

Claudia Regina dos Santos



***TOXICOLOGIA DE CONTAMINANTES  
QUÍMICOS***

**Claudia Regina dos Santos**

**crs@usp.br**



# ***Gases e vapores tóxicos***

- Irritantes

  - Primários

  - Secundários

- Asfixiantes

  - Simples

  - Bioquímicos

- Agentes metehemoglobinizantes

- Cianetos e derivados



# ***Gases e Vapores Irritantes***

## ➤ Considerações Gerais

Irritação

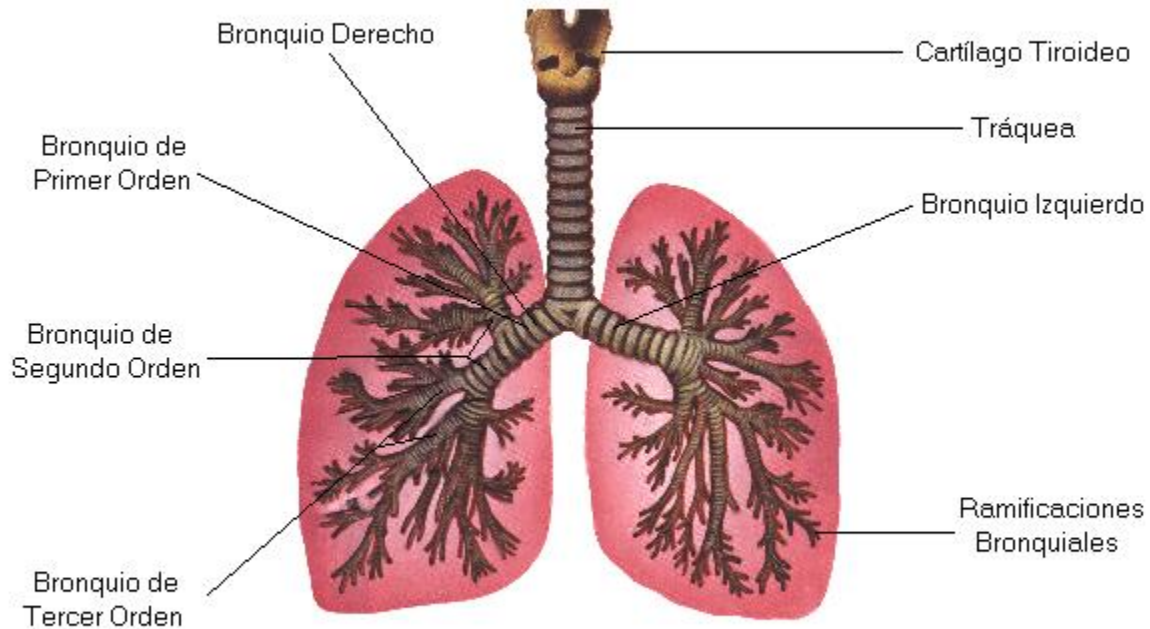
Ação

Inflamação

Reação

# Gases e Vapores Irritantes

## ➤ Local de ação





# ***Gases e Vapores Irritantes***

- Intensidade da ação
  - Concentração e duração
  - Propriedades químicas
  - Exposições repetidas
  - Fatores anatômicos, fisiológicos e genéticos
  - Interação química



# ***Gases e Vapores Irritantes***

## ➤ **Primários**

Exs:  $\text{NH}_3$

$\text{HCl}$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{COCl}_2$ (fosgênio)

$\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{SO}_2$

Formaldeído

$\text{NO}_x$



# *Amônia (NH<sub>3</sub>)*

Gás incolor

Odor característico

## **Usos**

Produção de compostos nitrogenados

Fertilizantes

Ácido nítrico, uréia

Indústria farmacêutica

Refino do petróleo



# *Amônia (NH<sub>3</sub>)*

- Moderadamente tóxico

LT-NR15 = 20 ppm (14 mg/m<sup>3</sup>)

- **Exposição aguda**

Pele

Olhos

Via Pulmonar



# ***Amônia (NH<sub>3</sub>)***

- **Exposição crônica**  
Via Pulmonar
- **Controle da exposição e prevenção**
- **Primeiros socorros**  
Via pulmonar, Pele, Olhos
- **Controle biológico**



