

# **SEMINÁRIO TRATAMENTO DE POPS**

## **Poluentes Orgânicos Persistentes**



# **POLUENTES ORGÂNICOS PERSISTENTES (POPS)**

## **CONVENÇÃO DE ESTOCOLMO**

- ☐ Aldrin
- ☐ Clordano
- ☐ DDT
- ☐ Dieldrin
- ☐ Endrin
- ☐ Heptacloro
- ☐ Hexaclorobenzeno
- ☐ Mirex
- ☐ Toxapheno
- ☐ PCB
- ☐ PCDD
- ☐ PCDF

## OS NOVOS POPS CONVENÇÃO DE ESTOCOLMO

- ☐ Endosulfan
- ☐ Alfa e beta-hexaclorociclohexano
- ☐ Clordecona
- ☐ Hexa; hepta e octabromobifenil
- ☐ Lindano
- ☐ Pentaclorobenzeno
- ☐ Ácido sulfônico perfluorooctano e seus sais
- ☐ Perfluorooctano fluoreto de sulfonila
- ☐ Tetra e pentabromo difenil éter

# Incineração de Resíduos Perigosos

A Incineração é o processo de oxidação de compostos orgânicos que visa a diminuição de volumes e a eliminação/redução da fração orgânica.

3 T's

Temperatura

Tempo de residência

Turbulência (contato entre reagentes)



