenha ocorrido mudanças em suas características. A mudança de local pode ocasionar alteração de dose para a equipe, a vizinhança ou para a população.

De acordo com a Portaria 453, do Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância Sanitária de 1º de julho de 1998, o Programa de Controle de Qualidade inclui o programa de testes de constância dos aparelhos para a manutenção dos equipamentos de raios X pelos testes radiométricos.

Enquanto que na compra os aparelhos devem vir testados de fábrica quanto à radiação de fuga e à blindagem do cabeçote. Após a instalação de um aparelho o cirurgião-dentista torna-se responsável pela realização dos levantamentos radiométricos, executados por físico credenciado como especialista em Física Médica. Para uma clínica odontológica que tenha um aparelho de raios X o levantamento deverá ser realizado a cada dois anos, enquanto para clínicas especializadas em radiologia o levantamento deverá ser anual.

Os laudos radiométricos devem conter informações, tais como:

- Nome do fabricante.
- Número do modelo.
- Número de série ou qualquer informação exclusiva.
- Ano de fabricação.
- Ano de instalação.
- Tensão de pico (kVp) – ideal: 70 kVp.
- Reprodutibilidade do tempo de exposição.
- Linearidade da taxa de kerma com o tempo de exposição – camada semirredutora filtração recomendada para
- Tamanho do campo de irradiação (colimação ou feixe útil) – preferivelmente retangular e, se circular, não superior a 6 cm.
- Distância da extremidade do cilindro ao alvo superior a 20 cm.
- Dose de entrada na pele do paciente.
- Nome e assinatura do físico especialista responsável.

Em relação aos aparelhos antigos deverá ser considerado:

- Tempo de uso – para a utilização de aparelhos adaptados é necessário que se mostrem adaptados, eficientes e confiáveis.

Não são mais permitidos: a) marcadores de tempo tipo relógio de corda – por causa da falta de precisão e incompatibilidade com os tempos de exposição indicados para os filmes atuais; b) uso de cone posicionador em decorrência radiação espalhada produzida, devendo ser substituído pelo cilindro posicionador; c) uso de botão disparador com retardo, por não permitir a interrupção da exposição mesmo que seja observada movimentação do paciente.

As avaliações realizadas pelo físico devem incluir também avaliação da câmara escura quanto à integridade e luminosidade do negatoscópio.

### Verificação Diária dos Equipamentos (Figura 14.6)

Antes do primeiro atendimento o aparelho deverá ser acionado para verificar:

- O funcionamento das luzes de advertência.
- O funcionamento do alarme sonoro.
- A estabilidade do braço articulado.
- A realização da radiografia de referência (teste-piloto).
- Checar as soluções para processamento radiográfico.
- Verificar as vestimentas plumbíferas.

### Diâmetro do Feixe Útil (Figura 14.7 e 14.8)

A região irradiada deve se restringir ao máximo necessário para obtenção de imagens com qualidade e que inclua as estruturas de interesse.

O diâmetro do feixe útil é determinado pelo colimador. A colimação retangular é a mais indicada, por poupar maior quantidade de tecido da radiação e no caso de colimação circular não deve exceder 6 cm de diâmetro (Figura 14.8).

O próprio cirurgião-dentista pode avaliar o feixe útil de seu aparelho de raios X periapical por um método simplificado.

- Desenhar uma circunferência com 6 cm de diâmetro em 1 folha de papel em branco.
- Dispor seis filmes periapicais de modo a formar três fileiras com dois filmes cada, lado a lado, até preencher a circunferência, os filmes devem ficar justapostos.
- Os picotes devem ser voltados para um mesmo lado;
- Contornar os limites dos filmes, para que após a retirada da embalagem e processamento o filme ocupe a mesma área.
- Colocar o cilindro localizador perpendicular aos filmes com a distância de 20 cm.
- Expor os filmes por 0,5 segundo.

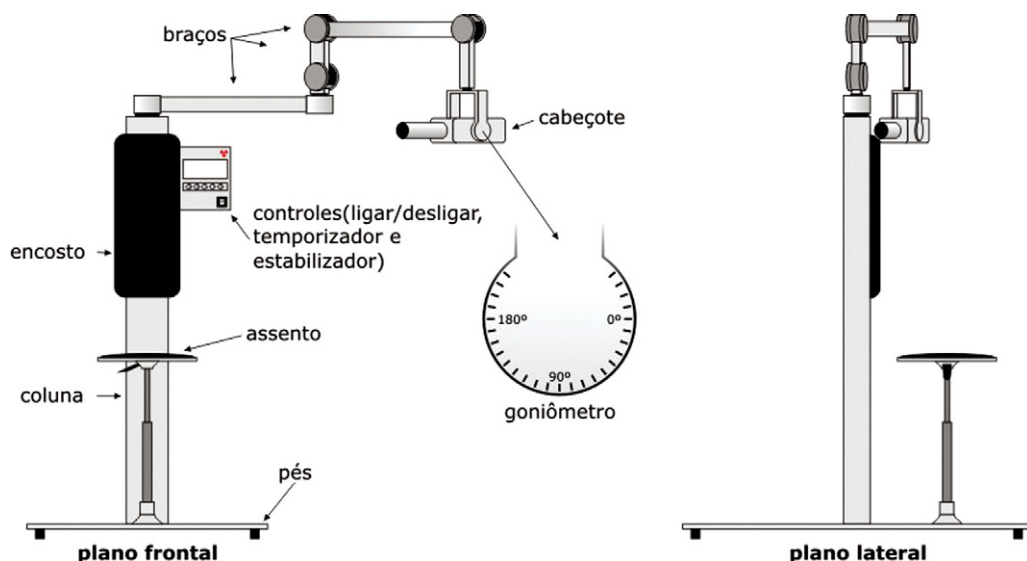


Figura 14.6 - Tipo de equipamento para tomadas radiográficas, vistas frontal e lateral.

- Processar os filmes.
- Respeitando os contornos anteriormente delineados na folha de papel, recolocar os filmes sobre o desenho feito inicialmente.
- Medir os dois diâmetros ortogonais. A média não deve exceder 6 cm.

Caso o diâmetro do feixe útil exceda 6 cm, o cirurgião-dentista deve acionar o fabricante ou um técnico especializado (Figura 14.9).

### Requisitos Técnicos para Radiografia de Qualidade (Figura 14.10)

Qualidade – uma radiografia para satisfazer as necessidades para as quais foi requisitada e para cumprir a função deve ter:

Contraste – diferença de densidade radiográfica entre as áreas adjacentes na radiografia (do preto ao branco e os tons de cinza). O ideal é que a radiografia tenha uma escala média de contraste. Quando há uma acentuada diferença na densidade radiográfica, dizemos que o contraste é muito alto (poucos tons de cinza, escala curta de contraste) e quando há muitos tons de cinza entre o preto e o branco dizemos que o contraste é baixo e a escala de contraste é muito longa. Esse fator é controlado sobretudo pela quilovoltagem e filtração, sendo por isso preferível o uso de aparelhos com 70 kV e também pelo tipo de filme e soluções de processamento.

### Varição da kVp – Mandíbula macerada (Figuras 14.11 a 14.13)

*Densidade* – tendência de um filme apresentar-se mais escuro ou mais claro, ou o grau de escurecimento do filme radiográfico. As radiografias devem apresentar grau médio (nem escura, nem clara) de densidade, e devem permitir a avaliação do limite tênue dos tecidos moles em regiões edêntulas.

### Varição da mA – mandíbula macerada (Figuras 14.14 a 14.16)

A distância foco-filme foi de 40 cm.

### Varição do tempo de exposição – mandíbula macerada (Figuras 14.17 a 14.19)

*Detalhe* – delineação ponto a ponto das mínimas partes do objeto na imagem radiográfica

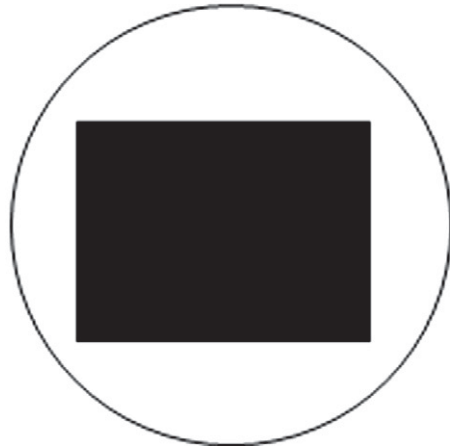


Figura 14-7 Diâmetro do feixe útil.

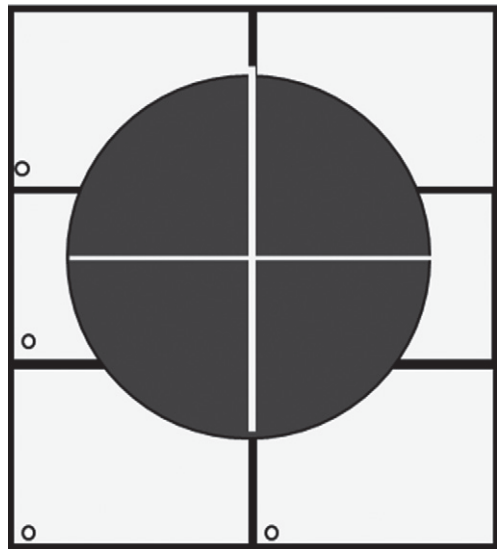
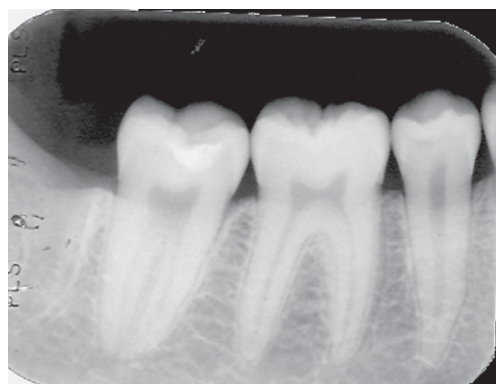
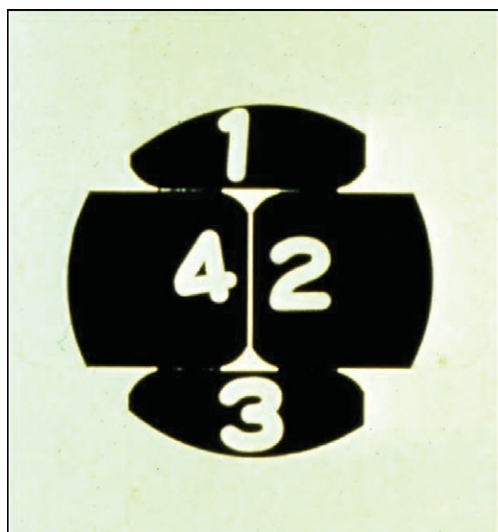


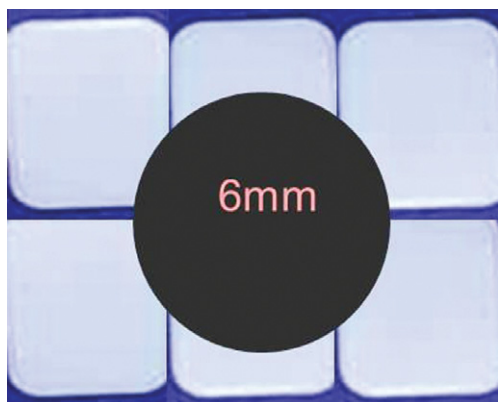
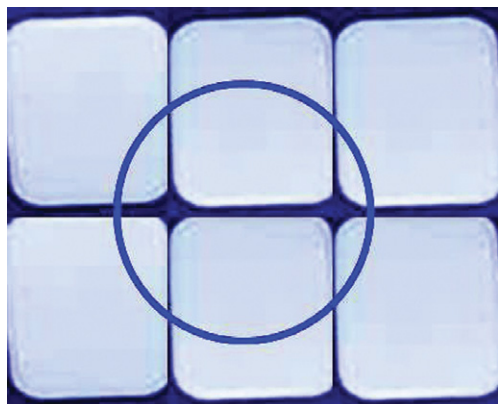
Figura 14.8 - Obtenção do diâmetro do feixe útil utilizando filmes radiográficos periapicais.

fica, fornecendo o máximo de informação. Ex. integridade da lâmina dura. É controlado pela kV e processamento (Figura 14.20).