# Cloro ( $HCl$ , $Cl_2$ ) $COCl_2$

Gás de cor amarelo-esverdeada e odor acre

## Usos

Produção de compostos

Indústria pesticida

Esterilização  $H_2O$

Indústria de papel e celulose



# Cloro ( $HCl$ , $Cl_2$ ) $COCl_2$

- Risco não estabelecido

LT-NR15 = 0,8 ppm (2,3 mg/m<sup>3</sup>)

- **Exposição aguda**

Pele

Olhos

Via Pulmonar (brônquios)

Membranas e mucosas



# Cloro ( $HCl$ , $Cl_2$ ) $COCl_2$

- **Exposição crônica**

  - Pele

  - Olhos


  - Via Pulmonar

  - Via digestiva

- **Controle da exposição e prevenção**

- **Primeiros socorros (Inalação)**

- **Controle biológico**



# ***Enxofre (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)***

Névoas irritantes com odor forte e sufocante

Hidrossolúvel


## **Usos**

Produção de fertilizantes

Produção de produtos químicos

Indústria química e farmacêutica

Refino do petróleo.....



# ***Enxofre (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)***

- Moderadamente tóxico

LT NR-15 = NE


- **Exposição aguda**

Pele

Olhos

Via Pulmonar (brônquios)

Membranas e mucosas



# ***Enxofre ( $H_2SO_4$ )***

- **Exposição crônica**

  - Olhos

  - Via Pulmonar (associado à câncer)

  - Dentes

- **Controle da exposição e prevenção**

- **Primeiros socorros (Inalação)**

- **Controle biológico**



# Enxofre $\text{SO}_2$

Gás incolor de odor de enxofre queimado

Combina com  $\text{H}_2\text{O}$  ( $\text{H}_2\text{SO}_3$  e  $\text{H}_2\text{SO}_4$ )

➤ **Usos**

Combustão do carvão

Indústrias de celulose

Indústria Petrolífera

Gás como fumigante



# Enxofre $\text{SO}_2$

- Moderadamente tóxico

LT NR-15 = 4,0 ppm (10 mg/m<sup>3</sup>)

- **Exposição aguda**

Pele

Olhos

Vias aéreas superiores e profundas

Maior absorção com partículas



# Enxofre $\text{SO}_2$

- **Exposição crônica**

Via Pulmonar

- **Controle da exposição e prevenção**

- **Primeiros socorros (Inalação)**

- **Controle biológico**



# ***Formaldeído***

Gás de odor pungente e irritante (T.A.)

