

8 a 10 de junho de 2010

São José dos Campos - SP - Brasil



# SEMINÁRIO - FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA NA AVIAÇÃO

REALIZAÇÃO



**Organização Brasileira  
para o Desenvolvimento  
da Certificação Aeronáutica**

APOIO INSTITUCIONAL



**ANAC**  
Agência Nacional de Aviação Civil - Brasil

Sindicato Nacional das Empresas Aeroviárias  
**SNEA**

PATROCÍNIO

**MAGNETI  
MARELLI**

*Relatório de Emissões*

**Relatório Nacional de Emissões de  
Gases de Efeito Estufa na Aviação  
Civil**

*Alexandre Filizola NEPA/SAR  
São José dos Campos, Junho de 2010*



## *Objetivo*

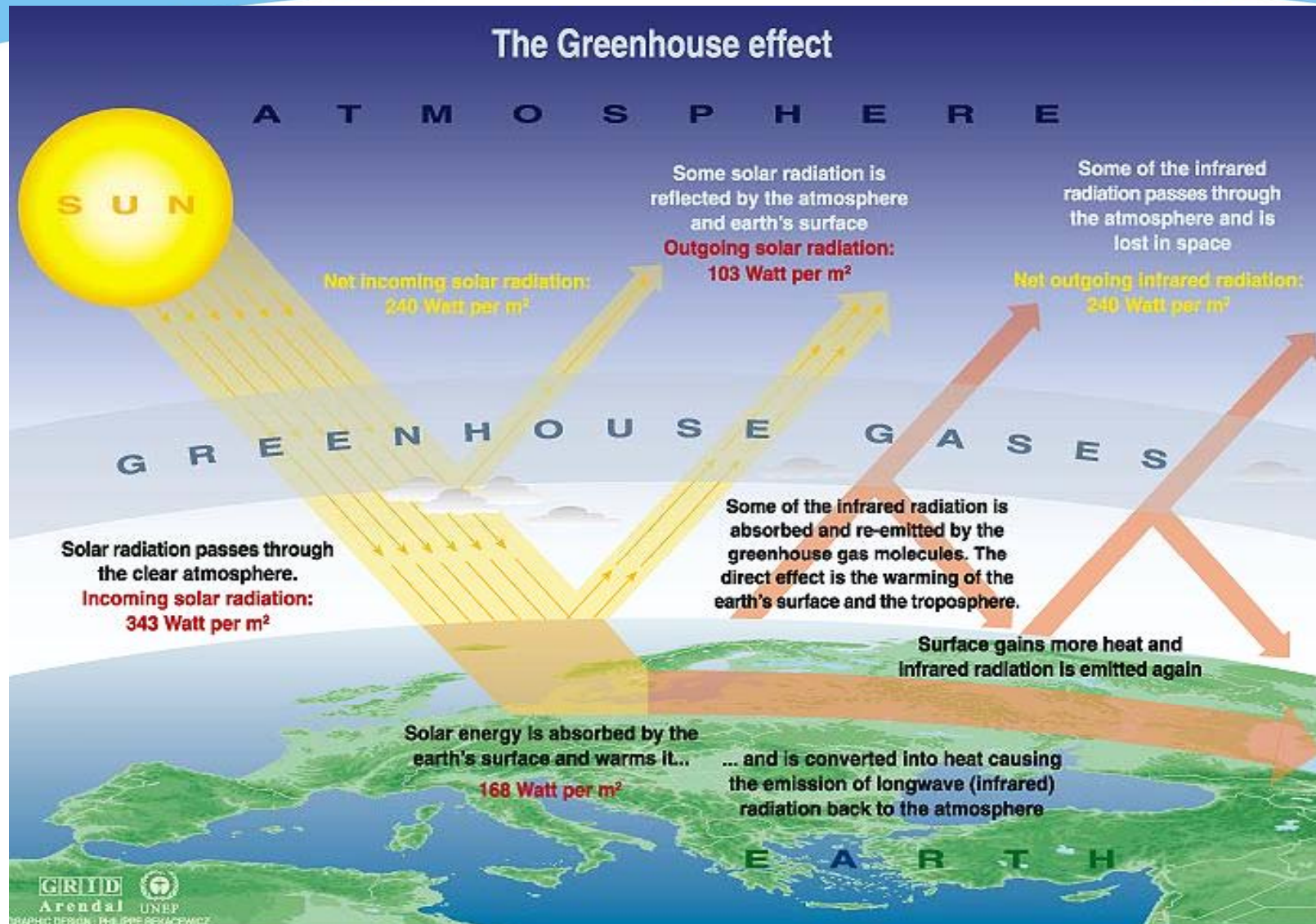
**Apresentar o trabalho que tem sido desenvolvido dentro da ANAC de forma a contribuir na elaboração do Inventário Nacional de Gases de Efeito Estufa, e seus possíveis desdobramentos.**

# *Introdução*

**As mudanças climáticas globais têm sido, recentemente, consideradas como um problema de grande relevância. Dentre os fatores mais intensamente pesquisados está a questão do controle das emissões de gases de efeito estufa.**

**Neste contexto os inventários de emissões antrópicas (ou seja, causadas por atividade humana), ganham grande importância, como forma de mensurar o problema, servindo de subsídio para a adoção de medidas mitigadoras.**

