

# 1º Inventário de Gases de Efeito Estufa do Estado de São Paulo: Emissões 2005

Emissões nos Setores de Refrigeração, Ar  
Condicionado, Espumas e Solventes

*Roberto A. Peixoto*

# Estimativas das Emissões de Gases de Efeito Estufa no Estado de São Paulo

- Gases controlados pelo Prot. de Kyoto: Hidrofluorcarbonos (HFCs), perfluorcarbonos (PFCs) e hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>)
- Gases controlados pelo Prot. de Montreal: clorofluorcarbonos (CFCs), hidroclorofluorcarbonos (HCFCs)

## Global Warming Potentials (100 Year Time Horizon)

Gas	GWP	
	SAR <sup>a</sup>	TAR <sup>b</sup>
Carbon dioxide (CO <sub>2</sub> )	1	1
Methane (CH <sub>4</sub> )*	21	23
Nitrous oxide (N <sub>2</sub> O)	310	296
HFC-23	11,700	12,000
HFC-125	2,800	3,400
HFC-134a	1,300	1,300
HFC-143a	3,800	4,300
HFC-152a	140	120
HFC-227ea	2,900	3,500
HFC-236fa	6,300	9,400
HFC-4310mee	1,300	1,500
CF <sub>4</sub>	6,500	5,700
C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	9,200	11,900
C <sub>4</sub> F <sub>10</sub>	7,000	8,600
C <sub>6</sub> F <sub>14</sub>	7,400	9,000
SF <sub>6</sub>	23,900	22,200

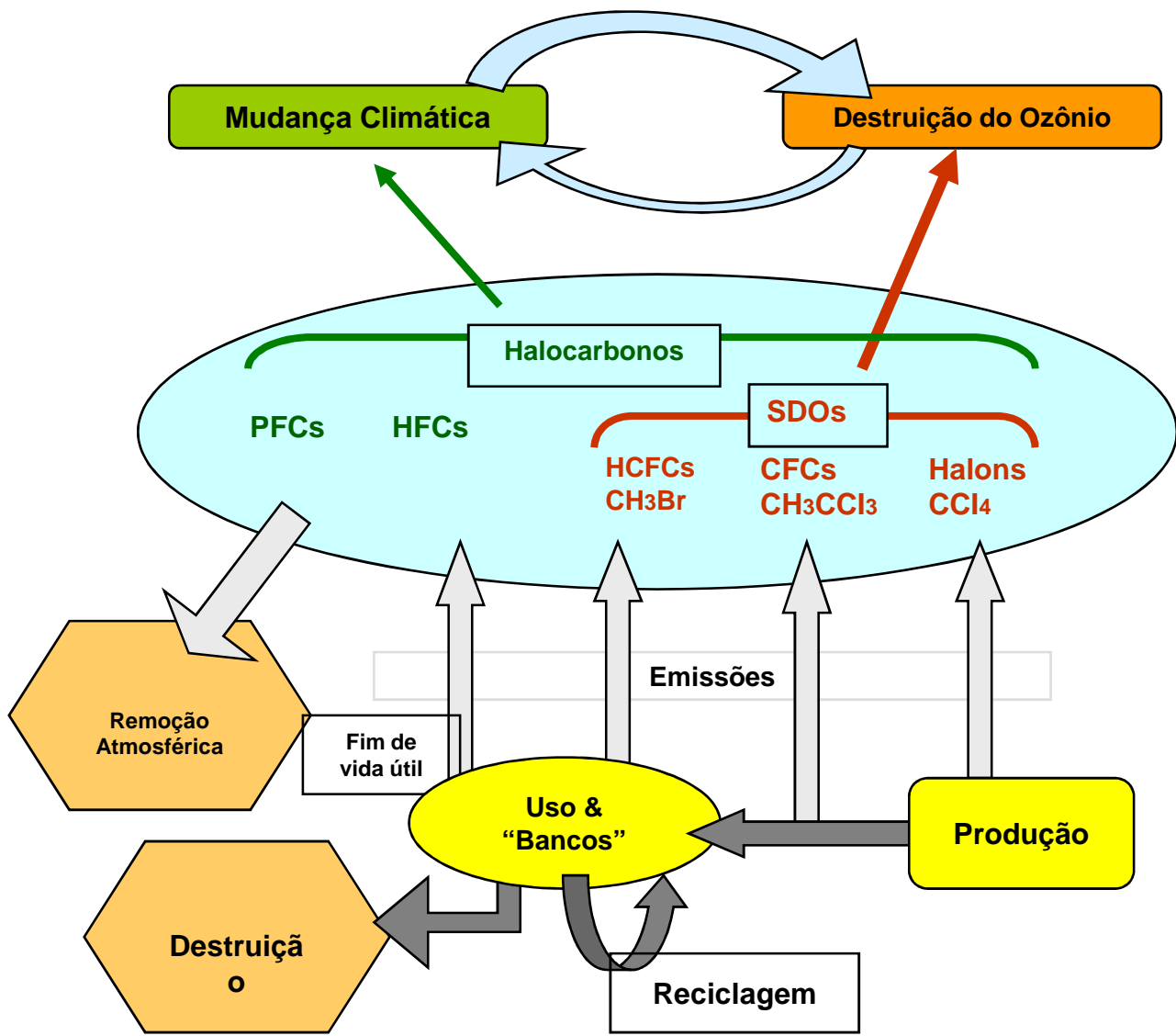
“Gases  
de Alto  
GWP”