➤ **Usos**

Desinfetantes para uso domiciliar

Irritação

Vias aéreas superiores e Ocular

Cefaléia

Asma Brônquica

Dermatites



Gás avermelhado com odor adocicado

➤ **Usos**

Motores de combustão interna

Indústrias químicas

Indústria de explosivos

Silos de cereais

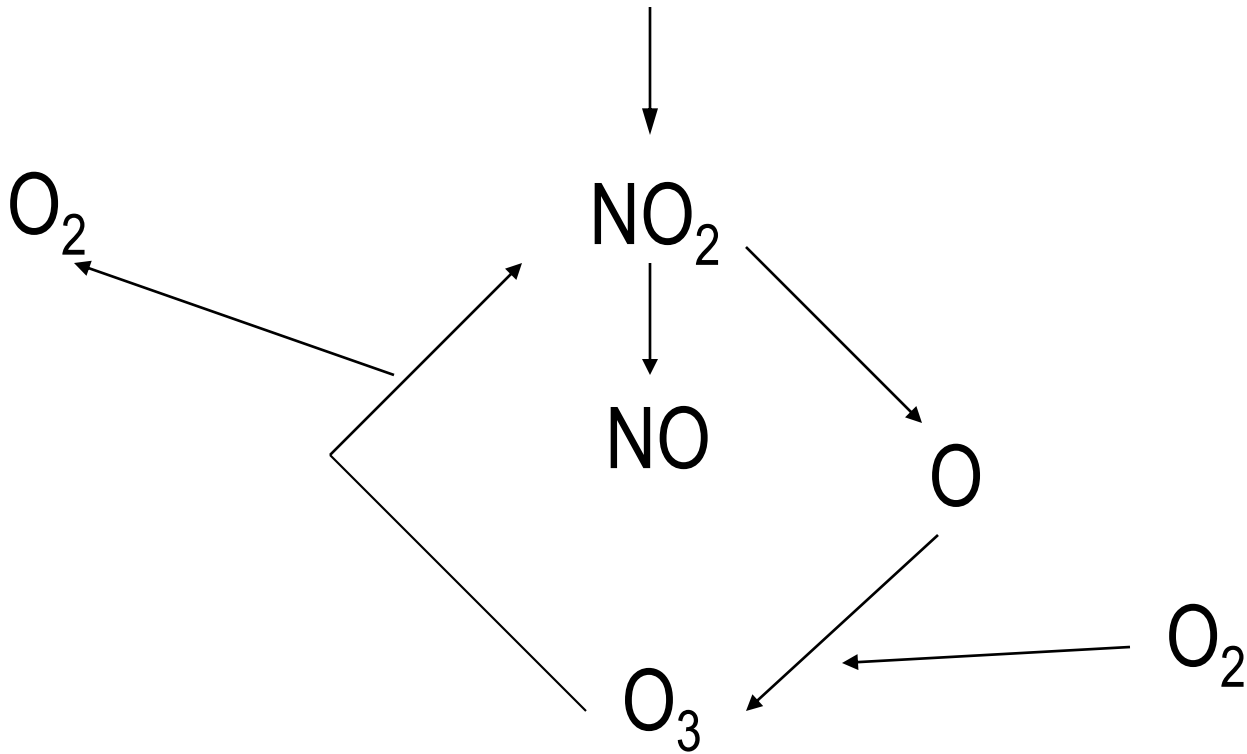
➤ **Altamente tóxico**

LT NR-15 = 20 ppm (23 mg/m<sup>3</sup>)



**$NO_x$**

Energia solar ultravioleta





# $NO_x$

- **Exposição aguda**
  - Irritante pulmonar
  - Pouco hidrossolúvel
  - Lesões áreas periféricas dos pulmões
  - Edema de pulmão
- **Exposição crônica (carcinogenicidade)**
- **Controle da exposição e prevenção**
- **Primeiros socorros**
- **Controle biológico**



# ***Gases e Vapores Irritantes***

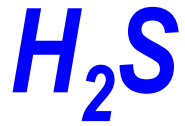
## **Secundários**

Ação sistêmica

Exs:  $\text{H}_2\text{S}$

$\text{H}_3\text{P}$

Hidrocarbonetos aromáticos



Gás incolor de odor penetrante


➤ **Usos**

Laboratórios químicos

Destilarias de petróleo

Componente do gás natural

Fossas sépticas e esgotos



# $H_2S$

- Altamente tóxico

LT NR-15 = 8,0 ppm (12 mg/m<sup>3</sup>)