*Definição* – refere-se à distinção e à demarcação acentuada de todos os detalhes da imagem radiográfica dos objetos e seus elementos do filme dental. É controlada pelos fatores distância, tipo de filme e movimentação (Figura 14.21).



**Figura 14.10** - Radiografia de qualidade.



**Figura 14.9.** Disposição de filmes radiográficos para realizar a medição do feixe útil do equipamento de raios X. Em geral a maneira mais prática é utilizar seis filmes radiográficos do tamanho nº 2.

### **Critérios para Avaliação da Qualidade da Radiografia Periapical**

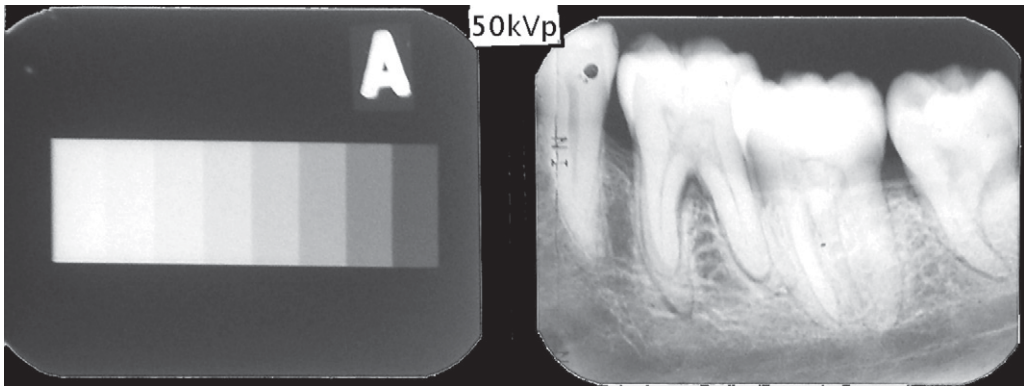
#### **Area anatômica**

Todas as coroas, ápices, cristas alveolares, área de contato e osso alveolar adjacente aos ápices dos dentes da região radiografada devem ser mostrados radiograficamente. Esse fator está relacionado com o enquadramento do filme, ponto de incidência do raio principal, angulação horizontal, angulação vertical (Figuras 14.22 e 14.23).

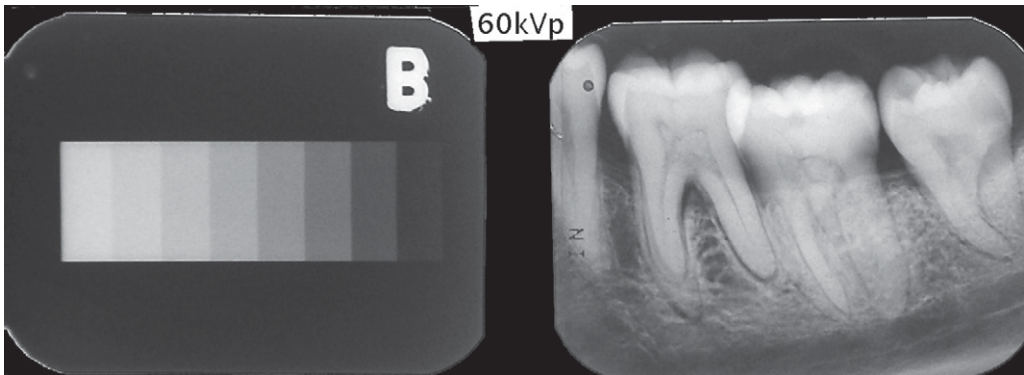
- O espaço entre a borda do filme e as faces incisais ou ponta(s) da(s) cúspide(s) deve ser de 0,5cm; o espaço entre a borda do filme e o(s) área Anatômica

Todas as coroas, ápices, cristas alveolares, área de contato e osso alveolar adjacente aos ápices radiculares dos dentes da região radiografada devem ser mostrados radiograficamente (Figuras 14.24 e 14.25). Esse fator está relacionado com o enquadramento do filme, ponto de incidência do raio principal, angulação horizontal, angulação vertical.

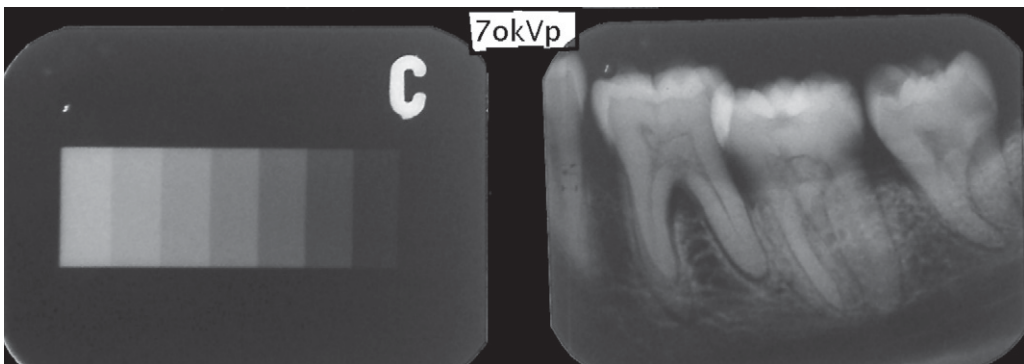
- O espaço entre a borda do filme e o(s) ápice(s) deve ter no mínimo 2 mm.
- Devem ser mostradas todas as faces proximais dos dentes da região radiografada, bem como a face proximal do dente anterior à região e face proximal do dente



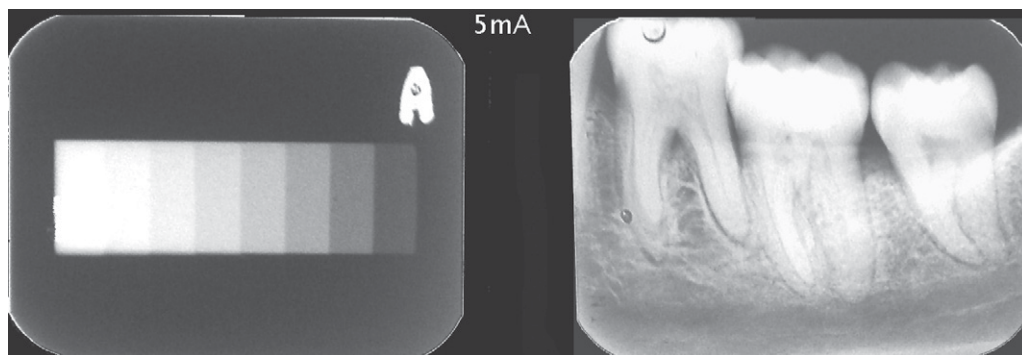
**Figura 14.11** - 50 kVp. Escala curta — alto contraste. A distância foco-filme foi de 40 cm.



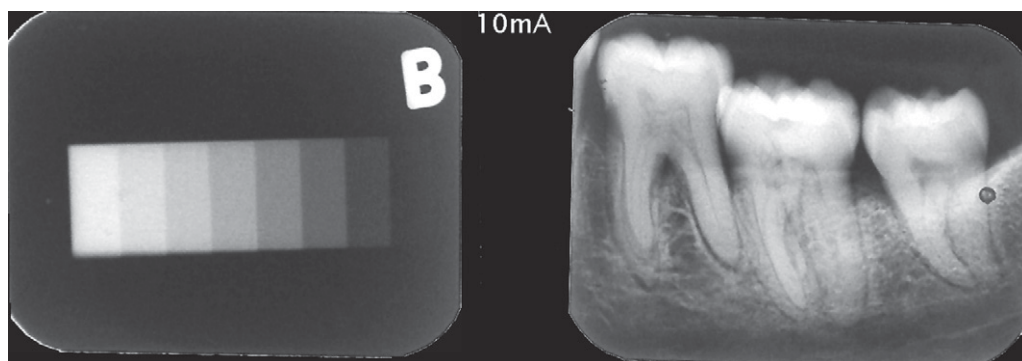
**Figura 14.12** - 70 kVp. Escala média — médio contraste. A distância foco-filme foi de 40cm.



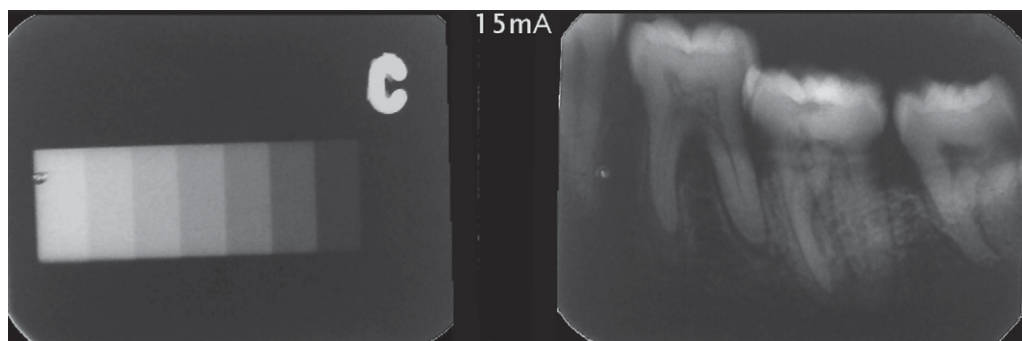
**Figura 14.13** - 70 kVp. Escala longa — baixo contraste. A distância foco-filme foi de 40 cm.



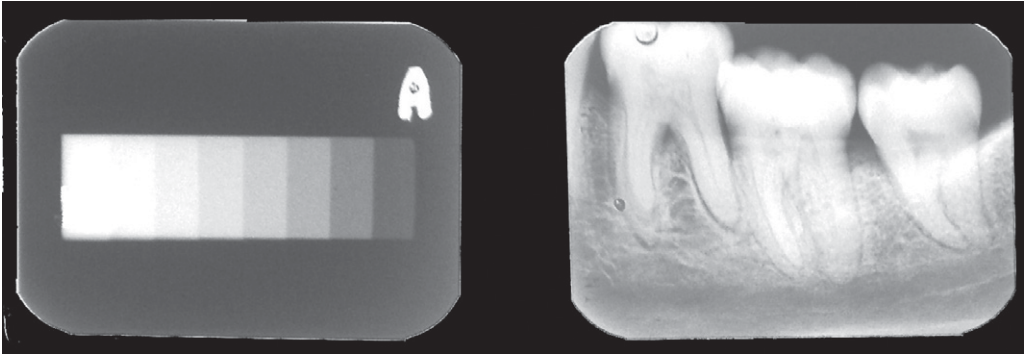
**Figura 14.14** - 5 mA, sem alterar o tempo de exposição. Baixa densidade. A distância foco-filme foi de 40 cm.



