

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 (SF₆)
- Gases controlados pelo Prot. de Montreal: clorofluorcarbonos (CFCs), hidroclorofluorcarbonos (HCFCs)

Global Warming Potentials (100 Year Time Horizon)

Gas	GWP	
	SAR ^a	TAR ^b
Carbon dioxide (CO ₂)	1	1
Methane (CH ₄)*	21	23
Nitrous oxide (N ₂ 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 ₄	6,500	5,700
C ₂ F ₆	9,200	11,900
C ₄ F ₁₀	7,000	8,600
C ₆ F ₁₄	7,400	9,000
SF ₆	23,900	22,200

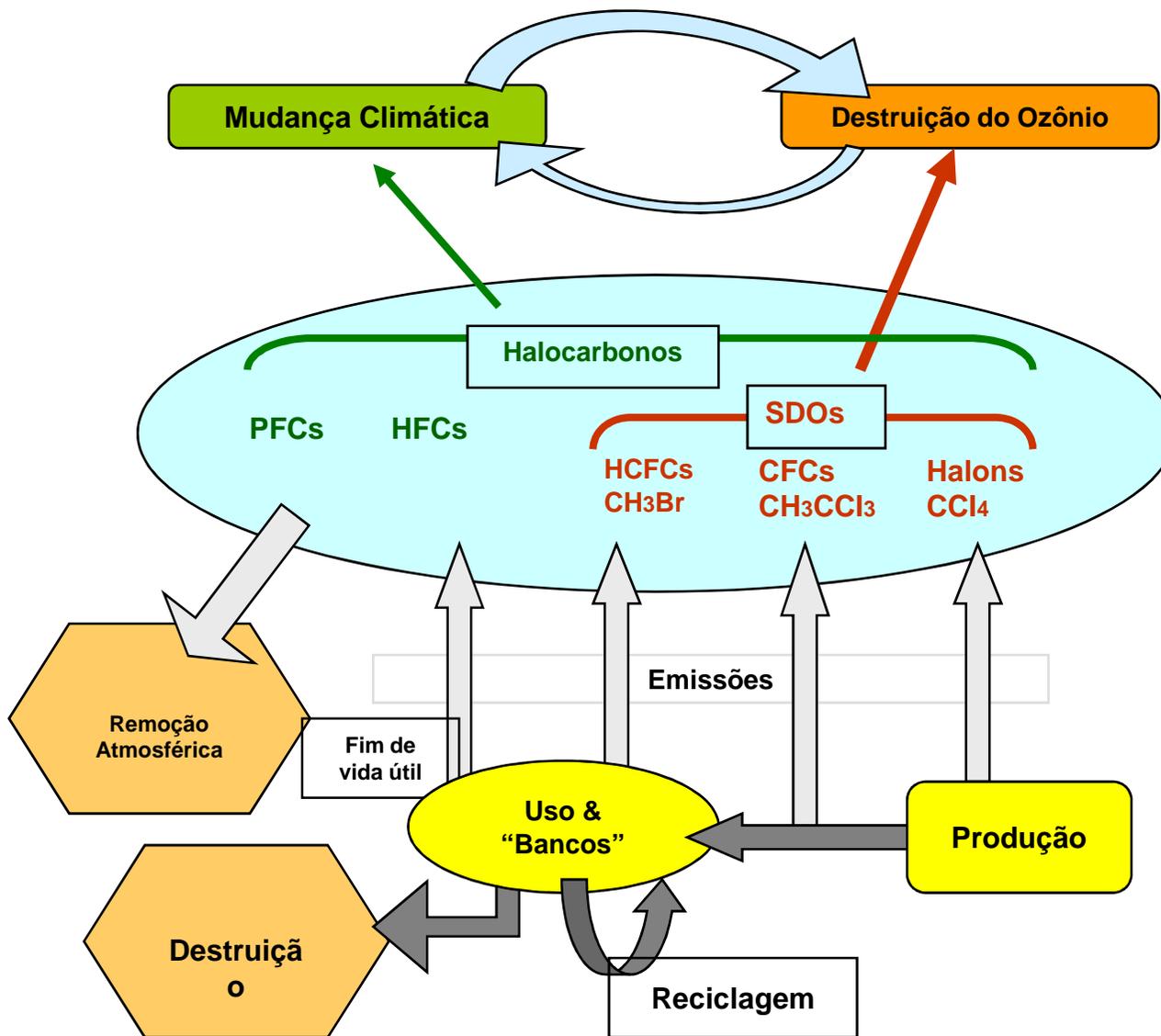
“Gases
de Alto
GWP”

^a IPCC Second Assessment Report (1996)

^b 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, SF₆

- Emissões de perfluorcarbonos (PFCs) e hidrofluorcarbonos (HFCs), são produzidas em diversas atividades industriais não relacionadas à energia.
- Diversos HFCs, PFCs e SF₆ 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 SF₆

- PFCs são utilizados também em refrigeração, como agente de extinção de fogo, solventes e são emitidos na produção de alumínio.
- SF₆ é usado como isolante em equipamento elétrico de alta tensão. SF₆ é usado também em produção de magnésio
- Emissões de HFCs, PFCs, SF₆ 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 SF₆ 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 ₂ 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 ₆	11.950