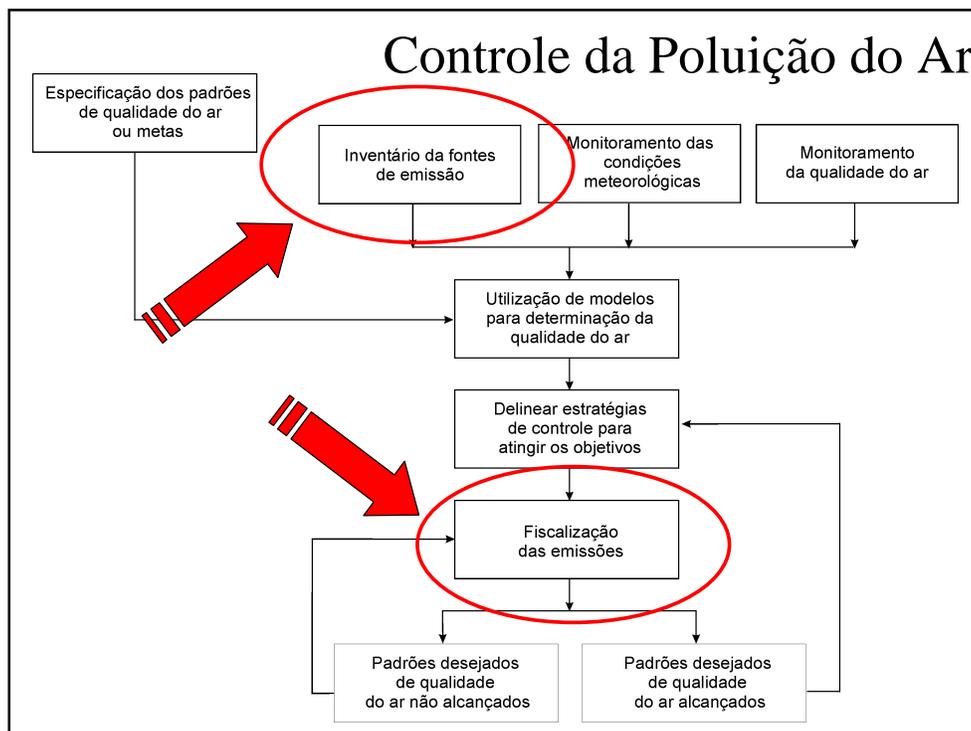
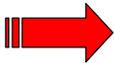


Módulo V

# Modelagem e Monitoramento das Emissões Atmosféricas



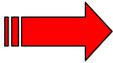
## Importância

- Inventário das Fontes de Emissão 
  - Monitoramento (medição)
  - Modelos de estimativa de emissão
- Fiscalização 
  - Monitoramento (medição)