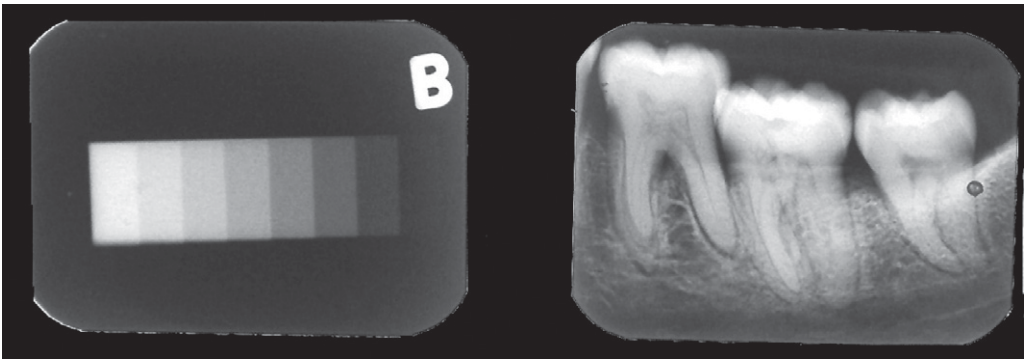
**Figura 14.15** - 10 mA, sem alterar o tempo de exposição. Média densidade. A distância foco-filme foi de 40 cm.



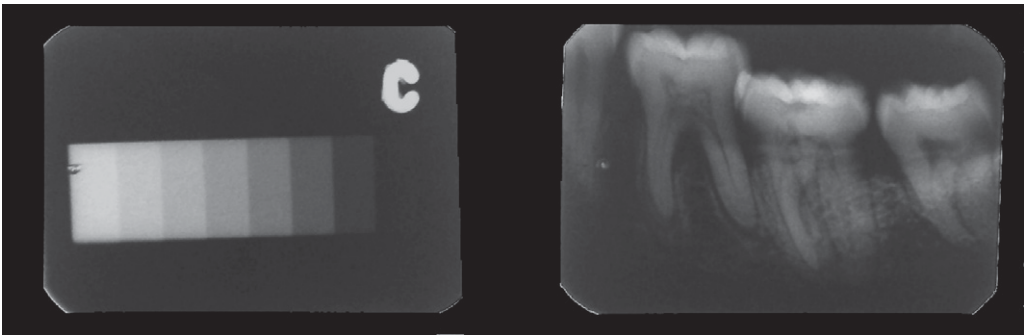
**Figura 14.16** - 15 mA, sem alterar o tempo de exposição. Alta densidade. A distância foco-filme foi de 40 cm.



**Figura 14.17** - 0,2 s, sem alterar a mA. Baixa densidade.



**Figura 14.18** - 0,4 s, sem alterar a mA. Média densidade.



**Figura 14.19** - 0,8 s, sem alterar a mA. Alta densidade.



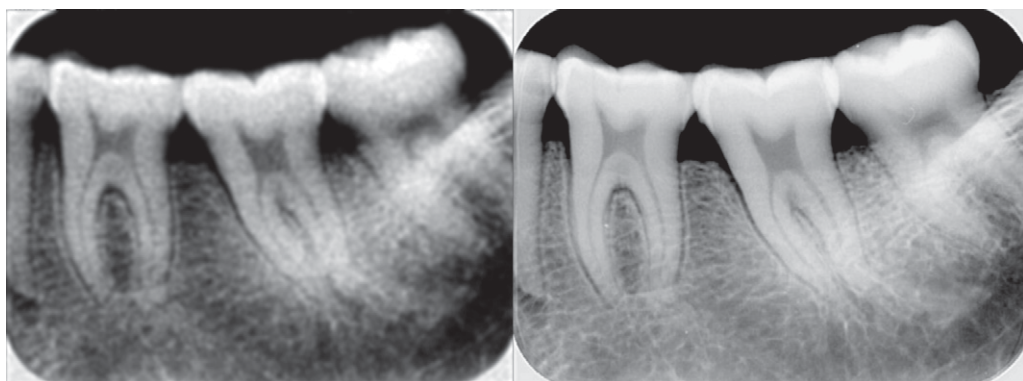
**Figura 14.20** - Imagem radiográfica da região posterior da mandíbula, com ótimo padrão radiográfico.

posterior a região e/ou região anatômica posterior à região anatômica de interesse.

- As radiografias não devem exibir áreas não sensibilizadas.
- O picote voltado para oclusal ou incisal.

### ***Critérios para Avaliação de Radiografia Interproximal (Figuras 14.26 e 14.27)***

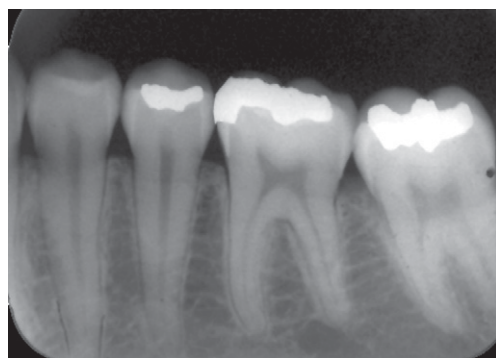
- Não deve haver superposição das faces interproximais.
- Inferiores devem estar centralizadas no filme.
- As coroas dos dentes superiores e o plano oclusal devem estar o mais horizontal possível.



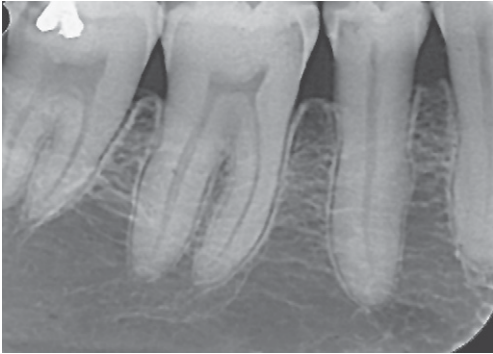
**Figura 14.21** - Imagens radiográficas com definição ruim (esquerda) e com alta definição (direita).



**Figura 14.22** - Enquadramento correto do filme.



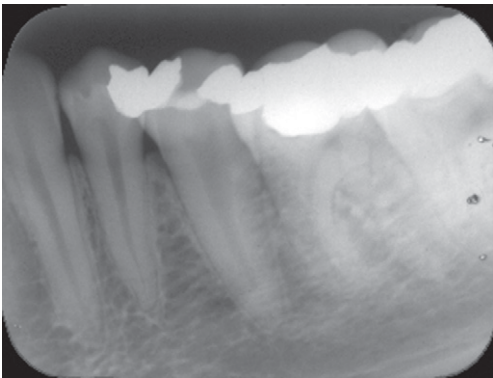
**Figura 14.23** - Ápices ausentes, ou no limite da borda do filme (PM).



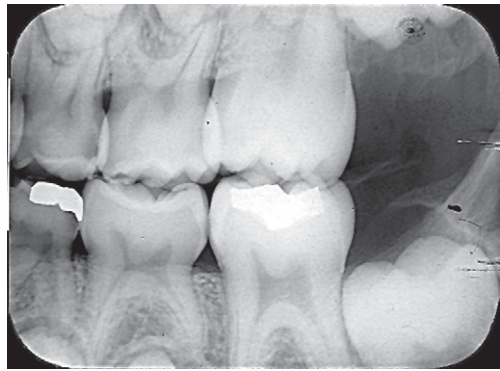
**Figura 14.24** - Corte de parte das coroas dos dentes.



**Figura 14.26** - Radiografia interproximal correta.



**Figura 14.25** - Superposição das faces interproximais. Radiografia Periapical.



**Figura 14.27** - Angulação horizontal incorreta – superposição das faces interproximais. Radiografia Interproximal.

- As cúspides dos dentes superiores e inferiores não devem estar muito separadas.
- As cristas alveolares devem ser visíveis sem superposição das coroas do dente adjacente.

### **Controle de Infecção em Radiologia Odontológica**

#### **Objetivo**

- Prevenir transmissões de doenças infecciosas.

#### **Vias**

- Direta – saliva, sangue.
- Indireta – instrumentos contaminados.
- Direta – aerossol e fluido respiratório.

### **Classificação de Spaulding**

- *Críticos* – penetram o tecido e/ou tem contato com sangue.
- *Semicríticos* – não penetram os tecidos, mas mantêm contato com a mucosa: filmes, posicionador.
- *Não críticos* – não penetram os tecidos, não mantêm contato com a mucosa: cabeçote, disparador.
- Superfícies de trabalho – podem ser contaminados.

Buscando minimizar a disseminação de infecção, devem ser estabelecidos protocolos para evitar a contaminação do profissional pelo paciente, do paciente pelo profissional e entre pacientes.

Durante as tomadas radiográficas a equipe sempre entra em contato com a saliva e ocasionalmente com sangue (sobretudo em casos de doença periodontal).

Para a equipe que executa procedimentos radiográficos é imperativo o uso de equipamentos de proteção individual, como luvas, gorro, óculos de proteção e avental de mangas longas.

O paciente deve fazer bochecho com solução à base de clorexidina a 0,12%.

Em clínicas particulares e clínicas radiológicas para tomadas radiográficas de vários filmes:

- Colocar barreira de proteção (filme plástico):
  - cabeçote;
  - braços extensores;
  - botão disparador;
  - painel de controle do aparelho
  - painel comando da cadeira.
- Superfícies de trabalho e transferência: protegidas por filmes plásticos.
- Escolher dentre os posicionadores esterilizados aquele para a região a ser radiografada (esterilização recomendados pela legislação em vigor).
- Filmes – devem ser protegidos dos fluidos bucais por material impermeável. Sacos plásticos, selados e separados com o auxílio de uma seladora elétrica.

Para múltiplos filmes sugerimos o emprego de copos descartáveis para conter filmes e diferenciar o grau de contaminação dos filmes:

- Copo amarelo para conter os filmes não expostos; observar que na retirada do segundo filme o copo é tocado por mãos enluvasadas e já contaminadas;
- Copo vermelho – para conter filmes expostos e contaminados;
- Copo verde – todos os filmes expostos contidos nos copos vermelho deverão ter o invólucro plástico retirado. A retirada da embalagem plástica adicional é feita com um corte com uma tesoura (que deverá ser passível de autoclavagem), o filme é deixado cair no copo verde, sem ser tocado.

Obs.: O uso da rotina dos copos descartáveis evita duplas exposições, no caso de mais de uma radiografia.

Em clínicas com multiusuários para um aparelho de raios X, sugerimos o uso de sobre luvas (luvas de vinil):

- O filme deve ser manipulado e posicionado com o profissional usando luvas.
- As sobreluvas devem ser colocadas para manusear o aparelho.
- As sobreluvas devem ser descartadas antes de se retirar o filme da cavidade bucal.
- O plástico deve ser rompido e o filme deve cair em uma folha de papel-toalha.
- As luvas devem ser descartadas e luvas novas devem ser calçadas antes do processamento do filme ou o processamento deve ser realizado por um auxiliar.

### Proteção do filme intrabucal

Os filmes são colocados um a um dentro de sacos plásticos medindo cerca de 4 cm × 22 cm. Após a colocação de cada filme, o filme é separado pela ação de uma seladora elétrica, que além da separação já deixa a embalagem fechada para a introdução de outro filme.

### Métodos de controle de infecção em radiologia odontológica (Figura 14.28)

#### Equipamentos de Proteção e Acessórios para Proteção do Paciente (Figuras 14.29 a 14.31)

- Colar tireoidiano – proteção da glândula tireoide.
- Avental de proteção do tórax e gônadas.
- Posicionadores – prendem o filme e alinham o feixe.
- Diafragma secundário retangular (Figuras 14.32).