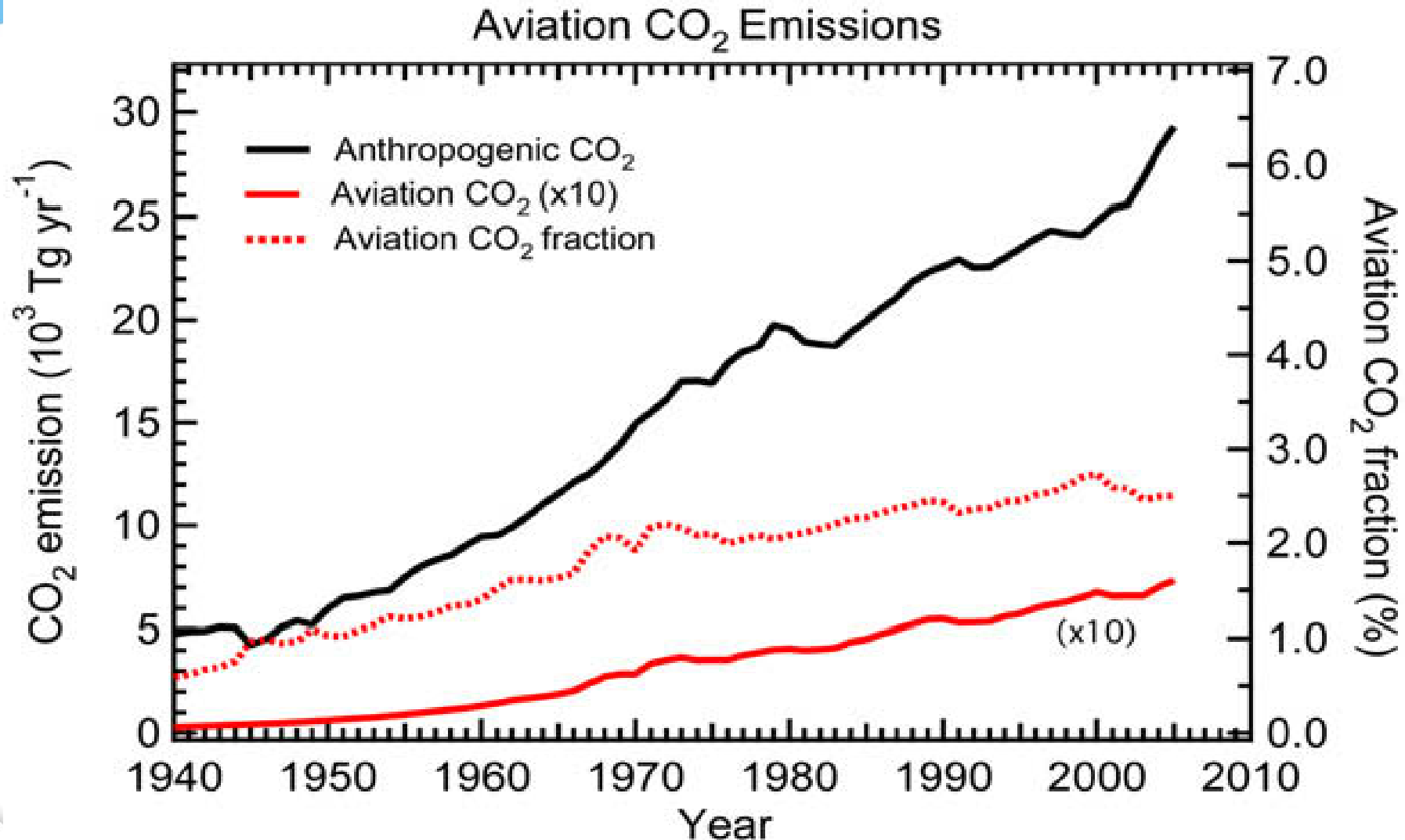
# Introdução: Termodinâmica da Atmosfera - Esquema Simplificado



Sources: Okanagan university college in Canada, Department of geography, University of Oxford, school of geography; United States Environmental Protection Agency (EPA), Washington; Climate change 1995, The science of climate change, contribution of working group 1 to the second assessment report of the intergovernmental panel on climate change, UNEP and WMO, Cambridge university press, 1996.

