

# Curso Saneamento e Gestão Ambiental

Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo

## Gases de Efeito Estufa

*Ana Lucia Fonseca Rodrigues Szajubok*





## GASES DE EFEITO ESTUFA

“gases de efeito estufa: constituintes gasosos, naturais ou antrópicos, que, na atmosfera, absorvem e reemitem radiação infravermelha;”

[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2009/Lei/L12187.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Lei/L12187.htm)

“gases de efeito estufa: constituintes gasosos da atmosfera, naturais ou resultantes de processos antrópicos, capazes de absorver e reemitir a radiação solar infravermelha, especialmente o vapor d’água, o dióxido de carbono, o metano e o óxido nitroso, além do hexafluoreto de enxofre, dos hidrofluorcarbonos e dos perfluorcarbonos;”

[http://www.ambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/lei/2009/2009\\_lei\\_13798.pdf](http://www.ambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/lei/2009/2009_lei_13798.pdf)



“mudança do clima: mudança de clima que possa ser direta ou indiretamente atribuída à atividade humana que altere a composição da atmosfera mundial e que se some àquela provocada pela variabilidade climática natural observada ao longo de períodos comparáveis;”

[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2009/Lei/L12187.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Lei/L12187.htm)

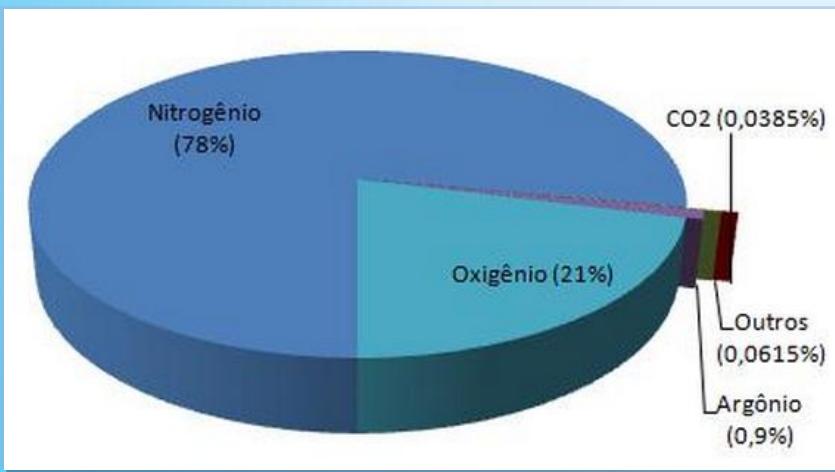
“mudança climática: alteração no clima, direta ou indiretamente atribuída à atividade humana, que afete a composição da atmosfera e que se some àquela provocada pela variabilidade climática natural, observada ao longo de períodos comparáveis;”

[http://www.ambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/lei/2009/2009\\_lei\\_13798.pdf](http://www.ambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/lei/2009/2009_lei_13798.pdf)



## Composição do Ar: Principais Gases

Gás	Porcentagem	Ppm
Nitrogênio	78,08	780.000,0
Oxigênio	20,95	209.460,0
Argônio	0,93	9.340,0
Dióxido de carbono	0,035	350,0
Neônio	0,0018	18,0
Hélio	0,00052	5,2
Metano	0,00014	1,4
Kriptônio	0,00010	1,0
Óxido nitroso	0,00005	0,5
Hidrogênio	0,00005	0,5
Ozônio	0,000007	0,07
Xenônio	0,000009	0,09



# Principais Gases de Efeito Estufa

Nome do gás	Concentração pré-industrial (ppmv*)	Concentração em 1998 (ppmv)	Período na atmosfera (anos)	Fonte principal de atividade antrópica	GWP **
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	280	365	variável	Combustíveis fósseis, produção de cimento, mudança no uso do solo	1
Metano (CH <sub>4</sub> )	0,7	1,75	12	Combustíveis fósseis, campos de arroz, lixões, rebanhos	21
Oxido nitroso (N <sub>2</sub> O)	0,27	0,31	114	Fertilizantes, processos de combustão industrial	310
HFC 23 (CHF <sub>3</sub> )	0	0,000014	250	Eletrônica, refrigerantes	12 000
HFC 134 a (CF <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> F)	0	0,0000075	13,8	Refrigerantes	1 300
HFC 152 a (CH <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub> )	0	0,0000005	1,4	Processos industriais	120
Perfluorometano (CF <sub>4</sub> )	0,0004	0,00008	>50 000	Produção de alumínio	5 700
Perfluoroetano (C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> )	0	0,000003	10 000	Produção de alumínio	11 900
Hexafluoreto de enxofre (SF <sub>6</sub> )	0	0,0000042	3 200	Fluido dielétrico	22 200

\* ppmv = partes por milhão por volume,

\*\* GWP = Potencial de aquecimento global (para um horizonte de 100 anos).

- medida do efeito radiativo em um determinado horizonte de tempo, ocasionado pela emissão de uma massa de GEE em relação à emissão de uma massa equivalente de CO<sub>2</sub>.
- anotação [GgCO<sub>2</sub>eq].
- pode ser calculado para diferentes horizontes de tempo - 100 anos.
- GTP - Potencial de Temperatura Global, é uma alternativa ao GWP que mede a variação da temperatura média da superfície global em um determinado horizonte de tempo, ocasionada pela emissão de uma massa de GEE em relação à emissão de uma massa equivalente de CO<sub>2</sub> (IPCC, 2007). Anotação - [GgCO<sub>2</sub>eq].

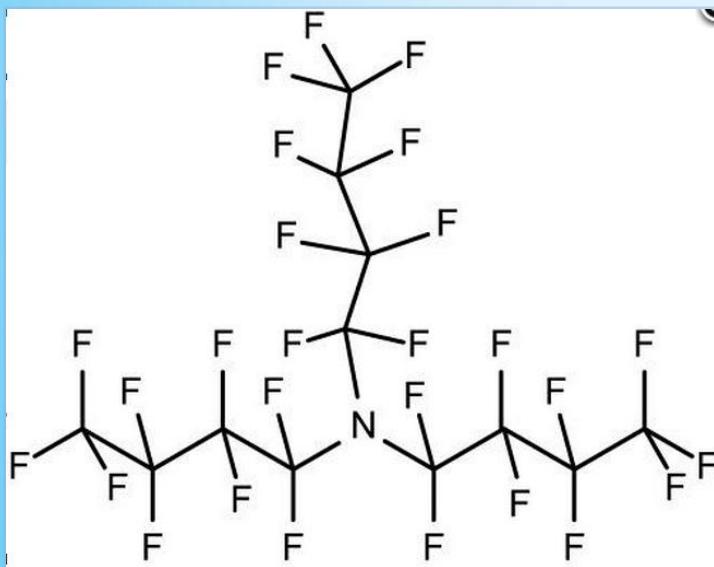


## Perfluorotributilamina – PFTBA

- Efeito 7100 vezes (GWP) maior que o do CO<sub>2</sub> sobre o aumento do efeito estufa
- Permanência de 500 anos na atmosfera
- Molécula química artificial utilizada em eletrônica e farmacêutica
- Concentração na atmosfera: 0,18 ppb (CO<sub>2</sub>: 400 ppm)
- Grupo de pesquisa: Universidade de Toronto

<http://www.lavanguardia.com/natural/20131211/54396055477/descubren-producto-quimico-gran-efecto-cambio-climatico.html>

GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL. 40, 6010–6015, doi:10.1002/2013GL058010, 2013



<http://www.rflash.fr/nouveau-gaz-effet-serre-7000-fois-plus-dangereux-que-co2/article>

### Perfluorotributylamine: A novel long-lived greenhouse gas

Angela C. Hong,<sup>1</sup> Cora J. Young,<sup>1,2</sup> Michael D. Hurley,<sup>3</sup> Timothy J. Wallington,<sup>3</sup> and Scott A. Mabury<sup>1</sup>

Received 13 September 2013; revised 31 October 2013; accepted 5 November 2013; published 27 November 2013.

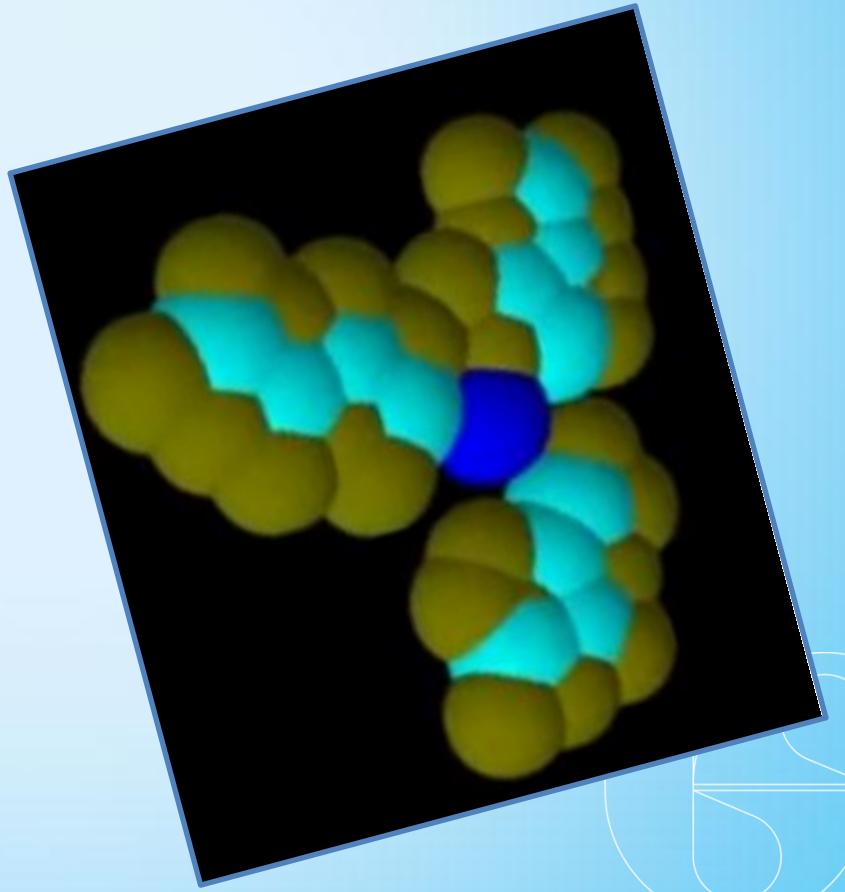
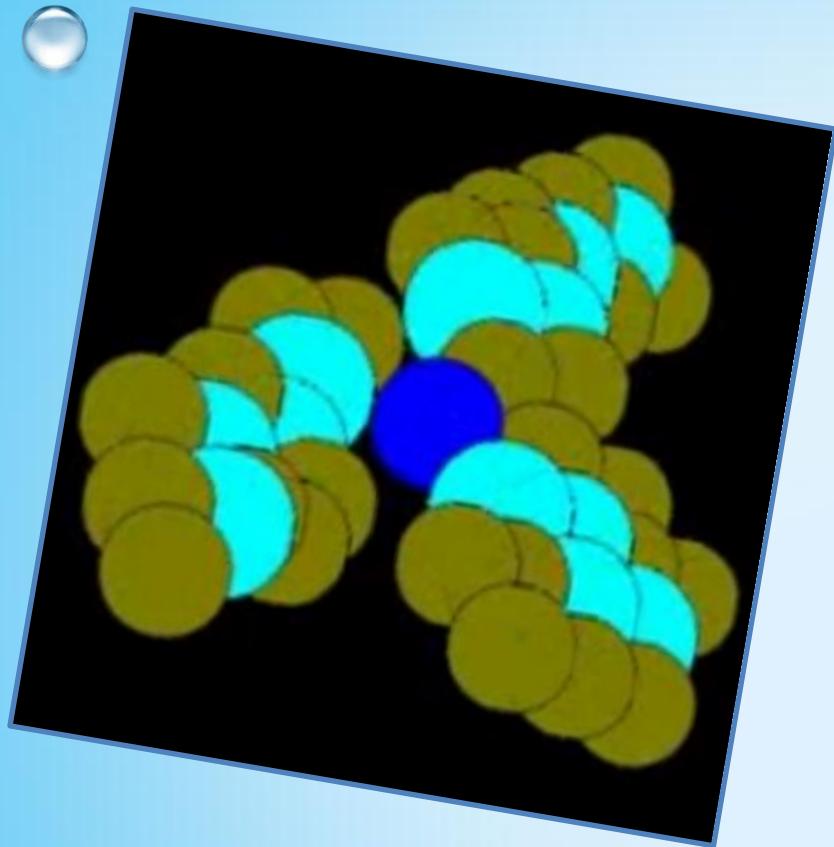
[1] Perfluorinated compounds impact the Earth's radiative balance. Perfluorotributylamine (PFTBA) belongs to the perfluoroalkyl amine class of compounds; these have not yet been investigated as long-lived greenhouse gases (LLGHGs). Atmospheric measurements of PFTBA made in Toronto, ON, detected a mixing ratio of 0.18 parts per trillion by volume. An instantaneous radiative efficiency of  $0.86 \text{ W m}^{-2} \text{ ppb}^{-1}$  was calculated from its IR absorption spectra, and a lower limit of 500 years was estimated for its atmospheric lifetime. PFTBA has the highest radiative efficiency of any compound detected in the atmosphere. If the concentration in Toronto is representative of the change in global background concentration since the preindustrial period, then the radiative forcing of PFTBA is  $1.5 \times 10^{-4} \text{ W m}^{-2}$ . We calculate the global warming potential of PFTBA over a 100 year time horizon to be 7100. Detection of PFTBA demonstrates that perfluoroalkyl amines are a class of LLGHGs worthy of future study. Citation: Hong, A. C., C. J. Young, M. D. Hurley, T. J. Wallington, and S. A. Mabury (2013), Perfluorotributylamine: A novel long-lived greenhouse gas, *Geophys. Res. Lett.*, **40**, 6010–6015, doi:10.1002/2013GL058010.

*et al.*, 1993]. Compounds containing C-F bonds can impact climate because they exhibit strong absorption bands in the optically thin spectral region of the atmosphere (750–1250 cm<sup>-1</sup>). Despite their low overall volume mixing ratios (VMRs), halocarbon compounds contribute  $0.337 \text{ W m}^{-2}$  or 13% of the total radiative forcing (RF) of LLGHGs [Forster *et al.*, 2007]. There are perfluorinated chemicals, including perfluoroalkyl amines, for which atmospheric fate and concentration data are not available. These chemicals may contribute to radiative forcing of climate change.

[4] Here we present experimental results that suggest that one member of the previously uncharacterized compound class of PFAms, perfluorotributylamine (PFTBA,  $\text{N}(\text{C}_2\text{F}_5)_3$ ), is likely a LLGHG. The historical, current, and projected production rates and inventories of PFTBA have not been disclosed by the manufacturer(s). However, inventory use reports submitted by a manufacturer to the United States Environmental Protection Agency High Production Volume (HPV) Challenge Program reveals that PFTBA was produced in, or imported to, the U.S. at HPV rates ( $\geq 1 \times 10^6 \text{ lb yr}^{-1}$ ). More relevantly, the emission levels of PFTBA governed by industrial use practices are unknown, leading to high uncertainty regarding its environmental loading and impact. The objective of this study was to assess the potential of PFTBA

#### 1 Introduction

[http://www.readcube.com/articles/10.1002%2F2013GL058010?r3\\_referer=wol&tracking\\_action=preview\\_click&show\\_checkout=1](http://www.readcube.com/articles/10.1002%2F2013GL058010?r3_referer=wol&tracking_action=preview_click&show_checkout=1)



## Gases de Efeito Estufa Indiretos: NOx (NO+NO2), CO, VOCs

### Influência:

- Ozônio
- Tempo de permanência do CH4 e de outros gases

CO: 100 Mt equivale a 5Mt CH4

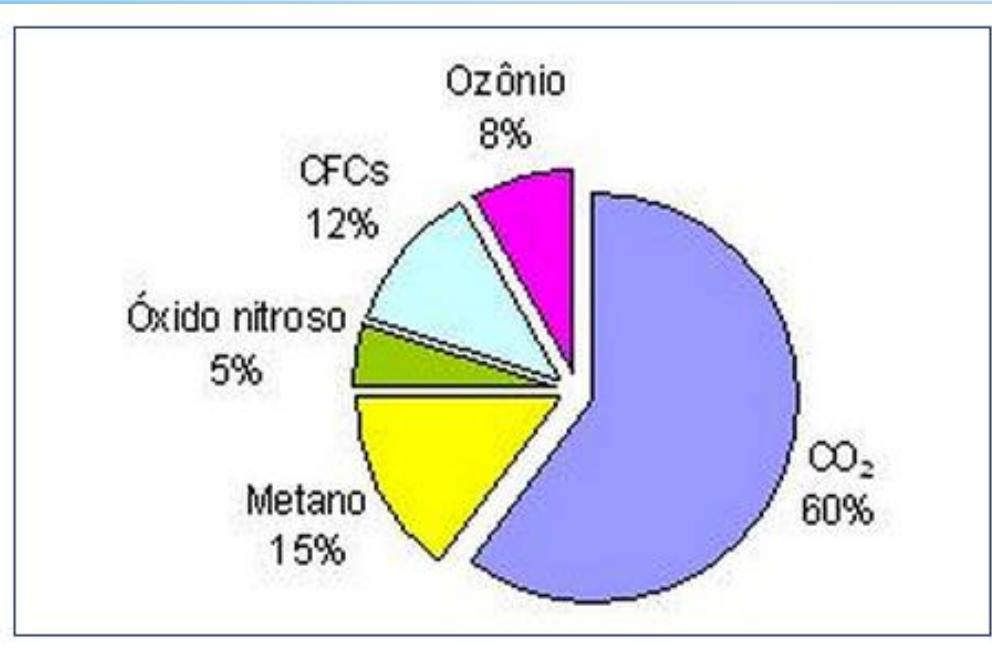
Hemisfério Norte ----- 2x Hemisfério Sul (industrialização)

NOx: Redução de CH4 e HFCs e aumento do Ozônio. Subprodutos-biosfera-redução do CO2

<http://www.ipcc.ch/ipccreports/tar/wg1/018.htm>



## Contribuição Relativa de Gases Provenientes de Atividades Antrópicas ao Efeito Estufa





## Efeito Estufa – Primeiros Estudos Científicos

- Jean Baptiste Fourier – autor da teoria da condução do calor: atribuiu à atmosfera um papel de aquecimento da superfície, como consequência da emissão de radiação infravermelha pelo planeta (1824)
- John Tyndall – demonstrou a ocorrência do efeito estufa numa experiência em que verificou a absorção de radiação infravermelha por diversos gases Atmosféricos (1860)
- Svante Arrhenius – concluiu que uma redução da concentração de CO<sub>2</sub> para metade de seu valor (então cerca de 300 ppm) implicaria uma redução de temperatura da superfície (pesquisas para explicar as oscilações glaciares) (1896). Também estimou que uma duplicação do CO<sub>2</sub> se traduziria num aumento da temperatura média (fato que estimava só ocorreria ao fim de centenas ou milhares de anos de atividade industrial...)



THE  
LONDON, EDINBURGH, AND DUBLIN  
PHILOSOPHICAL MAGAZINE  
AND  
JOURNAL OF SCIENCE.

[FIFTH SERIES.]

APRIL 1896.

XXXI. *On the Influence of Carbonic Acid in the Air upon  
the Temperature of the Ground.* By Prof. SVANTE  
ARRHENIUS \*.

I. *Introduction: Observations of Langley on  
Atmospherical Absorption.*

A GREAT deal has been written on the influence of  
the absorption of the atmosphere upon the climate.

[http://www.rsc.org/images/Arrhenius1896\\_tcm18-173546.pdf](http://www.rsc.org/images/Arrhenius1896_tcm18-173546.pdf)



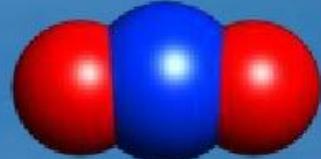
- 1. Expansão da produção industrial**
- 2. Aumento de poluentes na atmosfera**
- 3. Intensificação do efeito estufa**
- 4. Aumento da temperatura média da Terra (Aquecimento Global)**



# *Gás Carbônico*

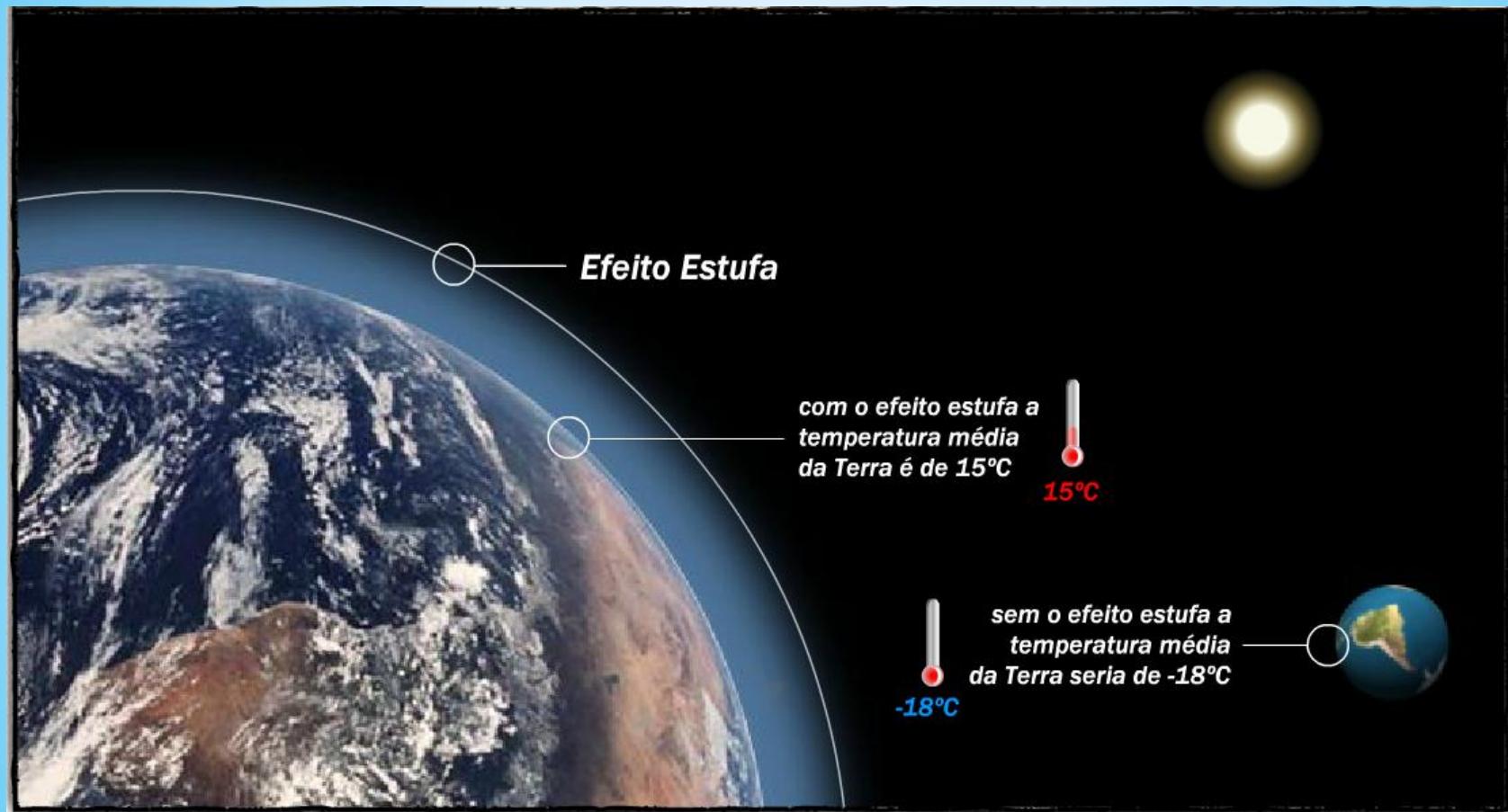
# *Dióxido de Carbono*

$CO_2$

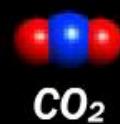


*representação de uma  
molécula de  $CO_2$*





*principais gases estufa:*



*gases estufa*

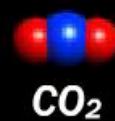


*radiação solar*

*os gases estufa impedem a saída da radiação infravermelha (calor)*

*aumento da temperatura do ar*

*principais gases estufa:*



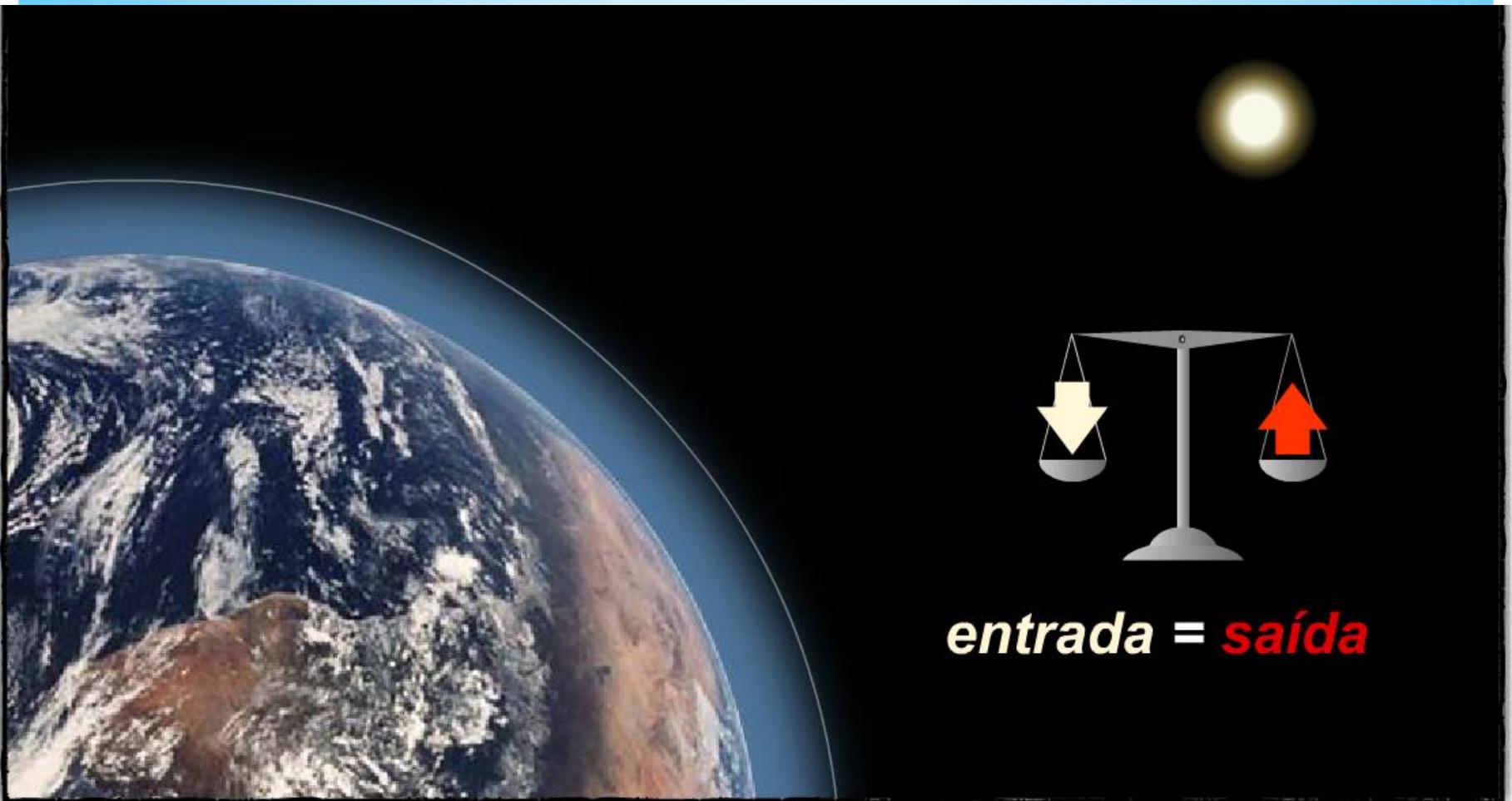
*gases estufa*



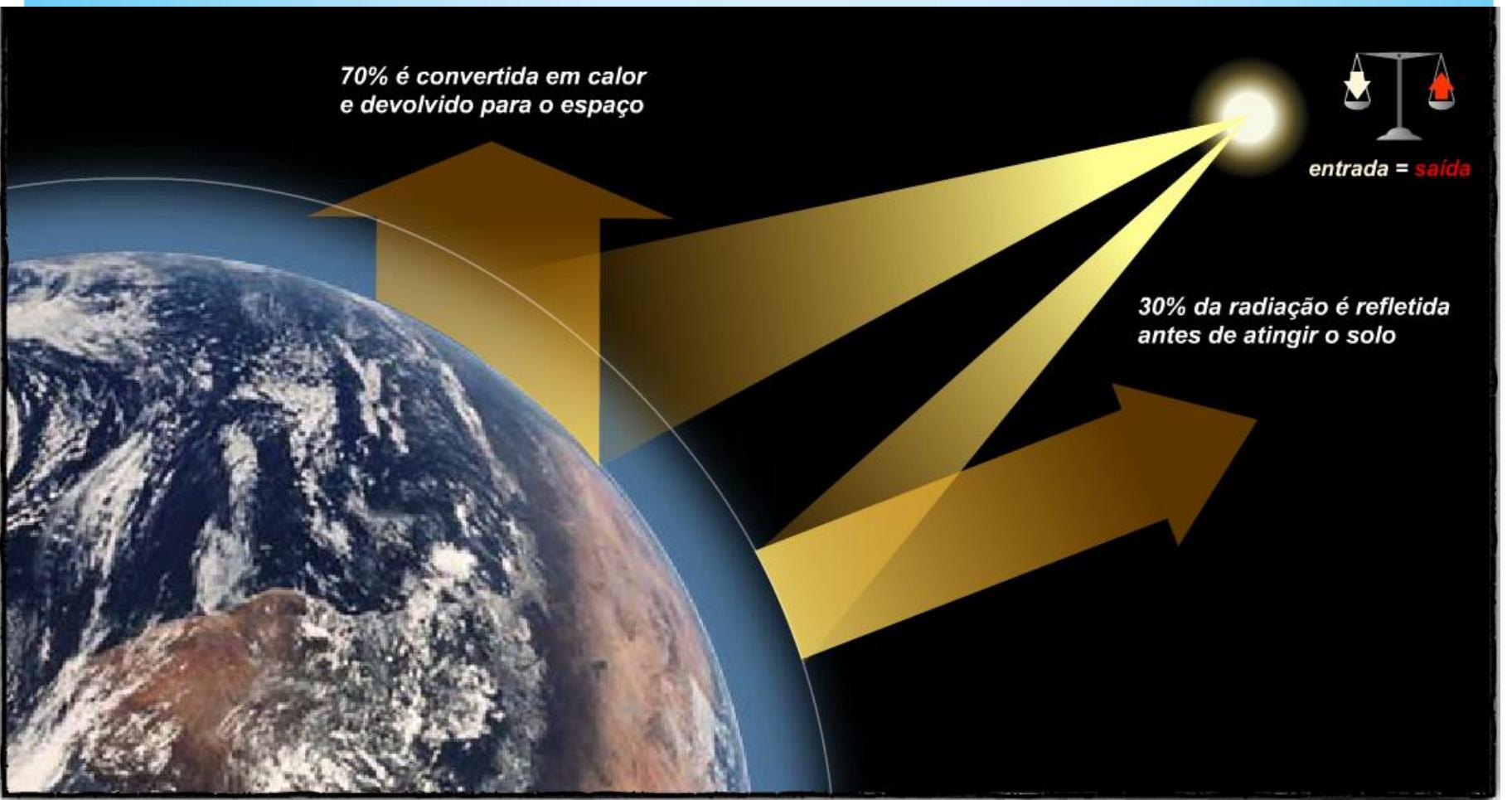
*transformação da radiação ultravioleta em radiação infravermelha (calor)*