# Incineração de Resíduos Perigosos

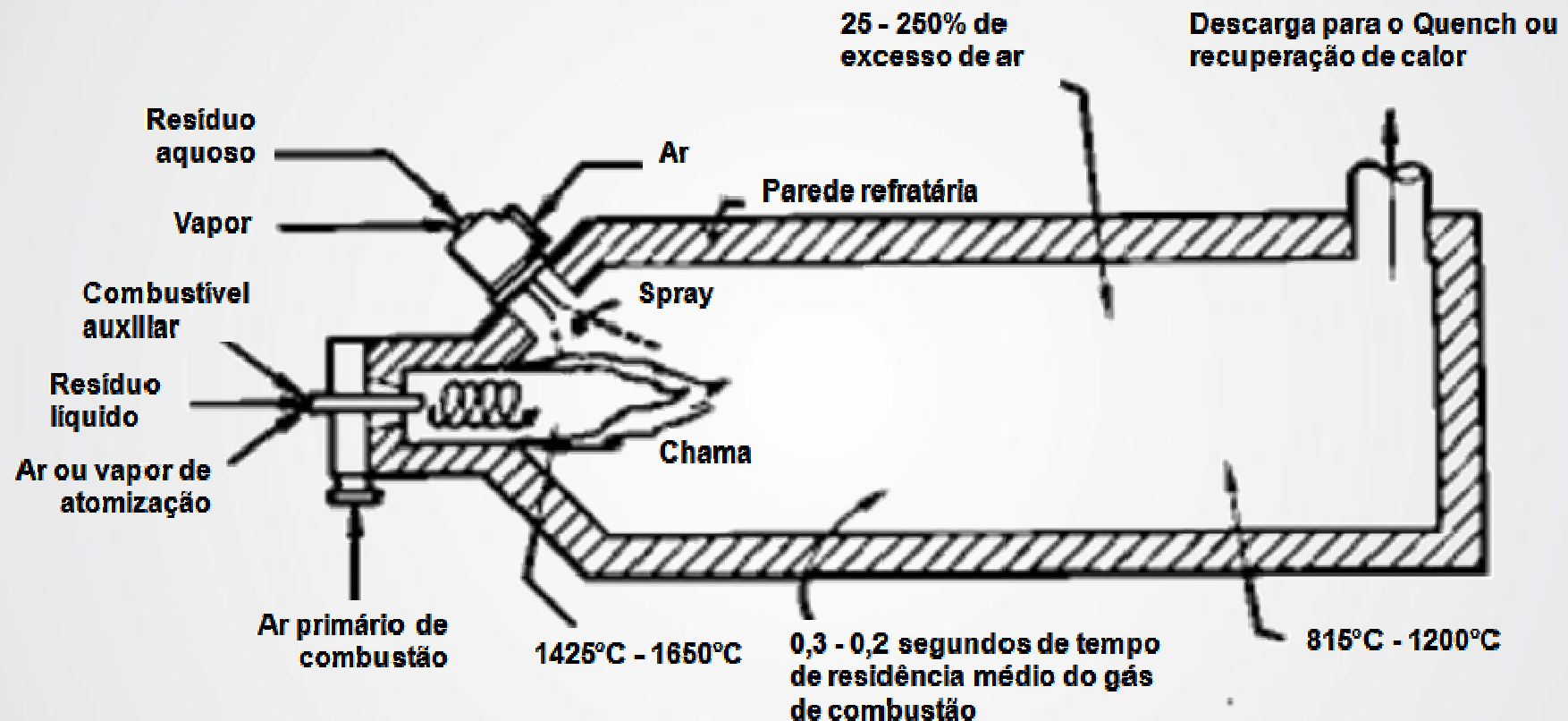
## PRINCIPAIS APLICAÇÕES

- POP's em geral, dentre eles: Aldrin, DDT, Endrin, Bifenilas Policloradas (ascarel), Heptacloro, Mirex;
- Defensivos agrícolas organoclorados;
- Defensivos agrícolas organofosforados;
- Medicamentos;
- Águas contaminadas de difícil tratamento em ETE's;
- Resíduos da área de saúde;
- Solos contaminados
- Materiais diversos contaminados (Embalagens, EPI's)
- Outros com valor da Marca ®



