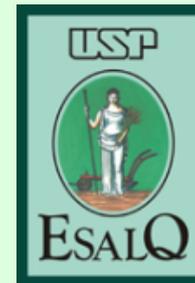


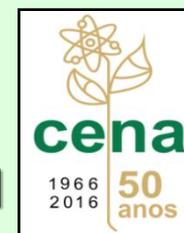
# PPG em Solos e Nutrição de Plantas

## Matéria Orgânica do Solo



## Gases do solo

Marcos Siqueira Neto  
Lab. Biogeoquímica Ambiental



Piracicaba, 22 de março de 2019

# **Gases do solo**

## **Índice geral**

Mudanças Ambientais Globais

Efeito Estufa

Causas

Mecanismos de produção dos GEE

Consequências

Métodos de quantificação

Estudos

# Gases do solo

## Índice geral

### **Mudanças Ambientais Globais**

Efeito Estufa

Causas

Mecanismos de produção dos GEE

Consequências

Métodos de quantificação

Estudos

# Mudanças Ambientais Globais

## INTRODUÇÃO

### Mudanças Ambientais Globais – Naturais

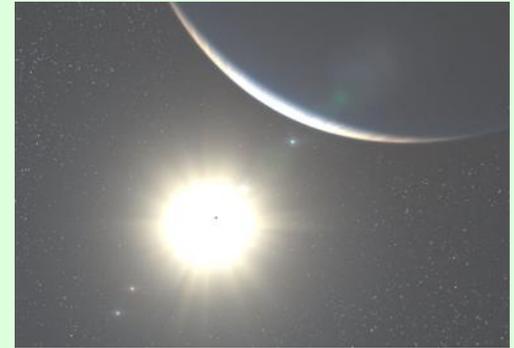
Formação da Terra - 4.5 Bilhões de anos

1<sup>as</sup> mudanças naturais ocorreram no componente abiótico

- Consolidação da crosta
- Formação dos oceanos
- Atmosfera primitiva

Mudança dos ciclos geoquímicos para biogeoquímicos

- Surgimento das primeiras formas de vida 3.8 Bilhões de anos
- Ligação entre aminoácidos – coacervado



# Mudanças Ambientais Globais

## INTRODUÇÃO

### Mudança Ambientais Globais – Naturais

Evolução das formas de vida:

- Quimiorganotrofos

Mudanças na composição química do oceano

- Autótrofos fotossintetizantes - 3.5 Bi - vida em superfície

Mudança na forma de acumulo de energia - solar em química e,  
na composição atmosférica - formação da camada de ozônio

- Heterótrofos - respiração -  $O_2$  atmosférico  $\approx 7\%$

Mudança na utilização da energia acumulada



# Mudanças Ambientais Globais

## INTRODUÇÃO

### Mudança Ambientais Globais – Naturais

Evolução das formas de vida:

- Protoeucariotos

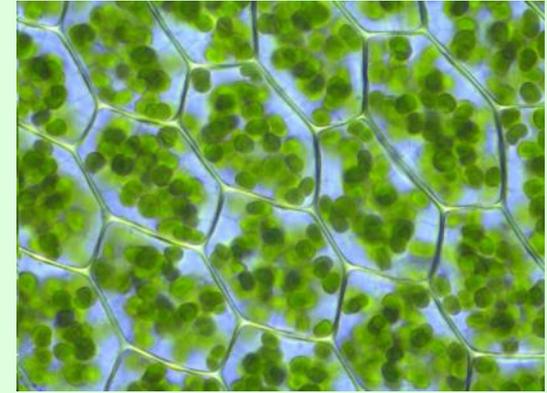
Mudanças fisiológicas - organização celular

- Multicelulares

Mudanças morfológicas, histológicas e anatômicas

- Conquista dos ambientes 500 Milhões de anos

Mudança do ambiente aquático para o terrestre



# Mudanças Ambientais Globais

---

## INTRODUÇÃO

### Mudança Ambientais Globais – Naturais

- Formação dos ecossistemas

Mudança na paisagem, fluxos de energia, ciclos biogeoquímicos

- Evolução dos ecossistemas - Juvenil para maturidade

Mudanças bióticas no componente abiótico

Estas foram as primeiras  
**MUDANÇAS AMBIENTAIS GLOBAIS!!!**

# Mudanças Ambientais Globais

## INTRODUÇÃO

### Mudança Ambientais Globais – Naturais

Além destas temos também:

- Movimentação das placas - formação e deriva dos continentes
- Extinções em massa Período Carbonífero - 318 Milhões de anos  
26% das famílias - 75% das espécies
- Desaparecimento dos dinossauros - 65 Milhões de anos  
26% das famílias - 75% das espécies
- Evolução/adaptação das plantas e animais  
Sucessão após a ocorrência de um evento global



# Mudanças Ambientais Globais

---

## INTRODUÇÃO

### Mudança Ambientais Globais – Naturais

Além destas temos também:

- Mudanças Naturais no Clima

Fases de aquecimento e resfriamento do Planeta

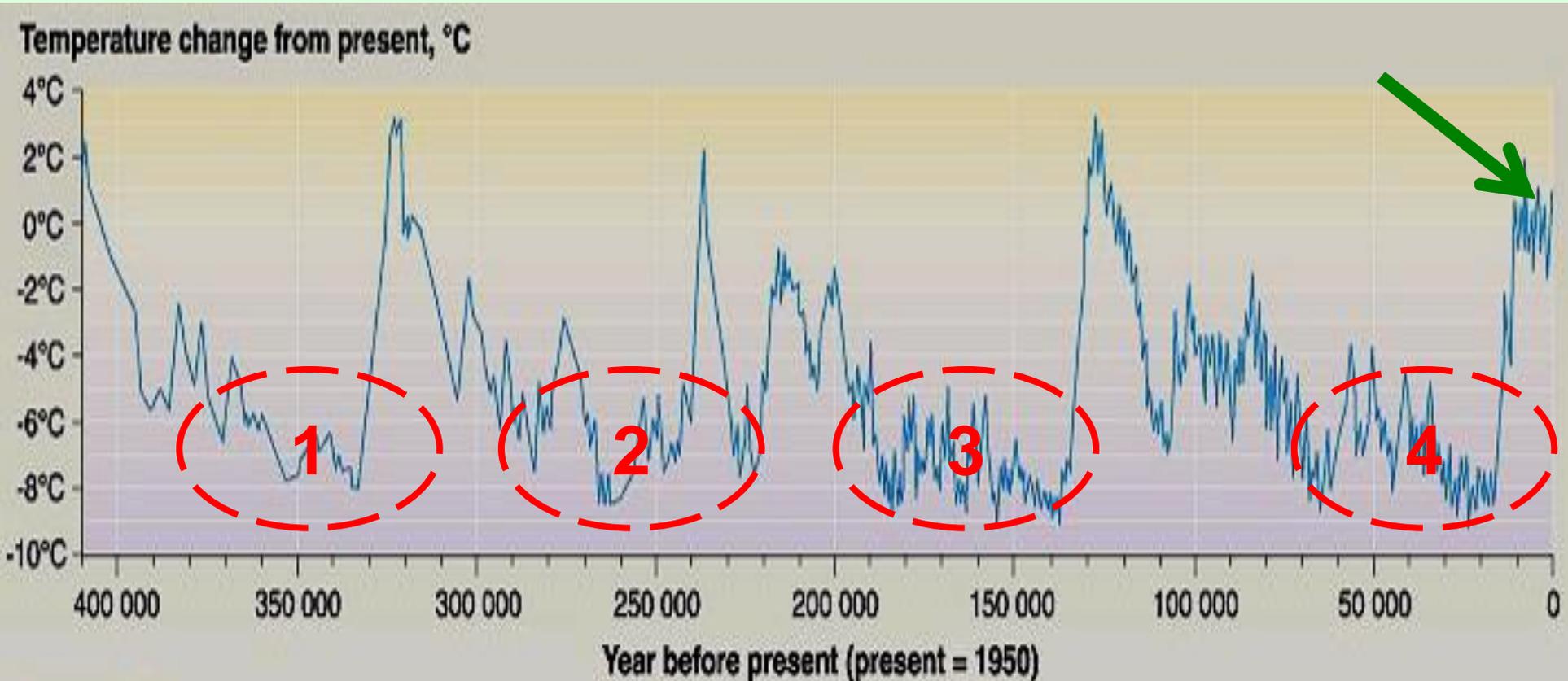
Glaciações do quaternário (Mudanças naturais no clima)

1. Movimentos da Terra Rotação e Translação
2. E também!: Precessão, Obliquidade e Orbital
3. Aumento da radiação no Ciclo Solar
4. Mudança na concentração de CO<sub>2</sub> atmosférico

# Mudanças Ambientais Globais

## INTRODUÇÃO

### Mudança Ambientais Globais – Naturais



Variações de temperatura no Quaternário

# Mudanças Ambientais Globais

## INTRODUÇÃO

### Mudança Ambientais Globais – Naturais

#### **Aspectos importantes:**

As Mudança Ambientais Globais - Naturais estão constantemente ocorrendo no Planeta.

Contudo, as consequências de cada mudança esta diluída no tempo geológico – Milhões ou Bilhões de anos.

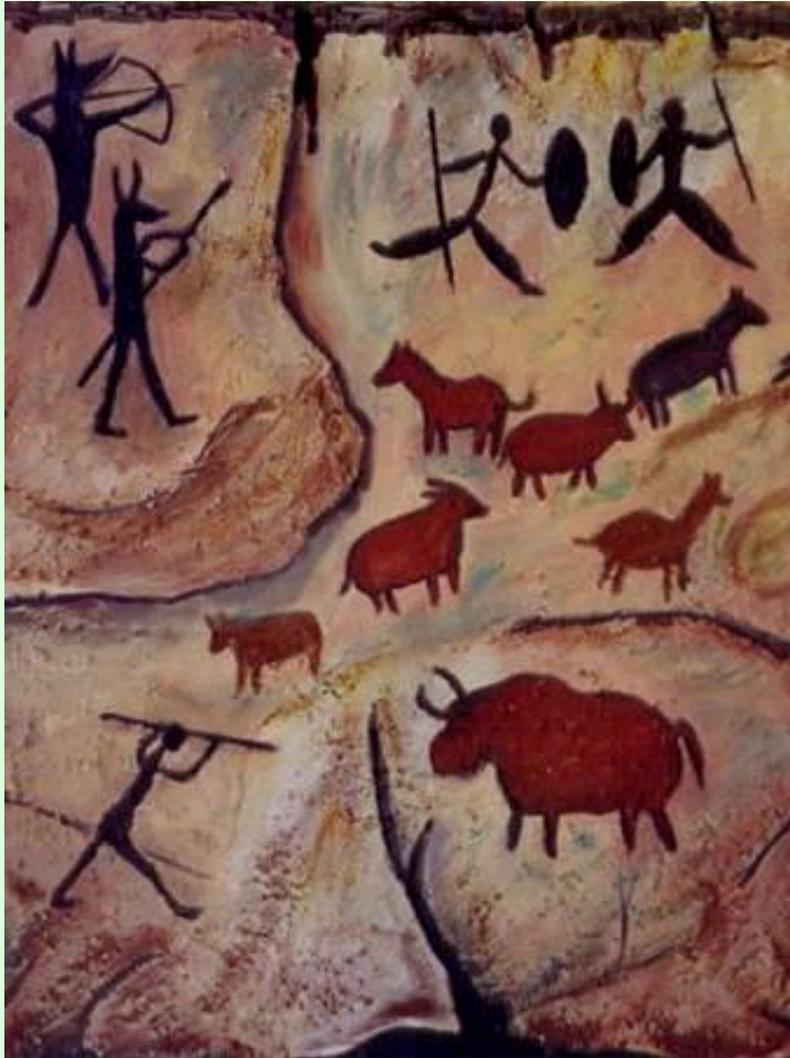
O que garante a sucessão, adaptação e evolução dos seres vivos.

# Mudanças Ambientais Globais



Entendimento dos fenômenos naturais

# Mudanças Ambientais Globais



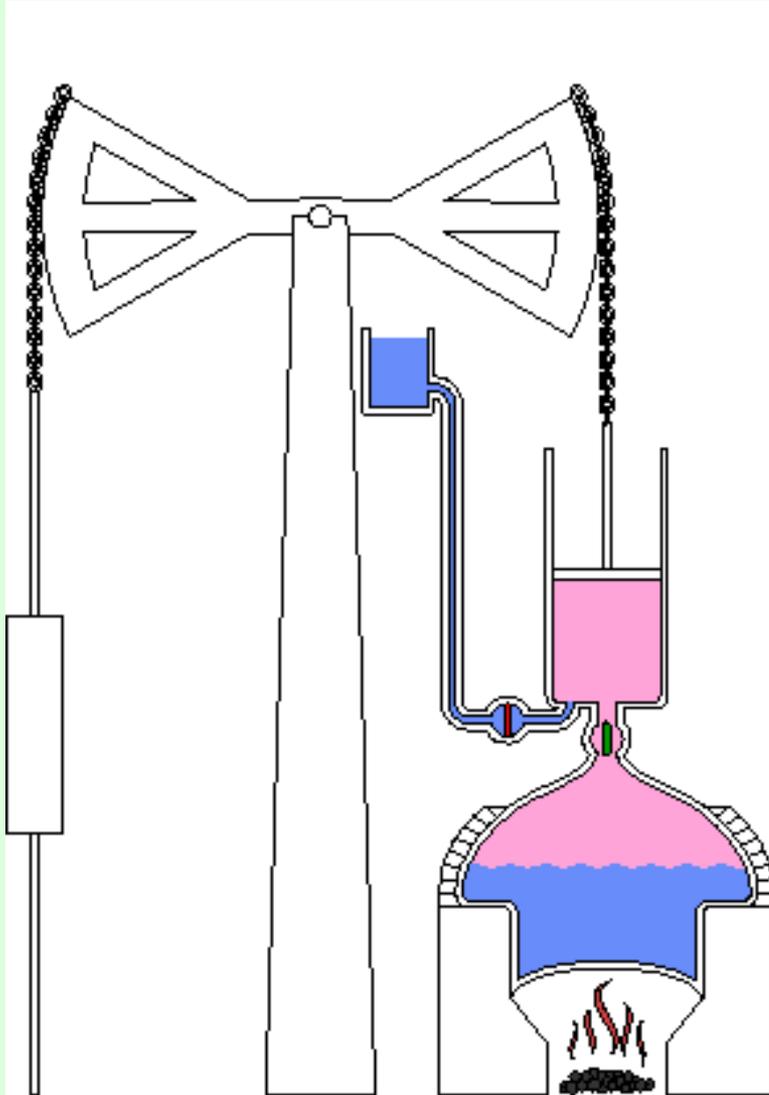
Domesticação de plantas e animais – 10 mi

# Mudanças Ambientais Globais

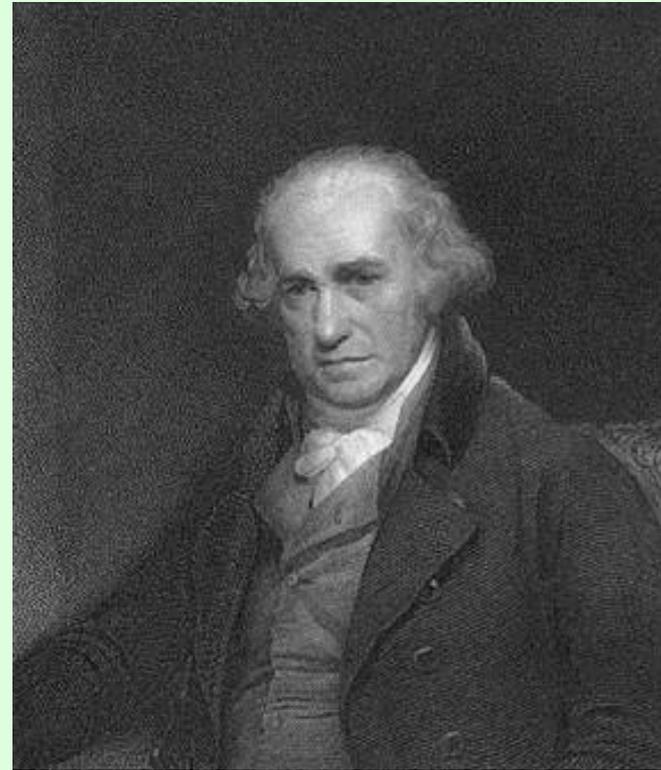


Séculos atrás...

# Mudanças Ambientais Globais

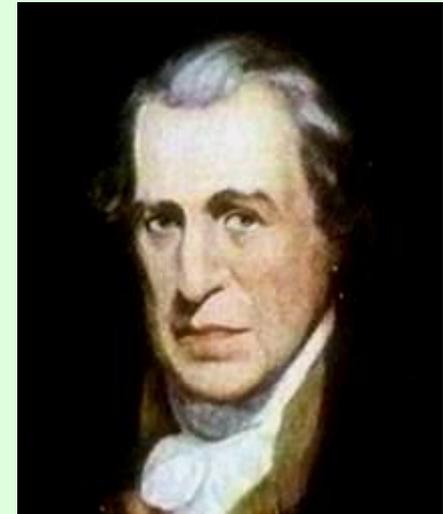
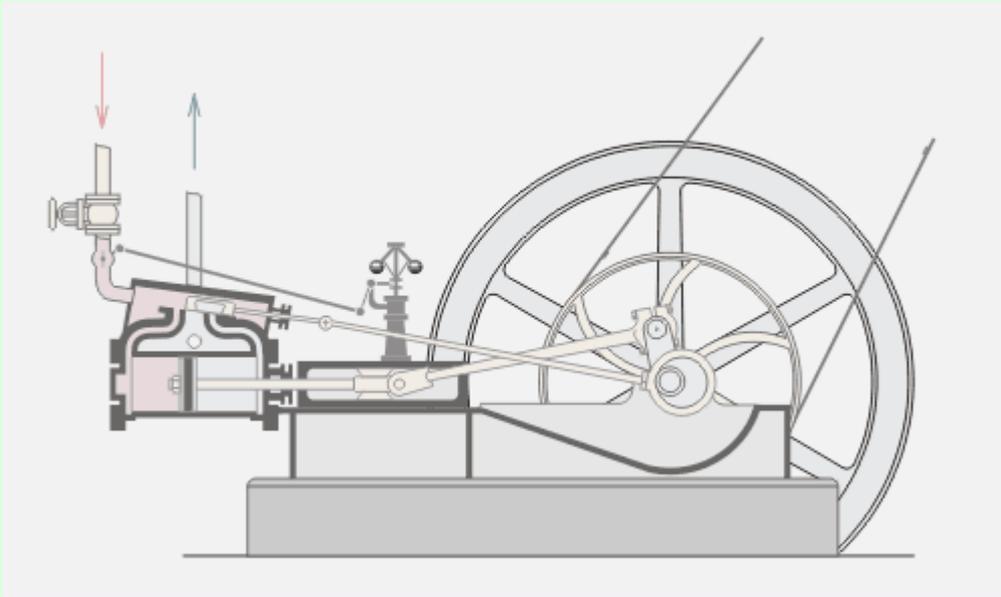


Thomas Newcomen em 1711  
cria a bomba a vapor



Thomas Newcomen (1664-  
1729)

# Mudanças Ambientais Globais



Em 1763, James Watt inventa a primeira máquina a vapor com movimento rotativo

# Mudanças Ambientais Globais



Trator a vapor

# Mudanças Ambientais Globais



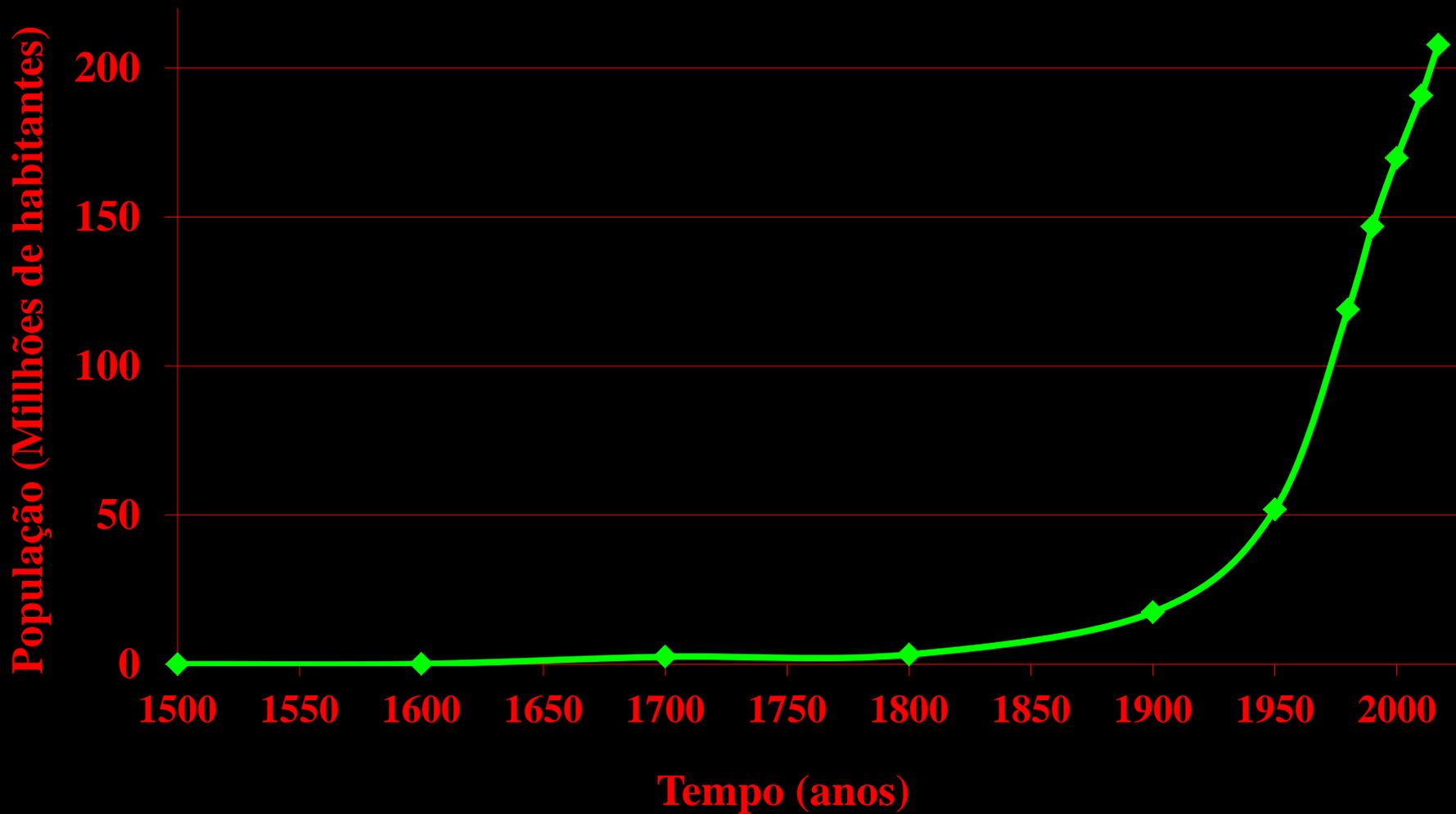
Produtividade e excedentes

Marketing Globais

Marketing – Naturais



Expandiu e dominou



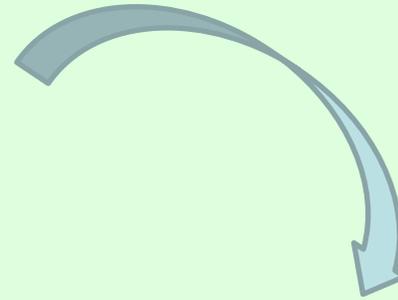
**Crescimento da População Brasileira – IBGE (2011)**



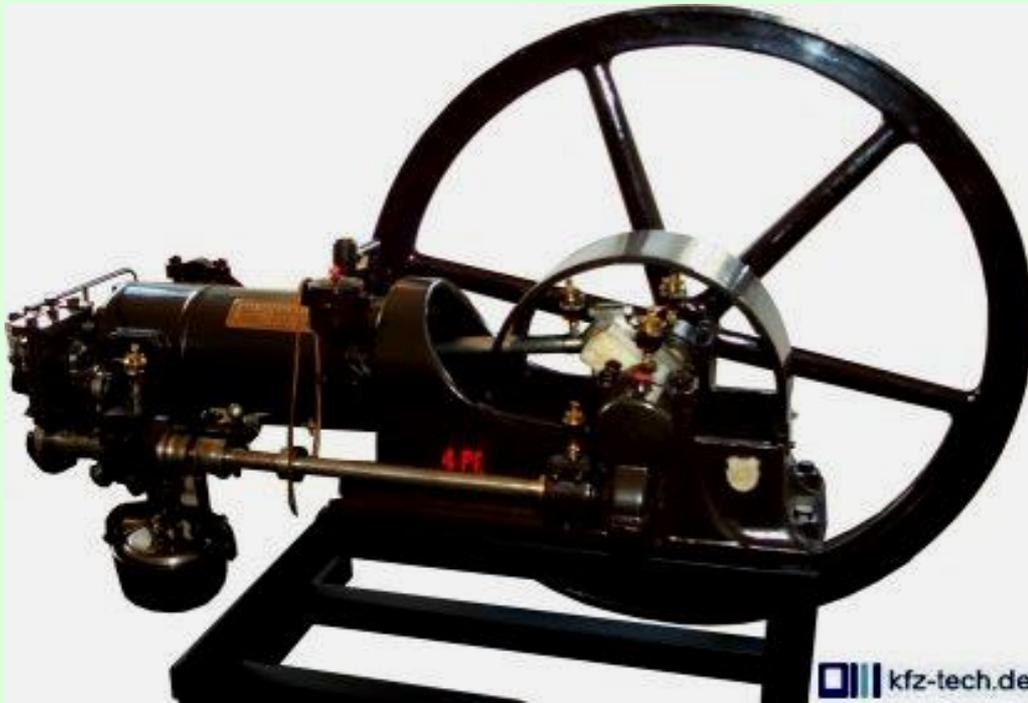
Revolução industrial, 1889  
Filme: Tempos modernos, 1936