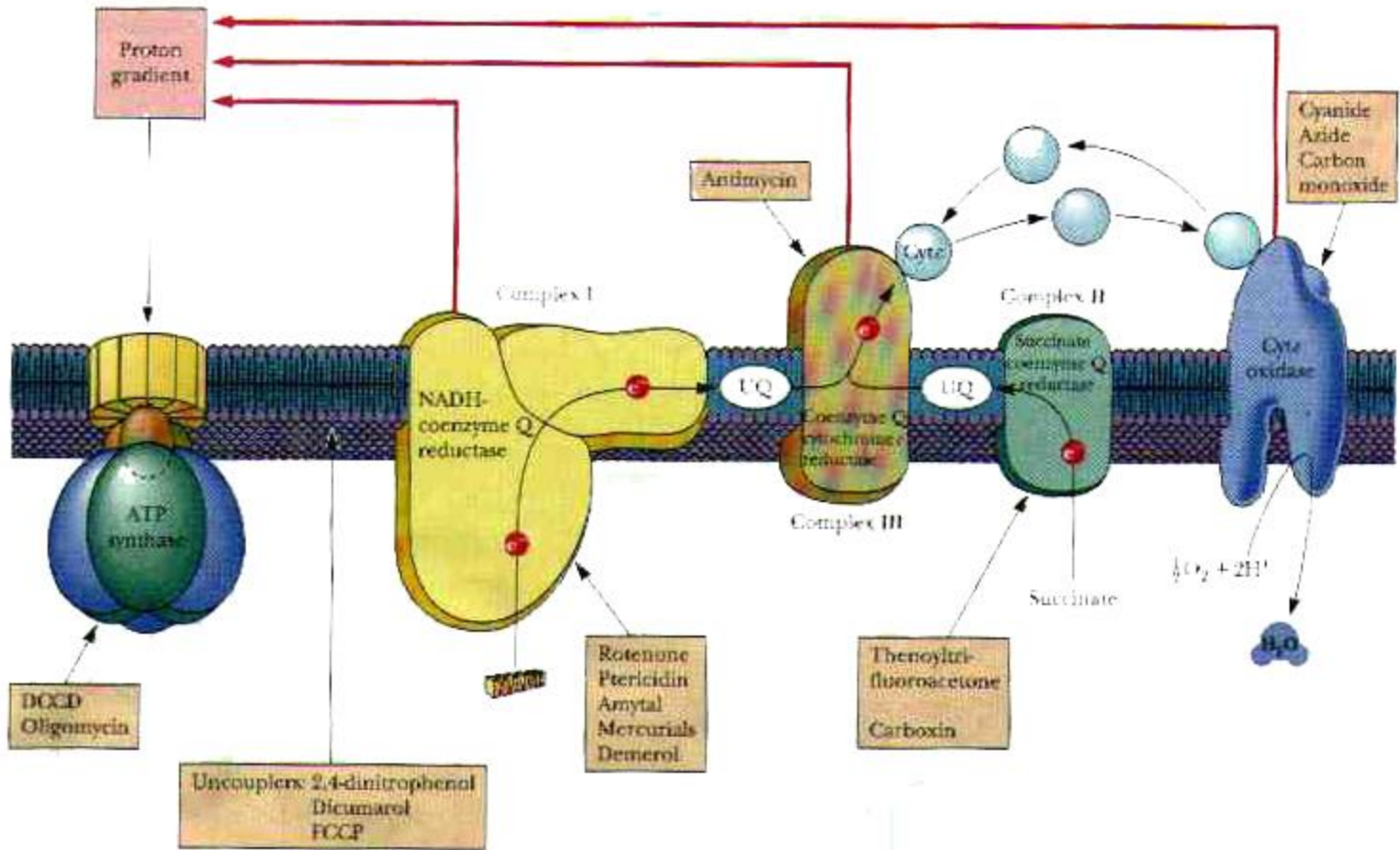
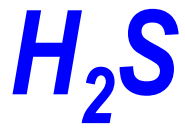
- **Toxicodinâmica geral**

Ação em enzimas

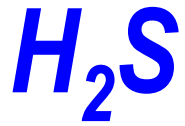
**Citocromo oxidase**

Macromoléculas

Hemoglobina e mioglobina



Os sítios de ação de ários inibidores de transporte de elétrons e/ou fosforilação oxidativa



➤ **Exposição aguda**

SNC

Sistema respiratória

Sistema cardiovascular

➤ **Exposição aguda**

SNC

Outros (Abortos, sistema digestivo e locais)



- **Controle da exposição e prevenção**
- **Primeiros socorros**
- **Controle biológico**



# ***Mercaptanas (RSH)***

## ➤ **Metil Mercaptana ou metanotiol ( $\text{CH}_3\text{SH}$ )**

Família dos sulfetos orgânico

Gás de odor desagradável

## ➤ **Fontes**

Indústria de petróleo



# ***Mercaptanas (RSH)***

➤ Altamente tóxico

➤ **Exposição aguda**

Odor - náusea e dor de cabeça

➤ Metil Mercapatana ( $\approx \text{H}_2\text{S}$ )

➤ Etil Mercaptana (Irritante)

➤ n-Butil Mercaptana (animais)

➤ t-Octil Mercaptana (SNC)



# ***Mercaptanas (RSH)***

- **Exposição crônica**
- **Controle da exposição e prevenção**
- **Primeiros socorros**
- **Controle biológico**