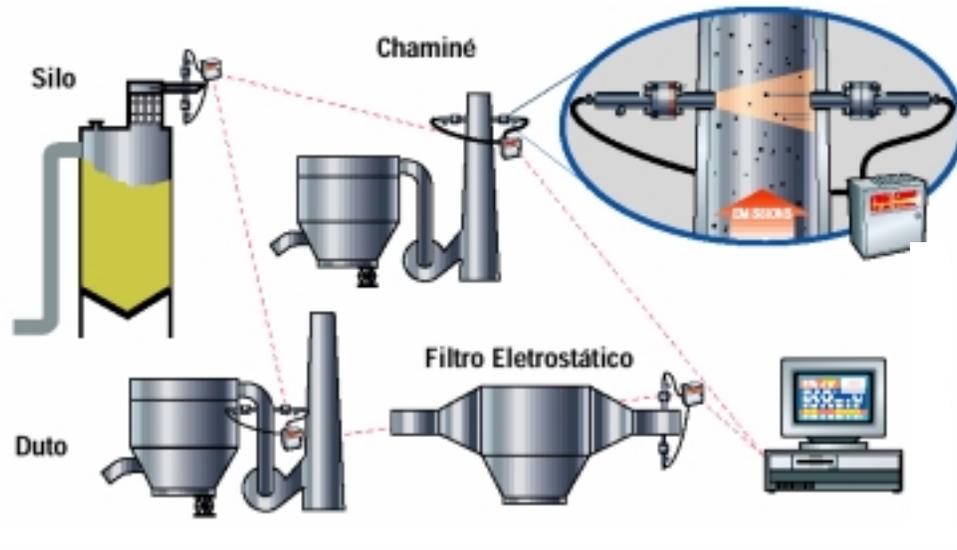
## Monitoramento das Emissões

### Atmosféricas

(Técnicas de Medição)

- Sistemas Extrativos  Coleta de amostras para análises em laboratório
- Sistemas In-Situ  Monitoramento contínuo de emissões

## Sistemas de Monitoramento Contínuo

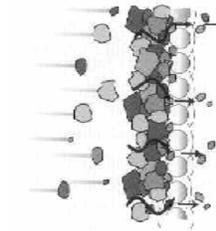
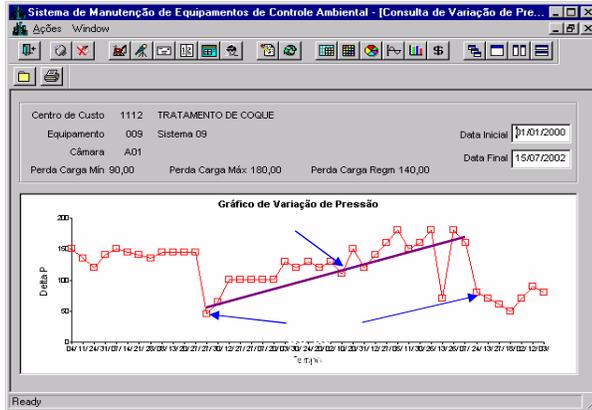


## Sistemas de Monitoramento Contínuo

- **Vantagens:**
  - Controle contínuo dos níveis de emissão
  - Permite não apenas o controle das emissões, mas também, o controle de parâmetros operacionais para otimizar a produção.
- **Desvantagem:**
  - Custo