# Incineração de Resíduos Perigosos

## CÂMARA DE COMBUSTÃO DE INCINERADOR DE INJEÇÃO LÍQUIDA

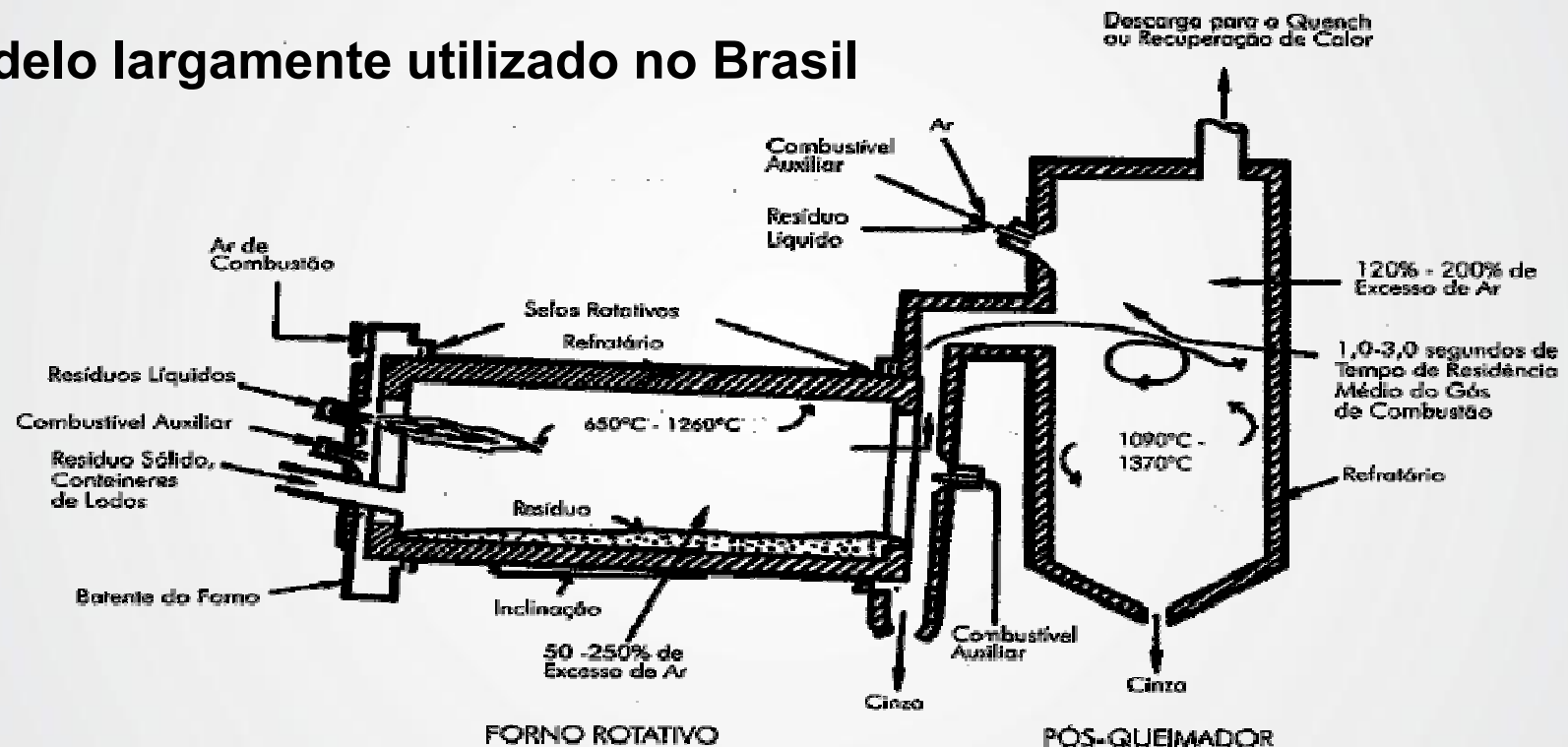


Fonte: Incineração de Resíduos Perigosos - Uma Revisão Crítica  
Clyde R. Dempsey & E. Timothy Oppelt

# Incineração de Resíduos Perigosos

## CÂMARA DE COMBUSTÃO DE INCINERADOR DE FORNO ROTATIVO

### ➤ Modelo largamente utilizado no Brasil



Fonte: Incineração de Resíduos Perigosos - Uma Revisão Crítica  
Clyde R. Dempsey & E. Timothy Oppelt