*os gases estufa impedem a saída da radiação infravermelha (calor)*

*aumento da temperatura do ar*



***entrada = saída***



70% é convertida em calor  
e devolvida para o espaço



entrada = saída

30% da radiação é refletida  
antes de atingir o solo

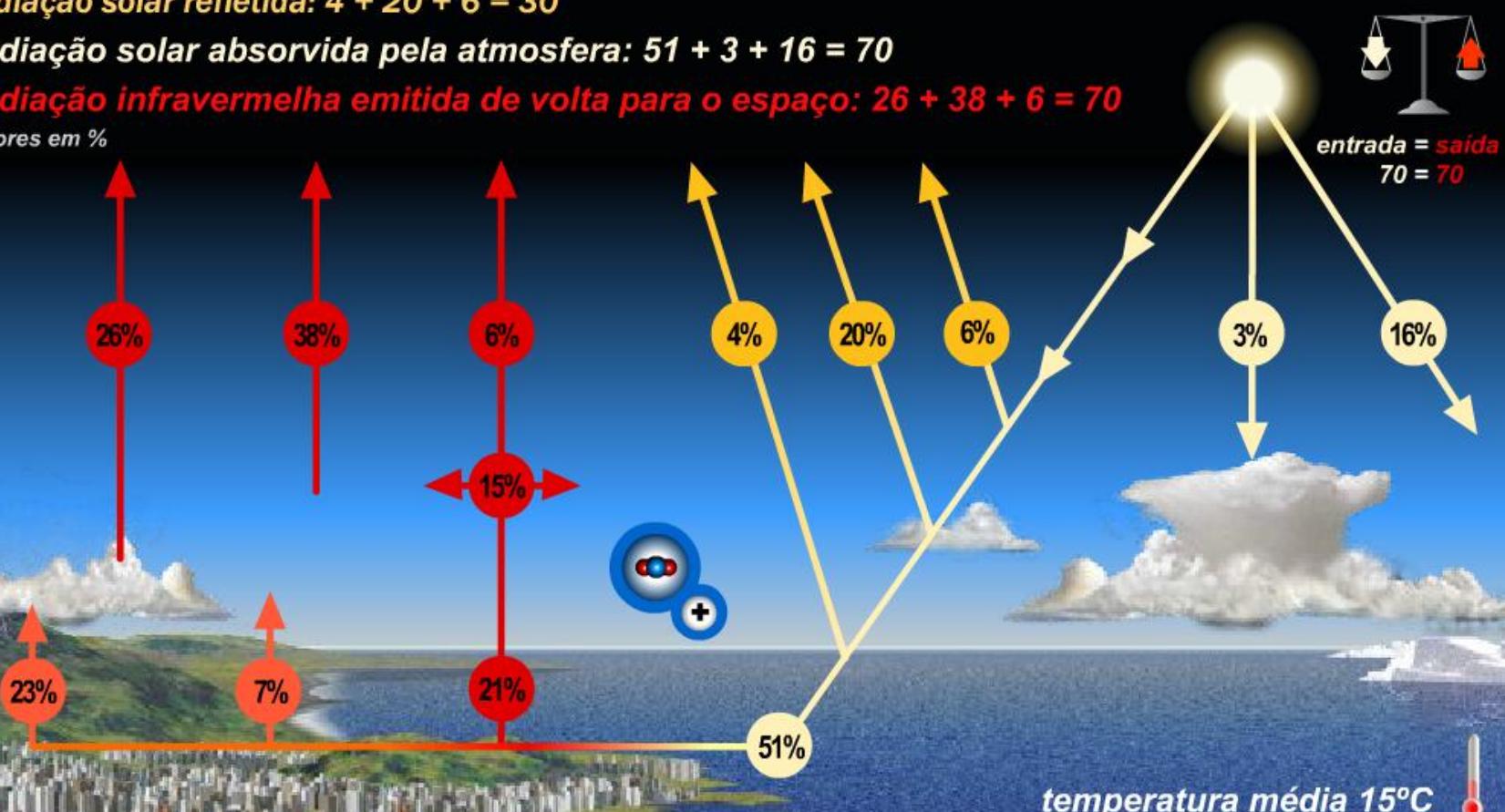


**Radiação solar refletida:  $4 + 20 + 6 = 30$**

**Radiação solar absorvida pela atmosfera:  $51 + 3 + 16 = 70$**

**Radiação infravermelha emitida de volta para o espaço:  $26 + 38 + 6 = 70$**

valores em %





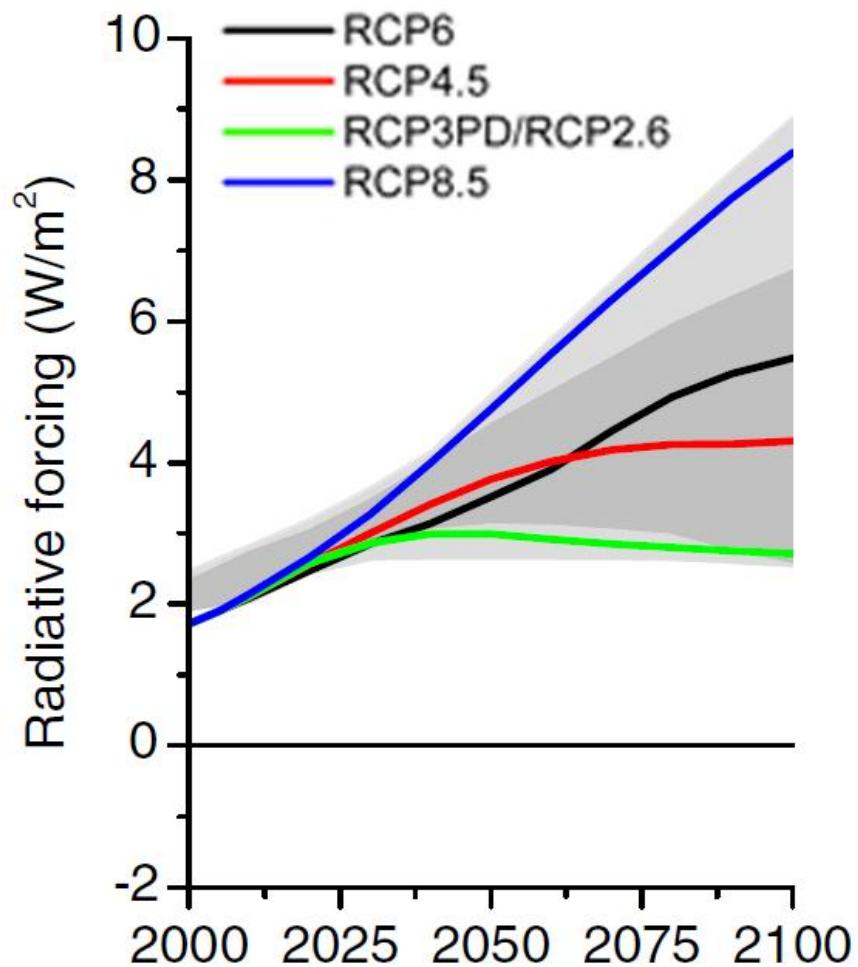
## Forçamento Radiativo

- Perturbação do **balanço energético da Terra** (watts/m<sup>2</sup>)
- Efeito positivo (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O, entre outros)
- Efeito negativo (alguns aerossóis)
- Uma forçante positiva induz aquecimento; uma forçante negativa induz resfriamento
- Determinação da forçante radiativa - gases de longa duração de efeito estufa
- Aumento da concentração GEE – alteração balanço energético – aumento da energia circulante



<http://planetasustentavel.abril.com.br/blog/blog-do-clima/2014/09/09/concentracao-de-gases-de-efeito-estufa-bate-novo-recorde-em-2013/>

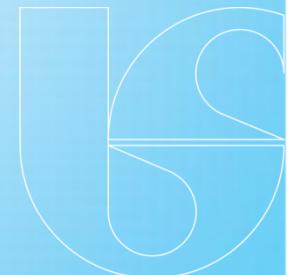
[http://www2.uol.com.br/sciam/reportagens/a\\_fisica\\_por\\_tras\\_das\\_mudancas\\_climaticas.html](http://www2.uol.com.br/sciam/reportagens/a_fisica_por_tras_das_mudancas_climaticas.html)



## REPRESENTATIVE CONCENTRATION PATHWAYS (RCPs)

Four RCPs were selected and defined by their total radiative forcing (cumulative measure of human emissions of GHGs from all sources expressed in Watts per square meter) pathway and level by 2100. The RCPs were chosen to represent a broad range of climate outcomes, based on a literature review, and are neither forecasts nor policy recommendations.

**Figure:** Radiative Forcing of the Representative Concentration Pathways. From van Vuuren et al (2011) The Representative Concentration Pathways: An Overview. *Climatic Change*, 109 (1-2), 5-31. . The light grey area captures 98% of the range in previous IAM scenarios, and dark grey represents 90% of the range.



## Video MCT

[Mudancas\\_Climaticas.mp4](#)

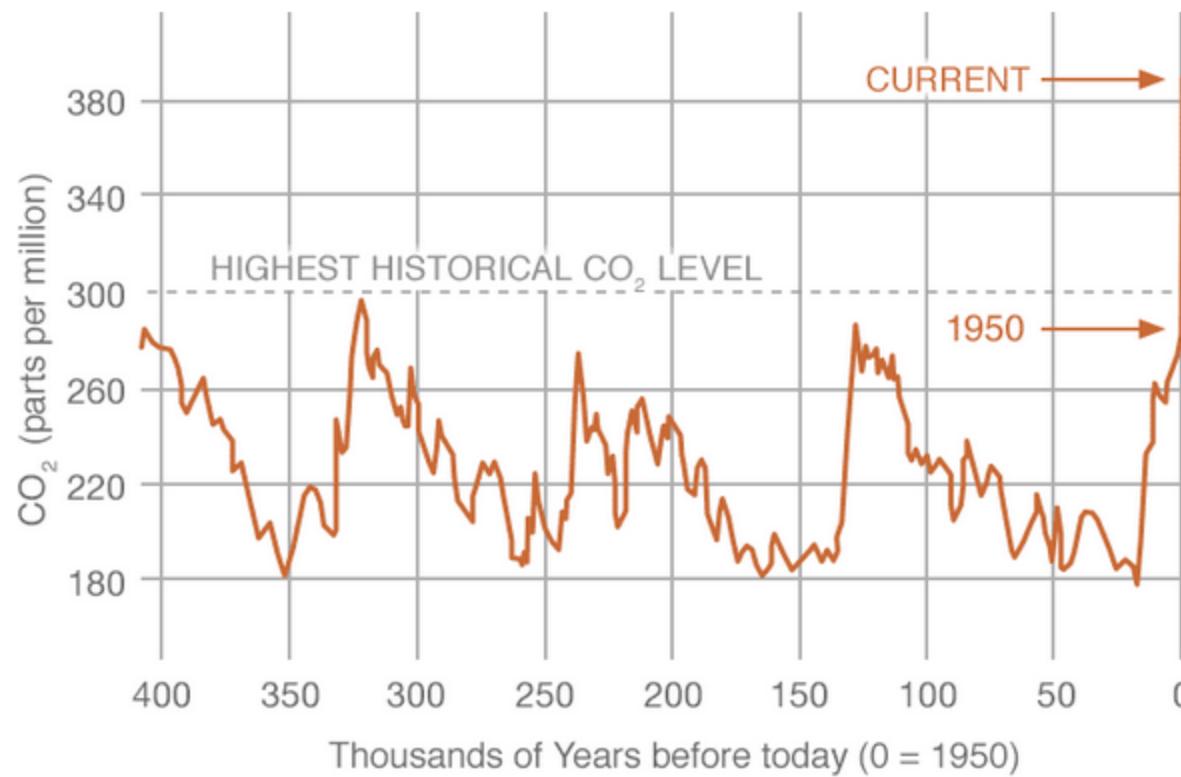
<http://mudancasclimaticas.ccst.inpe.br/animacao.html>



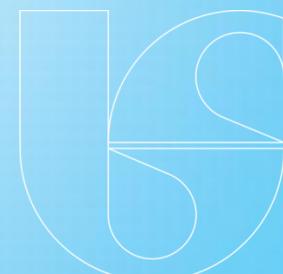
## PROXY (INDIRECT) MEASUREMENTS

Data source: Reconstruction from ice cores.

Credit: NOAA



<http://climate.nasa.gov/vital-signs/carbon-dioxide/>

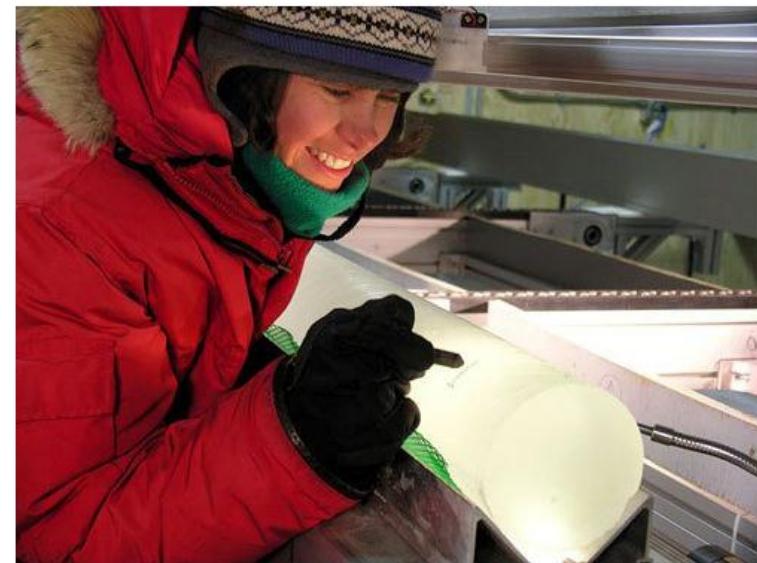




## Um cilindro de gelo com 800 mil anos de idade

<http://www.dw.de/verdade-sobre-o-clima-global-est%C3%A1-no-gelo/a-3162318>

Cilindros de gelo da Antártida podem nos contar 1,5 milhão de anos de história climática



O Programa Antártico dos Estados Unidos (U.S. Antarctic Program — USAP) escavou seu maior cilindro de gelo de regiões polares até o momento, medindo oficialmente 3,331 metros.

<http://makeitclearbr.wordpress.com/2013/11/06/cilindros-de-gelo-da-antartida-podem-nos-contar-15-milhao-de-anos-de-historia-climatica-2/>

# Carbon Dioxide

LATEST MEASUREMENT: October 2014

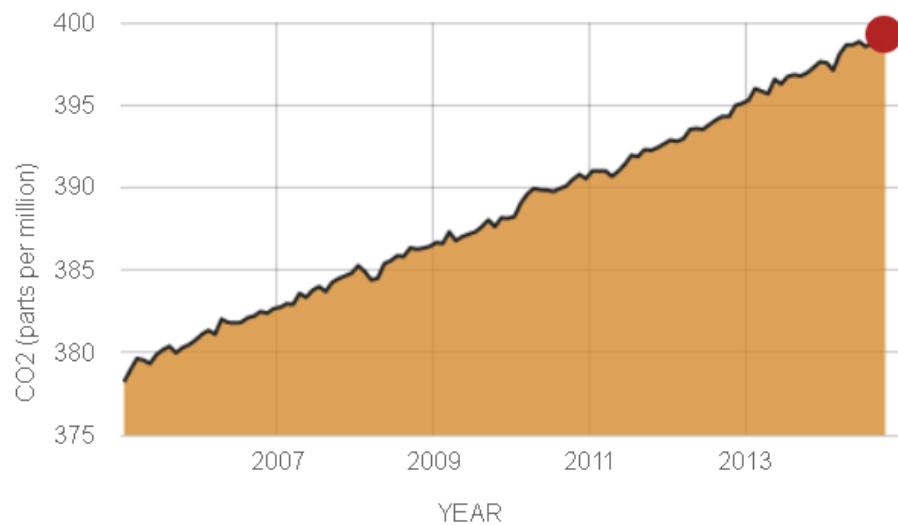
399.23 ppm

[DOWNLOAD DATA](#)

Carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) is an important heat-trapping (greenhouse) gas, which is released through human activities such as deforestation and burning fossil fuels, as well as natural processes such as respiration and volcanic eruptions. The first chart shows atmospheric CO<sub>2</sub> levels in recent years, corrected for average seasonal cycles. The second chart shows CO<sub>2</sub> levels

## DIRECT MEASUREMENTS: 2005-PRESENT

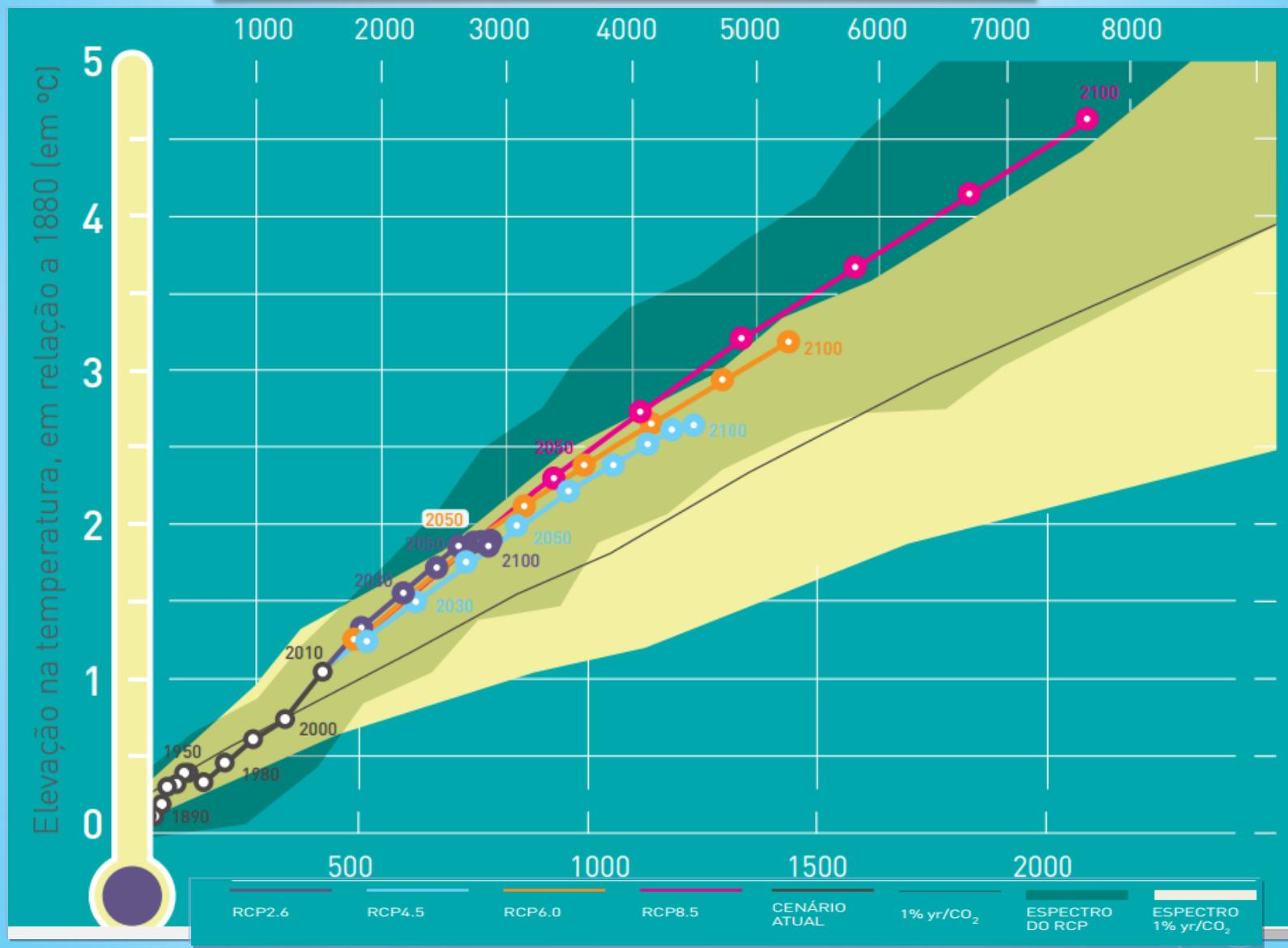
Data source: Monthly measurements (corrected for average seasonal cycle). Credit: [NOAA](#)



<http://climate.nasa.gov/vital-signs/carbon-dioxide/>

## Cenários para Elevação da Temperatura

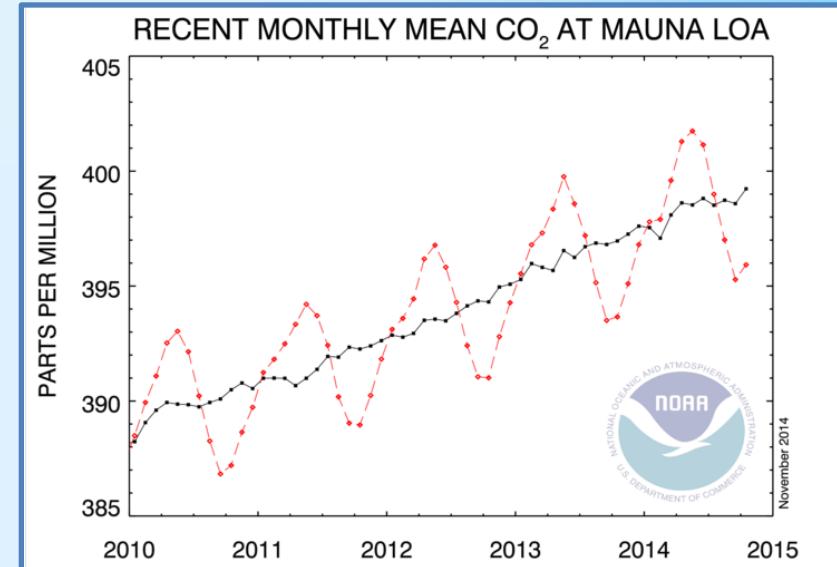
Total de Emissões Antropogênicas de CO<sub>2</sub> desde 1870 (em GtCO<sub>2</sub>)



RCP: Representative Concentration Pathways

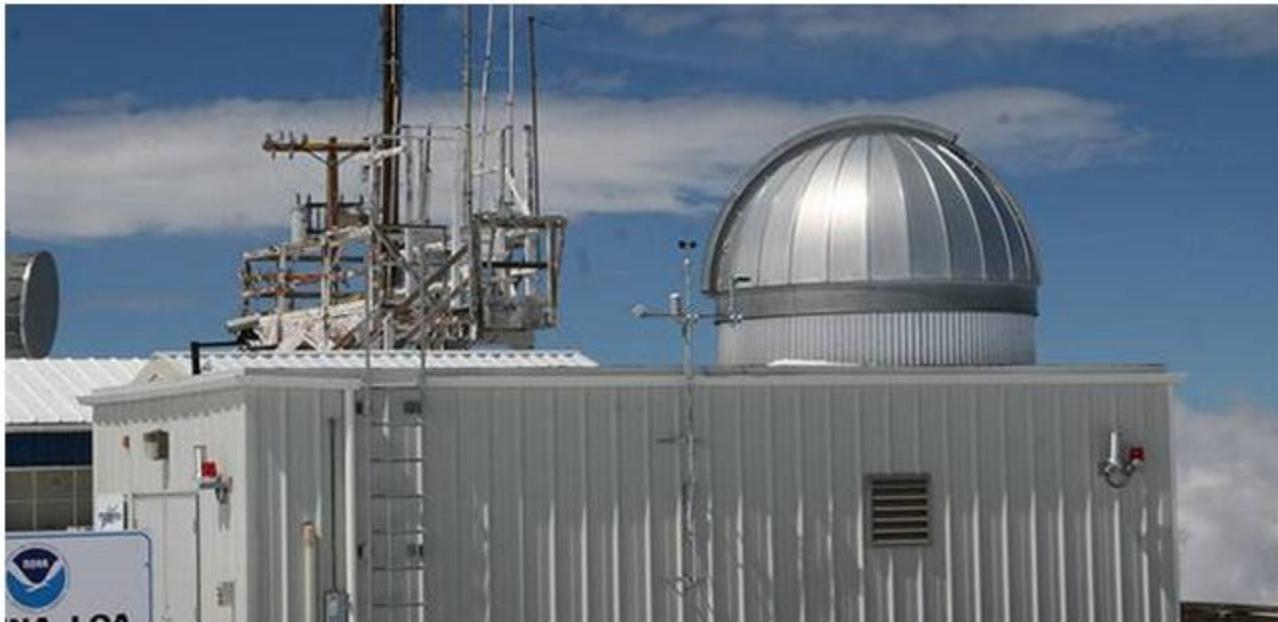
## 400 ppm

- IPCC – 2007 – AR4: 2°C limite - degelo de áreas congeladas e aumento do nível dos oceanos
- Concentração limite de CO<sub>2</sub> para 2°C: 400ppm
- Medição Mauna Loa 2013: 400ppm para todo o mês de abril - Hemisfério Norte
- mudanças nas épocas de colheitas de diversos alimentos básicos, migração de regiões costeiras que serão reduzidas pela elevação do nível dos oceanos, entre outras. Território não mapeado.
- Plioceno – 4 milhões de anos – concentração de CO<sub>2</sub> maior que 400ppm. Nesta época a temperatura era entre 2° e 3°C maior do que hoje, o nível dos oceanos estava cerca de 20m mais elevado



<http://www.neutralizcarbono.com.br/blog/index.php/chegamos-aos-400-ppm-de-co2-na-atmosfera-e-agora/>

<http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/index.html>



## **Carbon Dioxide at NOAA's Mauna Loa Observatory reaches new milestone: Tops 400 ppm**

On May 9 (2013), the daily mean concentration of carbon dioxide in the atmosphere of Mauna Loa, Hawaii, surpassed 400 parts per million (ppm) for the first time since measurements began in 1958.

<http://research.noaa.gov/News/NewsArchive/LatestNews/TabId/684/ArtMID/1768/ArticleID/10061/Carbon-Dioxide-at-NOAA%20%99s-Mauna-Loa-Observatory-reaches-new-milestone-Tops-400-ppm.aspx>

U.S. Department of Commerce / National Oceanic & Atmospheric Administration / NOAA Research

**NOAA** Earth System Research Laboratory  
Global Monitoring Division

GMD Home About Research Products Observatories Information Site Map Intranet

Global Greenhouse Gas Reference Network

Search ESRL:  Search

Calendar | People | Publications

Trends in Atmospheric Carbon Dioxide

Mauna Loa, Hawaii Weekly Mauna Loa Global CO<sub>2</sub> Movie Interactive Plots

Recent Monthly Average Mauna Loa CO<sub>2</sub>

October 2014: 395.93 ppm  
October 2013: 393.66 ppm

Last updated: November 5, 2014

Earth System Research Laboratory  
Global Monitoring Division

Search ESRL:  Search

Calendar | People | Publications

Home About Research Products Observatories Information Site Map Intranet

Global Greenhouse Gas Reference Network

Reference Network Products and Data Information

Trends in Atmospheric Carbon Dioxide

Mauna Loa, Hawaii Weekly Mauna Loa Global CO<sub>2</sub> Movie Interactive Plots

Up-to-date weekly average CO<sub>2</sub> at Mauna Loa

Week beginning on November 16, 2014: 397.26 ppm  
Weekly value from 1 year ago: 394.71 ppm  
Weekly value from 10 years ago: 376.31 ppm

Last updated: November 26, 2014

Plotagem dinâmica – Mês a mês:  
<http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/graph.html>

## Video Noaa e Nasa

Pumphandle 2012 History of atmospheric carbon dioxide.mp4  
NASA Temperature Data 1880-2011.mp4

<http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/history.html>

<https://www.youtube.com/watch?v=EoOrtvYTKeE>



## A evolução das Emissões de GEE e o Clima do Planeta – status atual

NOAA:

- 10 primeiros meses de 2014 - mais quentes desde 1880
- 2014 - temperatura média nos oceanos e em terra:  $1,05^{\circ}$  mais alta do que a média do século passado
- Aquecimento significativo identificado: sul da América do Sul, costa oeste EUA, extremo oriente russo, Sul e sudeste da Ásia, sul e oeste da Austrália, sul da Europa
- Temperatura na superfície do mar – out/14:  $16,5^{\circ}\text{C}$  (mais alta para o mês,  $6^{\circ}$  aumento consecutivo).
  - Destaque: Oceano Índico
  - Descontada a influência do El Niño (obs.: 60% de chance de reaparecer no próximo inverno)

IPCC – AR5:

Perspectiva:

- ❑ aumento de pelo menos  $4^{\circ}\text{C}$  até 2100, com relação ao nível da era pré-industrial
  - grandes secas,
  - inundações,
  - aumento do nível do mar
  - extinção de espécies
  - Fome
  - migração de pessoas
  - potenciais conflitos



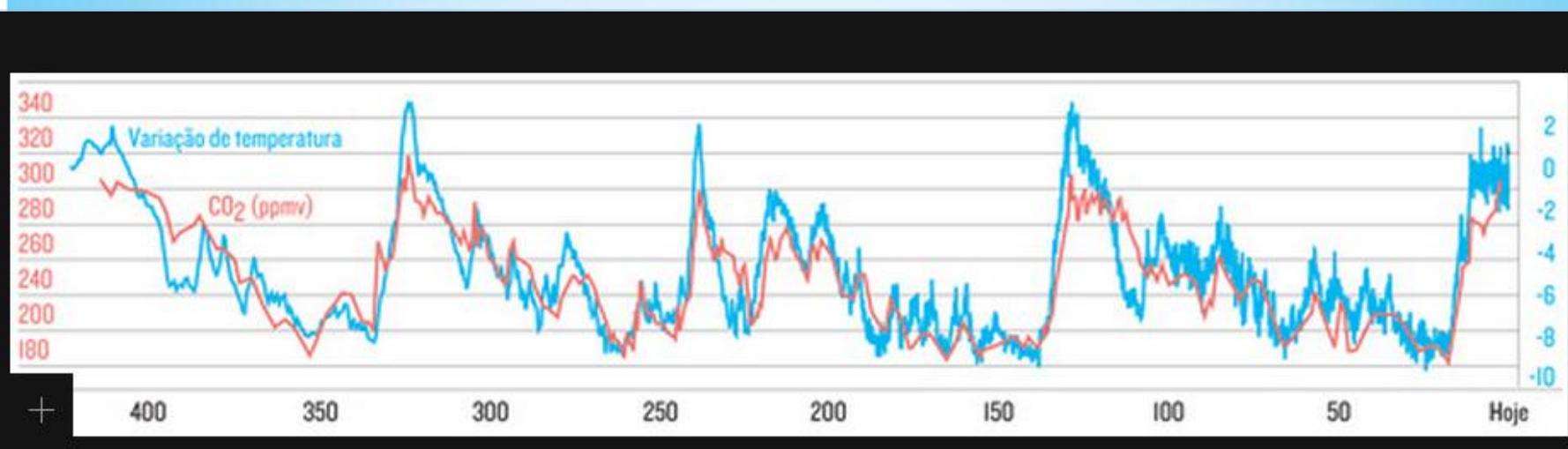


<http://climate.nasa.gov/evidence/>

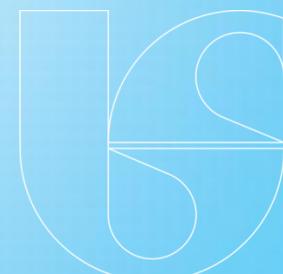




Concentração de CO<sub>2</sub>, (partes por milhão em volume) e anomalia de temperatura medidos em bolhas de ar em Vostok (Antártica, dados NOAA)