# ***Gases e Vapores Asfixiantes***

## ➤ **Simplex**

Produzem deficiência de O<sub>2</sub>

Hipóxia

Todos são incolores



# ***Gases e Vapores Asfixiantes Simples***

- Acetileno ( $C_2H_2$ ) - **odor alho**
- Argônio (Ar), Dióxido de carbono ( $CO_2$ ), Etano ( $C_2H_6$ ), Hélio (He), Hidrogênio ( $H_2$ ), Metano ( $CH_4$ ), Nitrogênio ( $N_2$ ) - **sem odor**
- Butano ( $C_4H_{10}$ ), Propileno ( $C_3H_6$ ), Propano ( $C_3H_8$ ), GLP (Gás liquefeito do petróleo ou gás de cozinha) - **leve odor de petróleo**
- Etileno ( $C_2H_4$ ) - **odor e sabor doce**



# ***Gases e Vapores Asfixiantes Simples***

- Considerados pouco tóxicos
- Importante níveis de O<sub>2</sub>
- **Exposição aguda** (O<sub>2</sub> arterial dependente)
  - Estágio indiferente
  - Estágio compensatório
  - Estágio de distúrbios
  - Estágio crítico



# ***Gases e Vapores Asfixiantes Simples***

- **Exposição crônica**
- **Controle da exposição e prevenção**
- **Primeiros socorros**
- **Controle biológico**



# ***Gases e Vapores Asfixiantes***

## **➤ Bioquímicos ou químicos**

Anóxia tissular

Transporte de O<sub>2</sub>

Mal aproveitamento de O<sub>2</sub>



# ***Gases e Vapores Asfixiantes Bioquímicos***

## ➤ **Monóxido de carbono (CO)**

Gás incolor e inodoro

## ➤ **Fontes**

Combustão incompleta do carvão

Motores a explosão

Gás de iluminação

Outras fontes



# ***Gases e Vapores Asfixiantes Bioquímicos***

## **Principais fontes de emissão)**

1 - Transporte.....	63,8%
2 - Processos industriais.....	9,6%
3 - Queimadas agrícolas.....	8,3%
4 - Incêndios florestais.....	7,2%
5 - Fontes naturais.....	1,9%



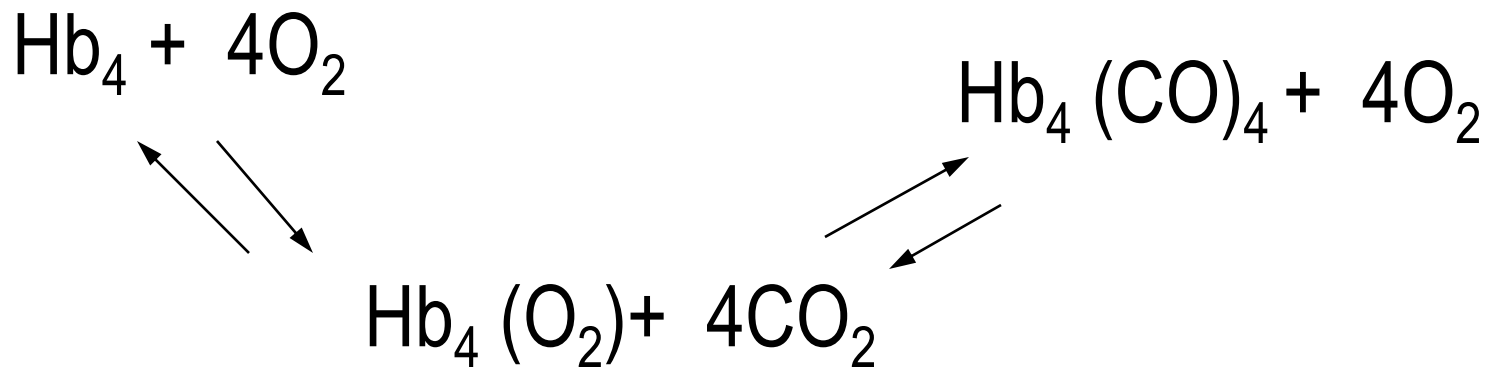
## ***Monóxido de carbono (CO)***

- Altamente tóxico

LT NR-15 = 30 ppm (43 mg/m<sup>3</sup>)

