

# **Norma Regulamentadora NR20**

**Segurança e Saúde no Trabalho com  
Inflamáveis e Combustíveis**

**PARA INSTRUTORES**

# Introdução

Apesar de várias normas e medidas de proteção adotadas como padrão, os acidentes envolvendo produtos inflamáveis ocorrem com certa frequência, sendo que alguns são de grande monta!





# Histórico da NR20 (3214/78)

## NR20 – Líquidos combustíveis e Inflamáveis

20.1 – Líquidos combustíveis

20.2 – Líquidos inflamáveis

20.3 – Gases liquefeitos de Petróleo – GLP

20.4 – Outros gases inflamáveis

Segurança baseada em distâncias (tabelas)

Defasada do “estado da arte”

Ineficaz na prevenção de acidentes com inflamáveis e combustíveis

Critérios de classificação de inflamáveis desatualizados

Não abrangia todos os gases inflamáveis (somente GLP)

Desatualizada dos marcos legais internacionais sobre o assunto

# NR20 – (Portaria 308/2012)

## Incorpora marcos Internacionais

- Convenção 174 da OIT (Prevenção de Acidentes Industriais Ampliados)
- Diretiva de Seveso (COMAH) – União Europeia
- Process Safety Management (PSM) – EUA
- Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos (GHS) – ONU

1ª Consulta pública em dezembro de 2002 – 2ª consulta em novembro de 2008 – trabalhos á partir de 07/2009.

# NR20 – (Portaria 308/2012)

A NR20 já está articulada com conceitos atuais das NR's e NBR's:

- NR4 (SESMT) – análise de riscos
- NR5 (CIPA) – Inspeção no ambiente de trabalho
- NR7 (PCMSO) – Riscos Psicossociais
- NR9 (PPRA) – Articulação e Anexo I
- NR10 (Eletricidade) – Áreas Classificadas
- NR12 (Máquinas) – Manuais, Inspeção e Manutenção
- NR26 (Sinalização e GHS) – definições, sinalização
- NR33 (Espaços confinados) – Proficiência, Riscos psicossociais
- NBR 17505 (Armazenamento) e NBR14725 (FISPQ) – IT27

# Nota Complementar NR e NBR

NR – Norma regulamentadora – promulgada pelo Ministério do Trabalho e Emprego – tem caráter obrigatório – sob as penas da lei.

NBR – Norma brasileira – editada em processo aberto da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) – e tem caráter de orientação – sua aplicação somente é obrigatória se a NBR for citada em LEI ou NR.

# NR20 – (Portaria 308/2012)

Sistematizada – pois já considera o ciclo de vida de uma instalação.

Baseada em pilares estratégicos:

- Projeto
- Classificação (diferenciação/gradação)
- Procedimentos operacionais
- Planos de manutenção, vazamentos e emergências
- Análise de riscos
- Capacitação de profissionais (diferenciação/gradação)
- Prontuário
- Acesso a informação
- Direito de recusa

# NR20

A nova NR 20 no item 20.1.1 – descreve: esta Norma Regulamentadora NR estabelece requisitos mínimos para a GESTÃO da segurança e saúde no trabalho contra os fatores de risco de acidentes provenientes das atividades de extração, produção, armazenamento, transferência, manuseio e manipulação de inflamáveis e líquidos combustíveis.

**GESTÃO:** É importante então observarmos que GESTÃO significa: ato de gerir, administrar, direcionar.

# NR 20

## SISTEMA DE GESTÃO NR20 (SUGESTÃO)

META

Fatores de Riscos de Acidentes Gerenciados



Nível de análise de resultados e decisão	Análise crítica dos resultados		Tomada de ação corretiva nos insucessos		Padronização dos sucessos	
Nível de Monitoramento	Inspeções de Segurança		Investigação de acidentes e incidentes		Planos de ação e indicadores	
Nível de Manutenção	Planos de manutenção e inspeção		Paradas de Manutenção		Contratadas	
Nível de operação	Procedimentos operacionais	Plano de prevenção e controle	Plano de Emergência		Permissão de trabalho	Controle fontes de ignição
Nível de Construção	Planejamento (NR18 - NR33 - NR34 - NR35 - ...)			Inspeções e Testes		Comissionamento
Nível de Projeto	Regulamentação		Documentos de projeto	Classificação de áreas	Álise de Riscos	Gestão de Modificações
Nível Estrutural	Política em SSMA	Dimensionamento da equipe	Capacitação dos Trabalhadores	Indicadores	Comunicação	Prontuário

# Sumário da NR20

20.1 – Introdução

20.2 – Abrangência

20.3 – Definições

20.4 – Classificação das instalações

20.5 – Projeto de instalação

20.6 – Segurança na construção e montagem

20.7 – Segurança operacional

20.8 – Manutenção e inspeção das instalações

20.9 – Inspeção em segurança e saúde no ambiente de trabalho

20.10 – Análise de riscos

20.11 – Capacitação dos trabalhadores

# Sumário da NR20

- 20.12 – Prevenção e controle de vazamentos, derramamentos, explosões e emissões fugitivas
- 20.13 – Controle de fontes de ignição
- 20.14 – Plano de resposta a emergências da instalação
- 20.15 – Comunicação de ocorrências
- 20.16 – Contratante e contratadas
- 20.17 – Tanque de líquidos inflamáveis no interior de edifícios
- 20.18 – Desativação da instalação
- 20.19 – Prontuário da instalação
- 20.20 – Disposições finais
- Anexo I – Instalações que constituem exceções à aplicação do item 20.4 (classificação das instalações)
- Anexo II – Critério para capacitação dos trabalhadores e conteúdo programático

# Definições Importantes da NR20

## **ARMAZENAMENTO:**

Retenção de uma quantidade de inflamáveis (líquidos e/ou gases) e líquidos combustíveis em uma instalação fixa, em depósitos, reservatórios de superfície, elevados ou subterrâneos. Retenção de uma quantidade de inflamáveis, envasados ou embalados, em depósito ou armazéns.

# Definições Importantes da NR20

## **TRANSFERÊNCIA:**

Atividade de movimentação de inflamáveis entre recipientes, tais como tanques, vasos, tambores, bombonas e similares, por meio de tubulações.

# Definições Importantes da NR20

## **MANUSEIO:**

Atividade de movimentação de inflamáveis contidos em recipientes, tanques portáteis, tambores, bombonas, vasilhames, caixas, latas, frascos e similares. Ato de manusear o produto envasado, embalado ou lacrado.

# Definições Importantes da NR20

## **MANIPULAÇÃO:**

Ato ou efeito de manipular. Preparação ou operação manual com inflamáveis, com finalidade de misturar ou fracionar os produtos. Considera-se que há manipulação quando ocorre o contato direto do produto com o ambiente.

# Definições Importantes da NR20

## **INSTALAÇÃO:**

Unidade de extração, produção, armazenamento, transferência, manuseio e manipulação de inflamáveis (líquidos e gases) e líquidos combustíveis, em caráter permanente ou transitório, incluindo todos os equipamentos, máquinas, estruturas, tubulações, tanques, edificações, depósitos, terminais e outros necessários para o seu funcionamento.

# Classificação das Instalações

De acordo com a NR20 as instalações que extraem, produzem, armazenam, transferem, apresentam manuseio e/ou manipulação (incluindo todos os equipamentos) são classificadas de acordo com o tipo de atividade e/ou de acordo com a quantidade de inflamáveis (ou líquidos combustíveis) que possuem.

Estão divididas em classe I, II e III.

# Classificação das Instalações

## Classe I:

Quanto a atividade: postos de serviço com inflamáveis e/ou líquidos combustíveis

Quanto a capacidade de armazenamento (permanente ou transitória):

- gases inflamáveis acima de 2 a até 60 toneladas
- Líquidos inflamáveis e/ou combustíveis: acima de 10 m<sup>3</sup> a até 5.000 m<sup>3</sup>

# Classificação das Instalações

## Classe II:

Quanto a atividade: engarrafadora de gases inflamáveis ou atividades de transporte dutoviário de gases e líquidos inflamáveis e/ou combustíveis.

Quanto a capacidade de armazenamento (permanente ou transitória):

- gases inflamáveis acima de 60 a até 600 toneladas
- Líquidos inflamáveis e/ou combustíveis: acima de 5000 m<sup>3</sup> a até 50.000 m<sup>3</sup>

# Classificação das Instalações

## Classe III:

Quanto a atividade: refinarias, unidades de processamento de gás natural, instalações petroquímicas, usinas de fabricação de etanol (álcool).

Quanto a capacidade de armazenamento (permanente ou transitória):

- gases inflamáveis acima de 600 toneladas
- Líquidos inflamáveis e/ou combustíveis: acima de 50.000 m<sup>3</sup>

# Classificação das Instalações

De acordo com o item 20.4.1.1 – para critério de classificação, o tipo de atividade enunciada possui prioridade sobre a capacidade de armazenamento.

De acordo com o item 20.4.1.2 – quando a capacidade de armazenamento da instalação se enquadrar em duas classes distintas, por armazenar líquidos inflamáveis e/ou combustíveis e gases inflamáveis, deve-se utilizar a classe de maior gradação.

# Exemplos de instalações

## Instalação Classe I



# Exemplos de instalações

## Instalação Classe I



# Exemplos de instalações

## Instalação Classe II



# Exemplos de instalações

## Instalação Classe II



# Exemplos de instalações

## Instalação Classe III



# Classificação das Instalações

## 20.4.2 – Exceções:

pequena

quantidade – gases  
inflamáveis de 1 a 2  
toneladas ou

líquidos inflamáveis  
e/ou combustíveis  
acima de 1 m<sup>3</sup> e  
menor que 10 m<sup>3</sup>.



# Classificação das Instalações

- 20.4.2 – Exceções: instalações varejistas e atacadistas que desenvolvem manuseio, armazenamento e transporte de recipientes de até 20 litros, fechados ou lacrados de fabricação – contendo líquidos inflamáveis e/ou combustíveis até o limite máximo de 5.000 m<sup>3</sup> e de gases inflamáveis até o limite máximo de 600 toneladas.



# Nota sobre exceção (varejista e atacadista)

**Recipiente** – receptáculo projetado e construído para armazenar produtos inflamáveis (líquidos e gases) e líquidos combustíveis, conforme normas técnicas.



# Nota sobre exceção (varejista e atacadista)

**FECHADO** – produto fechado no processo de envasamento, de maneira estanque, para que não venha a apresentar vazamentos nas condições normais de manuseio, armazenamento ou transporte, assim como sob condições decorrentes de variações de temperatura, umidade ou pressão ou sob os efeitos de choques e vibrações.

**ENVASADO** - líquido ou gás inflamável acondicionado em recipiente, podendo ser ou não lacrado.

**LACRADO** - produto que possui selo e/ou lacre de garantia de qualidade e/ou inviolabilidade.

# NR20 – (Portaria 308/2012)

- A NR20 exige a capacitação dos profissionais envolvidos nas atividades nas instalações de extração, produção, armazenamento, manuseio e manipulação de inflamáveis.
- A capacitação se dá de acordo com a classe da instalação e do tipo de atividade desenvolvida pelo profissional.

# NR20 – (Portaria 308/2012)

Capacitação exigida pela NR20:

- Orientações sobre perigos;
- Curso de integração (4 horas/aula)
- Curso Básico (8 horas/aula)
- Curso Intermediário (16 horas/aula)
- Curso Avançado I (24 horas/aula)
- Curso Avançado II (32 horas/aula)
- Curso Específico (16 horas/aula)



#### CURSOS POR ATIVIDADE

- Recepcionista - integração
- Vigilante externo - integração
- Terceiros (internos) - básico
- Manutenção - intermediário
- Operadores - avançado I
- Engenharia - avançado II
- SST (profissionais) - específico

# Conteúdo mínimo dos cursos

Curso de Integração – 4 horas

Inflamáveis: características, propriedades, perigos e riscos;

Controle coletivo e individual para trabalho com inflamáveis;

Fontes de ignição e seu controle;

Proteção contra incêndios com inflamáveis.

# Conteúdo mínimo dos cursos

Curso de Básico – 8 horas

Inflamáveis: características, propriedades, perigos e riscos;

Controle coletivo e individual para trabalho com inflamáveis;

Fontes de ignição e seu controle;

Proteção contra incêndios com inflamáveis;

Procedimentos em situações de emergência com inflamáveis.

# Conteúdo mínimo dos cursos

Curso de Intermediário – 16 horas

Inflamáveis: características, propriedades, perigos e riscos;

Controle coletivo e individual para trabalho com inflamáveis;

Fontes de ignição e seu controle;

Proteção contra incêndios com inflamáveis;

Estudo da Norma Regulamentadora NR20;

Metodologias de análises de riscos, conceitos e exercícios práticos;

Permissão para trabalho com inflamáveis (sistemática);

# Conteúdo mínimo dos cursos

Curso de Avançado I – 24 horas

Inflamáveis: características, propriedades, perigos e riscos;

Controle coletivo e individual para trabalho com inflamáveis;

Fontes de ignição e seu controle;

Proteção contra incêndios com inflamáveis;

Estudo da Norma Regulamentadora NR20;

Metodologias de análises de riscos, conceitos e exercícios práticos;

Permissão para trabalho com inflamáveis;

Acidentes com inflamáveis: análise de causas e medidas preventivas;

Planejamento de resposta a emergência com inflamáveis.

# Conteúdo mínimo dos cursos

Curso de Avançado II – 32 horas

Inflamáveis: características, propriedades, perigos e riscos;

Controle coletivo e individual para trabalho com inflamáveis;

Fontes de ignição e seu controle;

Proteção contra incêndios com inflamáveis;

Estudo da Norma Regulamentadora NR20;

Metodologias de análises de riscos, conceitos e exercícios práticos;

Permissão para trabalho com inflamáveis;

Acidentes com inflamáveis: análise de causas e medidas preventivas;

Planejamento de resposta a emergência com inflamáveis;

***Noções básicas de segurança de processo da instalação;***

***Noções básicas de gestão de mudanças.***

# Capacitação dos trabalhadores

O trabalhador deve participar de curso de atualização, cujo conteúdo será estabelecido pelo empregador e com a seguinte periodicidade:

- a) Curso básico: a cada 3 anos com carga horária de 4 horas;
- b) Curso intermediário: a cada 2 anos com carga horária de 4 horas;
- c) Cursos avançados I e II: a cada ano com carga horária de 4 horas.

# Capacitação dos trabalhadores

Deve ser realizado, de imediato, curso de atualização para os trabalhadores envolvidos no processo ou processamento, onde:

- a) Ocorrer modificação significativa;
- b) Ocorrer morte de trabalhador;
- c) Ocorrerem ferimentos em decorrência de explosão e/ou queimaduras de 2º ou 3º grau, que implicaram na necessidade de internação hospitalar;
- d) O histórico de acidentes e/ou incidentes assim o exigir.

# Capacitação dos trabalhadores

Os instrutores da capacitação dos cursos de integração, básico, intermediário, avançado I, avançado II e específico devem ter proficiência no assunto.

Proficiência: competência, aptidão, capacitação e habilidade aliadas a experiência.

# Capacitação dos trabalhadores

Os cursos de integração, básico e intermediário devem ter um responsável por sua organização técnica, devendo se um dos instrutores.

Os cursos avançados I e II e específico devem ter um profissional habilitado como responsável técnico.

# Capacitação dos trabalhadores

Para os cursos de integração, básico, intermediário, avançados I e II e específico, a emissão do certificado se dará para os trabalhadores que, após avaliação, tenham obtido aproveitamento satisfatório.

O certificado deve conter o nome do trabalhador, conteúdo programático, carga horária, data, local, nome(s) do instrutor(es), nome e assinatura do responsável técnico ou do responsável pela organização técnica do curso.

# Capacitação do trabalhador

- O certificado deve ser fornecido ao trabalhador, mediante recibo, e uma cópia arquivada na empresa.
- Os participantes da capacitação devem receber material didático que pode ser em meio impresso, eletrônico ou similar.
- O empregador deve estabelecer e manter sistema de identificação que permita conhecer a capacitação de cada trabalhador, cabendo a este a obrigação de utilização visível do meio identificador.

# Conceitos básicos sobre inflamáveis

Definição de inflamável (de acordo com NR20) – NR26/GHS (NBR 14725):

20.3.1 – líquido inflamável é aquele que possui ponto de fulgor  $\leq 60^{\circ}\text{C}$ .

20.3.2 – gases inflamáveis – são gases que se inflamam com o ar a  $20^{\circ}\text{C}$  e a uma pressão padrão de 101,3 kPa.

20.3.3 – líquidos combustíveis – são líquidos com ponto de fulgor  $> 60^{\circ}\text{C}$  e  $\leq 93^{\circ}\text{C}$ .

# Definições Importantes

Quando falamos sobre substâncias inflamáveis, temos que ter em mente os seguintes pontos:

- Vaporização
- Convecção, difusão e densidade relativa
- Estado normal de agregação
- Ebulição

# Definições Importantes

**PONTO DE FULGOR** (também conhecido como flash point):

É a menor temperatura na qual uma substância libera vapores em quantidades suficientes para que a mistura de vapor e ar logo acima de sua superfície propague uma chama, a partir do contato com uma fonte de ignição. No ponto de fulgor a chama não é sustentada!

# Definições Importantes

**PONTO DE COMBUSTÃO:** é a menor temperatura a qual um líquido inflamável ou combustível libera vapores em quantidade suficiente para manter a chama sustentada.

Como observação importante: temos que o ponto de combustão fica (em muitos casos) pouco acima do ponto de fulgor.

# Definições Importantes

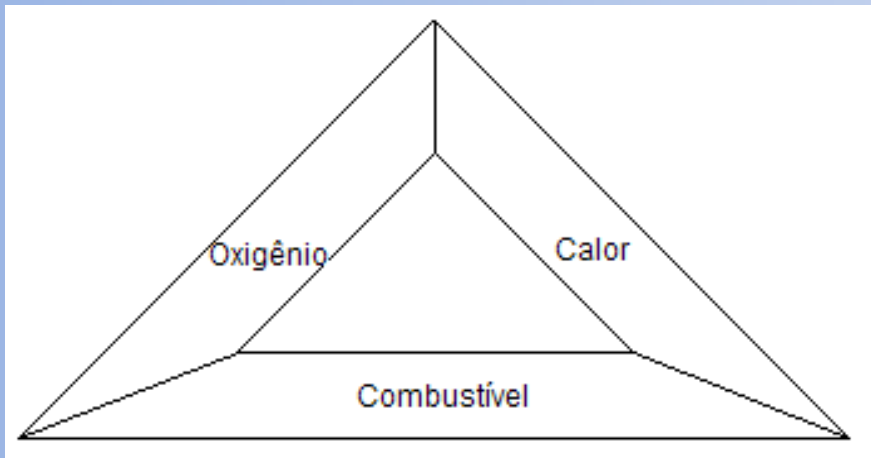
## Dinâmica do fogo

Para existir a reação química da combustão (fogo) é necessário termos ao mesmo tempo:

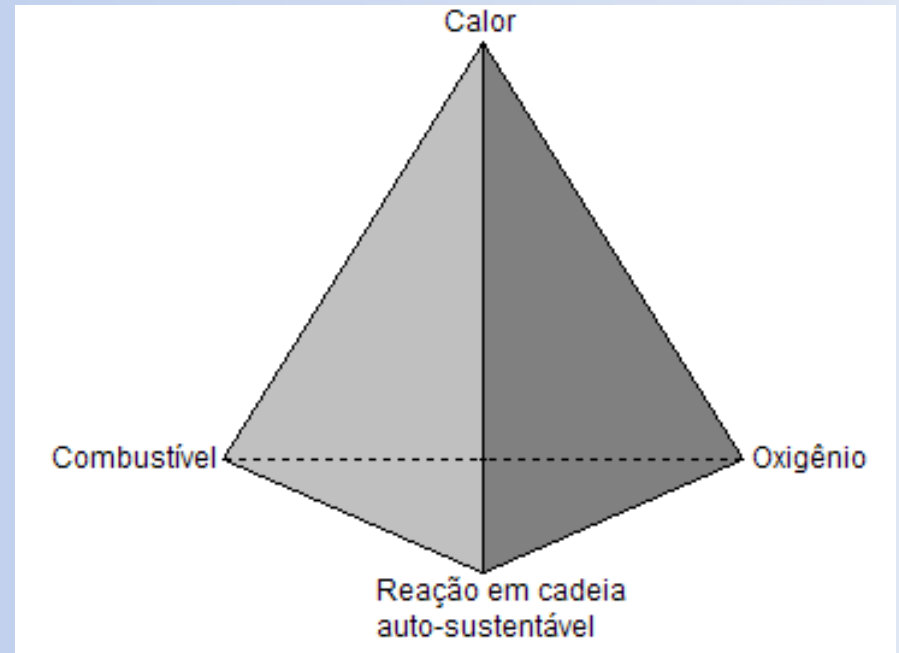
- “Combustível” (neste contexto é inflamável) material que pode entrar em combustão
- Comburente (oxigênio presente no ar atmosférico – 20,9% em volume)
- Fonte de ignição – fonte de energia suficiente para iniciar a reação em cadeia
- Reação em cadeia – continuidade da reação de combustão, após seu início.