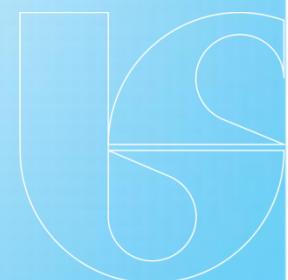
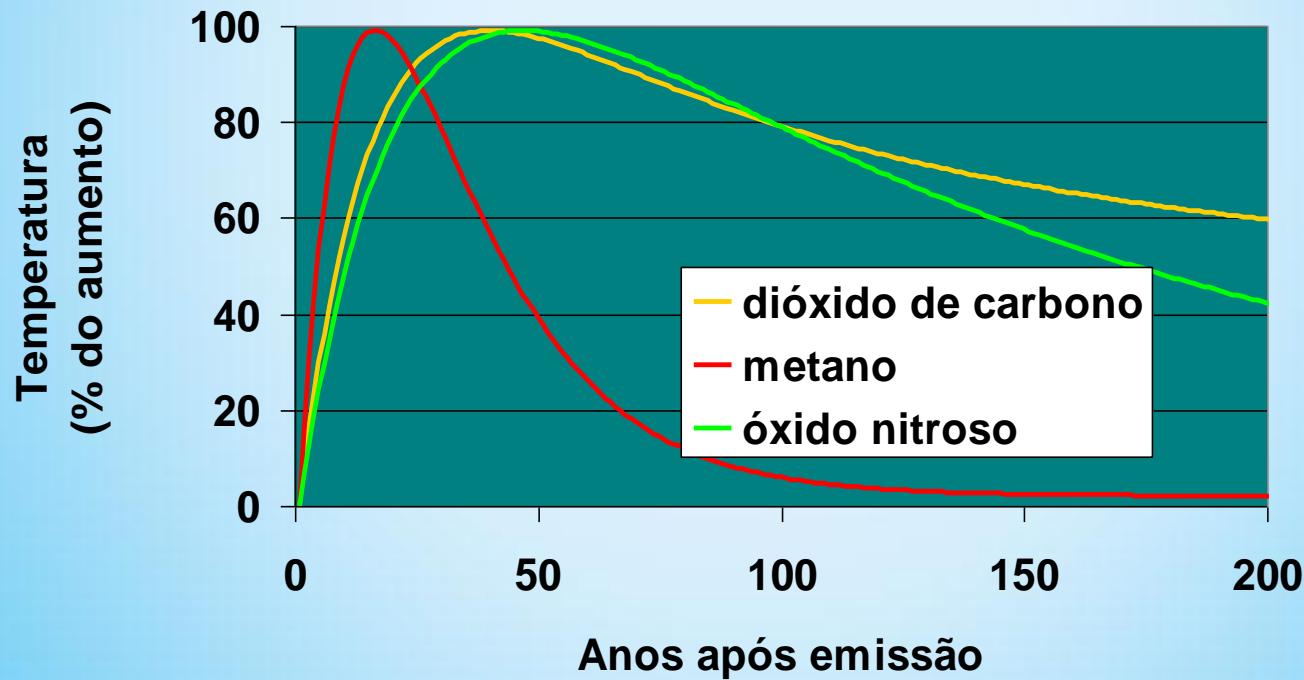


<http://www.ffms.pt/xxi-ter-opiniao/artigo/431/a-mudanca-climatica-hipoteses-cientificas-e-as-duvidas-por-esclarecer>

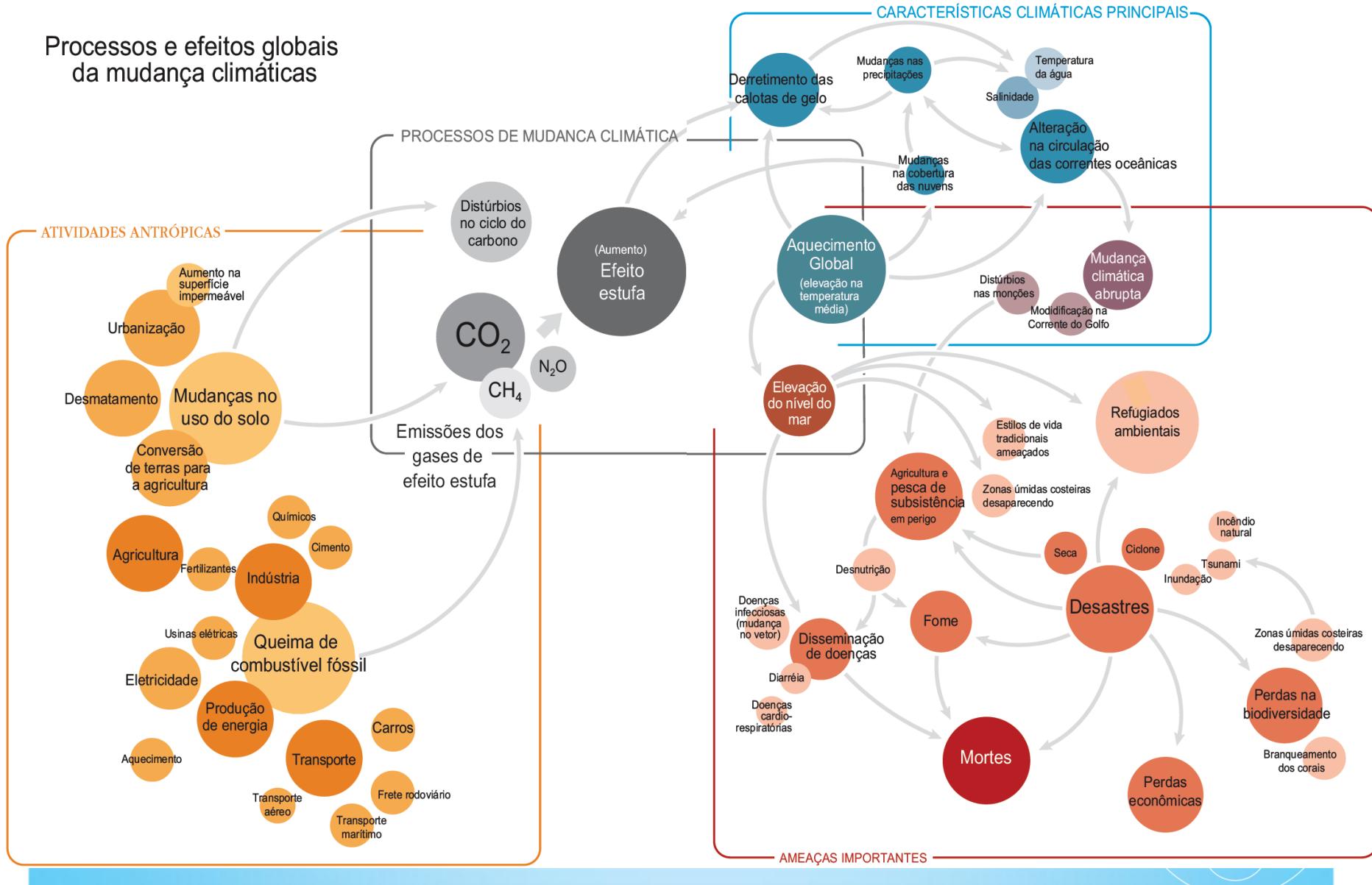


**Máximo efeito sobre o clima ocorre décadas após a emissão**

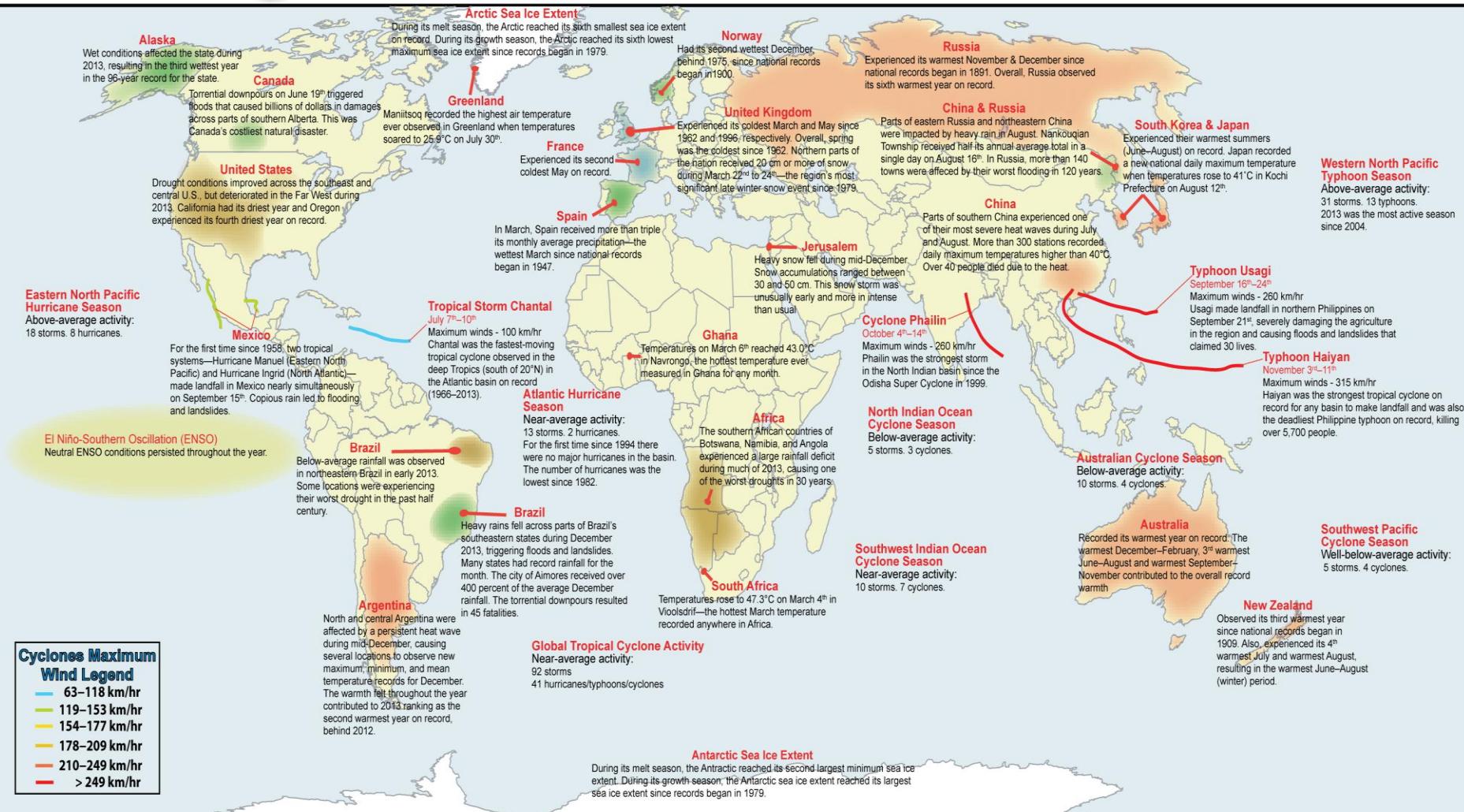
15% do gás carbônico permanece na atmosfera por mais de mil anos



## Processos e efeitos globais da mudança climática



# 2013 Significant Climate Anomalies and Events



# Selected Significant Climate Anomalies and Events

## October 2014

### GLOBAL AVERAGE TEMPERATURE

October 2014 average global land and ocean temperature was the warmest October since records began in 1880.

### UNITED STATES

Most of the nation experienced above average temperatures during October 2014, resulting in the fourth warmest October in the 120-year period of record.

### ARCTIC SEA ICE EXTENT

October 2014 sea ice extent was 9.5 percent below the 1981–2010 average—the sixth smallest October sea ice extent since satellite records began in 1979.

### HURRICANE GONZALO

(October 12<sup>th</sup>–26<sup>th</sup>, 2014)

Maximum winds - 230 km/hr  
The first Category 4 hurricane in the Atlantic basin since Ophelia in 2011.

### EUROPE

Much-warmer-than-average temperatures engulfed much of Europe. Many countries had a top 10 warm October: France (4th), Germany (3rd), Denmark (2nd), Switzerland (4th), Austria (7th), and the U.K. (10th).

### JAPAN

Most of Japan observed above-average rainfall during October. Typhoons Vongfong and Phanfone contributed to the high precipitation totals.

### AUSTRALIA

Australia experienced an unusually warm month. The country as a whole had its 2nd warmest mean temperature in October, behind 1988. Regionally, New South Wales, South Australia, and Western Australia had their warmest October, while Victoria had its 2nd warmest.

### CYCLONE HUHUD

(October 7<sup>th</sup>–14<sup>th</sup>, 2014)

Maximum winds - 215 km/hr  
Hudhud struck the coast of southeastern India in mid-October, bringing heavy rainfall to the region. One localized area in the state of Andhra Pradesh reported a 24-hour rainfall total of 15 inches (380 mm).

### ANTARCTIC SEA ICE EXTENT

October 2014 sea ice extent was 4.8 percent above the 1981–2010 average—the 2nd largest October sea ice extent on record.



## EFEITOS JÁ OBSERVADOS

## PREVISÃO PARA O PIOR CENÁRIO\*

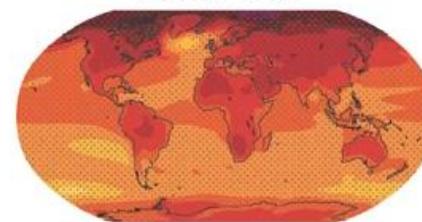
### TEMPERATURA



ENTRE 1880 – 2012  
aumento de 0,85 °C



ATÉ 2100  
alta de 2,6 °C e 4,8 °



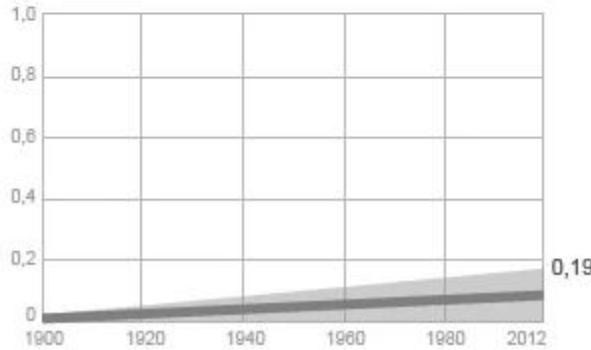
<http://g1.globo.com/natureza/noticia/2014/04/relatorio-da-onu-ve-acoes-contra-mudanca-climatica-como-insuficientes.html>



## NÍVEL DO MAR

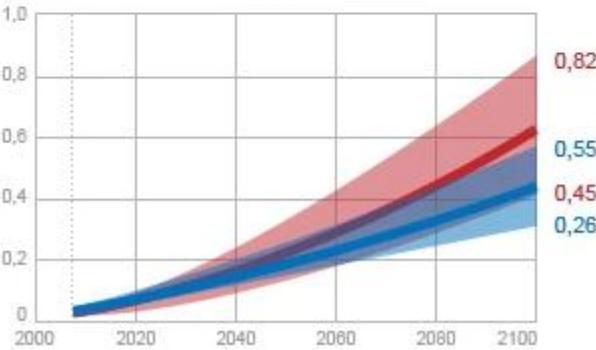
ENTRE 1901 – 2010  
aumento de 19 centímetros

EM METROS



ATÉ 2100  
até 82 cm

EM METROS



<http://g1.globo.com/natureza/noticia/2014/04/relatorio-da-onu-ve-acoes-contra-mudanca-climatica-como-insuficientes.html>



## DEGELO NO ÁRTICO



Derretimento do  
gelo no verão  
(setembro) entre  
**43% e 94%**  
até 2100

até 2100



\*altas emissões de gases,  
não cumprimento de políticas climáticas

Fonte: IPCC

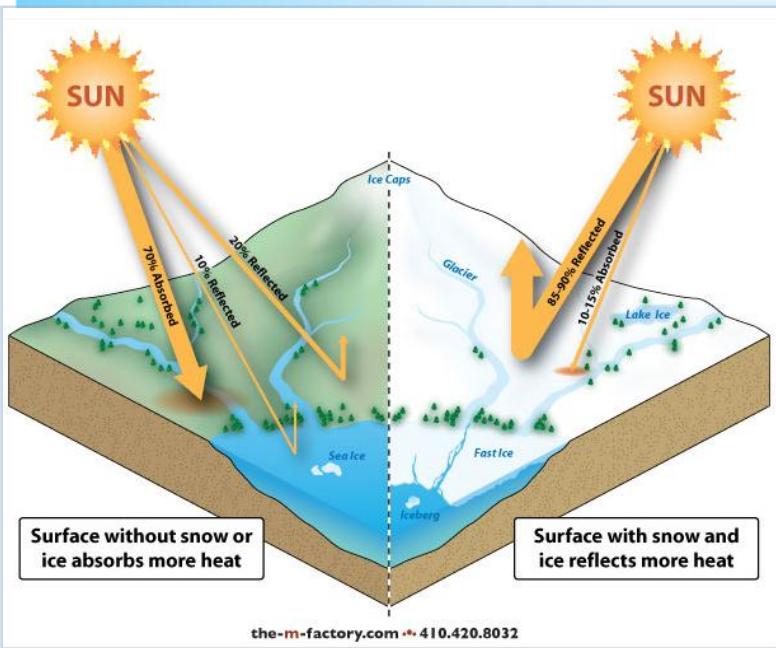
**G1**.com.br

Infográfico elaborado em 26/9/2013

<http://g1.globo.com/natureza/noticia/2014/04/relatorio-da-onu-ve-acoes-contra-mudanca-climatica-como-insuficientes.html>



## Albedo



## Queda do Albedo no Ártico

- Reflexão: 52%
- Absorção: 48%
- Temperatura: + 2°C - Scripps Institution of Oceanography/Satélites
- Região está mais escura do que no final dos anos 1970
- Perda de 40% de sua extensão mínima de cobertura de gelo marinha no período do verão.
- 2011: Reflexão = 48% e Absorção = 52%
  - consequência das mudanças climáticas
  - Efeito retroalimenta o problema e
  - Acelera o ritmo das mudanças

## Jet Stream

O Derretimento de Gelo no Pólo Norte e os impactos no Jet Stream – Alterações nos padrões de furacões, chuvas e secas no hemisfério Norte.  
Estudo da Universidade Rutgers (New Jersey, USA)

### RECORDES DE EXTREMOS A MUDANÇA DO JET STREAM NO HEMISFÉRIO NORTE

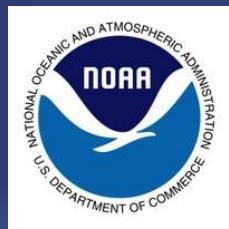
**1. CORREDOR EM CURVA**  
O JET STREAM É O CORREDOR DE VENTO QUE É CRIADO ENTRE AS MASSAS DE AR QUENTE TROPICAL E O AR FRIOS POLAR. HISTÓRICAMENTE TEM SIDO UMA CURVA EQUILIBRADA E PREVISÍVEL.

**2. MUDANÇA NO PADRÃO**  
O AUMENTO DA TEMPERATURA NO PÓLO NORTE FAZ COM QUE OS VENTOS DO JET STREAM SEJAM MAIS FRACOS E O CORREDOR SE TORNE MAIS SINUOSO.

**3. MAIS FRIOS, MAIS CALOR**  
COM ESSA MUDANÇA, A CURVA DE TEMPERATURAS FRIAS AVANÇA MAIS AO SUL, AO MESMO TEMPO QUE A CURVA DE TEMPERATURAS ALTAS "SOBE" MAIS AO NORTE.

\*\*\*\*\* JET STREAM HISTÓRICO  
——— JET STREAM HOJE

# Sinais de que o mundo está aquecendo





# Temperatura da Baixa Atmosfera



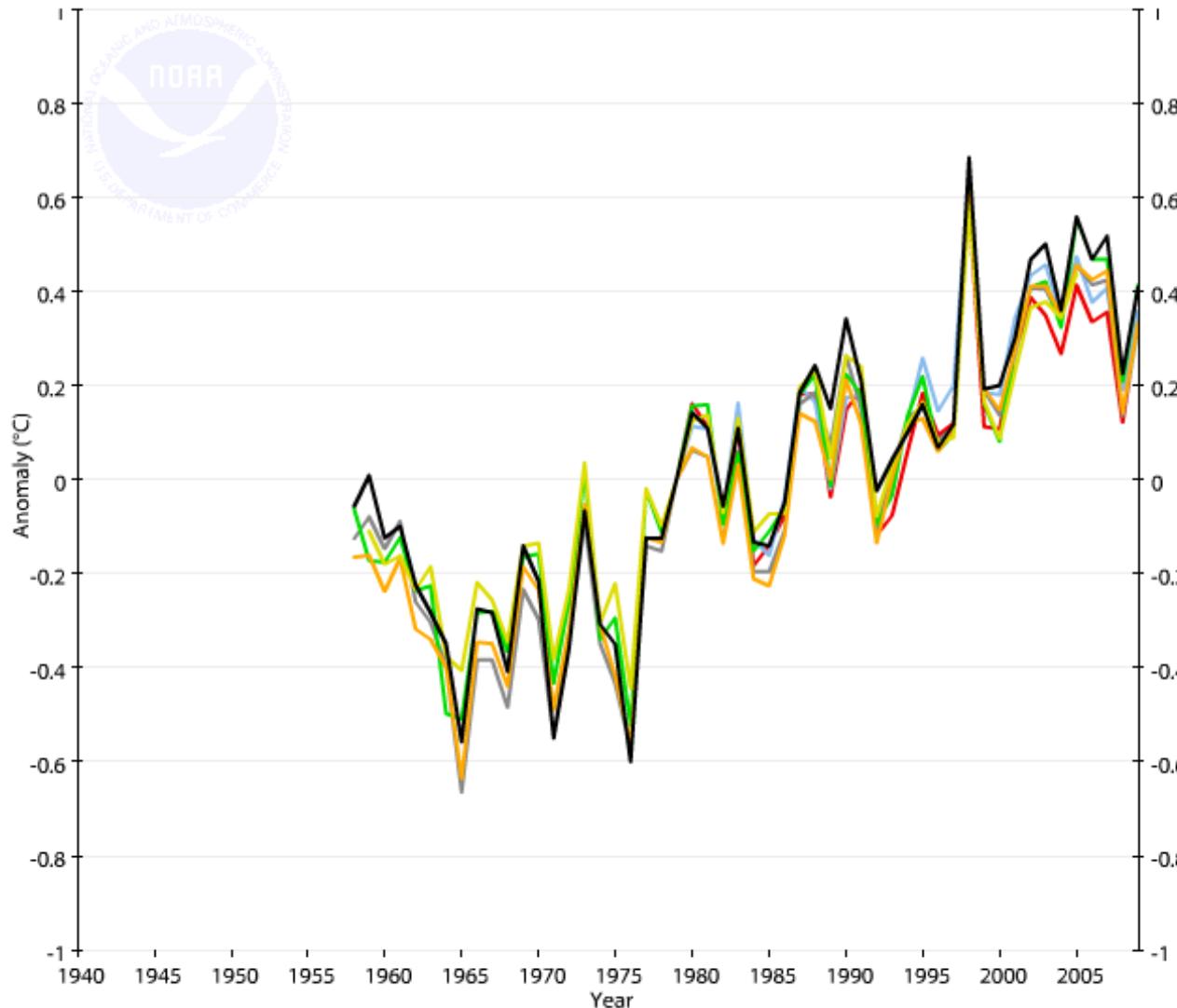
Medidas de satélites e balões meteorológicos mostram que as camadas mais baixas da atmosfera estão se aquecendo. Os GEE estão aumentando nesta camada, retendo o calor emitido pela superfície do planeta, elevando a temperatura do planeta.

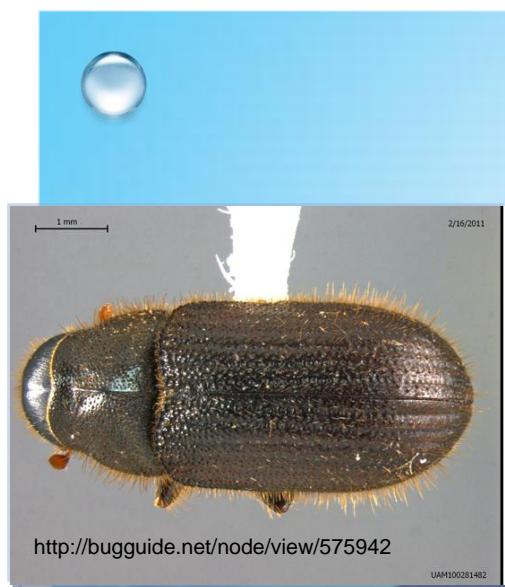


# Tropospheric Temperature

## Datasets

HadAT2 ◊ IUK ◊ RAOBCORE ◊ RATPAC ◊ RICH ◊ RSS ◊ UAH ◊







Medidas sobre o solo e a água demonstram maior quantidade de vapor no ar.



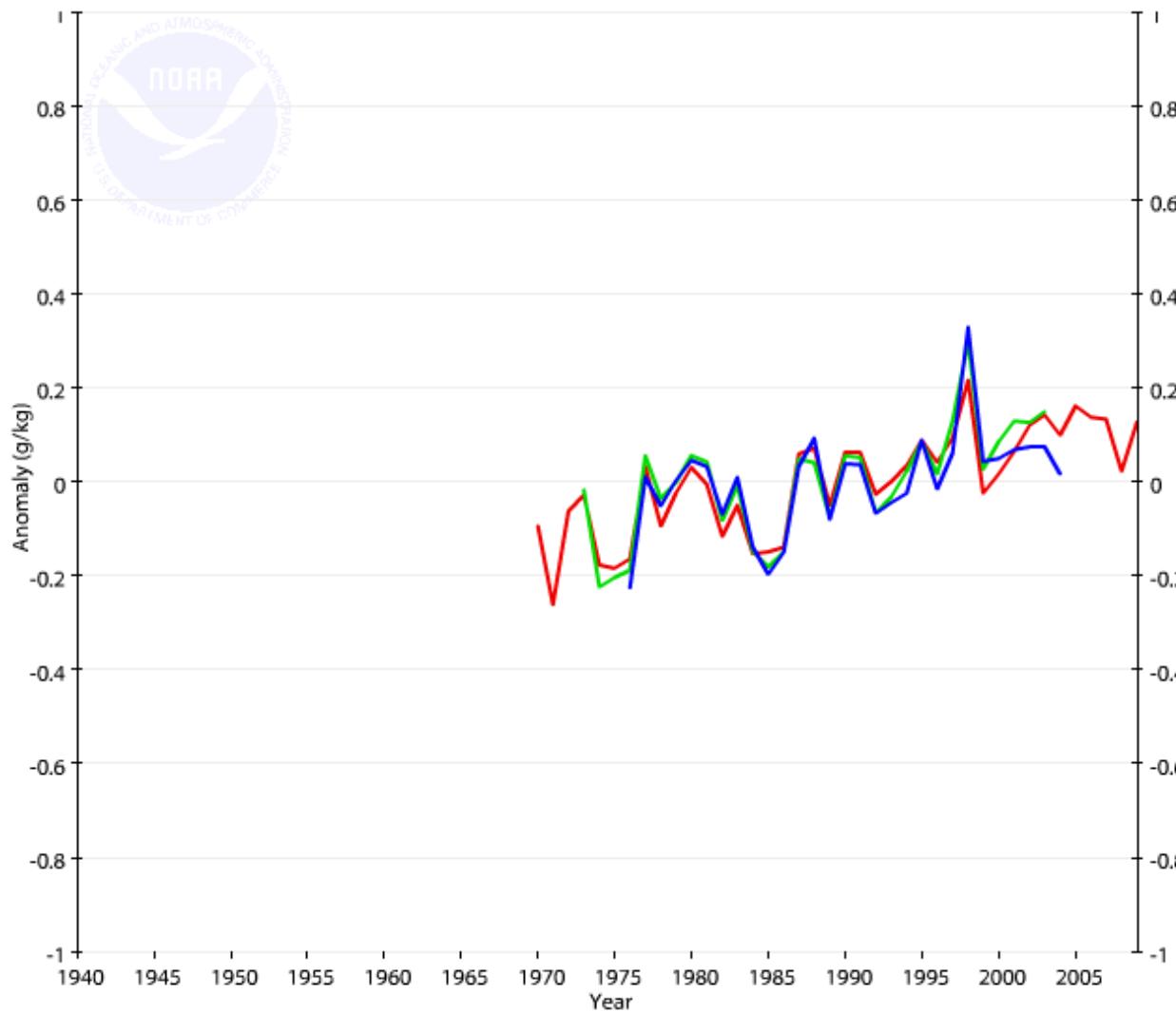
**Umidade**



# Specific Humidity

Datasets

Dai ◊ HadCRUH ◊ Berry and Kent ◊





## Temperatura do Ar sobre o Oceano

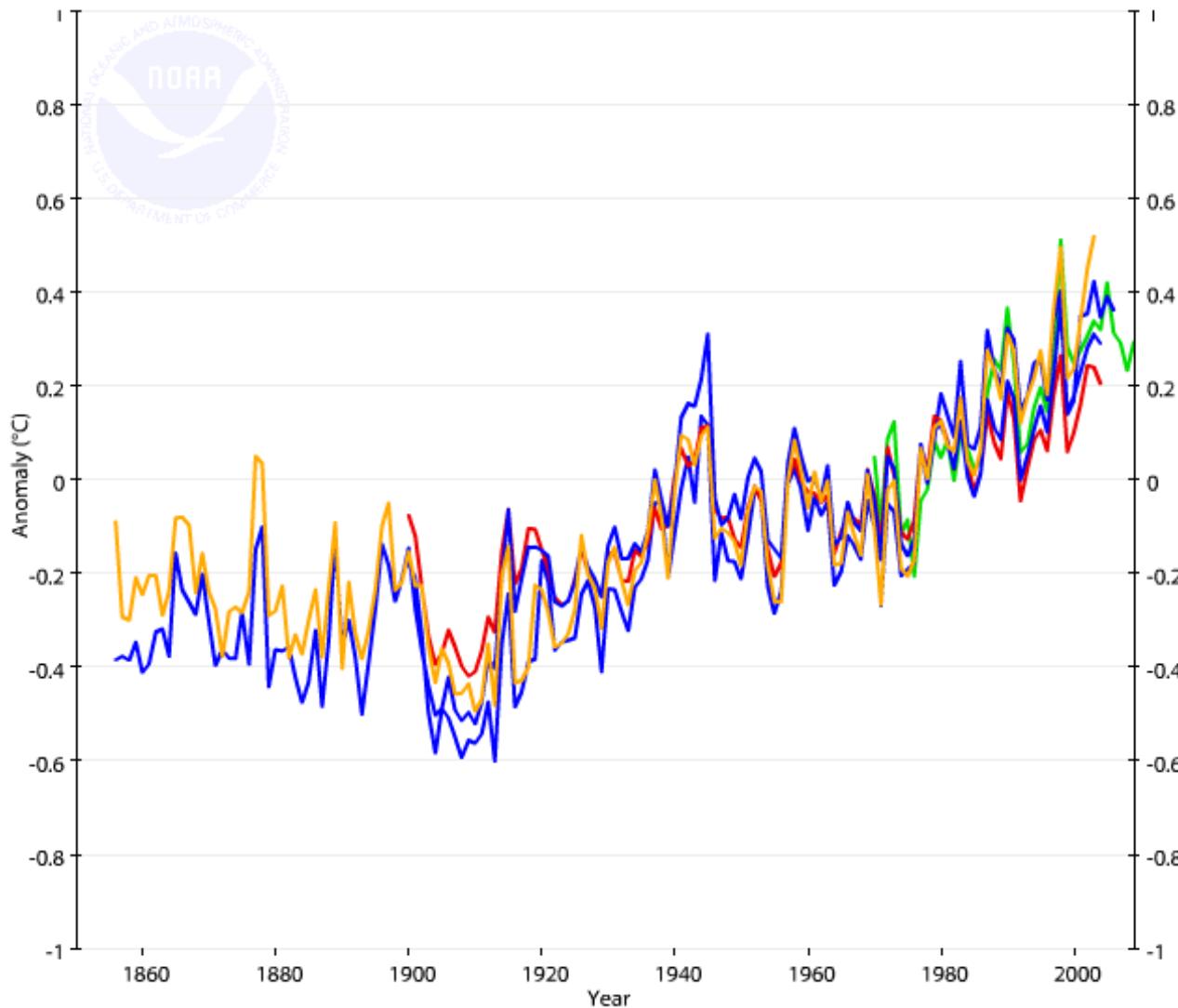
Termômetros em embarcações e bóias flutuantes demonstram que o ar próximo da superfície do oceano está tornando-se mais elevada, elevando sua habilidade de evaporar água. Por consequencia, verifica-se uma elevação da frequencia de tempestades e inundações em territórios.



# Marine Air Temperature

## Datasets

HadMAT ◊ Ishii et al. (uninterpolated) ◊ Ishii et al. (interpolated) ◊ MOHMAT ◊ Berry and Kent ◊



# Temperatura do Ar

Satélites e estações meteorológicas em terra demonstram que a temperatura média da superfície está elevando-se. Consequentemente, verifica-se um aumento no número de ondas de calor e áreas afetadas por secas.