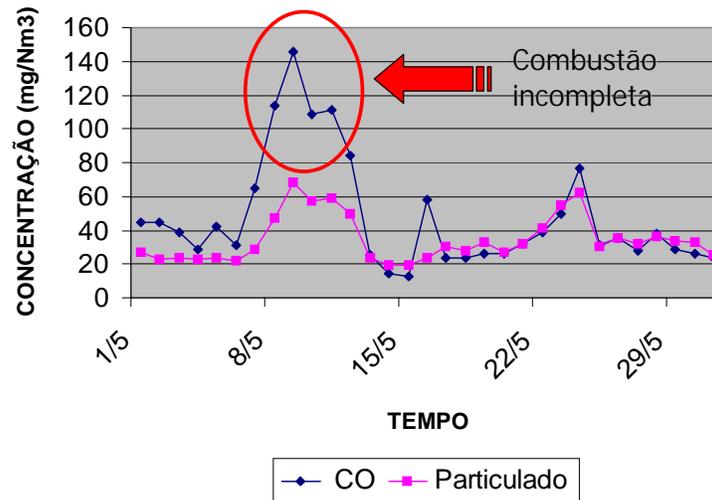
# Ferramenta de Manutenção Preditiva

## Evolução da Perda de Carga



# Análise dos parâmetros operacionais

## Caso Coqueria CST

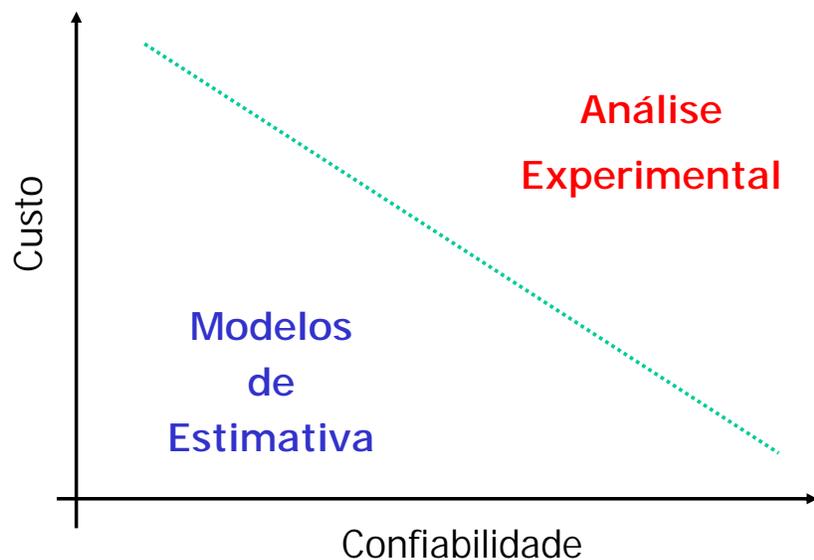


## Sistemas de Monitoramento

### Contínuo

- **Vantagens:**
  - Controle contínuo dos níveis de emissão
  - Permite não apenas o controle das emissões, mas também, o controle de parâmetros operacionais para otimizar a produção.
- **Desvantagem:**
  - Custo

## Estimativa de Fontes



## Modelos de Estimativa de Fontes

- Baseiam-se em dados coletados experimentalmente em diversas fontes de emissão semelhantes. Correlacionando **parâmetros operacionais** (ex.: tipo de combustível, volume de produção, etc.) com dados de **emissão**.
- O principal modelo de **Estimativa de Fontes de Emissão** é o **AP-42** da EPA dos EUA.

## Fatores de Emissão AP-42

Um **Fator de Emissão** é um número que relaciona a quantidade de poluentes emitidos para a atmosfera relacionada com uma atividade potencialmente poluidora. Estes fatores são, usualmente, expressos em unidades de massa de contaminante (ou poluente) dividido por unidade de comprimento, peso, distância ou duração da atividade emissora de poluentes (ex. Kg de material particulado emitido por tonelada de carvão mineral queimado).

Estes fatores facilitam significativamente a estimativa das emissões de vários tipos de fontes, pois contém uma grande base de dados. Por exemplo:

- Processos de combustão
- Aterros sanitários
- Perdas por evaporação em tanques de produtos voláteis
- Industria petroquímica
- Processamento de alimentos
- Mineração
- Industrias metalurgicas e siderurgicas
- e outros.

Dados disponíveis em:

<http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/index.html>

## Fatores de Emissão AP-42

A equação geral para a utilização dos fatores de emissão é:

$$E = A \times EF \times (1 - ER/100)$$

onde:

- E** = Emissão
- A** = Taxa de execução da atividade
- EF** = Fator de emissão característico da atividade
- ER** = % de eficiência do equipamento de controle de poluição utilizado

Table 1.3-4. CUMULATIVE PARTICLE SIZE DISTRIBUTION AND SIZE-SPECIFIC EMISSION FACTORS FOR UTILITY BOILERS FIRING RESIDUAL OIL<sup>a</sup>

Particle Size <sup>b</sup> (μm)	Cumulative Mass % ≥ Stated Size			Cumulative Emission Factor lb/10 <sup>3</sup> gal					
	Uncontrolled	Controlled		Uncontrolled <sup>d</sup>		ESP Controlled <sup>d</sup>		Scrubber Controlled <sup>e</sup>	
		ESP	Scrubber	Emission Factor	EMISSION FACTOR RATING	Emission Factor	EMISSION FACTOR RATING	Emission Factor	EMISSION FACTOR RATING
15	80	75	100	6.7A	C	0.05A	E	0.50A	D
10	71	63	100	5.9A	C	0.042A	E	0.50A	D
6	58	52	100	4.8A	C	0.035A	E	0.50A	D
2.5	52	41	97	4.3A	C	0.028A	E	0.48A	D
1.25	43	31	91	3.6A	C	0.021A	E	0.46A	D
1.00	39	28	84	3.3A	C	0.018A	E	0.42A	D
0.625	20	20	64	1.7A	C	0.007A	E	0.32A	D
TOTAL	100	100	100	8.3A	C	0.067A	E	0.50A	D

