

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

- PT1** Hidrofluorcarbonos (HFCs), perfluorcarbonos (PFCs) e hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>), clorofluorcarbonos (CFCs), hidroclorofluorcarbonos (HCFCs), vários setores
- PT2** Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O); e indiretos: monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) e os compostos orgânicos voláteis não metano (NMVOC) para os setores de transporte rodoviário e aéreo

# Situação Atual PT1

- Espumas (HFC-134a, CFC-11, HCFC-141b)
  - 2 relatórios
  - Metodologias, levantamento de dados
  - Estimativa de emissões
- Refrigeração e Ar Condicionado (HFC-134a, HFC-125, HFC-143a, HCFC-22, CFC-12)
  - 2 relatórios
  - Metodologias, levantamento de dados
  - Estimativa parcial de emissões

# Situação Atual PT1

- Solventes (CFC-11, HCFC-141b)
- Aerossóis (HFC-134a, CFC-12)
- Produção de Alumínio (PFCs, CO<sub>2</sub>)
- Equipamentos Elétricos (SF<sub>6</sub>)
  - 4 relatórios
  - Metodologias, levantamento de dados
  - Estimativa de emissões

# Estimativa de Emissões Refrigeração e Ar Condicionado

- Emissão = Carga Instalada<sub>i</sub> x fator de Emissão<sub>i</sub>
- i = tipo de aplicação

# Estimativa de Emissões Refrigeração e Ar Condicionado

## Fatores de Emissão

Application	Charge (kg)	Lifetimes (years)	Emission Factors (% of initial charge/year)		
			Factor in Equation	(k)	(x)
	( $E_{i,charge}$ )	(n)	Initial Emission	Lifetime Emission	End-of-Life Emission (recovery efficiency)
Domestic Refrigeration	$0.05 \leq c \leq 0.5$	$12 \leq t \leq 15$	$0.2 \leq e \leq 1$	$0.1 \leq e \leq 0.5$	70% of remainder
Stand-alone Commercial Applications	$0.2 \leq c \leq 6$	$8 \leq t \leq 12$	$0.5 \leq e \leq 3$	$1 \leq e \leq 10$	$70 \leq r \leq 80\%$ of remainder
Medium & Large Commercial Refrigeration	$50 \leq c \leq 2000$	$7 \leq t \leq 10$	$0.5 \leq e \leq 3$	$10 \leq e \leq 30$	$80 \leq r \leq 90\%$ of remainder
Transport Refrigeration	$3 \leq c \leq 8$	$6 \leq t \leq 9$	$0.2 \leq e \leq 1$	$15 \leq e \leq 50$	$70 \leq r \leq 80\%$ of remainder
Industrial Refrigeration including Food Processing and Cold Storage	$10 \leq c \leq 10K$	$10 \leq t \leq 20$	$0.5 \leq e \leq 3$	$7 \leq e \leq 25$	$80 \leq r \leq 90\%$ of remainder
Chillers	$10 \leq c \leq 2000$	$10 \leq t \leq 30$	$0.2 \leq e \leq 1$	$2 \leq e \leq 15$	$80 \leq r \leq 95\%$ of remainder
Residential and Commercial A/C, including Heat Pumps	$0.5 \leq c \leq 100$	$10 \leq t \leq 15$	$0.2 \leq e \leq 1$	$1 \leq e \leq 5$	$70 \leq r \leq 80\%$ of remainder

Note: Distribution Losses = 2 to 10% of annual sales of refrigerant (leak left in the tanks from and losses during transfer (ICF 1998). Analysis of Refrigerant Emissions Resulting from Improper Disposal of 30-lb Cylinders. Prepared by ICF Incorporated, Washington, DC. June 2, 1998).

It should be noted that each country will use its own national data when preparing its national greenhouse gas inventory.

Source: Clodic (1999).

# Situação Atual PT2

- Transporte rodoviário e aéreo ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$ , NMVOC)
  - 4 relatórios
  - Metodologias, levantamento de dados
  - Estimativas parciais de emissões:  
transporte rodoviário veículos leves e pesados; transporte aéreo

# **Estimativa das emissões dos GEE – CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O do setor de transporte rodoviário e aéreo do Estado de São Paulo**

# Transporte Rodoviário



# Metodologia

Dividido em:

- Veículos Leves (Automóveis e Comerciais Leves)
- Veículos Pesados (Caminhões e Ônibus)

Referências:

- IPCC – Guia Revisado de 1996
- IPCC – Guia de Boas Práticas 2000

# CO<sub>2</sub> – “Tier 2”

$$E = \sum_i \sum_j (FE_{ij} * C_{ij})$$

onde

E = Emissão de CO<sub>2</sub>

[g GEE]

FE = Fator de Emissão

[g GEE/l comb]

C = Combustível Consumido

[l]

i= Tipo de veículo

j= Tipo de Combustível

$$C_{ij} = F_{ij} * d_{ij} * q_{ij}$$

onde

F = Frota de Veículos

[unidades]

d = Distância Média Anual Percorrida

[km]

q = consumo combustível por quilometro

[l/km]

# CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O– “Tier 3”

$$E = \sum_i \sum_j \sum_k (FE_{ijk} * n_{ijk} * d_{ijk})$$

onde

E = Emissão de GEE [kg de GEE]

FE = Fator de Emissão [kg de GEE/km]

F = Frota de Veículos [unidades]

d = Distância Média Anual Percorrida [km]

i = Tipo de veículo

j = Tipo de Combustível

k = Tipo de Tecnologia de Controle de Poluição

# Dados

## Frota de Veículos:\*

- Dados Licenciamento Veículos Novos – ANFAVEA
    - Dados disponíveis período 1980 a 2008
  - Curva de Sucateamento: Veículos Leves (40 anos) – Petrobrás  
Veículos Pesados (30 anos) – IEMA
- Faltam dados anteriores a 1980

## Fatores de Emissão:

- Veículos Leves e Pesados – Cetesb

## Consumo de Combustível por quilometro:

- Dados de Autonomia Veículo – Cetesb

## Distância Média Anual Percorrida:\*

- Veículos Leves e Pesados – IEMA. Baseado no consumo de combustível

\* À confirmar

# Estimativas

Colaboração do IEMA para estimar os dados de Frota e Distância Percorrida

Os cálculos da estimativa de emissão serão realizados quando forem definidos os dados acima.

# Transporte Aéreo

# Metodologia

## Referências:

- IPCC 1996
- IPCC 2000
- IPCC 2006 (somente valores default para fator de emissão)

Separam as emissões de origem de vôos domésticos e internacionais



Utilizado: “Tier 2a” para período de 1990 a 1997

“Tier 2b” para o período de 1998 a 2008, pois para este período há dados de aterrissagem e decolagem por tipo de aeronave.

Para o “Tier 2”, o vôo apresenta 2 estágios:

- LTO – altitude abaixo de 914m, inclui todas as atividades próximas ao aeroporto
- Cruzeiro – vôo com altitude superior a 914m

# “Tier 2a” e “Tier 2b”

Dados de LTO anual

Dados de LTO por  
tipo de Aeronave

$$E = E_{LTO} + E_c$$

onde

E = Emissão de GEE [t]

$E_{LTO}$  = Emissão durante estágio de LTO [t]

$E_c$  = Emissão durante estágio de Cruzeiro [t]

i= Tipo de veículo

j= Tipo de Combustível

$$E_{LTO} = LTO * FE_{LTO}$$

onde

LTO = N° operações LTO [unidade]

$FE_{LTO}$  = Fator de Emissão por LTO [kg/LTO]



$$CC_{LTO} = LTO * C_{LTO}$$

onde

$CC_{LTO}$  = Consumo de Combustível em LTO [t]

$C_{LTO}$  = Consumo Combustível por LTO [t]

i= Tipo de veículo

j= Tipo de Combustível

$$E_C = (CC_T - CC_{LTO}) * FE_C$$

onde

$E_C$  = Emissão durante estágio de Cruzeiro [t]

$CC_T$  = Consumo Combust. Total no vôo [kg/LTO]

$FE_C$  = Fator de Emissão para Cruzeiro [kg GEE/t combust]

# Dados

Dados	1990 a 1997 “Tier 2a”	1998 a 2008 “Tier 2b”
LTO	INFRAERO	ANAC
Fatores de Emissão	IPCC 1996	IPCC 2006
Consumo Combustível SP	ANP	ANP

# Estimativas

Para o período de 1998 a 2008

- foram feitas estimativas GEE apenas para vôos domésticos;
- vôos internacionais: Dados LTO ANAC < Dados LTO INFRAERO – Esta diferença pode estar na contagem de pousos e decolagens de helicópteros etc pela INFRAERO. Tal informação será confirmada por técnico da ANAC)

Para o período de 1990 a 1997:

- Ainda não foram realizadas estimativas dos GEE, pois estão sendo aguardados dados desagregados de consumo de combustível para vôos domésticos e internacionais.