#### Prescrição Radiográfica

O exame radiográfico só deverá ser realizado após minuciosa anamnese, cuidadoso exame clínico e a constatação de não haver exame recente que forneça informações



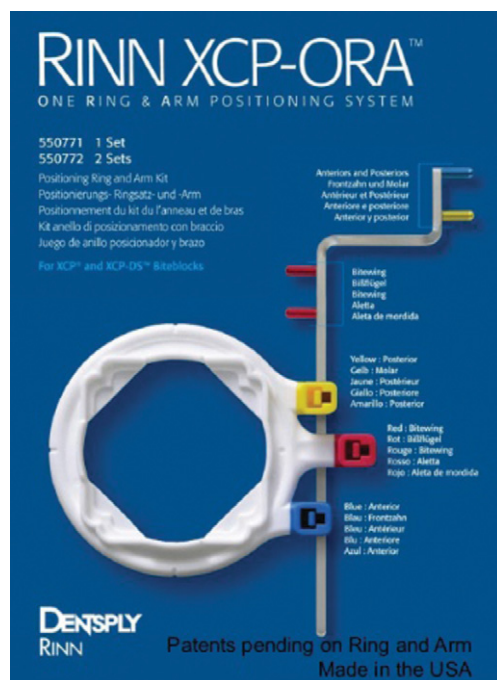
**Figura 14.28** - **A.** Controle de infecção em radiologia. **B.** Proteção plástica para o disparador (em detalhe), e também para os filmes radiográficos. **C.** Proteção para todas as partes dos equipamentos de raios X que poderão ser tocadas pelo operador. **D.** Proteção plástica para o cabeçote. **E.** Luvas e dispositivos posicionadores de filmes autoclavados. **F.** Copos descartáveis com diferentes cores. Filmes contaminados, ou seja, que foram introduzidos na boca do paciente, seriam colocados em um copo plástico vermelho (para demonstrar perigo de contaminação). **G.** Copos descartáveis com diferentes cores para depois de retirada a proteção plástica, colocados em um copo verde (sem perigo de contaminação).



**Figura 14.29** - Vestimentas plumbíferas, em suportes especiais, avental e colar tireoidiano.



**Figura 14.31** - Técnica periapical — com posicionador.



**Figura 14.30** - Dispositivo posicionador para técnica radiográfica do paralelismo.

suficientes para complementar o exame clínico.

O guia de prescrição (ADA-2004, 2008) não tem caráter impositivo e nem coercitivo, mas tem por finalidade orientar profissionais na indicação de exames radiográficos.



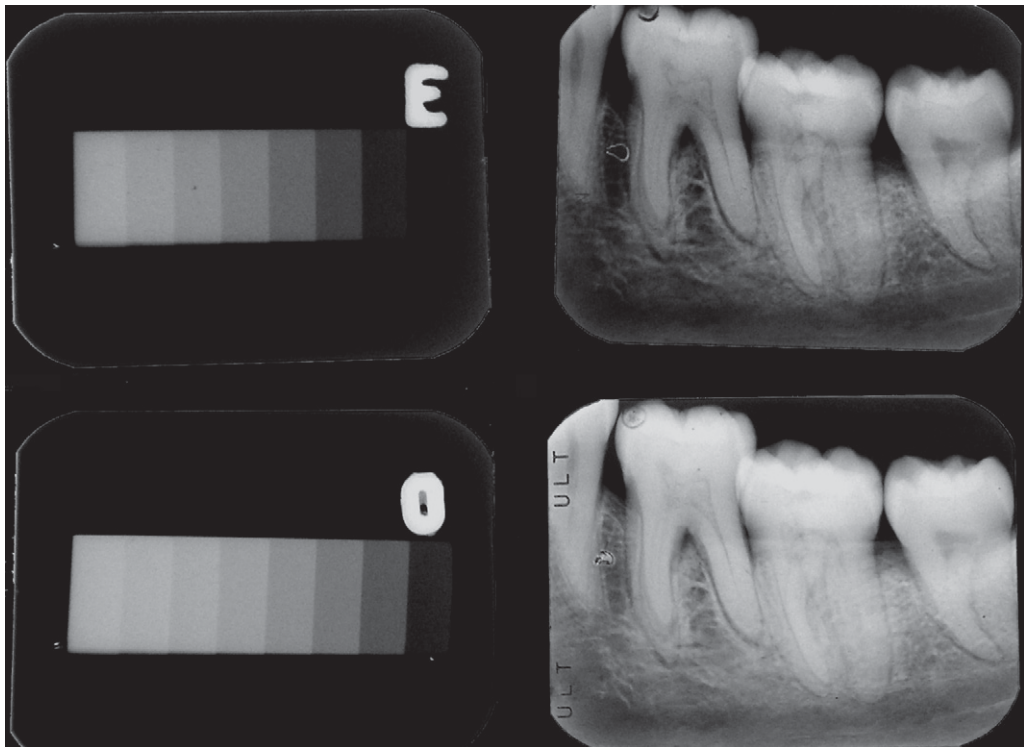
**Figura 14.32** - Colimador retangular, que evita que a radiação secundária de tecidos, que não sejam o objeto a ser radiografado, atinja o filme radiográfico/sensor e prejudique a qualidade da imagem (veja colimação retangular no capítulo sobre equipamentos de raios X).

O exame radiográfico deverá ser realizado apenas quando trazer benefícios para o indivíduo ou para a sociedade.

## Filmes e Sensores Digitais

### Sensibilidade dos filmes

O profissional deve optar pelos filmes mais sensíveis para reduzir a dose de exposição à radiação. Atualmente temos no mercado filmes intrabucais dos grupos D e E (quan-



**Figura 14.33** - Filme do grupo D abaixo, e filme do grupo E, acima. Note a melhor resolução do filme do grupo D. Foi utilizado o mesmo tempo de exposição para ambos os filmes radiográficos (70 kVp, 10 mA, 0,5 s).

do processados manualmente) ou grupo F (quando processados automaticamente). Estes últimos devem ser eleitos como preferenciais por requererem 50% da dose de exposição em relação aos filmes do grupo D para produzir efeito radiográfico semelhante (Figuras 14.33 e 14.34).

#### *Número de filmes por embalagem*

Os filmes duplos permitem que o profissional archive um filme e deixe o outro aos cuidados do paciente, resolvendo, assim, o dilema sobre os direitos de propriedade de uma radiografia, evitando que o paciente seja submetido a maior dose de radiação (Figuras 14.35 e 14.36).

#### *Armazenamento de filmes (Figura 14.37)*

- Local seco (umidade 30% a 50%).
- Local fresco – temperatura recomendada pelo fabricante, em geral varia de 10°C a

21°C, podendo ser guardado em gaveta de geladeira.

- Distante da radiação e de substâncias químicas que liberem vapor.
- Os filmes mais antigos devem ser colocados à frente dos mais recentes.
- Os filmes vencidos não devem ser utilizados.
- Não devem ser submetidos a peso ou à pressão.

#### *Manipulação*

Os filmes devem ser manipulados com cuidado e por mãos limpas, devendo ser seguros apenas pelas bordas, a fim de não ser manchado pela gordura dos dedos, imprimindo impressões digitais. Não devem ser dobrados, para que não ocorra introdução de eletricidade estática.

Durante o processamento, os filmes não devem ficar em íntimo contato com as pa-

**Tabela 14.1 - Guia de prescrição radiográfica, parte 1 (ADA, 1994)**

<b>IDADE DO PACIENTE</b>		<b>CRIANÇA</b>	
Histórico do paciente		Dentição decídua antes da erupção do 1º molar permanente	
Dentição de transição (segundo-se a erupção do 1º molar permanente)			
<b>PACIENTE NOVO</b> Avaliar doenças dentais, crescimento, desenvolvimento de todos os pacientes novos		Interproximais se as superfícies dos dentes não puderem ser visualizadas ou sondadas	
Radiografias individualizadas: periapicais/oclusais e interproximais ou panorâmica			
<b>RETORNO DO PACIENTE DE ALTO RISCO</b> Cárie clínica ou fatores de alto risco à cárie		Interproximais em intervalos de seis meses até não haver mais evidência de lesões cáriosas	
<b>RETORNO DO PACIENTE DE BAIXO RISCO</b>		Interproximais em intervalos de 24 meses dos dentes que não puderem ser visualizados ou sondados	
Doença periodontal ou histórico de tratamento periodontal		Interproximais em intervalos de 12 a 24 meses	
Doença periodontal ou histórico de tratamento periodontal		Exame radiográfico individualizado por periapicais e/ou interproximais seletivas para as áreas de evidência clínica de doença periodontal (excluindo-se áreas não específicas de gengivite)	
Avaliação de crescimento e desenvolvimento		Em geral não é indicada	
Radiografias individualizadas periapical/oclusal ou panorâmica			
<b>IDADE DO PACIENTE</b>		<b>ADOLESCENTE</b>	<b>ADULTO</b>
Histórico do paciente		Dentição permanente	Com dentes
<b>PACIENTE NOVO</b> Avaliar doenças dentais, crescimento, desenvolvimento de todos os pacientes novos		Radiografias individualizadas: interproximal e periapicais seletivas Radiografias periapicais arcos completos quando o paciente apresenta evidência clínica de doença periodontal generalizada ou um histórico de tratamento dental extenso	
<b>RETORNO DO PACIENTE DE ALTO RISCO</b> Cárie clínica ou fatores de alto risco à cárie		Interproximal em intervalos de 12 a 18 meses	
<b>RETORNO DO PACIENTE DE BAIXO RISCO</b>		Interproximal em intervalos de 18 a 36 meses	Interproximal em intervalos de 24 a 36 meses
Doença periodontal ou histórico de tratamento periodontal		Radiografias individualizadas: periapicais e/ou interproximais seletivas para as áreas de evidência clínica de doença periodontal (excluindo-se as áreas não específicas de gengivite)	
Avaliação de crescimento e desenvolvimento		Periapical ou panorâmica para avaliar o desenvolvimento dos 3º molares	Em geral não é indicada

**Tabela 14.2 - Guia de prescrição radiográfica, parte 2, fatores de risco (ADA, 1994)****FATORES DE RISCO PARA A CÁRIE DENTAL**