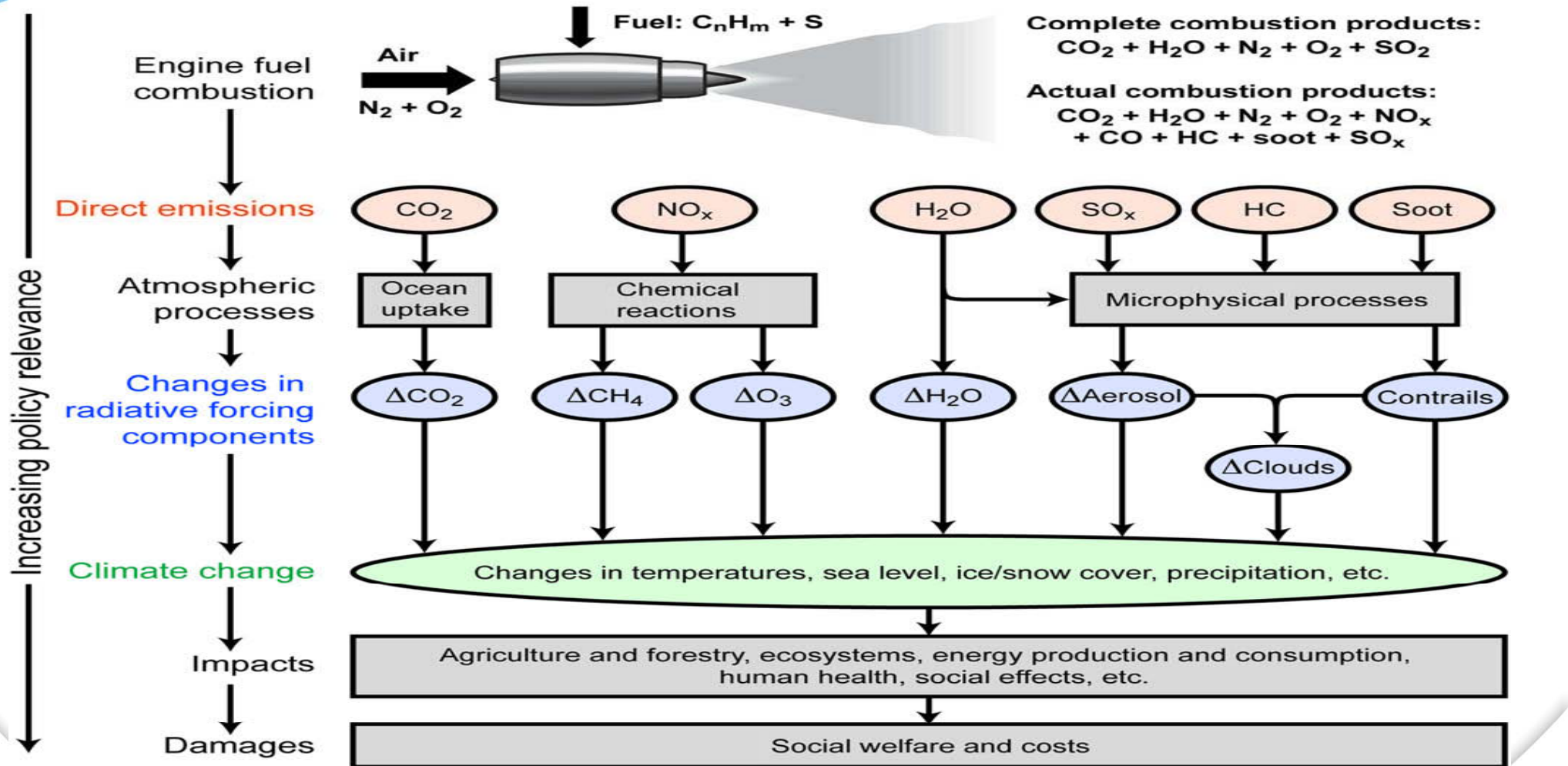


# Introdução : A Questão do Aumento das Emissões



# Introdução : O Impacto das Emissões Aeronáuticas no Clima

## Aircraft emissions and climate change



D.S. Lee et al. / Atmospheric Environment 43 (2009) 3520–3537

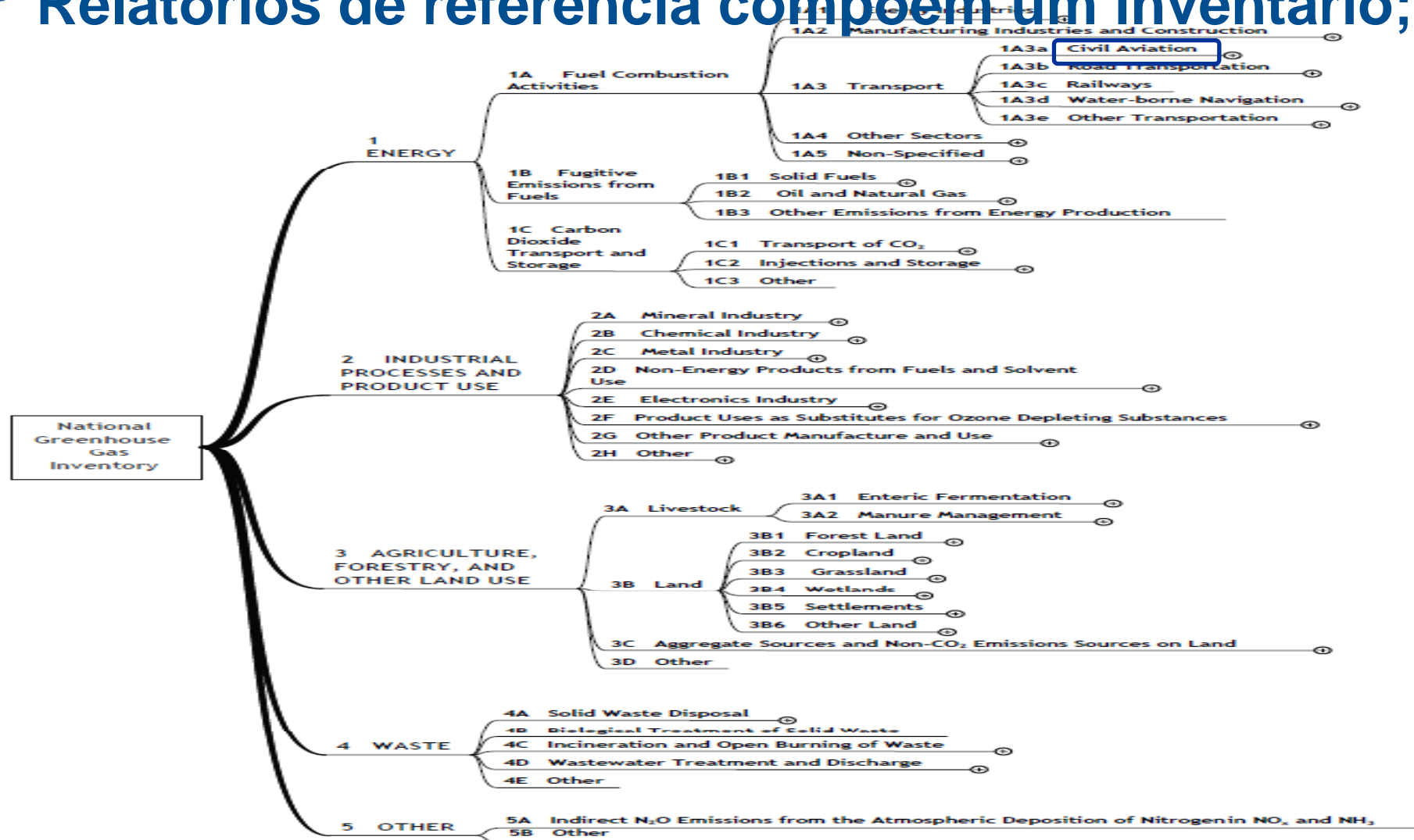
# Objetivos : Inventário de Emissões

- ✈ **Necessidade de se quantificar as emissões e suas fontes e sumidouros:**
  - ✓ Informar ao público e aos responsáveis pela política ambiental;
  - ✓ Definir prioridades, identificando as atividades e os responsáveis pelos problemas;
  - ✓ Dar suporte à definição de objetivos explícitos e restrições;
  - ✓ Ajudar na avaliação dos impactos ambientais de diferentes estratégias e projetos;
  - ✓ Dar subsídio à avaliação dos custos e benefícios ambientais de diferentes políticas;
  - ✓ Monitorar se as ações, e os responsáveis por elas, estão cumprindo os objetivos planejados.



# Estrutura dos Inventários Nacionais - IPCC

Relatórios de referência compõem um inventário;



# *Processo de Elaboração do Inventário*

## **Requisitos observados na elaboração do inventário**

- ✓ Inventário deve ser completo;
- ✓ Acurado;
- ✓ Transparente;
- ✓ Comparável;
- ✓ Consistente;
- ✓ Ser submetido a processo de controle de qualidade.

# Processo de Elaboração do Inventário

- **Diretriz Técnica Básica - Documentos elaborados pelo Painel Intergovernamental de Mudança Global do Clima (IPCC)**
  - ✓ “Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Inventories” publicado em 1997;
  - ✓ “Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories” publicado em 2000;
  - ✓ “2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories” publicado em 2006.