- **Exposição aguda**

Formação da carboxihemoglobina





# ***Monóxido de carbono (CO)***

## **➤ Efeitos agudos**

<b>Conc. CO</b> (ppm)	<b>Tempo</b> (min.)	<b>Conc COHb</b> (%)	<b>Sintomas</b>
50	150	7	Leve cefaléia
100	120	12	Moder.Cefaléia
250	120	25	Severa cefaléia
500	90	45	Náuseas, vômitos
1000	60	60	Coma
10000	5	95	Morte



# ***Monóxido de carbono (CO)***

- **Efeitos agudos**
- Toxicidade leve
- Toxicidade moderada
- Toxicidade severa

Visão

Cardiovascular

Neurológico

Gastro Intestinal

Hematológico



# ***Monóxido de carbono (CO)***

## **➤ Exposição crônica**

Hipóxia

Miocárdio

Gestação

## **➤ Controle da exposição e prevenção**

## **➤ Primeiros socorros**

## **➤ Controle biológico**



# ***Agentes metemoglobinizantes***

Mineral: nitritos, nitratos, cloratos, permanganato de potássio, ferricianeto de potássio

Orgânicos:

Aminados: anilina

Nitrados: nitrobenzeno

Outros



# *Agentes metemoglobinizantes*

## ➤ Fontes

Corantes

Indústria farmacêutica

Praguicidas

Solventes

Indústria de explosivos

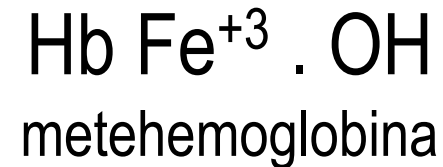
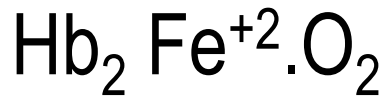


# Anilina

Líquido oleoso altamente volátil  
Altamente lipossolúvel

➤ **Exposição aguda**  
Anóxia

Fenilidroxilamina





## ***Anilina***

### **Efeitos em função do teor de metehemoglobina**

15% - cianose detectável

30% - cianose mais intensa

40-60% - cefaléia, vertigem, ataxia, dispnéia,  
taquicardia

Acima de 60% - sonolência evoluindo para  
estado de coma

LT NR-15 = 4 ppm (15 mg/m<sup>3</sup>)



## *Anilina*

- **Exposição crônica**
- **Controle da exposição e prevenção**
- **Primeiros socorros**
- **Controle biológico**



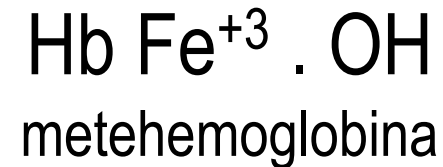
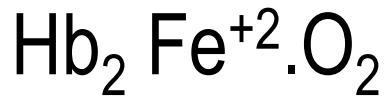
# Nitrobenzeno

Líquido oleoso altamente volátil  
Com odor característico

➤ **Exposição aguda**

Anóxia

Fenilidroxilamina





# ***Nitrobenzeno***

- **Exposição crônica**
- **Controle da exposição e prevenção**
- **Primeiros socorros**
- **Controle biológico**



## ***Cianetos e derivados***

Ácido cianídrico (HCN)

Cianogênio (CN)<sub>2</sub>

Sais do HCN: NaCN, KCN, Ca(CN)<sub>2</sub>

Cloreto e Brometo de cianogênio (CNCl e

(CNBr)