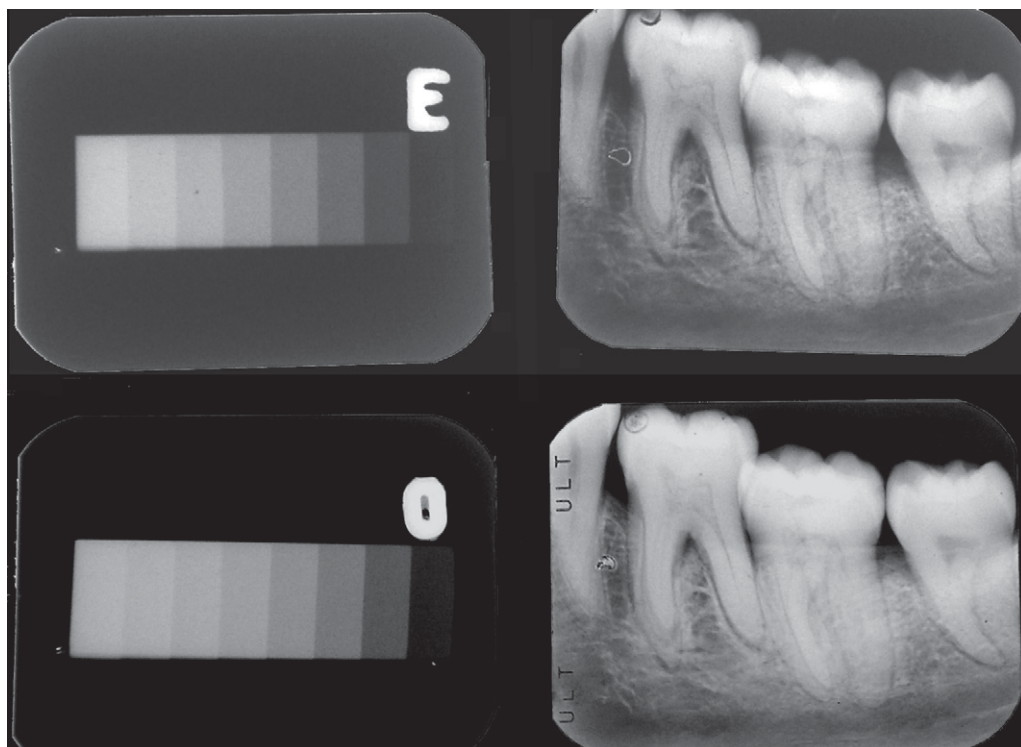
1 – Alto nível de experiência com cárie	8 – Saúde dental pobre
2 – Histórico de cáries recidivantes	9 – Desenvolvimento de defeitos de esmalte
3 – Restaurações atuais de má qualidade	10 – Incapacidade no desenvolvimento
4 – Má higiene bucal	11 – Xerostomia
5 – Uso inadequado de flúor	12 – Anormalidade dental genética
6 – Amamentação prolongada no peito ou mamadeira	13 – Muitas restaurações de superfícies múltiplas
7 – Alimentação com abuso de sacarose	14 – Rádio/quimioterapia

**Tabela 14.3 - Guia de prescrição radiográfica, parte 3, dados de anamnese (ADA, 1994)****ACHADOS POSITIVOS NA ANAMNESE**

- 1 – Tratamento endodôntico ou periodontal anterior
- 2 – Histórico de dor ou trauma
- 3 – Histórico familiar de anomalia dental
- 4 – Avaliação da cicatrização pós-operatória
- 5 – Presença de implantes

**SINAIS/SINTOMAS CLÍNICOS**

1 – Evidência clínica de doença periodontal	11 – Comprometimento bucal em doença sistêmica conhecida
2 – Restaurações grandes ou profundas	12 – Achados neurológicos positivos na cabeça e no pescoço
3 – Lesões cáries profundas	13 – Evidência de corpos estranhos
4 – Dentes em má posição ou inclusos	14 – Dor e/ou disfunção da ATM
5 – Inchaço	15 – Assimetria facial
6 – Evidência de trauma facial	16 – Dente suporte para prótese
7 – Dentes com mobilidade	17 – Sangramento inexplicável
8 – Fístula ou trajeto fistuloso	18 – Sensibilidade dental inexplicável
9 – Anormalidades de crescimento	19 – Erupção, espaçamento ou migração de dentes (incomuns)
10 – Suspeita de patologia no seio maxilar	20 – Morfologia, calcificação ou cor (incomuns)
	21 – Falta de dentes por motivo desconhecido



**Figura 14.34** - Filme do grupo E (70 kVp, 10 mA, 0,5 s) com correção dos fatores, reduzindo o tempo de exposição para o filme do grupo E. Correção em relação à Figura 14.33.



**Figura 14.35** - Filme duplo Insight (grupo E ou F).



**Figura 14.36** - Filme simples Ultra-speed (grupo D).



**Figura 14.37** - Ambiente para armazenamento, nem muito frio, nem muito quente. Em localidades muito quentes, deve ser procedimento de rotina colocar os filmes na geladeira, dentro de sacos plásticos negros, na parte inferior da mesma (a gaveta de verduras seria um local seguro).

redes dos recipientes, pois isso impediria a ação dos líquidos de processamento sobre o filme; não devem ter a gelatina arranhada por coladura ou outro filme (Figura 14.38).

### Tempo de Exposição

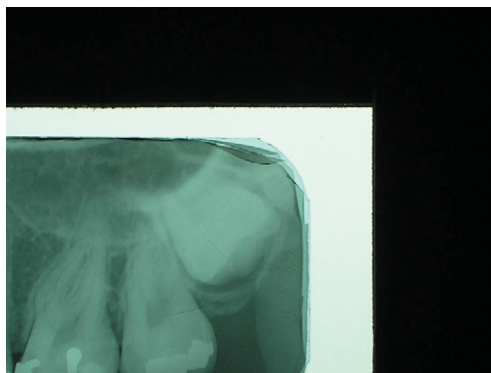
O controle do tempo de exposição deve ser eletrônico, exato e reprodutível. Deve ser acionado somente enquanto estiver sendo pressionado e deve emitir sinal luminoso e sonoro.

### Tabela de Exposição

Sugerida pela Kodak para aparelhos com 70 kVp, 8 mA e distância de 40 cm

Filme	InSight	Ultraspeed
Região	Tempo/segundo	Tempo/segundo
Incisivo inferior	0,12	0,32
Molar superior	0,20	0,50
Demais regiões	0,16	0,40

Notas: Devemos em geral seguir as recomendações do fabricante do filme radiográfico. Para isso, seria importantíssimo conhecer em detalhes os fatores de exposição dos equipamentos de raios X. Ainda devemos considerar as medições realizadas pelo levantamento radiométrico do equipamento, realizado por um físico da medicina habilita-



**Figura 14.38** - Detalhe da camada protetora da película radiográfica soltando da base do filme.

do para tal. Isso é fundamental, pois os fatores nominais nos equipamentos, via de regra não são os fatores efetivos da exposição.

Ainda devemos seguir as orientações a seguir:

- Para pessoas obesas aumentar o tempo em cerca de 25%.
- Para pessoas pequenas e crianças reduzir o tempo em cerca de 30%.
- Para equipamentos de 50 kVp, multiplicar o tempo de exposição por 1,75.
- Para equipamentos de 60 kVp, multiplicar o tempo de exposição por 1,30.

*Exemplo de tabela (Kodak) para adequar os tempos em aparelhos com kVp diferentes*

kVp	Tempo/segundo Antigo	Fator multiplicador de exposição	Tempo/segundo Novo
60	0,3	1,47	0,44
65	0,3	1,2	0,36
70	0,3	1	0,30
75	0,3	0,84	0,25
80	0,3	0,72	0,22
85	0,3	0,62	0,19
90	0,3	0,53	0,16

## Ambiente para Tomada de Radiografias

- Somente o paciente a ser radiografado deve permanecer na sala durante as exposições; caso o paciente tenha incapacidades o acompanhante deve portar vestimentas de proteção à radiação.
- Dimensões da sala – devem permitir o afastamento do profissional a uma distância superior a 2 metros do cabeçote e do paciente, fora do feixe primário.
- Paredes que proporcionem proteção equivalente a 0,5 mm de chumbo; não é aceito o uso de divisórias que não tenham a equivalência necessária.
- Devem ter visores de vidro plumbífero na porta permitindo que o profissional saia da sala ou biombo de chumbo com visor adequado para permitir a interrupção do disparo caso o paciente se movimente.
- A(s) porta(s) de acesso deve(m) ser sinalizada(s) com o símbolo internacional de radiação ionizante com a inscrição “área restrita”.

## Processamento Radiográfico

O processamento radiográfico é o ponto mais negligenciado na produção de uma radiografia, e o principal responsável pela perda da qualidade radiográfica do sistema de registro das imagens. No Programa de Garantia de Qualidade Radiológica deve constar aspectos, como data da troca de líquidos e respostas das soluções processadoras ao teste diário.

### Ambiente de Processamento

Para o processamento de filmes intrabucais é permitido o uso de câmara portátil para processamento manual desde que a qualidade das imagens seja mantida, evitando o velamento dos filmes (Figura 14.39).

Requisitos para câmara portátil:

- Ser confeccionada em material opaco e sem rachaduras.
- Não ficar exposta à ação de luz intensa (natural ou artificial), devendo estar localizada em cantos da sala onde a intensidade da luz seja reduzida.
- Ter um cronômetro.



**Figura 14.39** - Potes de vidro que devem ficar dentro da caixa portátil para processamento radiográfico. São preferíveis, pois não reagem nem se impregnam pelos agentes químicos.

- Ter um termômetro de imersão.
- Conter recipientes de vidro ou inox para os líquidos de processamento.
- Ser mantida limpa, seca e organizada.

### Teste para Verificar o Velamento da Câmara Escura (Figura 14.40)

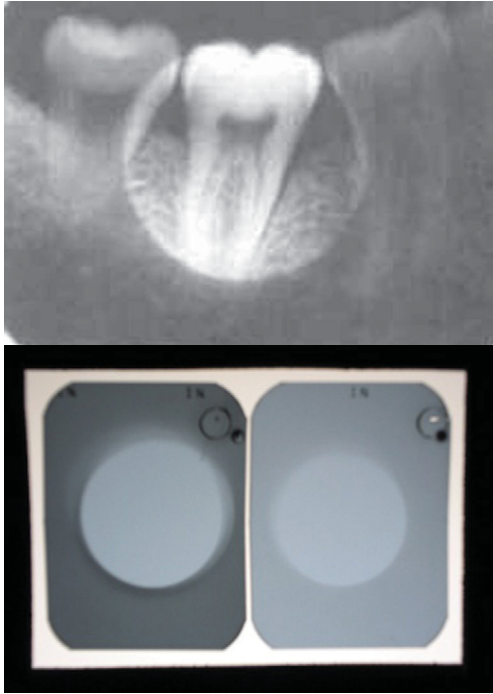
- Deve ser realizado periodicamente (pelo menos a cada seis meses).
- Expor um filme periapical pelo tempo de 1/20 segundos a uma distância de 30 a 40 cm de distância.
- Abrir o filme dentro da câmara escura portátil.
- Colocar uma moeda sobre o filme e deixar por cinco minutos.
- Processar o filme.

A presença do contorno da moeda é indicativa de entrada de luz, devendo ser a câmara analisada nas mangas, na tampa, nas paredes e a localização no local.

A câmara portátil deve ser obrigatoriamente opaca; as caixas vermelhas permitem a entrada de luz, sendo, por isso, são proibidas.

### Colgaduras ou Presilhas (Figura 14.41)

No centro da figura, vemos a colgadura tipo CAL, que não fere o filme, pois não tem grampos.

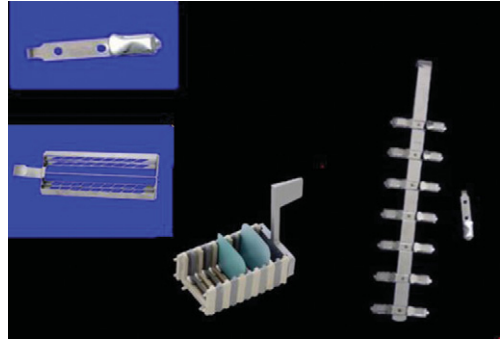


**Figura 14.40** - Teste da moeda para caixa portátil ou câmara escura.

- As colgaduras devem ser lavadas e secas após o uso para a retirada de resíduos de agentes químicos ou gelatina de filmes, que podem danificar os filmes que serão processados posteriormente.
- Testar a capacidade de prender filmes.

### *Método de Processamento Manual – Temperatura-Tempo*

- Revelar pelo tempo determinado pela temperatura da solução reveladora, a fim de que os grãos de prata expostos à radiação se reduzam a prata metálica.
- Enxaguar, por 30 segundos, para deter a ação do revelador.
- Fixar para a remoção dos grãos não sensibilizados.
- Lavagem final – remoção dos líquidos. Para lavagem em água corrente, a radiografia pode ser colocada em um recipiente e a torneira deve ficar aberta para que a água seja renovada. Após a lavagem final o conjunto colgadura-filme deverá ser bem agitado



**Figura 14.41** - Colgaduras para prender o filme radiográfico.



**Figura 14.42** - Cronômetro para gerenciar o tempo de processamento radiográfico em cada etapa. Tem alarme sonoro.

para remover as gotas de água que podem manchar o filme. Colocar para secagem.