# **Incineração de Resíduos Perigosos**

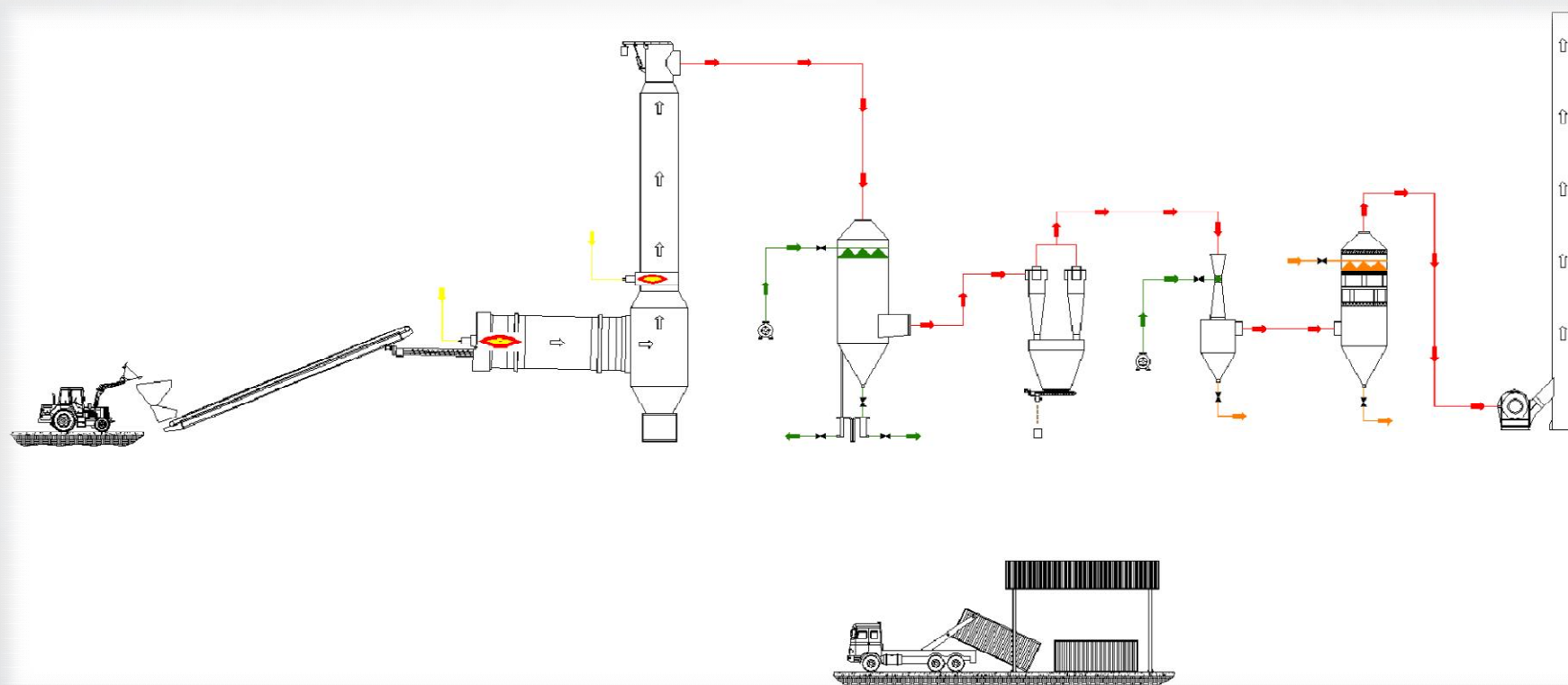
## **SISTEMAS DE TRATAMENTO DOS GASES**

- Via úmida
- Via seca



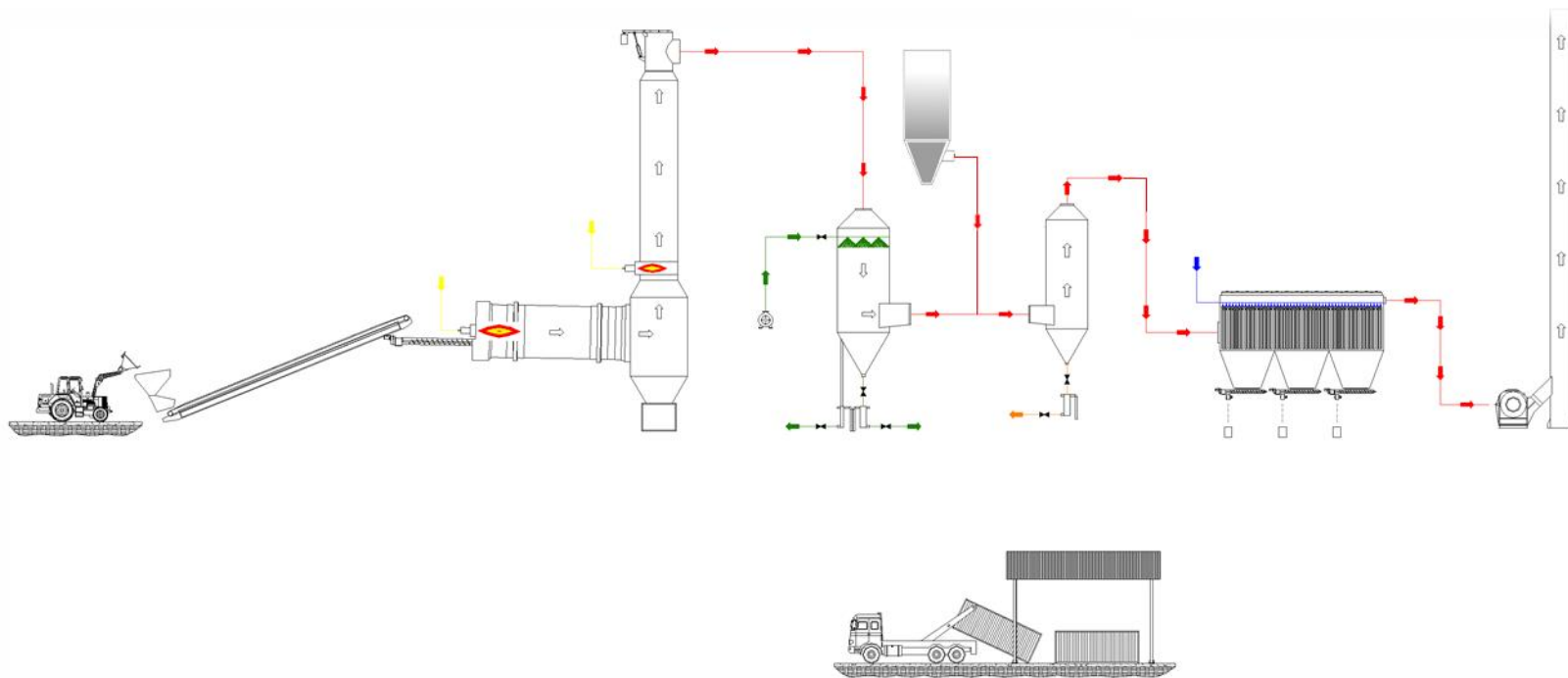
# Incineração de Resíduos Perigosos

## FLUXO VIA ÚMIDA



# Incineração de Resíduos Perigosos

## FLUXO VIA SECA



# Incineração de Resíduos Perigosos

## VANTAGENS E DESVANTAGENS DE CADA FLUXO

EVENTO	FLUXO VIA ÚMIDA	FLUXO VIA SECA
Investimento inicial	Maior	Menor
Custo operacional	Pouco menor	Pouco maior
Controle operacional	Menos complexo	Mais complexo
Problemas com emissão de materiais particulados	Maior risco	Menor risco
Uso do recurso água	Alto	Baixo
Avaliação do corpo receptor de lançamento do efluente	Exige	Não exige
Estudo de dispersão	Exige	Exige
Consumo de energia	Maior	Menor

# Incineração de Resíduos Perigosos

## REGULAMENTAÇÃO NACIONAL – INCINERAÇÃO DE RESÍDUOS

- CONAMA 316 – Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos;
- NBR 11.175 - Incineração de resíduos sólidos perigosos - Padrões de desempenho - Procedimento



# Incineração de Resíduos Perigosos

## CONAMA 316

### Art. 2 III -

Tratamento Térmico: Para fins da regulamentação é todo e qualquer processo cuja operação seja realizada acima da temperatura mínima de oitocentos graus celsius.



# **Incineração de Resíduos Perigosos**

**CONAMA 316**

**Art. 11**

**SELEÇÃO PELA PERFORMANCE**

**EDR: Eficiência de Destruição e Remoção**

- 99,99% de eficiência de remoção para os POP's (Poluentes orgânicos Persistentes), exceto PCB's
- 99,9999% de eficiência de remoção para os PCB's



# Incineração de Resíduos Perigosos

## CONAMA 316

### Art. 26

#### O PROCESSO DE LICENCIAMENTO DEVE SER BASEADO EM:

- Projeto básico e de detalhamento
- EIA\RIMA
- Análise de Risco
- Plano do Teste de Queima
- Plano de contingência
- Plano de emergência