Alphonse Beau de Rochas (1815 – 1893)  
Motor de combustão interna



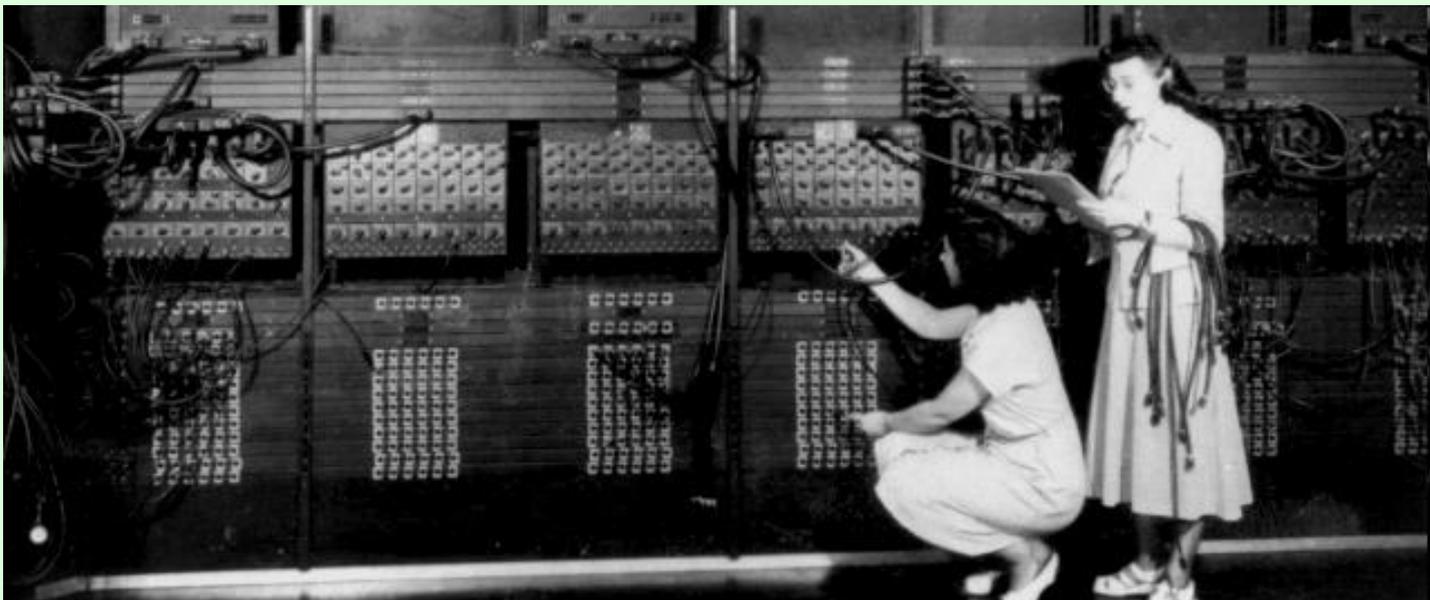
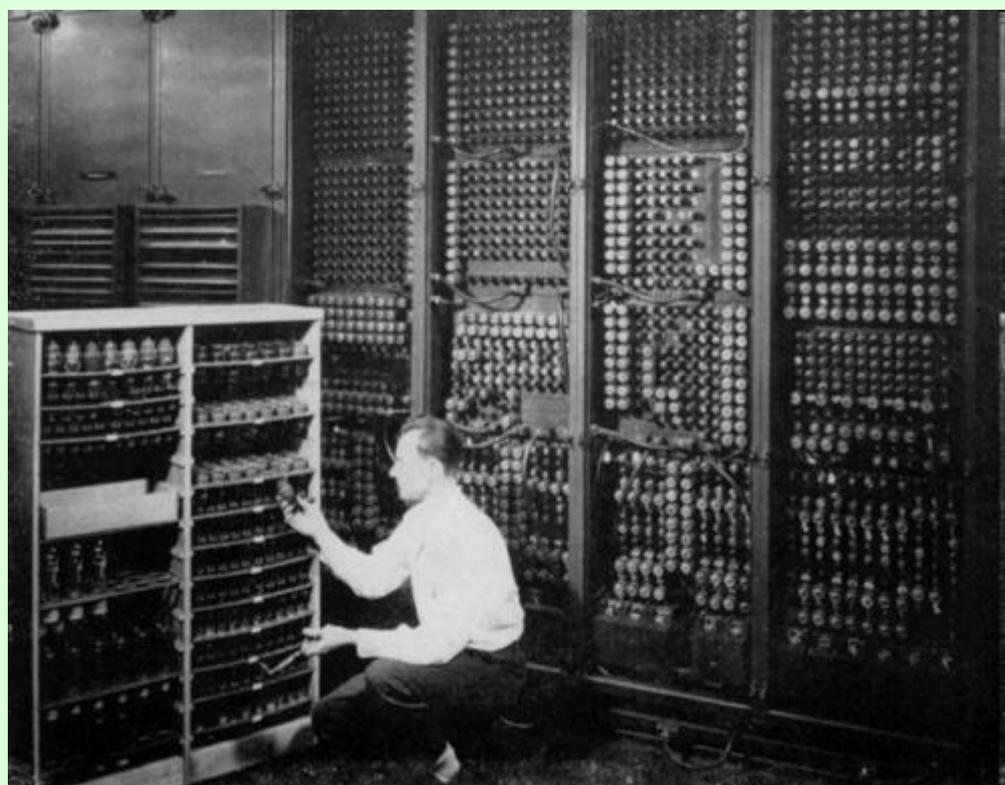
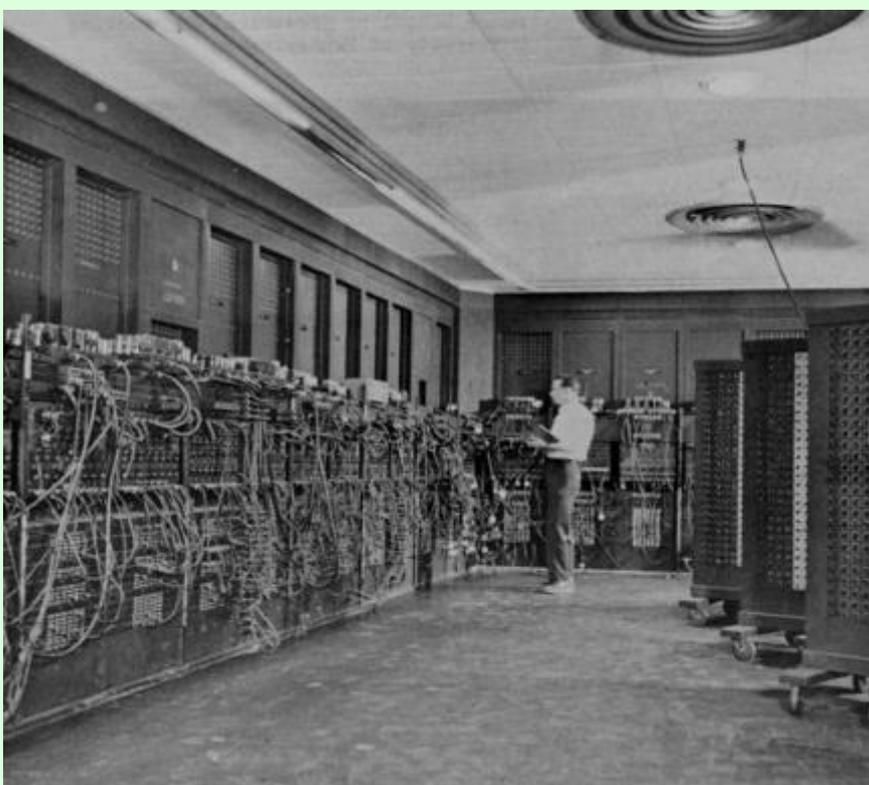
Nicolaus A. Otto (1832 -1891)  
Motor Ciclo Otto





Rudolf Diesel (1858 -1913)

23 de fevereiro de 1897  
Motor Ciclo Diesel



Eniac - 1945  
Universidade da Pensilvânia



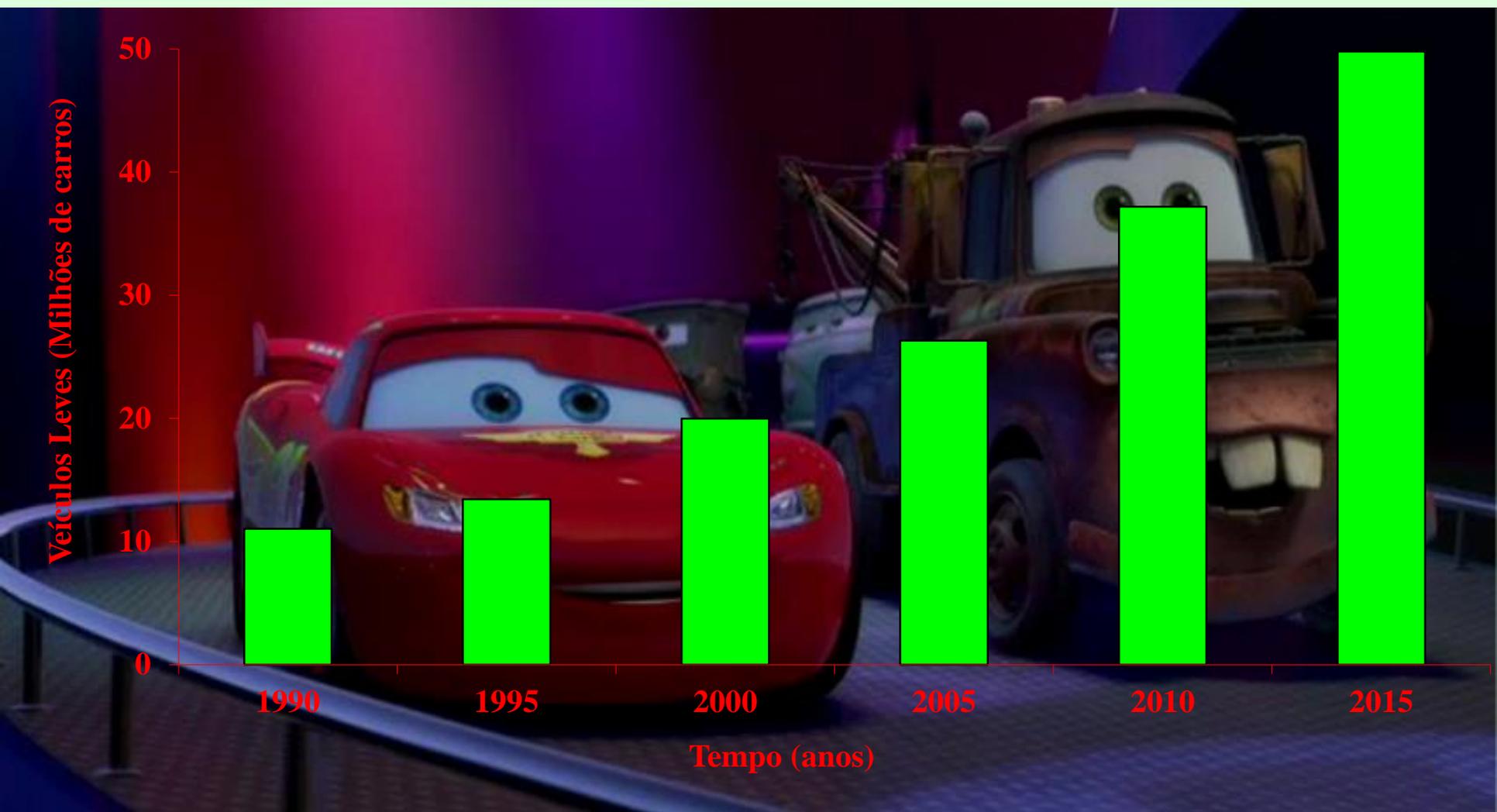
Steve Jobs  
1955 - 2011



O homem emigrou do Campo



Maior quantidade de bens



Crescimento de Veículos Leves (Detran, 2017)  
Carros 2, 2011



Dependência de fontes energética

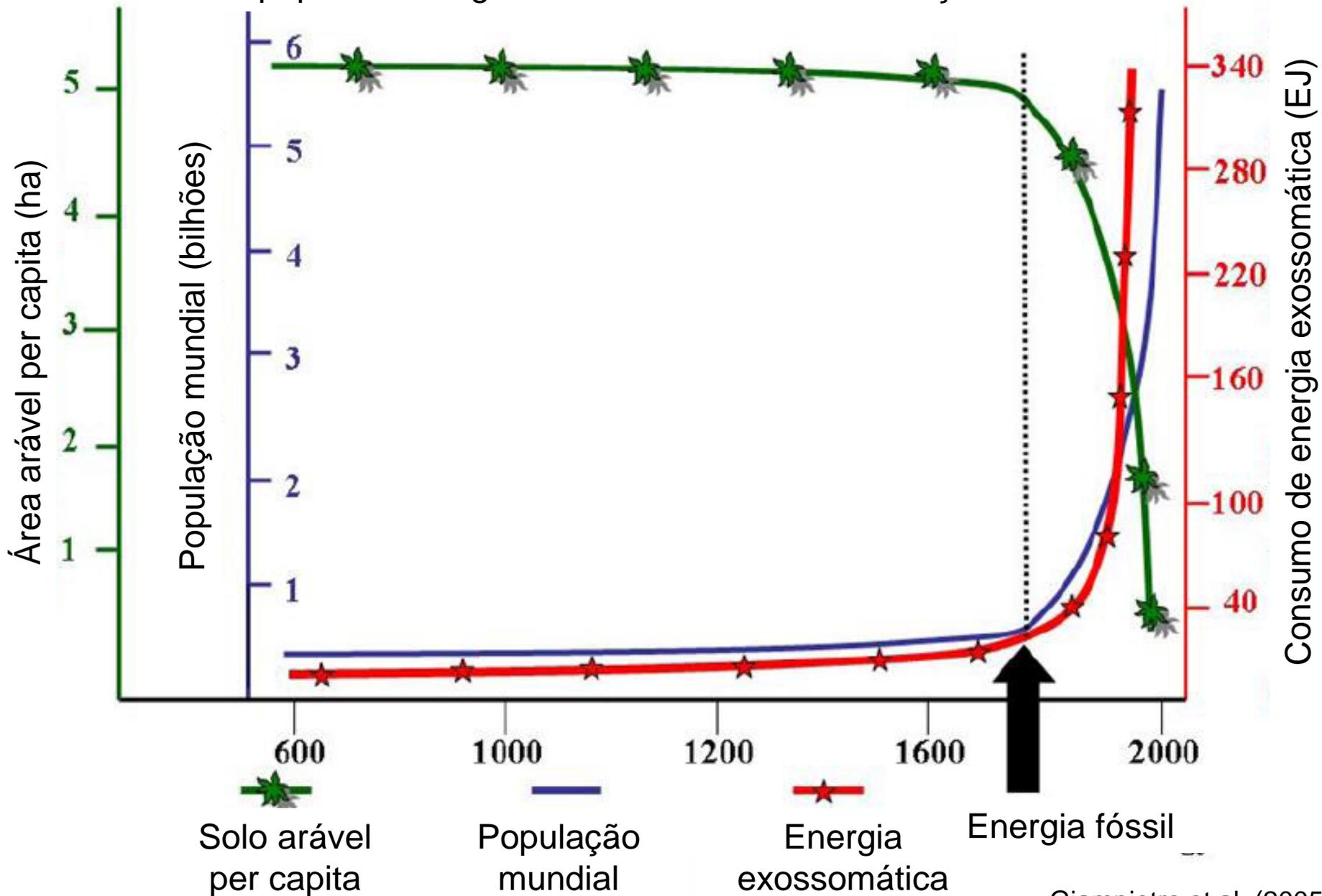


Petróleo



Energia Nuclear

# O papel da energia fóssil na história da civilização humana





Novos valores agregados



Elevação do custo ambiental

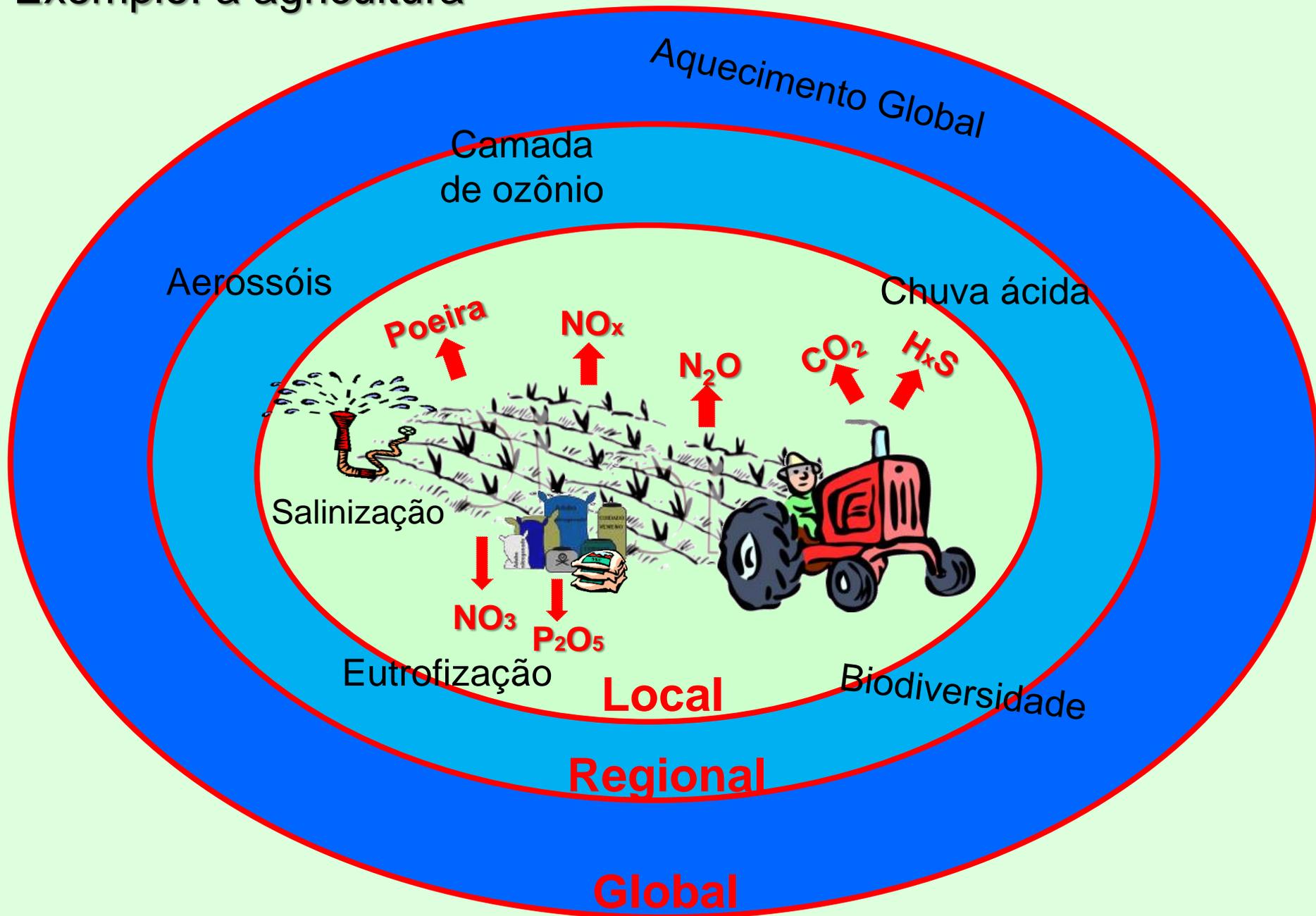
# Mudanças Ambientais Globais

DESENVOLVIMENTO

Consequências



# Exemplo: a agricultura



# Gases do solo

## Índice geral

Mudanças Ambientais Globais

## **Efeito Estufa**

Causas

Mecanismos de produção dos GEE

Consequências

Métodos de quantificação

Estudos

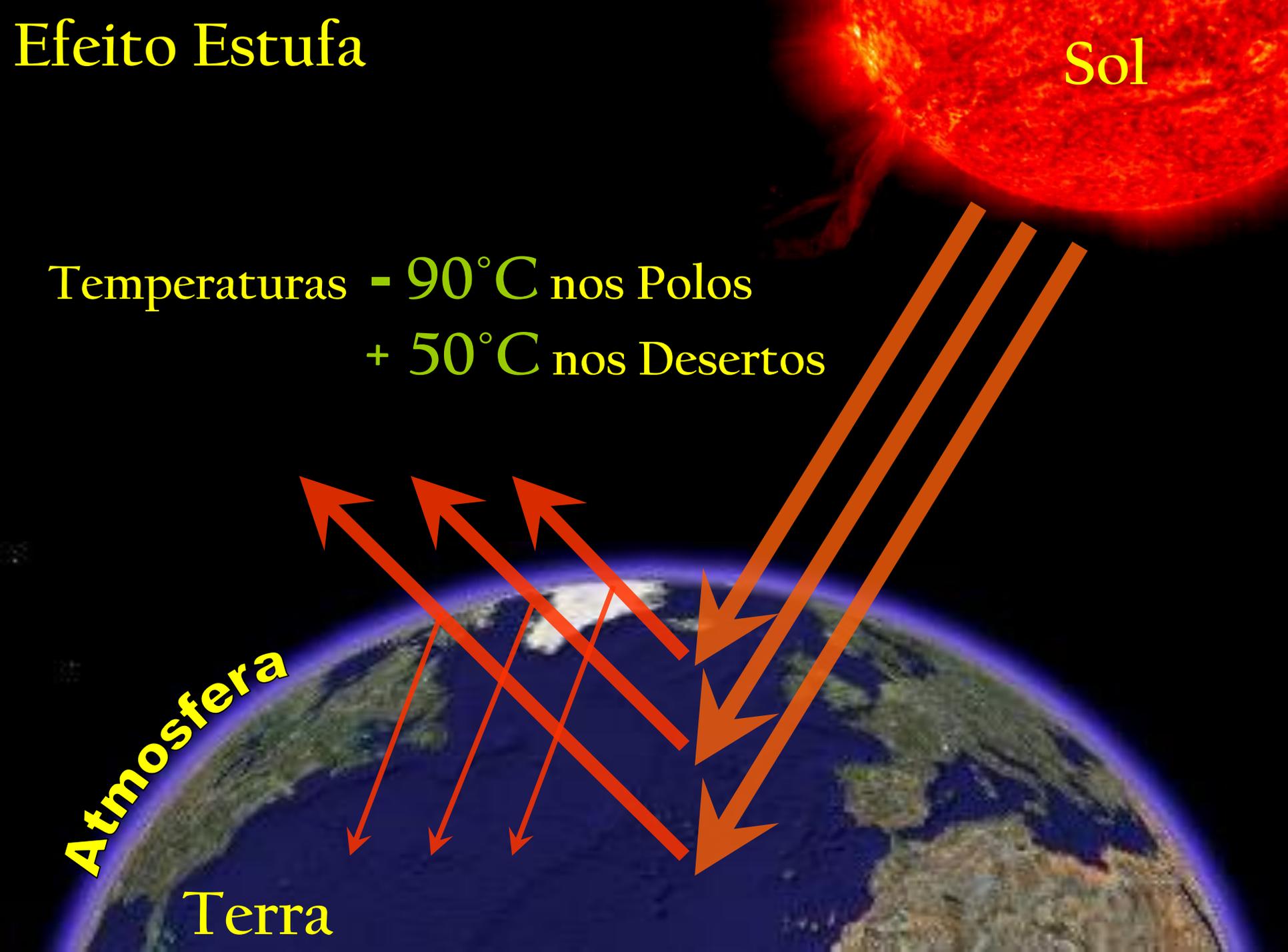
# Efeito Estufa

Sol

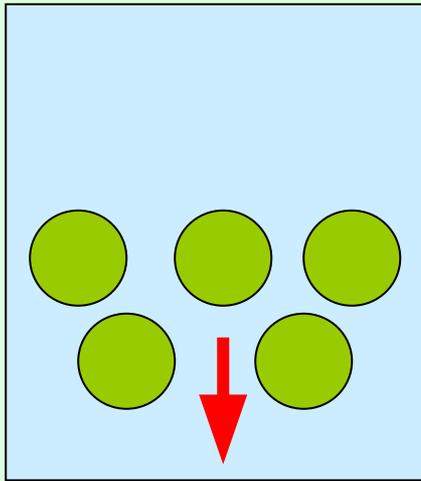
Temperaturas -  $90^{\circ}\text{C}$  nos Polos  
+  $50^{\circ}\text{C}$  nos Desertos