# Metodologias - IPCC

- Tier 1 - Aproximação Top-Down
  - Consumo de combustível \* Fator de emissão;
  - Consumo de ciclo Landing-takeoff (LTO) e de cruzeiro estimado em conjunto.
- Tier 2 - Aproximação Bottom-Up
  - Emissão LTO: Nro LTOs \* Fator de emissão;
  - Emissão Cruzeiro: Combustível (Total- LTO) \* Fator de emissão;
  - Por tipo de aeronave.
- Tier 3 - Aproximação Bottom-Up
  - Necessita dos dados de movimento de cada aeronave;
  - Calcula o consumo baseado na origem e destino de cada voo;
  - Utiliza modelos computadorizados de emissões.

Simplicidade

Precisão

# *Fontes de Dados – Relatório de Referência*

## Fontes de dados utilizadas na elaboração do Relatório de Referência da Aviação

- ✓ Anuário do Transporte Aéreo Vol. I e II. (ANAC);
- ✓ Estatísticas Anuais. (ANP);
- ✓ Balanço Energético Nacional (BEM) publicação anual do Ministério das Minas e Energia;
- ✓ BIMTRA – Base de Informações do Movimento de Tráfego Aéreo (DECEA).



# Premissas – Relatório de Referência

## Combustível de aviação

### ✓ AVGAS;

- ✓ Utilização somente em Aviação Geral;
- ✓ Consumo em vôos internacionais considerado desprezível;
- ✓ Considerado desprezível a estocagem de combustível pelos usuários finais;
- ✓ Consideradas desprezíveis perdas e vazamentos, evaporação e etc...;
- ✓ Metodologia aplicada Tier1 (1990-2007).

# Premissas – Relatório de Referência

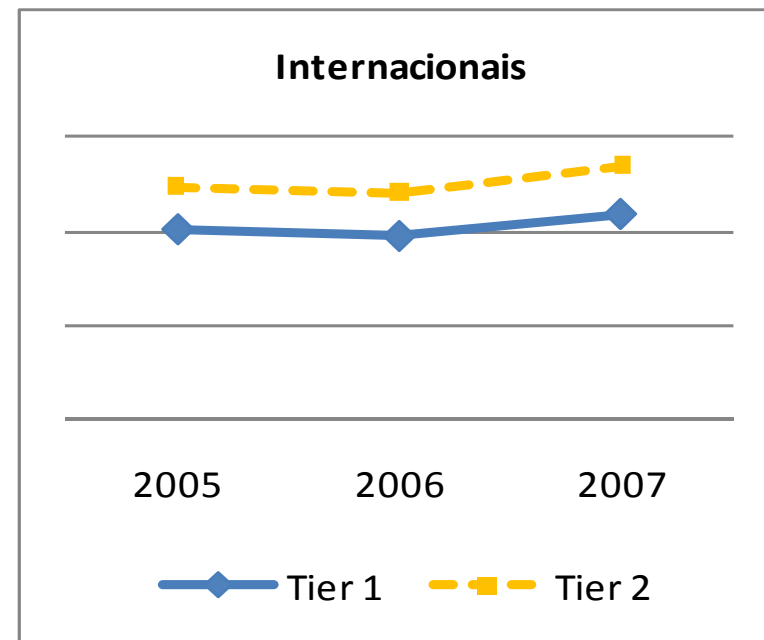
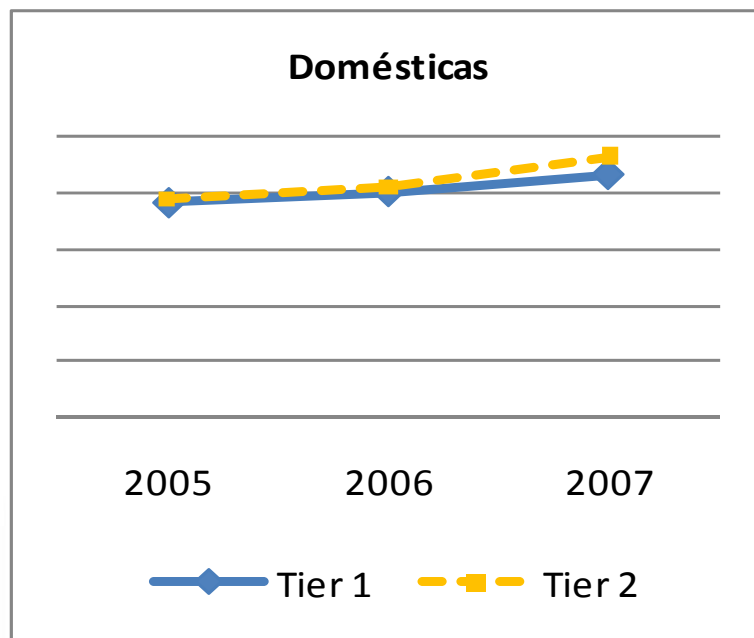
## Combustível de aviação

✓ QAV;