<sup>a</sup> Reference 26. Source Classification Codes 1-01-004-01/04/05/06 and 1-01-005-04/05. To convert from lb/10<sup>3</sup> gal to kg/m<sup>3</sup>, multiply by 0.120. ESP = electrostatic precipitator.

<sup>b</sup> Expressed as aerodynamic equivalent diameter.

<sup>c</sup> Particulate emission factors for residual oil combustion without emission controls are, on average, a function of fuel oil grade and sulfur content where S is the weight % of sulfur in the oil. For example, if the fuel is 1.00% sulfur, then S = 1.

No. 6 oil: A = 1.12(S) + 0.37

No. 5 oil: A = 1.2

No. 4 oil: A = 0.84

<sup>d</sup> Estimated control efficiency for ESP is 99.2%.

<sup>e</sup> Estimated control efficiency for scrubber is 94%

## Exemplo

Calcule a emissão de CO de um queimador industrial, que consome 90000 litros de óleo destilado por dia.

Consultando a Seção 1.3 da AP-42, "Fuel Oil Combustion", o fator de emissão para queimadores industriais que utilizam óleo destilado é 0,6 kilogramas de CO por 10<sup>3</sup> litros de óleo queimado. Então as emissões de CO são:

$$= \text{Fator de Emissão de CO} \times \text{Volume de óleo consumido por dia}$$

$$= 0,6 \times 90$$

$$= 54 \text{ Kg/dia}$$

Table 1.3-1. (cont.)

Firing Configuration (SCC) <sup>a</sup>	SO <sub>2</sub> <sup>b</sup>		SO <sub>x</sub> <sup>c</sup>		NO <sub>x</sub> <sup>d</sup>		CO <sup>e</sup>		Filterable PM <sup>f</sup>	
	Emission Factor (lb/10 <sup>3</sup> gal)	EMISSION FACTOR RATING								
Boilers < 100 Million Btu/hr										
No. 6 oil fired (1-02-004-02/03) (1-03-004-02/03)	157S	A	2S	A	55	A	5	A	10	B
No. 5 oil fired (1-03-004-04)	157S	A	2S	A	55	A	5	A	9.19(S)+3.22	A
No. 4 oil fired (1-03-005-04)	150S	A	2S	A	20	A	5	A	7	B
Distillate oil fired (1-02-005-02/03) (1-03-005-02/03)	142S	A	2S	A	20	A	5	A	2	A
Residential furnace (A2104004/A2104011)	142S	A	2S	A	18	A	5	A	0.4 <sup>g</sup>	B

onde S é o teor de enxofre no óleo consumido

## Qualidade dos fatores de emissão

### AP-42

- A** – Excelente. Os fatores de emissão do tipo A baseiam-se em um grande número de dados experimentais de boa confiabilidade.
- B** – Acima da média. Apesar de não tão acurados quanto os fatores do tipo A, os fatores do tipo B apresentam boa confiabilidade, e são baseados em um número razoável de dados.
- C** – Média. Apesar de não tão acurados quanto os fatores do tipo A e B, os fatores do tipo C apresentam boa confiabilidade, e são baseados em um número suficiente de dados de fontes industriais.
- D** – Abaixo da média. Baseados em um número de amostras menores que os fatores dos tipos A, B e C, ou em dados de menor confiabilidade, aumentando a incerteza de seu valor.
- E** – Pobre. Baseados em um pequeno número de amostras ou dados de baixa confiabilidade, aumentando a incerteza de seu valor.