Atmosfera

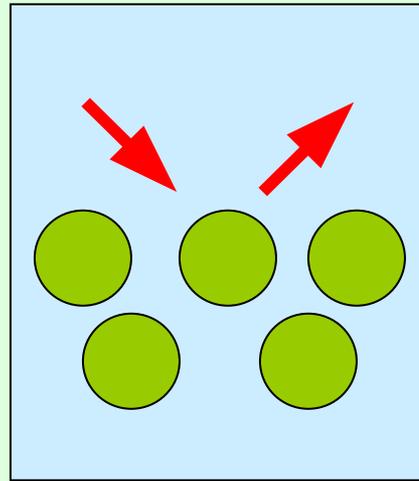
Terra



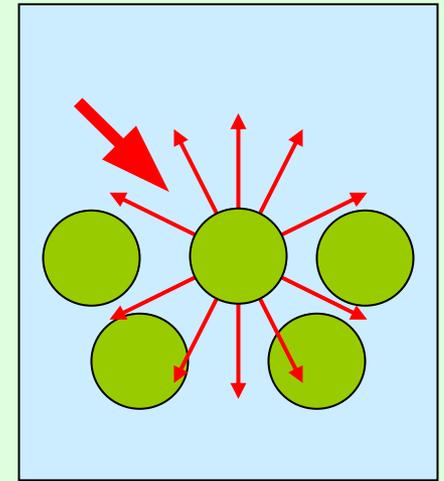
# Interações radiações-atmosfera



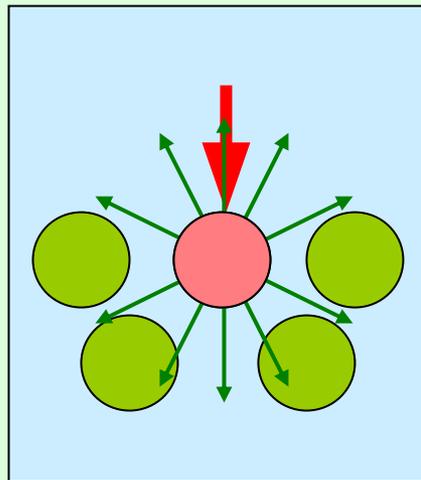
transmissão



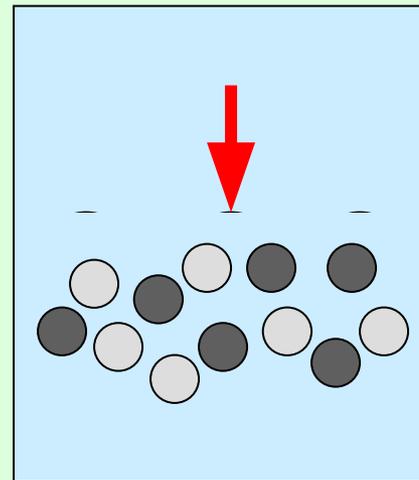
reflexão



dispersão



**Absorção + emissões**



dissociação

# Efeito Estufa

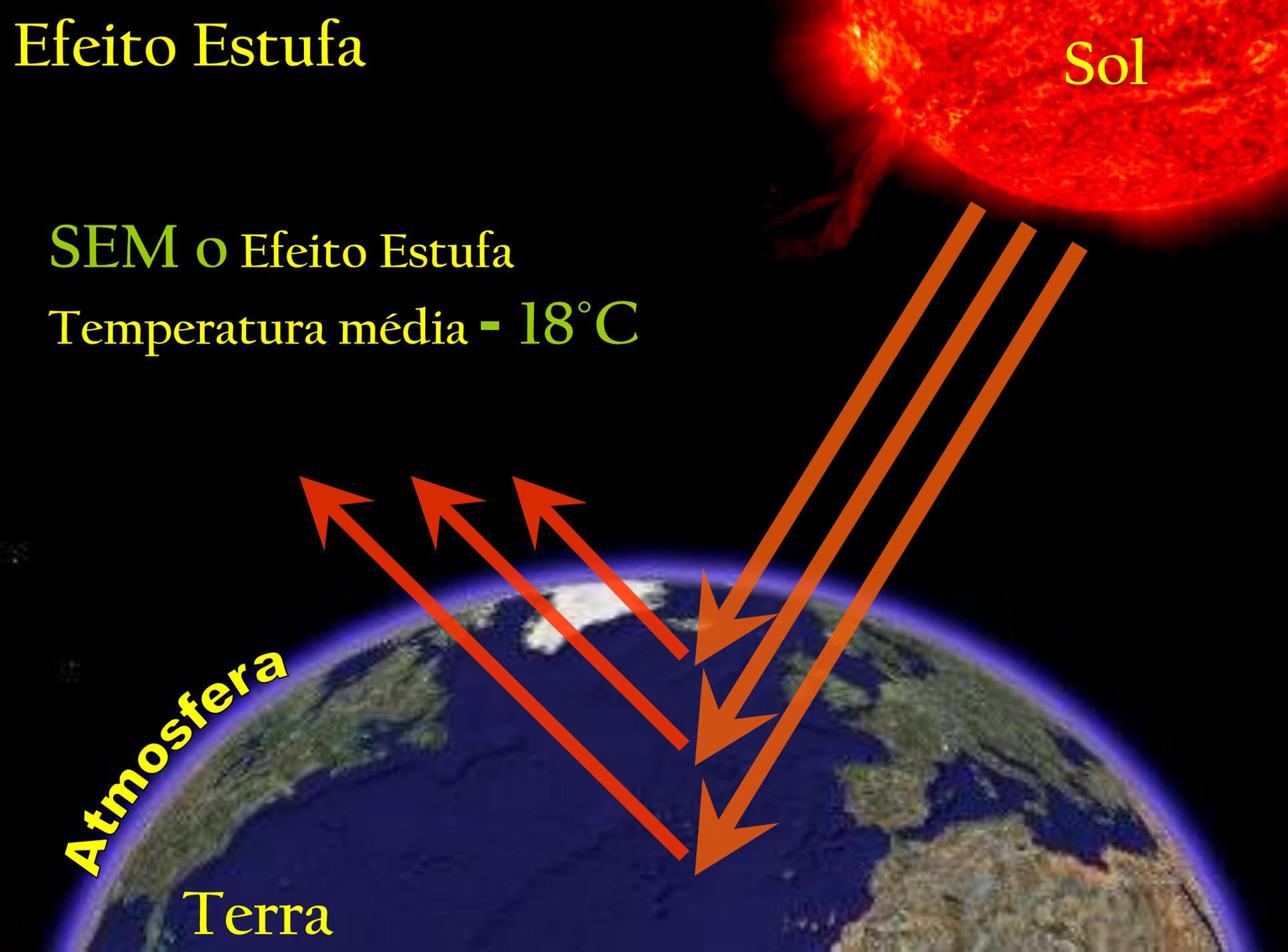
Sol

SEM o Efeito Estufa

Temperatura média - 18°C

Atmosfera

Terra



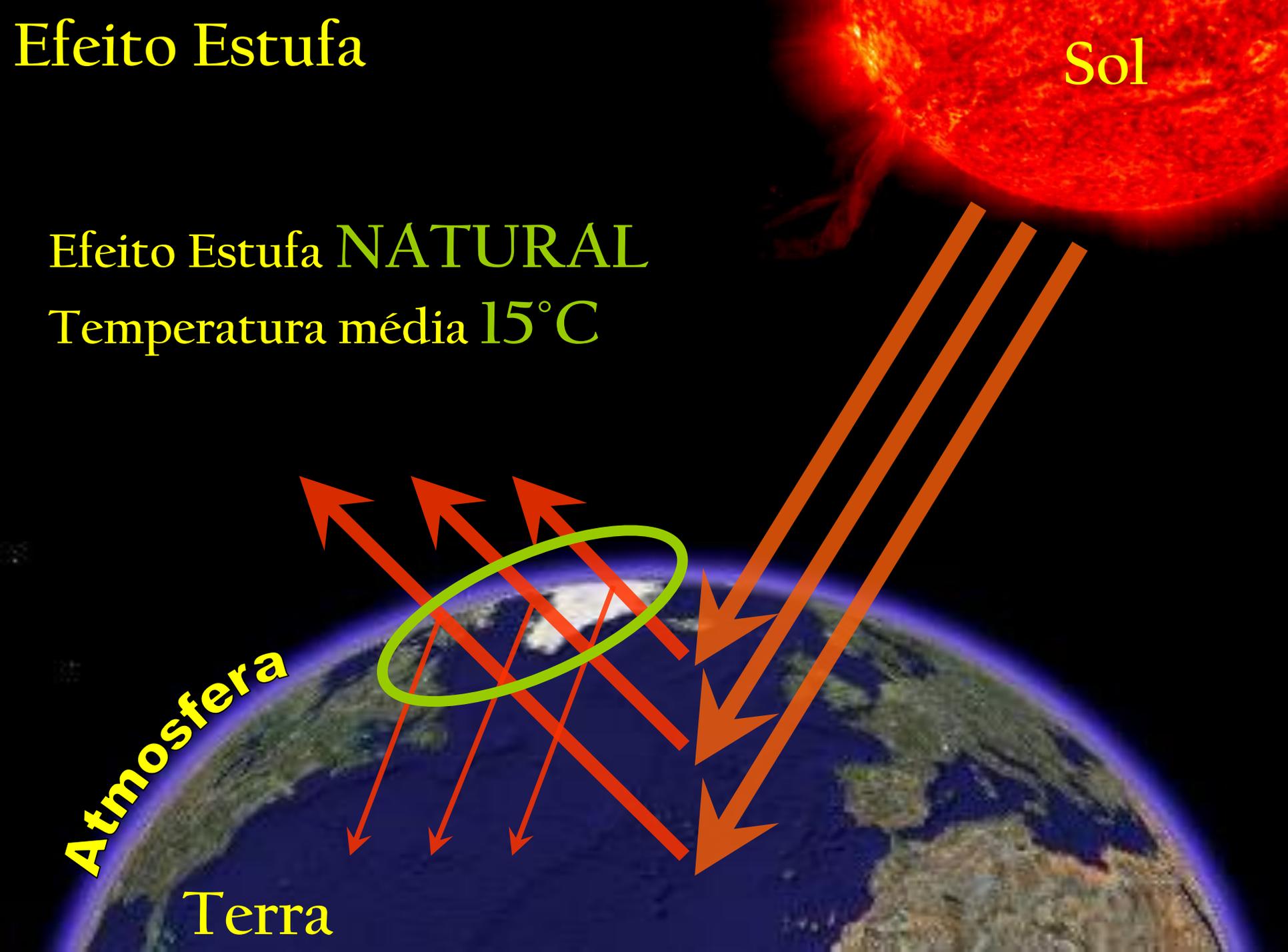
# Efeito Estufa

Sol

Efeito Estufa **NATURAL**  
Temperatura média 15°C

Atmosfera

Terra



# Efeito Estufa

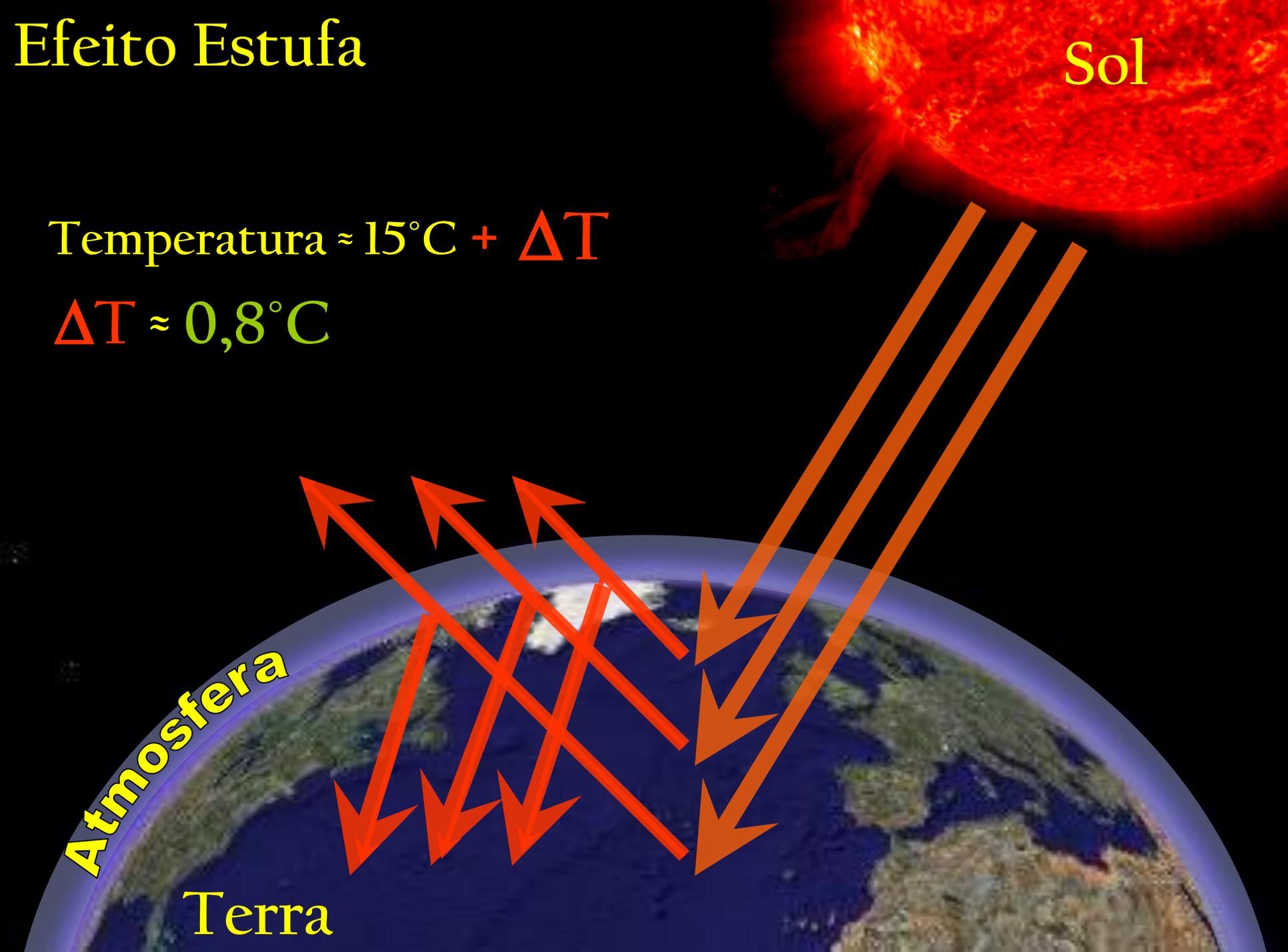
Sol

Temperatura  $\approx 15^{\circ}\text{C} + \Delta T$

$\Delta T \approx 0,8^{\circ}\text{C}$

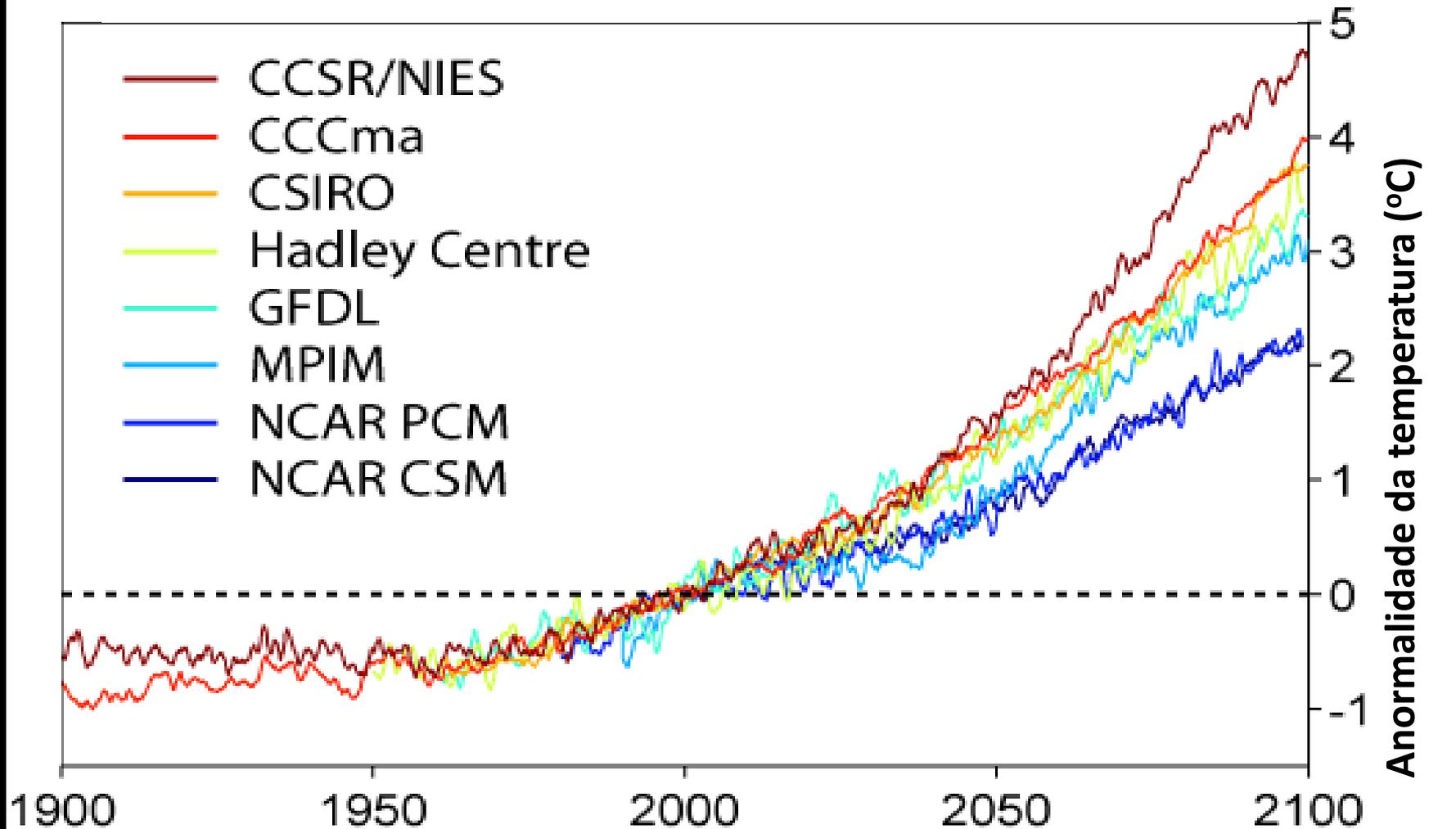
Atmosfera

Terra



# Atualmente $\Delta T \approx 0,76 \text{ }^\circ\text{C}$

## Projeções de aquecimento global





## Aspectos importantes:

### Efeito Estufa

É um fenômeno natural – o problema é o aumento da concentração dos GEE após a revolução industrial.

### Aquecimento Global

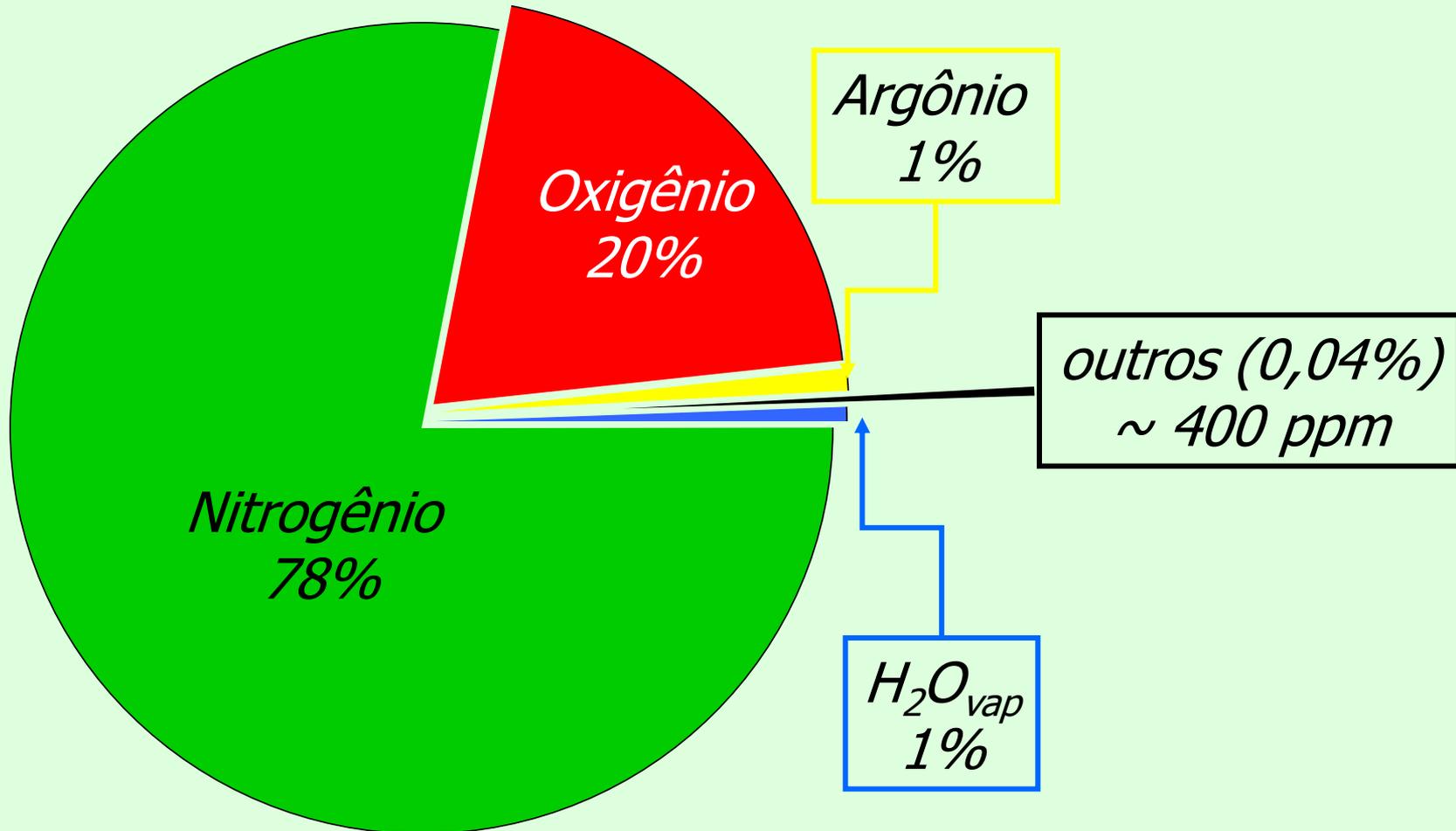
É a retenção de energia na atmosfera devido ao aumento dos GEE

### Mudanças Climáticas Globais

Ocorrem devido aos efeitos do aquecimento global, não significa necessariamente em um aumento final da temperatura e sim da quantidade de energia que necessita ser dispersada.

# Mudanças Ambientais Globais

## As concentrações na atmosfera



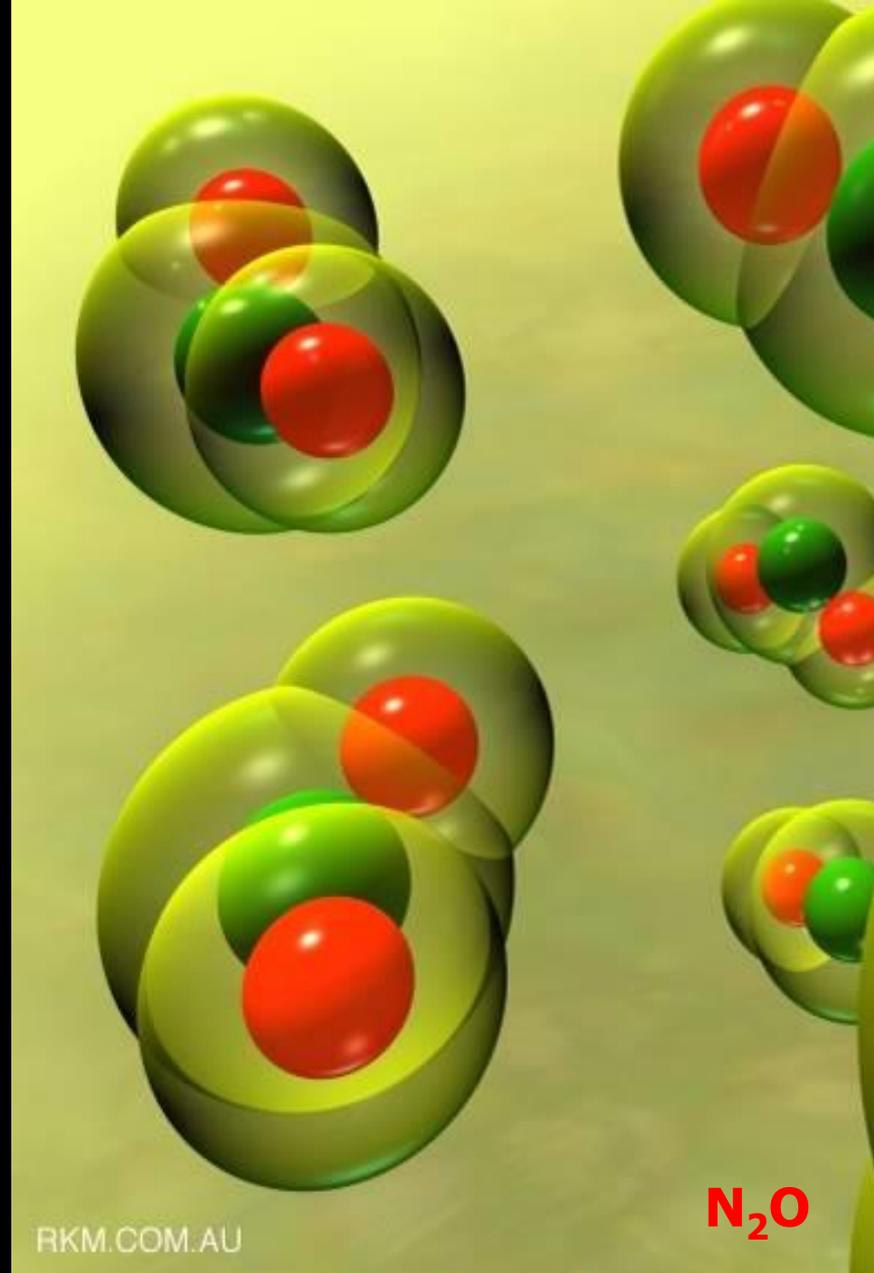
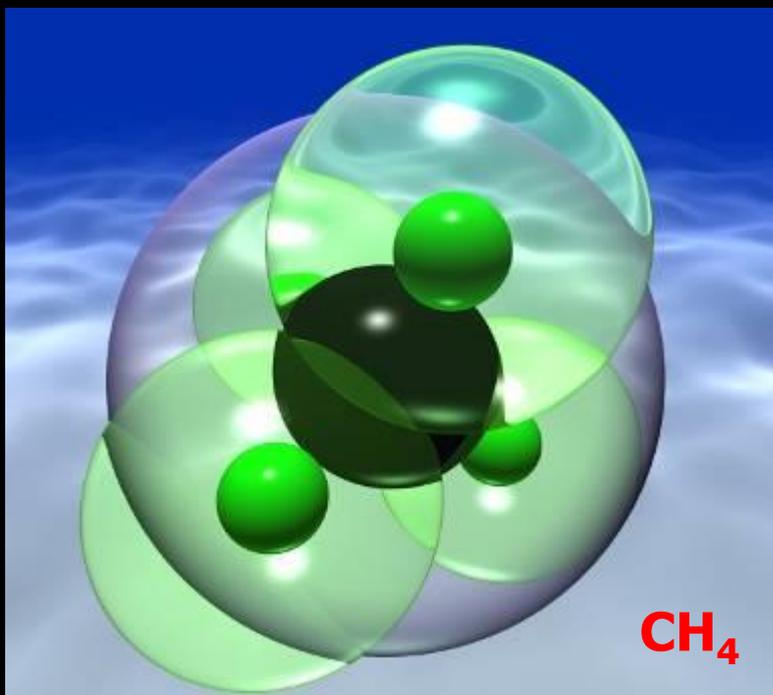
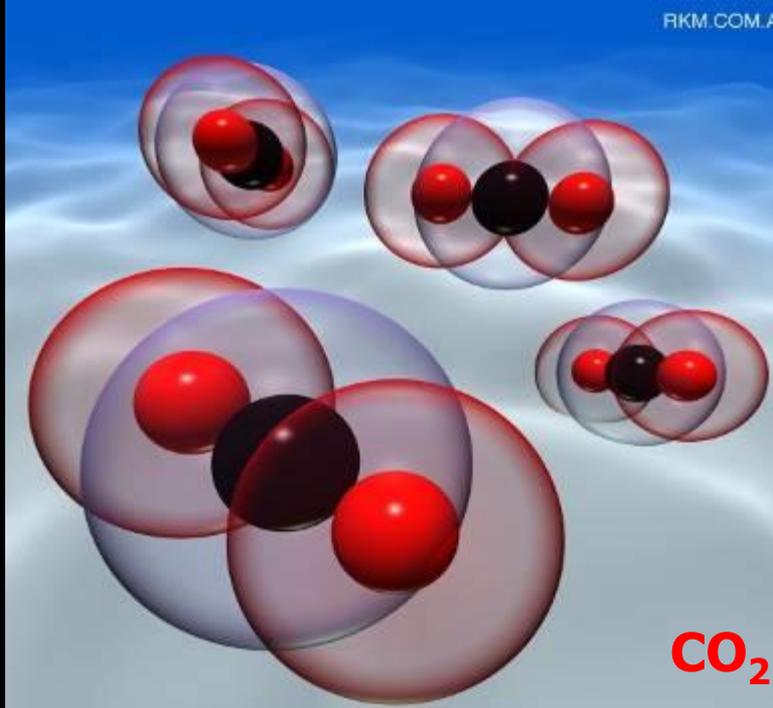
# Mudanças Ambientais Globais

## As concentrações na atmosfera

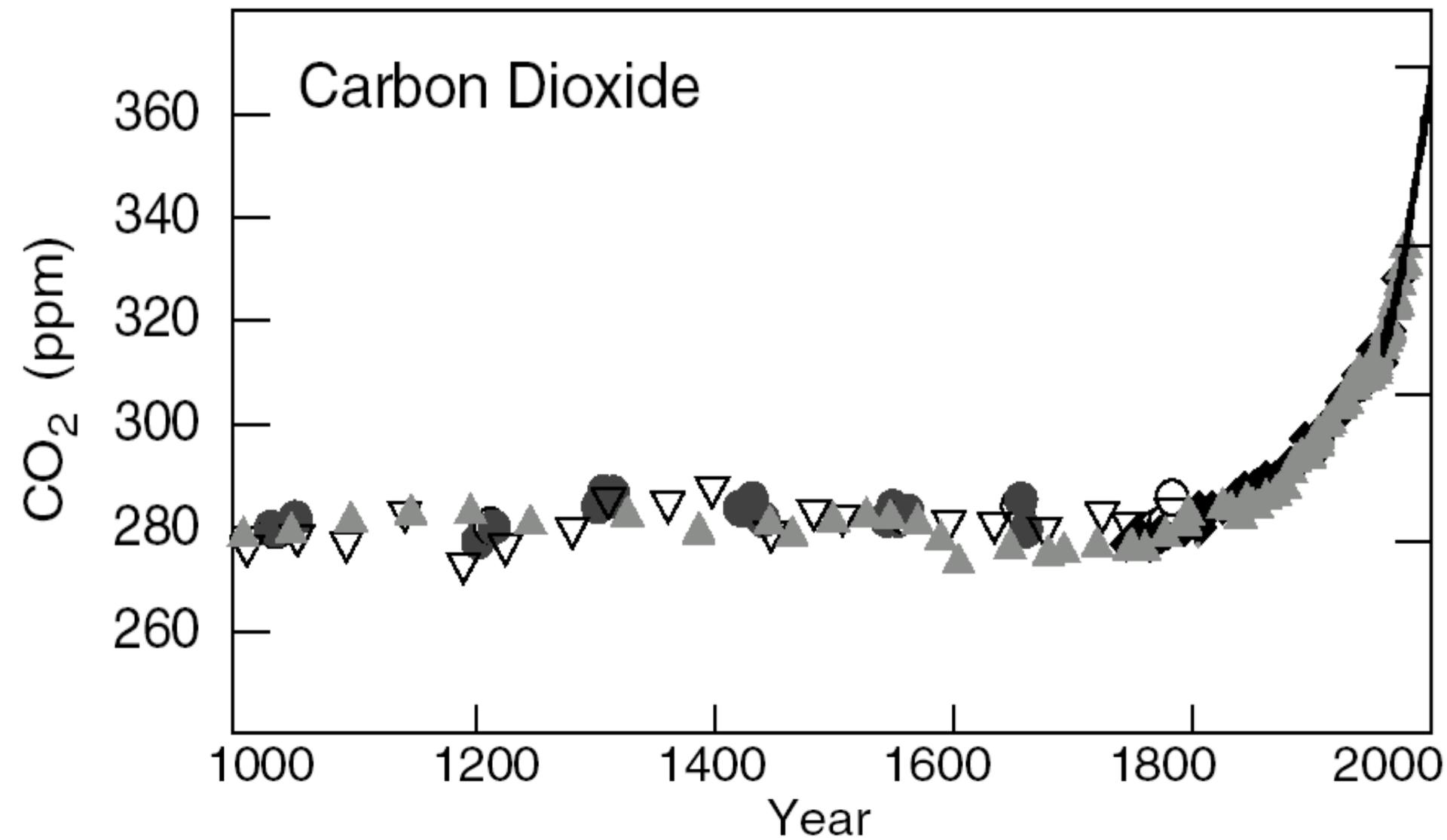
As atividades humanas mudaram as concentrações dos GEE