# Incineração de Resíduos Perigosos

## CONAMA 316

### Art. 27 - Todo e qualquer sistema térmico deve possuir:

Recebimento e Preparação dos resíduos

Aquecimento, trituração, peneiramento



Alimentação mecânica dos resíduos,  
acondicionados ou a granel



Combustão a alta temperatura na  
Câmara de Combustão



Cinzas Aterro classe I



Condicionamento dos gases de combustão  
Resfriamento brusco



Remoção de materiais particulados



Cinzas Aterro classe I



Lavagem e neutralização dos gases



Tratamento dos efluentes  
da lavagem dos gases



Chaminé





# Incineração de Resíduos Perigosos

**CONAMA 316**

**Art.36**

## **IV-INTERTRAVAMENTOS PARA INTERROMPER,AUTOMATICAMENTE, A ALIMENTAÇÃO DE RESÍDUOS:**

- Baixa temperatura de combustão
- Falta de indicação de chama
- Falta de energia elétrica ou queda brusca de tensão
- Queda de teor de oxigênio (Forno e\ou Chaminé)
- Excesso de monóxido de carbono (CO) no Chaminé
- Mau funcionamento dos monitores de CO e O<sub>2</sub>
- Falha dos Equipamentos de Controle de Poluição (ECP)
- Queda do suprimento de ar de instrumentação.



# Incineração de Resíduos Perigosos

## CONAMA316

### Art. 37 III – MONITORAMENTO CONTÍNUO “ON-LINE”

Oxigênio -  $O_2$  ,

Monóxido de carbono - CO.

### Art. 38 – PARÂMETROS MONITORADOS “OFF LINE”:

Cloreto de hidrogênio - HCl,

Fluoreto de hidrogênio - HF,

Hidrocarbonetos,

Óxidos de nitrogênio -  $NO_x$ ,

Óxidos de enxofre -  $SO_x$ ,

Material particulado e Metais na partícula,

Dioxinas e Furanos.



# Incineração de Resíduos Perigosos

**CONAMA 316**

**Art. 38**

PARÂMETROS	LIMITES DE EMISSÃO A 7% DE O <sub>2</sub>
Material Particulado	70 mg/Nm <sup>3</sup>
SO <sub>x</sub>	280 mg/Nm <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub>	560 mg/Nm <sup>3</sup>
Cl <sub>2</sub> / HCl	80 mg/Nm <sup>3</sup>
HF	5 mg/Nm <sup>3</sup>
CO	100 mg/Nm <sup>3</sup>
Dioxinas e Furanos	0,5 ng/Nm <sup>3</sup>

# Incineração de Resíduos Perigosos

## CONAMA 316

### Art. 43

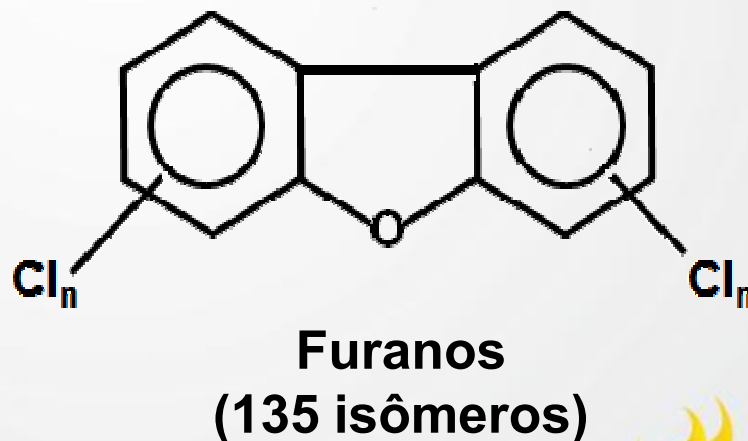
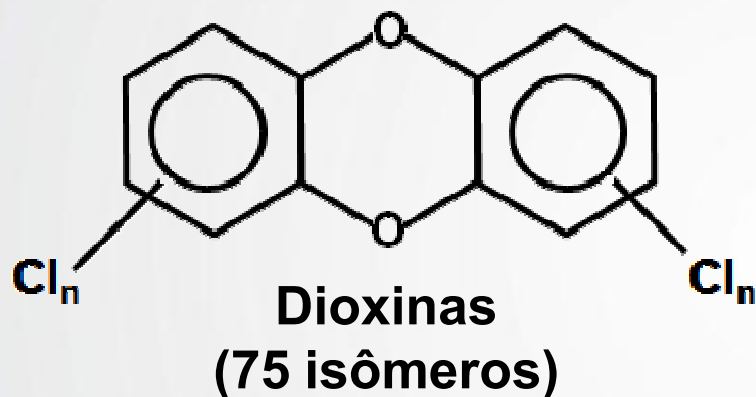
- As cinzas e escórias do processo de incineração, devem ser consideradas, para fins de disposição final, como resíduo classe I - Perigoso, Norma ABNT NBR10004;
- O operador do processo de incineração se puder comprovar, mediante laudo analítico, a inertização das cinzas e escórias, estas poderão ser reclassificadas como classe II.