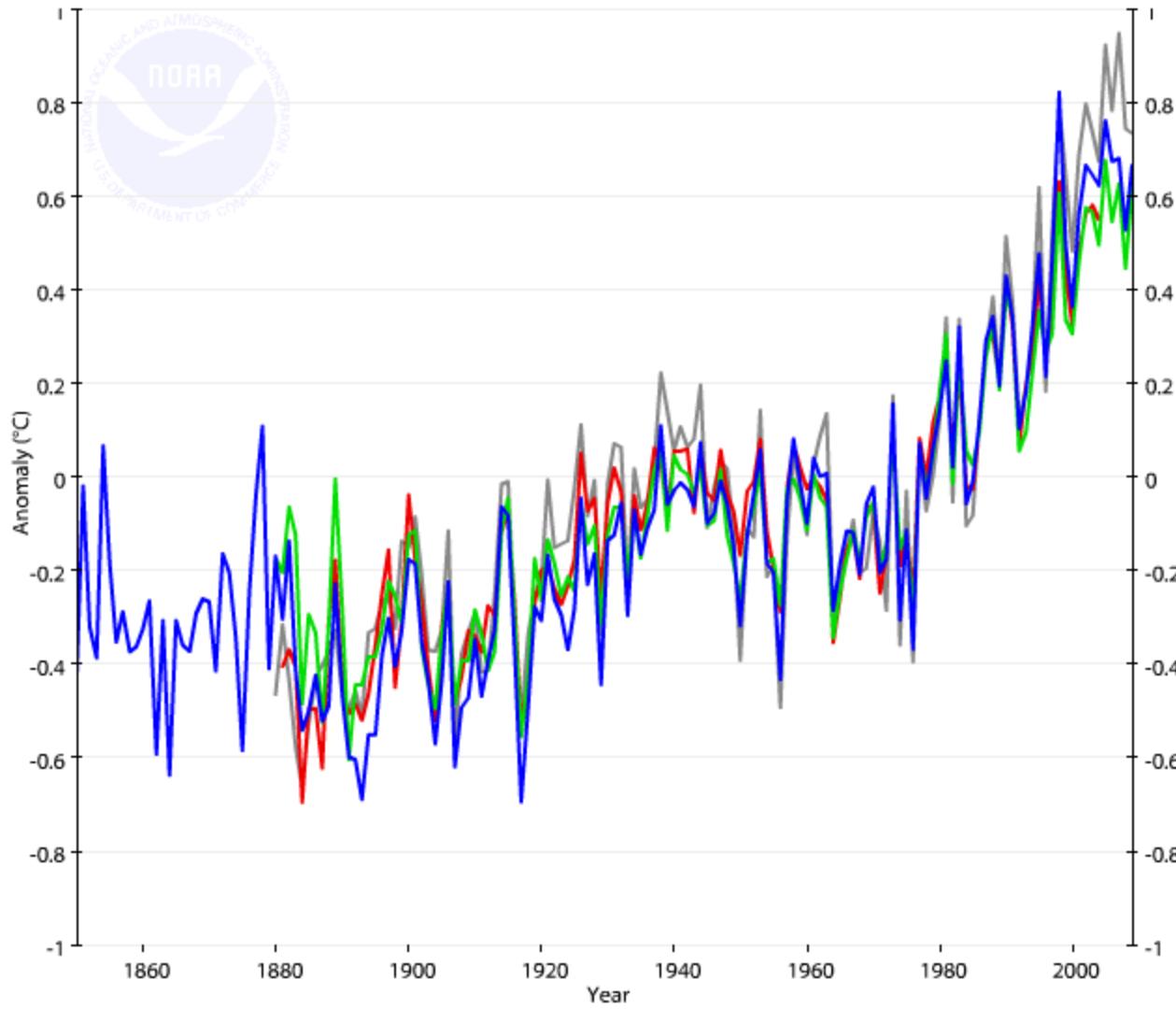
This sign in Paris gave a phone number people could call to find out if their loved ones were among the victims who died during a heat wave there in 2003.



## Land Surface Air Temperature

## Datasets

CRUTEM3 ◊ NASA/GISS ◊ Lugina et al. ◊ NOAA/NCDC ◊





## Temperatura dos Oceanos

Sensores de Temperatura em bóias e flutuadores nos oceanos demonstram uma elevação no conteúdo de energia das águas oceânicas.

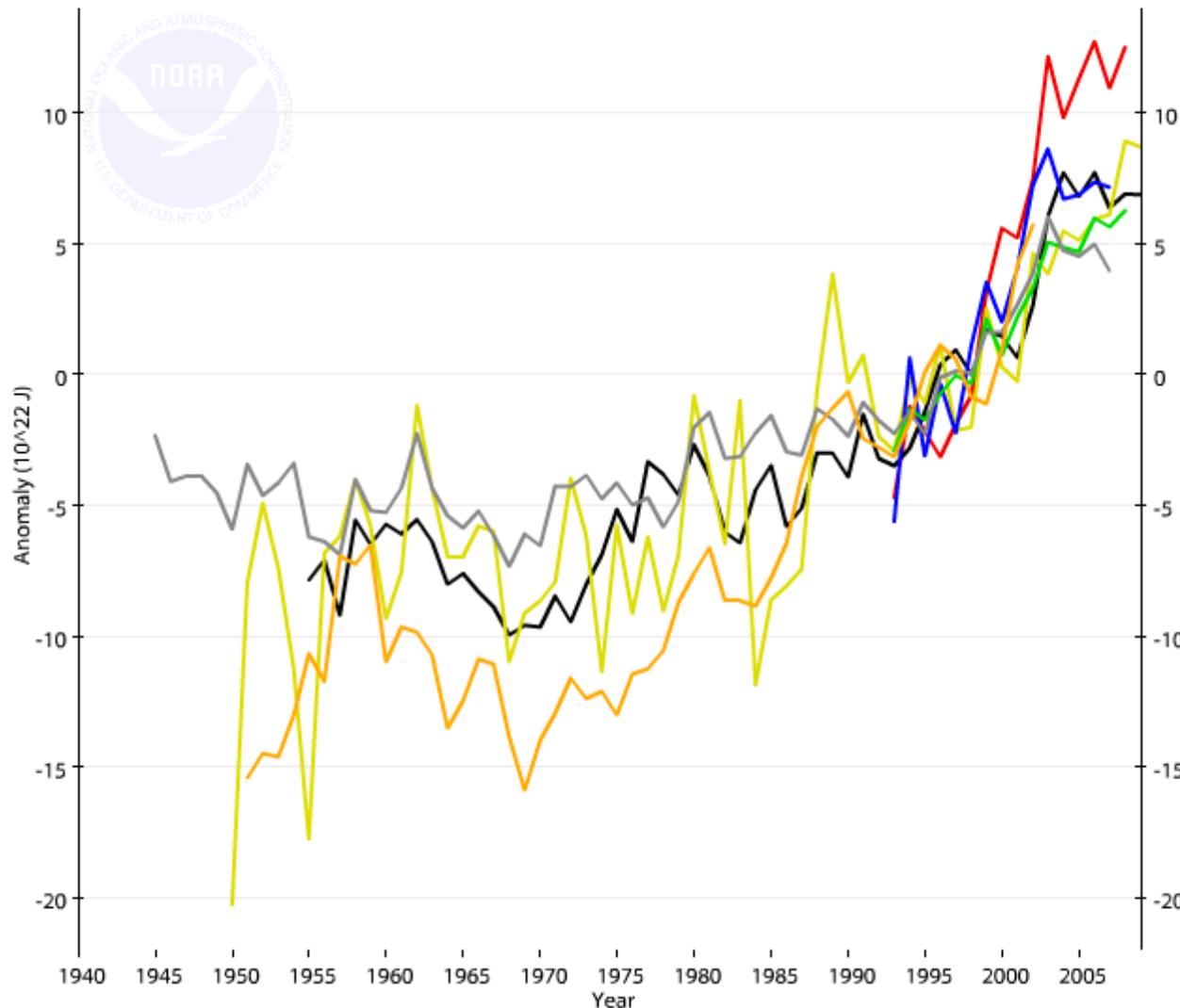
O aquecimento promove expansão da massa d'água, elevando o nível do mar. Temperaturas mais altas também afetam ecossistemas marinhos, alterando a atividade de pesca e por consequência a subsistência de populações que dela depende.



# Ocean Heat Content (0-700m)

## Datasets

Domingues et al. ◊ Ishii and Kimoto ◊ Willis et al. ◊ Lyman and Johnson ◊ Palmer et al. ◊  
Levitus et al. ◊ Gouretski and Reseghetti ◊

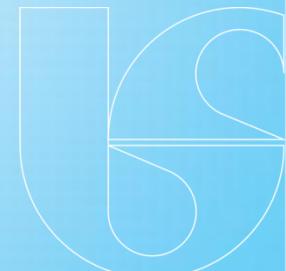




## Glaciares

Registros históricos demonstram que a maioria dos glaciares está sendo reduzida.

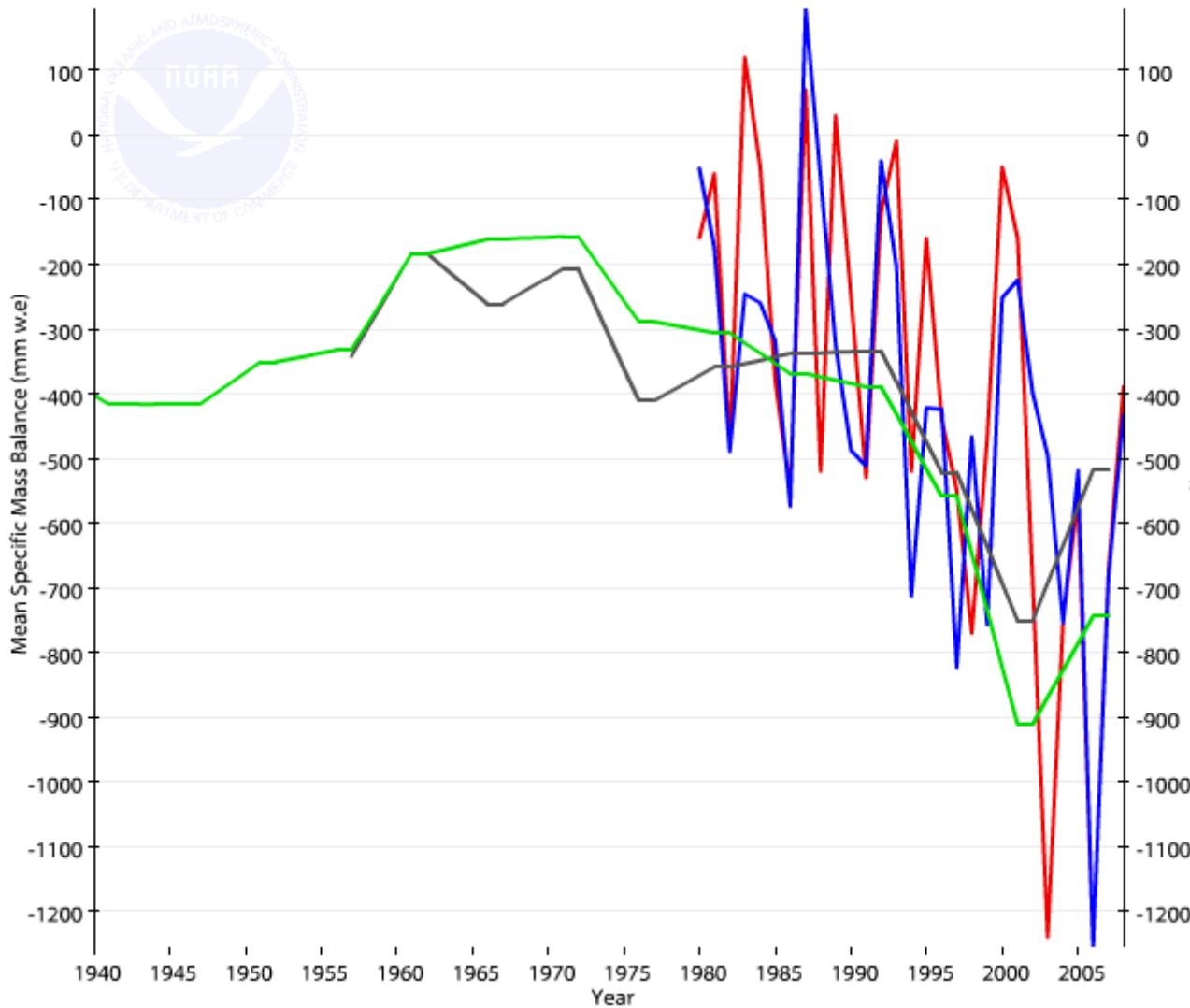
Populações que dependem da água do degelo de glaciares para suas necessidades, atividades agrícolas e agro-pastoris estão enfrentando reduções potenciais.



# Glacier Mass Balance

## Datasets

Cogley (simple average) ☈ Cogley (interpolated) ☈ WGMS (all glaciers) ☈ WGMS (reference set) ☈

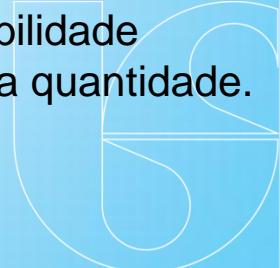




## Neve

Imagens de satélite demonstram que a área de terra coberta por neve durante a primavera no hemisfério norte está tornando-se menor.

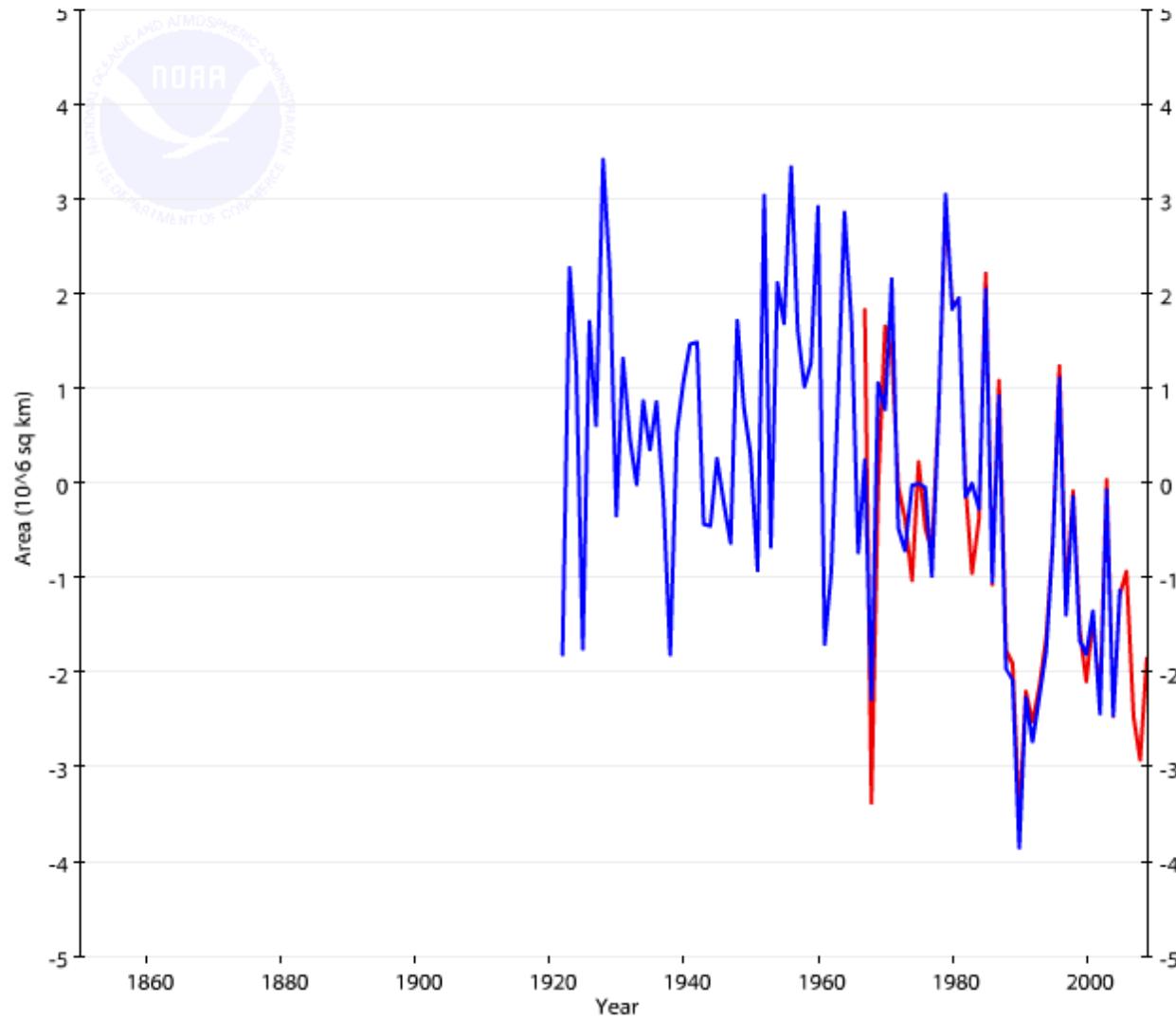
A neve está derretendo mais cedo, mudando a disponibilidade hídrica para as populações e a natureza, no tempo e na quantidade.



## Northern Hemisphere (March-April) Snow Cover

Datasets

IPCC AR4 SPM ◊ Robinson and Frei ◊





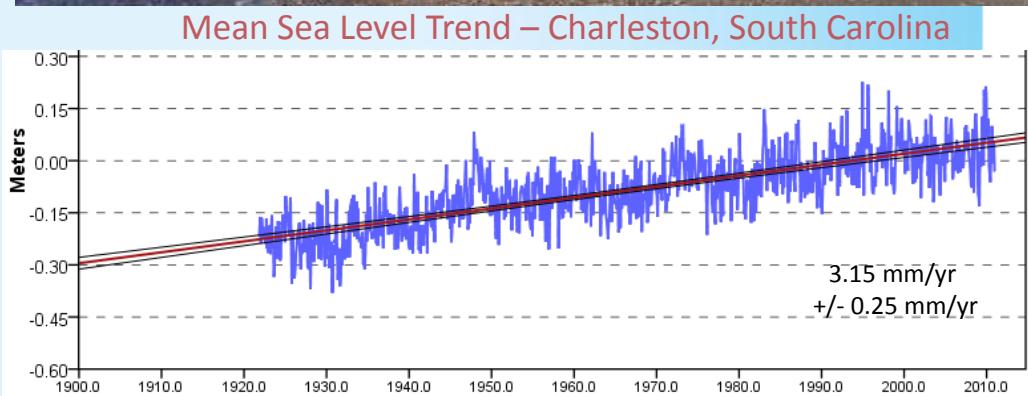
# Nível do Mar

Medidores de marés e satélites que medem a distância de sua órbita em relação à superfície do oceano demonstram que o nível do mar está elevando-se.

Esta elevação está trazendo danos aos ecossistemas, disponibilidade de água doce e desenvolvimento humano nas regiões costeiras.



Current Sea Level



Future Sea Level (simulated)

Adaptado de: <http://slideplayer.us/slide/1424477/#>



*Inundação Costeira*

**Ressaca 03/05/2011  
Santos e Guarujá**



*Assoreamento*

Ressaca no canal do Porto de Santos (SP). Foto: Beto Umbuzeiro.

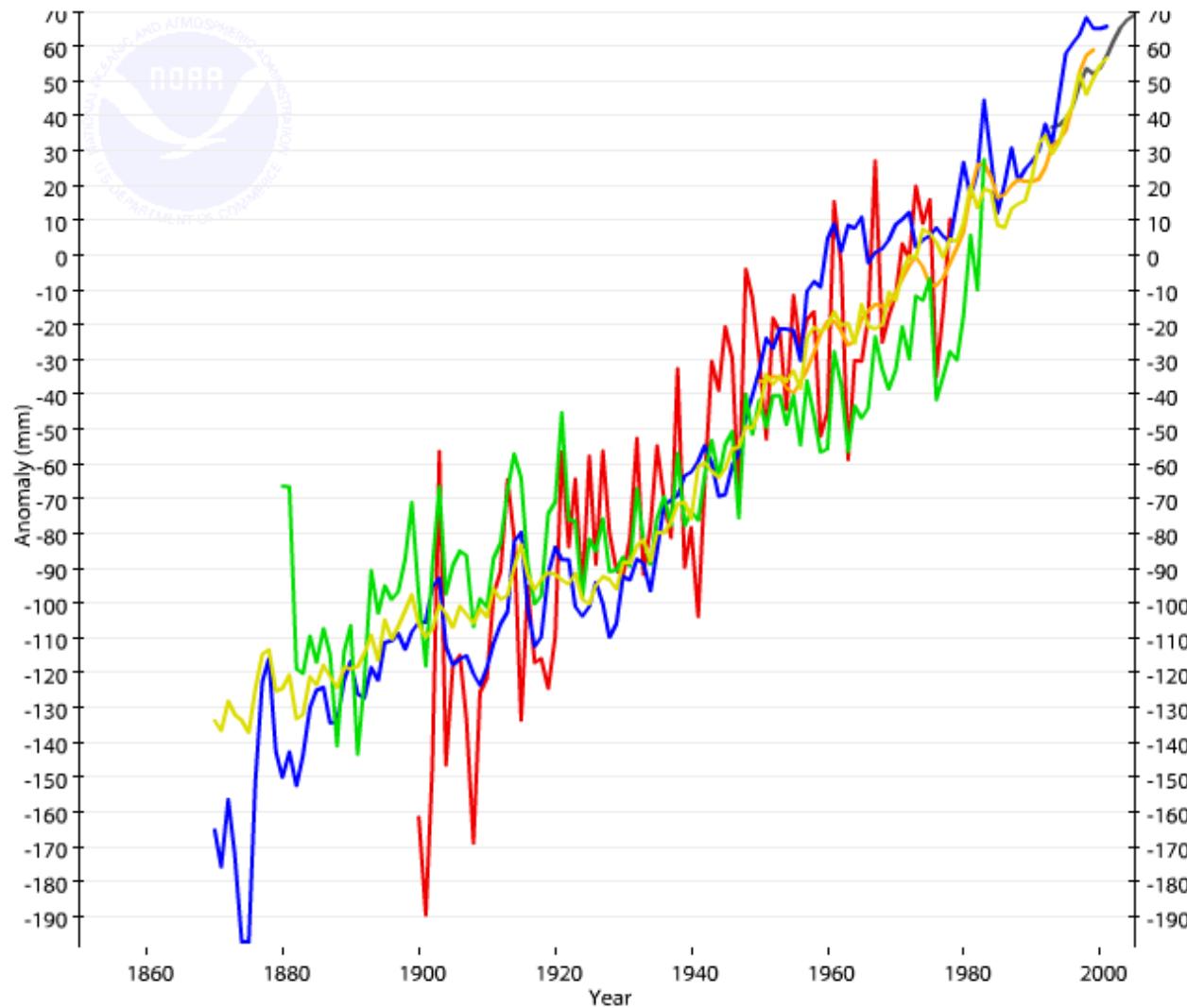


Mar de 2 metros quebra em frente à praia Góes, margem guarujaense do canal do Porto de Santos (SP). Foto: Beto Umbuzeiro.

## Sea Level

### Datasets

Church and White ◊ Gornitz and Lebedeff ◊ Holgate and Woodworth ◊ Jevrejeva et al. ◊  
Leuliette et al. ◊ Trupin and Wahr ◊

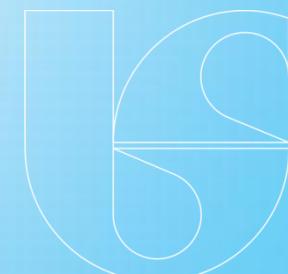




## Temperatura da Superfície do Mar

Sensores em satélites e termômetros em embarcações e bóias demonstram que a temperatura da água da superfície dos oceanos está elevando-se.

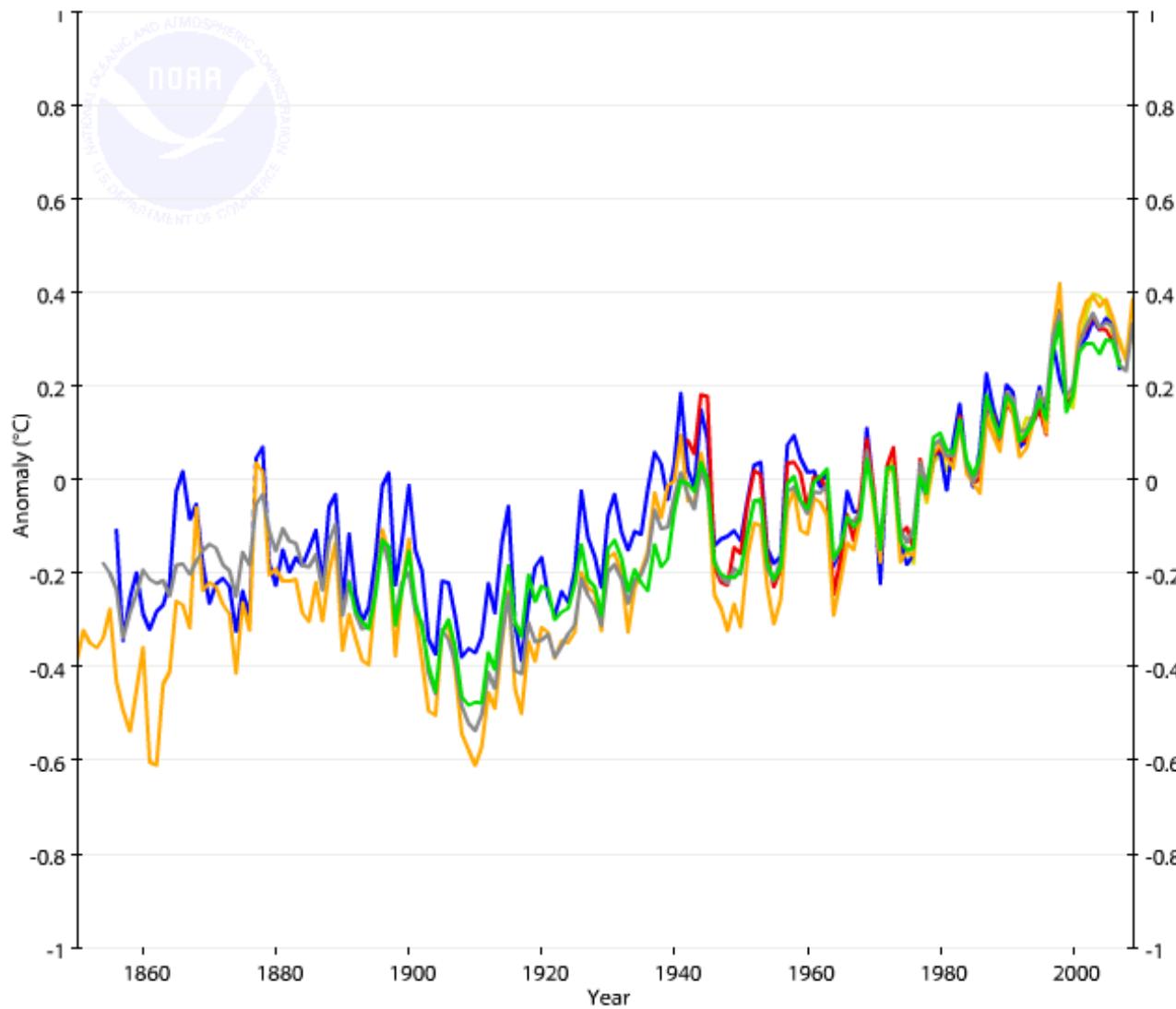
Águas superficiais quentes podem causar danos a recifes de corais, reduzindo oportunidades para atividades de pesca e turismo, e tornar as regiões costeiras vulneráveis a tempestades e erosões.



# Sea-surface Temperature

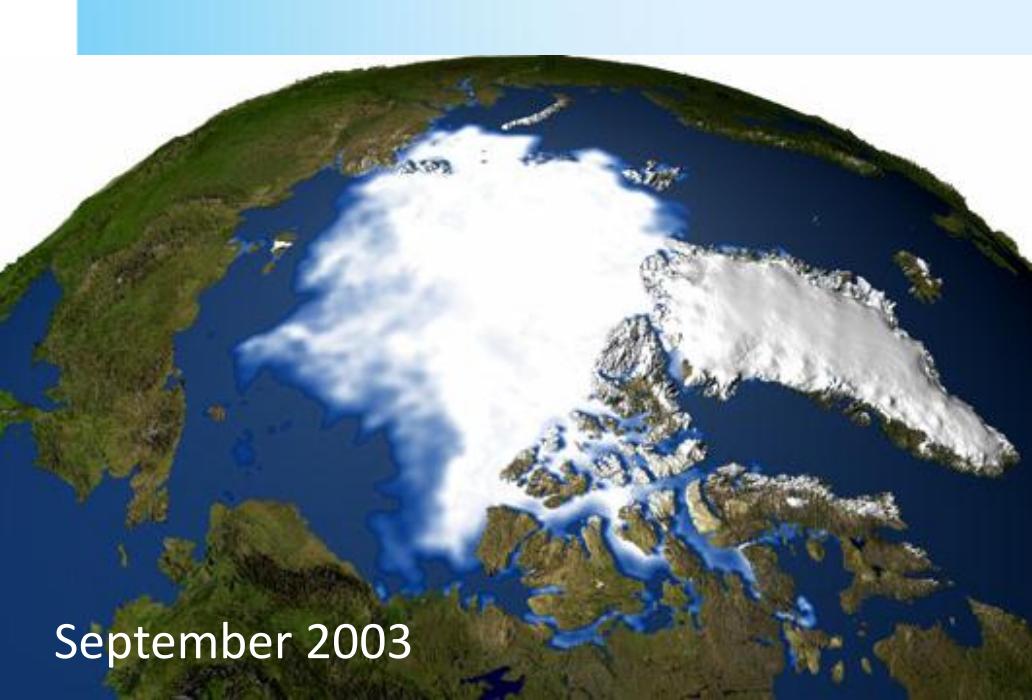
Datasets

COBE ● ERSST3 ● HadSST2 ● ICOADS ● Kaplan ● SOC ●





September 1979



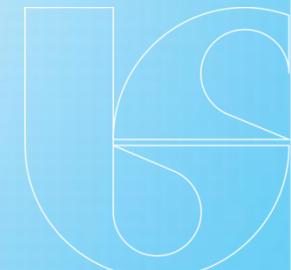
September 2003



# Gelo do Ártico

Imagens de satélite demonstram que a área coberta por gelo no Ártico está diminuindo.

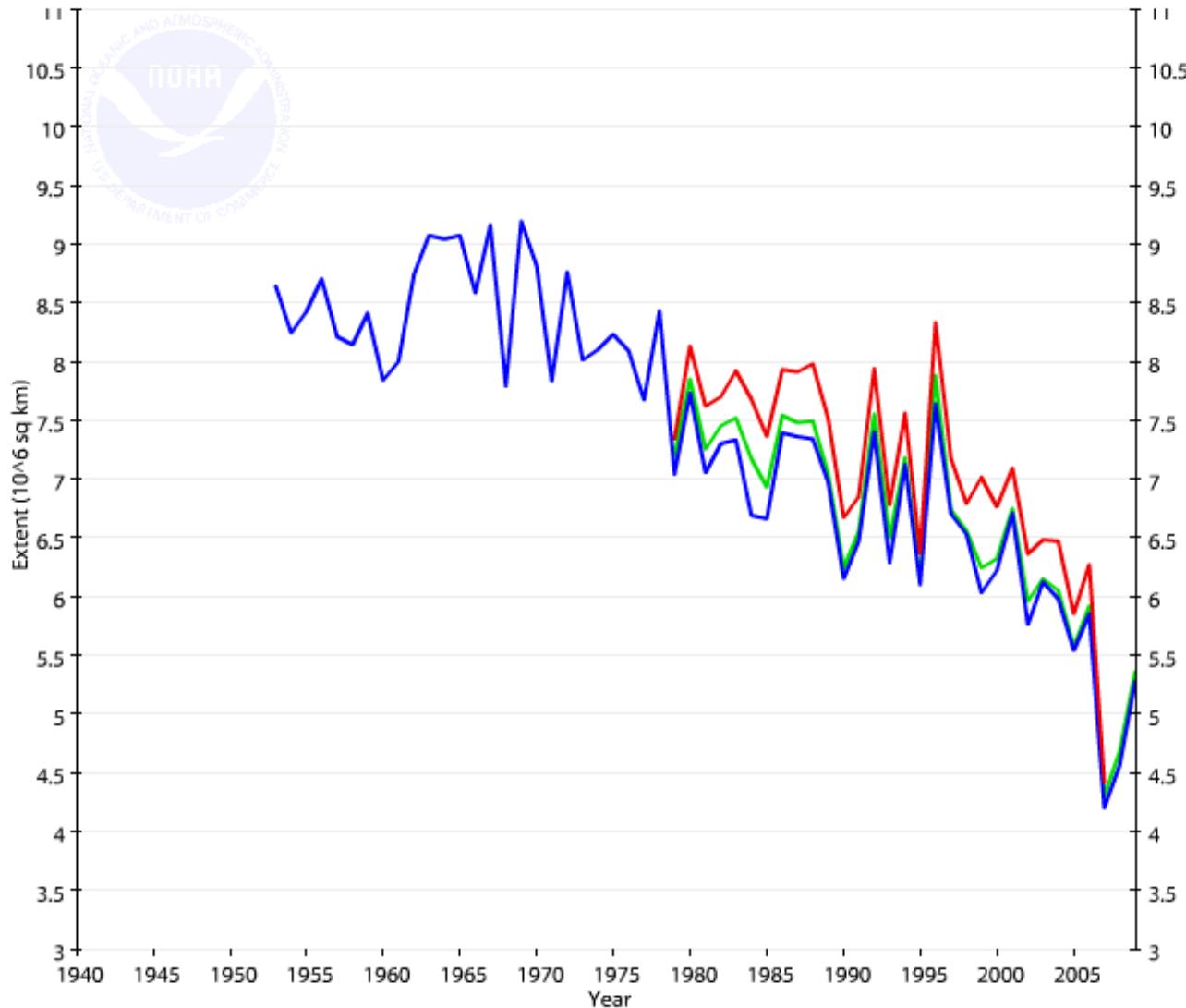
Enquanto o degelo pode abrir novas rotas e prover acessos mais fáceis aos recursos naturais, pode também trazer problemas relacionados à segurança e equilíbrio ambiental.