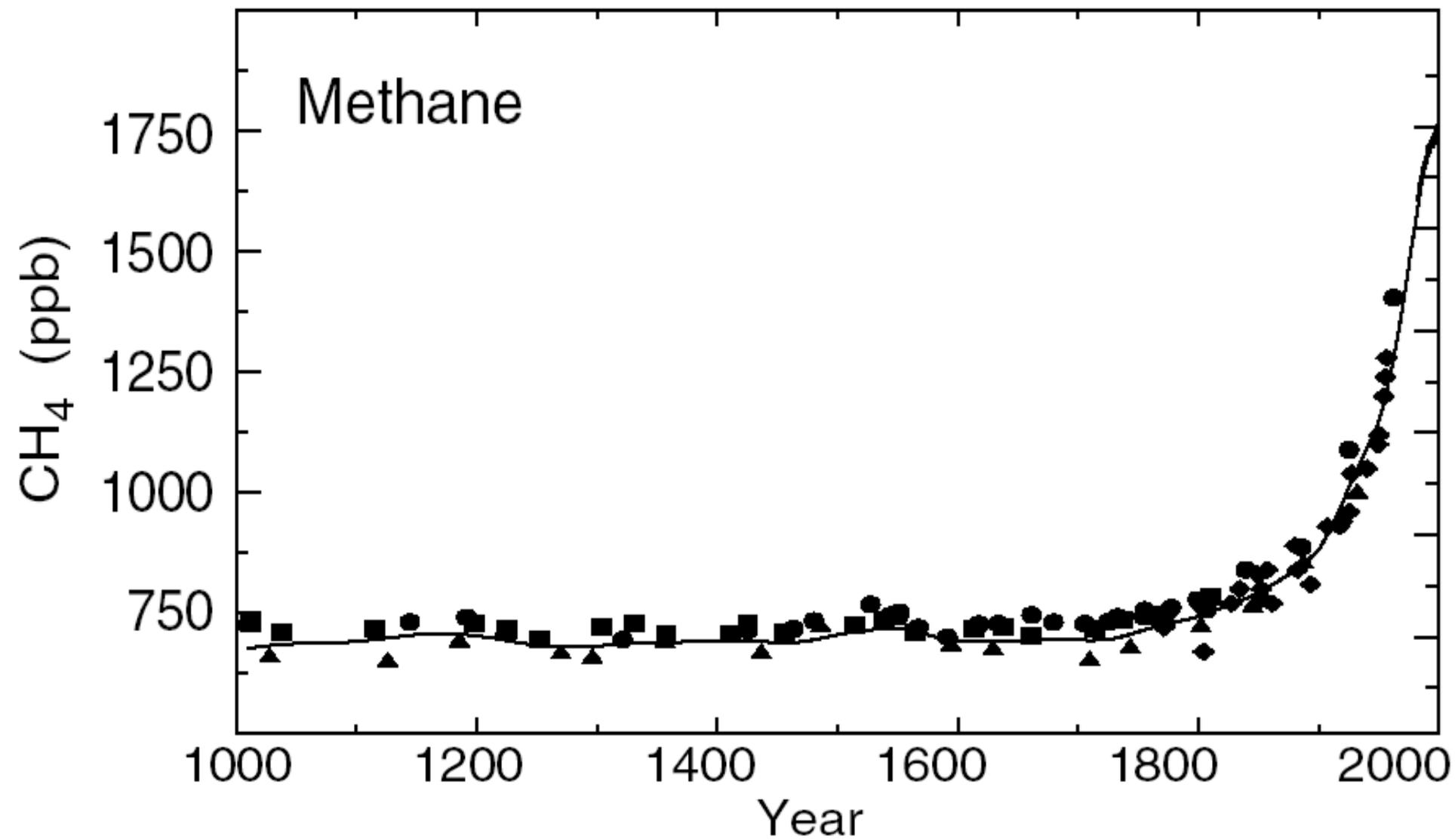
... e também os elementos ultra-traços (ppt): HFC, PFC, SF<sub>6</sub>



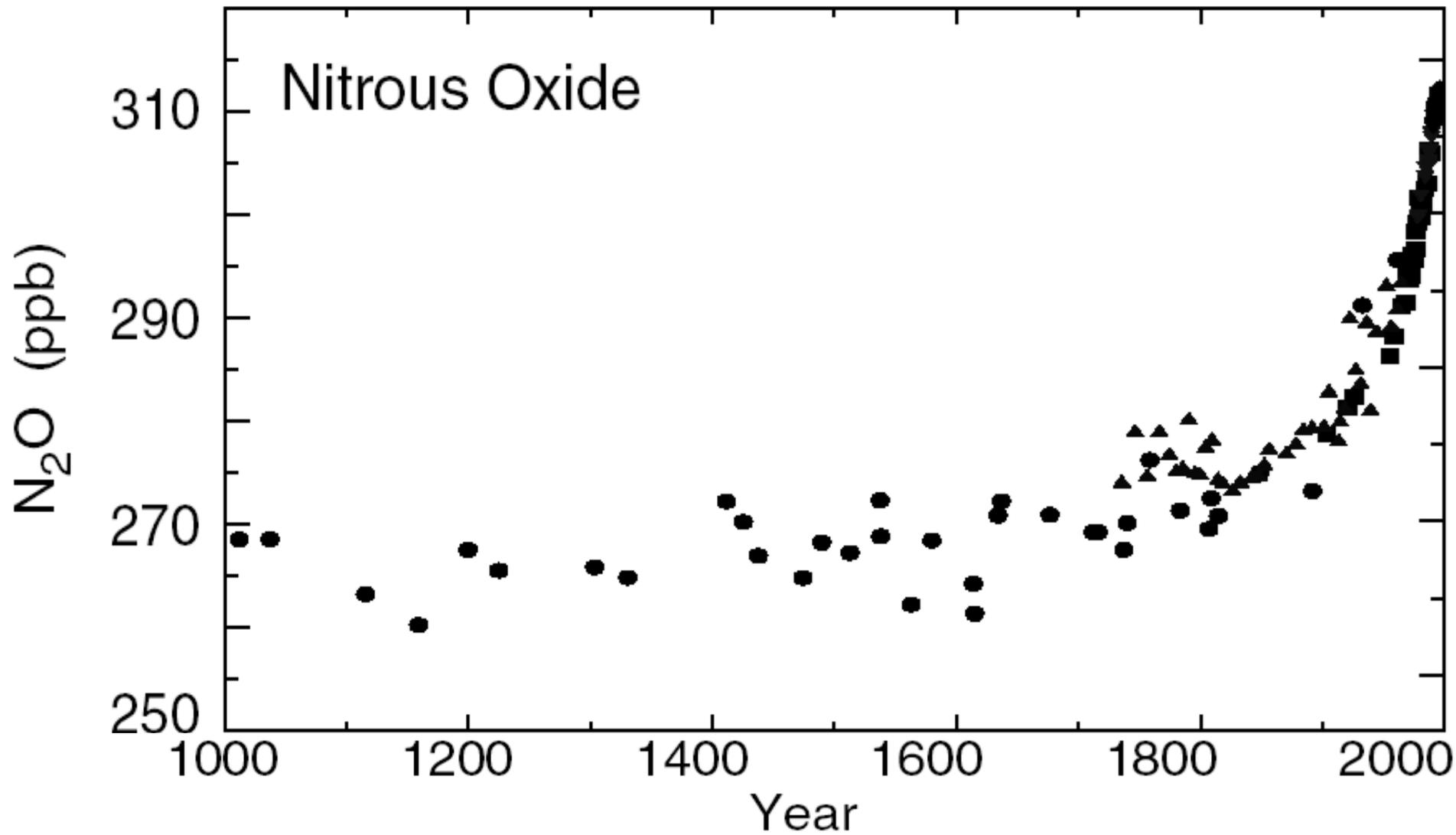
Gases causadores de Efeito Estufa



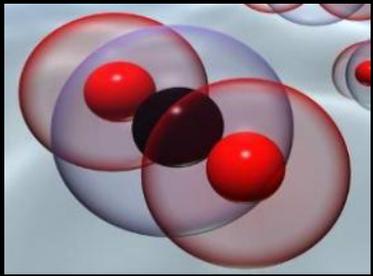
Evolução da concentração de CO<sub>2</sub>



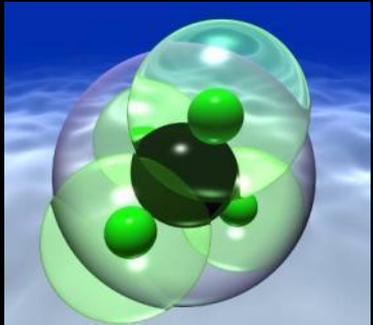
Evolução da concentração de CH<sub>4</sub>



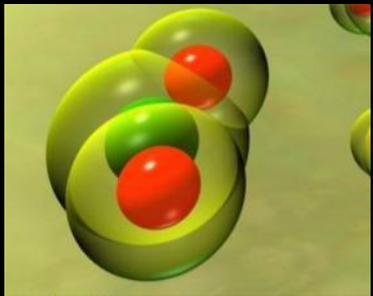
Evolução da concentração de  $N_2O$



**CO<sub>2</sub>**



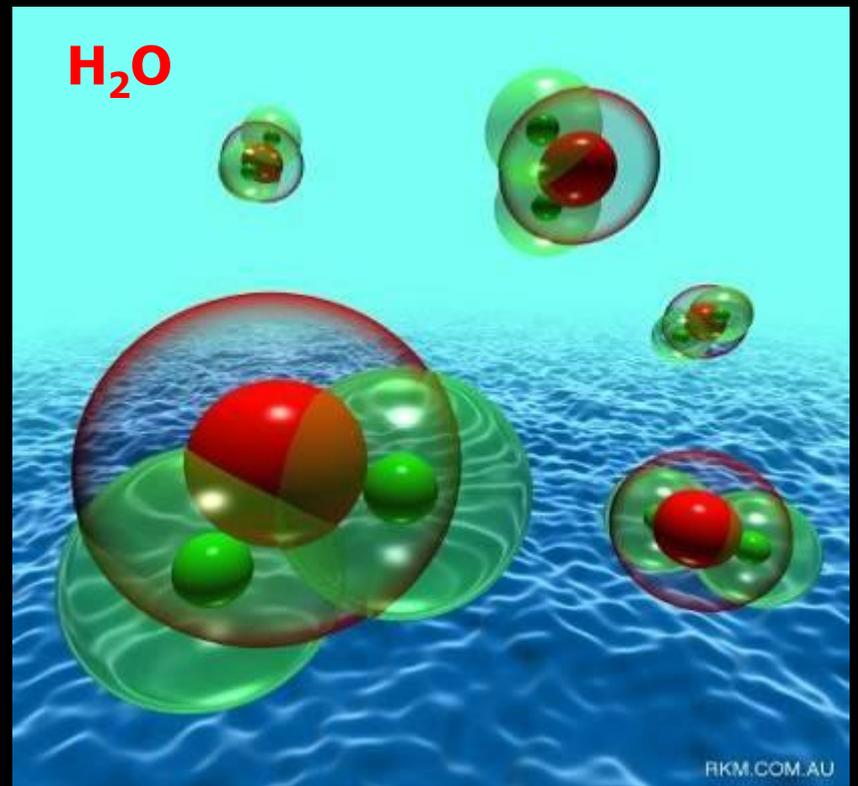
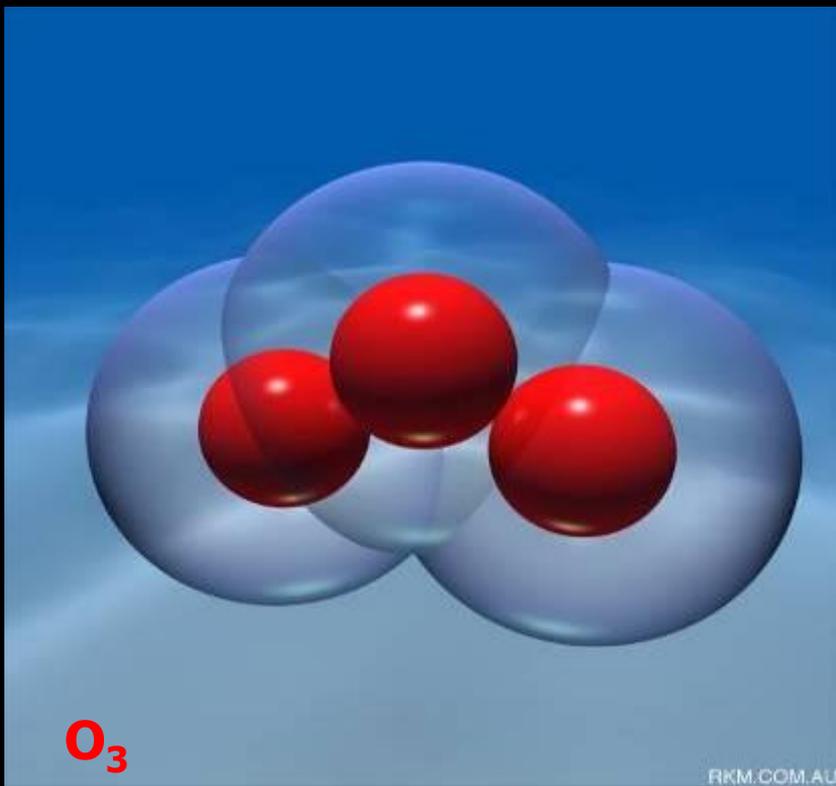
**CH<sub>4</sub>**



**N<sub>2</sub>O**

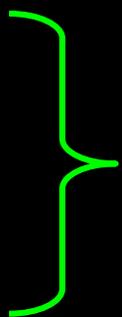


Potencial de Causar Aquecimento



## Além dos Gases Antrópicos:

CFCs  
HFCs  
SF<sub>6</sub>



Outros Gases de Efeito Estufa

# Mudanças Ambientais Globais

Os GEE não têm o mesmo efeito sobre o balanço energético global

## Potencial de Aquecimento Global (PAG)

Global warming potential (GWP)

Gás de referência = CO<sub>2</sub> → PAG do CO<sub>2</sub> = 1

$$\text{PAG}_x = \frac{a_x \tau_x}{a_{\text{CO}_2} \tau_{\text{CO}_2}}$$

$a_{\text{CO}_2}$  (W/m<sup>2</sup>/kg): capacidade de absorção da radiação IV pelo CO<sub>2</sub>

$a_x$  (W/m<sup>2</sup>/kg): capacidade de absorção da radiação IV pelo gás x

$\tau_x$  (ano): tempo de residência do gás x

$\tau_{\text{CO}_2}$  (ano): tempo de residência do CO<sub>2</sub>

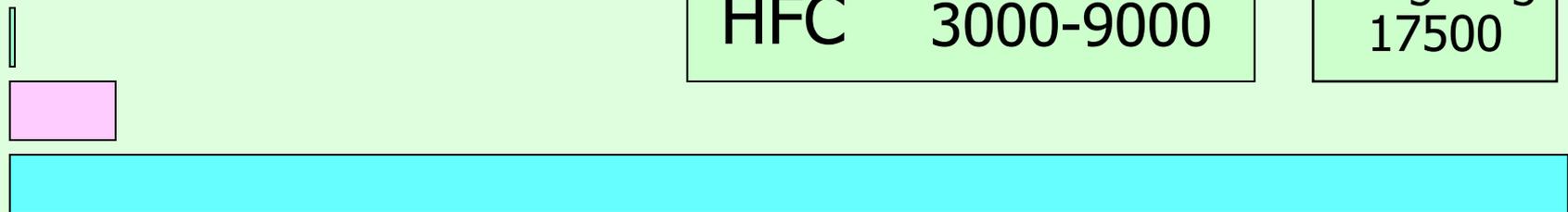


## Potencial de Aquecimento Global (PAG)

$\text{CO}_2$	$\text{CH}_4$	$\text{N}_2\text{O}$
1	25	298

CFC	5000-14000
HCFC	1500-4000
HFC	3000-9000

$\text{SF}_6$	22 200
$\text{SF}_5\text{CF}_3$	17500



### Tonelada de $\text{CO}_2$ equivalente ( $\text{tCO}_2\text{-eq}$ )

(unidade usada para comparar os gases do efeito estufa)