Nitrilas: acetonitrila e acrilonitrila



## ***Cianetos e derivados***

### **➤ Exposição aguda**

Liga-se ao Ferro trivalente

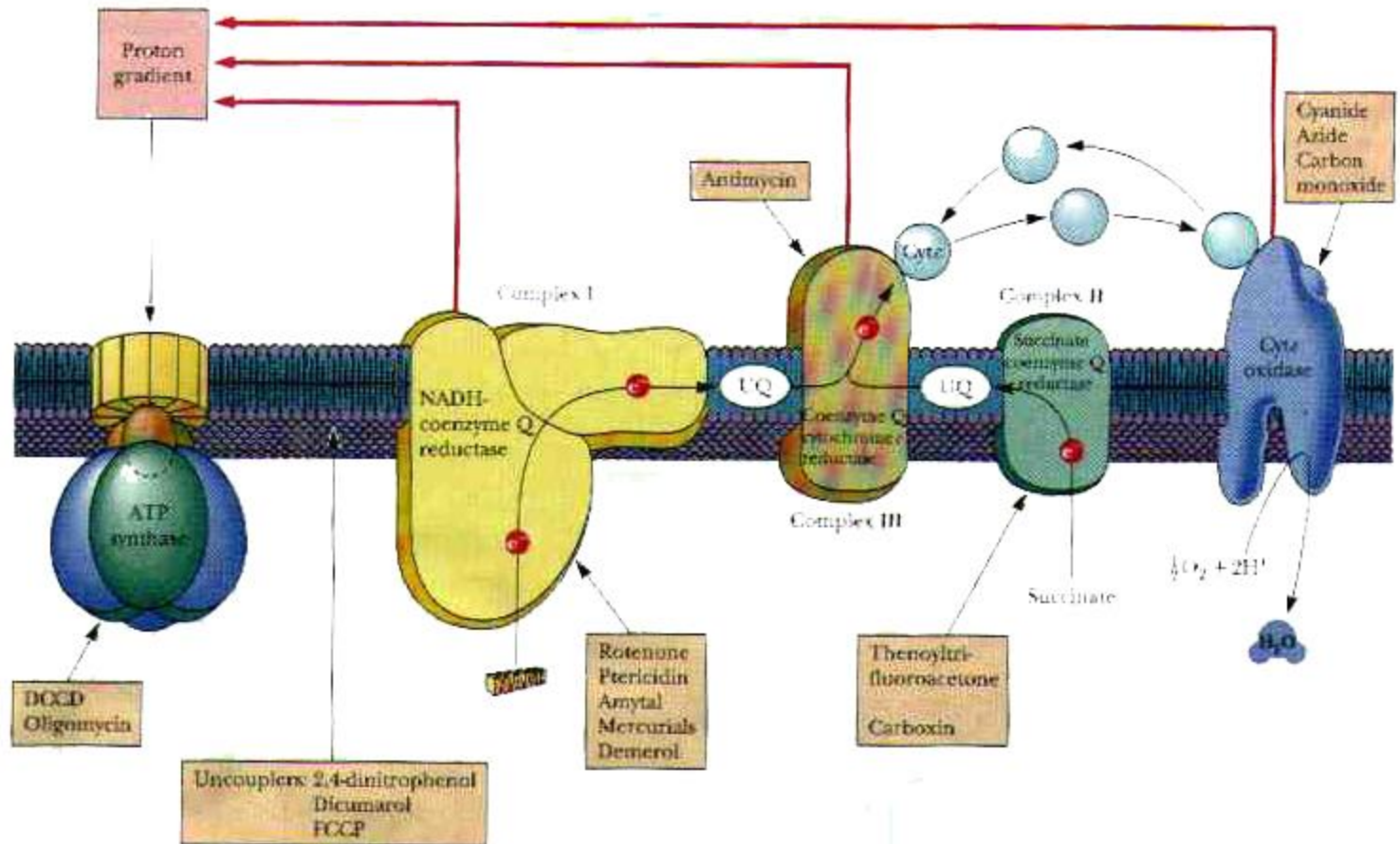
**Reage com a metehemoglobina**

Forma a cianometehemoglobina

**Reage com o complexo citocromo-oxidase**

Forma o complexo citocromo-oxidase-CN

# Cianetos e derivados



Os sítios de ação de ários inibidores de transporte de elétrons e/ou fosforilação oxidativa



# *Cianetos e derivados*

## ➤ **Efeitos tóxicos**

Fase da excitação

Fase da depressão

Fase da convulsão

Fase da paralisia

Fase da recuperação



## ***Cianetos e derivados***

- **Exposição crônica**
- **Controle da exposição e prevenção**
- **Primeiros socorros**
- **Controle biológico**