### *Tabela Temperatura-Tempo*

Seguir os tempos recomendados pelo fabricante. Tendo em mente que devemos guardar as radiografias por um longo período de tempo (25 anos), como documento de arquivo, seria aconselhável utilizar sempre o dobro do tempo de revelação para a solução fixadora, e seguir com o processamento, ou seja, a lavagem final de secagem (Figura 14.42).

### *Cuidados para o Processamento*

- Verificar o nível das recipientes – a quantidade dos líquidos deve permitir que du-

rante o processamento os filmes fiquem completamente imersos.

- Verificar eficácia dos líquidos.
- Lavagem dos recipientes – os recipientes devem ser lavados com rigor antes do abastecimento com líquidos novos.
- Trocar a água para enxague e para lavagem final pelo menos um vez ao dia.
- Não permitir que os filmes fiquem em contato com as paredes dos recipientes, pelo fato de impedir o contato filme-solução.
- Não permitir contato entre filmes durante o processamento.
- Não permitir que a colgadura arranhe filmes já imersos na solução.
- Não tocar as superfícies do filme; este deve ser seguro somente pelas bordas.

### Processamento Automático

#### Vantagens

- Possibilita a padronização do processamento – a processadora mantém ciclo fixo (algumas permitem ciclo mais rápido para uso em endodontia).
- Rapidez – proporciona redução do tempo de processamento de cerca de 40 minutos (seco a seco) para 1½ minuto a 5 minutos.
- Dispensa acessórios, como colgaduras, termômetro e cronômetro.

#### Cuidados com as Processadoras

- Seguir com rigor as instruções do fabricante.
- Utilizar somente as soluções químicas apropriadas por serem mais concentradas, terem maior teor de endurecedor (o que evita que a gelatina se desgarre da base).
- Reabastecer os compartimentos das soluções pela injeção de substâncias de acordo com o número de radiografias processadas (algumas máquinas dispõem de reabastecimento automático).
- Ligar meia hora antes do uso, para atingir a temperatura recomendada antes do uso.
- Processar o filme específico para limpeza dos rolos ou um filme sem uso (não usar filmes já expostos e/ou processados).
- Avaliar o sistema de transporte diariamente.

- Lubrificar na constância recomendada pelo fabricante.
- Alimentar vagarosa e cuidadosamente – evitando a superposição de filmes.
- Abrir a tampa após o uso ao final do dia para evitar condensação dos vapores formados durante o processamento.
- Manter a limpeza recomendada pelo fabricante.

### Ambiente para a avaliação ou interpretação radiográfica

Negatoscópio – permitir que passe luz apenas pela própria radiografia, impedindo luz difusa por outras áreas.

Sala escura/uso de lupas (Figura 14.43).

### Erros Radiográficos

A análise das radiografias rejeitadas deve ser realizada a cada seis meses para fornecer dados indicativos da efetividade do programa de controle qualidade instalado ou para a instalação de um programa

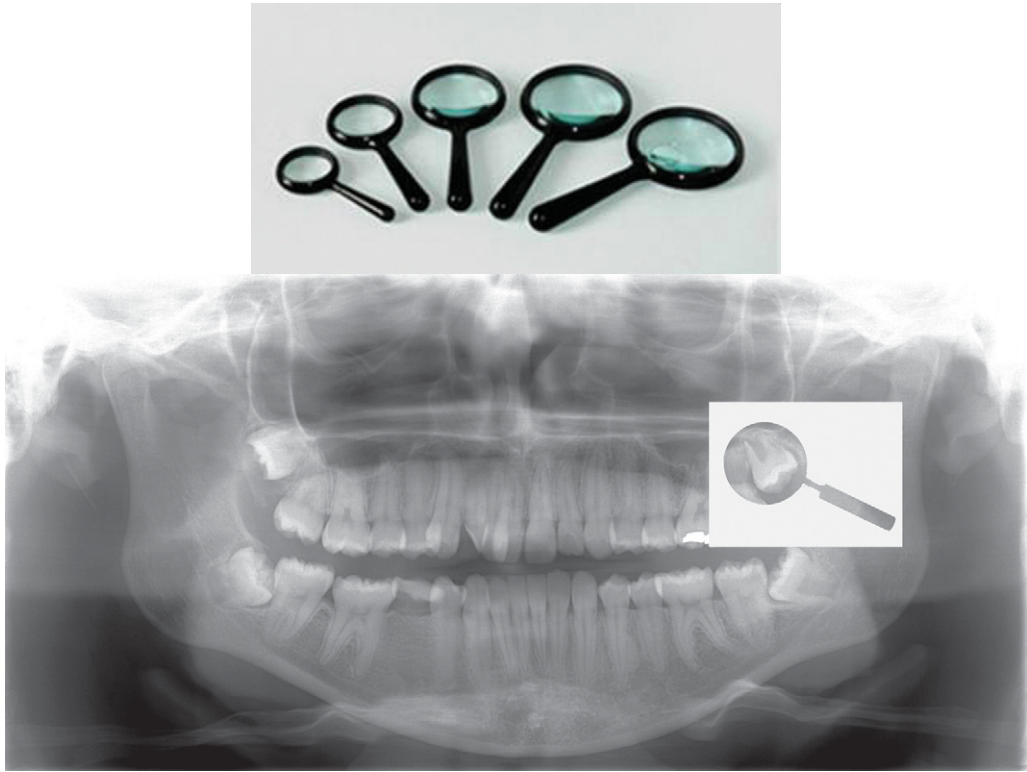
A classificação subjetiva da qualidade das radiografias do NRCP/RCR 1994 é utilizada no guia de procedimentos.

### Classificação das Radiografias

*Classe 1* – nenhum erro na exposição, no posicionamento e no processamento.

**Tabela 14.4 - Sugestão de tabela para o processamento radiográfico**

	TEMPERATURA	TEMPO
REVELAÇÃO	16° C	6 a 8 minutos
	20° C	3 a 5 minutos
	25° C	2 a 3 minutos
	30° C	1 a 2 minutos
ENXAGUE	30 segundos	
FIXAÇÃO	20° C	3 a 5 minutos
	25° C	2 a 3 minutos
LAVAGEM FINAL	10 minutos	



**Figura 14.43** - Lupas de vários tamanhos utilizadas na rotina da interpretação radiográfica.

*Classe 2* – aceitável, embora contenha erro na exposição, no posicionamento e no processamento, mas sem comprometer informações.

*Classe 3* – inaceitável – erro na exposição, no posicionamento e no processamento que comprometem a imagem tornando-a inaceitável.

### **Objetivos Mínimos e Provisórios para o Controle de Qualidade**

#### **Construção de Escala de Lâminas de Chumbo - Fantoma**

A escala de lâminas de chumbo é utilizada para expor o filme de referência. A escala é sobreposta a um filme periapical sem uso (dentro do prazo de validade, é claro). O cilindro localizador é colocado perpendicularmente ao filme e o tempo de exposição aos raios X deve ser o mesmo utilizado para os

dentos posteriores. O processamento manual deve seguir o método temperatura-tempo ou pode ser processado automaticamente, mas é importante que os líquidos sejam novos, isto é, logo após a troca.

Por causa da dificuldade de encontrar, no comércio nacional, o acessório conhecido como penetrômetro ou escalímetro, sugere-se a construção de escala com lâminas de chumbo encontradas nas embalagens de filme periapicais.

#### **Montagem da Escala (Figuras 14.46 e 14.47).**

- Para dar suporte às lâminas pode ser utilizado o plástico que protege e dá suporte aos filmes contidos em uma caixa.
- Com uma distância de cerca de 6 mm da borda da lâmina plástica prende-se uma lâmina de chumbo com o auxílio de fita adesiva que não tenha radiopacidade.

**Tabela 14.5 - Erros radiográficos, possíveis causas e ações corretivas**

<b>ERRO</b>	<b>POSSÍVEIS CAUSAS</b>	<b>AÇÃO CORRETIVA</b>
(Figura 13.44)	Tempo de exposição real inferior ao nominal	Calibrar o marcador de tempo do aparelho
	Tempo de exposição inferior ao recomendado para o filme em uso	Ajustar o tempo recomendado para o tipo de filme em uso e rendimento do aparelho
	Ajuste do tempo de exposição inferior ao recomendado para a região anatômica	Ajustar o tempo recomendado para a região a ser radiografada
	Interrupção da exposição	Manter o botão disparador pressionado
	Exposição com o lado não sensível	Expor o filme com o lado sensível voltado para a fonte
	Distância foco-filme aumentada	Aumentar o tempo de exposição, ou reduzir a distância foco-filme
	Tempo reduzido de revelação	Fazer uso da tabela temperatura-tempo
	Revelador contaminado por fixador	Substituir revelador contaminado por revelador em condições de uso
	Solução exaurida ou oxidada	Substituir os agentes químicos por soluções frescas
	Solução diluída	Substituir os agentes químicos por soluções na concentração recomendada
	Filmes fora da data de validade	Descartar os filmes vencidos e utilizar filmes dentro do prazo de validade
	Não misturar agentes químicos antes do uso	Diariamente misturar agentes químicos antes do uso
	Temperatura baixa do revelador	Aquecer o químico até às temperaturas recomendadas pelo fabricante
	Fixação por longo tempo	Utilizar o tempo recomendado para a fixação
(Figura 13.45)	Tempo de exposição real superior ao nominal	Calibrar o marcador de tempo do aparelho
	Distância foco-filme reduzida	Reduzir o tempo de exposição, ou aumentar a distância foco-filme se necessário para a técnica
	Ajuste do tempo de exposição superior ao recomendado	Ajustar o tempo recomendado para o tipo de filme em uso e rendimento do aparelho
	Ajuste do tempo de exposição superior ao recomendado	Ajustar o tempo recomendado para a região a ser radiografada
	Temperatura alta do revelador	Resfriar os agentes químicos até as temperaturas recomendadas pelo fabricante
	Falta de fixação	Deixar a radiografia no fixador pelo tempo recomendado
	Exposição à luz	Verificar a integridade das mangas e dobradiças e a localização da câmara portátil
	Revelação com tempo aumentado	Usar a tabela temperatura-tempo
	Erro — imagem embaçada ( <i>véu, velada, fog</i> )	Ação corretiva — imagem embaçada ( <i>véu, velada, fog</i> )
	Dupla exposição	Ação corretiva - dupla exposição