1 tonelada de  $\text{CH}_4$  = 25  $\text{tCO}_2\text{e}$

1 tonelada de  $\text{N}_2\text{O}$  = 298  $\text{tCO}_2\text{e}$

# **Gases do solo**

## **Índice geral**

Mudanças Ambientais Globais

Efeito Estufa

**Causas**

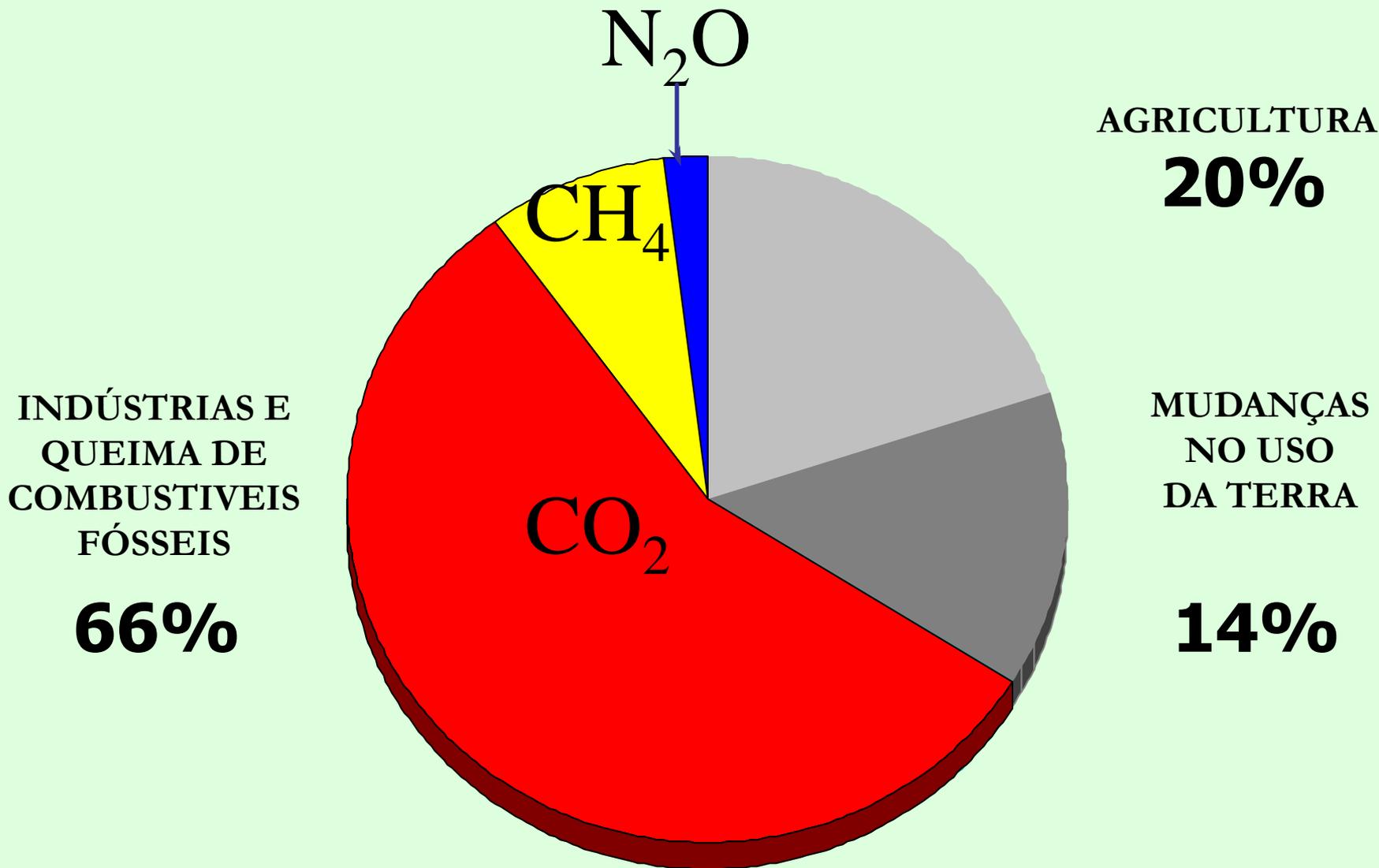
**Mecanismos de produção dos GEE**

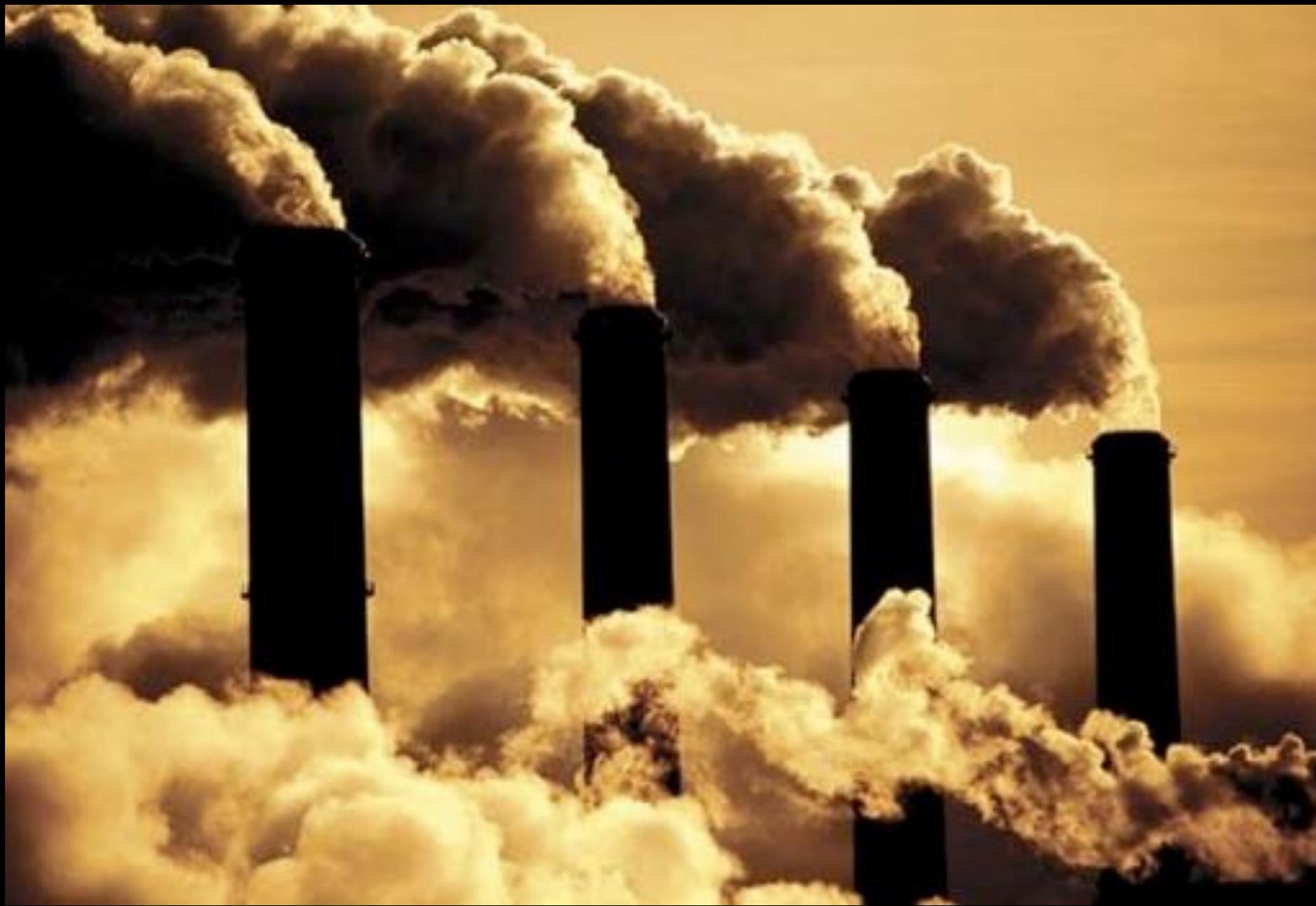
Consequências

Métodos de quantificação

Estudos

# Gases do solo: $\text{CO}_2$ $\text{CH}_4$ $\text{N}_2\text{O}$





Queima de combustíveis



Motores de alta performance



Industria de cemento e fertilizantes



Represas e planícies inundadas



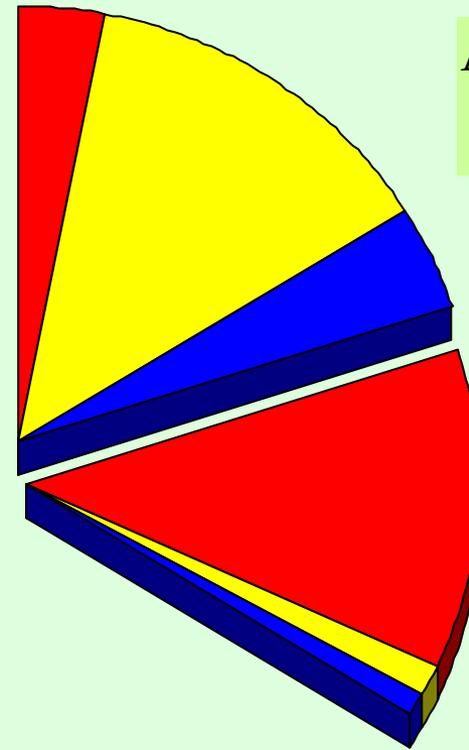
Decomposição de resíduos

# Gases do solo: $\text{CO}_2$ $\text{CH}_4$ $\text{N}_2\text{O}$



Agricultura e  
Mudança no  
uso da terra

22% do  $\text{CO}_2$   
55% do  $\text{CH}_4$   
80% do  $\text{N}_2\text{O}$



AGRICULTURA  
**20%**

MUDANÇAS  
NO USO  
DA TERRA

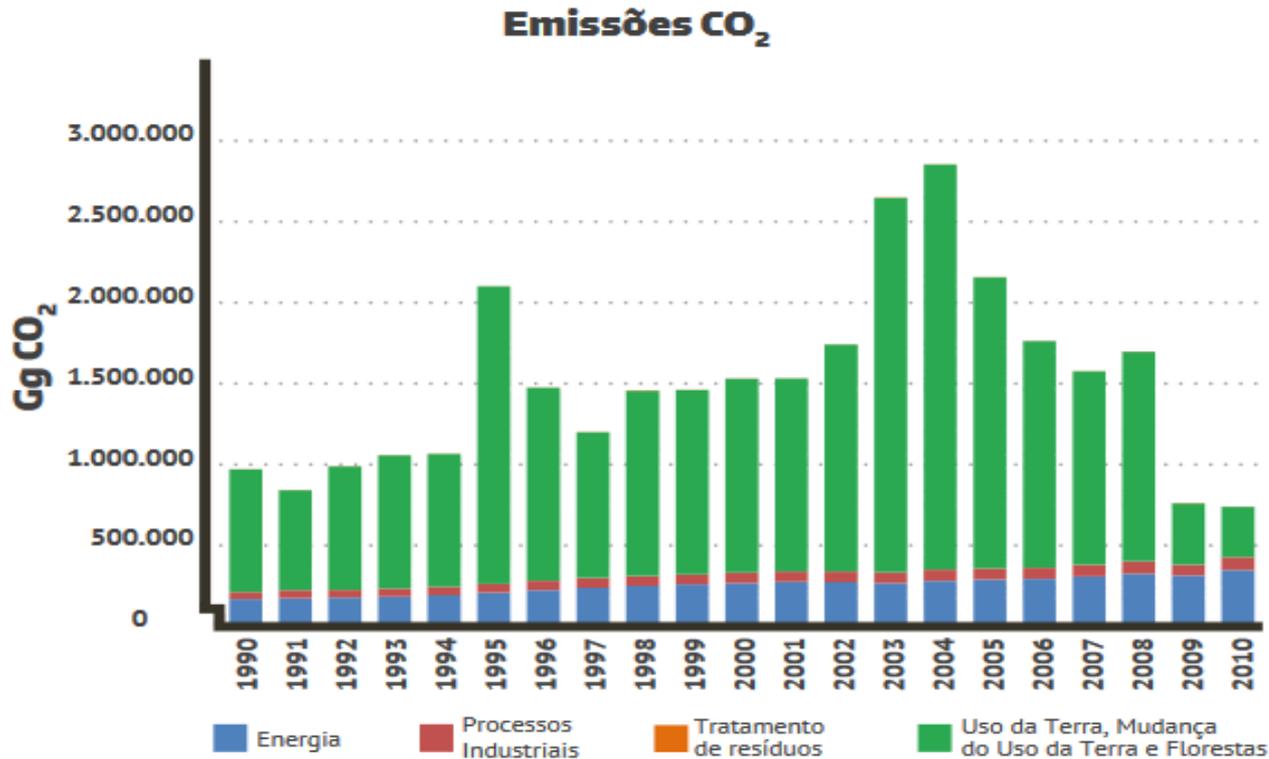
**14%**

# Gases do solo: CO<sub>2</sub> CH<sub>4</sub> N<sub>2</sub>O



**FIGURA 2.3**

*Evolução das emissões líquidas de CO<sub>2</sub> por setor*



**2005**  
2.156.607 Gg

← **- 66%** →

**2010**  
739,671 Gg

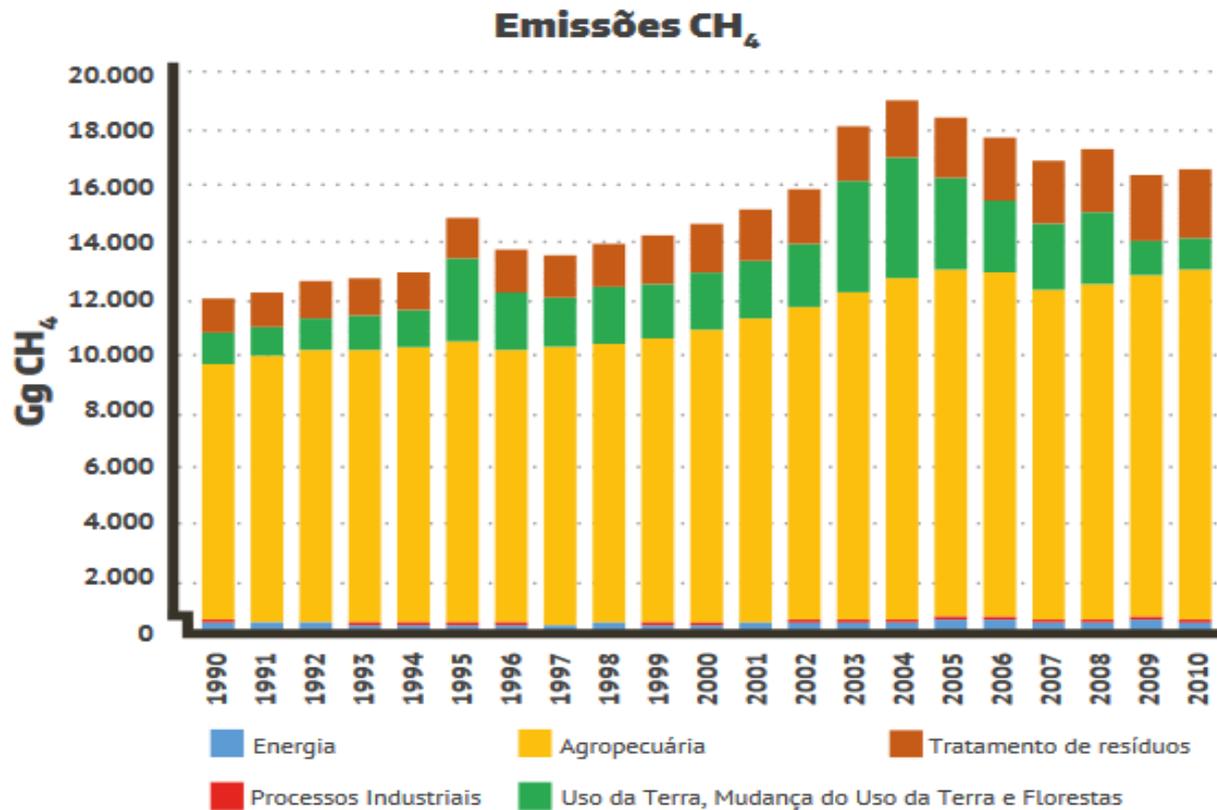
Gg = 10<sup>12</sup>g

# Gases do solo: $\text{CO}_2$ $\text{CH}_4$ $\text{N}_2\text{O}$



**FIGURA 2.6**

*Evolução das emissões de  $\text{CH}_4$*



**2005**  
18.397 Gg



**2010**  
16.688 Gg

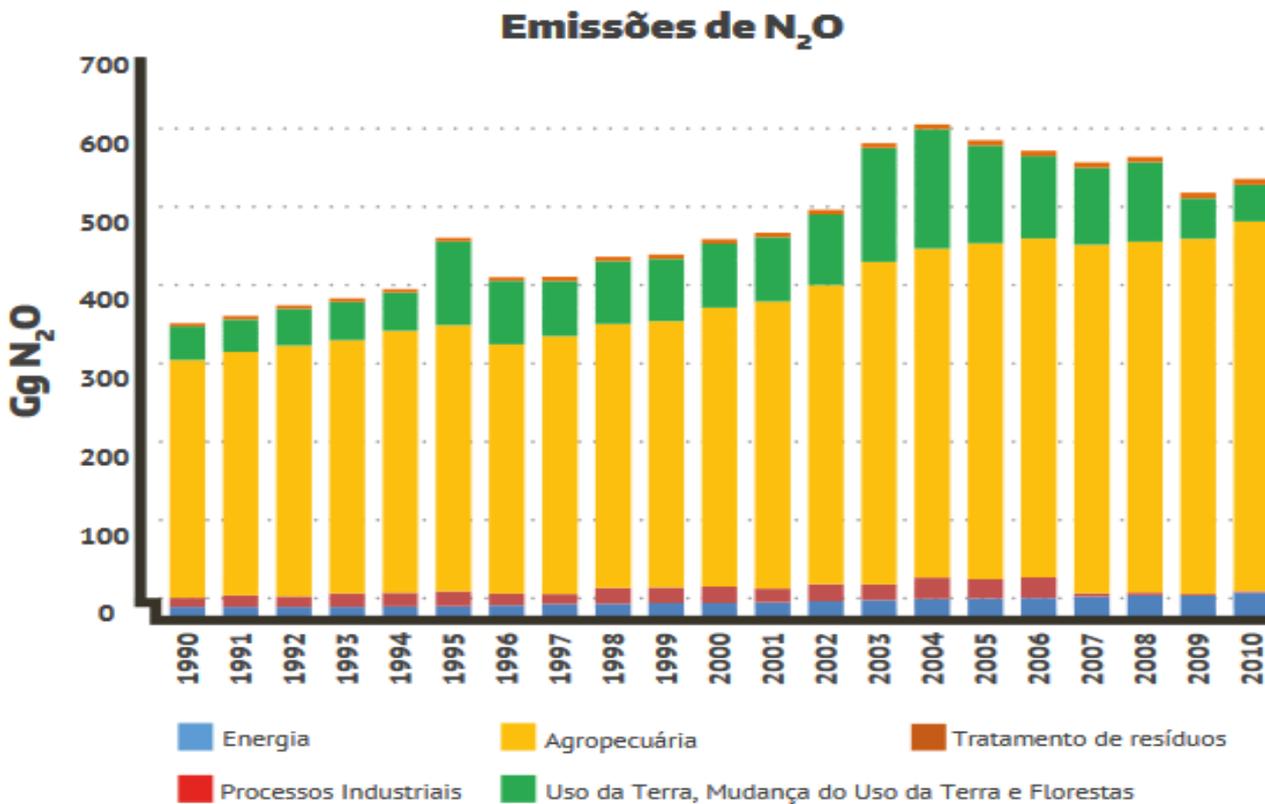
Gg =  $10^{12}$ g

# Gases do solo: CO<sub>2</sub> CH<sub>4</sub> N<sub>2</sub>O



**FIGURA 2.9**

*Evolução das emissões de N<sub>2</sub>O por setor*



**2005**  
610 Gg



**2010**  
560 Gg

Gg = 10<sup>12</sup>g



Mudança de uso da terra – corte e queima



Mudança de uso da terra



Aplicação de fertilizantes nitrogenados



Culturas irrigadas por inundação



Fermentação entérica de ruminantes



## Fontes de emissão de gases do efeito estufa (GEE)

### Agricultura e Mudança no Uso da Terra

#### Global

22% do  $\text{CO}_2$

55% do  $\text{CH}_4$

80% do  $\text{N}_2\text{O}$

#### Brasil

75% do  $\text{CO}_2$

91% do  $\text{CH}_4$

94% do  $\text{N}_2\text{O}$

# Gases do solo

## Índice geral

Mudanças Ambientais Globais

Efeito Estufa

**Causas**

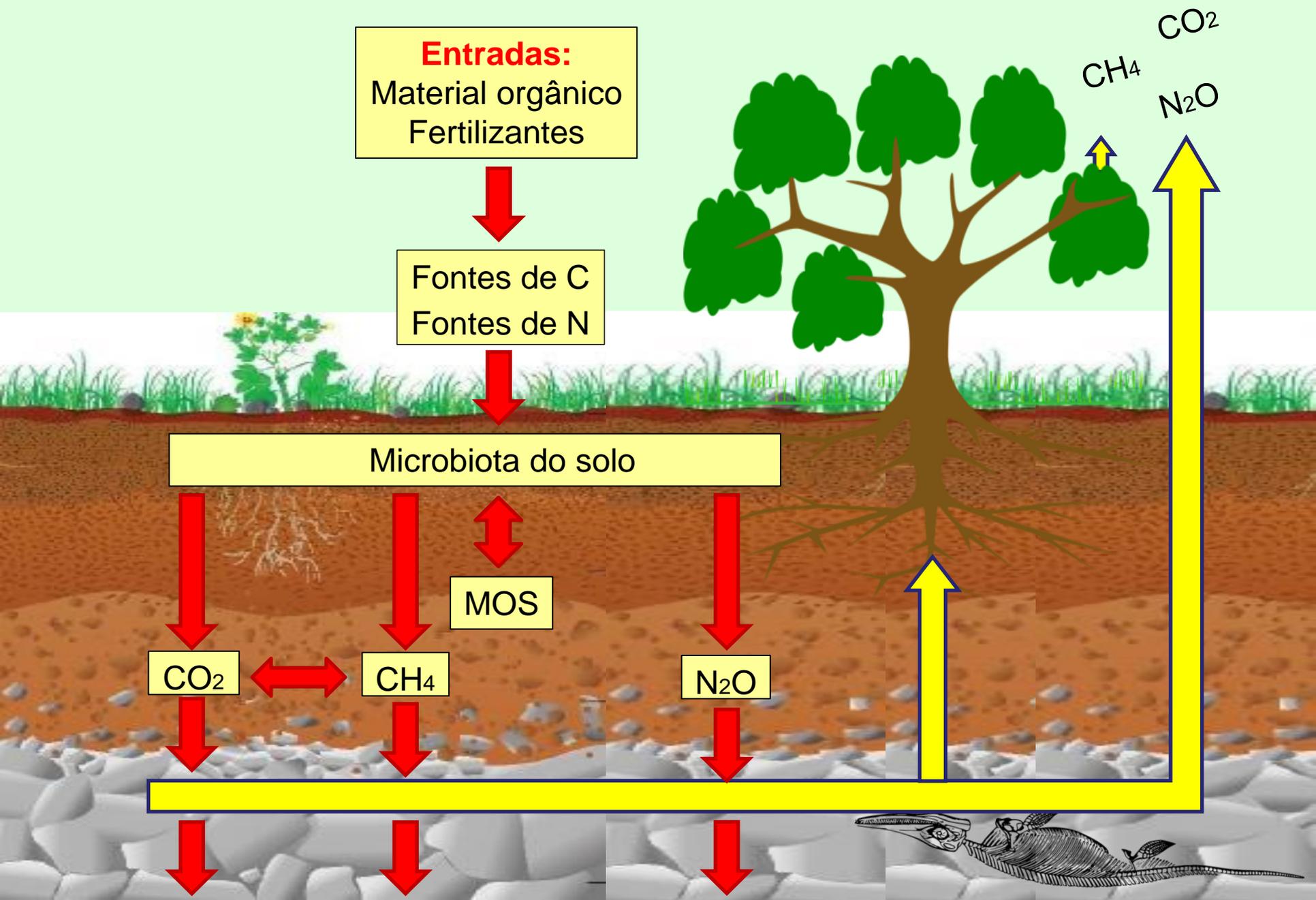
**Mecanismos de produção dos GEE**

Consequências

Métodos de quantificação

Resultados

# Gases do solo



# Gases do solo: $CO_2$ $CH_4$ $N_2O$





## Mecanismo de produção de $\text{CO}_2$ no solo

**Respiração** é a conversão das ligações químicas de moléculas ricas em energia.

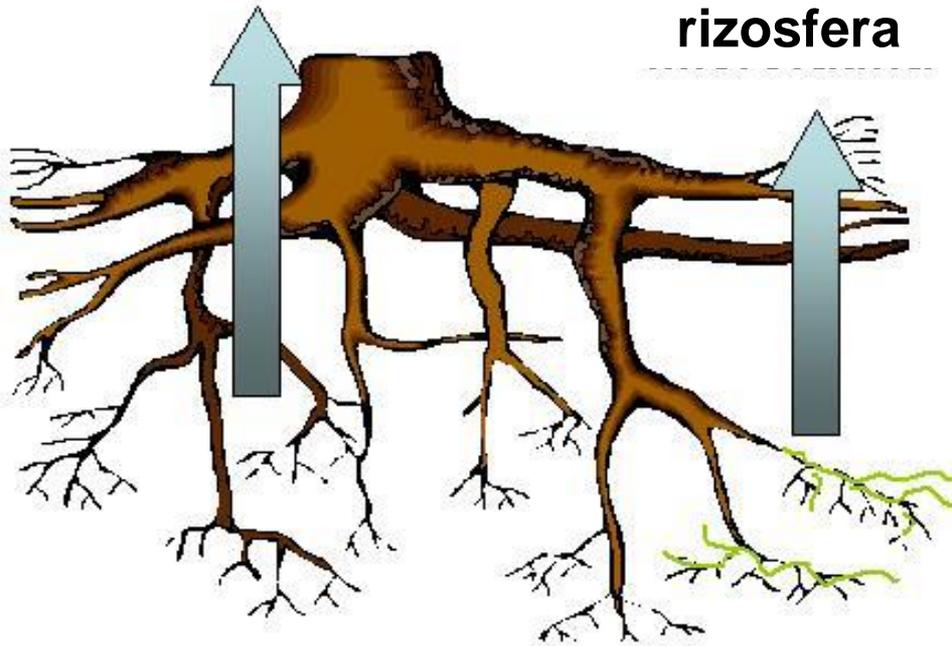


A respiração aeróbia requer  $\text{O}_2$  como acceptor final de elétrons, com um ganho total de **32 ATPs** ( $478 \text{ kJ mol}^{-1} \text{ C}$ ).



## Mecanismos de produção de $\text{CO}_2$ no solo

Raízes vivas

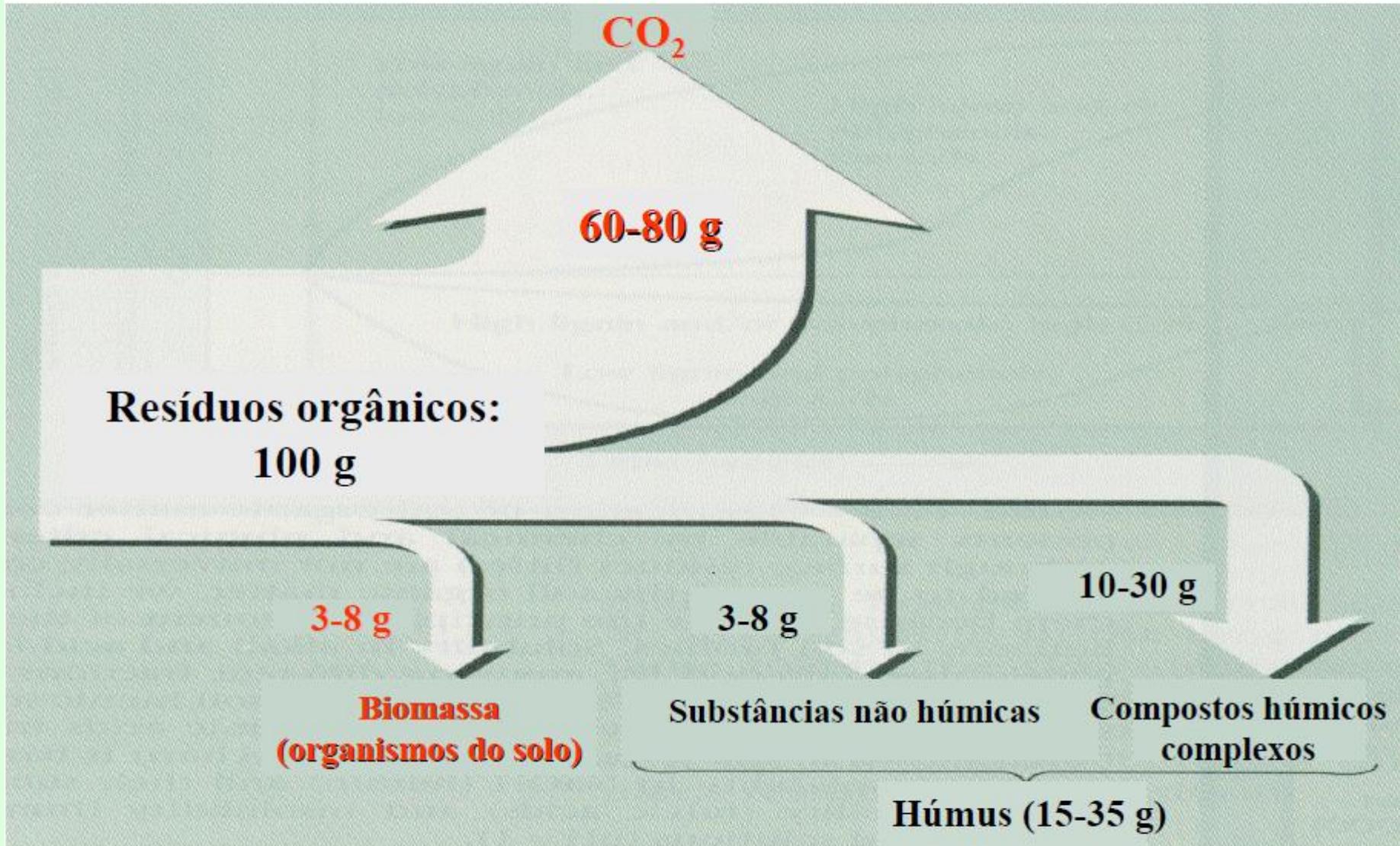


Micorrizas e  
microfauna  
associada à  
rizosfera

Micro e  
macrofauna do  
solo



# Gases do solo: $\text{CO}_2$ $\text{CH}_4$ $\text{N}_2\text{O}$



# Gases do solo: $\text{CO}_2$ $\text{CH}_4$ $\text{N}_2\text{O}$



## Relação C/N da biomassa microbiana

### Fungos



C/N = 10

### Bactérias



C/N = 5

**C/N média = 8/1**

Material orgânico  
Fonte de energia e  
síntese de compostos



1/3 C incorporado células  
2/3 C respirado:  $\text{CO}_2$

**Relação C/N**  
> 25 alta  
< 25 baixa

Substrato microbiano ideal  
**C/N = 24/1**

1N



Amionocidos  
Enzimas  
DNA

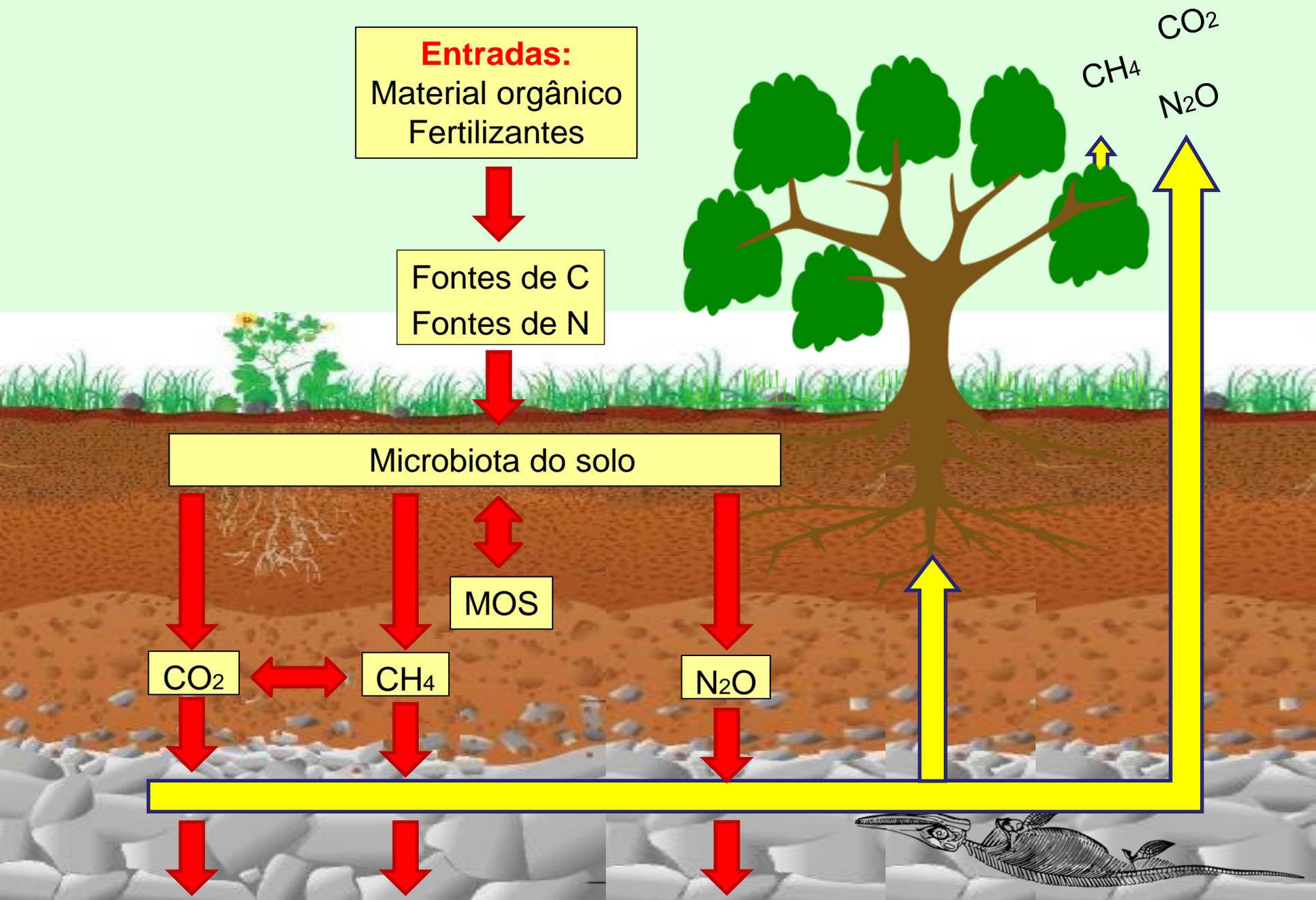
# Gases do solo: $\text{CO}_2$ $\text{CH}_4$ $\text{N}_2\text{O}$



## Relação C/N do material orgânico incorporado

Material orgânico	%C	%N	C/N
Serragem	50	0,005	600/1
Palha de trigo	38	0,5	80/1
Milho	40	0,7	57/1
Resíduos de cana-de-açúcar	40	0,8	50/1
Gramma fertilizada	40	1,3	31/1
Feno de alfafa maduro	40	1,8	25/1
Esterco de curral curtido	41	2,1	20/1
Composto maduro	40	2,5	16/1
Feno de alfafa jovem	40	3,0	13/1
Lodo de esgoto digerido	31	4,5	7/1
Microorganismos do solo			
Bactérias	50	10,0	5/1
Actinomicetos	50	8,5	6/1
Fungos	50	5,0	10/1
Matéria orgânica do solo			
Horizonte Ap de Molisol	56	4,9	11/1
Horizonte A1 de Ultisol	52	2,3	23/1
Horizonte B médio	46	5,1	9/1

# Gases do solo





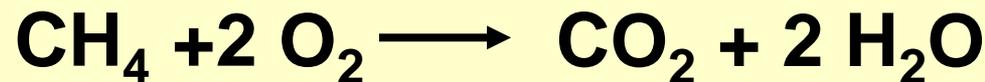
## Produção e consumo de $\text{CH}_4$ pelo solo

### Processos

**Metanogênese** (Archeae):  $\text{Eh} < -200$  mV



**Metanotrofia** (Bactérias - enzima mono-oxidase) :





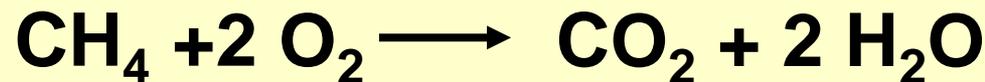
## Produção e consumo de $\text{CH}_4$ pelo solo

### Processos

**Metanogênese** (Archeae):  $\text{Eh} < -200$  mV



**Metanotrofia** (Bactérias - enzima mono-oxidase) :





## Produção e consumo de CH<sub>4</sub> pelo solo

Tabela 1 - pe<sup>0</sup> e E<sup>0</sup> de alguns sistemas reduzidos que ocorrem em solos alagados.

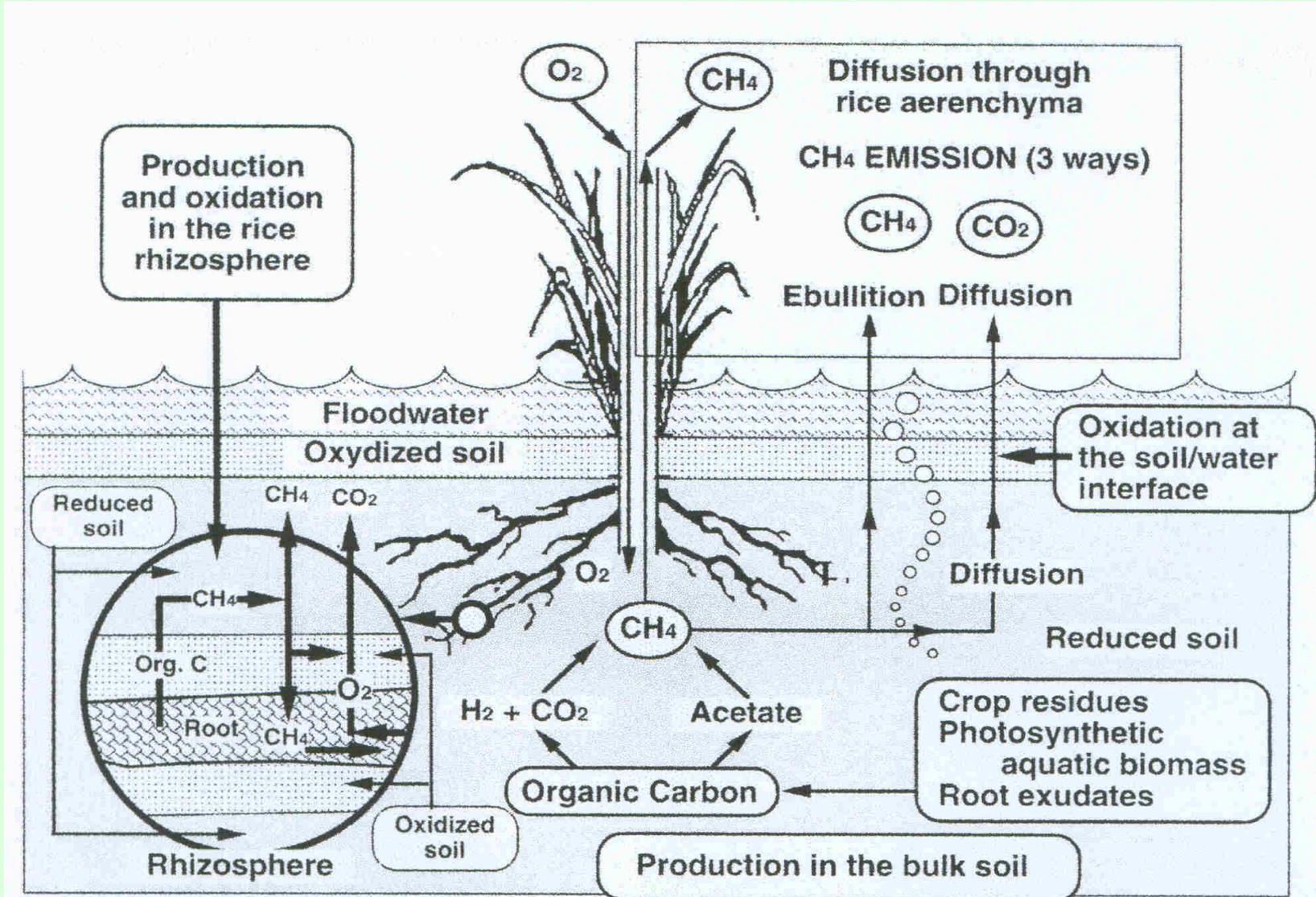
Sistema (25°C)	log K	E <sup>0</sup> (v)	Eh <sup>0</sup> <sub>7</sub> (v)
O <sub>2</sub> + 4H <sup>+</sup> + 4e ↔ 2H <sub>2</sub> O	83,32	1,229	0,816
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> + 6H <sup>+</sup> + 5e ↔ 1/2NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> + 3H <sub>2</sub> O	105,15	1,240	0,744
MnO <sub>2</sub> + 4H <sup>+</sup> + 2e ↔ Mn <sup>2+</sup> + 2H <sub>2</sub> O	41,66	1,229	0,403
Fe(OH) <sub>3</sub> + 3H <sup>+</sup> + e ↔ Fe <sup>2+</sup> + 3H <sub>2</sub> O	17,91	1,057	-0,182
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> + 10H <sup>+</sup> + 8e ↔ H <sub>2</sub> S + 4H <sub>2</sub> O	41,08	0,303	-0,213
1/8CO <sub>2</sub> + H <sup>+</sup> + e ↔ 1/8CH <sub>4</sub> + H <sub>2</sub> O	2,9	0,172	-0,241
H <sup>+</sup> + e ↔ 1/2H <sub>2</sub>	0	0	-0,413