# Definições Importantes

## Dinâmica do fogo



Conceito antigo  
Triângulo do fogo



Conceito moderno  
Tetraedro do fogo

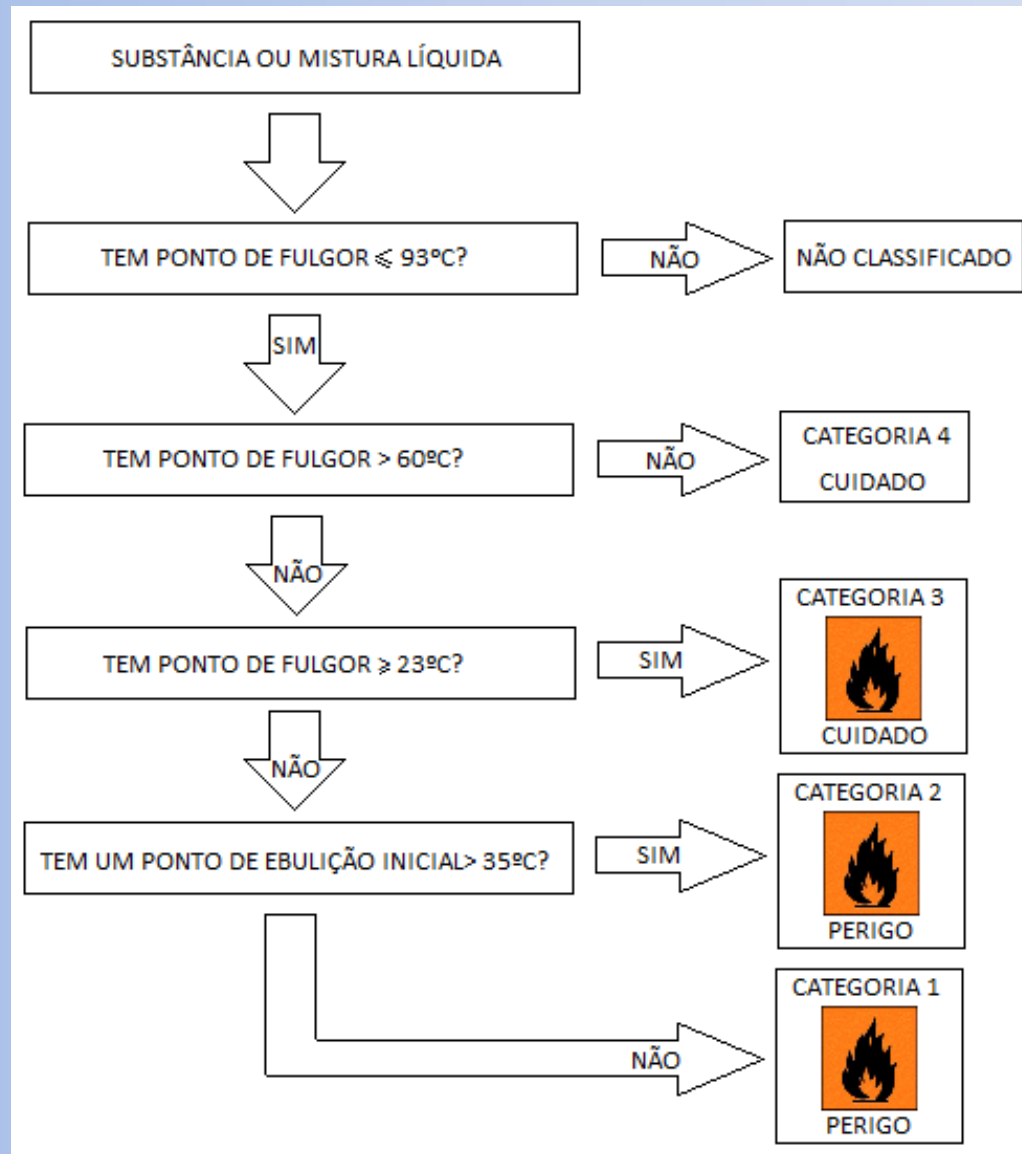
# Definições Importantes

**Inflamável** (definição química) – substância que entra em reação de combustão em condições normais de temperatura e pressão.

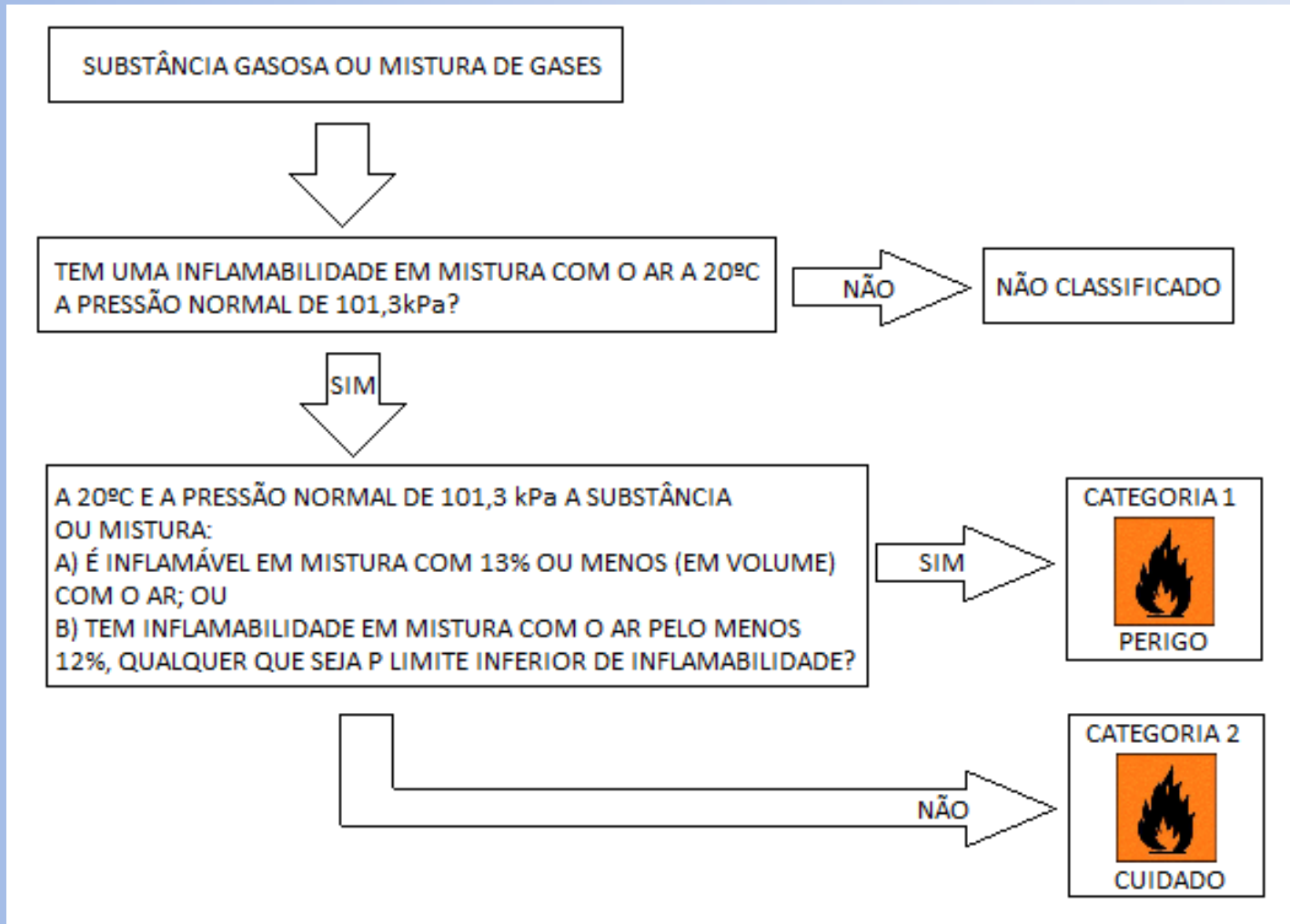
**Combustível** (definição química) – substância que entra em reação de combustão quando exposta a condições diferentes das condições normais de temperatura e pressão.

NOTA: todo inflamável é combustível mas nem todo combustível é inflamável!




# Definições de inflamáveis (líquidos)




# Definições de inflamáveis (gases)



# Tabela de líquidos inflamáveis

Categoria	1	2	3	4
Pictograma				Não exigido
Palavra de advertência	PERIGO	PERIGO	CUIDADO	CUIDADO
Frase de Perigo	H224 Líquido e vapores extremamente inflamáveis	H225 Líquidos e vapores altamente inflamáveis	H226 Líquido e vapores inflamáveis	H227 Líquido combustível
Frases de precaução: prevenção	P210 P233 P240 P241 P242 P243 P280	P210 P233 P240 P241 P242 P243 P280	P210 P233 P240 P241 P242 P243 P280	P210 P280
Frases de precaução: resposta à emergência	P303 + P361 + P353 + P370 + P378	P303 + P361 + P353 + P370 + P378	P303 + P361 + P353 + P370 + P378	P370 + P378
Frases de precaução: armazenamento	P403 + P235	P403 + P235	P403 + P235	P403 + P235
Frases de precaução: disposição	P501	P501	P501	P501

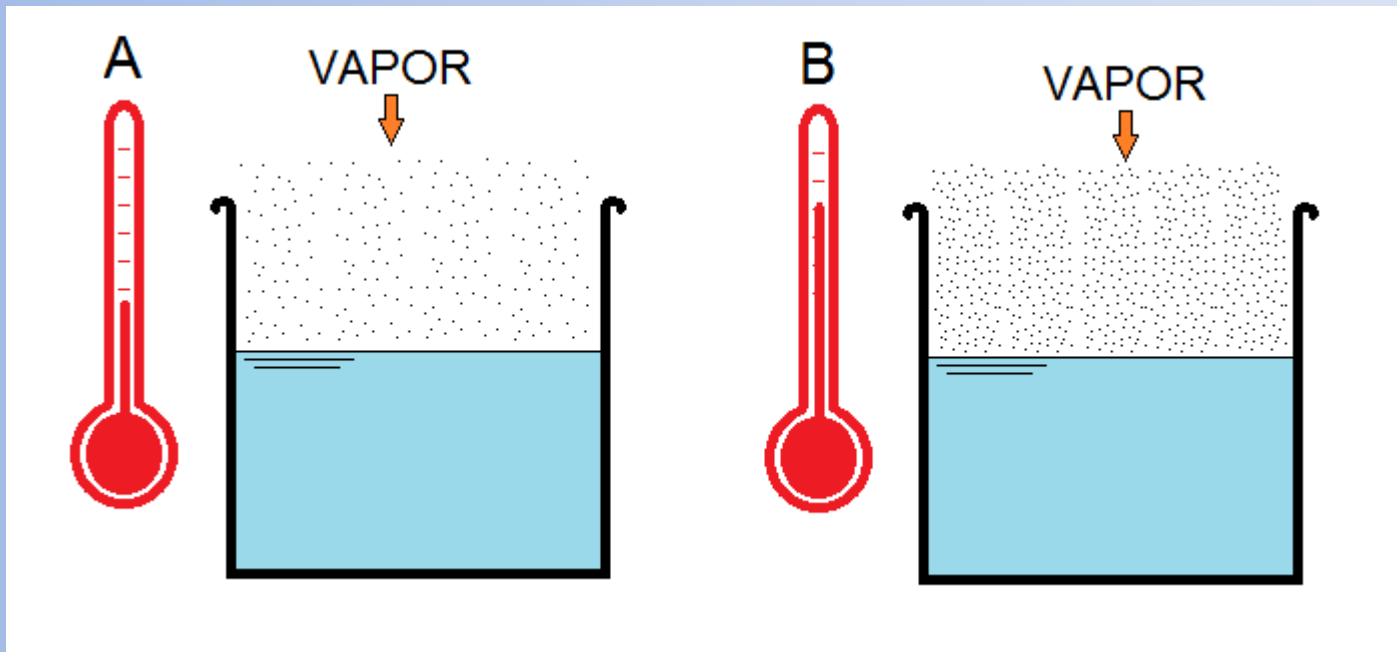
## Tabela de gases inflamáveis

Categoria	1	2
Pictograma		Não exigido
Palavra de advertência	PERIGO	CUIDADO
Frase de Perigo	H220 Gás extremamente inflamável	H221 Gás inflamável
Frases de precaução: prevenção	P210	P210
Frases de precaução: resposta à emergência	P377 + P381	P377 + P381
Frases de precaução: armazenamento	P403	P403
Frases de precaução: disposição	Não exigido	Não exigido

NBR14725 – parte 3

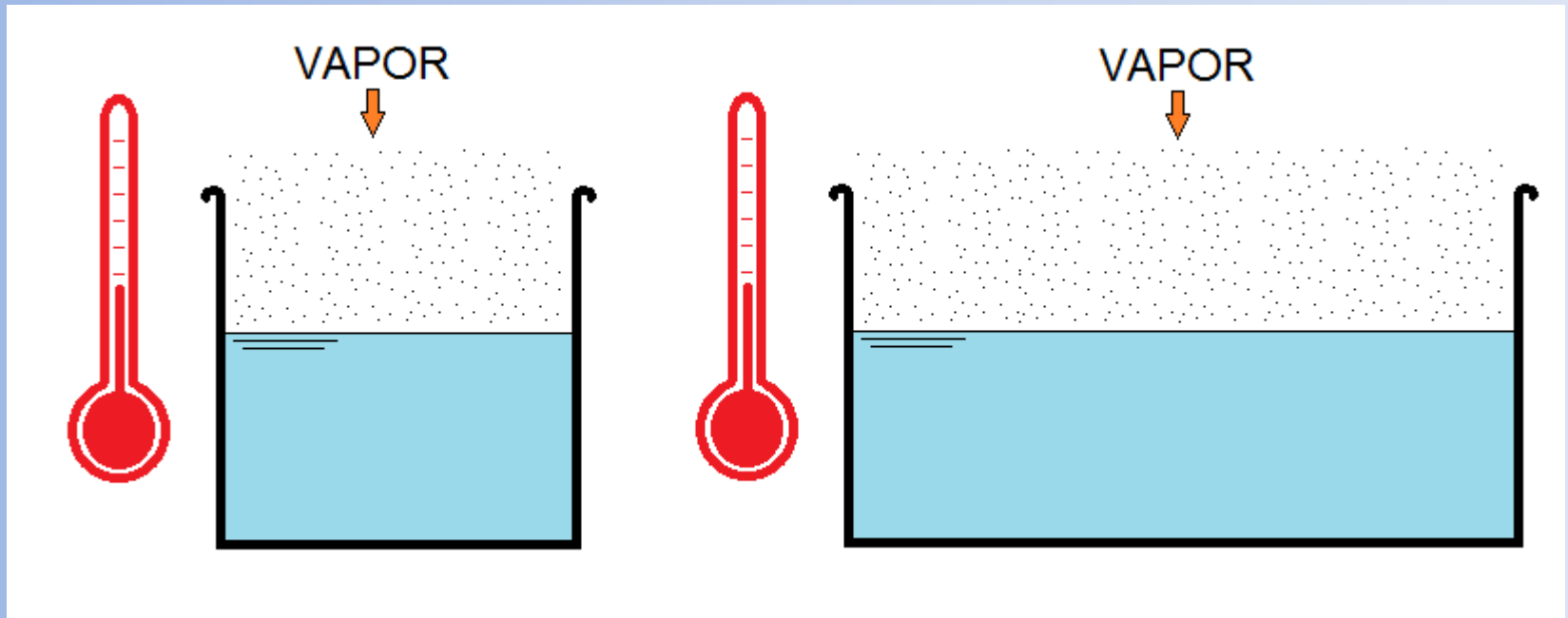
# Fatores que influenciam na formação de atmosfera inflamável

- Temperatura



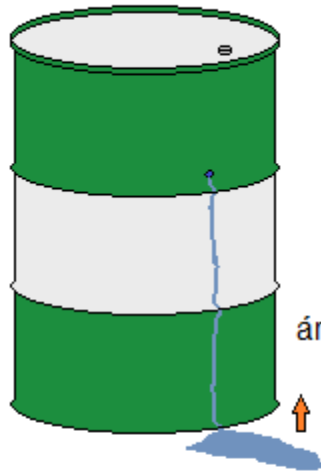
# Fatores que influenciam na formação de atmosfera inflamável

- Área de contato (expansão)



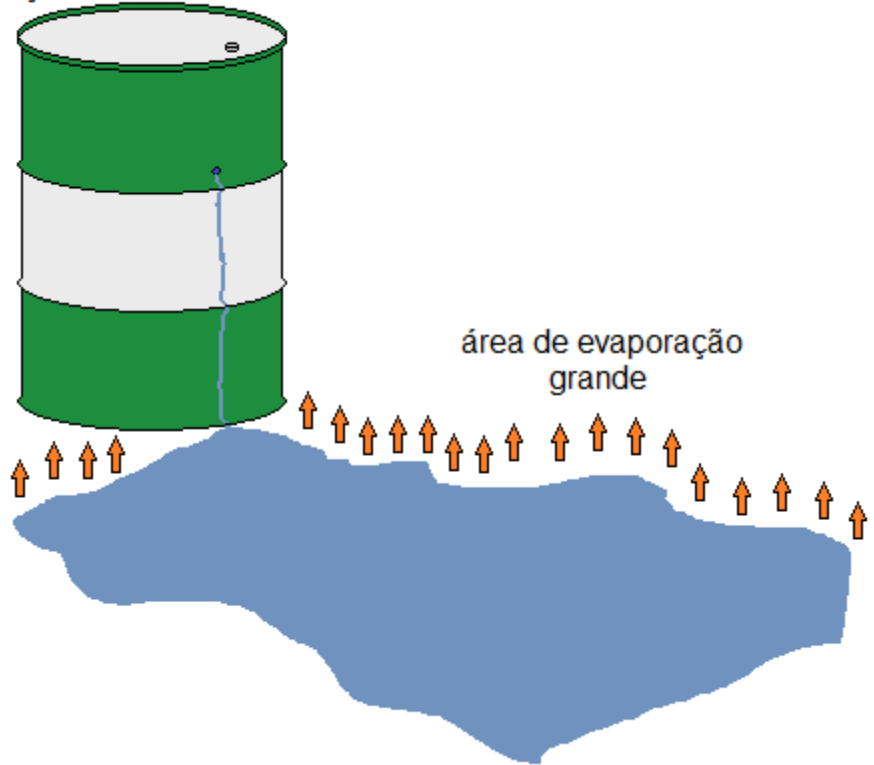
# Na prática temos

situação A



área de evaporação  
pequena

situação B



área de evaporação  
grande

# Explosividade

Quando uma determinada quantidade de vapor de um líquido inflamável (ou gás inflamável ou líquido combustível) está presente no ar ambiente, a mistura (vapor + oxigênio) pode entrar em reação de combustão, se propagando rapidamente em todas as direções, com súbito aumento da pressão no local. Este tipo de reação é chamada comumente de “explosão”.

# *O QUE É UMA EXPLOÇÃO?*

Uma explosão é uma reação química envolvendo uma substância inflamável que ocorre muito rapidamente e que durante sua ocorrência libera grandes quantidades de energia (ocasionando um rápido aumento da pressão).

# NOTA IMPORTANTE: *VELOCIDADE DE COMBUSTÃO*

A combustão pode ocorrer com velocidades diferentes. No caso de uma combustão em regime estável, como num bico de BUNSEN, a velocidade de combustão é baixa, resultando em uma leve elevação de pressão. A velocidade de combustão pode crescer proporcionalmente na razão entre a quantidade de substância inflamável e a quantidade de oxigênio no instante da ignição. Dependendo da velocidade de combustão podemos distinguir entre: deflagração, explosão ou detonação!

# ***DEFLAGRAÇÃO***

A velocidade de combustão no caso de uma deflagração atinge a ordem de cm/s. Resulta num ligeiro acréscimo de pressão e um ligeiro efeito de ruído. Misturas que estejam a uma temperatura próxima de seu ponto de inflamabilidade inferior ou superior usualmente queimam na forma de deflagração.