# September Arctic Sea-Ice Extent

## Datasets

NASA bootstrap algorithm ◊ HadISST ◊ Fetterer et al. ◊

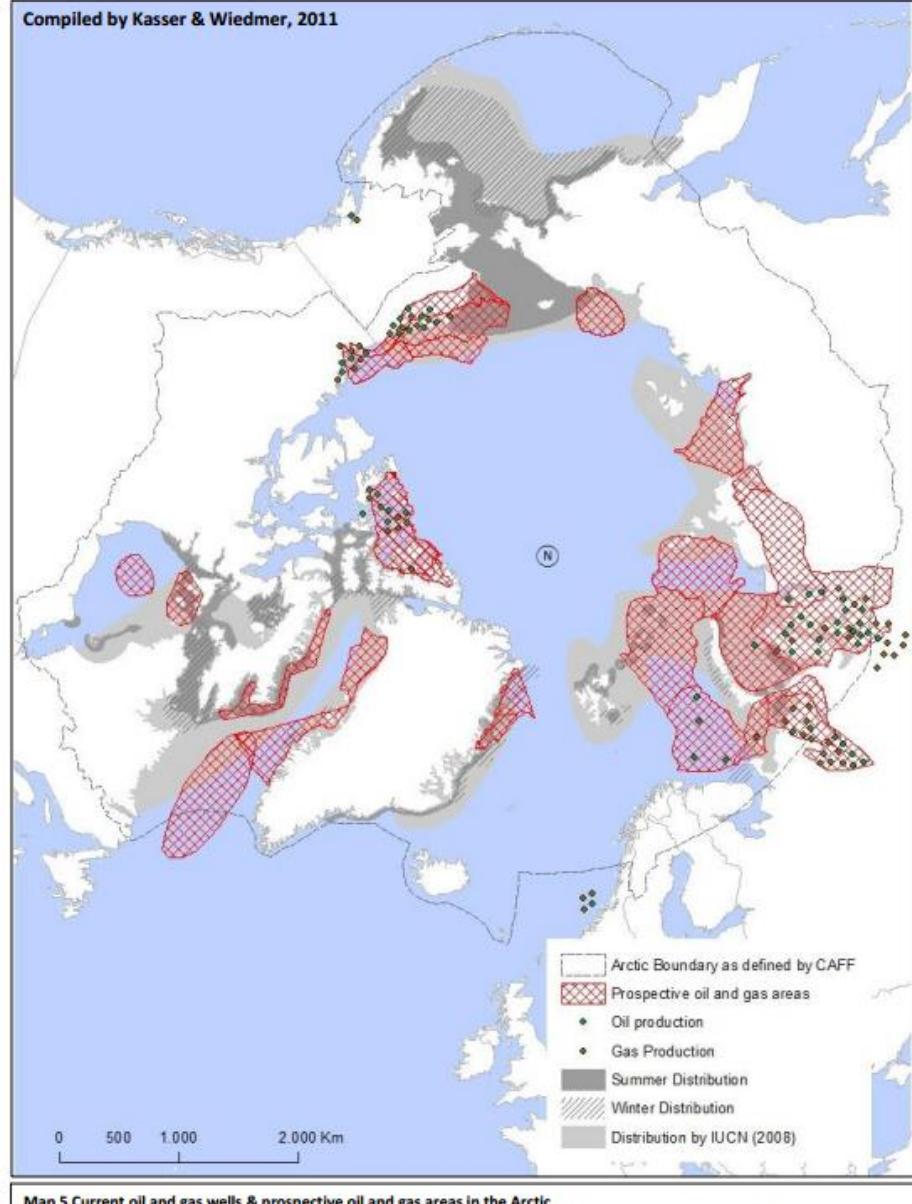




<http://planetasustentavel.abril.com.br/blog/blog-do-clima/2014/10/02/35-mil-morsas-se-aglomeram-em-praia-do-alasca-por-falta-de-gelo/>



Compiled by Kasser & Wiedmer, 2011

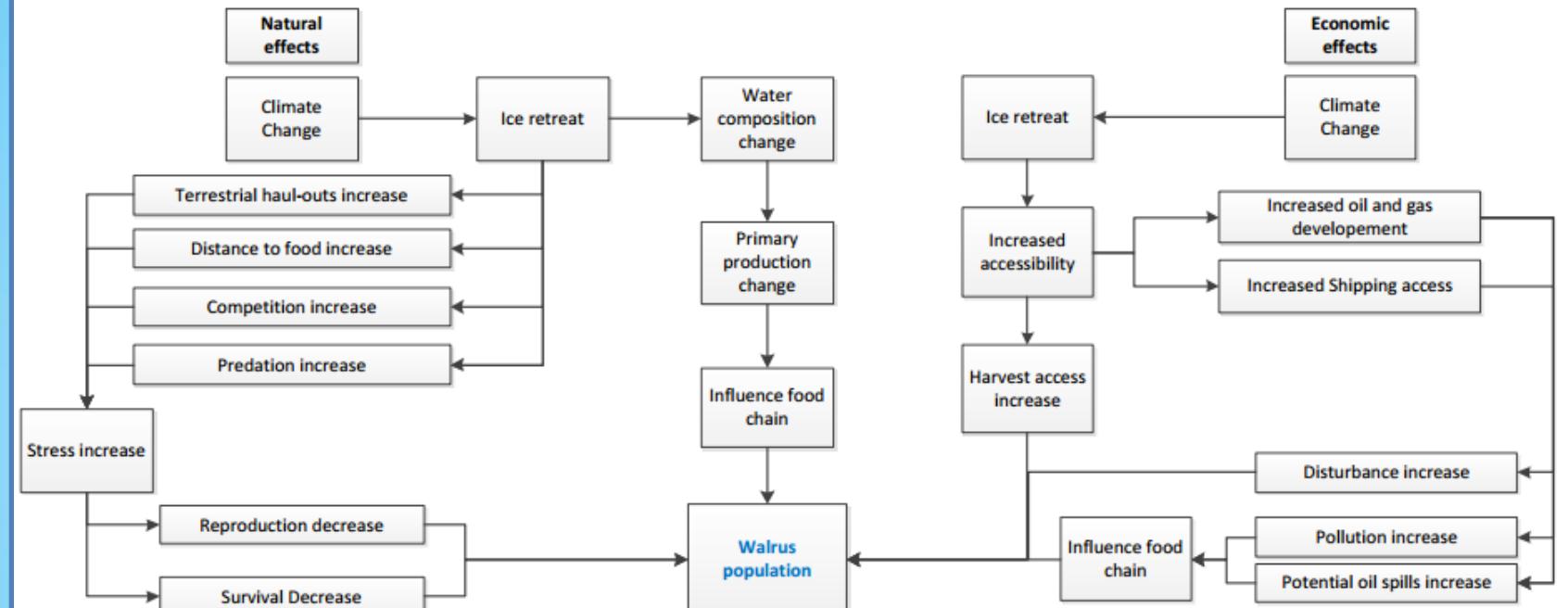


Map 5 Current oil and gas wells & prospective oil and gas areas in the Arctic

References used to compile this map: Bird *et al.*, 2008; Blijlevens & van Dijk, 2010; Born *et al.*, 1995; CAFF, 2009; ESRI, 2008; Gavrilov, 2011; IUCN, 2009; Norwegian Polar Institute, 1995; Olson & Dinerstein, 2010; Smith, 2010; USGS, 2008



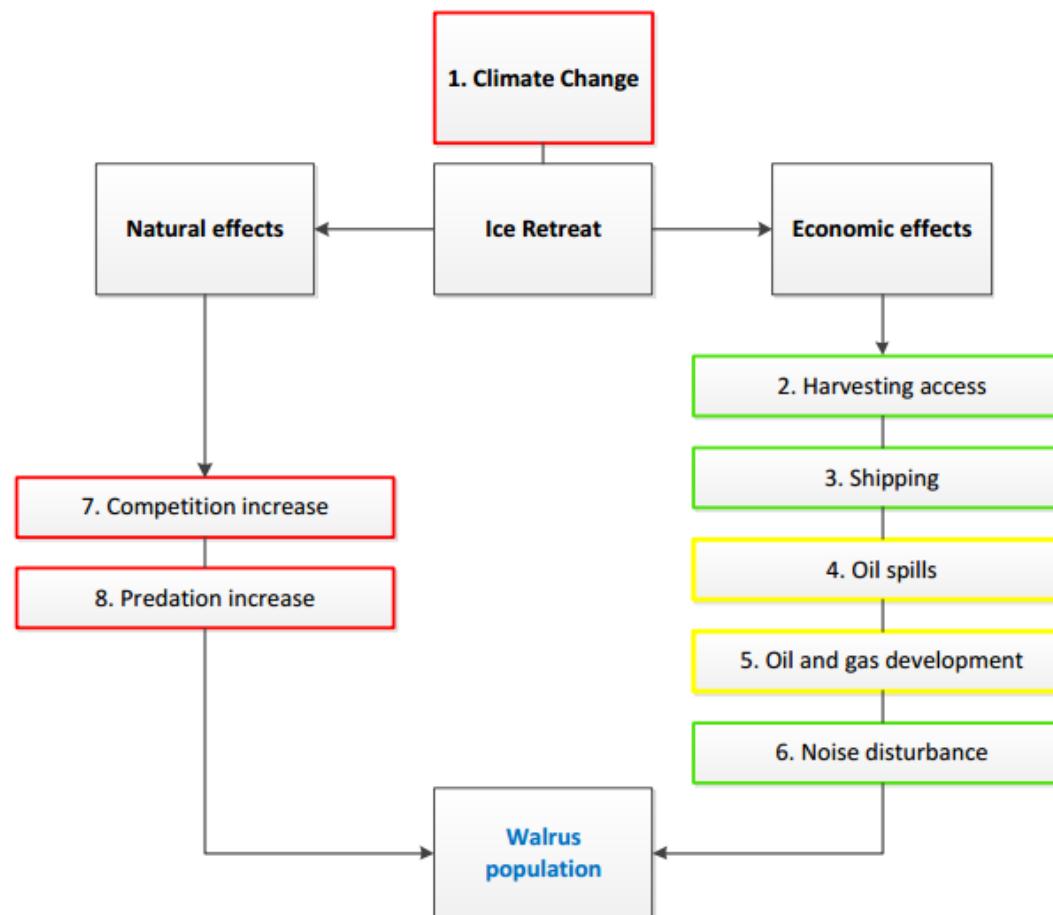
Figure 2 Conceptual model A: Potential threats and their expected relation to the walrus population



The circumpolar walrus population in a changing world - J.J.W Kasser J.E Wiedmer University of Applied Sciences Van Hall Larenstein - January 2012 Leeuwarden, The Netherlands



Figure 2 Conceptual model B: Assessed threats and their relation to the walrus population

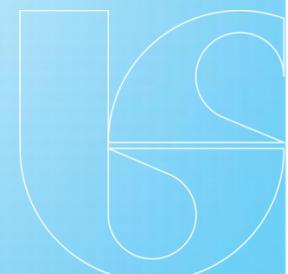


In the conceptual model displayed above all potential threats that were assessed in the threat assessment of paragraph 5.6 and their relation to the walrus population are presented. The numbers are corresponding with the assessments final ranking column and the colours are corresponding with the level of mitigation possible.

Red - Low

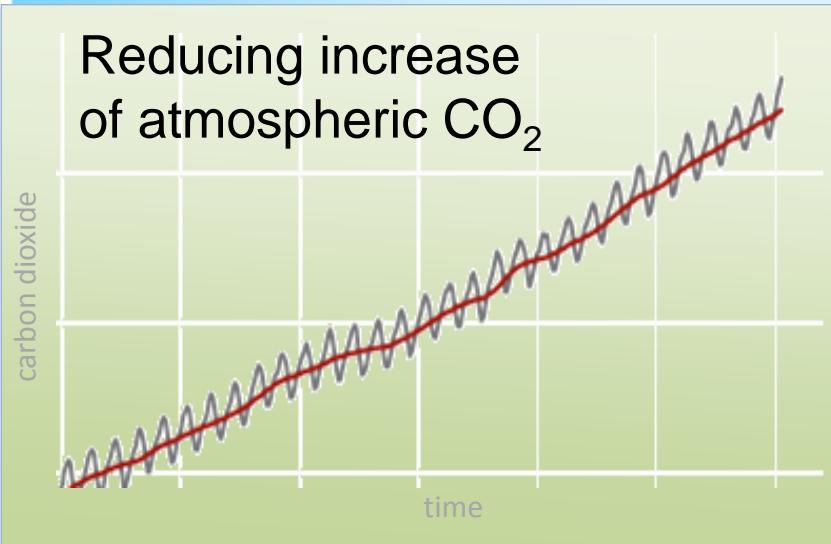
Yellow - Medium

Green - High



# Mitigação

Redução de emissões de GEE ou remoções de CO<sub>2</sub> da atmosfera podem reduzir a severidade dos impactos da mudança do clima.



# Adaptação

Ações para redução da vulnerabilidade aos impactos da mudança do clima podem amenizar a transição



# Mitigação – Redução de CO<sub>2</sub>



- Desenvolvimento de novos hábitos para redução do consumo energético
- Utilização de fontes energéticas alternativas (solar e eólica)
- Plantio de árvores para aumentar a captura de CO<sub>2</sub>.





Ex.: Avaliação da habilidade de uma região em suportar o *runoff* de precipitações mais intensas

# Adaptação

Quais mudanças virão?

Quais mudanças teremos que fazer?

- Proteção de habitats
- Proteção de estruturas físicas
- Proteção de recursos naturais
- Utilização de cultivares alternativos



Video (MCT):

Mudanças Climáticas Antropogenicas

Mudanças Climáticas Naturais

Ciclo do Carbono

Cenários

Mudanças Globais na Vegetação

<https://www.youtube.com/playlist?list=PL37D243F55358954E>

[https://www.youtube.com/watch?v=ZL7\\_r5qLCdw&index=7&list=PL37D243F55358954E](https://www.youtube.com/watch?v=ZL7_r5qLCdw&index=7&list=PL37D243F55358954E)

<https://www.youtube.com/watch?v=8RJ56rasYlc&list=PL37D243F55358954E&index=6&spfreload=10>

<https://www.youtube.com/watch?v=1MQ4au-J3B8&index=4&list=PL37D243F55358954E>

<https://www.youtube.com/watch?v=GVHGCg6GMLk&index=9&list=PL37D243F55358954E>

<https://www.youtube.com/watch?v=NgO6crdb9Y0&index=10&list=PL37D243F55358954E>

# ESSAY



D. PARKINS

## Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC)

Preocupação dos cientistas quanto a anomalias nos dados de temperatura

Tendência de aquecimento global devido a razões antrópicas

**Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (RJ - 1992)**

Criação Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC).

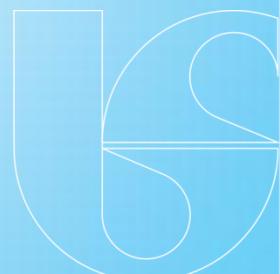
Princípio da precaução: estratégia global " proteger o sistema climático para gerações presentes e futuras".

## Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC)

Objetivo principal: estabilizar as concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera em um nível que impeça uma interferência antrópica perigosa no sistema climático.

Definidos compromissos e obrigações para todos os países (denominados Partes da Convenção)

Princípio: responsabilidades comuns, porém diferenciadas: compromissos específicos para os países desenvolvidos.



## Dentre os compromissos assumidos por todas as Partes, incluem-se:

- elaborar inventários nacionais de emissões de gases de efeito estufa;
- implementar programas nacionais e/ou regionais com medidas para mitigar a mudança do clima e se adaptar a ela;
- promover o desenvolvimento, a aplicação e a difusão de tecnologias, práticas e processos que controlem, reduzam ou previnam as emissões antrópicas de gases de efeito estufa;
- promover e cooperar em pesquisas científicas, tecnológicas, técnicas, socioeconômicas e outras, em observações sistemáticas e no desenvolvimento de bancos de dados relativos ao sistema do clima;
- promover e cooperar na educação, treinamento e conscientização pública em relação à mudança do clima.

## Compromissos específicos dos Países Desenvolvidos:

- adotar políticas e medidas nacionais para reduzir as emissões de gases de efeito estufa, buscando reverter suas emissões antrópicas desses gases aos níveis de 1990, até o ano 2000;
- transferir recursos tecnológicos e financeiros para países em desenvolvimento;
- auxiliar os países em desenvolvimento, particularmente os mais vulneráveis à mudança do clima, a implementar ações de adaptação e se preparar para a mudança do clima, reduzindo os seus impactos.



## Protocolo de Quioto

- Criado em 1997 – Em vigor: 12/02/2005 – Ratificado 55% dos países da Convenção
- Brasil: ratificou em 23/08/2002 (Decreto Legislativo nº 144 de 2002)
- Tratado complementar à UNFCCC
- Definiu metas de redução de emissões para os países desenvolvidos – Anexo I
- Anexo I: compromisso de redução mínima de 5% abaixo dos níveis de 1990, entre 2008 e 2012 (1º Período de Compromisso)
- Cada parte negociou sua meta de redução ou limitação
- Países Não - Anexo I: medidas para que o crescimento necessário de suas emissões fosse limitado pela introdução de medidas apropriadas, contando, para isso, com recursos financeiros e acesso à tecnologia dos países industrializados
- Mecanismos de Flexibilização: ajudar os países Anexo I no alcance da meta de redução de emissões
  - Comércio de Emissões (Anexo I)
  - Implementação Conjunta (Anexo I)
  - Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) (Anexo I e Não-Anexo I)
- Primeiro período de compromisso: final em 2012. Emissões Anexo – I: aumento de 11% entre 1990 e 2005 (destaque: setor energético)

## Protocolo de Quioto - Segundo período de compromisso

COP 18 – Doha (2012) - 194 países: aprovação PK até 2020

Países fora do acordo: Japão, Rússia, Canadá e Nova Zelândia

Austrália, Noruega, EU: 15% emissões mundiais

Excedentes de emissões não poderão ser utilizados no segundo período de compromisso

EU: atenção para o financiamento





## Órgãos Subsidiários e Grupos de Trabalho da UNFCCC:

- Órgão Subsidiário para Implementação (SBI)
- Órgão Subsidiário de Assessoramento Científico e Tecnológico (SBSTA)
- Grupo de Trabalho sobre os Compromissos Futuros das Partes do Anexo I sob o Protocolo de Quioto (AWG - KP)
- Grupo de Trabalho sobre as Ações de Cooperação de Longo-Prazo sob a Convenção (AWG - LCA)



## Conferência das Partes - COP

A Conferência das Partes - COP é o órgão supremo da Convenção.

Seu objetivo é manter regularmente sob exame a implementação da Convenção e de quaisquer instrumentos jurídicos que a COP possa adotar, além de tomar as decisões necessárias para promover a efetiva implementação da Convenção.

Também compete à COP:

- examinar periodicamente as obrigações das Partes e os mecanismos institucionais estabelecidos por esta Convenção;
- promover e facilitar o intercâmbio de informações sobre medidas adotadas pelas Partes para enfrentar a mudança do clima e seus efeitos;
- promover e orientar o desenvolvimento e aperfeiçoamento periódico de metodologias comparáveis, a serem definidas pela Conferência das Partes para elaborar inventários de emissões de gases de efeito estufa por fontes e de remoções por sumidouros;
- examinar e adotar relatórios periódicos sobre a implementação desta Convenção.

A Convenção conta com um Secretariado, com sede em Bonn, Alemanha, que mantém atualizadas todas as informações relativas à Convenção no site [www.unfccc.int](http://www.unfccc.int). Com freqüência mínima anual, os países signatários se reúnem na COP para então discutir o progresso de implementação da Convenção-Quadro.



## IPCC - Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (Intergovernmental Panel on Climate Change)

*O PNUMA e a Organização Meteorológica Mundial criaram o IPCC (1988), que congrega mais de 2.000 cientistas e representantes de governos para avaliar o risco das mudanças induzidas pela humanidade sobre o clima.*

*O IPCC não realiza qualquer pesquisa nem monitora dados climáticos.*

*Atualmente 195 países integram o IPCC.*

*A sua tarefa é avaliar a literatura científica, técnica e socioeconômica mais recente sobre a compreensão do risco das mudanças climáticas, dos impactos observados e projetados, e das opções de adaptação e de mitigação.*

*A COP utiliza as informações do IPCC para a tomada de decisões baseada em ciência*

## Grupos de trabalho IPCC

O IPCC elabora Relatórios de Avaliação, Relatórios Especiais, Documentos Técnicos em geral e Guias de Metodologia nos seguintes temas:

GT-I aspectos científicos do sistema climático e do fenômeno das mudanças do *clima*.

GT-II vulnerabilidade dos sistemas humanos e naturais frente ao impacto das mudanças climáticas, as consequências dessas mudanças e analisa as possibilidades de adaptação a elas.

GT-III possibilidades de mitigação das mudanças climáticas e a limitação das emissões de *gases de efeito estufa*.

### *Relatórios de Avaliação:*

1990 – AR1

1995 – AR2

2001 – AR3

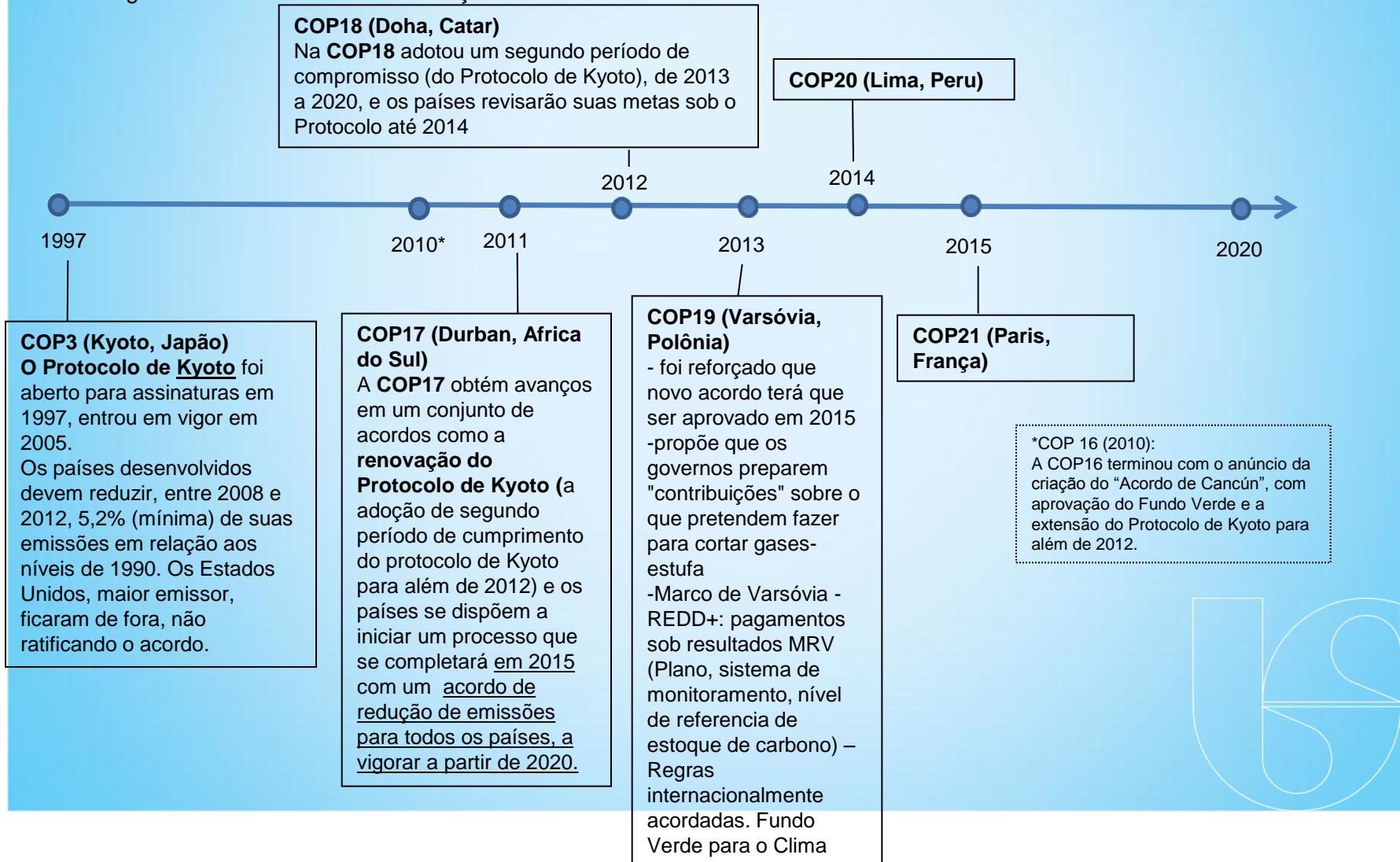
2007 – AR4 - *Premio Nobel da Paz*

2014 – AR5



# Agenda do Clima

A [Conferência das Partes \(COP – Conference of the Parties\)](#) é o órgão supremo da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, adotada em 1992. É uma associação de todos os países membros (ou “Partes”) signatários da Convenção, que, após sua ratificação em 1994, passaram a se reunir anualmente a partir de 1995, por um período de 2 semanas, para avaliar a situação das mudanças climáticas no planeta e propor mecanismos a fim de garantir a efetividade da Convenção.



# Agenda do Clima 2014

**15 de Janeiro:** Cúpula de Investidores sobre Risco Climático (Nova York, EUA)

**10-14 de Março:** Conferência de Mudanças Climáticas de Bonn - 4<sup>a</sup>p. da 2<sup>a</sup> Sessão do Grupo de Trabalho sobre a Plataforma de Durban (negociação do novo acordo climático global) (Bonn, Alemanha)

**25-26 de Março:** IPCC 5<sup>o</sup> Relatório de Avaliação sobre Mudanças Climáticas (ARR) - Grupo de Trabalho II: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade (Yokohama, Japão)

**07-11 de Abril:** IPCC 5<sup>o</sup> Relatório de Avaliação sobre Mudanças Climáticas - Grupo de Trabalho III: mitigação das Mudanças Climáticas (Berlim, Alemanha)

**04-15 de Junho:** Conferência de Mudanças Climáticas de Bonn - 5<sup>a</sup> p. da 2<sup>a</sup> Sessão do Grupo de Trabalho sobre a Plataforma de Durban (negociação do novo acordo climático global) (Bonn, Alemanha)

**Setembro:** Cúpula de Clima da ONU 2014 (Nova York, EUA)

**20-24 de Outubro:** Conferência de Mudanças Climáticas de Bonn - 6<sup>a</sup> p. da 2<sup>a</sup> Sessão do Grupo de Trabalho sobre a Plataforma de Durban (negociação do novo acordo climático global) (Bonn, Alemanha)

**27-31 de Outubro:** IPCC 5<sup>o</sup> Relatório sobre Mudanças Climáticas - Synthesis Report (Copenhague, Dinamarca)

**Novembro**

. **Observatório do Clima** lança a atualização das estimativas de emissões de gases de efeito estufa no Brasil até o ano de 2013.

. **Ministério da Ciência e Tecnologia** e a **Rede Clima** deve publicar os dados do **3<sup>o</sup> Inventário de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa** com dados até 2010.

**01-12 de Dezembro:** 20<sup>a</sup> Conferência das Partes da Convenção da ONU sobre Mudanças do Clima/COP20 (Lima, Peru)



## 5º Relatório de Avaliação do IPCC (ONU)



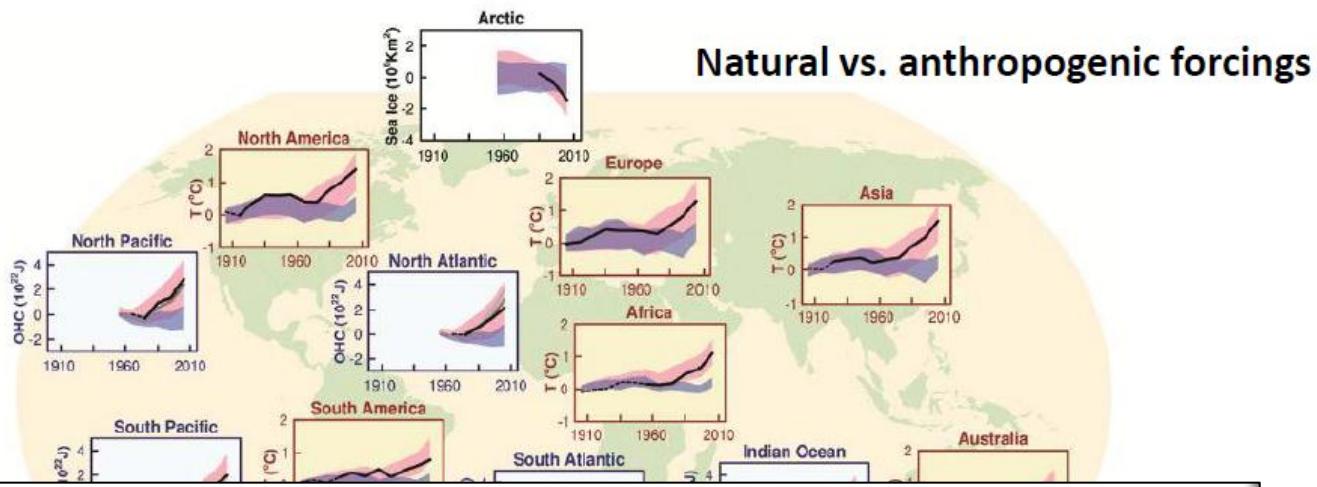
- O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, na sigla em inglês) e a divulgação das partes do **quinto relatório de avaliação (AR5)**.
- **1ª parte** – Base científica da mudança climática global (com revisão de milhares de pesquisas realizadas nos últimos cinco anos) – set/13
- **2ª parte** - Os impactos e as formas de adaptação à nova realidade climática – mar/14
- **3ª parte** - Formas de mitigar a mudança climática  
- abr/2014
- **4ª parte** – Relatório Síntese - out/14  
[http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR\\_AR5\\_LONGERREPORT.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_LONGERREPORT.pdf)



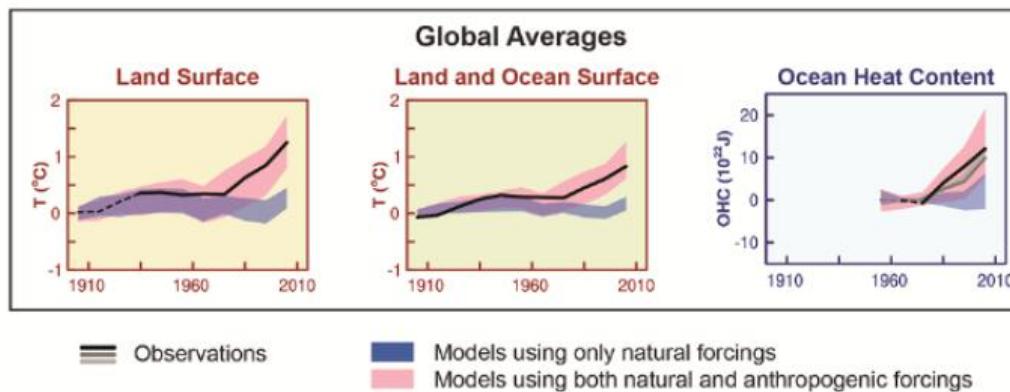
Fourth Lead Author Meeting of IPCC Working Group I



## 5º Relatório de Avaliação do IPCC (ONU)



É extremamente provável (95% de certeza) que a influência humana seja a causa dominante no aquecimento observado desde a metade do século 20





## 5º Relatório de Avaliação do IPCC (ONU)



### Existe um limite

temos 66% de chance de evitar o aquecimento “perigoso” de 2°C (relativo ao período de 1861-1880).