# Incineração de Resíduos Perigosos

## DIOXINAS (PCDD's) E FURANOS (PCDF's)

Compostos orgânicos compostos por carbono, oxigênio, hidrogênio e cloro;



# **Incineração de Resíduos Perigosos**

## **DIOXINAS (PCDD`s) E FURANOS (PCDF`s)**

Reconhecidamente tóxicos e com grande potencial nocivo à saúde humana podendo provocar lesões demartológicas, mal-formação de fetos, abortos, câncer, lesões no fígados e distúrbios neurológicos;

**NÃO SÃO GERADOS PROPOSITAMENTE PELA INDÚSTRIA,  
OCORRENDO DE FORMA NÃO INTENCIONAL**



# **Incineração de Resíduos Perigosos**

## **DIOXINAS (PCDD`s) E FURANOS (PCDF`s)**

- Subprodutos de Processos Industriais, como por exemplo:

- Síntese de compostos clorados

- Agroquímicas;
- Produção de DiCloroEtano (DCE),
- Produção de MVC ou PVC (Mono ou Poli Cloreto de Vinila).

- Papel e celulose (Branqueamento da polpa com cloro)



# **Incineração de Resíduos Perigosos**

## **DIOXINAS (PCDD`s) E FURANOS (PCDF`s)**

### **OUTRAS FONTES:**

- Incêndio em Florestas;
- Reações fotoquímicas e enzimáticas da degradação de clorados;
- Acidentes envolvendo incêndios com PCB's;
- Queima não controlada



# Incineração de Resíduos Perigosos

## LIBERAÇÃO DE DIOXINAS E FURANOS NO AR

Fonte	Emissões (Teq)	(%)
Sinterização do minério de ferro	390,6	33,4
Queima ao ar livre – biomassa	300,2	25,7
Incendios e queima de res ao ar livre (acidentais ou não)	129,8	11,1
Incineração resíduos serviço de saúde	67,6	5,8
Usinas de ferro /aço	57,9	5,0
Produção de cal	37,4	3,2
Produção de alumínio	28,1	2,4
Produção de celulose e papel	14,4	2,6
Recuperação térmica de fios e cabos	24,5	2,1
Termelétricas a biomassa	22,9	2,0
Outras fontes		6,7

Fonte: Plano de Ação para redução progressiva das liberações de poluentes orgânicos persistentes de formação não-intencional, provenientes de fontes antropogênicas – MMA / PNUD / GEF

# Incineração de Resíduos Perigosos

## LIBERAÇÃO DE DIOXINAS E FURANOS NO RESÍDUO

Fonte	Emissões (Teq)	(%)
Usinas de ferro e aço	129,8	23,8
Produção de alumínio	123,7	22,6
Disposição e tratamento de esgoto	102,7	18,8
Chorume de aterros	65,3	12,0
Incineração de resíduos sólidos perigosos	20,9	3,8
Sinterização do minério de ferro	15,7	2,9
Produção de cobre	15,1	2,8
Produção de celulose e papel	14,4	2,6
Termelétricas a biomassa 10,4 1,9	10,4	1,9
Incineração de resíduos sólidos municipais	9,1	1,7
Outras fontes		7,1