<sup>a</sup> IPCC Second Assessment Report (1996)

<sup>b</sup> IPCC Third Assessment Report (2001)

# Substâncias Controladas pelo Prot. de Montreal

Designação	Tempo de Vida (anos)	100 anos Potencial de Aquecimento Global (SAR)	100 anos Potencial de Aquecimento Global (AR4)
CFC-11	45	3,800	4,750
CFC-12	100	8,100	10,900
CFC-13	640	10,800	16,400
CFC-113	85	4,800	6,130
CFC-114	300	8,040	8,730
CFC-115	1,700	5,310	9,990
HCFC-22	12	1,500	1,810
HCFC-123	1.3	90	77
HCFC-124	5.8	470	609
HCFC-141b	9.3	2,250	220
HCFC-142b	17.9	1,800	2,310



# Emissões de HFCs PFCs, SF<sub>6</sub>

- Emissões de perfluorcarbonos (PFCs) e hidrofluorcarbonos (HFCs), são produzidas em diversas atividades industriais não relacionadas à energia.
- Diversos HFCs, PFCs e SF<sub>6</sub> também são usados como alternativas a substâncias destruidoras da camada de ozônio (SDOs) em várias aplicações, ou consumidos em processos industriais.

# HFCs

- **Usos atuais:**
  - **refrigeração e condicionamento de ar, extinção de incêndio, aerosols, solventes, e produção de espuma.**
- **HFCs, também são emitidos de processos industriais, tais como produção de halocarbonos (por exemplo, Clorodifluormetano - HCFC-22).**

# PFCs e SF<sub>6</sub>

- PFCs são utilizados também em refrigeração, como agente de extinção de fogo, solventes e são emitidos na produção de alumínio.
- SF<sub>6</sub> é usado como isolante em equipamento elétrico de alta tensão. SF<sub>6</sub> é usado também em produção de magnésio
- Emissões de HFCs, PFCs, SF<sub>6</sub> ocorrem também na produção de semicondutores



# Estimativa de Emissões de HFCs na categoria AC e Refrigeração Estacionária

- O método Tier 2 no GPG 2000
- *Emissões Totais = Emissões na Montagem + Emissões na Operação + Emissões na Disposição*

# Estimativa de Emissões de HFCs na categoria AC e Refrigeração Estacionária

- *Emissões na montagem = (Total de HFC e PFC utilizado como carga no ano t) • k / 100*
- *Emissões durante a operação = (Total de HFC e PFC em estoque no ano t) • X/ 10*
- *Emissões na disposição final = (carga de HFC e PFC no ano t-n) • (y ) • (1 - z ) - (Total destruído intencionalmente).*