Resta 1.000 GtCO<sub>2</sub> para emitir entre 2012 a 2100, o que daria uma média de 11 GtCO<sub>2</sub> por ano. Mas atualmente emitimos 50 GtCO<sub>2</sub> e o ritmo está crescendo.



### Já temos uma conta a pagar

Mesmo no melhor cenário, é impossível a temperatura começar a cair antes de 2100, ondas de calor, chuvas torrenciais e aumento do nível do mar vão crescer em alguma medida até lá



### Ainda dá tempo

Evitar que o planeta estoure esse “orçamento de carbono” será difícil, mas ainda não impossível. Será preciso que as emissões parem de crescer em 5 anos e caiam a até 70% antes de 2050. Em 2100, elas teriam de zerar.



### Cabe no Nossa Bolso

O investimento em energia limpa para atingir a meta tem de crescer US\$ 147 bilhões ao ano. Se o petróleo perder espaço, isso não é muito, dado que o setor energético já investe US\$ 1,2 trilhão no total



### É uma causa justa

O aquecimento afeta países ricos e pobres, mas os primeiros têm recursos para investir em adaptação. A mudança do clima reduzirá a oferta de água, comida e moradia em todo o mundo



### Prevenir x Remediado

Mesmo que não se evite o acréscimo de 2°C, cortar o máximo possível de emissões será bom. Obras de adaptação serão mais caras e menos eficientes sob um clima mais descontrolado

## Video ONU

[Leonardo\\_Dicaprio\\_discurso\\_legendado - 2014\\_UN\\_Climate.mp4](#)

<https://www.youtube.com/watch?v=BR5vC6KgXNU>





## INVENTÁRIOS DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA



## **Inventário Brasileiro de emissões de gases de efeito estufa**

**O grupo de trabalho do IPCC conhecido como Força Tarefa para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa (TFI), foi estabelecido pelo IPCC, na sua sessão de 14, em outubro 1998, para supervisionar o Programa de Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa (IPCC-NGGIP).**

Os objetivos do IPCC-NGGIP são:

- desenvolver e aperfeiçoar uma metodologia internacionalmente acordada e software para o cálculo e comunicação de emissões e remoções de GEE nacionais e
- incentivar a utilização e difundir a metodologia pelos países participantes do IPCC e pelos signatários da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas (UNFCCC).

O Brasil, como país signatário da Convenção, tem o compromisso de elaborar e atualizar periodicamente inventários nacionais de emissões antrópicas por fontes e das remoções por sumidouros de todos os gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal.

O país estabeleceu uma equipe que, sob a Coordenação do MCT, tem como contribuição elaborar a Comunicação Nacional.

A Comunicação Nacional do Brasil deverá conter dois capítulos principais:

- inventário de emissões dos principais gases de efeito estufa (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) nos setores energético, industrial, uso da terra e desmatamento, agropecuária e tratamento de resíduos, e
- apresentar as providências tomadas ou previstas para implementar a Convenção no país.

A Comunicação Nacional do Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa está disponível em:

[http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0004/4199.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0004/4199.pdf)

<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/org/aboutnggip.html> <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/25441.html>



## *O que é um Inventário de Emissões de GEE?*

**Levantamento das principais fontes emissão de GEE e quantificação das emissões**

**Pode contabilizar estoques de CO<sub>2</sub> na forma de biomassa (florestas)**

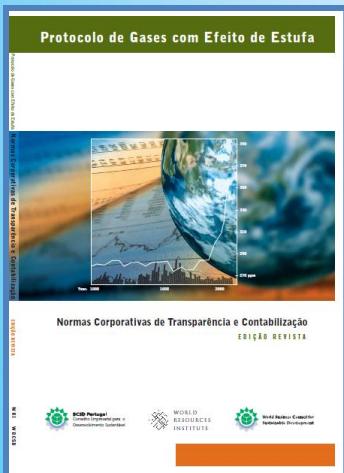
**Desenvolvido de acordo com procedimentos e práticas recomendados por protocolos internacionais e normas ISO:**

- IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas)
- Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
- NBR ISO 14.064
- The Greenhouse Gas Protocol - GHG Protocol (WRI & WBCSD)



# Princípios básicos

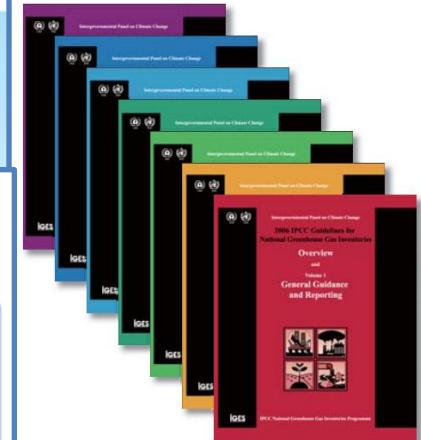
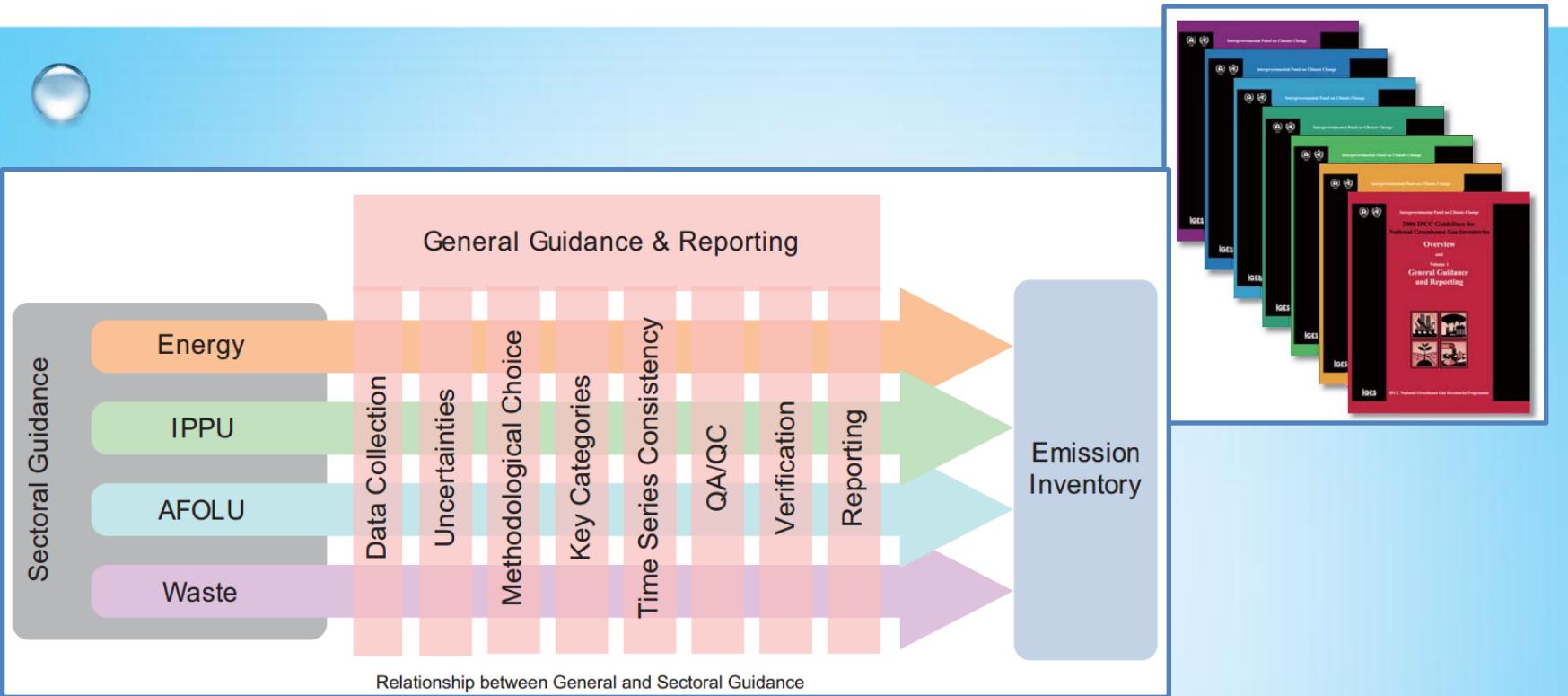
- ✓ **Relevância**
- ✓ **Integralidade**
- ✓ **Consistência**
- ✓ **Precisão**
- ✓ **Transparência**



[http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/syr/en/annexesmethodology-reports.html](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/en/annexesmethodology-reports.html)

OBS.: Suplemento 2013 às Diretrizes de 2006 do IPCC para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa: Áreas Úmidas; e Métodos Suplementares Revisados e Guia de Boas Práticas Resultantes do Protocolo de Kyoto 2013.

<http://www.ipcc-nngip.iges.or.jp/public/wetlands/>



### 2006 Guidelines - Contents

#### **Volume 1 – General Guidance and Reporting:**

gives general information on inventory compilation, QA/QC, uncertainty and guidance on the choice of methods.

#### **Volume 2 – Energy:**

covers the use, production and transport of energy. Includes coverage of carbon dioxide capture and storage.

#### **Volume 3 – Industrial Processes and Product Use (IPPU):**

covers industrial processes such as metal production, petrochemicals and other chemical production. Also covers the use of products including fluorinated gases.

#### **Volume 4 – Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU):**

integrates agriculture with all other land uses and changes in land use. Covers agricultural sources such as livestock, manure management and fertiliser use as well as emissions and removals of greenhouse gases from differing land uses such as forestry, grasslands and settlements.

#### **Volume 5 – Waste:**

covers the collection, treatment and disposal of wastes including solid wastes, landfills and waste water treatment.

ESTIMATIVAS ANUAIS DE  
EMISSÕES DE GÁSES DE EFEITO ESTUFA  
NO BRASIL



2<sup>a</sup> Edição

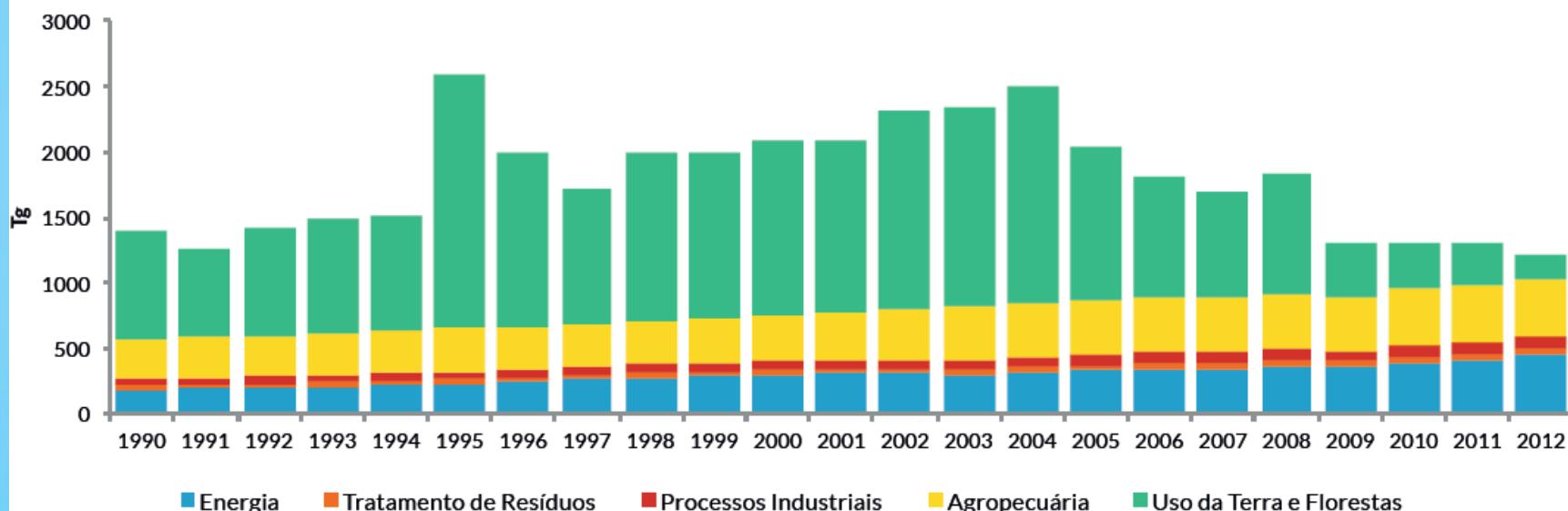


[http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0235/235580.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0235/235580.pdf)



## Inventários de Emissões de GEE – Brasil

Emissões brasileiras de gases de efeito estufa  
Período 1990-2012  
em CO<sub>2</sub>eq

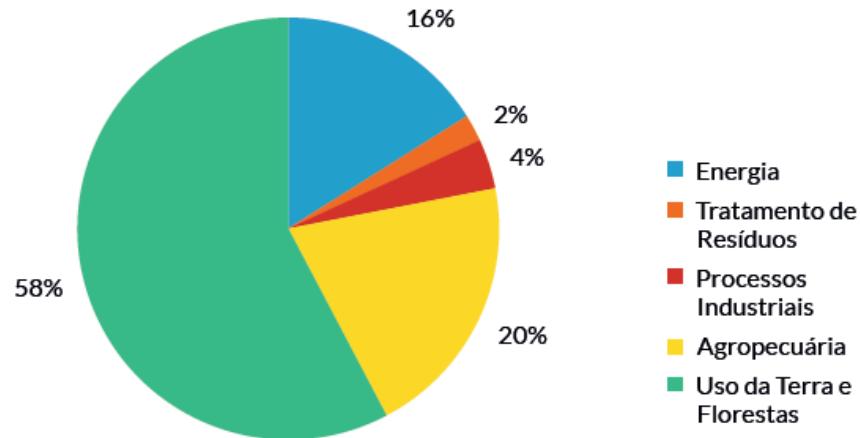


<http://www.mcti.gov.br/documents/10179/35540/Estimativas+Anuais+de+Emiss%C3%A3es+de+Gases+do+Efeito+Estufa+no+Brasil/aab059b1-8f09-4f1f-a06d-14a4b01896a8?version=1.1>

1Mg=1t  
1Gg=1.000t  
1Tg=1.000.000t

## Inventários de Emissões de GEE – Brasil

Emissões CO<sub>2</sub>eq em 2005



Emissões CO<sub>2</sub>eq em 2012

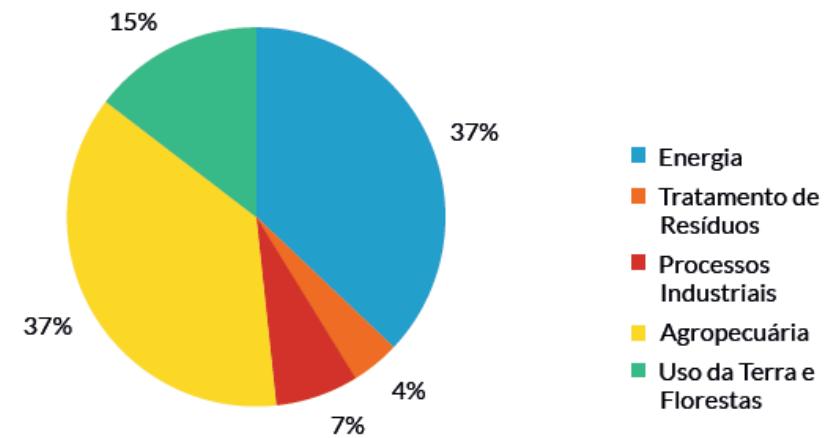


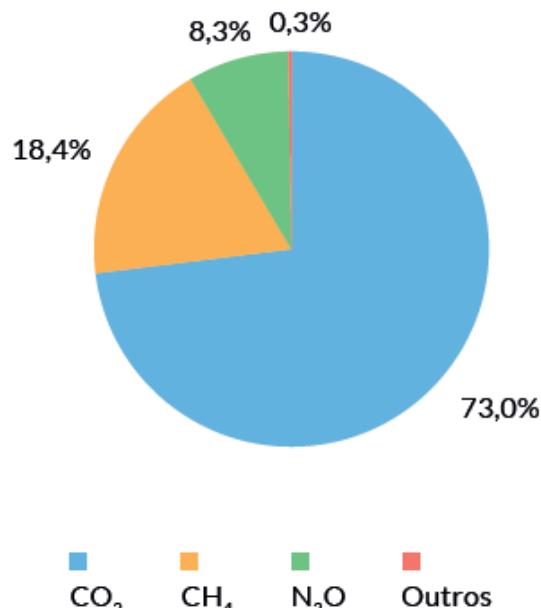
Figura II - Variação da participação nas emissões para cada setor, de 2005 para 2012.

<http://www.mcti.gov.br/documents/10179/35540/Estimativas+Anuais+de+Emiss%C3%B5es+de+Gases+do+Efeito+Estufa+no+Brasil/aab059b1-8f09-4f1f-a06d-14a4b01896a8?version=1.1>

1Mg=1t  
1Gg=1.000t  
1Tg=1.000.000t

## Inventários de Emissões de GEE – Brasil

Emissões CO<sub>2</sub>eq em 2005



Emissões CO<sub>2</sub>eq em 2012

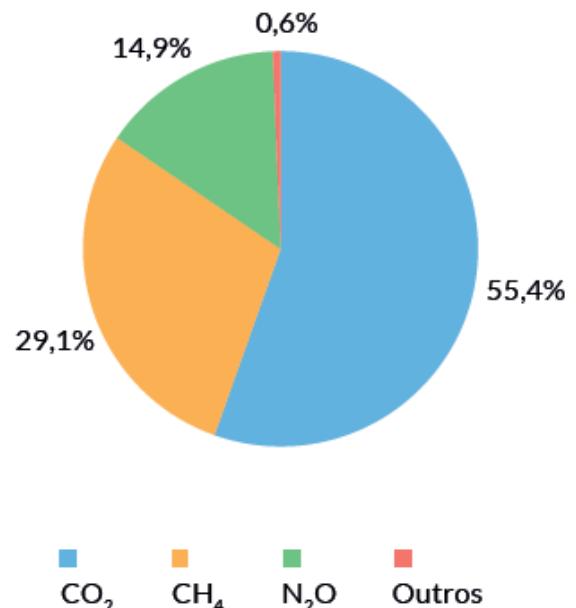


Figura III - Variação das emissões por gás, de 2005 para 2012.

<http://www.mcti.gov.br/documents/10179/35540/Estimativas+Anuais+de+Emiss%C3%B5es+de+Gases+do+Efeito+Estufa+no+Brasil/aab059b1-8f09-4f1f-a06d-14a4b01896a8?version=1.1>



## Inventários de Emissões de GEE – Brasil

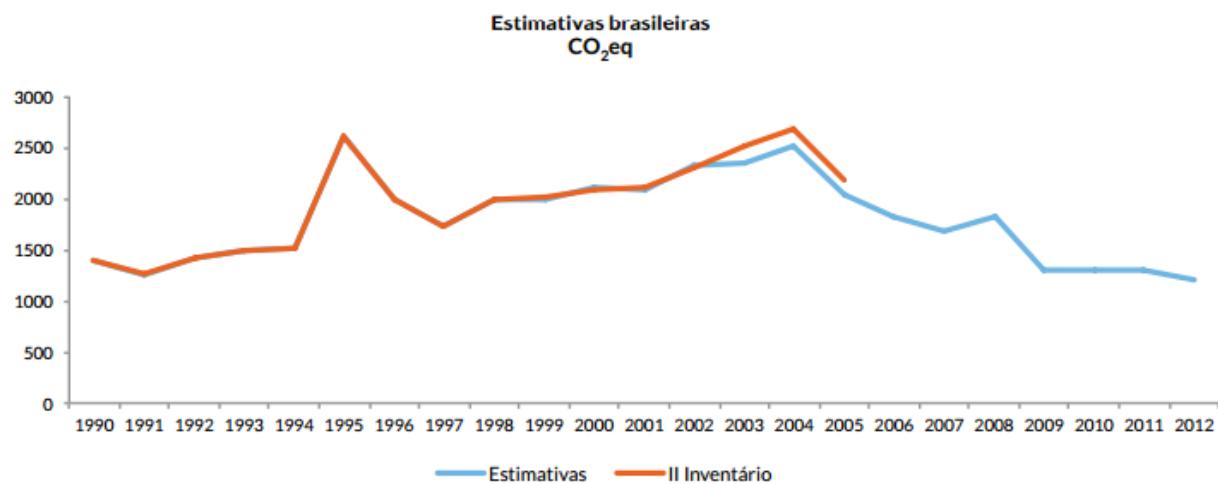


Figura IV – Comparação das Estimativas com o II Inventário Brasileiro.

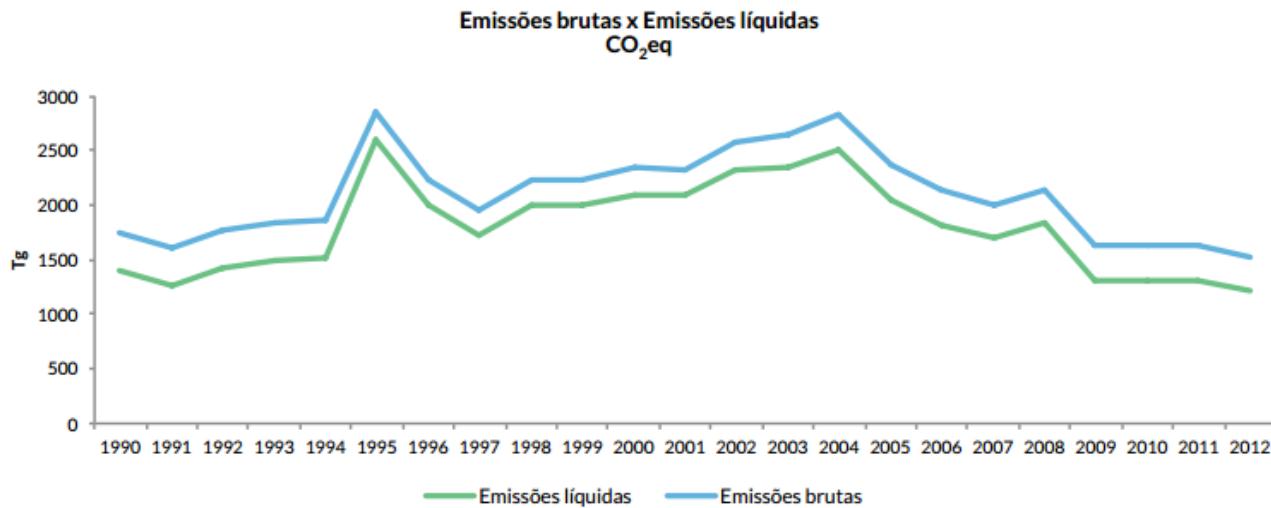
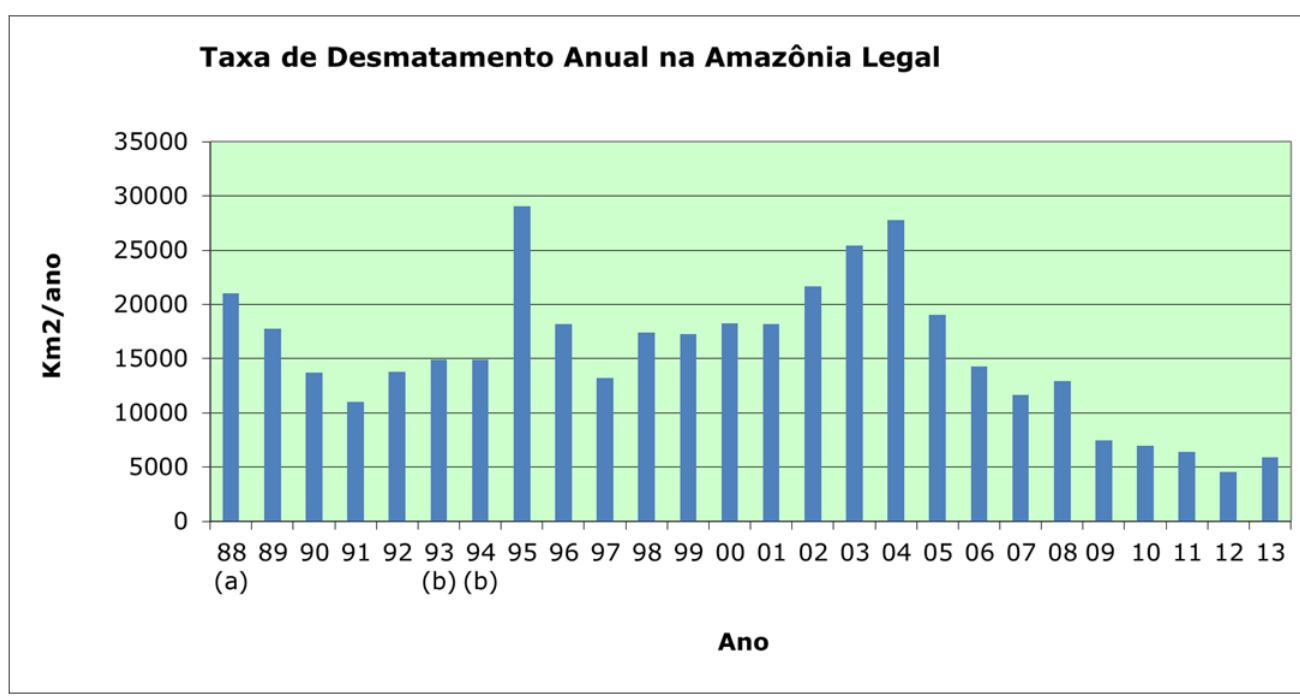


Figura V – Comparação entre as emissões brutas e líquidas.

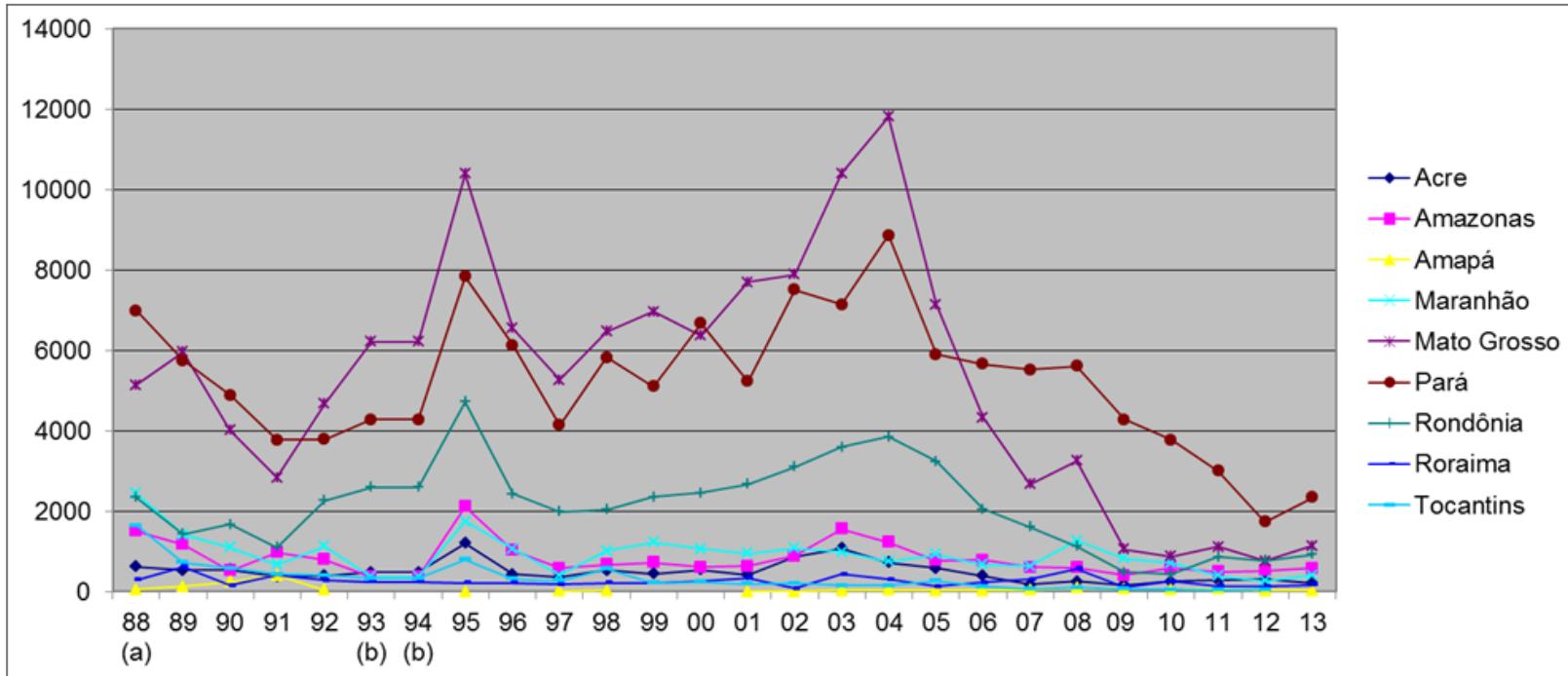
1Mg=1t  
1Gg=1.000t  
1Tg=1.000.000t

- Desmatamento Amazonia



[http://www.obt.inpe.br/prodes/prodes\\_1988\\_2013.htm](http://www.obt.inpe.br/prodes/prodes_1988_2013.htm)





[http://www.obt.inpe.br/prodes/prodes\\_1988\\_2013.htm](http://www.obt.inpe.br/prodes/prodes_1988_2013.htm)



# Comparação das Estimativas com as projeções e ações estabelecidas no Decreto nº 7.390/2010

Segundo o Decreto nº 7.390/2010, a projeção de emissões de gases de efeito estufa foi estimada em 3.236 milhões de toneladas CO<sub>2</sub>eq para 2020. A fim de alcançar esse compromisso nacional voluntário, as ações previstas no decreto almejam reduzir tais emissões entre 1.168 milhões de toneladas CO<sub>2</sub>eq e 1.259 milhões de toneladas CO<sub>2</sub>eq, que correspondem a reduções de 36,1% e 38,9%, respectivamente, do total, limitando as emissões em até 2.068 milhões de toneladas CO<sub>2</sub>eq para o ano em questão. A Figura XI apresenta a estimativa das emissões totais e o limite máximo de emissões para 2020 estabelecido no decreto.