Fonte: SOUSA et al. (2009)

# Gases do solo: $\text{CO}_2$ $\text{CH}_4$ $\text{N}_2\text{O}$



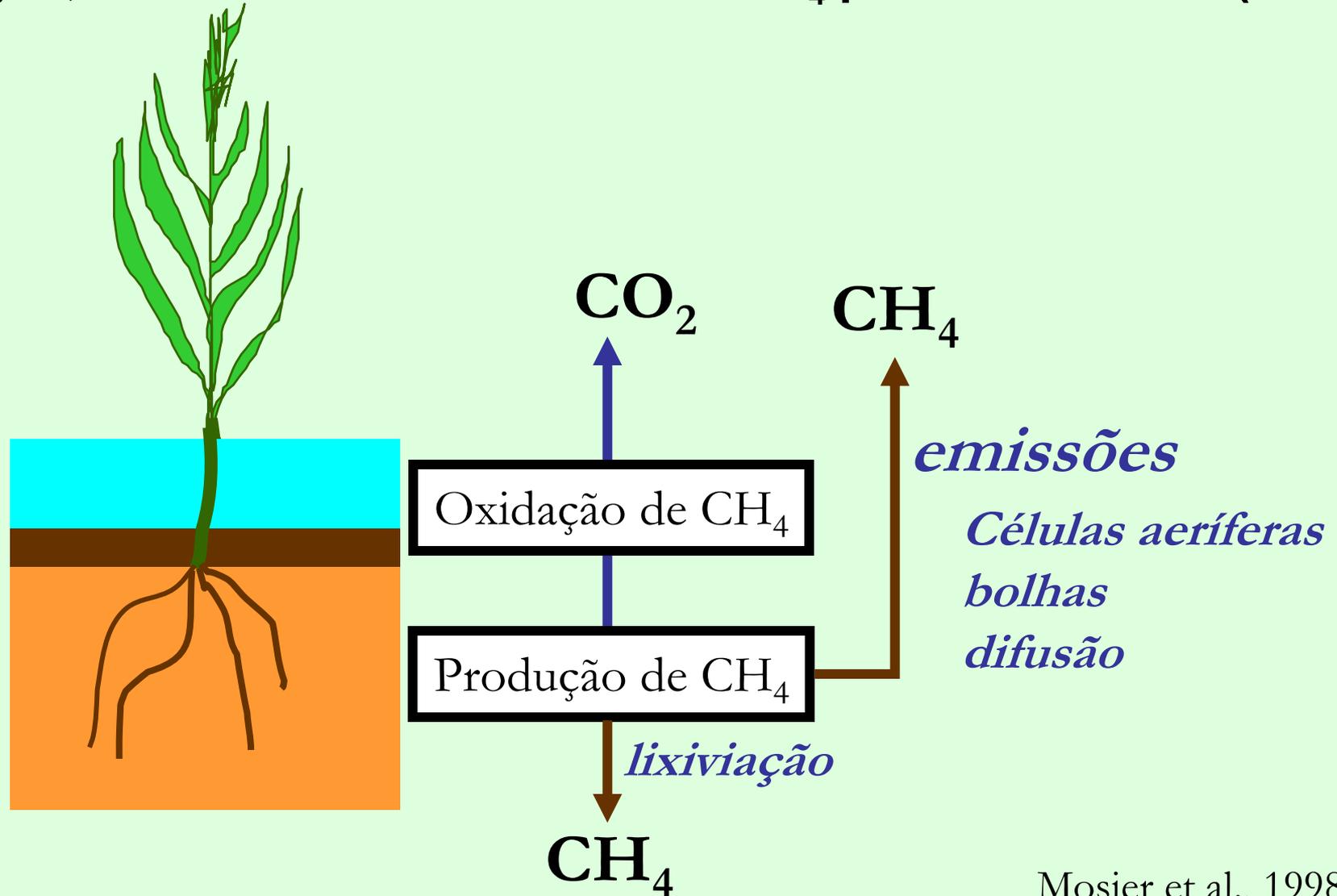
## Produção, consumo e transferência de $\text{CH}_4$ para a atmosfera (arroz)



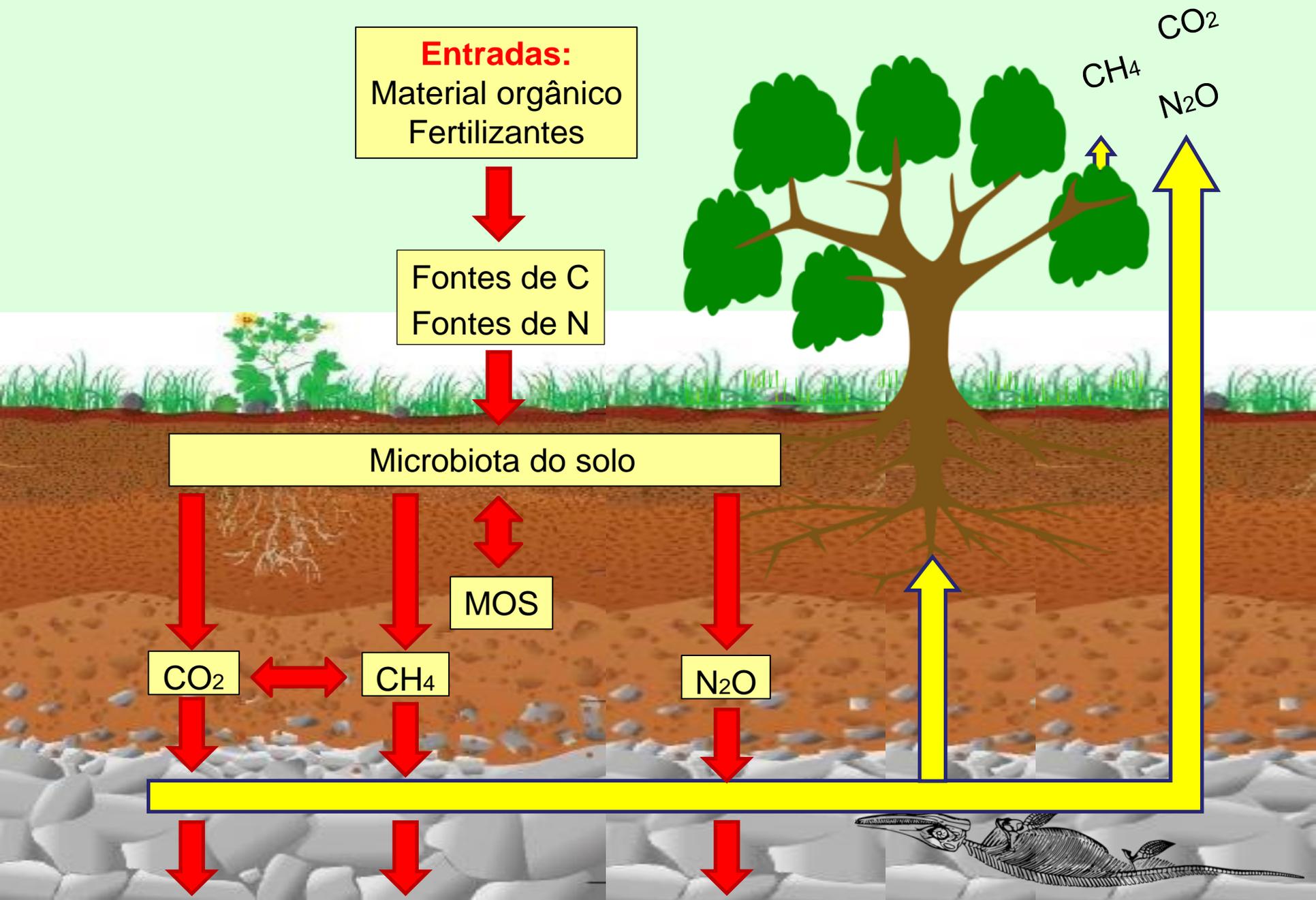
# Gases do solo: $\text{CO}_2$ $\text{CH}_4$ $\text{N}_2\text{O}$



## Produção, consumo e transferência de $\text{CH}_4$ para a atmosfera (arroz)

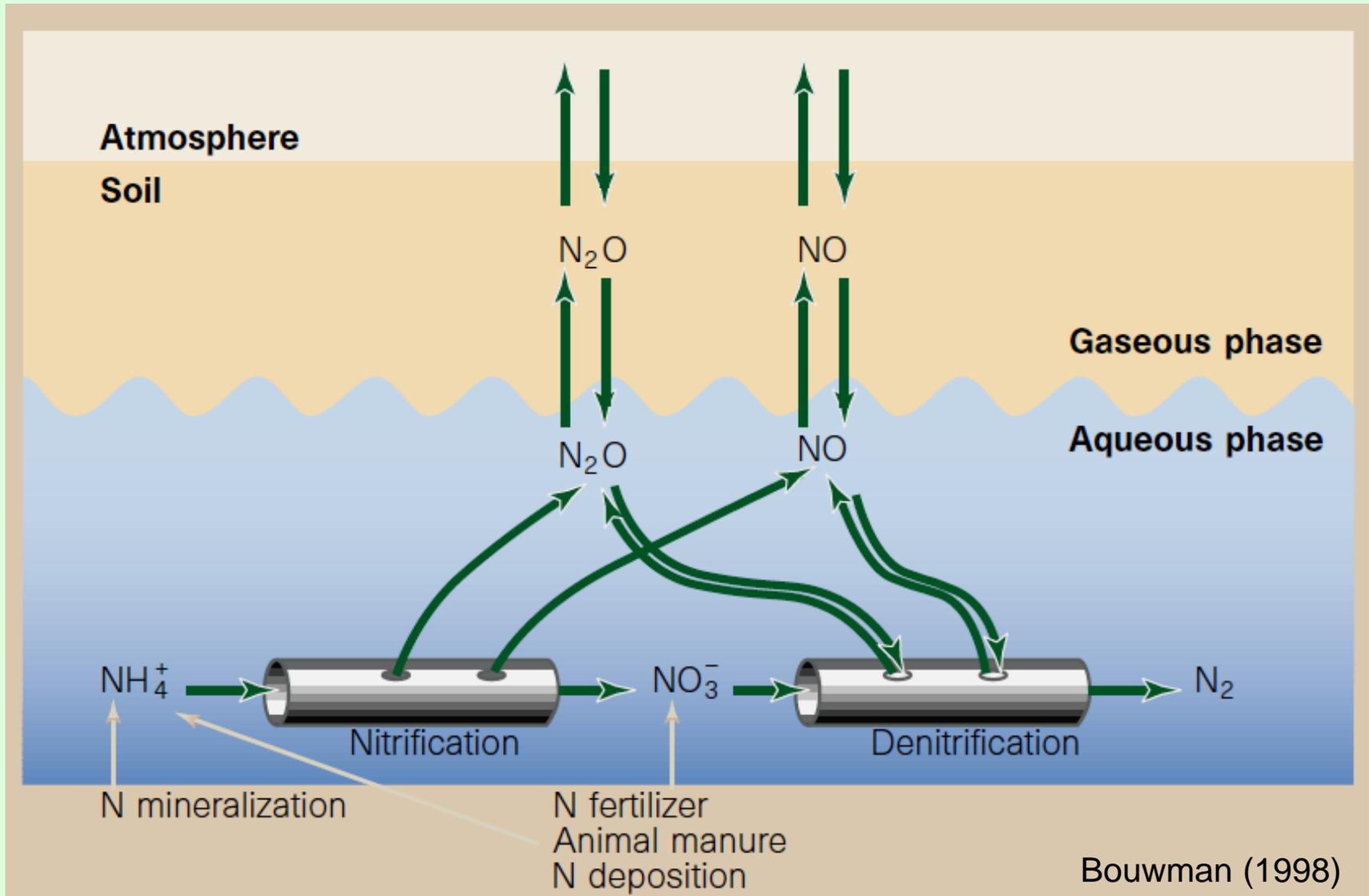


# Gases do solo



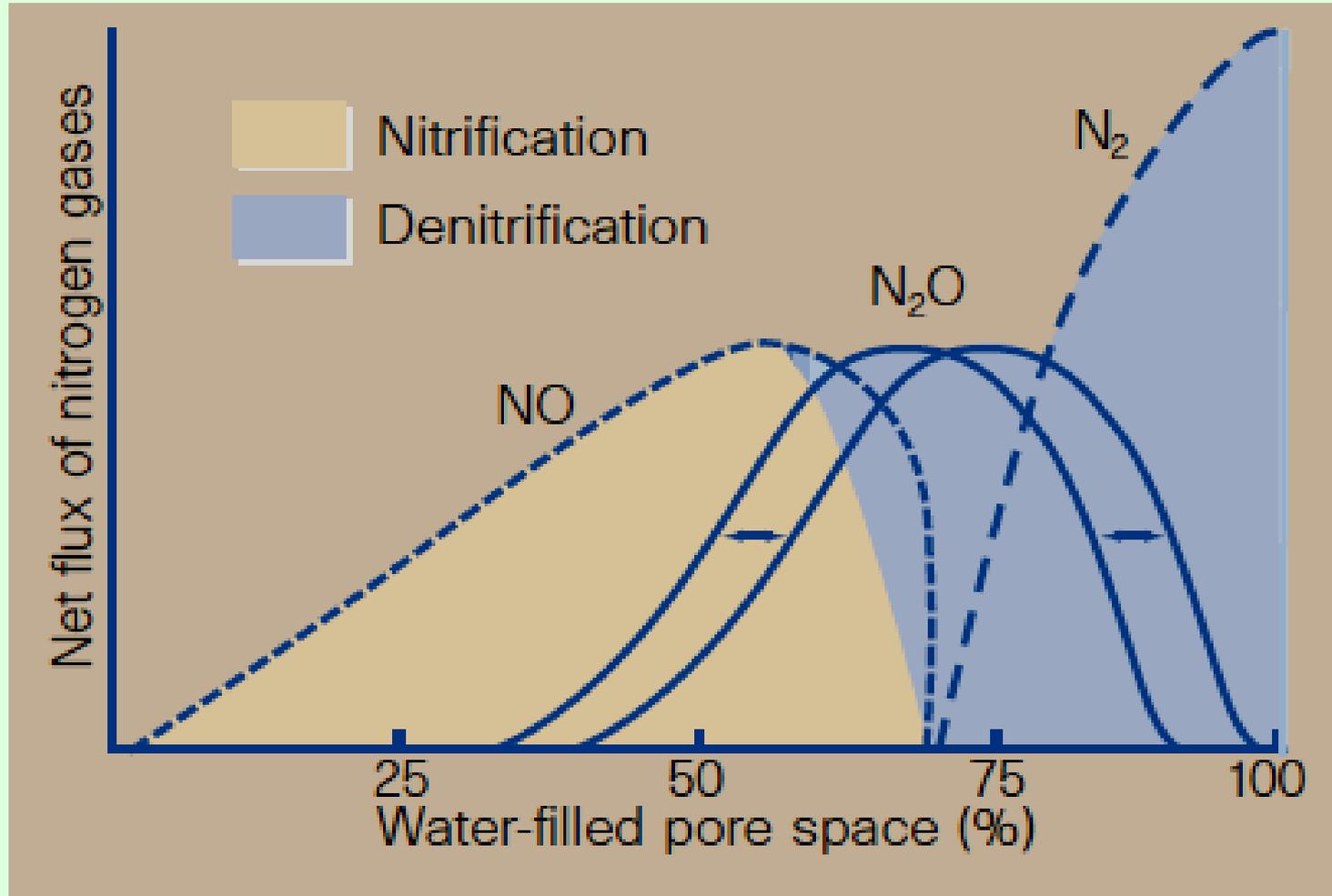


## Produção de $\text{N}_2\text{O}$ pelo solo



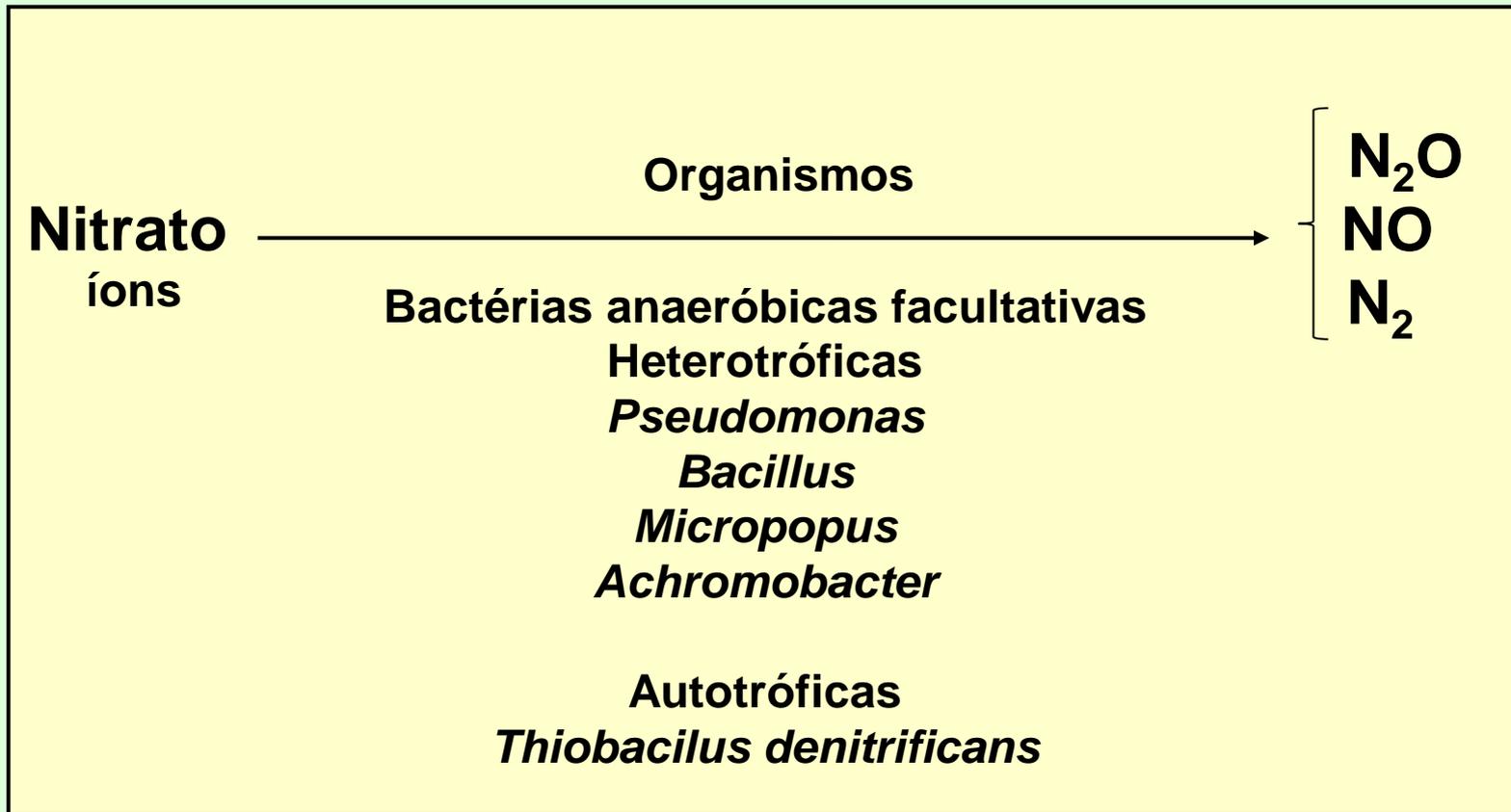


## Produção de $N_2O$ pelo solo



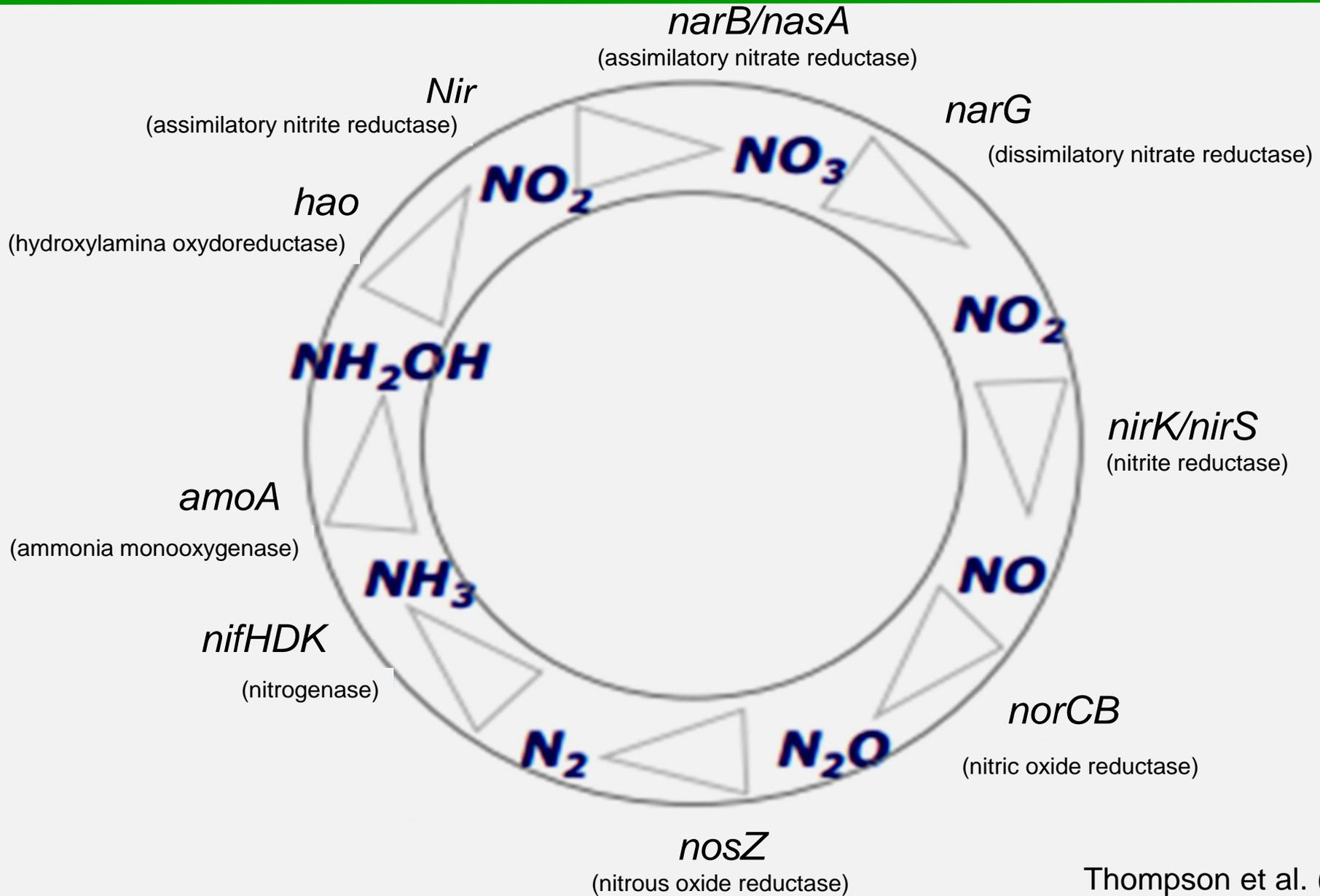


## Perdas de Nitrogênio por desnitrificação



Produção de  $\text{N}_2\text{O}$  = f ( $\text{O}_2$ , Temperatura, C/N, pH)

# Gases do solo: $\text{CO}_2$ $\text{CH}_4$ $\text{N}_2\text{O}$





## Fluxo de gases no contexto dos ecossistemas - **resumo**

Trocas gasosa entre superfícies e a atmosfera depende de:  
→ produção e consumo dos gases por processos microbianos

### Gases com carbono

Em condições aeróbicas:

Produção de  $\text{CO}_2$  e consumo de  $\text{CH}_4$

Em condições anaeróbicas:

Produção de  $\text{CH}_4$

### Gases com nitrogênio

Em condições aeróbicas:

Processos de nitrificação:  $\text{NO}$  e  $\text{N}_2\text{O}$

Em condições anaeróbicas:

Processos de desnitrificação:  $\text{NO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  e  $\text{N}_2$

# Gases do solo: CO<sub>2</sub> CH<sub>4</sub> N<sub>2</sub>O



Science of the Total Environment 465 (2013) 72–96



ELSEVIER

Contents lists available at [ScienceDirect](#)

## Science of the Total Environment

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/scitotenv](http://www.elsevier.com/locate/scitotenv)



Review

### Role of organic amendment application on greenhouse gas emission from soil



Ramya Thangarajan <sup>a,b,\*</sup>, Nanthi S. Bolan <sup>a,b</sup>, Guanglong Tian <sup>c</sup>, Ravi Naidu <sup>a,b</sup>, Anitha Kunhikrishnan <sup>d</sup>

<sup>a</sup> Centre for Environmental Risk Assessment and Remediation, University of South Australia, Mawson Lakes, SA 5095, Australia

<sup>b</sup> Cooperative Research Centre for Contamination Assessment and Remediation of the Environment, Adelaide, SA 5095, Australia

<sup>c</sup> Environmental Monitoring and Research Division, Monitoring and Research Dep., Metropolitan Water Reclamation District of Greater Chicago, 6001, Pershing Road, Cicero, IL 60804, USA

<sup>d</sup> Chemical Safety Division, Department of Agro-Food Safety, National Academy of Agricultural Science, 10 Suwon-si, Gyeonggi-do, Republic of Korea

Soil Biology & Biochemistry 80 (2015) 260–272



ELSEVIER

Contents lists available at [ScienceDirect](#)

## Soil Biology & Biochemistry

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/soilbio](http://www.elsevier.com/locate/soilbio)



Review paper

### Soil methane oxidation and land-use change – from process to mitigation



Kevin R. Tate\*

Landcare Research, Private Bag 11052, Palmerston North, New Zealand

# Gases do solo: CO<sub>2</sub> CH<sub>4</sub> N<sub>2</sub>O



Soil Biology & Biochemistry 83 (2015) 184–199

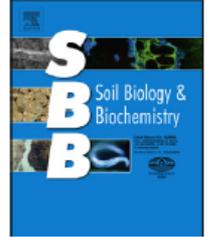


ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

## Soil Biology & Biochemistry

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/soilbio](http://www.elsevier.com/locate/soilbio)



Review paper

### Microbial hotspots and hot moments in soil: Concept & review

Yakov Kuzyakov<sup>a, c, d, \*</sup>, Evgenia Blagodatskaya<sup>a, b</sup>



PHILOSOPHICAL  
TRANSACTIONS  
OF  
THE ROYAL  
SOCIETY **B**

*Phil. Trans. R. Soc. B* (2012) 367, 1157–1168

doi:10.1098/rstb.2011.0415

*Introduction*

### **Biological sources and sinks of nitrous oxide and strategies to mitigate emissions**

Andrew J. Thomson<sup>1,\*</sup>, Georgios Giannopoulos<sup>1</sup>, Jules Pretty<sup>3</sup>,  
Elizabeth M. Baggs<sup>2</sup> and David J. Richardson<sup>1</sup>

# Gases do solo: CO<sub>2</sub> CH<sub>4</sub> N<sub>2</sub>O



GCB Bioenergy (2016) 8, 269–280, doi: 10.1111/gcbb.12251

## Direct N<sub>2</sub>O emission factors for synthetic N-fertilizer and organic residues applied on sugarcane for bioethanol production in Central-Southern Brazil

MARCOS SIQUEIRA NETO<sup>1</sup>, MARCELO V. GALDOS<sup>2</sup>, BRIGITTE J. FEIGL<sup>1</sup>, CARLOS E. P. CERRI<sup>3</sup> and CARLOS C. CERRI<sup>1</sup>

PHILOSOPHICAL  
TRANSACTIONS  
— OF —

THE ROYAL  
SOCIETY

B

BIOLOGICAL  
SCIENCES

## Nitrous oxide emissions from soils: how well do we understand the processes and their controls?

Klaus Butterbach-Bahl, Elizabeth M. Baggs, Michael Dannenmann, Ralf Kiese and Sophie Zechmeister-Boltenstern