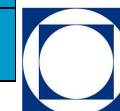
# Fatores de Emissão

Aplicação	Carga (kg)	Tempo de vida (anos)	Fatores de emissão (% de carga inicial/ano)		
			Emissão Inicial	Emissão durante o tempo de vida	Emissão na Disposição Final (eficiência de recolhimento)
Refrigeração Doméstica	$0.05 \leq e \leq 0.5$	$12 \leq t \leq 15$	$0.2 \leq e \leq 1$	$0.1 \leq e \leq 0.5$	70% restante
Equipamentos Compactos de Refrigeração Comercial	$0.2 \leq e \leq 6$	$8 \leq t \leq 12$	$0.5 \leq e \leq 3$	$1 \leq e \leq 10$	$70 \leq r \leq 80\%$ restante
Refrigeração Comercial Médio & Grande Porte	$50 \leq e \leq 2000$	$7 \leq t \leq 10$	$0.5 \leq e \leq 3$	$10 \leq e \leq 30$	$80 \leq r \leq 90\%$ restante
Transporte Refrigerado	$3 \leq e \leq 8$	$6 \leq t \leq 9$	$0.2 \leq e \leq 1$	$15 \leq e \leq 50$	$70 \leq r \leq 80\%$ restante
Refrigeração Industrial incluindo Processamento de Alimentos e Armazenagem Frigorificada	$10 \leq e \leq 10K$	$10 \leq t \leq 20$	$0.5 \leq e \leq 3$	$7 \leq e \leq 25$	$80 \leq r \leq 90\%$ restante
Unidades Resfriadoras de Líquidos ( <i>chillers</i> )	$10 \leq e \leq 2000$	$10 \leq t \leq 30$	$0.2 \leq e \leq 1$	$2 \leq e \leq 15$	$80 \leq r \leq 95\%$ restante
Ar Condicionado Residencial e Comercial incluindo Bombas de Calor	$0.5 \leq e \leq 100$	$10 \leq t \leq 15$	$0.2 \leq e \leq 1$	$1 \leq e \leq 5$	$70 \leq r \leq 80\%$ restante

Nota: Perdas na Distribuição = 2 para 10% de vendas anuais de refrigerante. Análises de Emissões de Refrigerante resultante da disposição indevida de cilindros.

Fonte: IPCC, 2000

INSTITUTO MAUÁ DE TECNOLOGIA



**MAUÁ**

# Espumas

- **Espuma de célula aberta**
  - *Emissões de HFCs ou PFCs no ano  $t = 100\%$  da quantidade de HFCs ou PFCs comercializados para produção de espumas de célula aberta no ano  $t$*
- **Espuma de célula fechada**
  - *Emissões de HFCs ou PFCs no ano  $t = 10\%$  da quantidade total de HFC ou PFC usado na fabricação de espuma isolante no ano em  $t + 4,5\%$  da quantidade de HFC ou PFC originalmente utilizada na espuma fabricada entre o ano  $t$  e  $t - 20$*

# Aerosols

- *Emissões de HFCs no ano  $t$  = 50% da quantidade de HFCs contida em aerosols vendidos no ano  $t$  + 50% da quantidade de HFCs contida em aerosols vendidos no ano  $t-1$*

# Solventes

*– Emissões de HFCs no ou PFCs ano  $t$  = 50% da quantidade de HFCs ou PFCs vendida para aplicações como solventes no ano  $t$  + 50% da quantidade de HFCs ou PFCs vendida para aplicações como solventes no ano  $t-1$*

# Estimativa de Emissões de SF<sub>6</sub> de Equipamentos Elétricos e Outras Fontes

- *Emissões Totais = Emissões na fabricação + Emissões na Instalação + Emissões no uso + Emissões na disposição*

# **A Questão da Disponibilidade de Dados**

- **Normalmente há dificuldades em coletar dados**
- **Questões de confidencialidade/sigilo comercial**
- **Alternativa: bases de dados globais e regionais com informações sobre atividade histórica e atual (consumo) para aplicações específicas e sub-aplicações**



## Resumo dos Resultados Obtidos 2005

Setor	Substâncias	Emissões Totais t CO <sub>2</sub> eq.
Refrigeração e Ar Condicionado	CFC-12, HCFC-22 HFC-134a	5.521.839
Espumas	CFC-11, HCFC-141b HFC-134a	1.815.530
Solventes Aerossóis	CFC-113 CFC-11 CFC-12	742.368
Equipamentos Elétricos	SF <sub>6</sub>	11.950