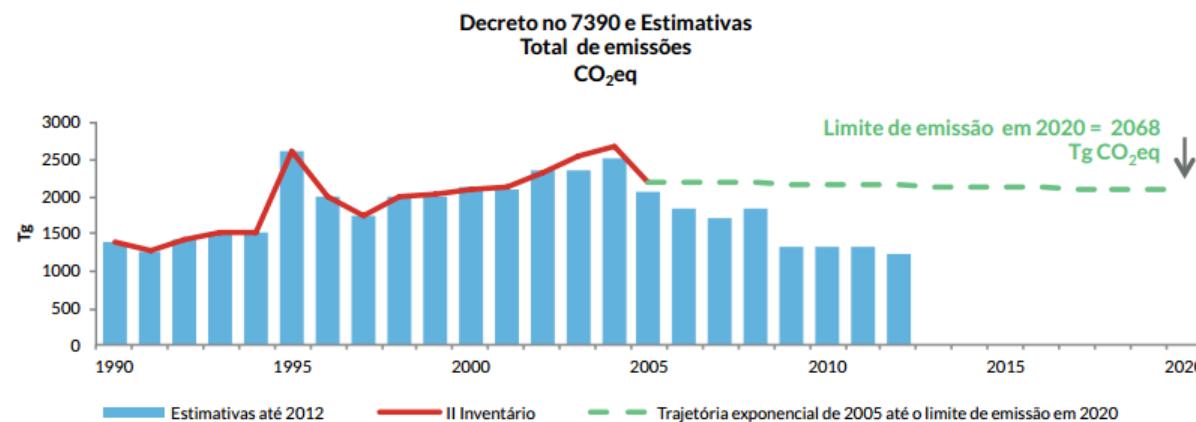
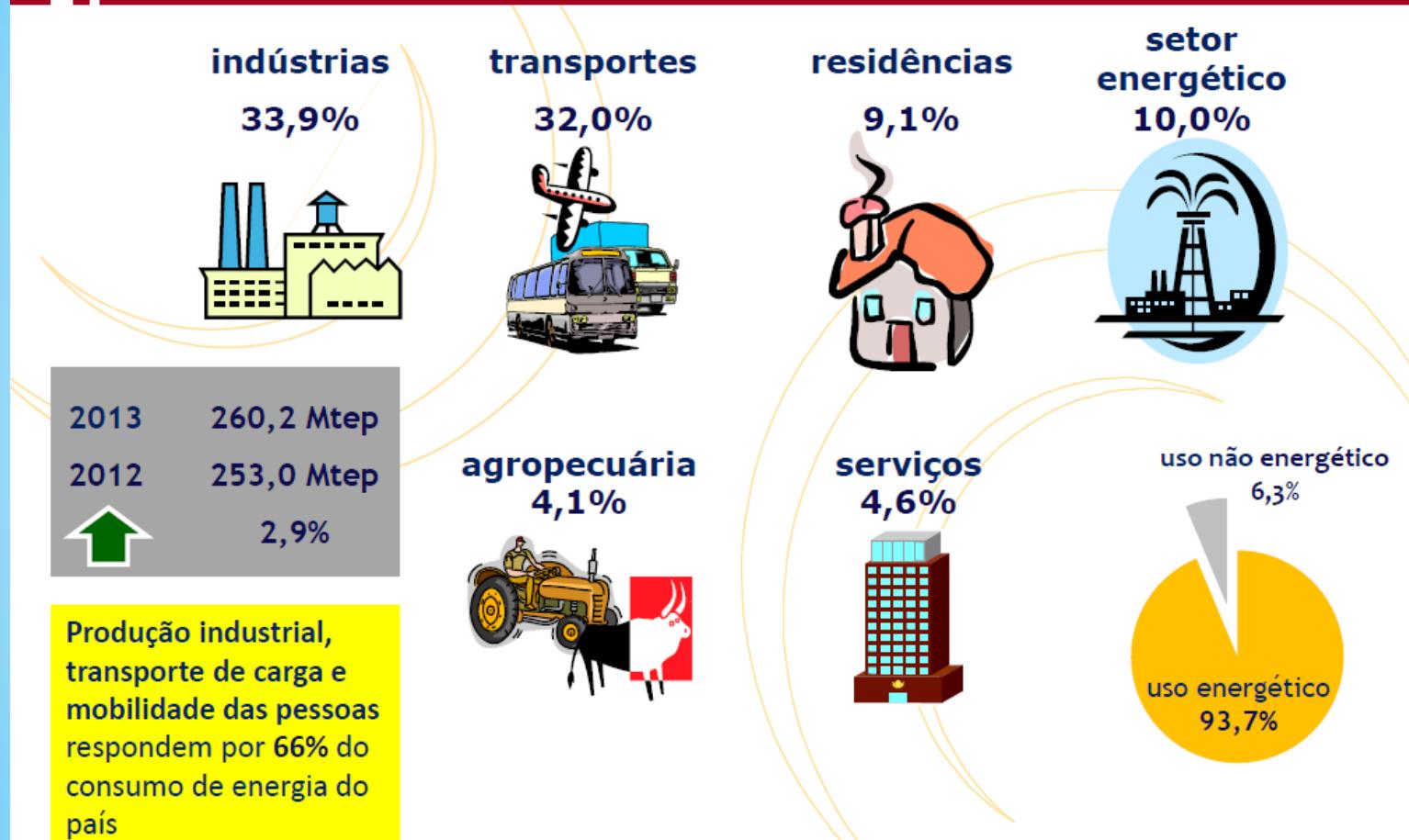


Figura XI – Estimativas de emissões, II Inventário brasileiro e limite de emissões para 2020 definido por decreto.

Em virtude da ausência de valores no Decreto nº 7.390/2010 que indiquem a trajetória de emissões, como um todo, de 2005 até o ano de 2020, foi considerada uma extrapolação do dado de 2005 do II Inventário para o limite de emissões esperado em 2020, por meio do cálculo de uma trajetória

1Mg=1t  
1Gg=1.000t  
1Tg=1.000.000t

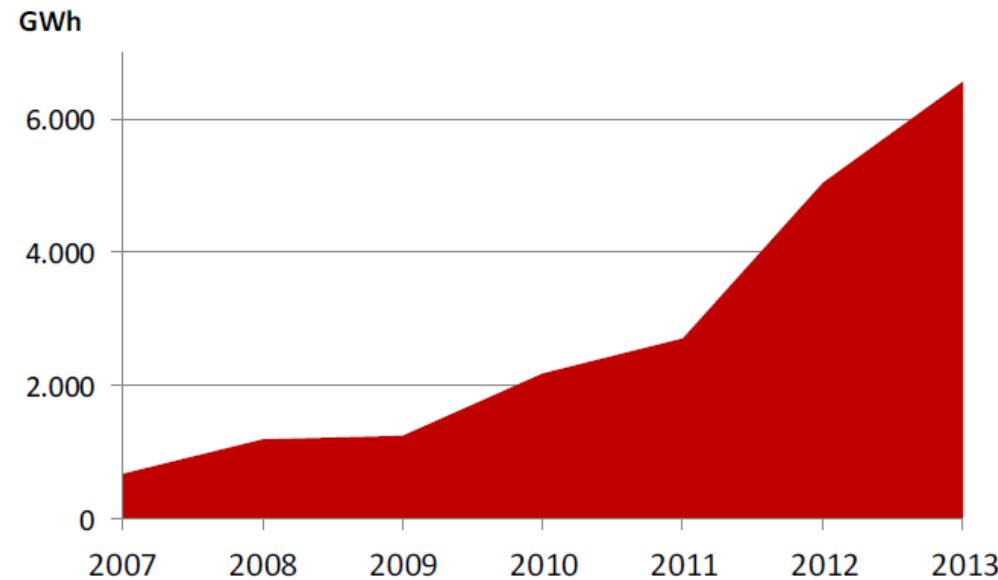
# Quem usou a energia no Brasil em 2013



## Evolução da geração eólica

em GWh

2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Δ 13/12
663	1.183	1.238	2.177	2.705	5.050	6.576	<b>30,2%</b>



Empresa de Pesquisa Energética

BEN 2014 | Relatório Síntese | ano base 2013

33



**Gráfico 1. Emissões de GEE do Estado de São Paulo e do Brasil em 2005 (Gg<sub>CO2eq</sub>)**

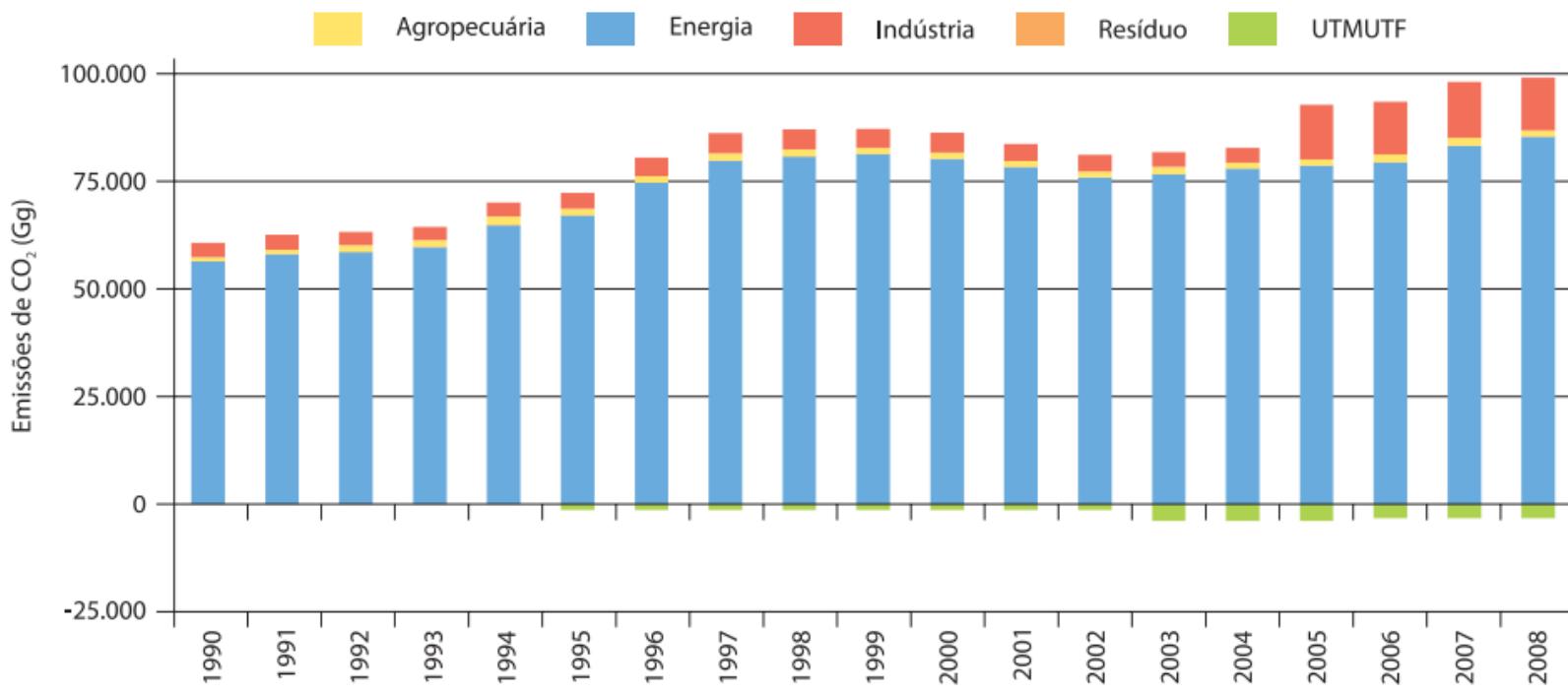


1Mg=1t  
1Gg=1.000t  
1Tg=1.000.000t

# Inventários de Emissões de GEE – Estado de São Paulo

1º Inventário de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa Diretos e Indiretos do Estado de São Paulo

Gráfico 4. Emissões de CO<sub>2</sub> no Estado de São Paulo (Gg)<sup>26</sup>

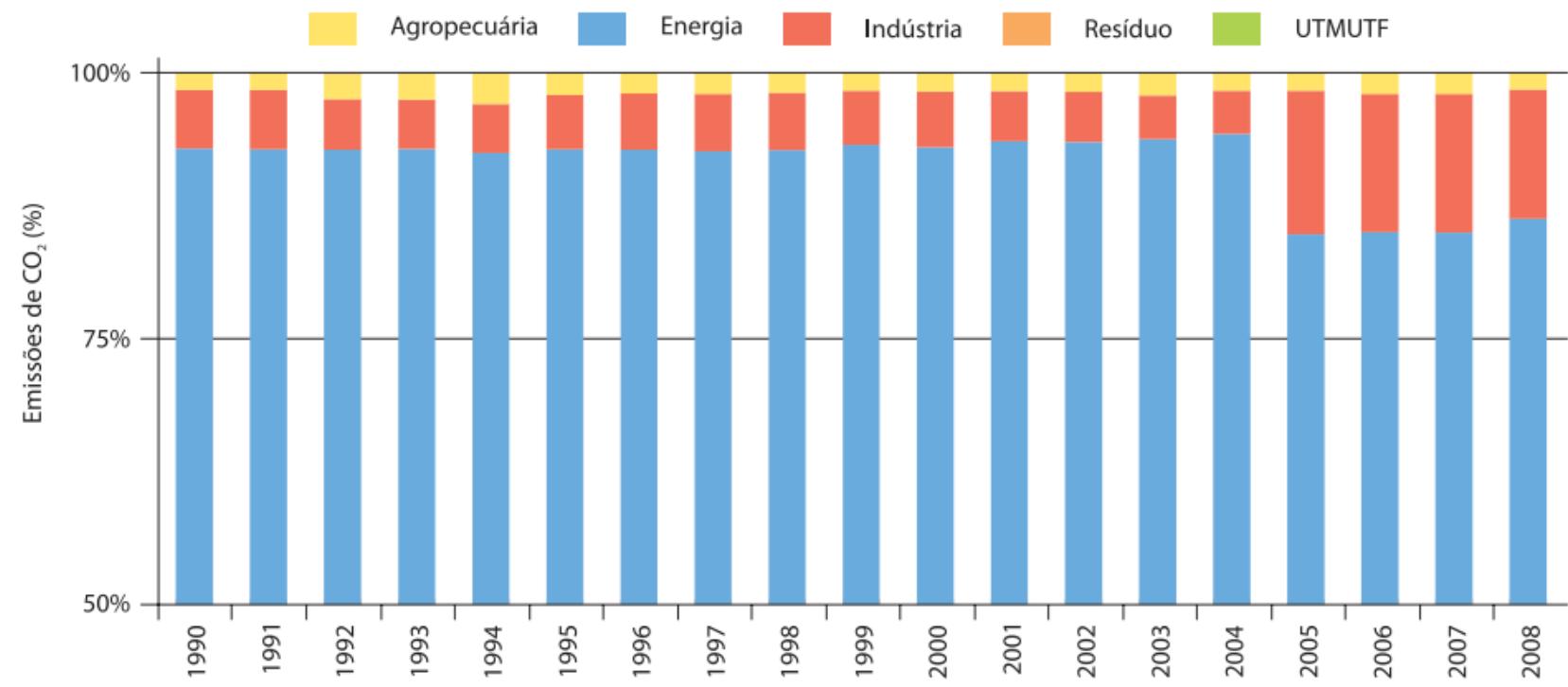


26. As emissões de CO<sub>2</sub> do Setor de UTMUTF só são estimadas a partir de 1994. As emissões de CO<sub>2</sub> do Setor Industrial são estimadas para todo o período. Todavia, há grandes variações nos períodos inventariados. Os principais exemplos dessa variação são as estimativas da Indústria Química, que vão de 1990 a 2005 - não há resultados para os anos de 2005 a 2008; e as estimativas da Indústria Metalúrgica, que vão de 2005 a 2008. não há resultados para os anos de 1990 a 2004.

1Mg=1t  
1Gg=1.000t  
1Tg=1.000.000t

## Inventários de Emissões de GEE – Estado de São Paulo

Gráfico 5. Emissões de CO<sub>2</sub> no Estado de São Paulo (%)



[http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/mudancasclimaticas/geesp/file/docs/publicacao/inventario\\_estadual/sao\\_paulo/inventario\\_sp/Primeiro\\_Inventario\\_GEE\\_WEB\\_Segunda-Edicao-v1.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/mudancasclimaticas/geesp/file/docs/publicacao/inventario_estadual/sao_paulo/inventario_sp/Primeiro_Inventario_GEE_WEB_Segunda-Edicao-v1.pdf)

## Inventários de Emissões de GEE – Estado de São Paulo

**Tabela 8.** Remoções de CO<sub>2</sub> no Estado de São Paulo (Gg)

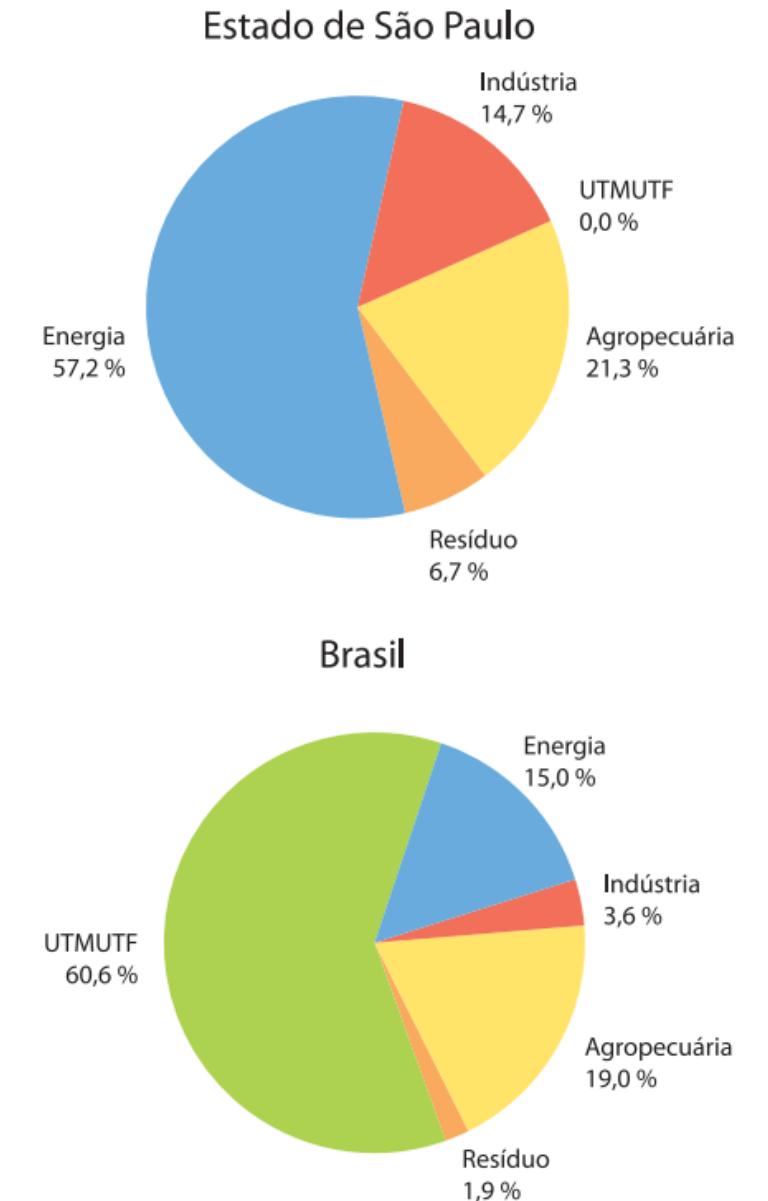
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
	[Gg <sub>CO<sub>2</sub></sub> .ano <sup>-1</sup> ]									
UTMUTF	NE	NE	NE	NE	NE	1.333	1.333	1.333	1.333	1.333
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
	[Gg <sub>CO<sub>2</sub></sub> .ano <sup>-1</sup> ]									
UTMUTF	1.333	1.333	1.333	3.918	3.918	3.918	3.282	3.282	3.282	

Nota - NE: Não Estimado

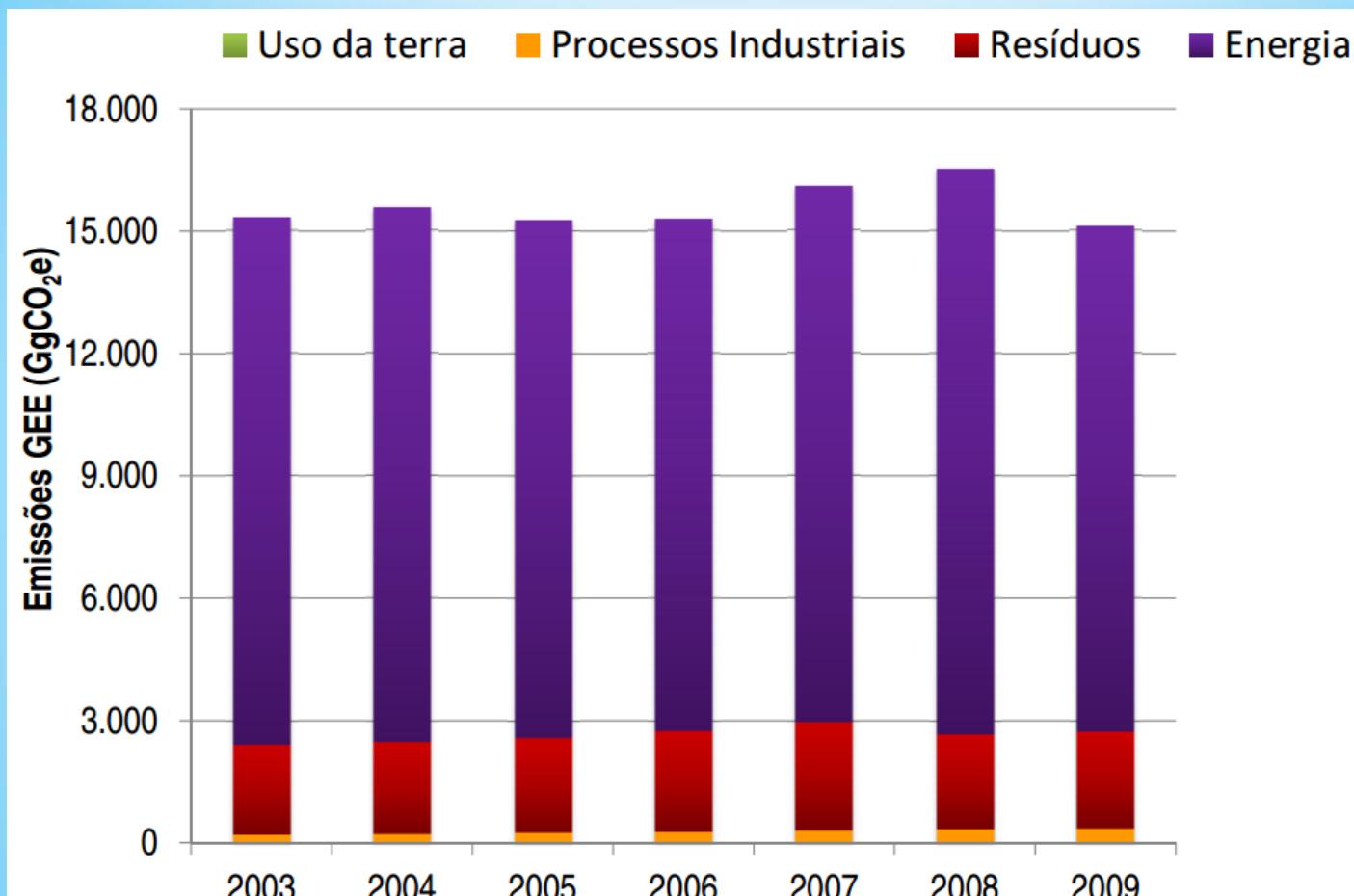
[http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/mudancasclimaticas/geesp/file/docs/publicacao/inventario\\_estadual/sao\\_paulo/inventario\\_sp/Primeiro\\_Inventario\\_GEE\\_WEB\\_Segunda-Edicao-v1.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/mudancasclimaticas/geesp/file/docs/publicacao/inventario_estadual/sao_paulo/inventario_sp/Primeiro_Inventario_GEE_WEB_Segunda-Edicao-v1.pdf)

1Mg=1t  
1Gg=1.000t  
1Tg=1.000.000t

Gráfico 2. Emissões de GEE do Estado de São Paulo e do Brasil em 2005 (%)

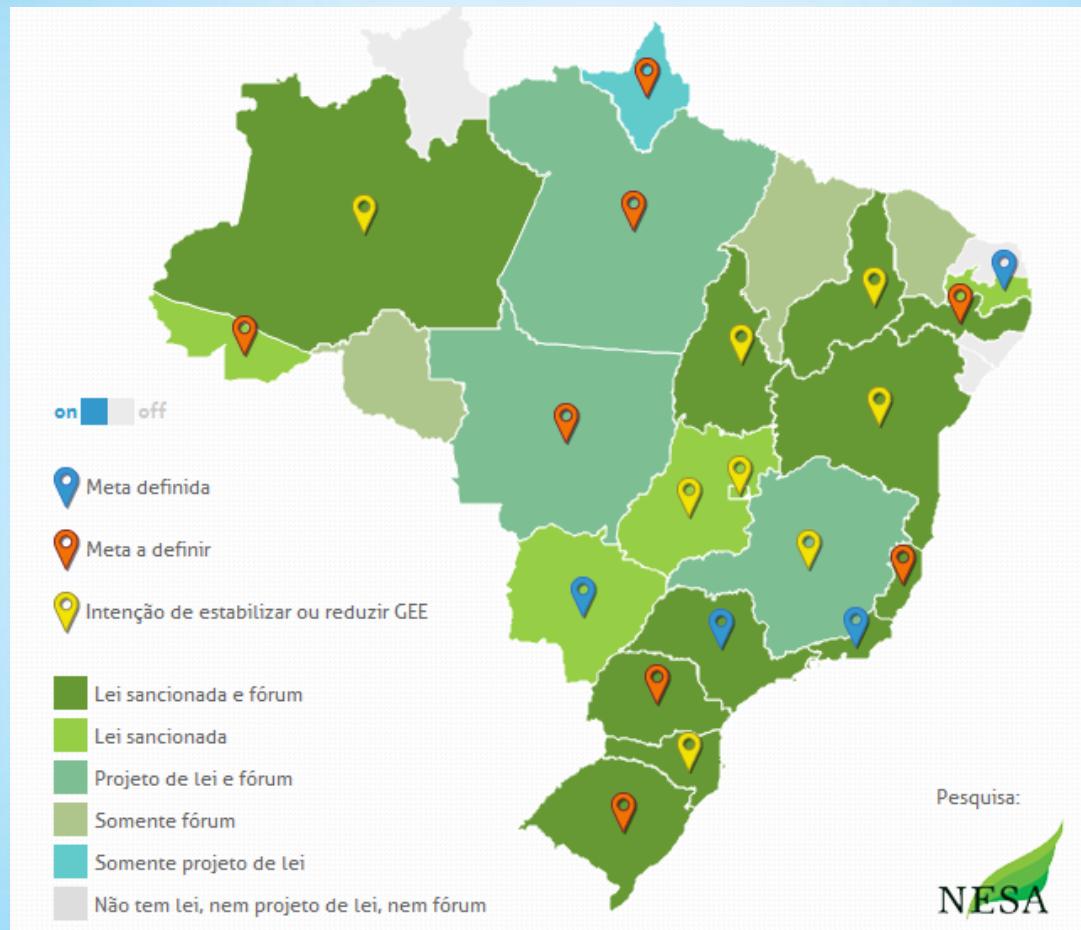


## Inventários de Emissões de GEE – Município de São Paulo



1Mg=1t  
1Gg=1.000t  
1Tg=1.000.000t

# Situação Atual das Políticas Públicas de Mudanças Climáticas



<http://forumempresarialpeloclima.org.br/observatorio-de-politicas-publicas-de-mudancas-climaticas/>



Leis Estaduais			
Acre (Lei 2.308/2010) - O Acre não tem lei específica, mas dispõe da Lei nº 2.308/2010, que criou o Sistema Estadual de Incentivos a Serviços Ambientais (Sisa), o Programa de Incentivos por Serviços Ambientais (ISA Carbono) e demais programas de serviços ambientais e produtos ecossistêmicos do Estado.			
Amazonas (Lei nº 3.135/2007)			
Tocantins (Lei nº 1.917/2008)			
Goiás (Lei nº 16.497/2009)			
Santa Catarina (Lei nº 14.829/2009)			
São Paulo (Lei nº 13.798/2009)			
Rio de Janeiro (Lei nº 5.690/2010)			
Pernambuco (Lei nº 14.090/2010)			
Espírito Santo (Lei nº 9.531/2010)			
Rio Grande do Sul (Lei nº 13.594 /2010)			
Bahia (Lei nº 12.050/2011)			
Paraíba (Lei nº 9.336/2011)			
Piauí (Lei nº 6.140/2011)			
Distrito Federal (Lei nº 4.797/2012)			
Paraná (Lei nº 17.133/2012)			
Mato Grosso do Sul (Lei nº 4.555/2014)			
Política Nacional (Lei nº 12.187/2009)			
Projetos de lei: AP (2009), PA (2009), MT (2010) e MG (2012).			