**Tabela 14.5 - Erros radiográficos, possíveis causas e ações corretivas (cont.)**

<b>ERRO</b>	<b>POSSÍVEIS CAUSAS</b>	<b>AÇÃO CORRETIVA</b>
Alongamento dos dentes (técnica da bisetritz)	Posicionamento incorreto do paciente	Corrigir o posicionamento do paciente
	Angulação vertical pouco acentuada	Corrigir a angulação vertical- aumentando (acentuando)
	Excesso de pressão digital	Pedir que o paciente exerça menos pressão sobre o filmes
Alongamento dos dentes – técnica com posicionador	Falta de coincidência entre o aro do posicionador e o cilindro localizador	Fazer coincidir o aro do posicionador e o cilindro localizador
Encurtamento dos dentes	Posicionamento incorreto do paciente (técnica da bisetritz)	Corrigir o posicionamento do paciente
	Angulação vertical exagerada (muito acentuada)	Reduzir a angulação vertical
Encurtamento dos dentes com posicionador	Falta de coincidência do aro do posicionador e o cilindro localizador	Fazer coincidir o aro do posicionador e o cilindro localizador
Exposição parcial do filme (halo)	Colocação do filme no posicionador	Centralizar o filme no posicionador
	Interposição do colar tireoideano	Retirar o colar do trajeto dos raios
	Ponto de incidência	Centralizar o raio principal
	Enquadramento do filme	Colocar o filme na região de interesse
Falta de nitidez e borramento	Movimento do paciente (tremida)	Solicitar maior colaboração do paciente, utilizar filme com mais rapidez
	Movimento do cabeçote (tremida)	Fazer revisão no aparelho
	Dobra devida a excesso de pressão digital	Pedir que o paciente exerça menos pressão sobre o filme
	Dobra excessiva do filme para acomodação na cavidade bucal	Não dobrar o filme ou distanciar o filme e alterar a angulação vertical para compensar
	Velamento da borda do objeto	Reduzir o tempo de exposição
Corte da coroa	Introdução profunda do filme	Deixar ½ cm de borda livre até oclusal ou incisal
Corte da raiz ou ápice	Falta de introdução do filme	Aprofundar mais o filme
	Falta de oclusão sobre o posicionador	Pedir que o paciente oclua firmemente para manter o posicionador
	Falta de pressão digital para manter o filme em posição (técnica da bisetritz)	Pedir maior colaboração do paciente
	Alongamento	Aumentar a angulação vertical
	Filme próximo ao dente – na técnica paralelismo com posicionador tipo <i>Rinn</i> <sup>®</sup>	Distanciar o filme do dente
	Filme não paralelo à tábua lingual técnica paralelismo com posicionador tipo <i>Rinn</i> <sup>®</sup>	Filme paralelo à tábua lingual ou palatina

**Tabela 14.5 - Erros radiográficos, possíveis causas e ações corretivas (cont.)**

<b>ERRO</b>	<b>POSSÍVEIS CAUSAS</b>	<b>AÇÃO CORRETIVA</b>
Distorção	Dobra excessiva do filme para acomodação na cavidade bucal	Não dobrar o filme ou distanciar o filme e alterar a angulação vertical para compensar
Picote para apical	Colocação do filme	Colocar o picote do filme voltado para oclusal ou incisal
Superposição das faces proximais	Erro na angulação horizontal	Usar posicionador e, se não possível, corrigir a angulação horizontal
Imagem oblíqua	Falta de oclusão sobre o posicionador	Pedir que o paciente oclua firmemente para manter o posicionador
	Posicionamento incorreto do filme	Colocar o filme mais verticalizado (dentes anteriores) ou mais horizontalizado (dentes posteriores)
	Inclinação do posicionador devido à pequena área anadôntica	Preencher o espaço anodôntico com roletes de algodão
Imagem de corpo estranho	Preparo do paciente (próteses, óculos)	Pedir que o paciente retire próteses, óculos etc.
	Sombra da língua - colocação do filme sobre a língua	Pedir que o paciente eleve a língua e colocar o filme em contato com a mucosa da tábua lingual
	Imagem do dedo	Retirar a interposição do dedo do trajeto dos raios X
Ampliação da imagem	Filme afastado dos dentes e pequena distância entre a fonte e o filme (técnica do paralelismo)	Aproximar o filme dos dentes ou aumentar a distância entre o filme e os dentes
Presença de marcas ou manchas escuras Presença de marcas ou manchas escuras	Dobra vigorosa do filme	Manipular o filme com cuidado
	Superfície da bancada de trabalho suja por revelador	Limpar a superfície de trabalho antes de iniciar o processamento
	Eletricidade estática baixa umidade do ambiente	Usar umidificador de ambiente
	Eletricidade estática movimento brusco do filme	Manuseio correto do filme
	Oclusão muito vigorosa sobre filme	Pedir que o paciente morda gentilmente o filme
	Falta de drenagem da água antes da secagem	Agitar para remover o excesso de água após a lavagem final
	Nível insuficiente do fixador	Completar o recipiente com fixador
	Impressão digital	Tocar os filmes pelas bordas
	Grampos da colgadura com resíduos de gelatina de filmes ou agentes químicos	Lavar e secar os grampos após o uso
	Filme encostado no recipiente do fixador	Permitir que o fixador atue no filme
	Sobreposição de filmes durante a fixação	Dispor os filmes não permitindo sobreposição durante a fixação
Imersão parcial do filme no fixador	Mergulhar o filme completamente no fixador	

**Tabela 14.5 - Erros radiográficos, possíveis causas e ações corretivas (cont.)**

<b>ERRO</b>	<b>POSSÍVEIS CAUSAS</b>	<b>AÇÃO CORRETIVA</b>
Arranhadura da gelatina	Arranhadura por outro filme ou colgadura	Cuidado no manuseio do filme durante o processamento
Presença de marcas ou manchas amareladas	Resíduo de hipossulfito por falta de lavagem Penetração de hipossulfito pelas bordas por excesso de fixação	Lavar corretamente o filme Utilizar tempo de fixação correto
Presença de marcas ou manchas claras	Superfície de trabalho suja por fixador Filmes colocados em um único grampo Nível insuficiente no recipiente do revelador Penetração de saliva na embalagem Filme encostado no recipiente do revelador Sobreposição de filmes no revelador Imersão parcial do filme no revelador Filme úmido ou molhado	Limpar a superfície de trabalho antes de iniciar o processamento Colocar um único filme por grampo e certificar-se do número de filmes por embalagem Completar o recipiente com revelador Treinamento para reduzir o tempo usado para a realização da técnica Permitir que o revelador atue no filme Dispor os filmes não permitindo sobreposição durante a revelação Mergulhar o filme completamente no revelador Deixar o filme secar completamente
Dupla exposição imagem dupla e densa	Falta de organização — filme exposto duas vezes	Usar continentes e/ou criar critério para exposição dos filmes
Filme transparente	Tempo de fixação excessivo Não funcionamento do aparelho Aparelho desligado Sobreposição de filmes Nível insuficiente dos agentes químicos Imersão parcial do filme	Usar o tempo de fixação correto Conserto ou substituição do aparelho Ligar aparelho Dispor os filmes de modo a não permitir sobreposição Completar os recipientes Mergulhar o filme completamente nos líquidos
Imagem embaçada (véu, velada, fog)	Filmes armazenados junto a agentes químicos Filmes armazenados à alta temperatura Filmes armazenados em local sujeito à radiação espalhada Entrada de luz na câmara escura Filmes vencidos	Substituir por filmes novos armazenados adequadamente Substituir por filmes novos armazenados adequadamente Substituir por filmes novos armazenados adequadamente Identificar e vedar a entrada de luz Substituir por filmes novos

**Tabela 14.6 - Resumo com os objetivos mínimos e provisórios para o controle de qualidade**

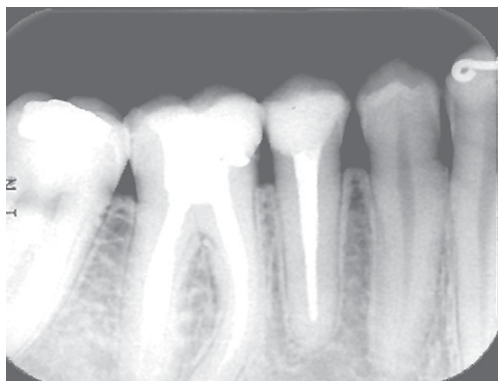
Classificação	Objetivo	Objetivo provisório
1	Não menos que 70%	Não menos que 50%
2	Não mais que 20%	Não mais que 40%
3	Não mais que 10%	Não mais que 10%

- As lâminas seguintes vão sendo acrescentadas e presas, de modo a permitir que os diversos degraus sucessivos sejam equidistantes e de espessuras incrementais. Ao final da montagem a escala deve ter seis degraus, sendo o primeiro formado apenas pelo plástico da embalagem.
- As lâminas devem ser presas pela fita adesiva radiolúcida.
- Os excessos das lâminas devem ser cortados (Figura 14.48).

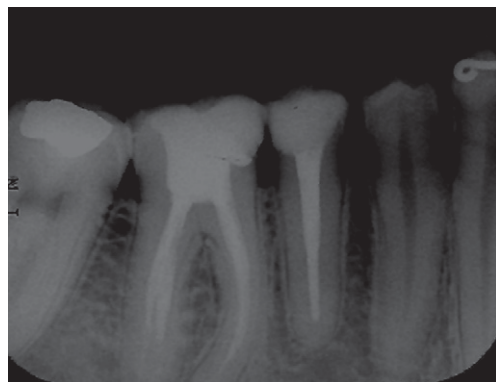
**Radiografia de Referência-Padrão**

**Exposição do Filme de Referência-Padrão**

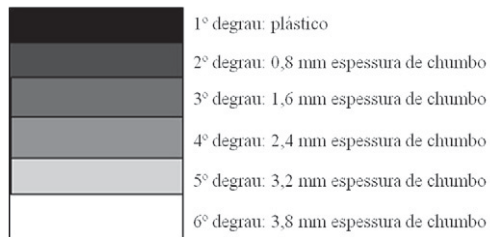
- Colocar um filme periapical novo, sem uso, estocado corretamente, sobre uma superfície plana.
- A escala deve ser colocada sobre o filme.



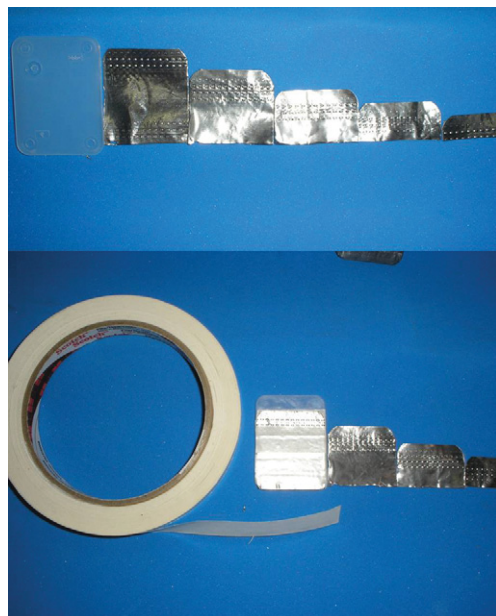
**Figura 14.44 - Pouca densidade (radiografia clara).**



**Figura 14.45 - Alta densidade (radiografia escura).**



**Figura 14.46 - Esquema ilustrativo da escala de contraste, ou escalímetro, e as respectivas espessuras.**



**Figura 14.47 - Esquema da construção da escala de contraste, ou escalímetro, e as diferentes espessuras gradativas.**

- Ajustar o tempo do aparelho periapical para exposição de dente posterior.
- Dirigir o cilindro perpendicularmente ao conjunto filme-escala.
- Processar o filme exposto com soluções novas de acordo com o método temperatura-tempo.
- Manter o filme de referência sobre o negatoscópio para comparações até a próxima troca de líquidos.

Devem ser expostos cerca de 20 filmes. Um dos filmes deverá ser processado no dia da troca de soluções processadoras. Os 19 filmes restantes deverão ser guardados em geladeira, e diariamente um deles deve ser retirado da geladeira 30 minutos antes do processamento. Após a regeneração das soluções processadoras (muitas vezes, para recipientes com grandes quantidades de soluções, apenas repomos o nível, com solução fresca, sem desprezar toda a solução), o filme deverá ser processado. Depois da secagem o filme deverá ser comparado com a radiografia de referência-padrão.