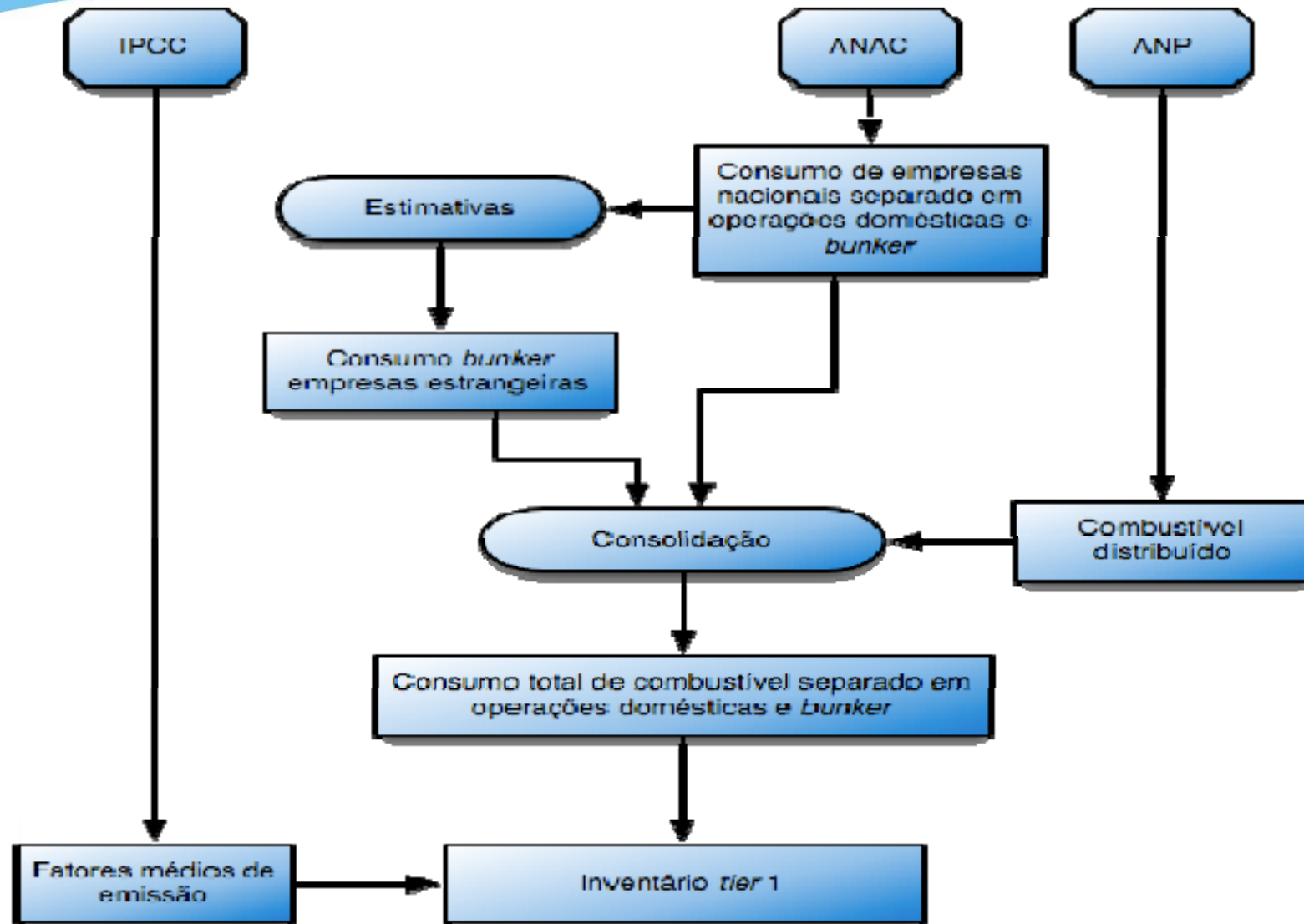
- ✓ Considerada utilização em serviços aéreos regulares e aviação suplementar;
- ✓ Estimada proporcionalidade entre quantidade de vôos e consumo de combustível para vôos internacionais de companhia estrangeiras (Tier2);
- ✓ Criação de uma tabela de conversão de tipos de aeronaves;
- ✓ Considerado desprezível a estocagem de combustível pelos usuários finais;
- ✓ Consideradas desprezíveis perdas e vazamentos, evaporação e etc...;
- ✓ Metodologia aplicada Tier1 (1990-2007) e Tier2 (2005-2007);

# Tratamento de Dados – Estabelecimento de uma Série Temporal Consistente

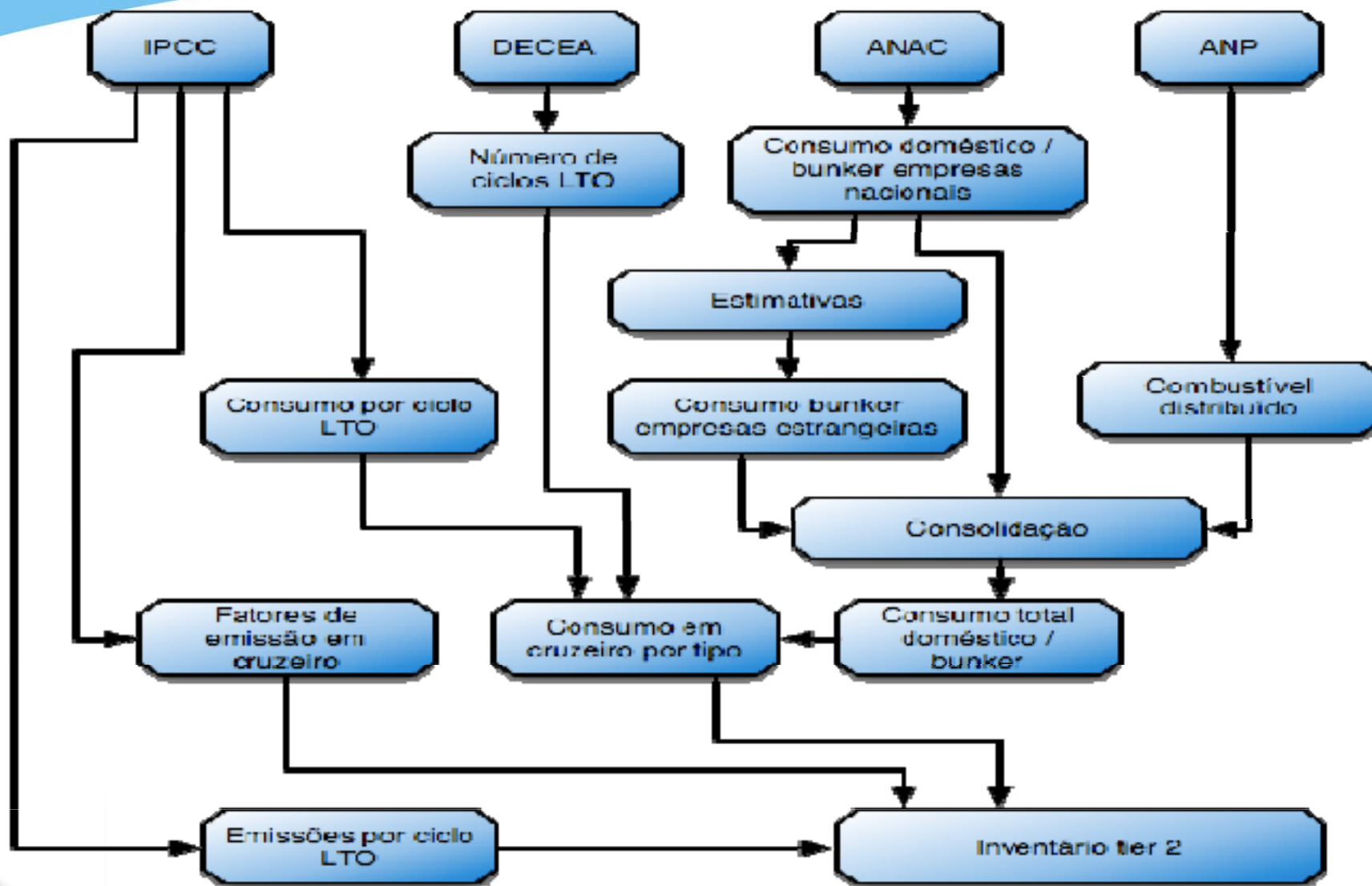
- ✈ **Nas situações em que se aplicam Tiers diferentes**
  - ✓ Para estabelecer o fator de ajuste, utiliza-se os anos em que seja possível calcular as emissões utilizando ambos os Tiers. ( Abaixo exemplo de ajuste para emissão de NOx )