Fonte: Plano de Ação para redução progressiva das liberações de poluentes orgânicos persistentes de formação não-intencional, provenientes de fontes antropogênicas – MMA / PNUD / GEF

# Incineração de Resíduos Perigosos

## FACILITADORES PARA A FORMAÇÃO DAS PCDD's e PCDF's

- Baixas temperaturas de combustão (abaixo de 800°C);
- Resfriamento dos gases de combustão de forma lenta ou em cascata;
- Pequeno tempo de residência na C.P.C (abaixo de 1,5 segundos);
- Alto teor de CO ( acima de 100 mg/Nm<sup>3</sup> a 7% O<sub>2</sub>);
- Alta concentração de cinzas;
- Presença de metais divalentes (Cu, Ni, Zn) nas cinzas (catalisadores);
- Presença de compostos clorados;
- Excesso de oxigênio (Favorece o rearranjo molecular formando pontes entre os anéis benzênicos);



# **Incineração de Resíduos Perigosos**

## **FORMAS DE EVITAR A FORMAÇÃO DAS PCDD's e PCDF's**

### **CRITÉRIOS ADOTADOS NA PLANTA DA ECOVITAL EM SARZEDO-MG**

- Elaboração de um minucioso cardápio de queima avaliando as características físico-químicas dos resíduos em estoque e respeitando a capacidade da planta, avaliando-se a taxa de alimentação de cloro, flúor, enxofre, presença de metais, presença de eventuais catalisadores, teor de cinzas, etc ;
- Controle da Temperatura do forno acima de 1.000 °C com tempo de residência acima de 30 minutos;
- Controle da Temperatura da C.P.C acima de 1.200 °C com tempo de residência de, NO MÍNIMO, 2 segundos;
- Garantia de uma boa turbulência promovendo uma excelente distribuição da temperatura no interior das câmaras de combustão, além de uma boa homogeneização dos reagentes;



# **Incineração de Resíduos Perigosos**

## **FORMAS DE EVITAR A FORMAÇÃO DAS PCDD's e PCDF's**

### **CRITÉRIOS ADOTADOS NA PLANTA DA ECOVITAL EM SARZEDO-MG**

- Resfriamento brusco dos gases de combustão para 200 °C ( $\pm 20^\circ$ );
- Controle contínuo da emissão de CO abaixo de 50 mg/Nm<sup>3</sup> a 7% de O<sub>2</sub>;
- Controle “on line” todos os parâmetros importantes para o processo como SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, HCl, CO<sub>2</sub>, além do controle contínuo de O<sub>2</sub> e CO;
- Instalação de um Grupo Gerador para garantir a continuidade da operação da planta, no caso de falta de energia elétrica.





# Incineração de Resíduos Perigosos

**INCINERAÇÃO NÃO É ISSO!!!!**



# Incineração de Resíduos Perigosos



EcoVital – Sarzedo - MG



# **Incineração de Resíduos Perigosos**

## **RESUMO**

### **TECNOLOGIA DE DESTRUIÇÃO DE RESÍDUOS DE EFICIÊNCIA COMPROVADA DEVENDO SE ATENTAR PARA:**

- Critérios de avaliação de riscos já na fase de Projetos – Estudo de Dispersão/ Lançamentos de efluentes líquidos;
- Elaboração de um criterioso procedimento para a realização dos testes de queima;
- Confiabilidade nos equipamentos de amostragens em chaminé (contínuos e descontínuos) e das análises de laboratório para comprovar tal eficiência;
- Fiscalização efetiva do cumprimento das condicionantes da LO por parte dos órgãos competentes.





# Incineração de Resíduos Perigosos

## Muito agradecido

Marco Antonio Barreto Pinto

Químico

Especialização em Química Ambiental - Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ

Contato: [marco.pinto@ecovital.eco.br](mailto:marco.pinto@ecovital.eco.br)  
(31) 99908-3331