# ***EXPLOÇÃO***

A velocidade de combustão no caso de uma explosão atinge a ordem de m/s. O processo de combustão ocorre de maneira instável, e há um considerável aumento da pressão (3 a 10 bar). O ruído resultante é forte, devido à expansão dos gases provocada pela alta temperatura.

# ***DETONAÇÃO***

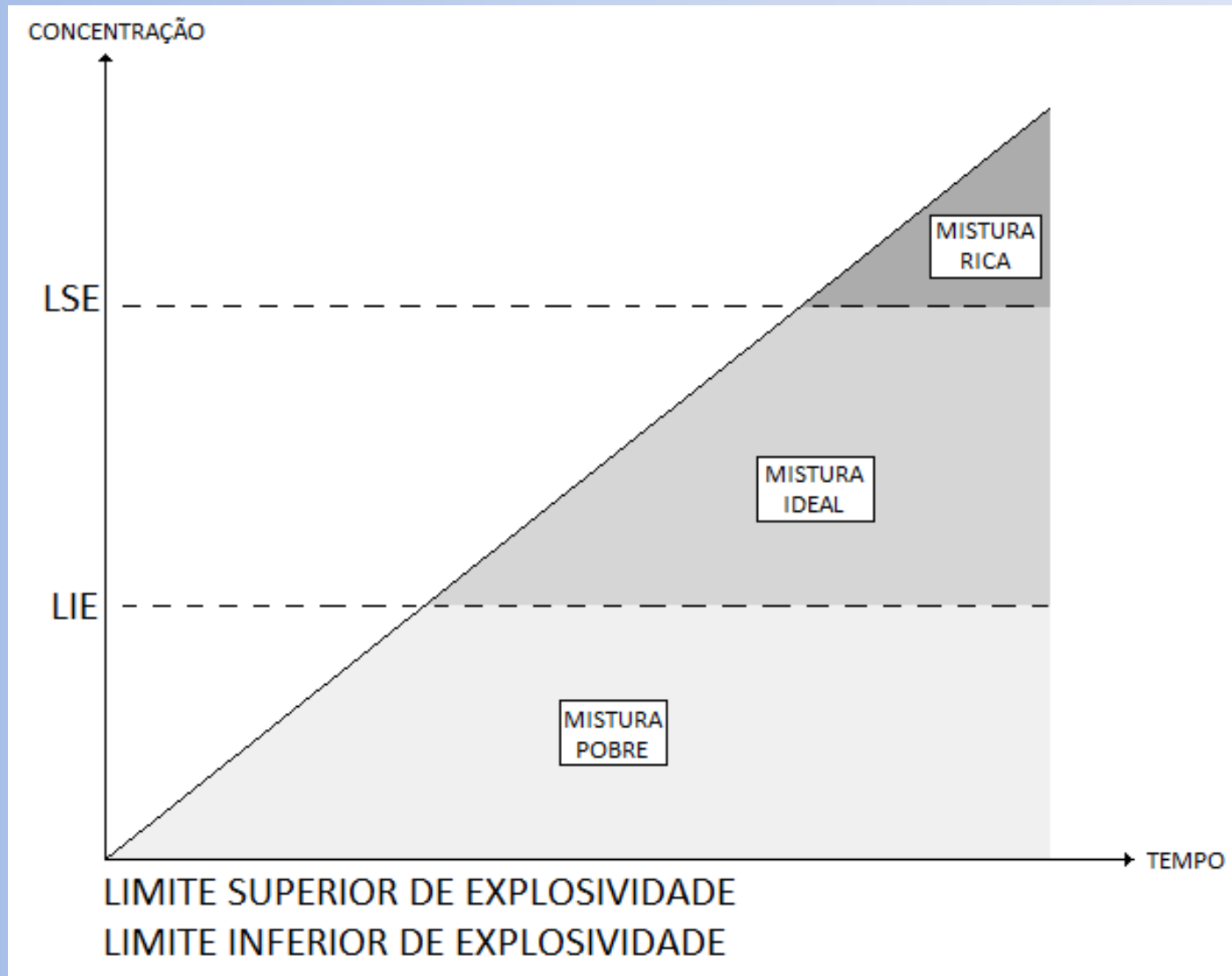
A velocidade de combustão no caso de uma detonação é da ordem de km/s. A mistura explosiva se decompõe quase instantaneamente, e o acréscimo de pressão pode ser superior a 20 bar. O ruído proveniente de uma detonação é extremamente forte.

# Limites de explosividade

Quando um determinado produto inflamável ou combustível está em uma certa quantidade no ar, o mesmo forma uma atmosfera que pode incendiar-se, com velocidades que variam de deflagração a até explosão!

A detonação para estes casos já é mais raro!

# Limites inferior e superior de explosividade



Produto	% em vol. LIE	% em vol. LSE	Produto	% em vol. LIE	% em vol. LSE
Acetaldeído	4,0	60,0	Estireno	1,1	6,1
Acetato de Butila	1,7	7,6	Etano	2,9	13,0
Acetato de Amila	1,0	8,0	Etanol	4,0	19,0
Acetato de Etila	2,5	12,0	Éter etílico	2,0	47,0
Acetona	2,5	13,0	Fenol	1,7	8,6
Acido Acético	5,5	16,0	Furfural	2,1	19,3
Acrilonitrila	3,05	17,0	Gasolina	1,3	7,1
Amônia	15,5	27,0	Hexana	1,2	7,7
Benzeno	1,5	7,5	Hidrazina	4,7	100,0
Benzina	1,0	6,0	Metano	5,0	15,0
Butadieno	2,0	11,5	Metanol	6,0	36,5
Butanol	1,5	11,0	Metiletilcetona MEK	1,8	11,5
Ciclohexana	1,5	8,5	Óxido de etileno	3,0	100,0
Cloreto de etila	3,5	15,0	Pentano	1,4	8,3
Cloreto de metila	8,1	17,2	Propano	2,1	9,5
Cloreto de vinila	4,0	26,0	Propanol	2,1	13,5
Clorobenzeno	1,5	8,0	Querosene	0,7	5,0
Cresol	1,1	ND	Tolueno	1,2	7,0
Dietilamina	2,0	10,0	TDI	0,9	9,5
Dissulfeto Carbono	1,5	45,0	Xileno	1,1	6,4

# Considerações importantes:

- Combustão espontânea
- Perigoso quando molhado

# Riscos para a saúde

Os produtos inflamáveis e combustíveis são em sua grande maioria tóxicos para o corpo humano.

Toda manipulação de produtos inflamáveis e combustíveis deve ser estudada de acordo com os princípios básicos da toxicologia industrial.

# *Toxicologia*

## **O que é toxicidade?**

Toxicidade é a capacidade de um molécula química ou composto produzir uma doença, uma vez que alcançou um ponto suscetível dentro ou na superfície do corpo.

# *Toxicologia*

## Termos Relacionados as Contaminações:

- Aguda
- Crônica
- Local
- Sistêmica.

# *Toxicologia*

## **Intoxicação Aguda**

É aquela caracterizada por exposição curta ao contaminante, normalmente baseada em segundos, minutos ou poucas horas. Via de regra na contaminação aguda a dose, ou quantidade, do produto contaminante é elevada.

# *Toxicologia*

## **Intoxicação Crônica**

É utilizada em contraste com aguda. Normalmente é uma contaminação caracterizada por longos períodos de exposição (várias horas, dias, semanas, meses), onde a vítima sofre contatos repetitivos. A contaminação crônica está normalmente associada a doses relativamente baixas.

# *Toxicologia*

## **Intoxicação Local**

É aquela caracterizada quando a ação ocorre em um ponto específico de contato do produto químico com o corpo.

Normalmente ocorre na pele, nas membranas mucosas, nas membranas dos olhos, nariz, boca, traquéia, etc...

# *Toxicologia*

## **Intoxicação Sistêmica**

É aquela contaminação que é caracterizada quando um produto químico apresenta efeitos adversos em vários órgãos do corpo, onde o produto não teve contato direto, mas sim com o produto absorvido pelo organismo.

# *Toxicologia*

## Classificações Internacionais:

- TLV – TWA (USA)
- IDHL (IPVS)
- Toxicidade Oral LD50
- Toxicidade Dérmica LD50
- Limite de Tolerância (LT – NR15)

# Toxicologia

Uma pessoa é considerada contaminada quando ocorreu a absorção do produto químico.

O elemento de absorção é o **SANGUE!**

# *Toxicologia*

Principais Vias de Absorção:

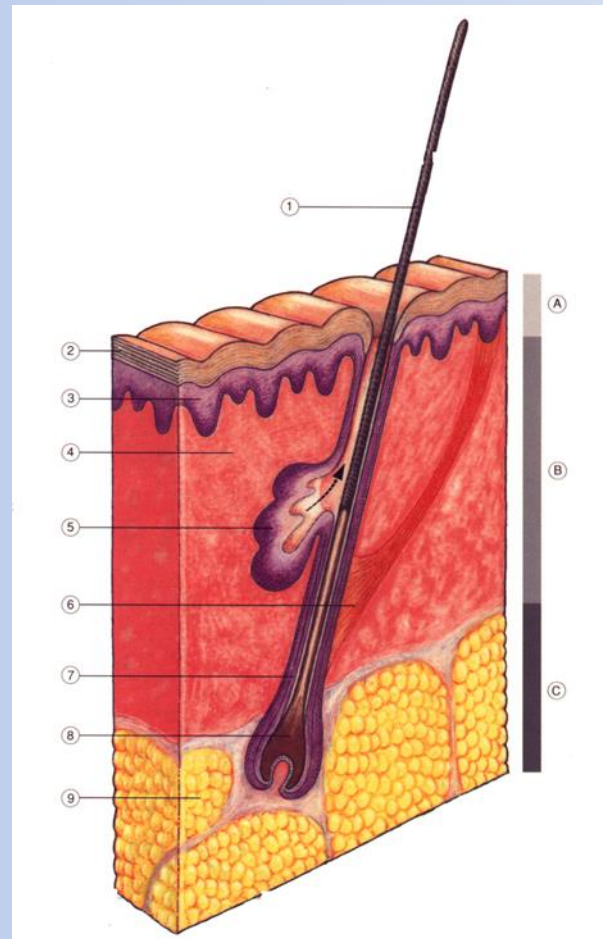
- Ação Cutânea (pele)
- Ingestão (gastro-intestinal)
- Inalação (respiração)

# Toxicologia

## Ação Cutânea

- Epiderme
- Derme
- Subcutânea

É responsável por  
8% das  
contaminações!

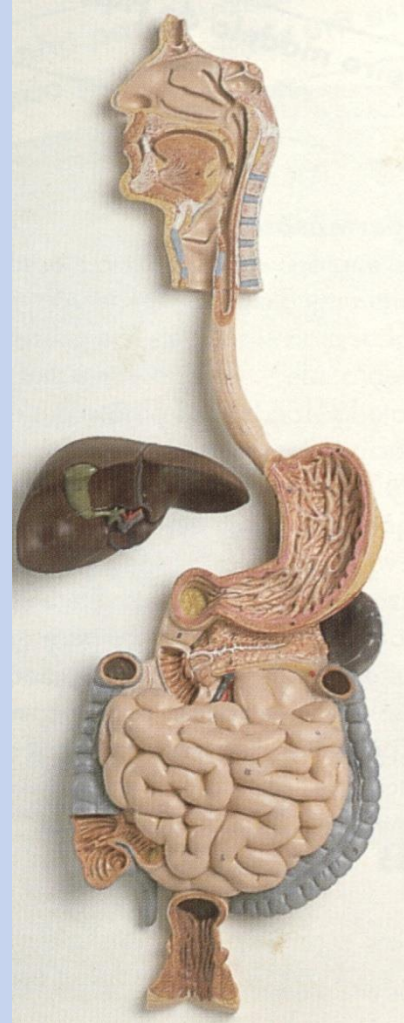


# Toxicologia

## Ingestão

- Diversos órgãos envolvidos
- Ocorre por descuido ou acidente

É responsável por  
2% das  
contaminações!

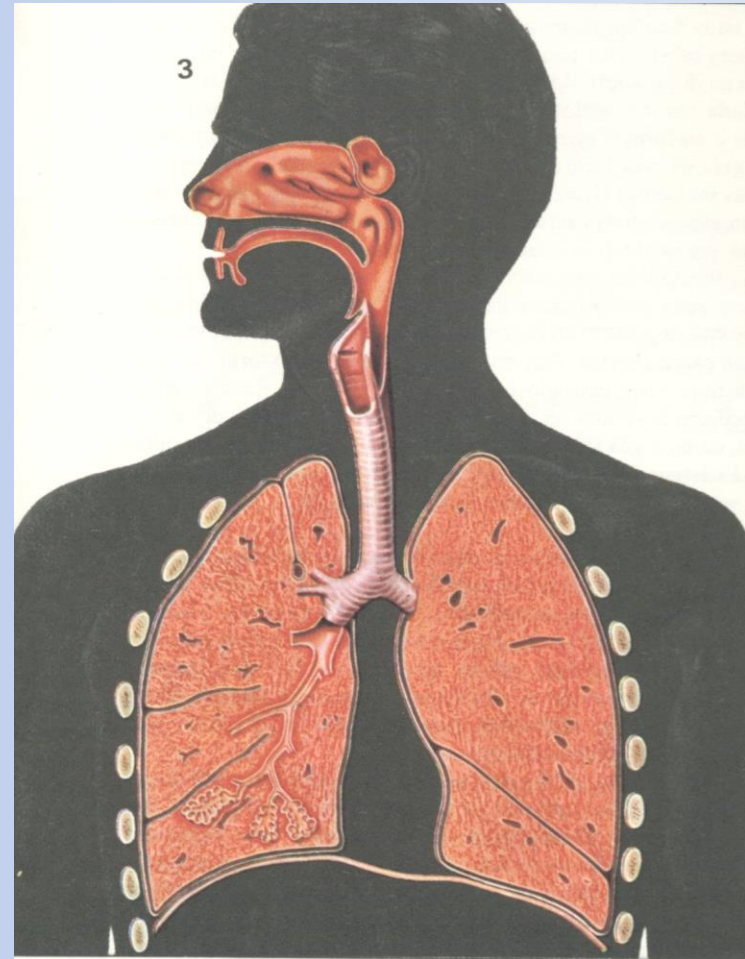


# Toxicologia

## Inalação

- Diversos órgãos envolvidos (pulmões).
- Contaminação extremamente rápida!

É responsável por 90% das contaminações!



# *Toxicologia*

- Fator Crítico para equipe de emergência
  - Susceptibilidade Individual
  
- Necessidade Básica
  - Conhecimentos em Primeiros Socorros

# *Toxicologia*

Todo trabalhador deve ser alertado sobre os riscos que um produto químico apresenta.

Toda equipe de emergência deve possuir, obrigatoriamente, dados sobre a toxicidade dos produtos que poderão encontrar em situações de emergência!

# FONTES DE IGNIÇÃO

São muitas as possíveis fontes de ignição que podem desencadear um incêndio e/ou explosão de substâncias inflamáveis e/ou combustíveis.

Abaixo iremos colocar algumas das fontes mais comuns que podemos encontrar nas atividades industriais.

# FONTES DE IGNIÇÃO

Chamas expostas:

- Maçaricos
- Aquecedores
- Bicos de Bunsen
- Isqueiros
- “cigarros”



# FONTES DE IGNIÇÃO

Arcos Voltaicos,  
provenientes de  
equipamentos  
elétricos quando  
são desligados  
e/ou ligados.



# FONTES DE IGNIÇÃO

Fagulhas de fricção e impactos mecânicos.



# FONTES DE IGNIÇÃO

Superfícies aquecidas: lâmpadas, motores elétricos, equipamentos pneumáticos e hidráulicos, etc.

Cor do metal aquecido	Faixa Temperatura °F	Faixa temperatura °C
Vermelho apagado	930 - 1100	500 – 600
Vermelho escuro	1100 - 1470	600 – 800
Vermelho claro	1470 - 1830	800 – 1000
Vermelho amarelado	1830 - 2190	1000 – 1200
Amarelo claro	2190 - 2550	1200 – 1400
Branco	2550 - 2910	1400 – 1600

# FONTES DE IGNIÇÃO

***Eletricidade estática*** - A eletricidade estática é criada pelo fluxo de elétrons que resulta do contato e separação de dois materiais. O fluxo de elétrons não é normalmente o mesmo entre os materiais e se os mesmos são separados um do outro é possível ocorrer o acúmulo de elétrons em um dos dois materiais, no momento da separação. Quando este material entra em contato com uma superfície aterrada ao solo esta diferença de cargas entre os dois materiais é equalizada com o resultado de uma faísca de energia estática.

# FONTES DE IGNIÇÃO

Reações químicas – exotérmicas.



# *Controlando os perigos de ignição*

## Ferramentas anti-faiscantes

O uso de ferramentas anti-faiscantes pode diminuir o risco de centelhas de atrito e de impactos.

Deve-se avaliar o custo x benefício.



# ***Controlando os perigos de ignição***

Equipamentos elétricos classificados.

O uso de equipamentos elétricos classificados é essencial para a segurança da maioria dos processos industriais que envolvem inflamáveis e combustíveis.

É importante observar que existem dois padrões de classificação de área e de equipamentos: padrão americano e padrão internacional (Brasil).

# ***Controlando os perigos de ignição***

Equipamentos pressurizados:  
Equipamentos especialmente desenvolvidos para não permitir a entrada de materiais inflamáveis e combustíveis em seu interior!



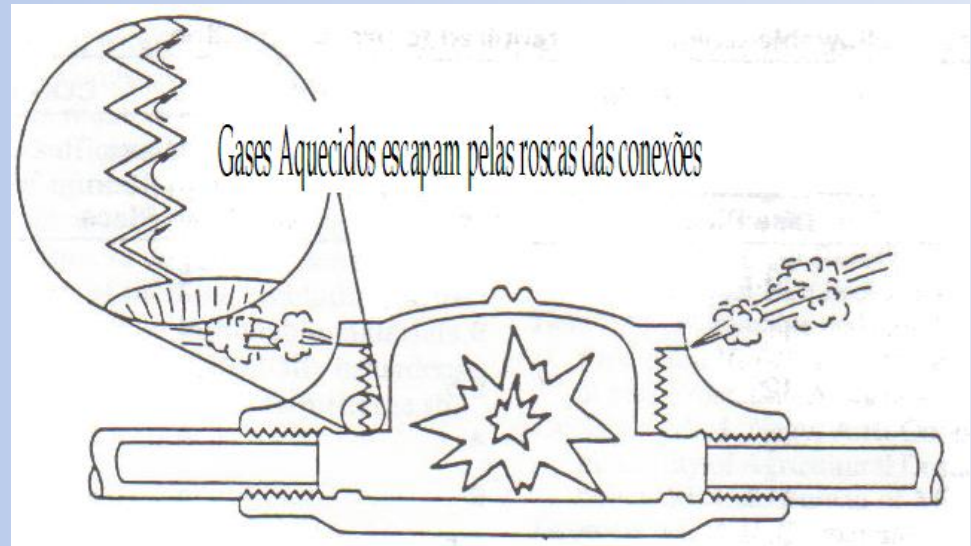
# *Controlando os perigos de ignição*

Equipamentos intrinsecamente seguros – muito comuns nos equipamentos de segurança e saúde ocupacional, como detectores de gases.



# *Controlando os perigos de ignição*

Equipamentos à prova de explosão



# ***Controlando os perigos de ignição***

Além do uso de equipamentos e ferramentas especiais, também é adotado como controle das fontes de ignição procedimentos e práticas operacionais que diminuem e/ou eliminam o riscos; tais como:

- Precauções nos trabalhos à quente;
- Controle de tochas e equipamentos de solda;
- Controle de mangueiras de equipamentos de solda;
- Cuidados com cilindros de gases;
- Inertização de tanques e equipamentos;
- Prevenção contra o fogo (com observador)
- Avaliação do ambiente para detectar atmosferas potencialmente explosivas (detecção de gases)

# Detecção de gases inflamáveis

A presença de gases e vapores perigosos na atmosfera é tão antiga como a própria origem de nosso planeta.

Durante toda evolução os seres vivos e o Homem têm tido contato com estas substâncias.

# Detecção de gases e vapores

A necessidade de sistemas confiáveis de detecção de gases e vapores perigosos é antiga e data da época da Revolução Industrial – nas operações de mineração.

# Primeiros detectores

Os primeiros detectores de gases foram pequenos animais.