# Etapas do projeto – Inventário TIER1



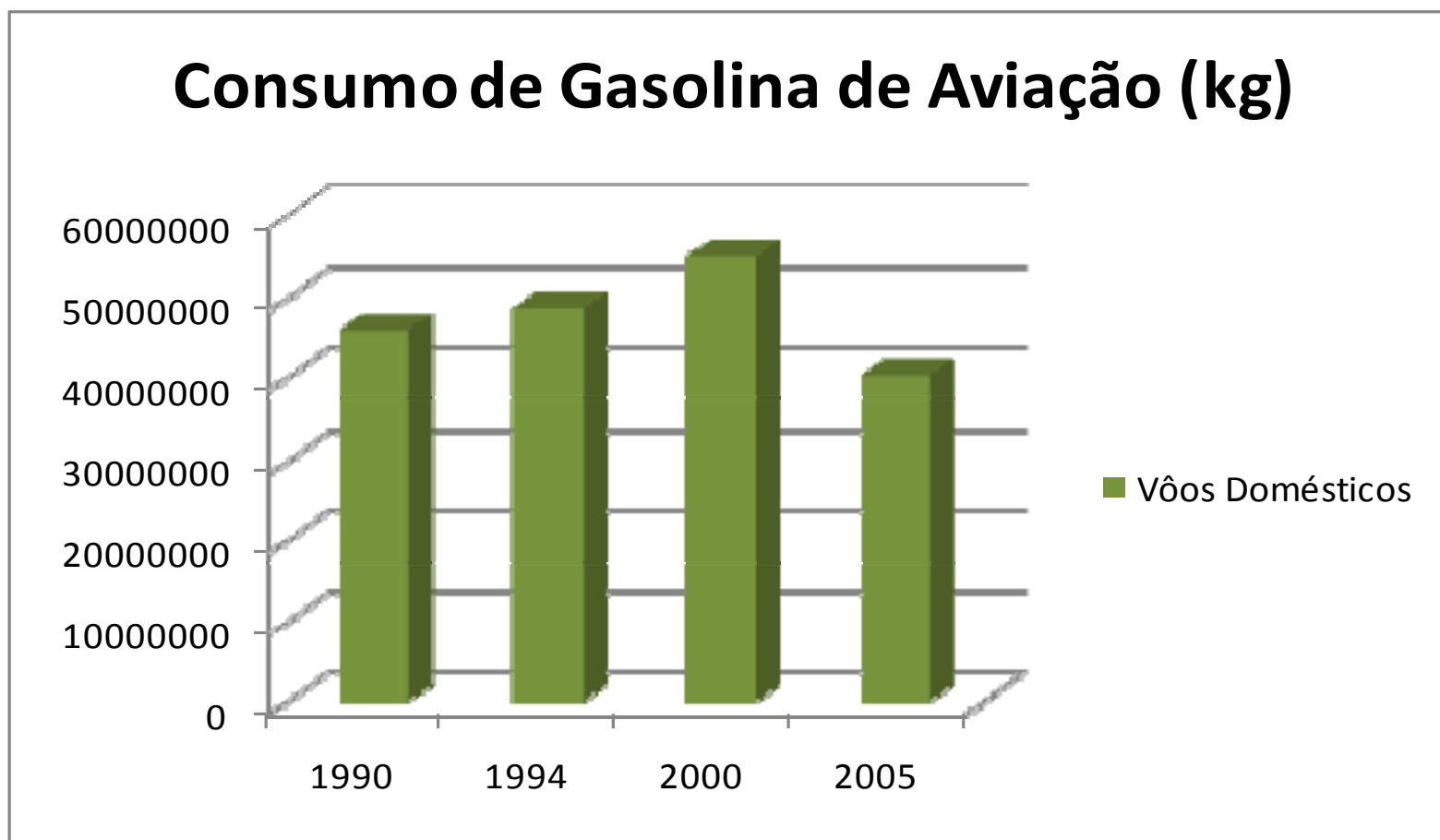
# Etapas do projeto – Inventário TIER2





## Resultados – Por Ano Base

- ✈ Observa-se uma redução do consumo de gasolina de aviação de 12,0% entre 1990 e 2005.