Se a densidade radiográfica mostrar alteração sensível de densidade deverão ser substituídas por soluções frescas, evitando retomadas desnecessárias.

Na comparação devem ser considerados a densidade (grau de escurecimento do filme) e o contraste (indicado pelo número de degraus visíveis).

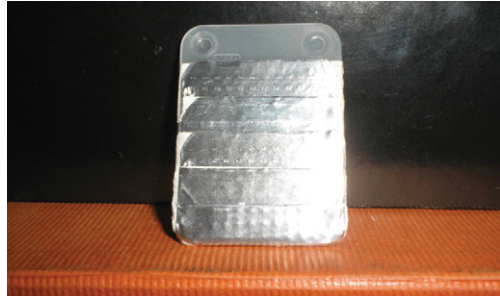
Se a área transparente do filme não estiver totalmente transparente, é indicativa de alteração do fixador, que deve ser trocado. Se a área escura não se apresentar totalmente escura é indicativa de alteração do revelador.

Mesmo que as soluções não tenham sido utilizadas no dia anterior deverão ser regeneradas por causa da oxidação.

### **Montagem e Arquivamento de Radiografias**

Para arquivamento, as radiografias devem ser protegidas contra danos físicos, como arranhões e marcas digitais. O material protetor deve ser transparente a fim de favorecer a observação ao negatoscópio.

Os filmes só deverão ser colocados em cartelas após secagem completa.



**Figura 14.48** - Fotografia do penetrômetro, ou escala de contraste, pronto para ser utilizado.

Para que o exame radiográfico tenha finalidade legal ou para posterior avaliação da evolução de um caso, na identificação das radiografias deve constar ao menos:

- Nome completo do paciente.
- Idade do paciente.
- Data da realização do exame.
- Profissional que fez a indicação.
- Peso e altura, para cálculo do índice de massa corporal (IMC).

A montagem de radiografias em local apropriado tem por finalidade:

- Evitar erros na interpretação – os filmes montados mantêm a mesma relação anatômica que os dentes mantêm entre si na cavidade bucal e em relação à linha média.
- Evitar a perda de radiografias: marcas digitais, arranhões na gelatina do filme (podendo provocar artefatos).
- Evitar danos à gelatina do filme.
- Diminuir as chances de confusão – troca entre radiografias de um mesmo paciente em épocas e em situações diferentes, e até mesmo que ocorra troca de radiografias entre pacientes diferentes.
- Manter as radiografias arquivadas de forma ordenada e facilmente disponíveis a qualquer momento para estudo.

As radiografias podem ser montadas em:

- Cartela de papelão – menor custo, mas as radiografias se soltam com facilidade podendo gerar confusão entre pacientes, serem perdidas, além de não proteger as radiografias que podem ser danificadas.
- Cartela plástica transparente – maior custo, mas previne danos, perdas e possíveis trocas.

- Cartela plástica com máscara preta – apesar do maior custo em relação a cartela plástica transparente, evita que a luminosidade em torno das radiografias individuais atinja os olhos do observador, facilitando a interpretação.

A montagem das radiografias pode ser realizada da forma labial ou lingual:

- Montagem labial – a convexidade da marca (picote) é voltada para o observador. Proporciona visão labial (vestibular) dos dentes e dos maxilares. Montagem mais utilizada, pelo fato de facilitar a correlação entre o exame radiográfico e a disposição dos dentes na cavidade bucal, quando o paciente está sentado na cadeira odontológica.
- Montagem lingual – pouco utilizada. Na montagem a concavidade da marca (picote) é voltada para o observador. Proporciona visão lingual dos dentes e dos maxilares. O profissional tem a visão como se estivesse dentro da cavidade bucal do paciente.

Os arquivos devem ser mantidos em local seco e fresco.

### Verificação Diária do Material

Acessibilidade e disponibilidade de material:

- Para controle de infecção – luvas, máscaras, gorro, sacos ou filme plástico para barreira de proteção.
- Posicionadores esterilizados (vários).
- Filmes com barreiras de proteção.
- Embalagem de agentes químicos para processamento – reabastecimento ou substituição.

### Verificação Diária dos Equipamentos

Acionar para verificar:

- O funcionamento das luzes de advertência.
- O funcionamento do alarme sonoro.
- A estabilidade do braço articulado.
- A realização de uma radiografia para comparação com uma radiografia de referência, após processamento radiográfico. As-

sim, avaliamos a produção da radiação do equipamento de raios X.

### Verificação da Câmara Escura e do Processamento

- Verificar a limpeza.
- Verificar o nível dos líquidos – completar ou substituir se houver indicação.
- Trocar a água dos recipientes para lavagem.
- Averiguar a disponibilidade de cronômetro e de termômetro de imersão.
- Medir a temperatura do revelador (a cada período, dependendo da região geográfica, muito calor ou muito frio).
- Consultar a tabela temperatura-tempo.
- Estabelecer o tempo para revelação e fixação.
- Processar filme – efetividade dos líquidos.
- Comparar com o filme de referência.

### Verificação Semanal

- Verificar o estoque material necessário para a semana.
- Providenciar pedidos para os itens em falta.

### Verificação Mensal

- Realizar o teste da moeda.



**Figura 14.49** - Esquema de um resumo dos fatores envolvidos na qualidade da imagem radiográfica.

## Bibliografia

- Anderson PC, Clifford SB. Analysis of radiographs. In: *Dental Radiology*. Delmar Publisher Inc.; 1981:109-112.
- Brasil. Secretaria de Vigilância Sanitária. Regulamento Técnico que estabelece as Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica em Radiologia Médica e Odontológica. Portaria n. 453, de 01 de junho de 1998.
- British Orthodontic Society. Guidelines for the use of Radiographs in Clinical Orthodontics. (In press, 2001). © National Radiological Protection Board – 2001 57.
- BS 60601–2–28:1993. Medical electrical equipment. Part 2. Particular requirements for safety of x-ray source assemblies and X-ray tube assemblies for medical diagnosis. London, BSI (1993).
- BS EN 606 01–1–3:1995. Medical electrical equipment. Part 1. General requirements for safety. Section 1.3 Collateral standard: General requirements for radiation protection in diagnostic X-ray equipment. London, BSI (1995).
- Côrte R, Franciscato E. Implantação de um Programa de Controle de Qualidade de Imagens Radiográficas em um Hospital de Grande Porte. Data da publicação. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 1991.
- CRCPD's Committee on Quality Assurance in Diagnostic X-ray (H-7). Quality Control recommendations for Diagnostic Radiography. CRCPD Publication 01-4, 2001.
- Peer DH. Review and Clinical Audit in General Dental Practice. National Centre for Continuing Professional Education of Dentists on behalf of DH (1997) (revised 2000).
- DSASTAB and CoR. Dental Radiography Course for Dental Surgery Assistants. London, CoR 1994 (currently under review).
- EC. Council Directive 96/29/Euratom of 13 May 1996 laying down basic safety standards for the protection of health of workers and the general public against the dangers arising from ionising radiation. Official Journal of the European Communities 39, L159, 1-114 (1996).
- EC. Council Directive 97/43/Euratom of 30 June 1997 on health protection of individuals against the dangers of ionising radiation in relation to medical exposure. Official Journal of the European Communities 40, L180 (1997).
- EC. Medical Devices Directive 93/42/EEC. Opinion on the proposal for a Council directive concerning medical devices. Official Journal of the European Communities 1992, 5, No C79 1–3 (1992)
- Whaites E. Fatores que afetam a imagem radiográfica, erros na radiografia e garantia de qualidade. in princípios de radiologia Odontológica. Trad. Francisco Haiter Neto et al. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed Editora; 2003:191-205.
- FGDP (UK). Selection Criteria for Dental Radiography (1998). London, Royal College of Surgeons of England.
- Goldman LW, Beech S. Analysis of Retakes: Understanding, Managing and Using and Analysis of Retakes Program for Quality Assurance, HEW Publication FDA 79-8097, 1979.
- Health and Safety at Work etc Act 1974. London, HMSO (1974).
- HSE statement on Radiation Protection Advisers. Available from the HSE website, as at February 2001.
- HSE. Fitness of equipment used for medical exposure to ionising radiation. Sudbury, HSE, Guidance Note PM77 (1992).
- ICRP. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60. Annals of the ICRP, 21, Nos 1–3 (1991).
- IPEM. Medical and Dental Guidance Notes. A good practice guide to implement ionizing radiation protection legislation in the clinical environment. York, IPEM (in draft).
- IPEM. Recommended Standards for the Routine Performance Testing of Diagnostic X-ray Imaging Systems. York, IPEM Report no 77 (1998).
- Langland OE, Langlais RP. Analysis of erros and artifacts. In: Principles of dental imaging. Williams & Wilkins;1997:167-184.
- Langland OE, Langlais RP. Quality assurance and legal aspects. In: Principles of dental imaging. Williams & Wilkins;1997:185-203.
- Management of Health and Safety at Work Regulations 1999. SI (1999) no 3242. London, the Stationery Office (1999). ISBN 0 11 085625 2.
- Medical Devices Regulations 1994. SI 1994 no 3017. London, HMSO (1994).
- Napier ID. Reference doses for dental radiography. British Dental Journal 186:392-396 (1999).
- NRPB. Guidelines on Patient Dose to Promote the Optimisation of Protection for Diagnostic Medical Exposures. Documents of the NRPB, 10, No 1 (1999).
- NRPB. Guidelines on Radiology Standards for Primary Dental Care. Documents of the NRPB, 5, no 3 (1994).

29. Report of a joint working party of the British Society for the Study of Orthodontics and the British Society of Dental and Maxillofacial Radiology. Reduction of the dose to patients during lateral cephalometric radiography. *British Dental Journal* 158:415 (1985).
30. Manson R, Bourne S. Image quality assurance. In *A guide to dental radiography*. Chapter 16 p.238-252 Oxford University Press, Inc., New York 4th edition 1998.
31. Rushton VE, Horner K. A comparative study of radiographic quality with five periapical techniques in general dental practice. *Dentomaxillofac Radiol* 23:37-45 (1994).
32. Rushton VE, Horner K, Worthington HV. The quality of panoramic radiographs in a sample of general dental practices. *British Dental Journal* 1999;186:630-633.
33. Safe Use of Work Equipment, ACoP and guidance on the Provision and Use of Work Equipment Regulations 1998. Sudbury, HSE Books L22 (1998).
34. Safety signs and signals. The Health and Safety (Safety Signs and Signals) Regulations 1996. Guidance on Regulations. Sudbury, HSE Books L64 (1996).
35. Tanner RJ, Wall BF, Shrimpton PC, Hart D, Bungay DR. Frequency of Medical and Dental X-ray Examinations in the UK 1997/98. Chilton, NRPB-R320 (2000).
36. Tavano O. O máximo de segurança e qualidade na obtenção de radiografias odontológicas com um equipamento de 70 kV. *Revista da ABRO* 2000;1(1):35-40.
37. The first five years. The undergraduate dental curriculum. London, General Dental Council (1997).
38. The Ionising Radiation (Medical Exposure) Regulations 2000. SI 2000 No 1059. London, the Stationery Office (2000).
39. The Ionising Radiation (Protection of Persons Undergoing Medical Examination or Treatment) Regulations 1988. SI 1988 No 778. London, HMSO (1988).
40. The Ionising Radiations Regulations 1999. SI 1999 no 3232. London, the Stationery Office (1999).
41. Work with ionising radiation. Ionising Radiations Regulations 1999. Approved Code of Practice and Guidance. Sudbury, HSE Books L121 (2000).