# Desenvolvimento Atual

Atualmente há um número muito grande de tecnologias aplicadas a Detecção de Gases e Vapores presentes no ambiente de trabalho e/ou em situações emergenciais.

Entre estas tecnologias estão as seguintes:

# Tecnologias disponíveis:

- Tubos reagentes (ativos e passivos).
- Aparatos de aviso para risco de explosão.
- Detectores por ionização de chamas.
- Equipamentos Seletivos com Sensores Eletroquímicos.
- Detectores por foto-ionização.
- Medidor de Espectro Infra-vermelho.
- Medidor de Espectro UV-VIS.
- Análise laboratorial com amostras colhidas por amostradores e/ou frascos lavadores (IMPINGER).

# Detecção de gases em espaços confinados

Nem todas as tecnologias disponíveis são aplicáveis nas atividades práticas de avaliação de área para “liberação de serviços” (PT’s), assim como para trabalhos em espaços confinados, portanto iremos detalhar as técnicas mais práticas para o monitoramento destas atividades.

Considerando os riscos de inflamabilidade – o equipamento mais utilizado é o explosímetro!

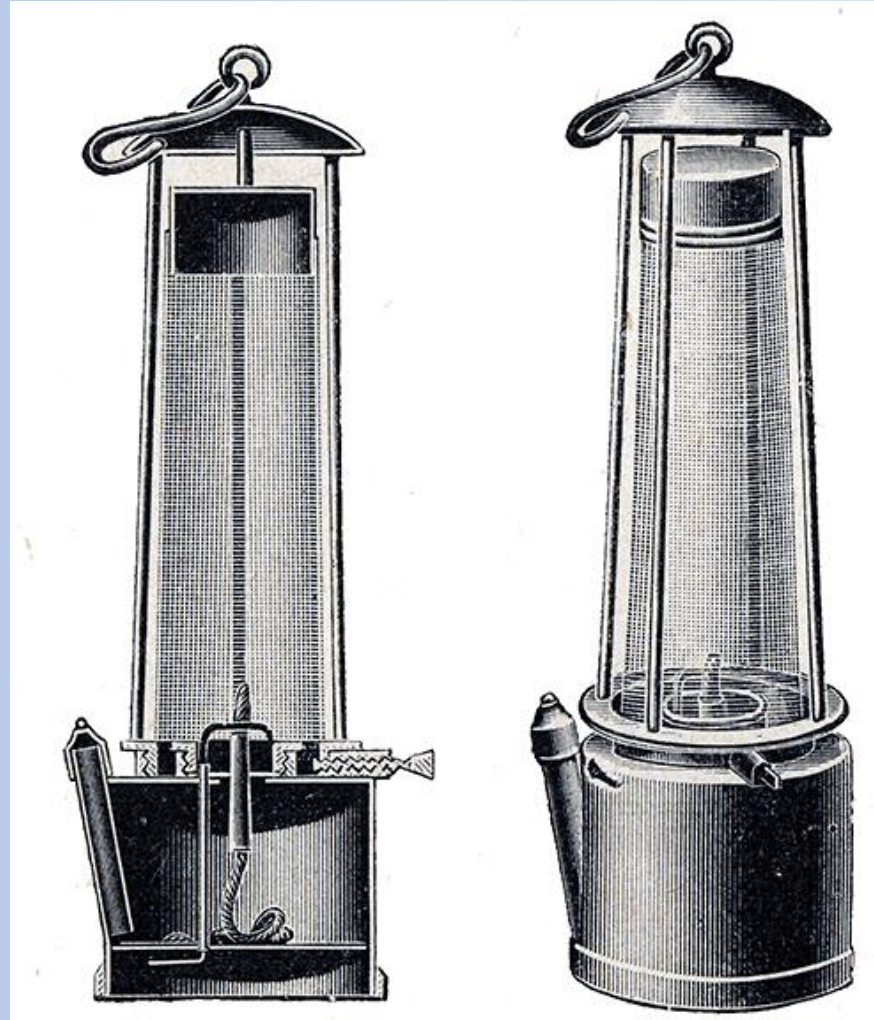
# Monitores Portáteis

Os monitores portáteis de gases e vapores também apresentam uma longa história de desenvolvimento, com diferentes tecnologias aplicadas.

Um dos primeiros detectores que se têm notícia é a lâmpada de DAVIS, que indicava a presença de gases inflamáveis.

# Monitores Portáteis

Lâmpada de  
Davis.



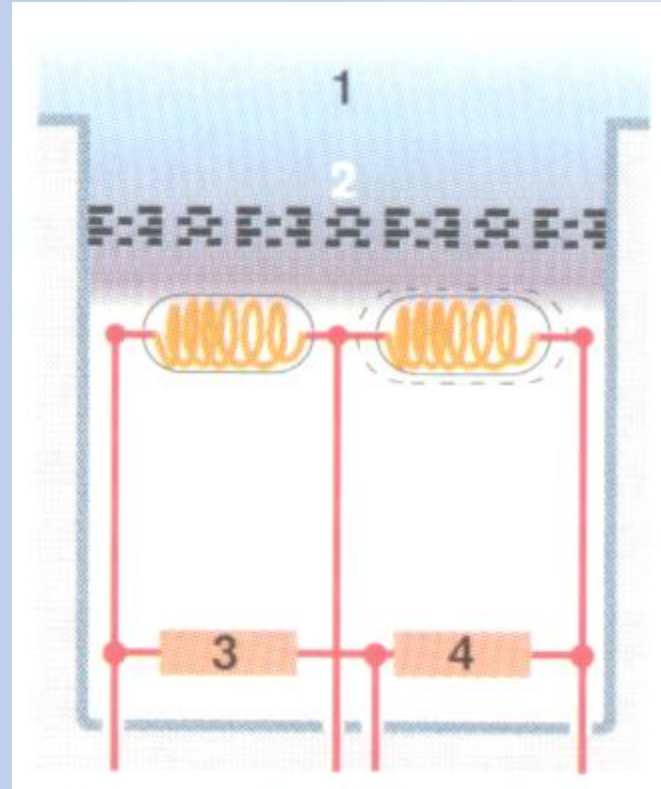
# Monitores Portáteis

Os primeiros detectores portáteis eram grandes, pesados e apresentavam limites operacionais que restringiam suas aplicações.



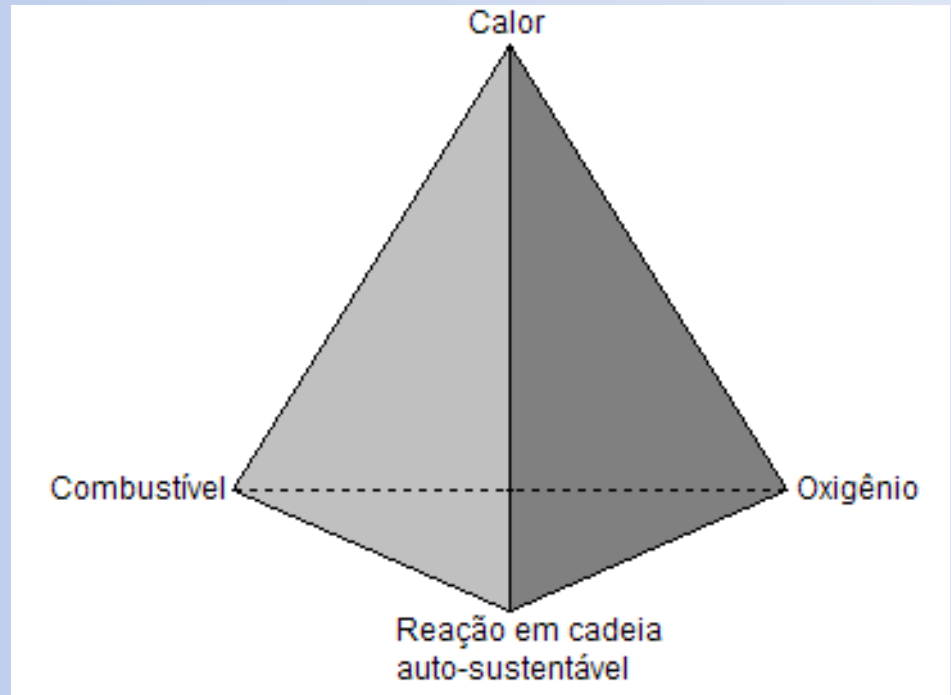
# Monitores Portáteis - Explosímetro

Uma das tecnologias desenvolvidas, foi a do sensor catalítico, que apresenta grande vida útil, além de excelente tempo de resposta.



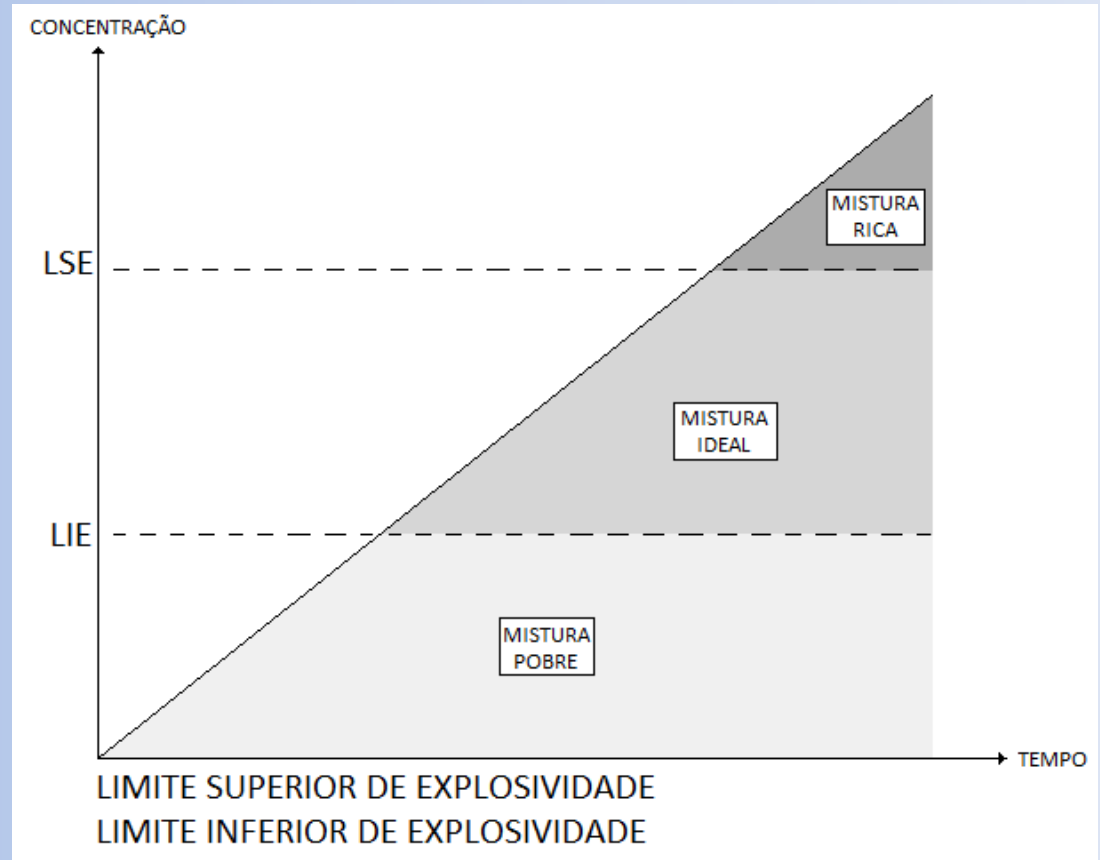
# Monitor Portátil - Explosímetro

O explosímetro é um aparelho que pode medir qualquer gás e vapor inflamável, devido a reação de continuidade da queima.



# Monitor Portátil - Explosímetro

Os explosímetros são equipamentos que operam com leitura na faixa de 0 a 100% do Limite Inferior de Explosividade:



Produto	% em vol. LIE	% em vol. LSE	Produto	% em vol. LIE	% em vol. LSE
Acetaldeído	4,0	60,0	Estireno	1,1	6,1
Acetato de Butila	1,7	7,6	Etano	2,9	13,0
Acetato de Amila	1,0	8,0	Etanol	4,0	19,0
Acetato de Etila	2,5	12,0	Éter etílico	2,0	47,0
Acetona	2,5	13,0	Fenol	1,7	8,6
Acido Acético	5,5	16,0	Furfural	2,1	19,3
Acrilonitrila	3,05	17,0	Gasolina	1,3	7,1
Amônia	15,5	27,0	Hexana	1,2	7,7
Benzeno	1,5	7,5	Hidrazina	4,7	100,0
Benzina	1,0	6,0	Metano	5,0	15,0
Butadieno	2,0	11,5	Metanol	6,0	36,5
Butanol	1,5	11,0	Metiletilcetona MEK	1,8	11,5
Ciclohexana	1,5	8,5	Óxido de etileno	3,0	100,0
Cloreto de etila	3,5	15,0	Pentano	1,4	8,3
Cloreto de metila	8,1	17,2	Propano	2,1	9,5
Cloreto de vinila	4,0	26,0	Propanol	2,1	13,5
Clorobenzeno	1,5	8,0	Querosene	0,7	5,0
Cresol	1,1	ND	Tolueno	1,2	7,0
Dietilamina	2,0	10,0	Tolueno diisocianato	0,9	9,5
Dissulfeto Carbono	1,5	45,0	Xileno	1,1	6,4

# Monitor Portátil Explosímetro

Apesar de poder medir qualquer substância na forma de gás e vapor inflamável, é importante lembrar que a leitura feita pelos explosímetros deve ser corrigida de acordo com fator de correção, pois os explosímetros são calibrados para uma única substância.

<b>Gás ou Vapor</b>	<b>Multiplicar o % LIE lido por:</b>	<b>Gás ou Vapor</b>	<b>Multiplicar o % LIE lido por:</b>
Acetato de Etila	2,60	Eter etílico	1,80
Acetato de Butila	3,90	Heptano	3,00
Acetileno	1,20	Hexano	2,30
Acetona	2,20	Hidrogênio	1,20
Ácido acético	3,40	Metano	1,00
Amônia	0,80	Metanol	1,50
Benzeno	2,50	Metiletilcetona	2,50
1,3 Butadieno	2,00	Monóxido de carbono	1,20
Butano	2,00	Nonano	4,00
Butanol	4,50	Octano	2,90
Butanona	2,60	Pentano	2,20
Ciclohexano	2,50	Propano	1,90
Ciclopentano	2,50	Propanol	2,70
Diéter	2,30	Propeno	1,80
Dicloroetileno	1,70	1,2 óxido de propileno	2,10
Dicloropropileno	1,00	Tetrahidrofurano	2,50
Etano	1,40	Tolueno	2,50
Etanol	1,70	o-Xileno	3,50
Etileno	1,50	m-Xileno	2,70
Estireno	3,33	p-Xileno	2,80

# Nota Especial

Em muitas aplicações práticas de atividades em espaços confinados nós podemos encontrar não apenas um gás e/ou vapor inflamável, mas sim vários produtos concomitantes.

A determinação do novo LIE para estas misturas deverá seguir a Lei de Chatelier.

# Lei de Chatelier

Quando a atmosfera conter mais de um gás e/ou vapor inflamável devemos aplicar:

$$\text{LIE} = \frac{\text{P1} + \text{P2} + \text{P3}}{\frac{\text{P1}}{\text{LIE1}} + \frac{\text{P2}}{\text{LIE2}} + \frac{\text{P3}}{\text{LIE3}}} \text{ (% VOL.)}$$

# Lei de Chatelier

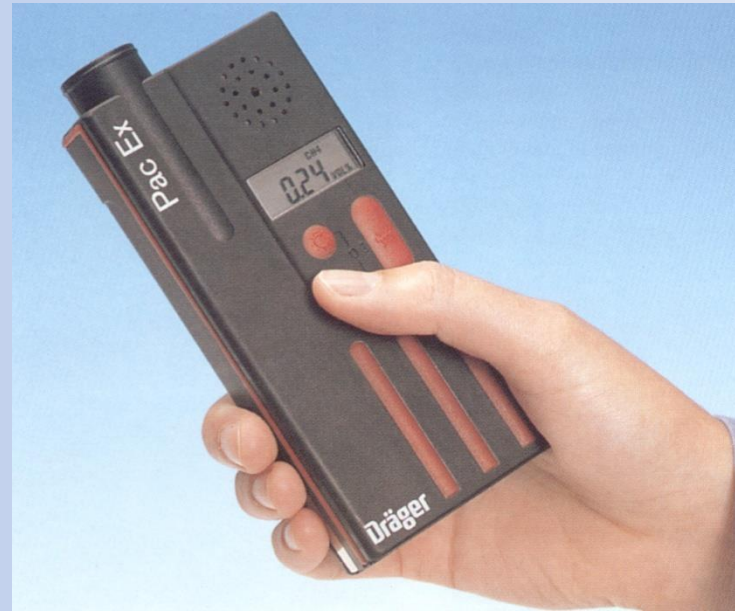
Exemplo prático: em um ambiente confinado temos, após uma análise:

- 1) 60% Benzeno – LIE 1,2
- 2) 20% Propano – LIE 2,0
- 3) 20% Butano – LIE 1,5

Aplicando a Lei de Chatelier o resultado será:

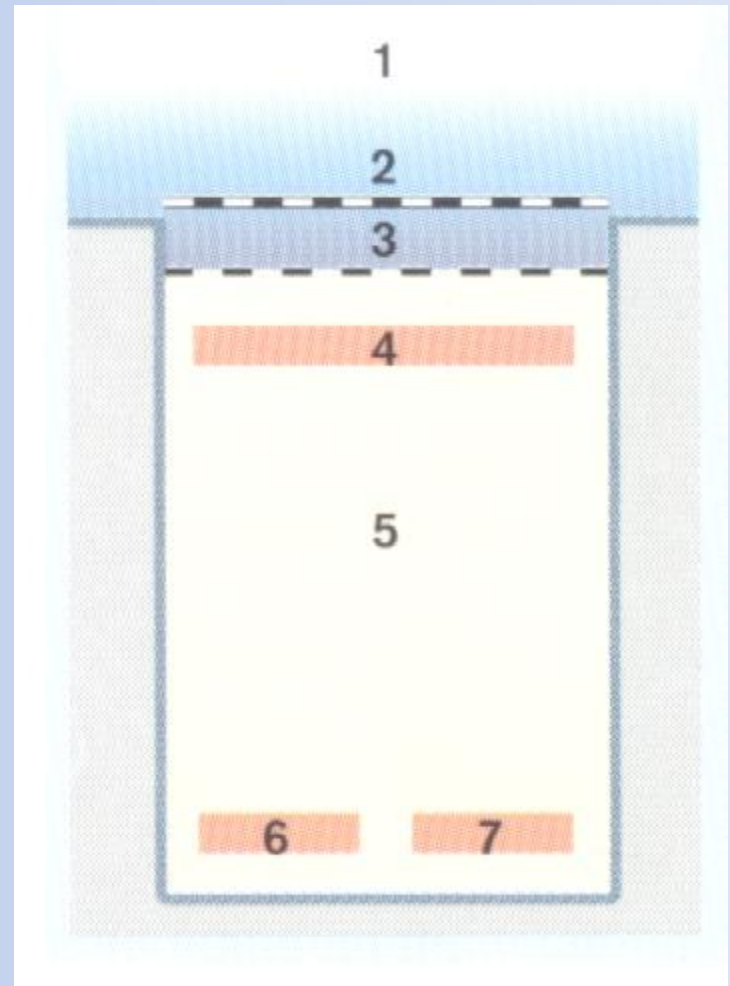
$$\text{LIE} = 1,36$$

# Explosímetro - Desenvolvimento



# Monitores Portáteis

Na mesma época em que surgiram os explosímetros, também foi criada uma outra tecnologia, a dos Sensores Eletroquímicos



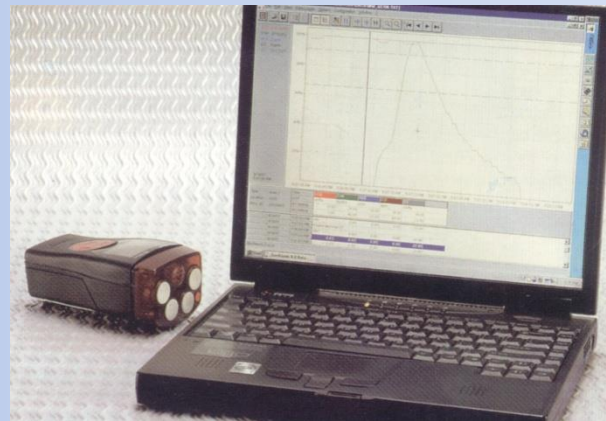
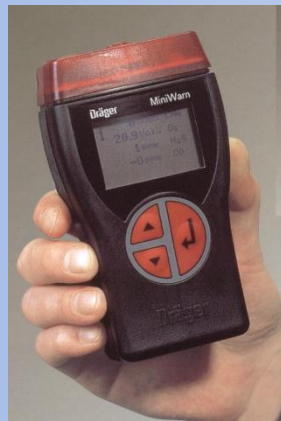
# Monitores Portáteis

Atualmente existem mais de 30 tipos de sensores eletroquímicos que podem detectar mais de 35 tipos de gases.