## PNMC e Leis SP:

**Lei federal Nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009 que institui a Política Nacional de Mudanças Climáticas - Redução mínima de 36,1% e máxima de 38,9% nas emissões projetadas até 2020.**

**Decreto Federal 7.390/2010 – Regulamenta a PNMC.**

**Lei Nº 13.798, de 9 de novembro de 2009 que institui a Política Estadual de Mudanças Climáticas do estado de São Paulo - Redução, em 2020, de 20% das emissões de GEE relativas a 2005.**

**Decreto Estadual 55.947/2010 – Regulamenta a PEMC.**

**Lei Nº 14.933, de 5 de junho de 2009 que institui a Política de Mudanças do Clima no Município de São Paulo - Redução, em 2012, de 30% das emissões de GEE relativas a 2005**

**Decreto Estadual 58.107/2012 - Institui a Estratégia para o Desenvolvimento Sustentável do Estado de São Paulo 2020**



## Inventários de Emissões de GEE municipais (BH, NY, SP)

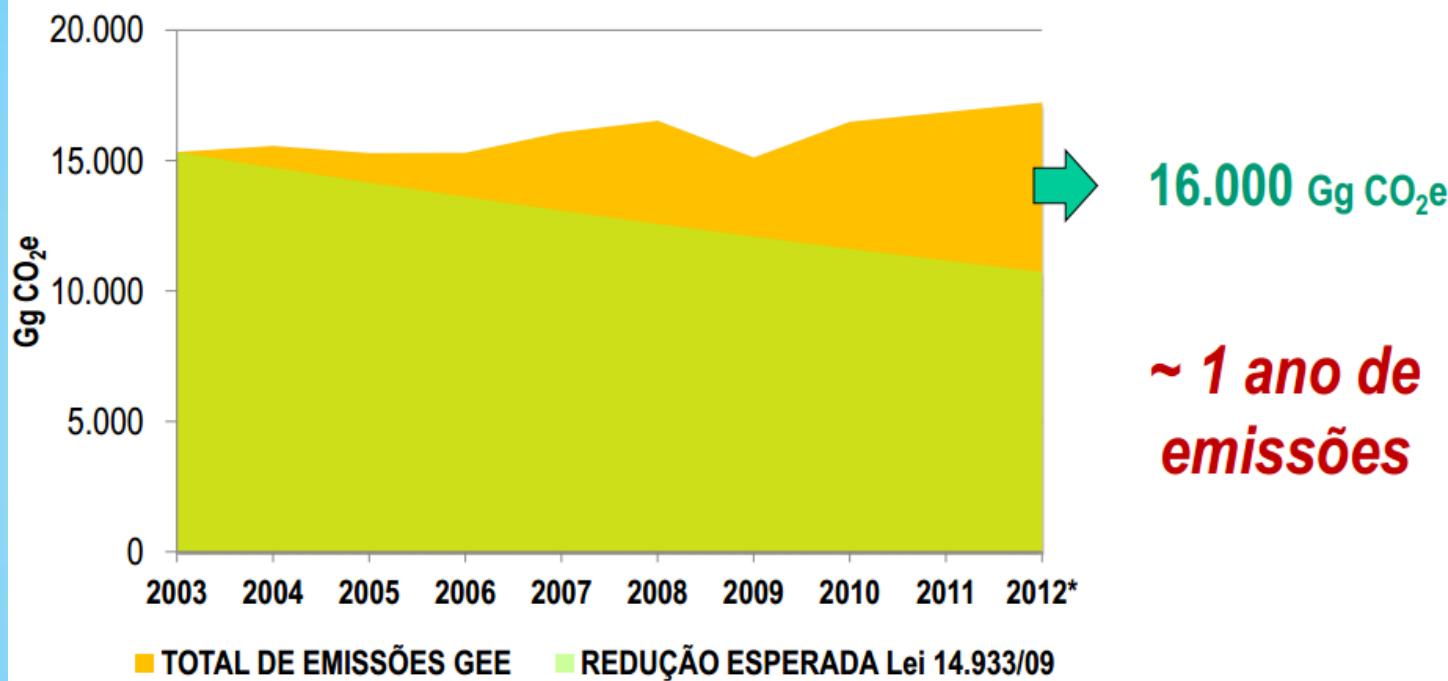
Município	Belo Horizonte	Nova Iorque	São Paulo
Ano	2007	2009	2009
GEE (Milhões t CO <sub>2</sub> e)	3,2	49,3	15,1
População (Milhões hab.)	2,4	8,2	11,0
PIB (Milhões R\$)	38.285	2.428.418	389.317
tCO <sub>2</sub> e/hab.	1,3	6,0	1,4

Fonte: Belo Horizonte (2009), Nova Iorque (2010), IBGE (2012), US Department of Commerce (2011)



# Inventários de Emissões de GEE – Município de São Paulo

Lei 14.933/09 – 30% de redução de emissões de GEE até 2012



\* estimativa

16.000 Gg CO<sub>2</sub>e

~ 1 ano de  
emissões

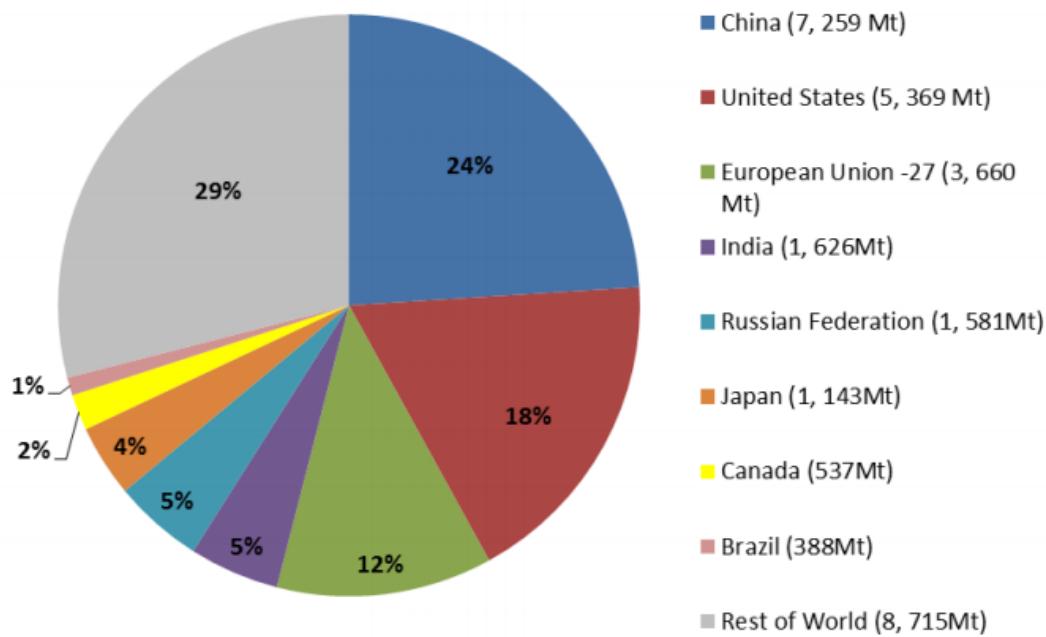
1Mg=1t  
1Gg=1.000t  
1Tg=1.000.000t

## Ranking – Emissões de Gases de Efeito Estufa

Ranking	País	MtCO2e (milhões de toneladas de CO2)	% do total mundial	MtCO2e (milhões de toneladas de CO2)
1	China	7.216,20	16.35%	5.5
2	Estados Unidos	6.931,00	15.71%	23.5
3	União Européia	5.328,70	12.08%	10.9
4	Brasil*	2.192,60	4.63%	11.5
5	Indonésia	2.045,60	4.64%	9.3
6	Rússia	2.027,90	4.60%	14.2
7	Índia	1.869,50	4.24%	1.7
8	Japão	1.387,40	3.14%	10.9
9	Alemanha	1.005,00	2.28%	12.2
10	Canadá	808,3	1.83%	25.0
11	México	695,6	1.58%	6.7
12	Reino Unido	683,8	1.55%	11.4
13	Coréia do Sul	609,4	1.38%	12.7
14	Itália	581,5	1.32%	9.9
15	França	575,2	1.30%	9.4
16	Austrália	568,5	1.29%	27.9
17	Irã	563,6	1.28%	8.2
18	Ucrânia	495	1.12%	10.5
19	Espanha	470,9	1.07%	10.8
20	Nigéria	457,9	1.04%	3.3

# Distribuição das emissões mundiais de CO2 a partir de queima de combustíveis

Figure 1 - Distribution of world carbon dioxide emissions from fuel combustion, 2010

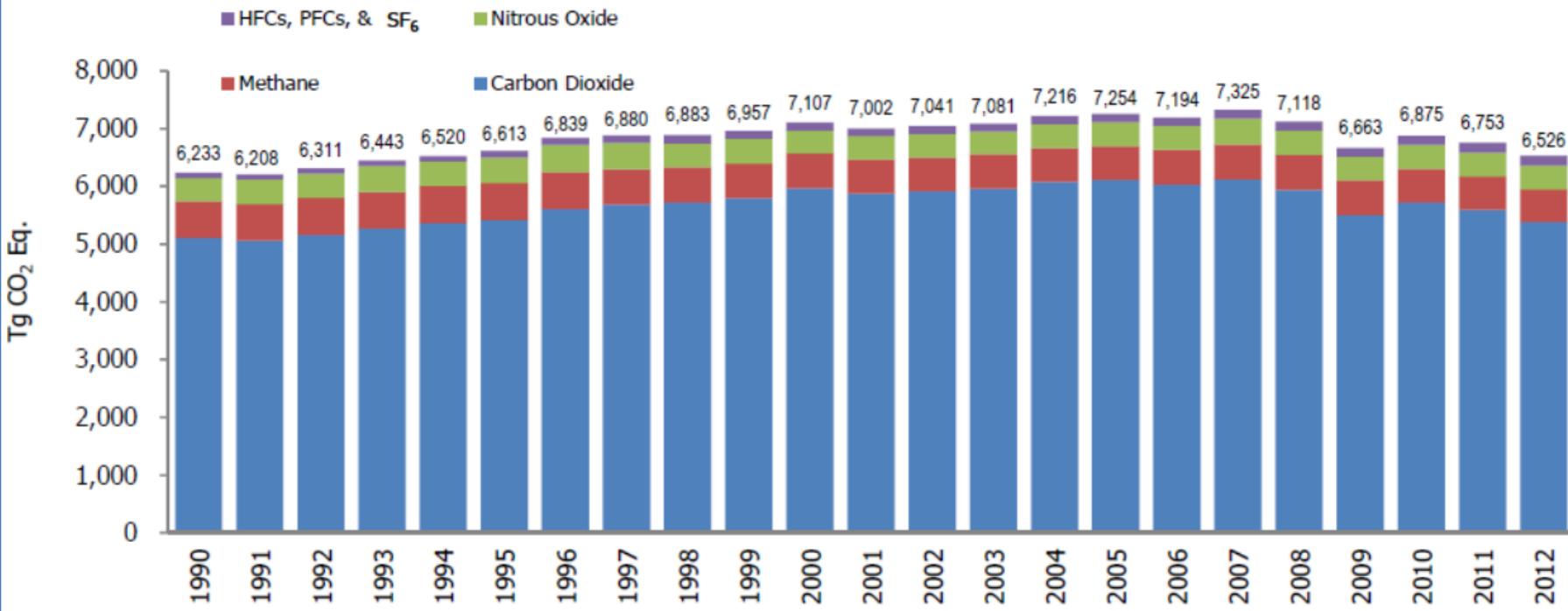


**Source:** International Energy Agency (2012) [CO<sub>2</sub> Emissions from Fuel Combustion 2012 – Highlights<sup>5</sup>](#).

**Note:** Canada's emissions from fuel combustion in 2010 (537 Mt) comprises 77% of total GHG emissions from all sources in 2010.



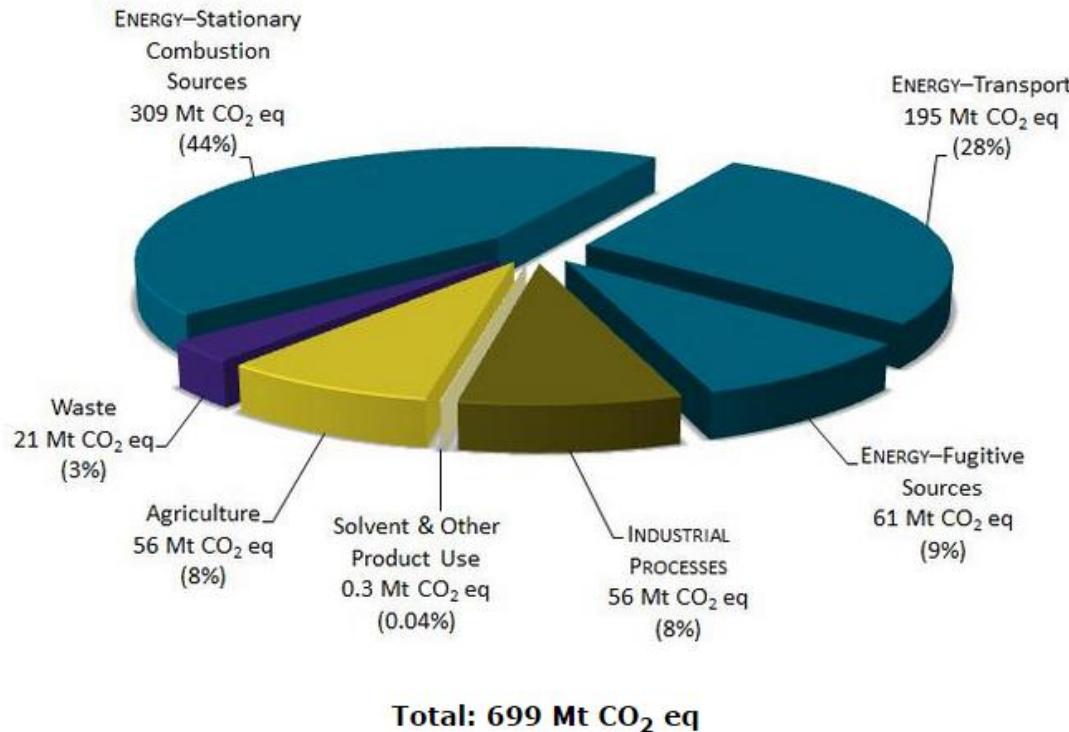
## Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa – EUA - 2012



<http://www.epa.gov/climatechange/Downloads/ghgemissions/US-GHG-Inventory-2014-Chapter-Executive-Summary.pdf>

1Mg=1t  
1Gg=1.000t  
1Tg=1.000.000t

**Figure S-1: Canada's Emissions Breakdown by IPCC Sector (2012)**



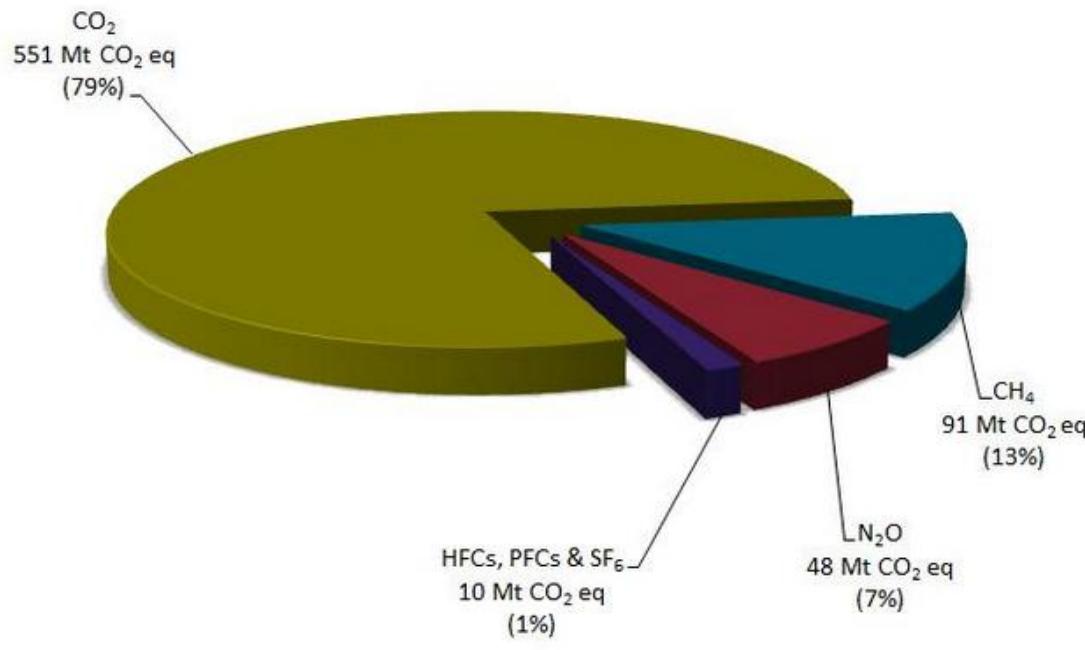
► Long Description for Figure S-1

**Figure S-2: Canada's Emissions Breakdown by Greenhouse Gas (2012)**

<https://www.ec.gc.ca/ges-ghg/default.asp?lang=En&n=3808457C-1&offset=2&toc=show>

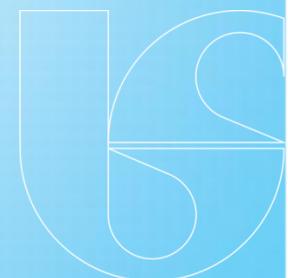
1Mg=1t  
1Gg=1.000t  
1Tg=1.000.000t

**Figure S-2: Canada's Emissions Breakdown by Greenhouse Gas (2012)**

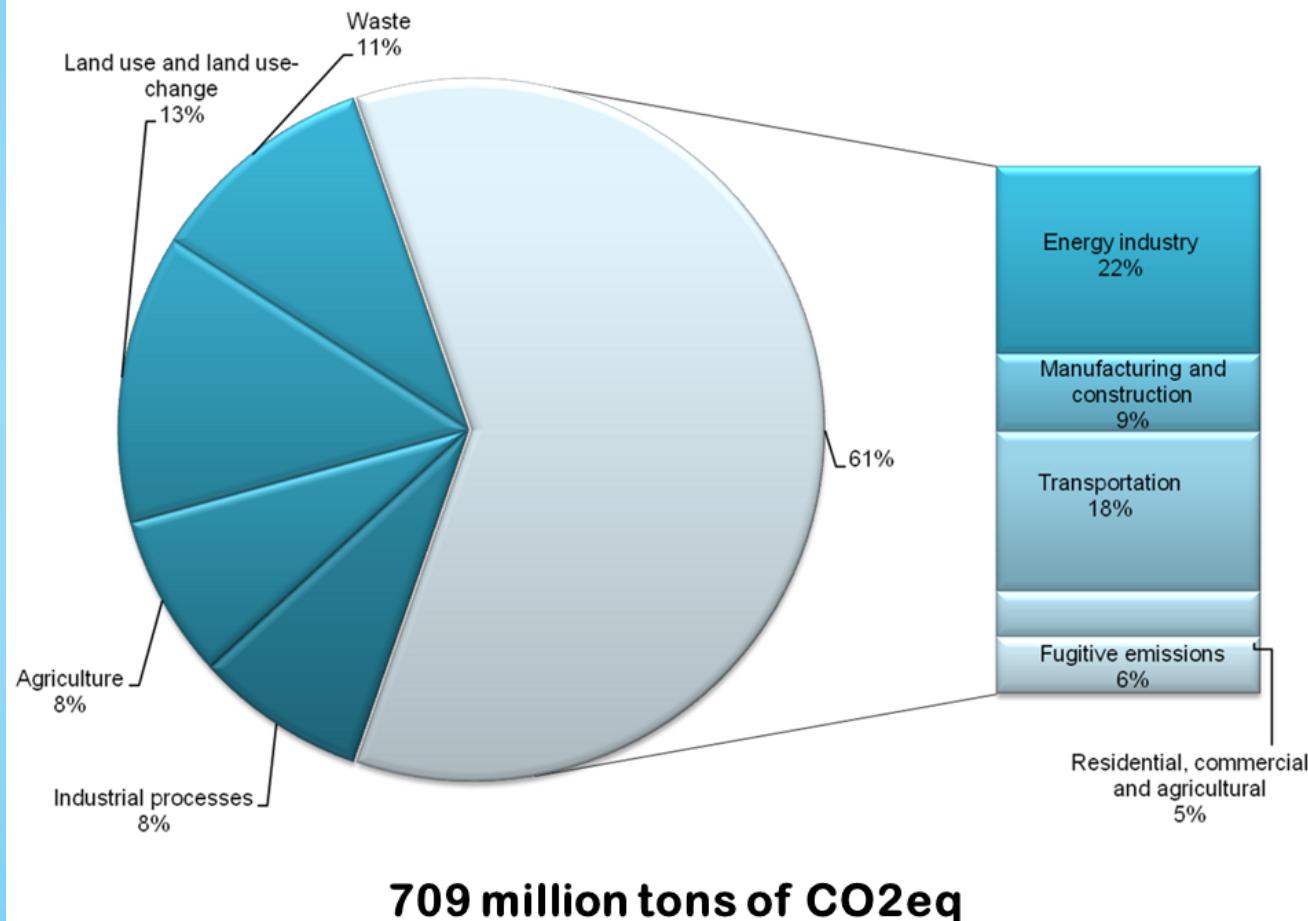


**Total: 699 Mt CO<sub>2</sub> eq**

<https://www.ec.gc.ca/ges-ghg/default.asp?lang=En&n=3808457C-1&offset=2&toc=show>

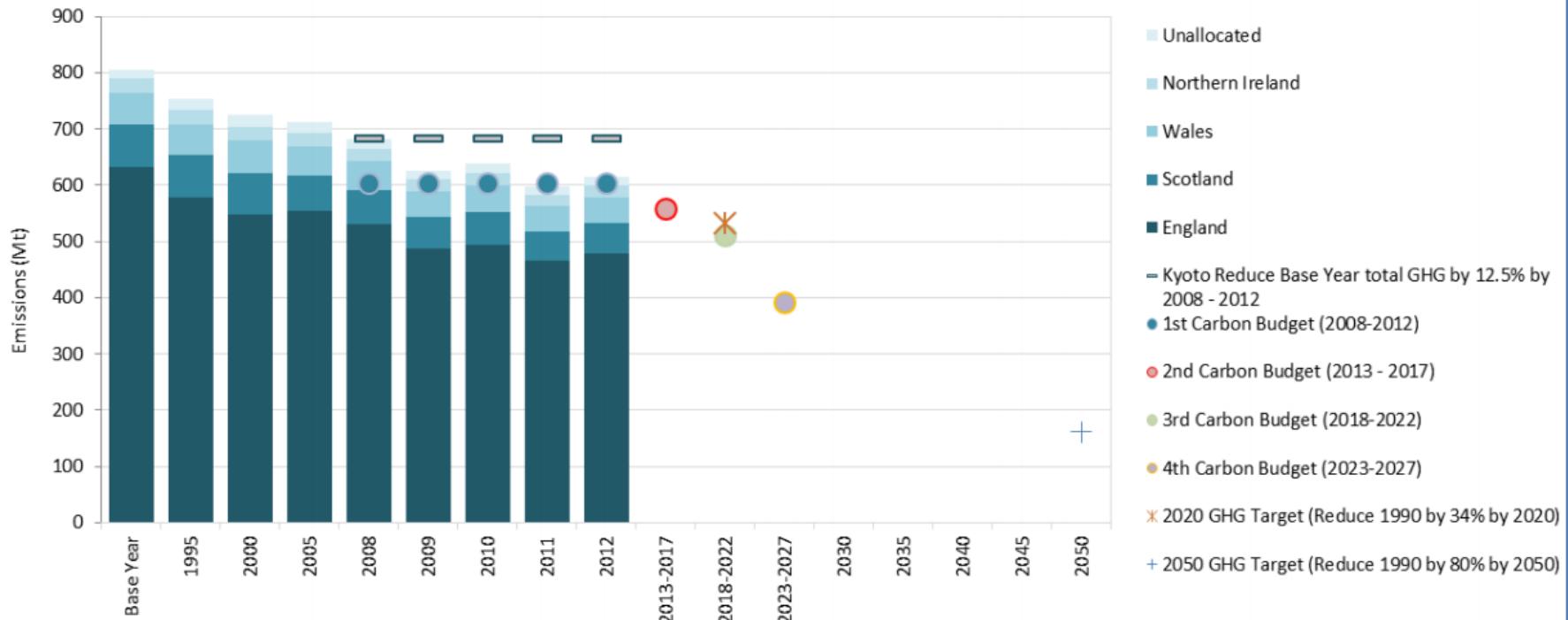


## National GHG Inventory, 2006



1Mg=1t  
1Gg=1.000t  
1Tg=1.000.000t

**Figure 1.1** UK Greenhouse Gas Emission Reduction Targets



Greenhouse Gas Inventories for England, Scotland, Wales and Northern Ireland: 1990 – 2012

Report to the Department of Energy and Climate Change, The Scottish Government, The Welsh Government and The Northern Ireland Department of the Environment. June 2014

**Figure 1.3 Total GHG emissions and uncertainties by Devolved Administration (2012)\***

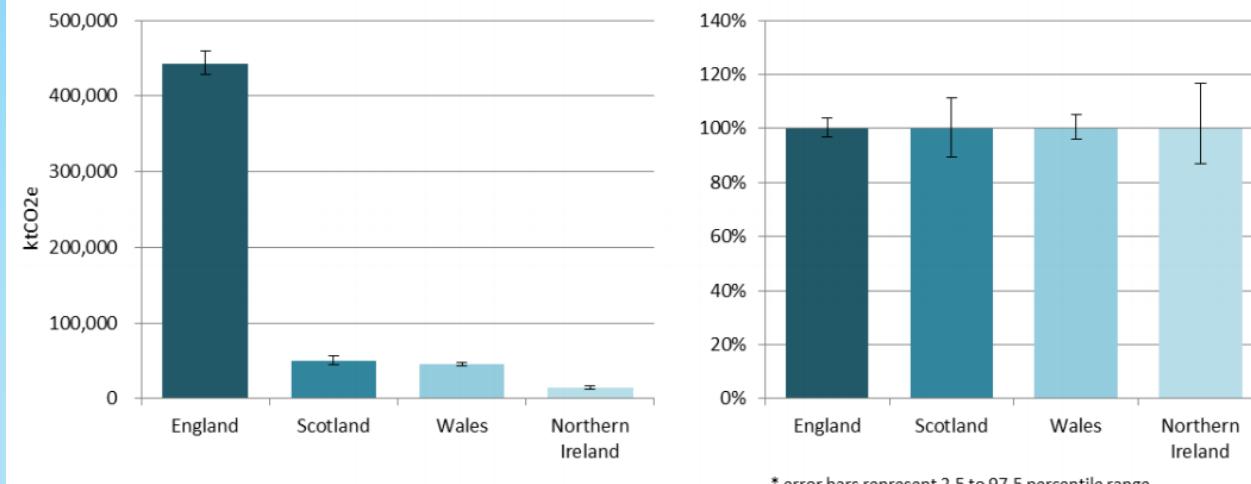
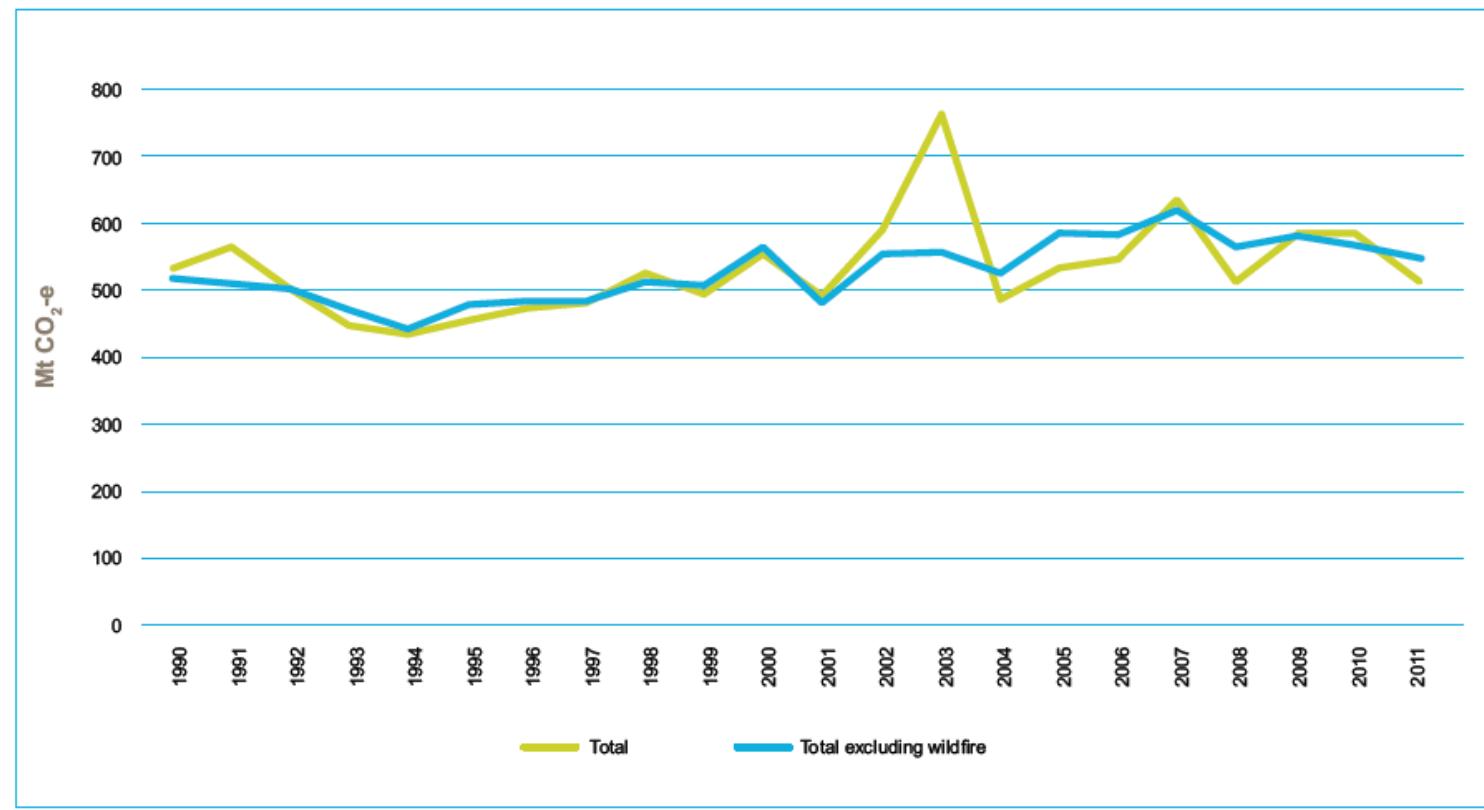
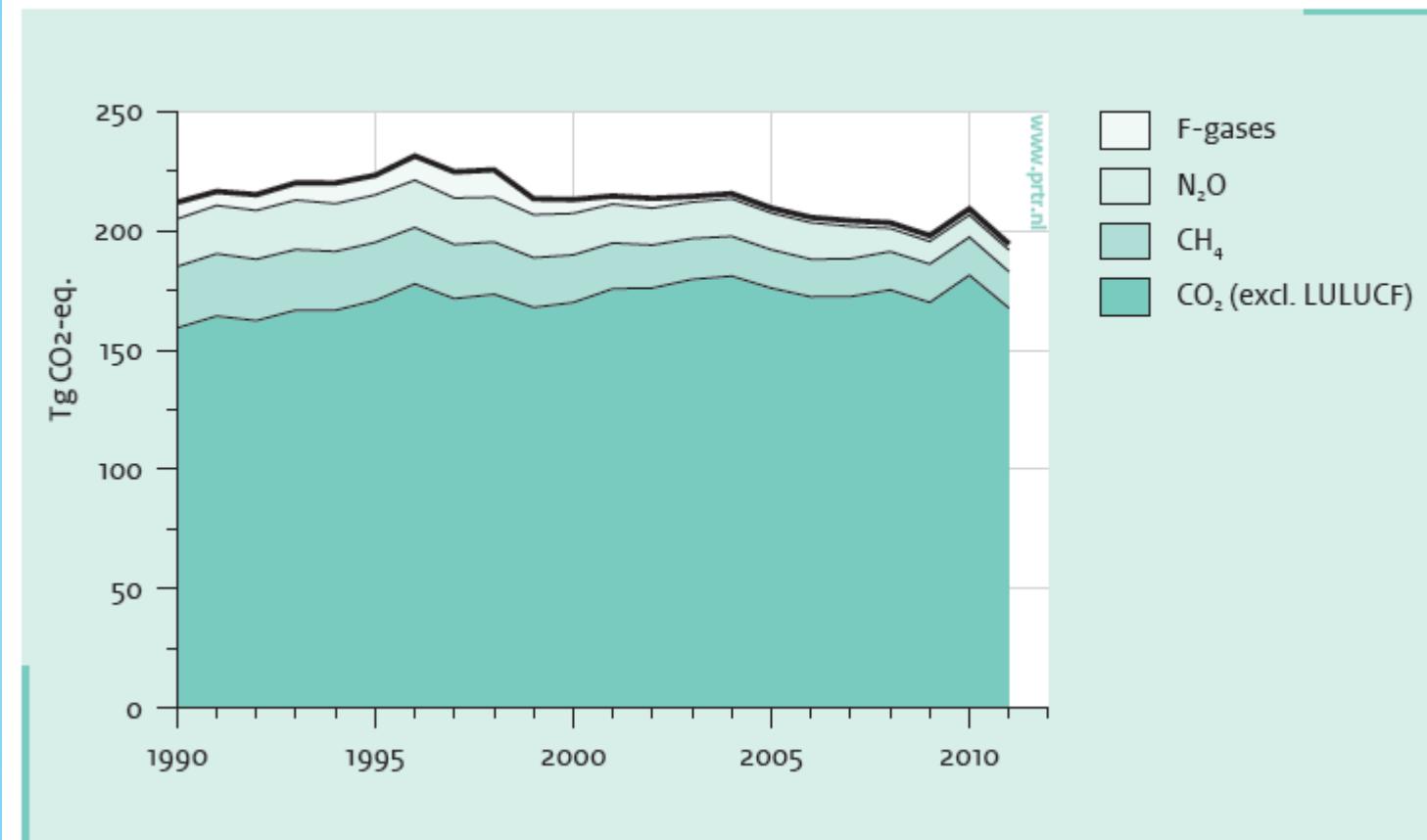


Figure ES.1 Australia's total net greenhouse gas emissions from 1990 to 2011 including *LULUCF* and total including *LULUCF* without wildfire



**Figure 2.1** Greenhouse gases: trend and emission levels (excl. LULUCF), 1990–2011.



## 1 EMISSIONS

Select one emission type and a unit



### TYPE

### UNITS

## 2 COUNTRIES

Select countries or group of countries



ALL **216**

### REGIONS

### GROUPS

### RANKING

 [Clear all selections](#)

Designed by  
**WEDODATA**

## 3 TIMELINE



**1962**

World Total: 9842 MtCO<sub>2</sub>

## Fossil Fuels Emissions

**EMISSIONS:**  
Territorial

**UNIT:**  
MtCO<sub>2</sub>

**COUNTRIES:**  
Africa (54)  
Asia (36)  
Central America (31)  
Europe (43)  
Middle East (15)  
North America (5)  
Oceania (17)  
South America (14)

### TOOLS



MAP VIEW



CHART VIEW



FOCUS



RANKING



TIME SERIES



BUBBLES

SOURCES

HELP

METHODS

SHARE

DOWNLOAD

**1 EMISSIONS**

Select one emission type and a unit

**TYPE****UNITS****2 COUNTRIES**

Select countries or group of countries



ALL 216

**REGIONS****GROUPS****RANKING** Clear all selectionsDesigned by  
**WEDODATA****3 TIMELINE****Fossil Fuels Emissions****EMISSIONS:**  
Territorial**UNIT:**  
MtCO<sub>2</sub>**COUNTRIES:**  
Africa (54)  
Asia (36)  
Central America (31)  
Europe (43)  
Middle East (15)  
North America (5)  
Oceania (17)  
South America (14)**TOOLS**

MAP VIEW



CHART VIEW



FOCUS



RANKING



TIME SERIES



BUBBLES

**SOURCES****HELP****METHODS****SHARE****DOWNLOAD**

2013



***Muito obrigada!***



***Ana Lucia Fonseca Rodrigues Szajubok***  
[aszajubok@sabesp.com.br](mailto:aszajubok@sabesp.com.br)