*Phil. Trans. R. Soc. B* 2013 368, 20130122, published 27 May 2013

# Gases do solo

## Índice geral

Mudanças Ambientais Globais

Efeito Estufa

Causas

Mecanismos de produção dos GEE

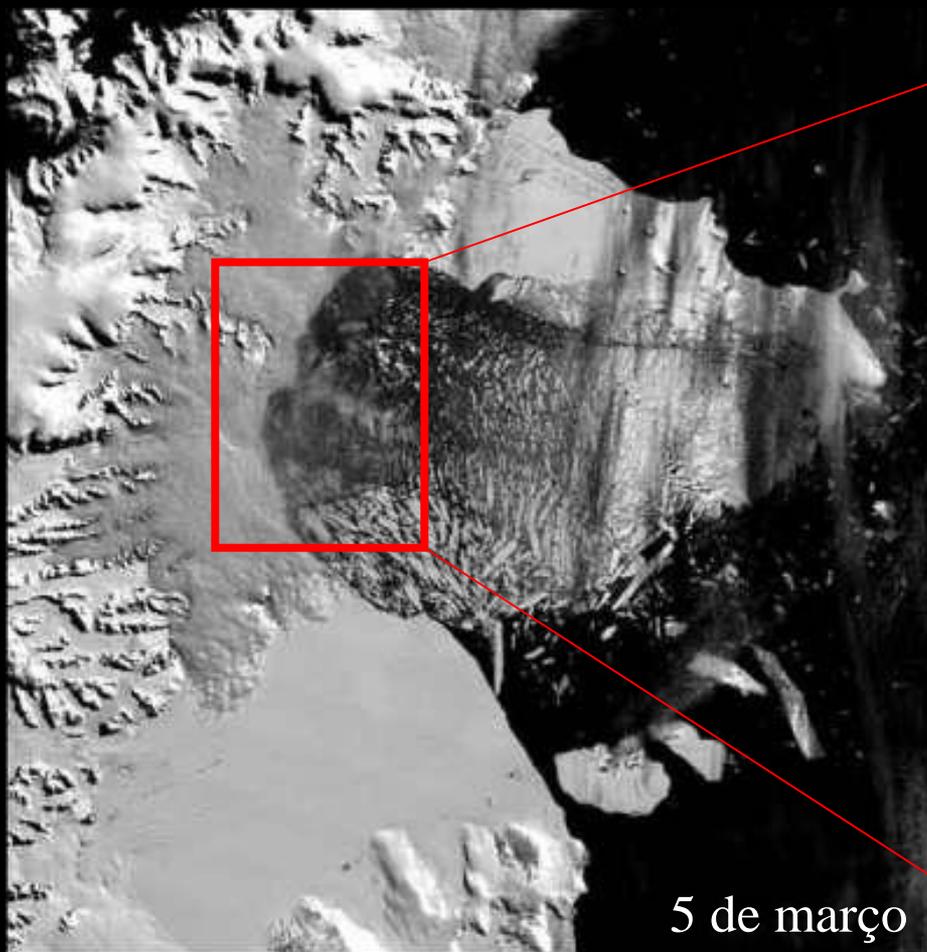
**Consequências**

Métodos de quantificação

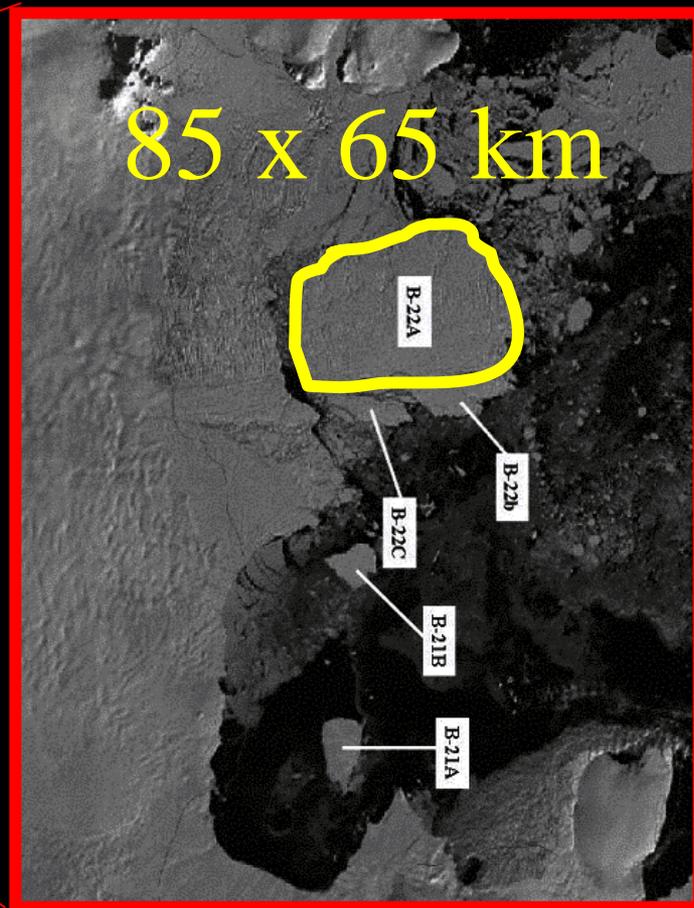
Estudos



Correntes de convecção – tornam o fenômeno Global



100 km



19 de março de 2002

Derretimento dos pólos



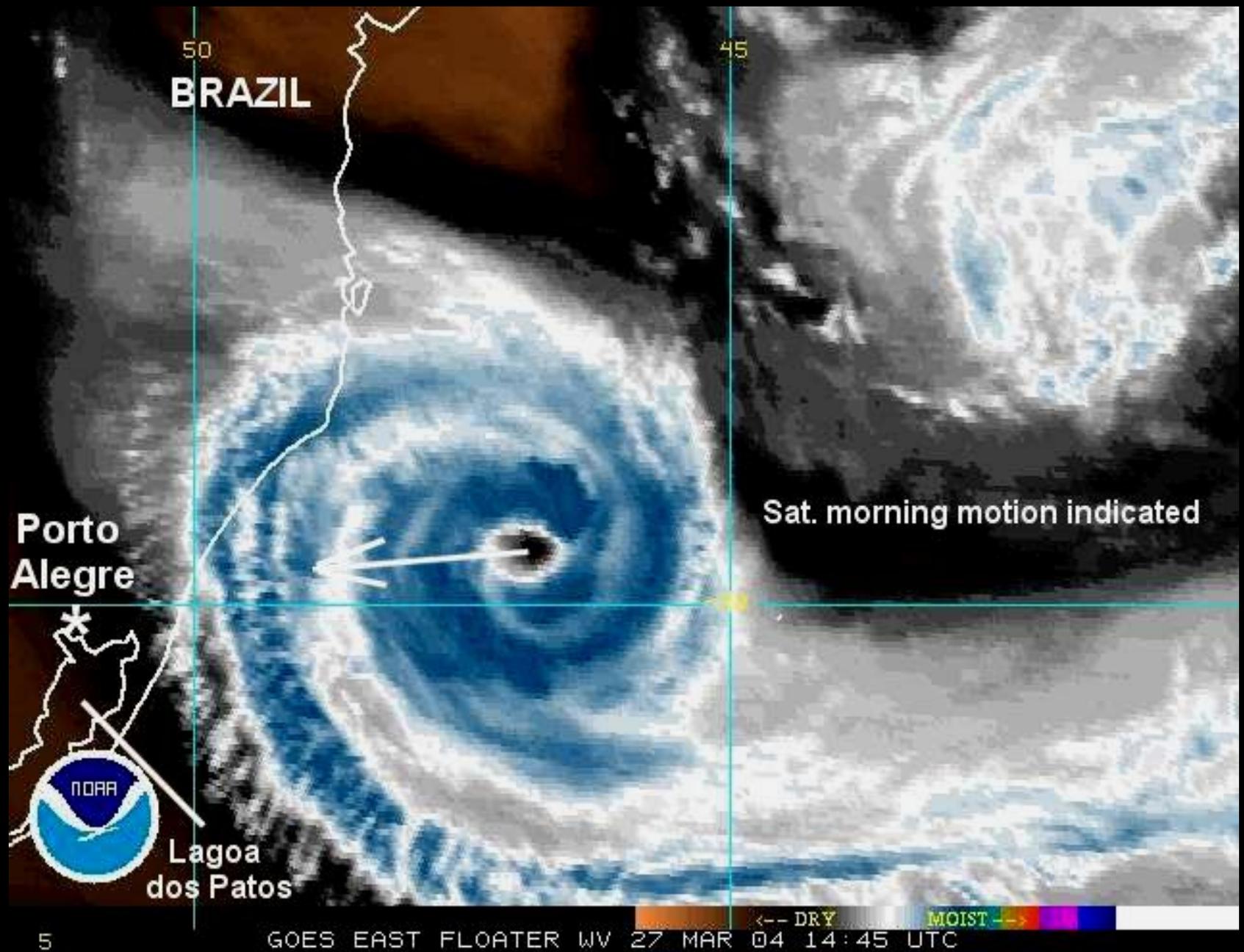
Aumento do nível do mar



Alteração no ciclo hidrológico

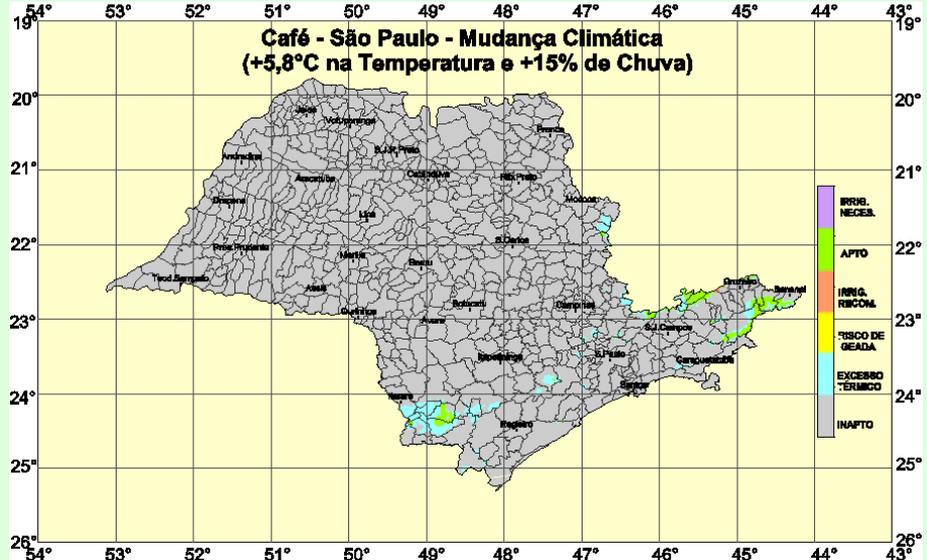
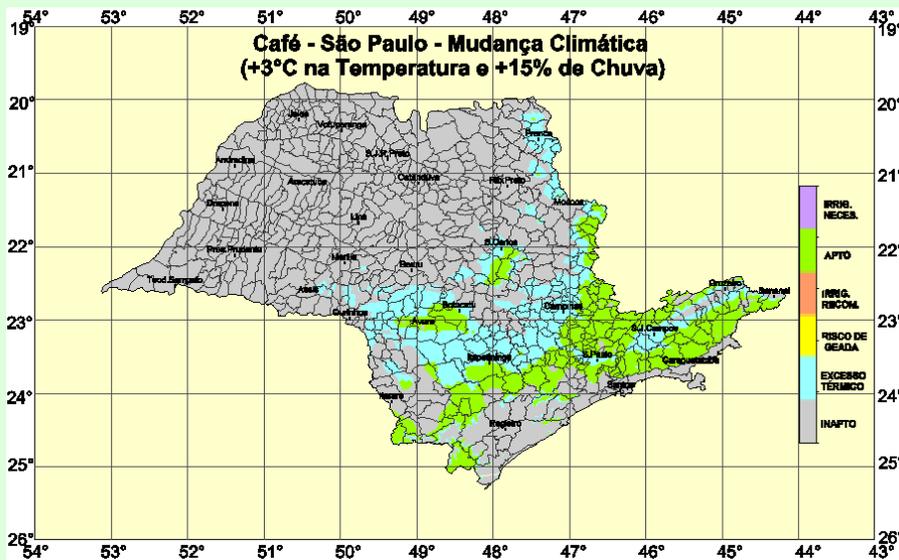
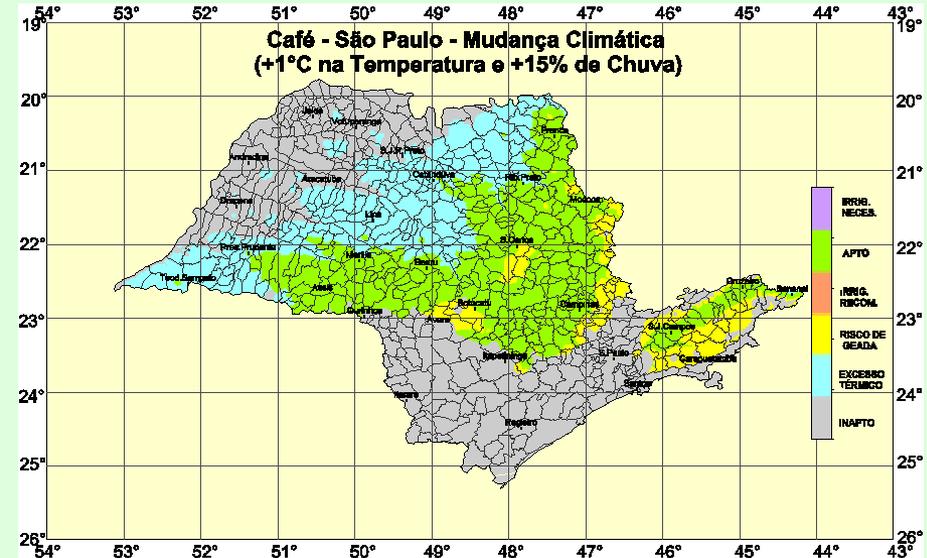


Alteração nas Estações e Biomas



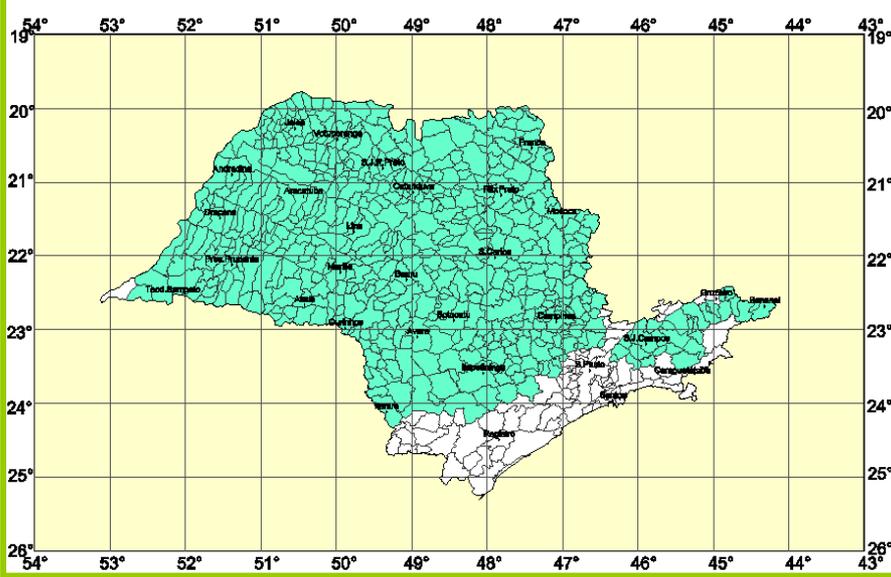
Fenômeno Catarina, 27 de março de 2004 as 11:45

# Impactos do Aumento da Temperatura e Chuva - Café Arábica – SP

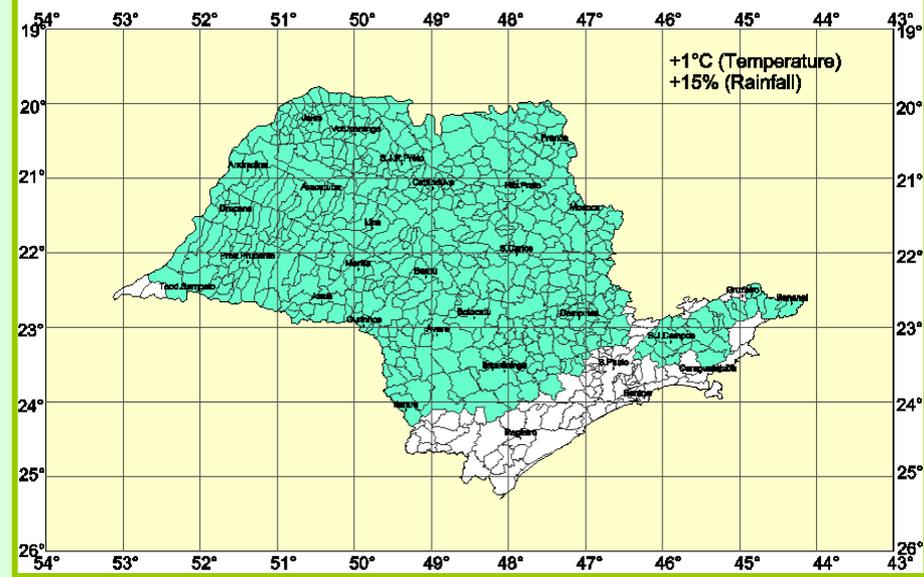


# Impactos do Aumento da Temperatura e Chuva - Milho – SP

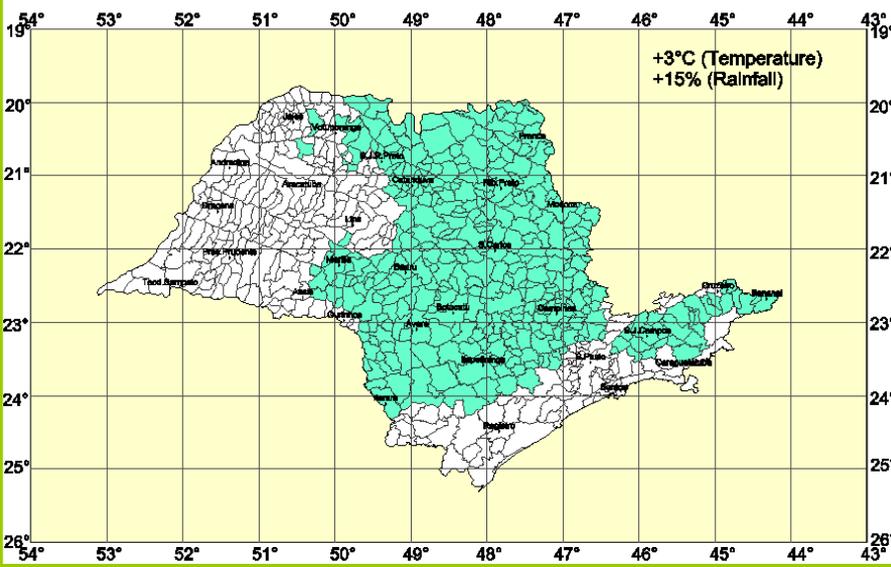
Corn - Medium Soil (50mm) - Planting Date: November 11-20 - Medium Cycle Length



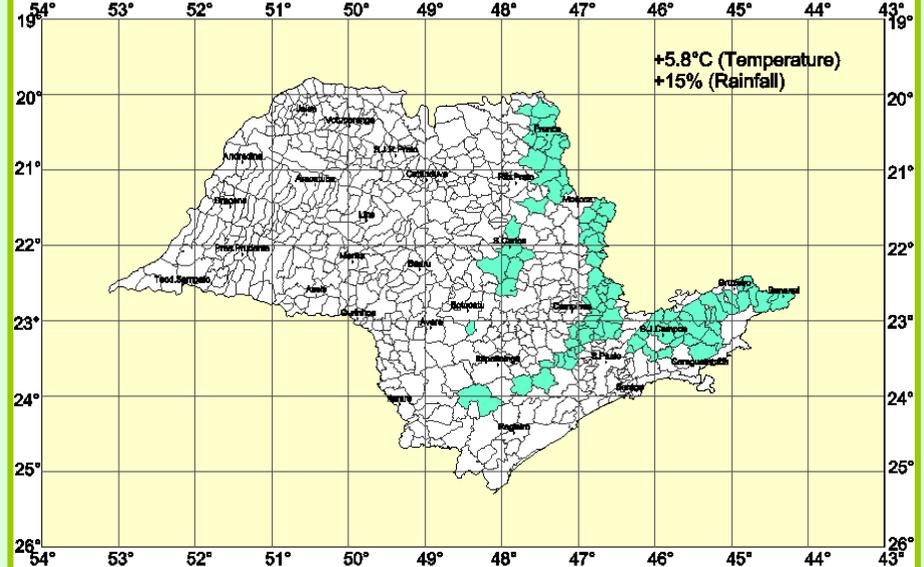
Corn - Medium Soil (50mm) - Planting Date: November 11-20 - Medium Cycle Length



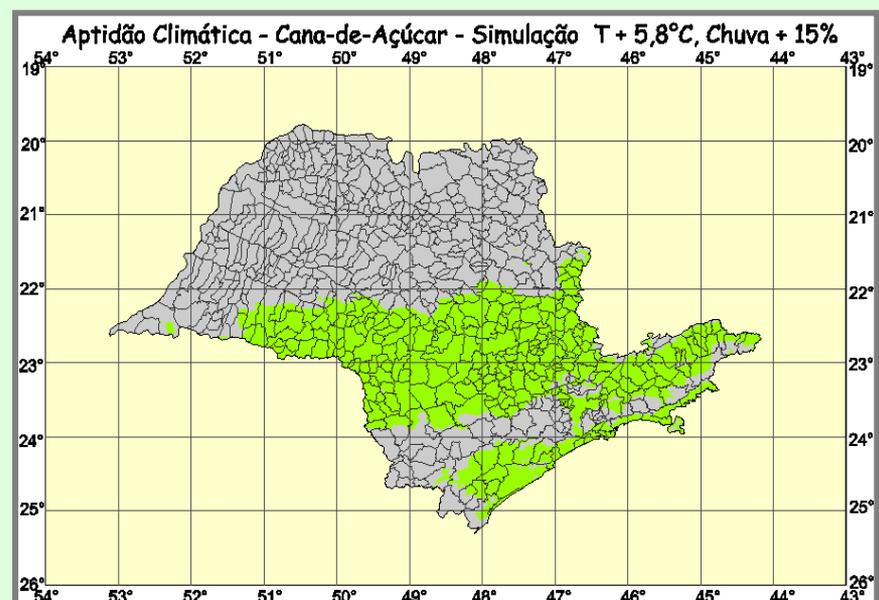
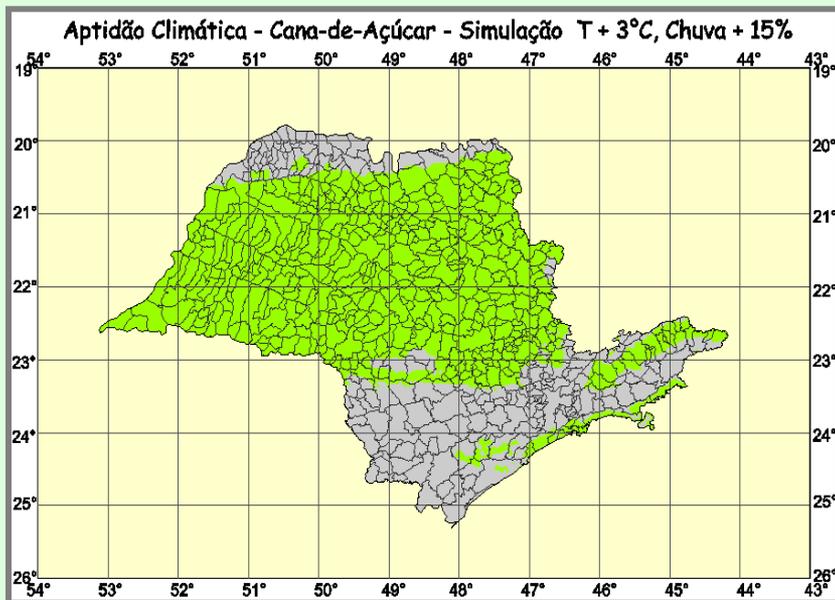
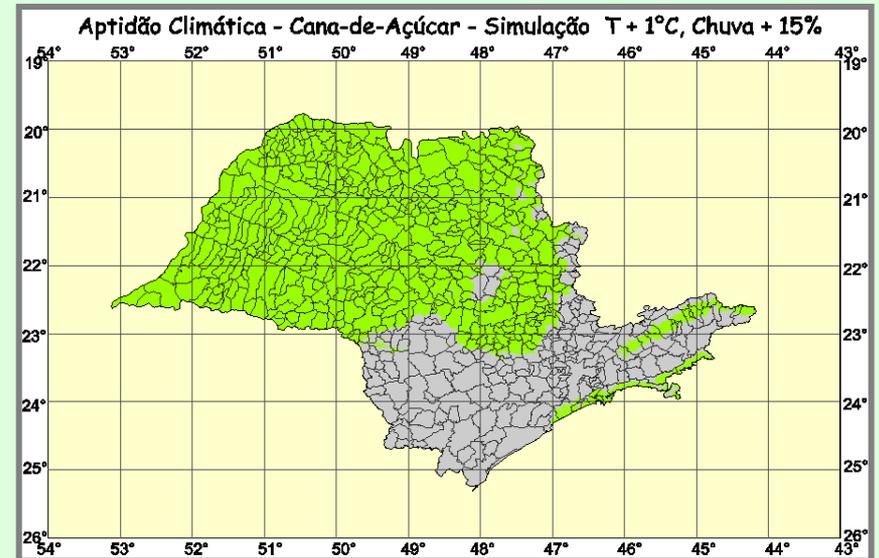
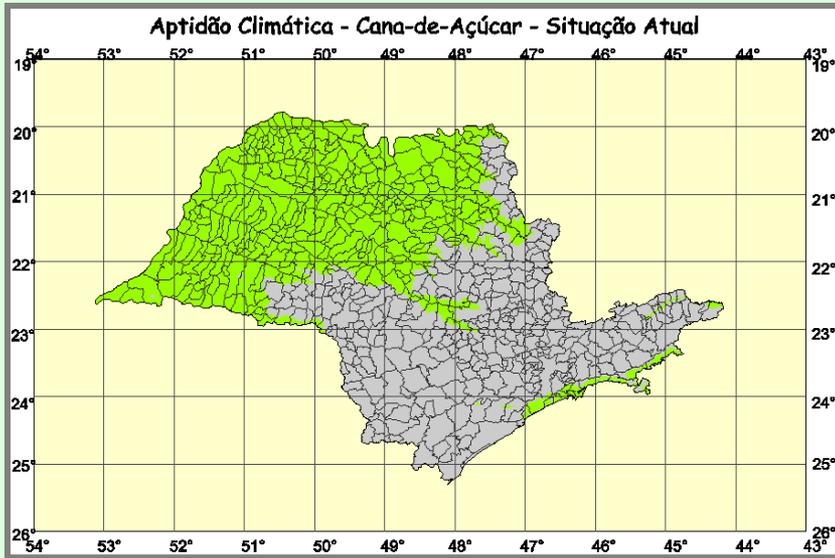
Corn - Medium Soil (50mm) - Planting Date: November 11-20 - Medium Cycle Length