CO, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>, Cl<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, etc...



# Monitores Portáteis Desenvolvimento

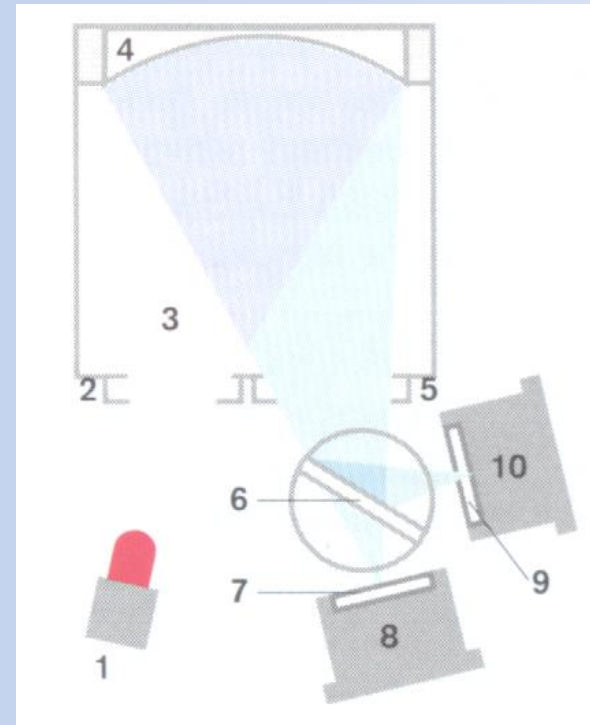
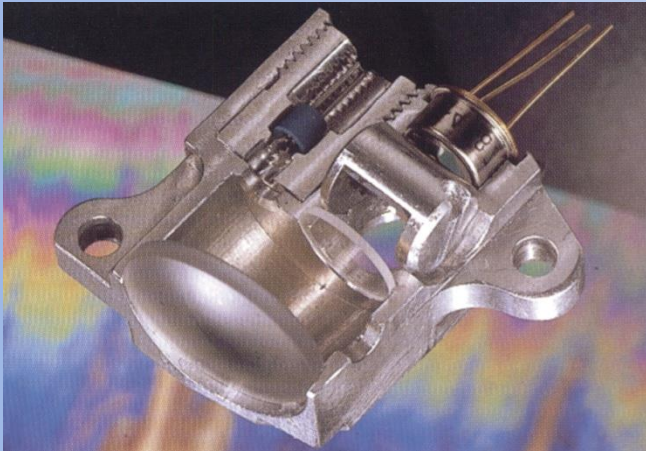


# Monitores Multisensores para atividades em espaço confinado

A partir do início da década de 1990 surgiram os primeiros monitores multi-sensores com características próprias para monitoramento de atividades em espaços confinados.



# Monitores Portáteis Outras Tecnologias



# Monitores Portáteis Outras Tecnologias

Scanner Multi-gás –  
tipo de  
equipamento que  
num futuro  
próximo será o  
padrão para  
atividades  
industriais.



# Dicas de detecção

Verifique sempre antes de ir para a área se o aparelho está com carga e em condições adequadas de uso (AUTOCHECK).

Evite que o aparelho sofra quedas e/ou impactos desnecessários.

Evite que o aparelho se molhe excessivamente (explosímetro).

# Dicas de detecção

Utilize sempre acessórios originais e de maneira adequada.

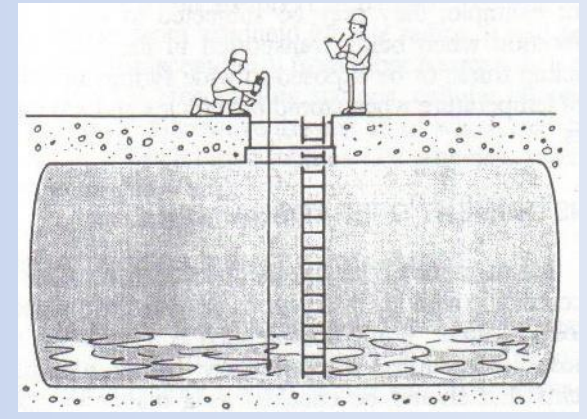
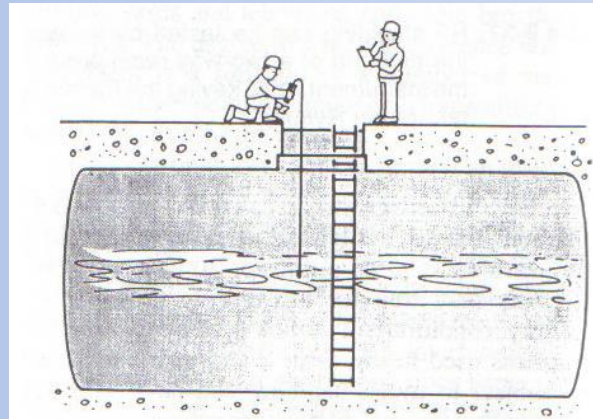
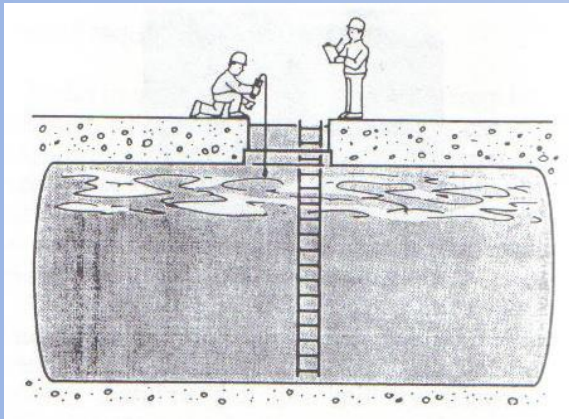
Verifique a data de calibração, e evite sempre que possível utilizar um equipamento com data de calibração vencida.

# Dicas de detecção

Ao realizar medições em tanques e outros tipos de locais confinados, realize medições em todos os locais possíveis.

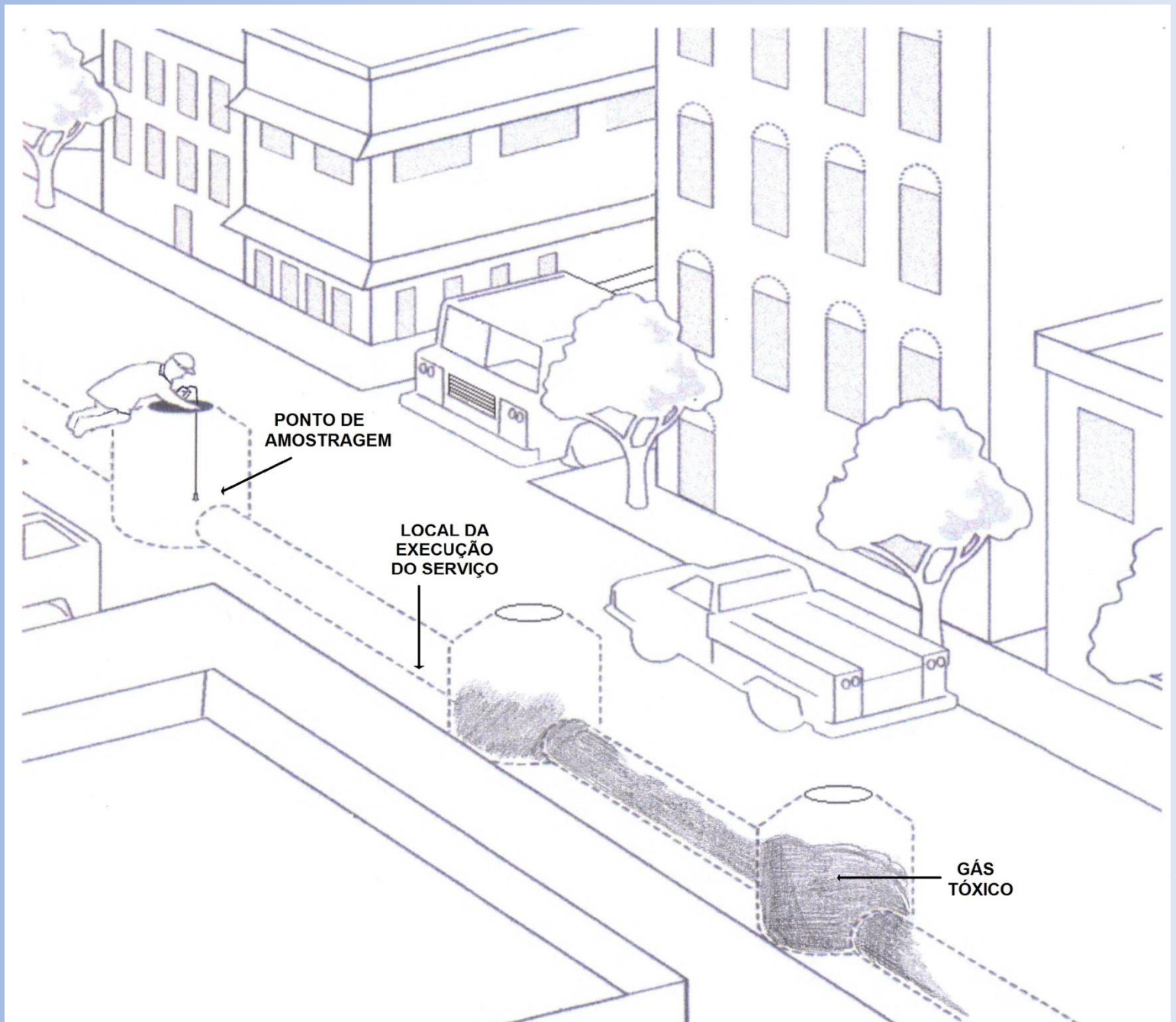
**LEMBRE-SE:** alguns gases são mais leves que o ar, outros tem o mesmo peso do ar e outros ainda podem ser mais pesados que o ar.

# Dicas de detecção



Faça a medição em maior número de pontos antes de liberar a área para trabalho.

Lembre-se que as condições do ambiente podem se alterar durante a jornada de trabalho, portanto, em caso de dúvidas, refaça a medição.



# Áreas Classificadas

As atmosferas inflamáveis são também conhecidas como Áreas Classificadas. Existem dois padrões de classificação de áreas classificadas.

- Padrão Americano – Classe / Divisão / Grupo
- Padrão Internacional – Brasileiro

# Padrão americano

O padrão americano é composto pela seguinte padronização:

- Classe (I, II ou III)
- Divisão (1 ou 2)
- Grupo (A, B, C, D, E, F e G)

# Padrão Americano

Classe I – Locais onde gases e vapores inflamáveis podem estar presentes em quantidades suficientes para gerar misturas inflamáveis e/ou explosivas.

Classe II – Locais que podem ser considerados perigosos pela presença de poeiras inflamáveis.

Classe III – Locais que podem entrar em ignição facilmente devido a fibras em suspensão e/ou sedimentadas.

# Padrão Americano

Divisão 1 – designa um ambiente onde gases e vapores inflamáveis, líquidos inflamáveis, poeiras e fibras inflamáveis estão presentes em situação comum de trabalho.

Divisão 2 – designa um ambiente onde gases e vapores inflamáveis, líquidos inflamáveis, poeiras e fibras inflamáveis não estão presentes em condições normais de trabalho.

# Padrão Americano

Grupo A – atmosferas contendo acetileno.

Grupo B – atmosferas contendo hidrogênio e outros gases manufacturados.

Grupo C – atmosferas contendo vapores etileno e ciclopropano.

Grupo D – atmosferas contendo gasolina, hexano, nafta, benzeno, butano, propano, álcool, acetona, vapores de solventes aromáticos e alifáticos e gás natural.

Grupo E – atmosferas contendo Alumínio, magnésio e outras ligas de igual perigo.

Grupo F – atmosferas contendo negro de fumo, pó de carvão, poeira de coqueria.

Grupo G – Atmosferas contendo farinha, amido e/ou poeiras de grãos.

# Padrão Internacional (Brasileiro)

O padrão de classificação de áreas internacional é composto por:

- GRUPO DE PERICULOSIDADE
- ZONAS: ZONA 0, ZONA 1 E ZONA 2
- CLASSE DE TEMPERATURA

Como adendo ainda temos os métodos de proteção dos equipamentos.

# Padrão Internacional (Brasileiro)

Grupo de Periculosidade	Produto
I	Gás Grisú
IIA	Acetona, Amônia, Benzeno, Butano, Ciclohexano, Gasolina, Hexano, Propano, Tolueno, Xileno
IIB	Etileno, Ciclopropano, Sulfeto de hidrogênio
IIC	Hidrogênio, Acetileno Dissulfeto de carbono

# Padrão Internacional (Brasileiro)

Definição de Zonas pelo Padrão Brasileiro:

**ZONA 0** – local onde a ocorrência de mistura inflamável / explosiva é contínua, ou existe por longos períodos.

**ZONA 1** - local onde a ocorrência de mistura inflamável / explosiva é provável de acontecer em condições normais de operação do equipamento de processo.

**ZONA 2** – local onde a ocorrência de mistura inflamável / explosiva é pouco provável de acontecer, e se acontecer, é por curtos períodos, estando associado à operação anormal do equipamento de processo.

# Padrão Internacional (Brasileiro)

Classe de temperatura	Temperatura máxima na superfície
T1	450°C
T2	300 °C
T3	200°C
T4	135°C
T5	100°C
T6	85°C

# Padrão Internacional (Brasileiro)

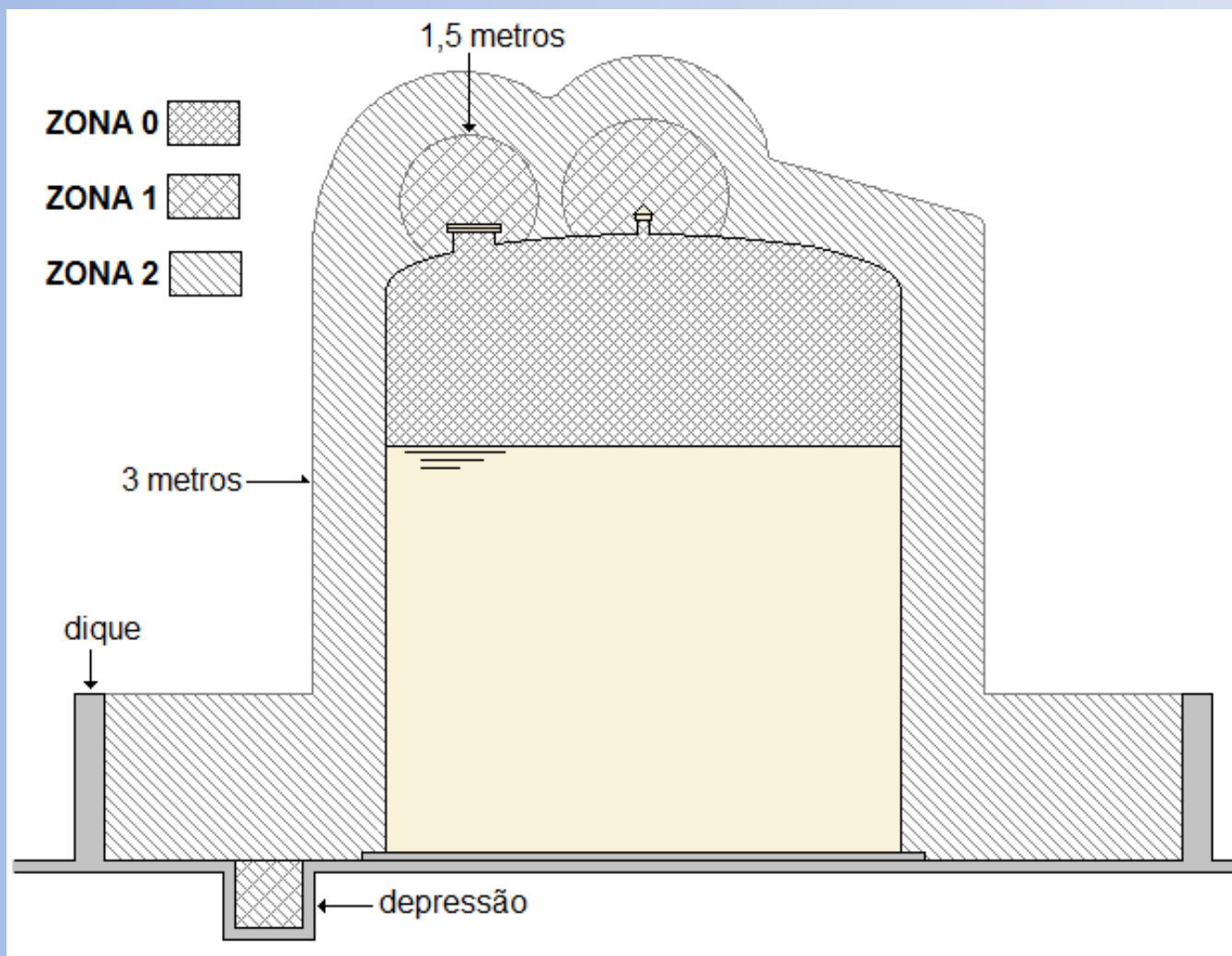
Método de Proteção	Código	Princípios
à prova de explosão	Ex d	Confinamento
Pressurizado	Ex p	Segregação
Encapsulado	Ex m	Segregação
Imersão em óleo	Ex o	Segregação
Imersão em areia	Ex q	Segregação
Proteção por invólucro	Ex t	Segregação
Intrinsecamente seguro	Ex i	Supressão
Segurança aumentada	Ex e	Supressão
Não acendível	Ex n	Supressão
Especial	Ex s	Especial

# Padrão Internacional (Brasileiro)

## Correlação entre Grupo e Classe de Temperatura

Tipo de Proteção	Grupo	Classe de temperatura	Certificação
BE Ex*	I	T1	Nº certificado
	II	T2	
	IIA	T3	
	IIB	T4	
	IIC	T5	
		T6	

# Padrão Internacional (Brasileiro)



# **A NOVA NR 20 - SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO COM INFLAMÁVEIS E COMBUSTÍVEIS**

**“Análise de Riscos e a nova NR 20”**

# Análise de Riscos

## Relembrando... PERIGO X RISCO

### ❑ PERIGO:

- Fonte ou situação com um potencial de causar danos em termos de lesões ou doenças, danos à propriedade, danos ao ambiente do local de trabalho, ou uma combinação desses.

### ❑ RISCO:

- Mede a probabilidade de que um determinado PERIGO tem de se transformar em um acidente real, causando uma perda (conseqüência).
- O Risco pode ser expresso pela seguinte formula:

$$\text{RISCO} = \frac{\text{Perigo}}{\text{Salvuardas X Disciplina}}$$

Onde:

- Salvaguarda: sistemas e ativos para minimizar o perigo ou a perda portanto,
  - Existindo PERIGO, o risco nunca será zero
  - Quanto maior as salvaguardas, menor será o Risco

## Definição quantitativa do risco

- Risco = (cenário, freqüência, conseqüência)
- Vários cenários – f (cenário i, freqüência i, conseqüência i)  
 $i=1,2,\dots,n$
- Risco social =  $\sum f_i \cdot C_i$

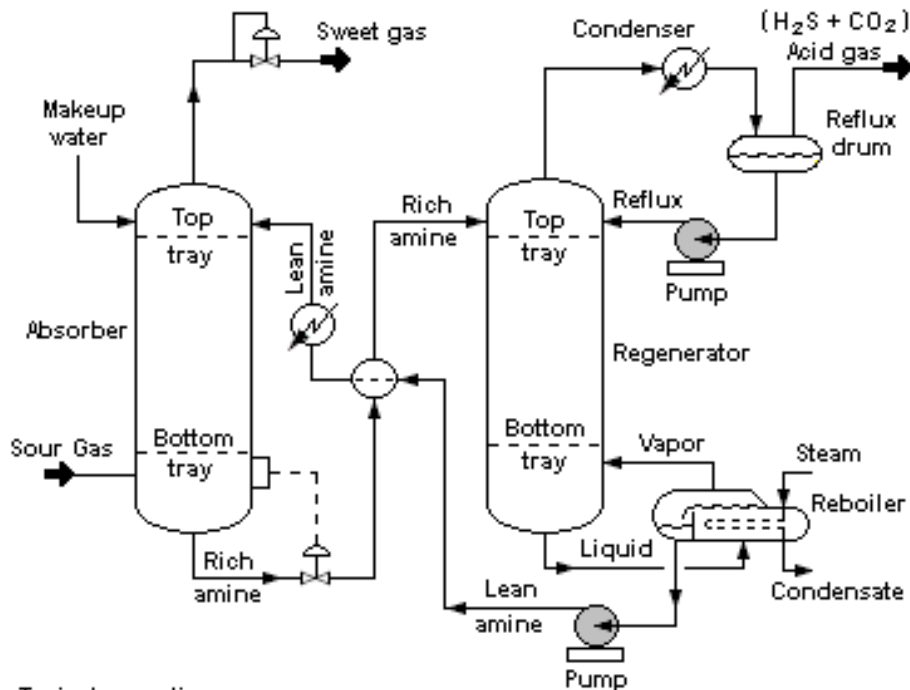
***Por que analisar Riscos?***

# Gerenciamento de Riscos

O que se aprende nas escolas de Engenharia/ Empresas?