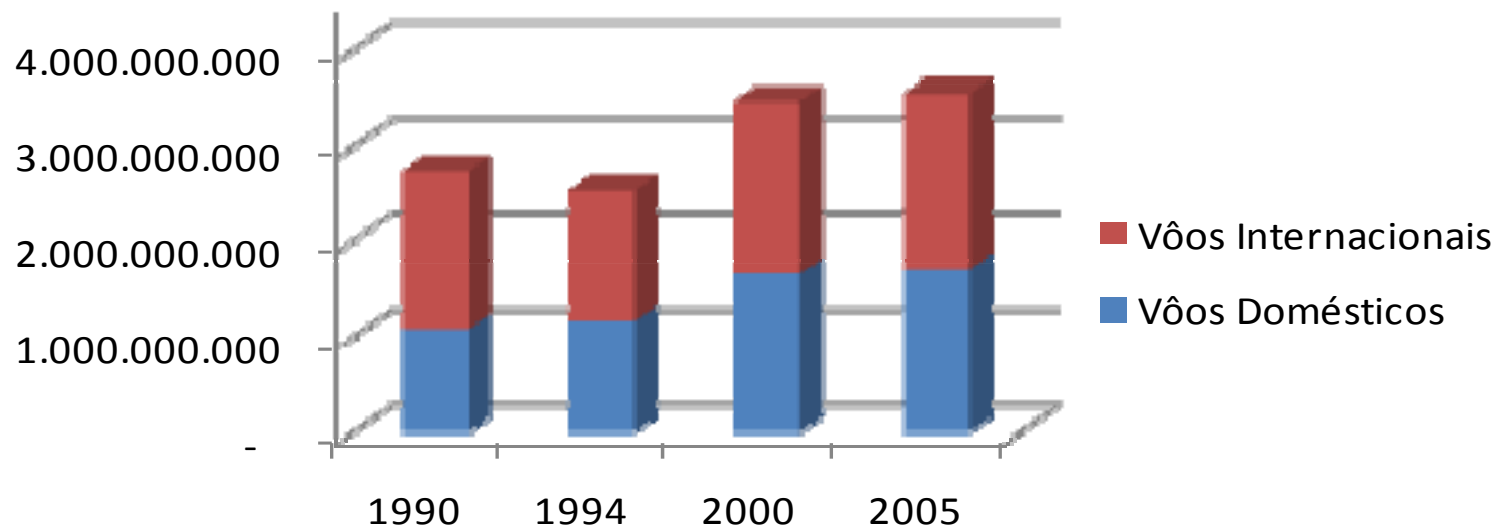


## Resultados – Por Ano Base



Observa-se um aumento de 56,3% no consumo de querosene de aviação para transporte doméstico e 11,0% no consumo de querosene de aviação no transporte internacional no período de 1990 a 2005.

### Consumo de Querosene de Aviação (kg)



# Emissões inventariadas

1990 a 2007

## → Gases com impacto direto no efeito estufa – Protocolo de Quioto

- ✓ Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)
- ✓ Metano (CH<sub>4</sub>)
- ✓ Óxido nitroso (N<sub>2</sub>O)

## → Precursores e SO<sub>2</sub>

- ✓ Óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>)
- ✓ Monóxido de carbono (CO)
- ✓ Composto orgânicos voláteis (NMVOCs), exceto Metano
- ✓ Dióxido de enxôfre (SO<sub>2</sub>)

Consulta pública até 25/06/10 :

<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/317974.html>

## Alguns Resultados - Consolidados

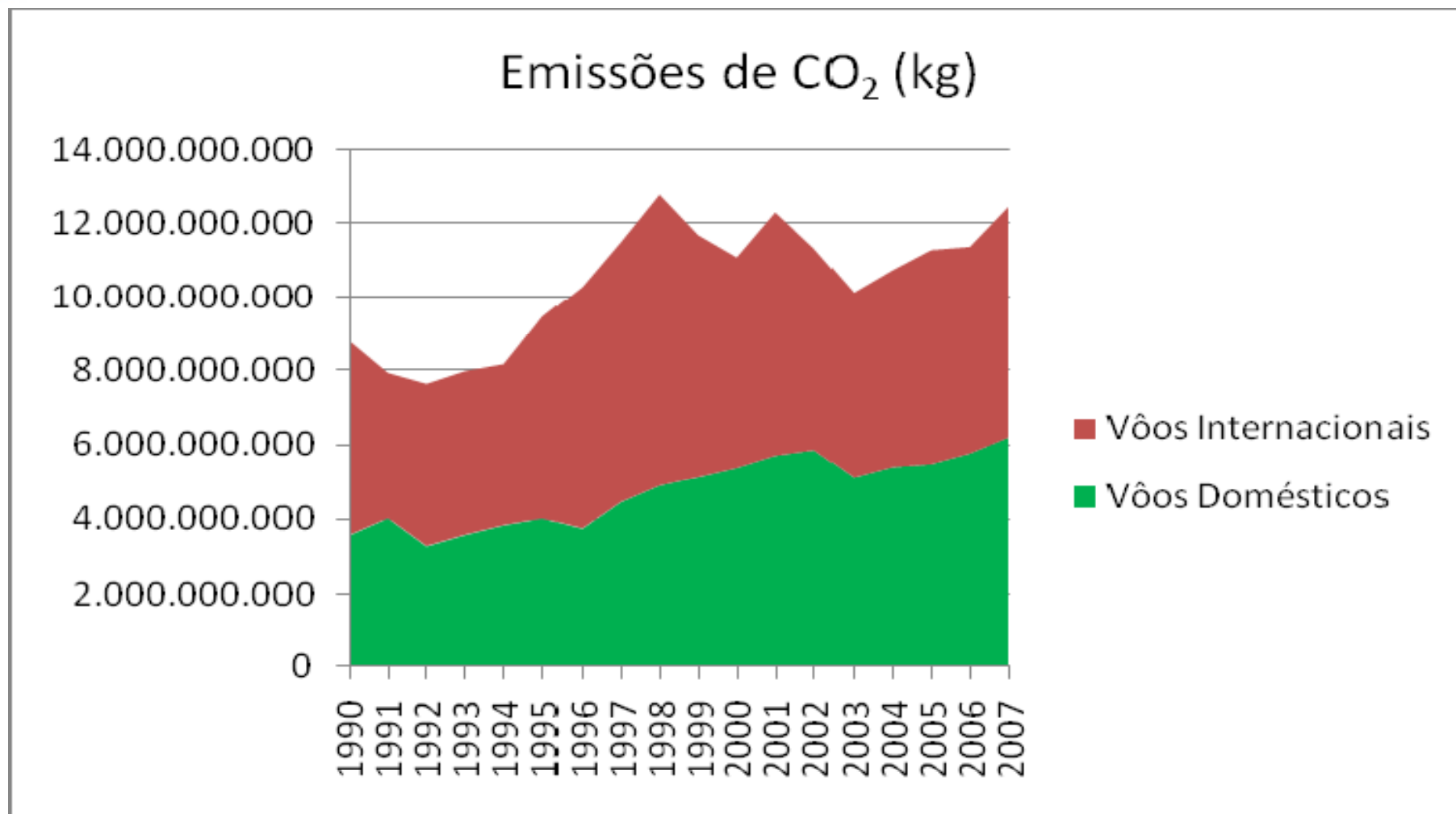
Gás	2005	2006	2007
	Emissões(kg)		
CO <sub>2</sub>	5.805.490.102	5.609.496.925	6.253.377.977
CH <sub>4</sub>	9.635	9.377	8.255
N <sub>2</sub> O	163.931	158.455	176.490
NO <sub>x</sub>	24.852.821	24.202.550	27.057.355
CO	817.787	800.095	769.606
NMVOOC	86.494	84.157	73.956
SO <sub>2</sub>	89.843	87.023	86.389