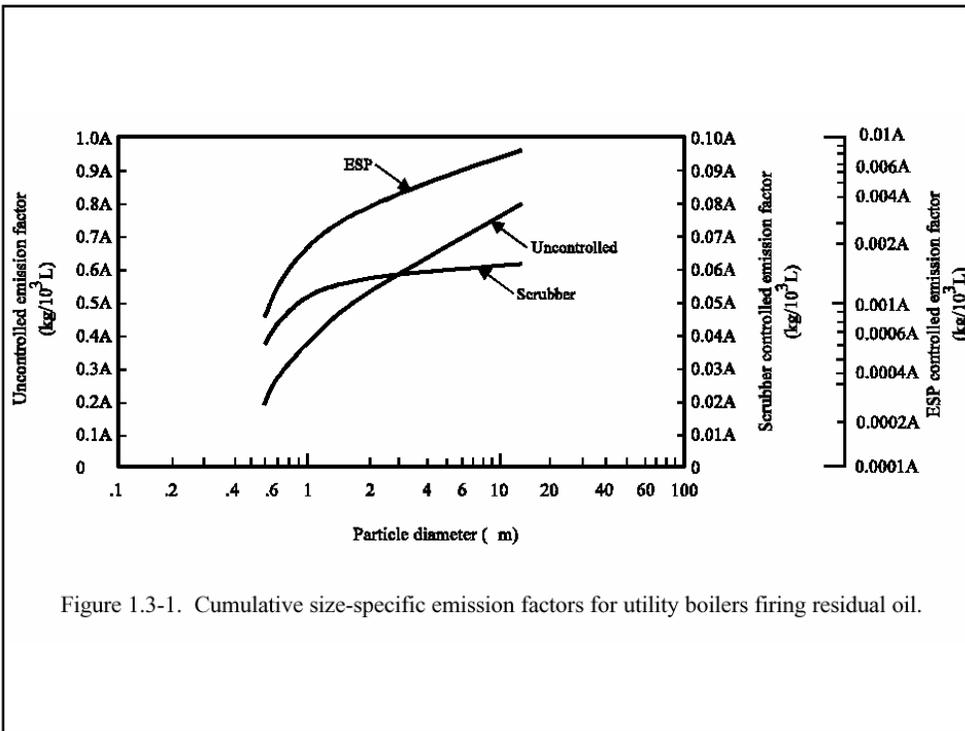


Figure 1.3-1. Cumulative size-specific emission factors for utility boilers firing residual oil.

Dados disponíveis em:

<http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/index.html>

## Exercício

A empresa XYZ pretende expandir sua fábrica instalando 2 novas usinas. Cada usina utilizará um queimador industrial do tipo tangencial, consumindo 500000 litros de óleo combustível residual com 10% de teor de enxofre por dia. Para o controle das emissões serão utilizados lavadores de gases (wet scrubbers).

O **Regulador Ambiental** da região condiciona a licença para funcionamento à apresentação do estudo de impacto ambiental das novas usinas.

De acordo com o projeto da planta industrial, as chaminés de cada usina terão as seguintes características:

Coordenada UTM X (m)	Coordenada UTM Y (m)	Altura da fonte h (m)	Vazão de gases na fonte Q (m <sup>3</sup> /s)	Temperatura do gás na saída da fonte T (K)	Diâmetro da fonte na saída do gás D (m)
369430	7757930	59	207.4	450	6.0
369470	7757920	59	230.6	450	5.7

Calcule o impacto sobre a região de maior concentração urbana situada nas coordenadas:

- $x = 365000$  m [UTM] e  $y = 7753500$  m [UTM]

Considere o vento predominante na região o vento NE de intensidade 1,5m/s (Condição de estabilidade Classe A) .Determine as concentrações de CO, SO<sub>x</sub> e PM<sub>10</sub> causadas pela implantação destas novas unidades.