- Como este sistema funciona?

- Como se executa essa atividade?



Typical operating ranges

Absorber : 35 to 50 °C and 5 to 205 atm of absolute pressure

Regenerator : 115 to 126 °C and 1.4 to 1.7 atm of absolute pressure  
at tower bottom



## Gerenciamento de Riscos

O que NÃO se aprende nas escolas?

- Como este sistema funcionou?



- Como foi executada essa atividade?



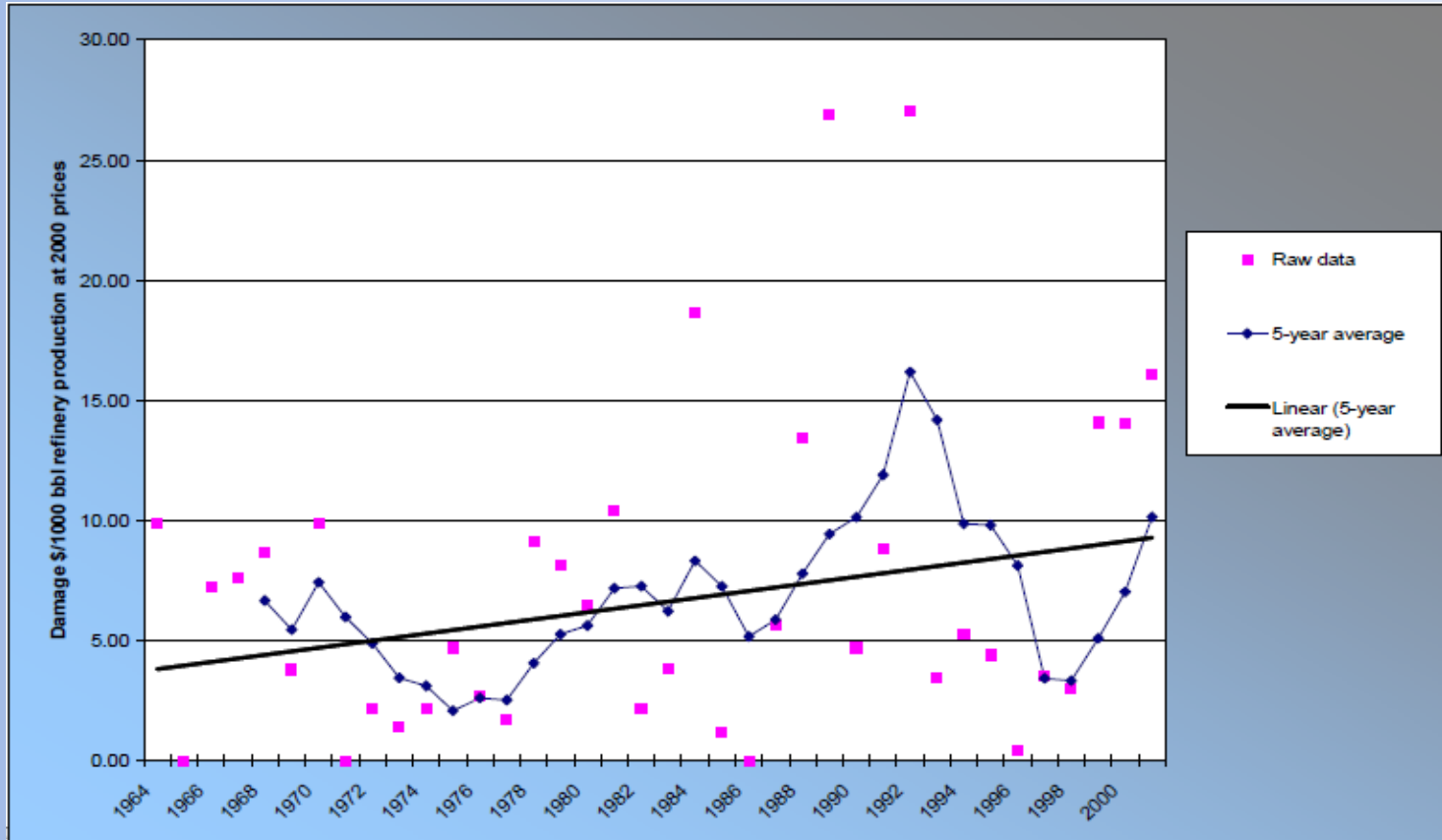
# Análise de Riscos

O que NÃO se aprende nas escolas?

- Será que ALGO ERRADO pode ocorrer?
  - O QUE pode sair errado?
  - COMO pode ocorrer errado?
  - Quais são as CONSEQÜÊNCIAS da falha?
  - Nós ACEITAMOS o sistema assim?
- 
- O que NÓS DEVEMOS FAZER quando a falha ocorrer?
  - Requer RECOMENDAÇÕES?



# Como temos caminhado?



# Como temos caminhado?

Golfo do México, 2010  
*Deep Arizon*



- 11 mortos
- 5 milhões de barris de petróleo derramados



## Como temos caminhado?

Rio de Janeiro, novembro 2011  
*Bacia de Campos*

- 163 quilômetros quadrados
- Reincidência de vazamentos em março de 2012



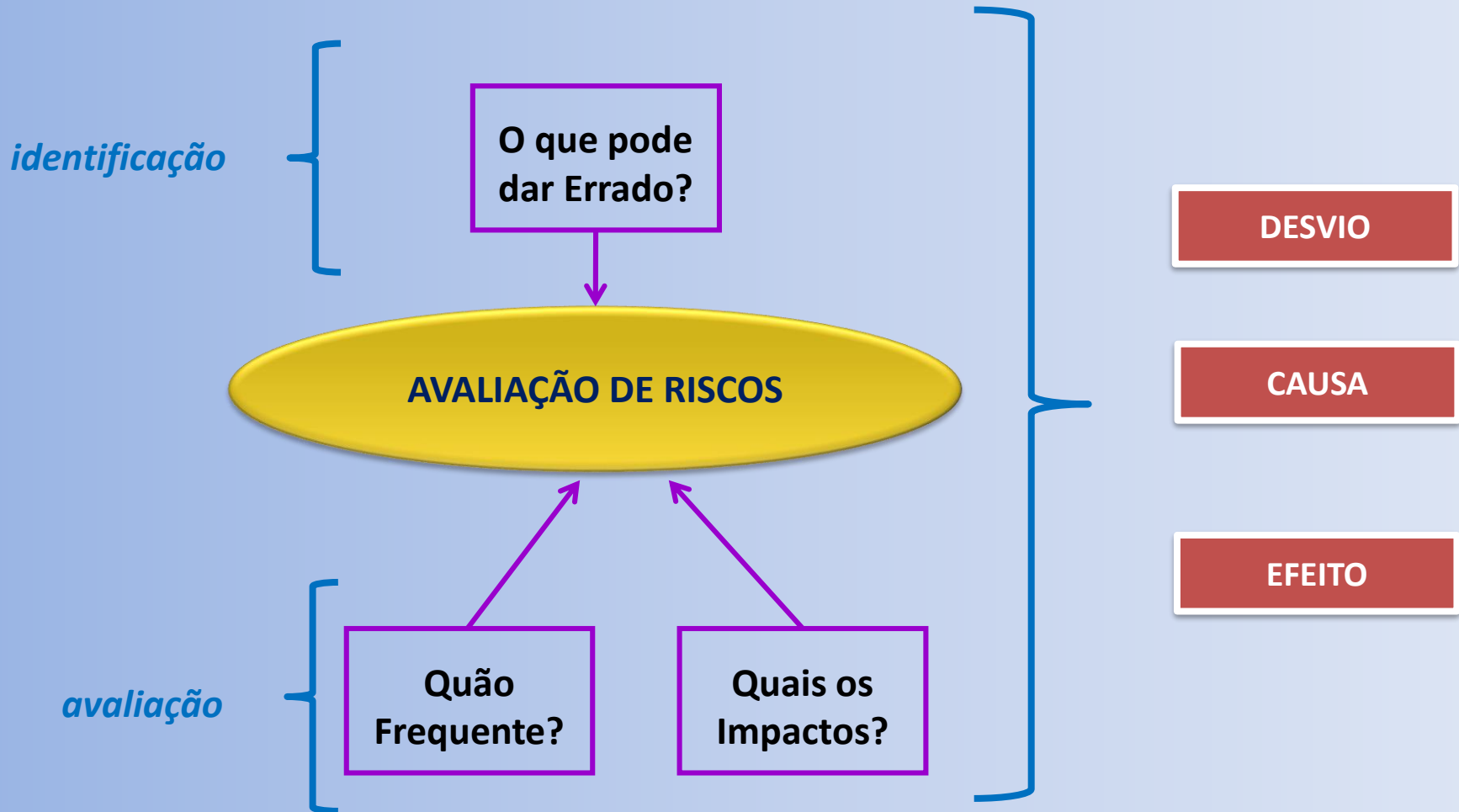
# Gerenciamento de Riscos

Engloba todas as atividades envolvidas na **identificação** e **avaliação** dos riscos em plantas industriais, ao longo do seu ciclo de vida, de forma a garantir que os riscos aos empregados, público externo, meio ambiente e instalações estejam consistentemente controlados dentro dos limites de tolerância da organização.\*

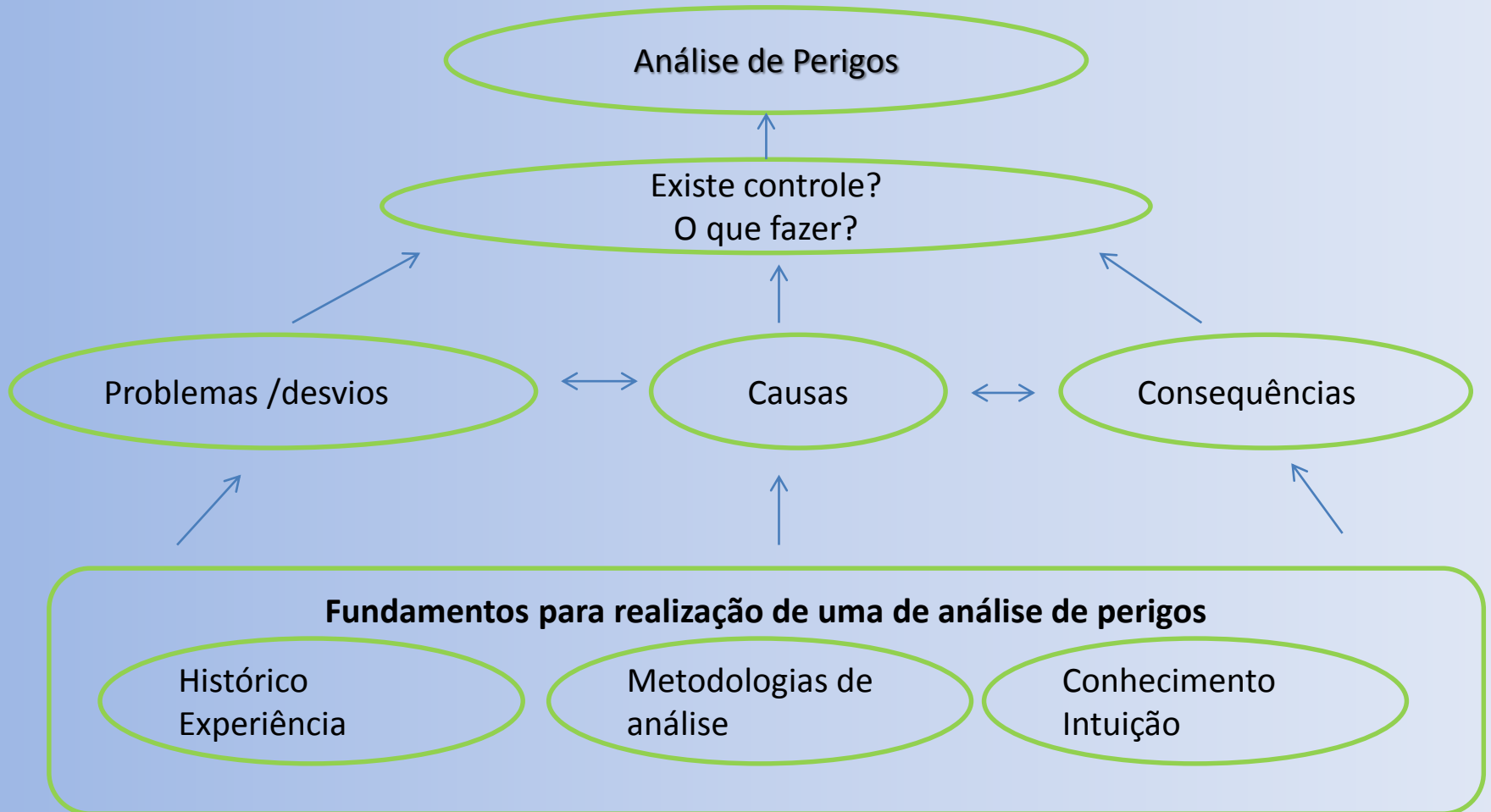
*\*Guidelines for Risk Based Process Safety, CCPS*



# O que é Análise de Riscos?



# Análise de Perigos - Estrutura



# Aspectos importantes

Análise insuficiente pode conduzir à decisões ineficientes

Análise excessiva gasta recursos

Ao refletir sobre estes dois aspectos, é importante manter apenas o nível de análise necessário à tomada de decisão

Ferramentas para simples identificação dos perigos ou análise qualitativa dos riscos

APR – HAZOP – WHAT IF  
CHECKLIST – FMEA – AST

Ferramentas para avaliação semi quantitativa dos riscos

LOPA

Ferramentas para análise quantitativa detalhada dos riscos

AQR – AF – AE

# *Análise de Riscos*

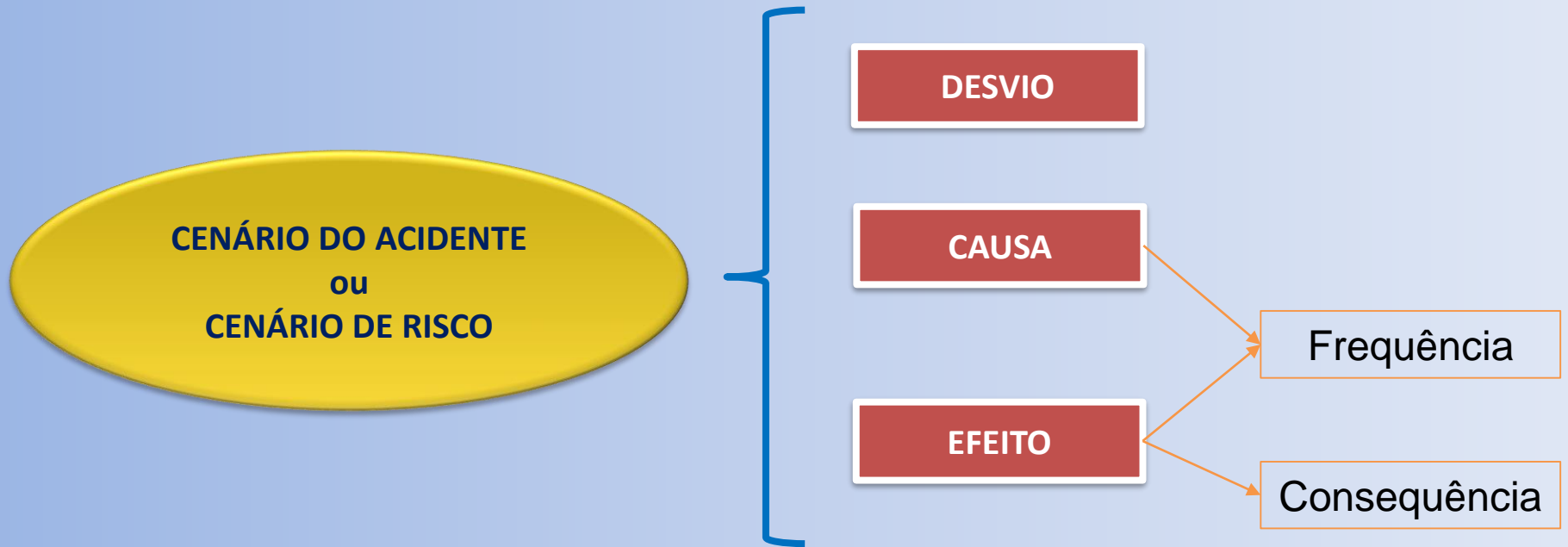
# Análise de Riscos

## CONCEITO

“Consiste no desenvolvimento de uma estimativa **qualitativa** ou **quantitativa** do risco de uma determinada instalação ou atividade com base em uma avaliação de engenharia/técnica utilizando métodos específicos para identificação dos possíveis **cenários de acidente**, suas **freqüências** e **conseqüências** associadas”

# Análise de Riscos

## CONCEITO

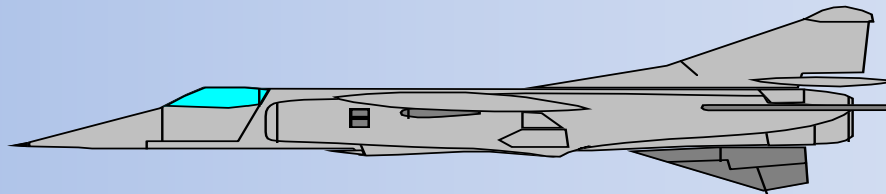


# **APR – Análise Preliminar de Riscos**

## Análise Preliminar de Riscos

### ORIGEM

A APP ou APR teve origem no programa militar americano onde visava identificar antecipadamente os perigos dos novos projetos.



Os acidentes e modificações na fase de pré-operação estavam consumindo muito tempo e dinheiro

## Análise Preliminar de Riscos

### DEFINIÇÃO

Técnica *qualitativa* utilizada para a identificação prematura dos perigos existentes em *unidades industriais\**, e sua classificação em termos de *freqüência* de ocorrência, *severidade* e *risco*.

***\*unidades industriais = SISTEMAS***

# Análise Preliminar de Riscos

## OBJETIVO da APR

Assegurar, de modo estruturado, que os sistemas avaliados apresentam riscos aceitáveis quanto aos possíveis cenários de acidentes.

Veremos a seguir os itens grifados

# Análise Preliminar de Riscos

## SISTEMA

Parte de uma instalação existente ou projeto que tem uma função definida.

- Equipamento
- Instalação elétrica
- Estrutura de uma edificação
- Vaso de pressão

# Análise Preliminar de Riscos

## SISTEMAS PERIGOSOS

São os que estão relacionados a:

- produtos perigosos:

tóxicos, **inflamáveis**, corrosivos, etc.

- alta intensidade de energia:  
cinética, potencial, elétrica
- ambientes críticos:  
submerso, confinado, etc.
- artefatos contundentes:  
armas, vidros,

# Análise Preliminar de Riscos

## CENÁRIO DE ACIDENTE

Um cenário acidental contempla:

- um descontrole em relação ao 'projeto';
- decorrente de uma ou mais causas; e
- resulta num efeito indesejado com impacto nas pessoas, meio-ambiente ou nas instalações.