Voos  
internacionais

Gás	2005	2006	2007
	Emissões (kg)		
CO <sub>2</sub>	5.478.850.504	5.759.559.000	6.191.075.399
CH <sub>4</sub>	100.951	124.277	72.277
N <sub>2</sub> O	178.608	188.891	192.961
NO <sub>x</sub>	19.596.676	20.587.163	23.363.395
CO	9.219.181	9.642.371	6.413.046
NMVOOC	888.672	1.096.759	625.109
SO <sub>2</sub>	730.687	775.326	562.636

Voos  
domésticos

# Alguns Resultados - Consolidados





# Resultados - Consolidados

Tabela 2.1.1 - Emissões e remoções de CO <sub>2</sub>							
Setor	1990	1994	2000	2005	Variação 1990/2005	Part. 1990	Part. 2005
	(Gg) <sup>1</sup>				(%)		
<b>Energia</b>	203217	245672	316451	346990	71	21,8	22,0
Queima de Combustíveis Fósseis	195766	238097	305889	333077	70	21,0	21,2
Subsetor Energético	22176	30643	40861	48454	119	2,4	3,1
Subsetor Industrial	64903	81913	105466	114620	77	7,0	7,3
Indústria Siderúrgica	26441	38253	40618	46418	76	2,8	2,9
Indústria Química	8610	9099	14056	14746	71	0,9	0,9
Outras Indústrias	29853	34560	50792	53456	79	3,2	3,4
Subsetor Transporte	82235	94256	124197	136155	66	8,8	8,6
Transporte Aéreo	5824	6210	9424	7689	32	0,6	0,5
Transporte Rodoviário	71339	83224	110604	123175	73	7,7	7,8
Outros Meios de Transporte	5072	4821	4169	5291	4	0,5	0,3
Subsetor Residencial	13817	15212	17015	15429	12	1,5	1,0
Subsetor Agricultura	10052	12527	14051	14808	47	1,1	0,9
Outros Setores	2584	3546	4300	3611	40	0,3	0,2
Emissões Fugitivas	7451	7575	10562	13913	87	0,8	0,9
Mineração de Carvão	1654	1355	1581	1792	8	0,2	0,1
Extração e Transporte de Petróleo e Gás Natural	5797	6220	8981	12121	109	0,6	0,8
<b>Processos Industriais</b>	19456	19038	26235	25438	31	2,1	1,6
Produção de Cimento	11062	10086	16047	14349	30	1,2	0,9
Produção de Cal	3688	4098	5008	5356	45	0,4	0,3
Produção de Amônia	1683	1689	1663	1922	14	0,2	0,1
Produção de Alumínio	1184	1502	1604	1846	56	0,1	0,1
Outras Indústrias	1840	1663	1913	1966	7	0,2	0,1
<b>Mudança no Uso da Terra e Florestas</b>	709073	747785	1183081	1202134	70	76,1	76,3
Mudança no Uso da Terra	703969	738794	1174363	1194659	70	75,6	75,9
Bioma Amazônia	410069	444893	694028	714324	74	44,0	45,4
Bioma Cerrado	188679	188679	379239	379239	101	20,3	24,1
Outros Biomas	105221	105221	101097	101097	-4	11,3	6,4
Aplicação de Calcário nos solos	5103	8991	8717	7474	46	0,5	0,5
<b>TOTAL</b>	931746	1012496	1525767	1574562	69	100,0	100,0

Fonte: [http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0207/207624.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0207/207624.pdf)

# Visão

**COMPROMISSOS  
INTERNACIONAIS  
UNFCCC E OACI**

**SUPORE A  
REGULAÇÃO**

**COMPROMISSOS  
NACIONAIS**

**Lei 6938/81 (PNMA)**

**DECRETO 6780/09 (PNAC)**

**INVENTÁRIO**

**AQUECIMENTO  
GLOBAL**

**QUALIDADE  
DO AR LOCAL**

**MODELO DE EMISSÕES  
AERONÁUTICAS NACIONAL**

# *Proposta de Desenvolvidmentos Futuros*

- ✈ **Desenvolvimento de um modelo de emissões da aviação civil brasileira.**
- ✈ **Integrar ao modelo funcionalidades relativas ao estudo de qualidade do ar local (LAQ);**
- ✈ **Baseado em dados, promover uma revisão dos Regulamentos Brasileiros de Aviação Civil – RBAC´s, quanto à questão das emissões aeronáuticas.**





**“Minimizar os efeitos prejudiciais da aviação civil sobre o meio ambiente é dever de todos, principalmente dos órgãos, entidades e pessoas vinculados à aviação, particularmente no que diz respeito a ruídos e emissão de gases dos motores das aeronaves e impactos da infra-estrutura. Estimular a adoção de mecanismos visando atenuar tais efeitos é ação que se faz necessária para a proteção do meio ambiente.”**

***Objetivos, Item 2.3 (Proteção ao Meio Ambiente) do Decreto Nº 6.780, de 18.02.2009.  
(PNAC – Política Nacional de Aviação Civil)***



## ***Agência Nacional de Aviação Civil - Brasil***

**Regulação**  
**Fiscalização**  
**Segurança Operacional**  
**Aeronavegabilidade**  
**Certificação**  
**Capacitação**  
**Prevenção de Acidentes**  
**Relações Internacionais**  
**Desenvolvimento**  
**Padronização**  
**Homologação**  
**Orientações ao Usuário**  
**Livre Concorrência**