**DESVIO**

**CAUSA**

**EFEITO**

## Participantes de uma APR

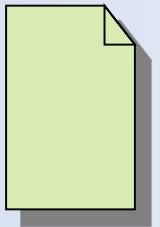
Equipe multidisciplinar composta de:

- 1) Líder da análise de riscos
- 2) Engenheiro/técnico de segurança
- 3) Operador (20.10.2.2)
- 4) Representante da engenharia/projeto
- 5) Especialista em Manutenção

# Análise Preliminar de Riscos

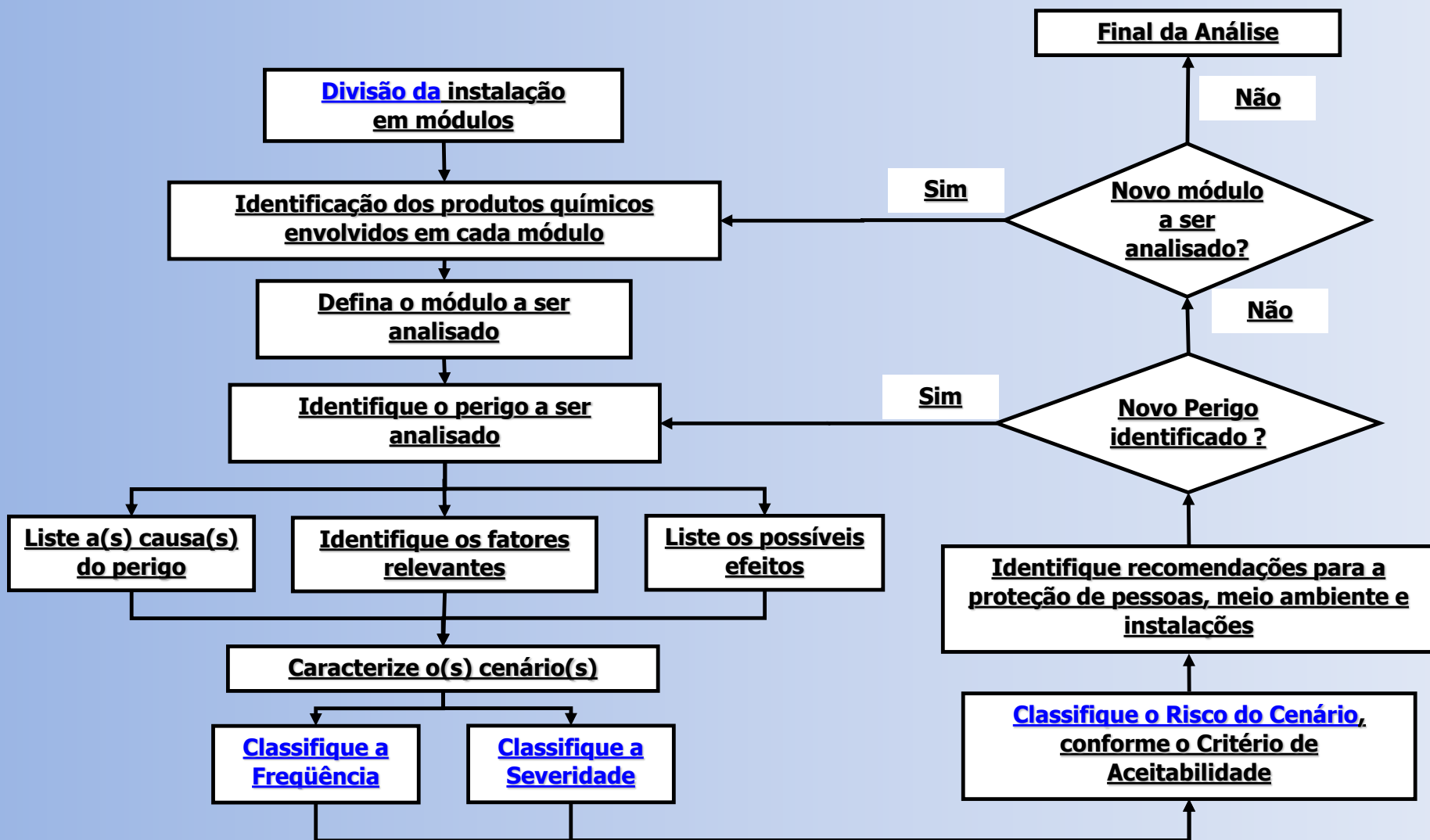
## Coleta de Informações: dados da instalação

- Análises de riscos de processo anteriores;
- Folha de dados de segurança dos produtos envolvidos no processo;
- Fluxogramas de processo e balanços materiais (PFD);
- Fluxogramas de engenharia (P&Id`s);
- Dados do projeto, equipamentos, instrumentos, set points, alarmes, etc.
- Dados relativos a inspeção e manutenção de equipamentos (RI's, por exemplo);
- Dados relativos ao cumprimento do plano de calibração de PSV's.
- Lay out da instalação



# Análise Preliminar de Riscos

## Processo de Realização da APR





# Análise Preliminar de Riscos

## Divisão da Instalação em Módulos

Preferencialmente a divisão da instalação em módulos deve ser feita observando se a possibilidade de se utilizar a divisão já existente das áreas.

Ex:

- Módulo 1: Área de Recebimento de Matéria-Prima
- Módulo 2: Área de Purificação de Matéria-Prima
- Módulo 3: Área de Preparação de Catalisadores

### **Cuidado:**

- Evite criar módulos muito grandes
- Equipamentos de um mesmo sistema muito distantes um do outro deverão estar em módulos separados
- Tubovias e “pipe-racks” devem ser tratados em módulos separados
- Sistemas de drenagem também devem ter um módulo próprio
- Equipes diferentes podem gerar módulos diferentes para a análise de um mesmo sistema

# Análise Preliminar de Riscos

## Identificação dos Perigos

De forma geral os perigos estão relacionados à ocorrência de perda de contenção em sistemas quem contêm produtos químicos perigosos (**inflamáveis**, tóxicos, instáveis, pirofóricos, etc.)



# Análise Preliminar de Riscos

## Identificação dos Perigos

- Pequena Liberação de Líquido Inflamável;
- Grande Liberação de Líquido Inflamável;
- Pequena Liberação de Gás Inflamável;
- Grande Liberação de Gás Inflamável;
- Pequena Liberação de Líquido Tóxico;
- Grande Liberação de Líquido Tóxico;
- Pequena Liberação de Gás Tóxico;
- Grande Liberação de Gás Tóxico;
- Pequena Liberação de Material Reativo;
- Grande Liberação de Material Reativo;
- Pequena Liberação de Material Corrosivo;
- Grande Liberação de Material Reativo;
- Reação Indevida;
- Pressurização Excessiva;
- Reação Descontrolada;
- Presença de mistura explosiva confinada

# Análise Preliminar de Riscos

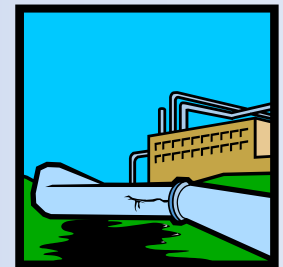
## Identificação das Causas

Eventos ou fatores responsáveis pela ocorrência dos perigos.

Normalmente as causas de pequenas liberações são associadas a vazamentos e as de grande liberação são associadas a rupturas.

É importante destacar os demais tipos de falha que podem levar às pequenas ou grandes liberações. A seguir são apresentados alguns exemplos:

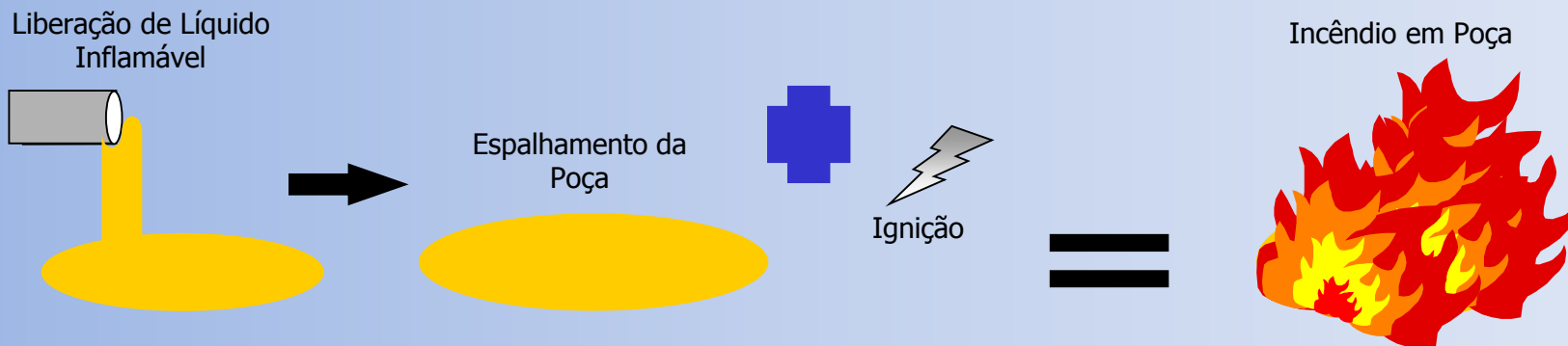
- Falhas Humanas (Válvula de dreno aberta após retorno do tanque de manutenção);
- Falha de Gerenciamento (Enchimento de tanque sem acompanhamento da operação e sem alarme de nível alto);
- Eventos externos (Vandalismo);



# Análise Preliminar de Riscos

## Efeitos – Incêndio em Poça

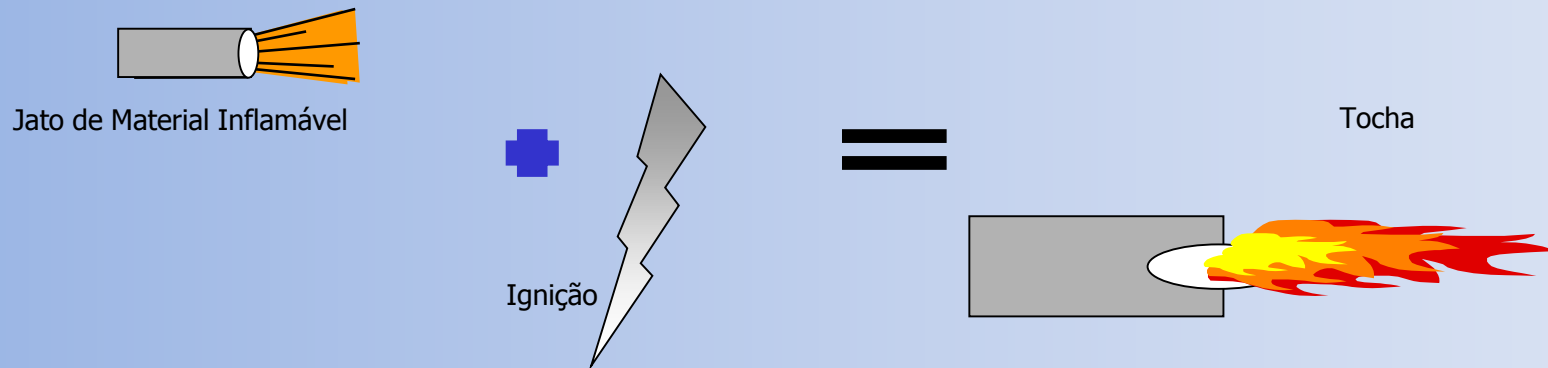
Efeito relacionado à liberação de líquido inflamável, seguido do contato da poça com uma fonte de ignição, gerando um incêndio em poça.



# Análise Preliminar de Riscos

## Efeitos – Tocha / Jato de Fogo

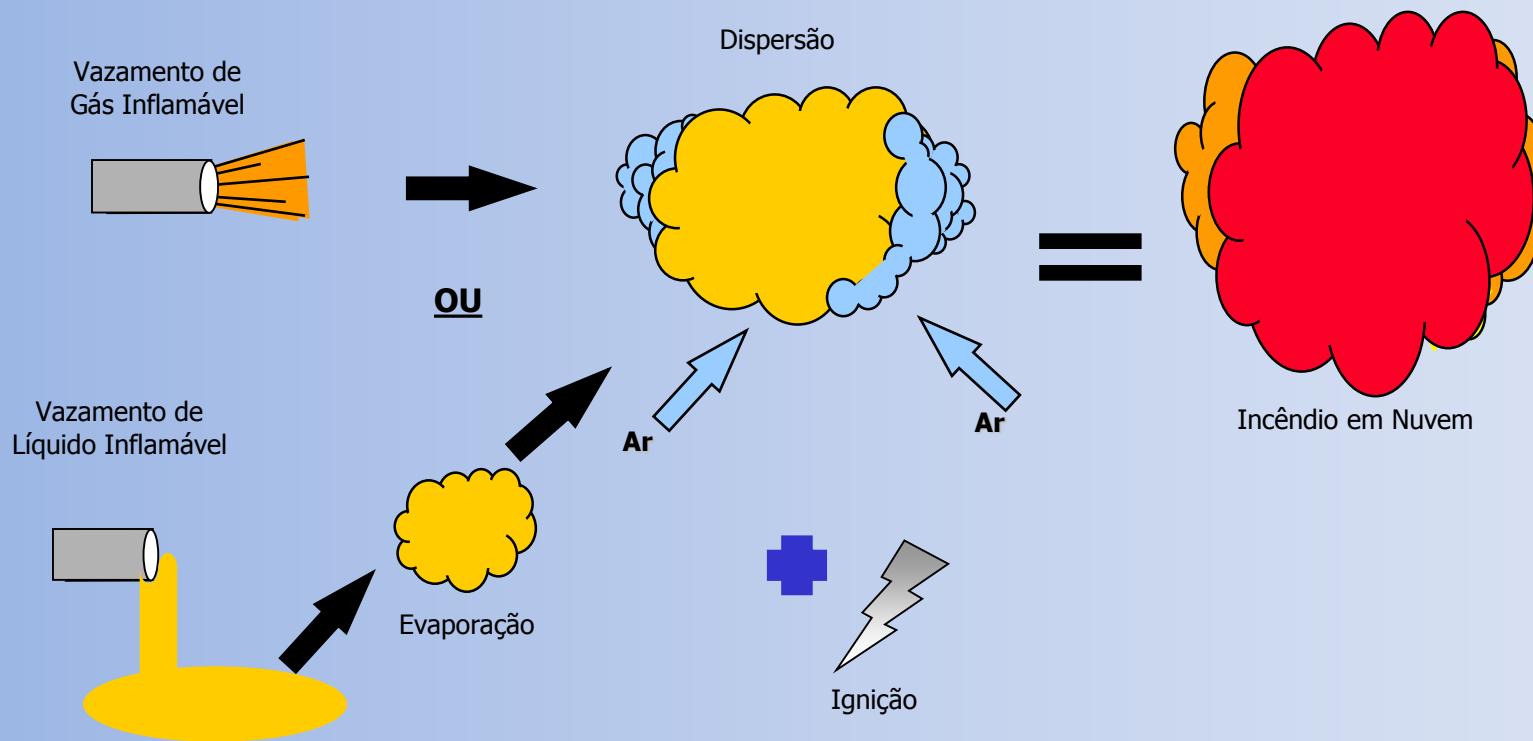
Efeito relacionado à formação de jato de material inflamável, devido a furo em linhas ou equipamento pressurizado, com posterior ignição.



# Análise Preliminar de Riscos

## Efeitos – Incêndio em Nuvem

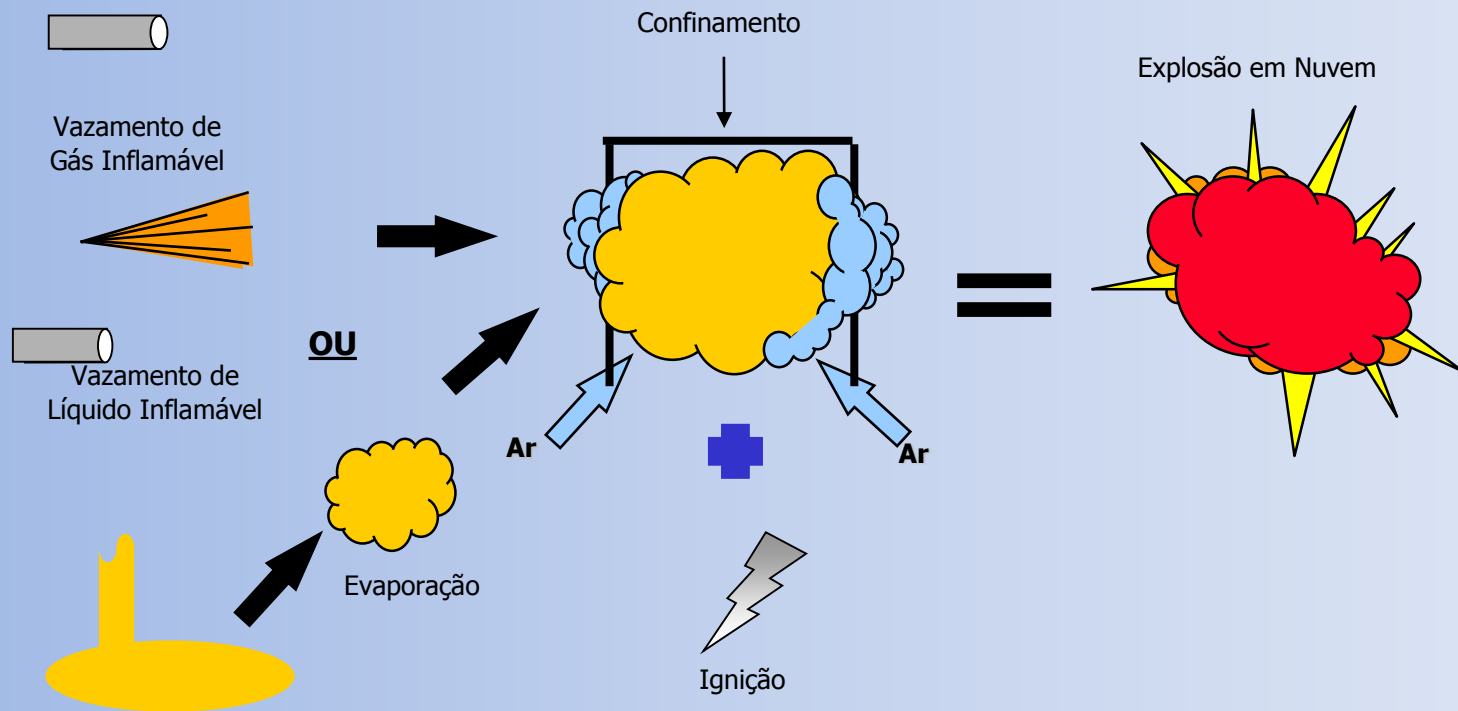
Efeito relacionado à liberação de líquido pressurizado ou gás inflamável com formação de nuvem, seguida de ignição em local não confinado.



# Análise Preliminar de Riscos

## Efeitos – Explosão em Nuvem

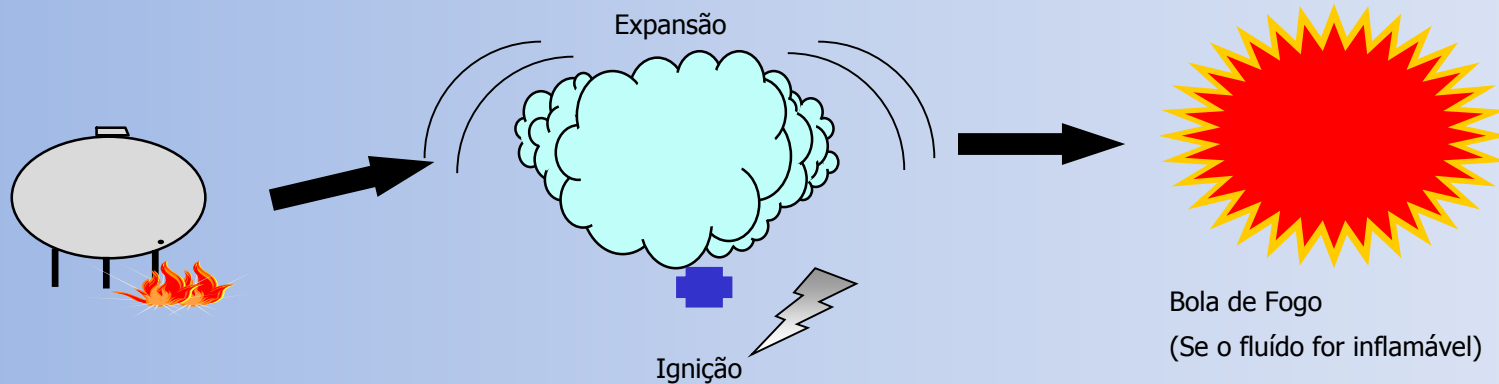
Efeito relacionado à liberação de líquido pressurizado ou gás inflamável com formação de nuvem, seguida de ignição em local confinado.



# Análise Preliminar de Riscos

## Efeitos – BLEVE

Efeito relacionado à Explosão por Expansão de Vapor de Líquido em Ebulição, gerando ondas de sobrepressão e projeção de fragmentos. Se o líquido for inflamável, haverá a ocorrência da Bola de Fogo.



## Análise Preliminar de Riscos

### Fatores Relevantes (ou Salvaguardas, Modos de Detecção...)

- Não detectável
- Odor (operador de campo)
- Visual (operador de campo)
- Visual (operador na sala de controle)
- Ruído/vibração
- Alarmes locais
- Alarmes na sala de controle
- Sistemas de Controle
- Sistemas Instrumentados de Segurança (SIS)
- Diques de contenção
- Válvulas de alívio
- Procedimentos operacionais
  - Políticas de manutenção
  - Detector de gases

# Qualificação do risco

<b>MATRIZ DE FREQUÊNCIA (PROBABILIDADE)</b>	
<b>NÍVEL</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
A	REMOTA – existe redundância plena
B	IMPROVÁVEL – evento sob controle com existência de meios de proteção
C	POSSÍVEL – evento teoricamente possível, porém sem registros ( sem meios de proteção)
D	PROVÁVEL – evento já ocorreu ( mínimo 1 x )
E	FREQUENTE – existe registros de ocorrência frequente

<b>MATRIZ DE SEVERIDADE ( EFEITO DO PERIGO)</b>		
<b>NÍVEL</b>	<b>IMPACTO</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
I	LEVE	- Lesões leves( 1 <sup>os</sup> socorros), - sem danos à propriedade, - perdas não significativas na produção, - sem impactos ambientais(poluição limitada à unidade/área).
II	MÉDIO	- Lesões com afastamento do trabalho(15 dias), - danos leves a equipamentos, - redução significativa da produção(paradas de dias), - com algum impacto ambiental controlável pelos sistemas existentes( restrito ao site).
III	GRAVE	- Lesões com efeitos reversíveis, - danos severos a equipamentos, - parada temporária e parcial de produção( semanas ou meses), - impacto ambiental que necessita arregimentar recursos adicionais para seu controle ou externo ao site.
IV	MUITO GRAVE	- Lesões irreversíveis , morte, - perda total de produção, - impacto ambiental irreversível externo ao site.

**Fonte: FEPAM - Manual de Análise de Riscos Industriais**

# Qualificação do risco

MATRIZ DE RISCO					
SEVERIDADE	FREQUÊNCIA				
	A	B	C	D	E
I	1	1	1	2	3
II	1	1	2	3	4
III	1	2	3	4	5
IV	2	3	4	5	5

## CATEGORIAS DE RISCO:

1-DESPREZÍVEL

2-MENOR

3-MODERADO

4-SÉRIO

5-CRÍTICO

Fonte: FEPAM - Manual de Análise de Riscos Industriais

# Análise Preliminar de Riscos

## EXEMPLO: Fogão Residencial com Gás Encanado

Perigo	Causa	Fatores Relevantes	Efeito
Pequeno Vazamento de Gás Inflamável	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mangueira de gás ressecou e trincou</li><li>• Conexão folgada vazou</li></ul>	Atenuante: Detecção pelo Olfato	Perda de gás
Pequeno Vazamento de Gás Inflamável	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mangueira de gás ressecou e trincou</li><li>• Conexão folgada vazou</li></ul>	Atenuante: Detecção pelo Olfato	Incêndio em nuvem seguido de jato de fogo
Grande Vazamento de Gás Inflamável	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mangueira de gás ressecou e partiu</li><li>• Conexão folgada soltou</li></ul>	Atenuante: Detecção pelo Olfato	<ul style="list-style-type: none"><li>• Perda de gás</li><li>• Necessidade de evasão dos moradores</li></ul>
Grande Vazamento de Gás Inflamável	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mangueira de gás ressecou e partiu</li><li>• Conexão folgada soltou</li></ul>	Atenuante: Detecção pelo Olfato	<ul style="list-style-type: none"><li>• Explosão de nuvem confinada</li><li>• Morte</li></ul>

# Análise Preliminar de Riscos

## Sugestões / Recomendações

- Sempre que as salvaguardas existentes forem incompatíveis com o nível de risco do cenário de acidente identificado, devem ser feitas recomendações para reduzir o nível de risco.
- Sempre que houver oportunidade de melhoria por redução do risco (da frequência, da consequência ou de ambas), sugestões ou recomendações de melhoria de segurança podem ser feitas.

# Análise Preliminar de Riscos

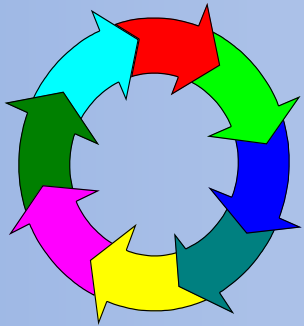
TEM QUE IR AO LOCAL

Lá pode ser observado que:

- O desenho está diferente do real
- A cópia do procedimento que está no local não é a revisão mais nova
- O sistema está em condições inadequadas de manutenção
- Há outros sistemas próximo ao local

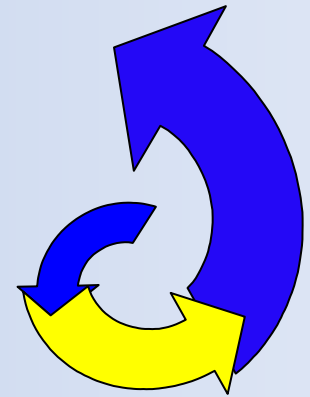
# Análise Preliminar de Riscos

APP Garantia Inicial de 80%



Sistema Implantado

Resultado Crescente



**HAZOP**

# HAZOP

## DEFINIÇÃO

“Técnica de análise que visa identificar os perigos e os problemas de operabilidade de uma **instalação de processo** (sistema) baseada em um procedimento que gera **perguntas de maneira estruturada** e sistemática através de um conjunto apropriado de **palavras-guia**.”

**HAZARD AND OPERABILITY STUDIES**

# HAZOP

## OBJETIVOS

- Examinar sistematicamente cada **segmento de uma instalação**, visando identificar todos os possíveis **desvios** das **condições normais** de operação, relacionando suas **causas** e suas **conseqüências**;
- Decidir sobre a necessidade de ações para controlar o perigo ou o problema de operabilidade. Em caso positivo, identificar caminhos para a solução do problema;

# HAZOP

## DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA

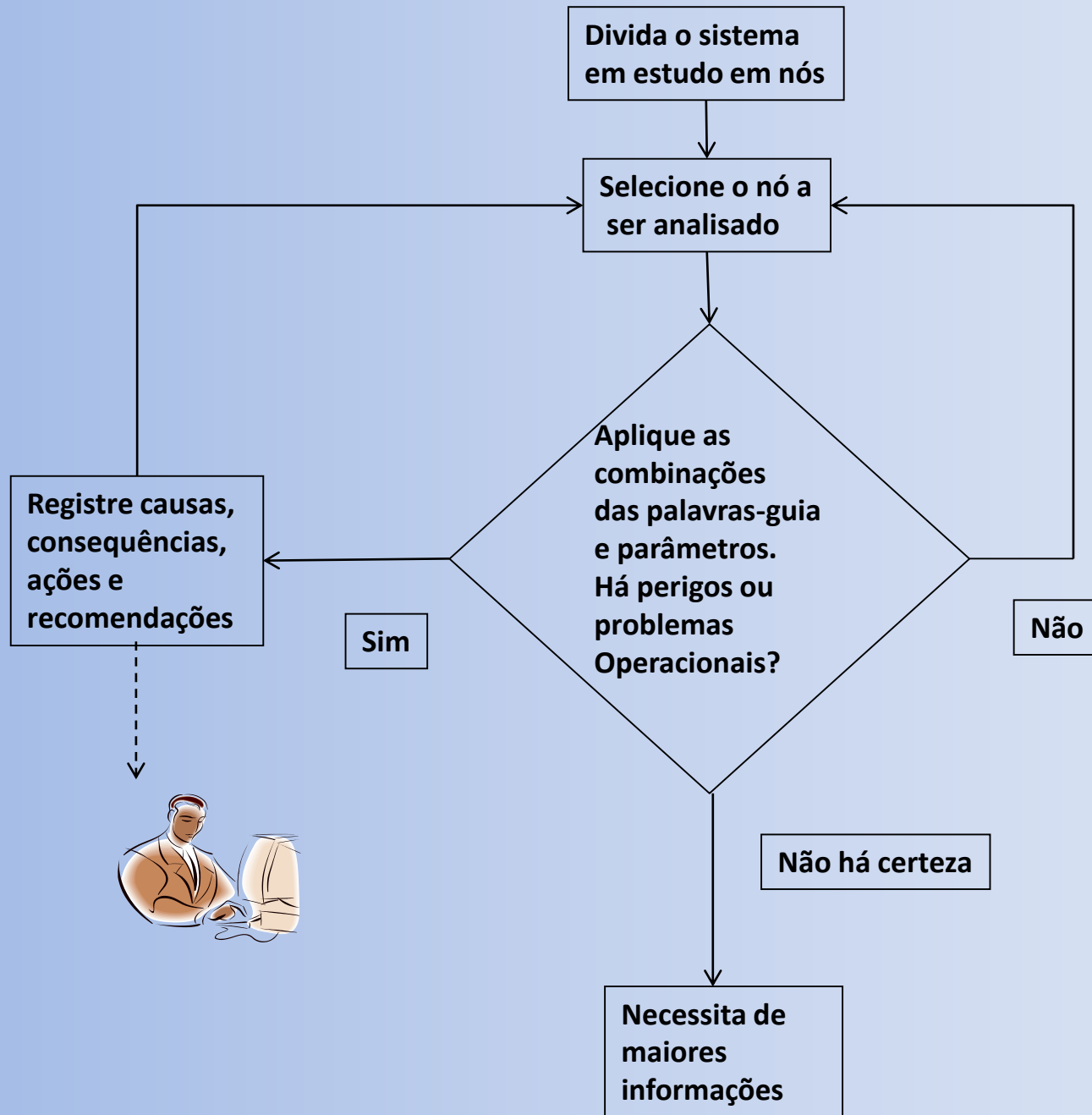
- Lay-out da planta
- Descritivos de processo
- **Fluxogramas de engenharia (P&Id`s)**
- Fluxogramas dos processos e balanços materiais (PFD)
- Diagrama das malhas de controle
- Dados do projeto, equipamentos, instrumentos, set points, alarmes, etc.

# HAZOP

## PLANILHA DE HAZOP

Estudo de Perigos e Operabilidade (HAZOP)						
Sistema:		Nº1:			Data:	
Intenção:			Documentos:			
<i>Desvio</i>	<i>Possíveis Causas</i>	<i>Possíveis Efeitos</i>	<i>Salvaguardas</i>	<i>Ações/Recomendações</i>	<i>Resp.</i>	<i>Nº</i>

# Processo de Realização do HAZOP



# HAZOP

## ESCOLHA DOS NÓS

- Consiste na determinação dos pontos representativos do processo onde os desvios serão analisados.
- Cada **segmento da instalação** a ser analisada é chamado de **nó**;
- Os nós do HAZOP determinam o nível de abrangência do estudo. Uma boa escolha dos nós permitirá a realização de um estudo completo, mas com a otimização dos recursos.

# HAZOP

## ESCOLHA DOS NÓS

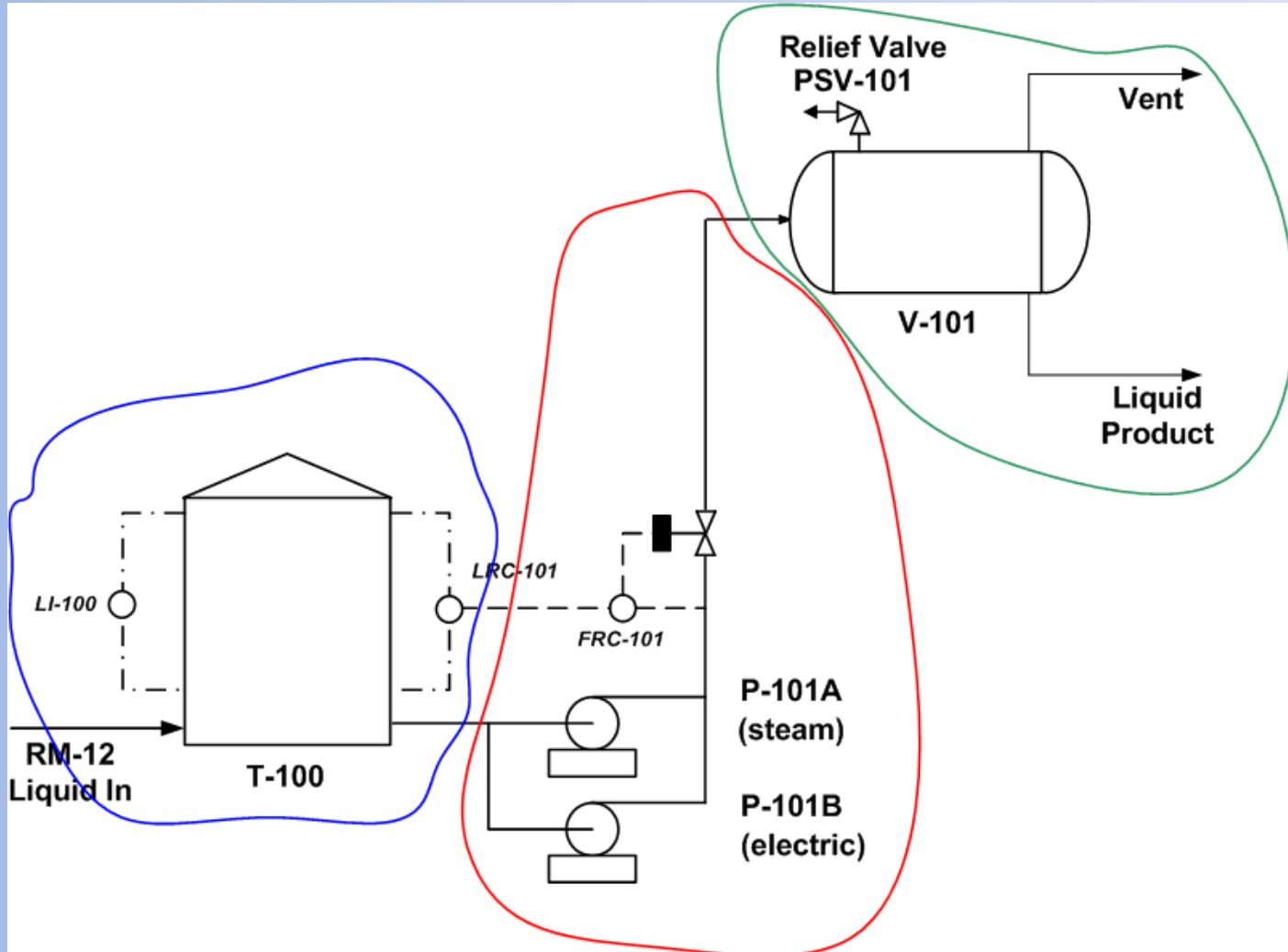
- Cada **segmento da instalação** a ser analisada é chamado de **nó**;
- O nó é um “ponto” ou região no subsistema onde os desvios serão analisados;
- Os nós são determinados pelo líder da análise;
- CRITÉRIOS:
  - Mudança de propósito de projeto (ex: área de carregamento, área de armazenamento, área de purificação)
  - Mudança de estado ou composição do fluido relevante
  - Equipamentos separados, com parâmetros de processo distintos (pressão, temperatura, fluxo, viscosidade, composição, etc)
  - Equipamentos (vaso, torre, reator...) com seus equipamentos associados

# HAZOP

## ESCOLHA DOS NÓS

- Para atender a estes critérios, os nós devem estar localizados em:
  - Linhas e equipamentos relacionados aos maiores inventários de produtos perigosos
  - Entradas e saídas de reatores de processo
  - Entradas e saídas de colunas de separação
  - Entrada, saída ou interior de caldeiras ou fornos
  - Equipamentos sujeitos a pressurização excessiva
  - Interfaces com sistemas de tocha e de abatimento de gases tóxicos

# Exemplo de divisão em nós



# HAZOP

## DESVIOS

- Estes desvios são formados por *palavras-guias* associadas com os principais *parâmetros* monitorados durante a operação normal do sistema;
- Todos os devem ser registrados, mesmo que não aplicáveis ao nó determinado para a análise.

# HAZOP

## Parâmetros para processos contínuos

<b>Parâmetro</b>	<b>Palavra-guia</b>	<b>Desvio considerado</b>
Fluxo/ Vazão	Nenhum Menos Mais Reverso	Nenhuma vazão Menor vazão Maior vazão Fluxo reverso
Pressão	Menos Mais	Menor pressão Maior pressão
Temperatura	Menos Mais	Menor temperatura Maior temperatura
Nível	Menos Mais	Menor nível Maior nível
Viscosidade	Menos Mais	Menor viscosidade Maior viscosidade

# HAZOP

## Parâmetros para processos contínuos

<b>Parâmetro</b>	<b>Palavra-guia</b>	<b>Desvio considerado</b>
Composição	Diferente	Presença de contaminantes = Composição Mais (Contaminação ou aumento de presença de um componente na mistura - também); Composição Menos (ausência ou redução da presença de um componente na mistura) – parte de; Composição outro que (substituição por outra substância)
Reação	Nenhum Menos Mais Reverso Diferente	Nenhuma reação Reação incompleta Reação descontrolada Reação reversa Reação secundária
Rotação	Menos Mais	Menor rotação Maior rotação

# HAZOP

## DESVIOS E CAUSAS

<b>Desvio</b>	<b>Possíveis causas</b>
Maior pressão	Confinamento de líquidos, bloqueio da descarga de bombas, falha no controle de injeção de gás inerte, presença de compostos leves, aquecimento indevido
Menor pressão	Geração de vácuo, condensação, dissolução de gás em líquido, linha de sucção de bomba/ compressor obstruída, vazamento não detectado, drenagem de vaso, bloqueio da válvula de gás inerte, etc.
Maior temperatura	Condições ambientais, incêndio externo, tubos de trocadores de calor entupidos ou defeituosos, falha no sistema de resfriamento/ refrigeração, falha de controle de aquecedor/ fornalha, falha no controle da reação, passagem indevida de fluido aquecido, etc.
Menor temperatura	Condições ambientais, redução de pressão, expansão de gases, tubos de trocadores entupidos ou defeituosos, falha no sistema de controle de sistema de resfriamento / refrigeração

# HAZOP

## DESVIOS E CAUSAS

<b>Desvio</b>	<b>Possíveis causas</b>
Maior viscosidade	Especificação incorreta de material/ reagente, menor temperatura, falha de controle de solvente, vazamento de solvente para o processo, etc.
Menor viscosidade	Especificação incorreta de material/ reagente, maior temperatura, alta concentração de sólidos, etc.
Mudança de composição	Vazamento através de válvula de bloqueio, alinhamento indevido, vazamento em trocador de calor, mudança de fase, especificação incorreta da matéria-prima, controle inadequado de qualidade, formação de produto intermediário/ subprodutos, etc.

# HAZOP

## IMPORTANTE

- A busca por causas deve ficar restrita ao nó de análise ou a sistemas que já foram analisados.
- A busca por efeitos pode ser feita para todo o sistema.

# **HAZOP x APR**

# HAZOP x APR

- Ambos são utilizados para identificação de perigos e classificação de riscos.
- APR é uma metodologia mais simples:
  - Aborda somente problemas para segurança e meio ambiente;
  - Utilização mais fácil e rápida;
  - Pode ser utilizada para maior variedade de instalações;
  - Requer menos recursos e menos informações das instalações.
- HAZOP é uma metodologia mais complexa:
  - Pode avaliar também os efeitos operacionais;
  - Permite uma avaliação e resultados mais detalhados;
  - Agrega pouco para instalações de estocagem e transferência;
  - Requer mais recursos e informações;

# Liderança

## A Importância do Líder de APP/HAZOP

- A *postura do Líder* e a abrangência dos *conhecimentos da equipe* que participa da análise são os principais fatores que causam interferência no *resultado* do trabalho.
- A realização da análise com uma liderança feita de uma forma deficiente levará à uma análise deficiente, por não saber conduzir a equipe durante o trabalho;
- Por outro lado, a realização da análise com uma equipe que não tenha o conhecimento necessário para a análise da tarefa levará á uma análise incorreta.