Corn - Medium Soil (50mm) - Planting Date: November 11-20 - Medium Cycle Length

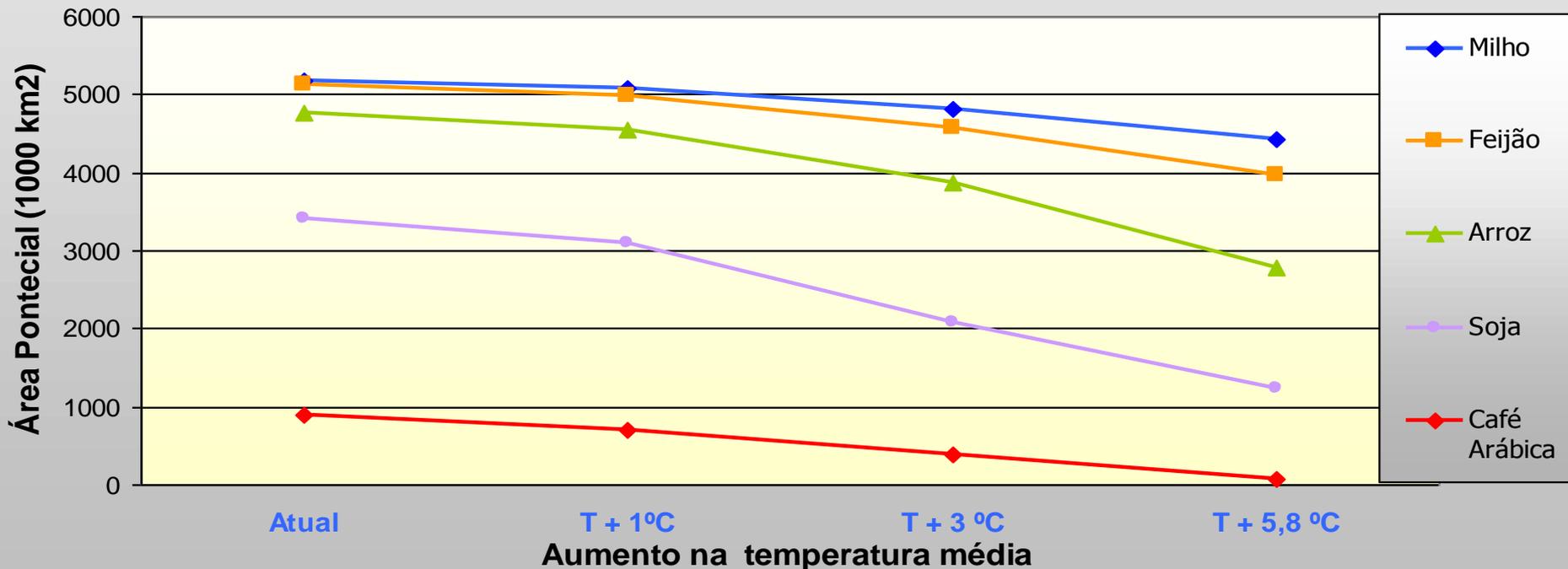


# Resultados Preliminares - Cana-de-Açúcar – São Paulo



# Mudanças Climáticas – Brasil

Redução da área potencial em função do aumento da temperatura entre 1 °C e 5,8 °C



Sugestão de Consulta: <http://www.agritempo.gov.br/cthidro>

# **Gases do solo**

## **Índice geral**

Mudanças Ambientais Globais

Efeito Estufa

Causas

Mecanismos de produção dos GEE

Consequências

**Métodos de quantificação**

Estudos



## TROCAS GASOSAS ENTRE O SOLO E A ATMOSFERA principais técnicas de avaliação

*Sistema de absorção em solução alcalina ( $\text{CO}_2$ )*

*Sistema fechado ou com câmaras estáticas*

*Sistema de câmaras abertas*

*Sistema de torres (LBA): Eddy correlation*



## TROCAS GASOSAS ENTRE O SOLO E A ATMOSFERA principais técnicas de avaliação

*Sistema fechado, com câmaras estáticas*

*Sistema fechado, com câmaras dinâmicas*

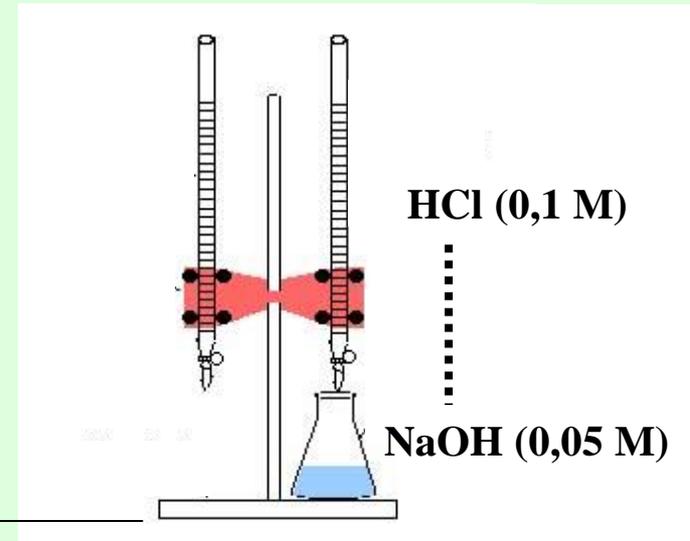
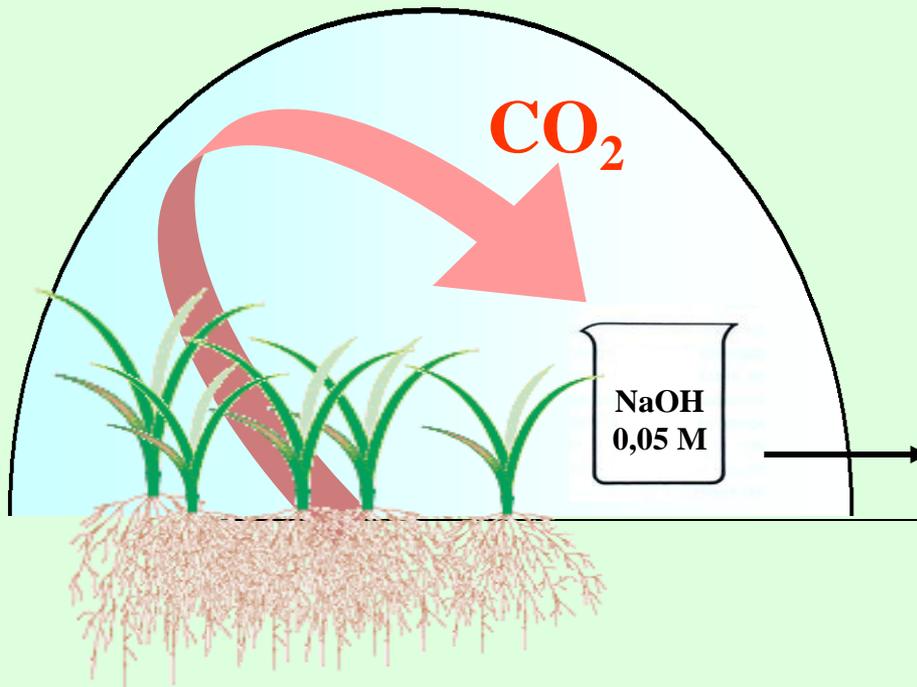
**Fluxo do gás** = taxa de aumento da concentração do gás dentro de uma câmara isolada, colocada sobre a superfície do solo por um período conhecido de tempo.

# Gases do solo: $\text{CO}_2$ $\text{CH}_4$ $\text{N}_2\text{O}$



*Sistema fechado, com câmaras estáticas*

*Sistema de absorção em solução alcalina*



**Titulometria**

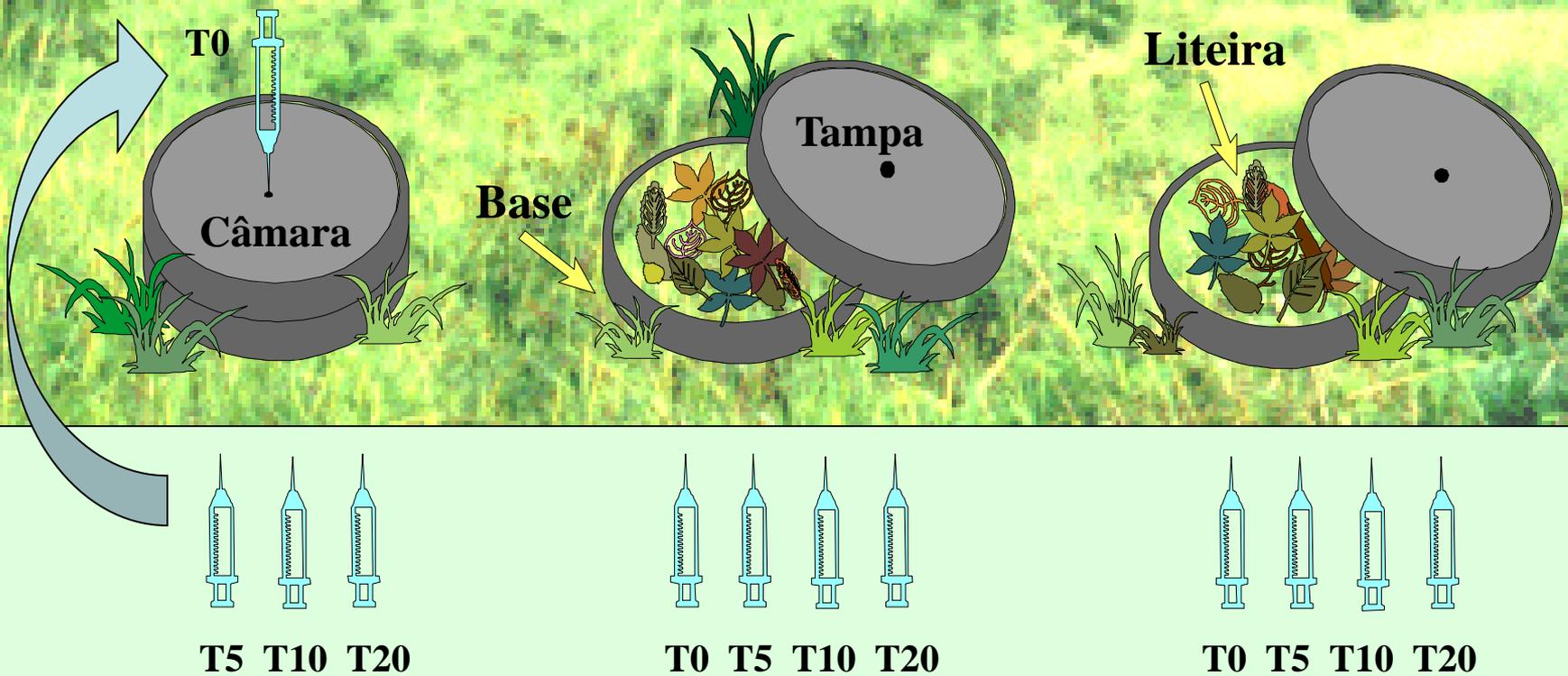


# Gases do solo: $\text{CO}_2$ $\text{CH}_4$ $\text{N}_2\text{O}$



## *Sistema fechado, com câmaras estáticas*

### *Sistema de amostragem em seqüência*



Gases do solo:  $\text{CO}_2$   $\text{CH}_4$   $\text{N}_2\text{O}$



*Sistema fechado ou com câmaras estáticas*



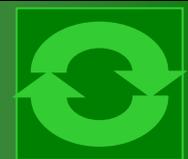
# Gases do solo: $\text{CO}_2$ $\text{CH}_4$ $\text{N}_2\text{O}$



*Sistema fechado ou com câmaras estáticas*



# Gases do solo: $\text{CO}_2$ $\text{CH}_4$ $\text{N}_2\text{O}$



*Sistema fechado ou com câmaras estáticas*



# Gases do solo: $\text{CO}_2$ $\text{CH}_4$ $\text{N}_2\text{O}$



*Sistema fechado, com câmaras dinâmicas*



Gases do solo:  $\text{CO}_2$   $\text{CH}_4$   $\text{N}_2\text{O}$



*Sistema fechado, com câmaras dinâmicas*



Gases do solo:  $\text{CO}_2$   $\text{CH}_4$   $\text{N}_2\text{O}$



*Sistema fechado ou com câmaras estáticas*



# Gases do solo: $\text{CO}_2$ $\text{CH}_4$ $\text{N}_2\text{O}$



*Sistema fechado ou com câmaras estáticas*

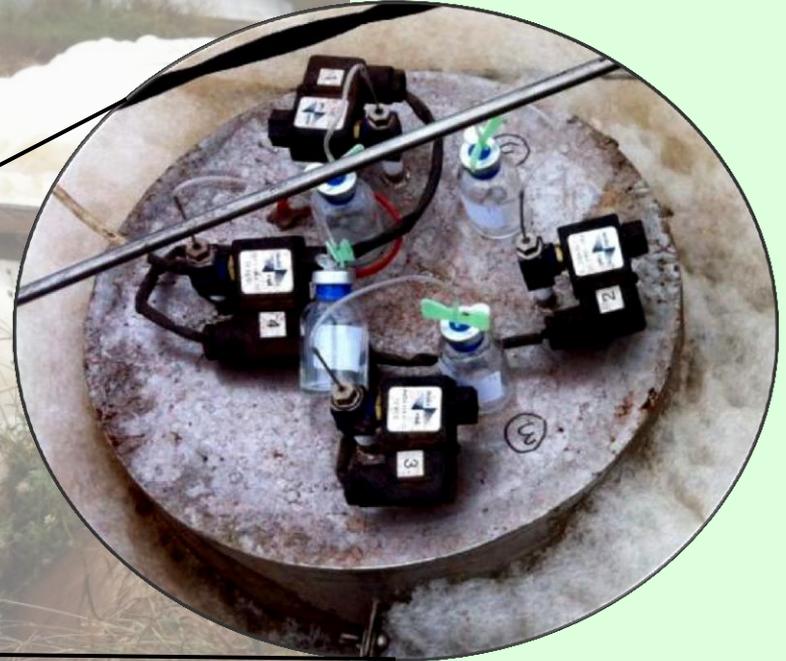


**Coleta de gases do efeito estufa emitidos pela vinhaça**

# Gases do solo: $\text{CO}_2$ $\text{CH}_4$ $\text{N}_2\text{O}$



*Sistema fechado ou com câmaras estáticas*



Chamber detail

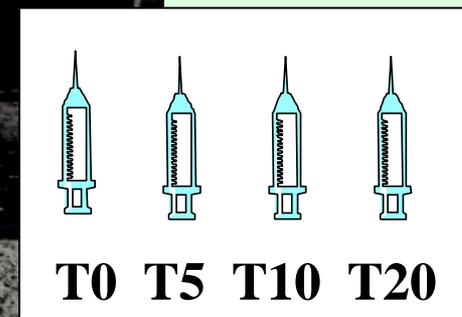
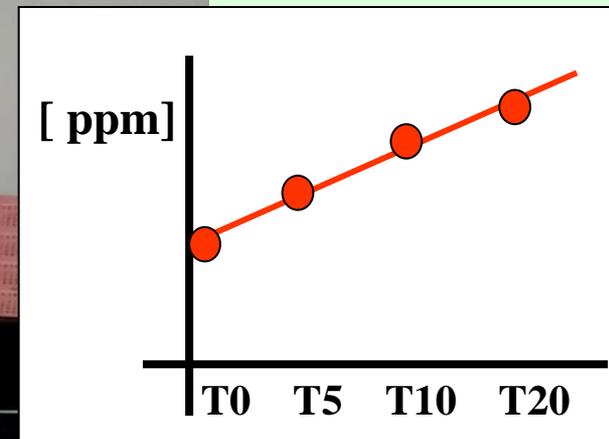
Oliveira, 2011

# Gases do solo: $\text{CO}_2$ $\text{CH}_4$ $\text{N}_2\text{O}$



## Quantificação dos gases em laboratório

### CROMATOGRAFIA GASOSA



**Detectores:**

**ECD** (captura de  $e^-$ ) -  $\text{CO}_2$  e  $\text{N}_2\text{O}$

**FID** (ionização chamas) -  $\text{CH}_4$

# Gases do solo: $\text{CO}_2$ $\text{CH}_4$ $\text{N}_2\text{O}$



## Analizador $\text{N}_2\text{O}$ e $\text{CH}_4$

### Vantagens:

- Baixo custo operacional
- Ausência de fonte radioativa

### Desvantagem:

- Maior quantidade de amostra



Gases do solo:  $\text{CO}_2$   $\text{CH}_4$   $\text{N}_2\text{O}$

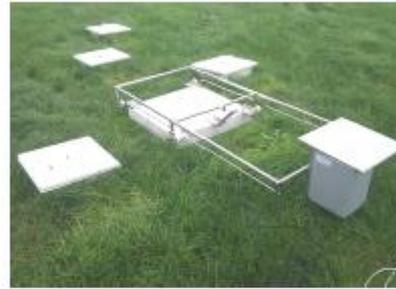


*Sistema fechado, com câmaras dinâmicas*



Sugestão de consulta

# Nitrous Oxide Chamber Methodology Guidelines



July 2015  
Edited by Cecile de Klein  
and Mike Harvey  
Version 1.1



# Gases do solo: $\text{CO}_2$ $\text{CH}_4$ $\text{N}_2\text{O}$



## *Sistema micrometeorológico*

**Fluxo do gás** = estimado por técnica de *Eddy-covariância*



# Gases do solo: $\text{CO}_2$ $\text{CH}_4$ $\text{N}_2\text{O}$



## *Sistema micrometeorológico*

**Fluxo do gás** = estimado por técnica de *Eddy-covariância*



**Sistemas de Eddy-covariância** medem a direção tridimensional do vento e da concentração de gases.



# **Gases do solo**

## **Índice geral**

Mudanças Ambientais Globais

Efeito Estufa

Causas

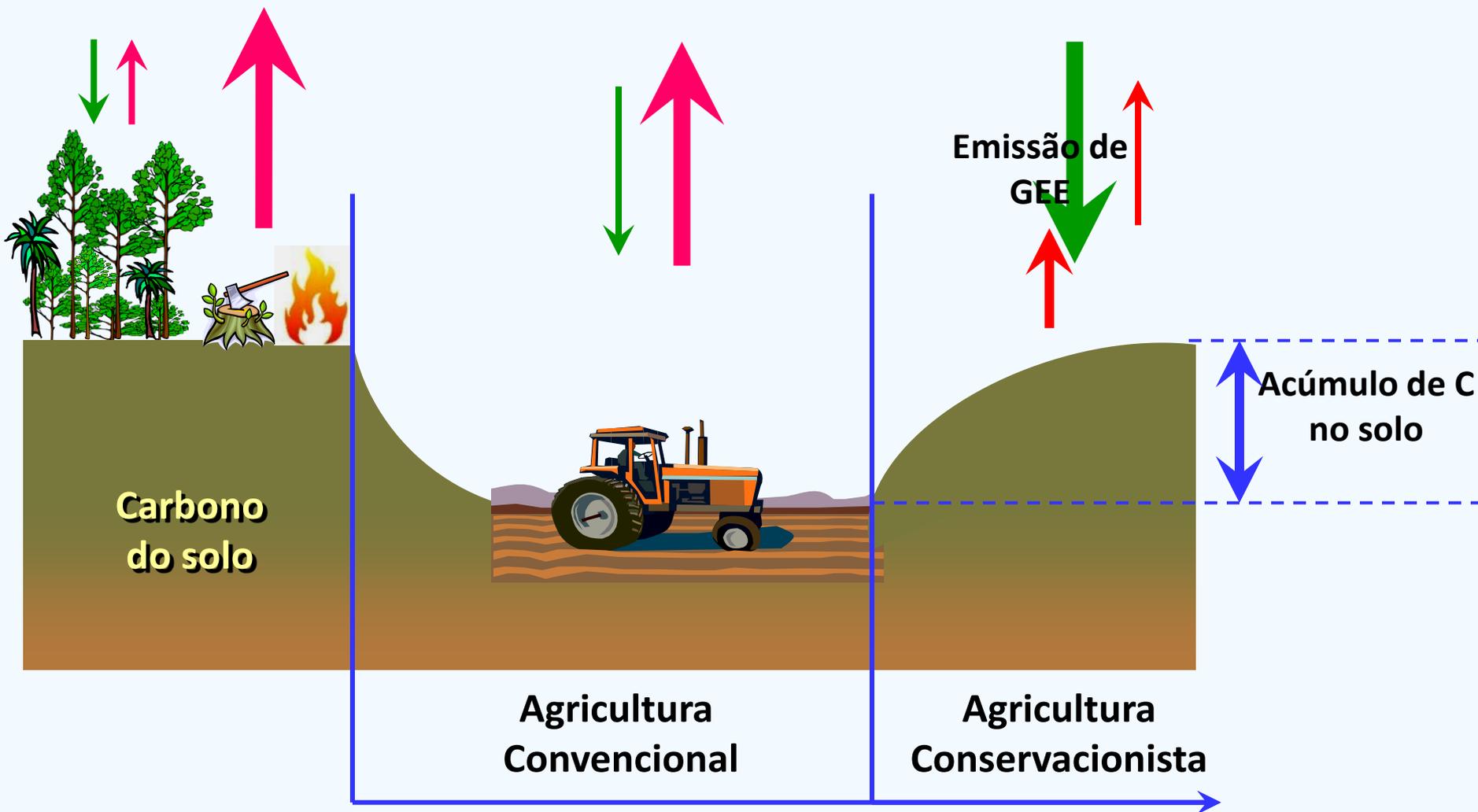
Mecanismos de produção dos GEE

Consequências

Métodos de quantificação

**Estudos**

$$\text{Seqüestro C} = \text{Acúmulo C} - \text{Emissão de GEE}$$

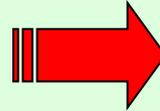




## A conversão floresta-pastagem



**Derrubada e queima  
da vegetação nativa**



**Instalação da pastagem**

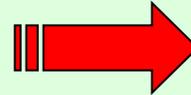




## A conversão floresta-agricultura



**Derrubada e queima da vegetação nativa**



**Instalação da lavoura**





## A conversão da pastagem em agricultura



**Preparo da área**



**Instalação da lavoura**



Atualmente a maior questão é:

Qual a quantidade de GEE precisamos emitir para a produção de 1 unidade energética?

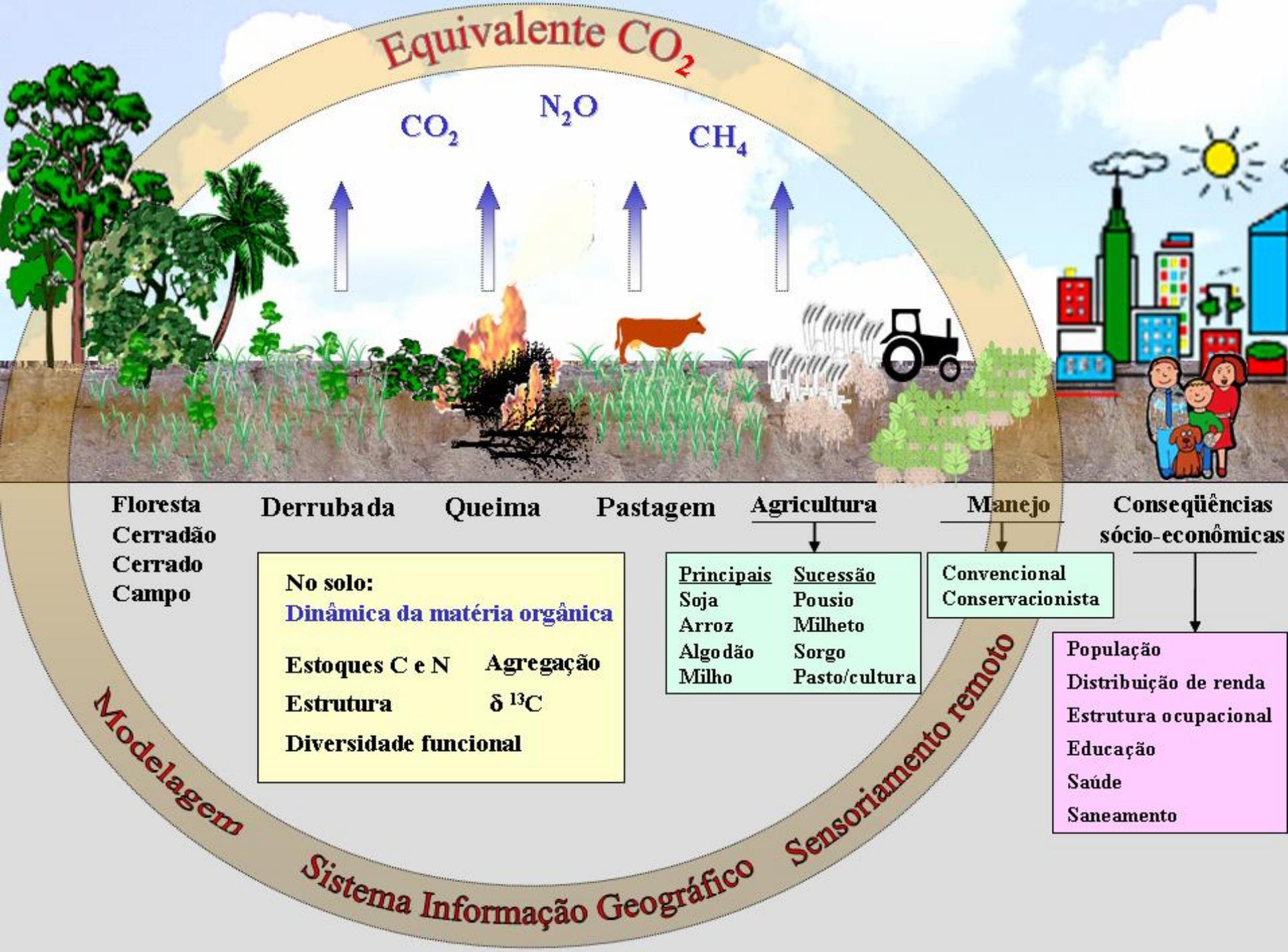
Esta energia pode ser...

grãos

carne

açúcar

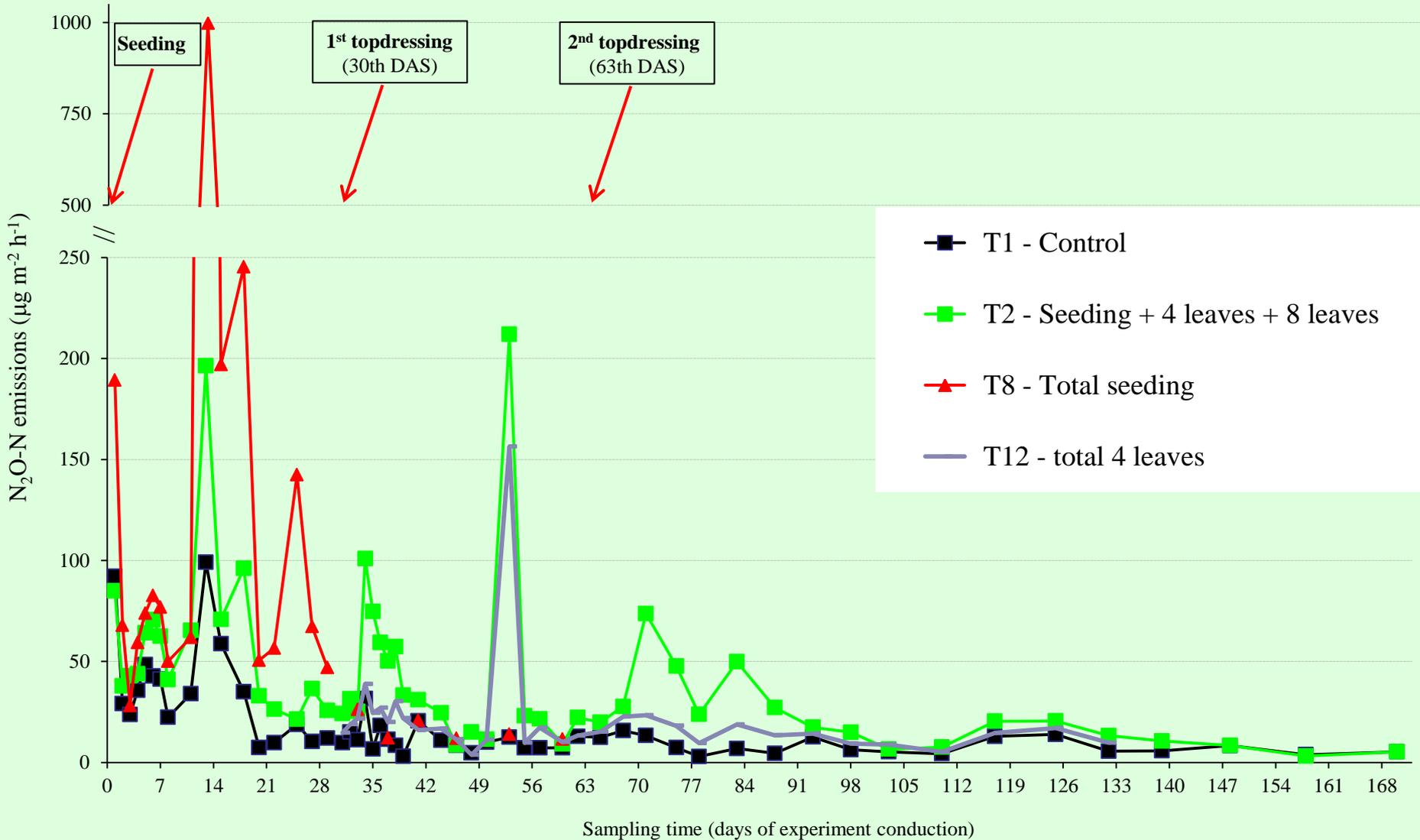
biocombústível



# Medidas de N<sub>2</sub>O proveniente co N-fertilizante no milho



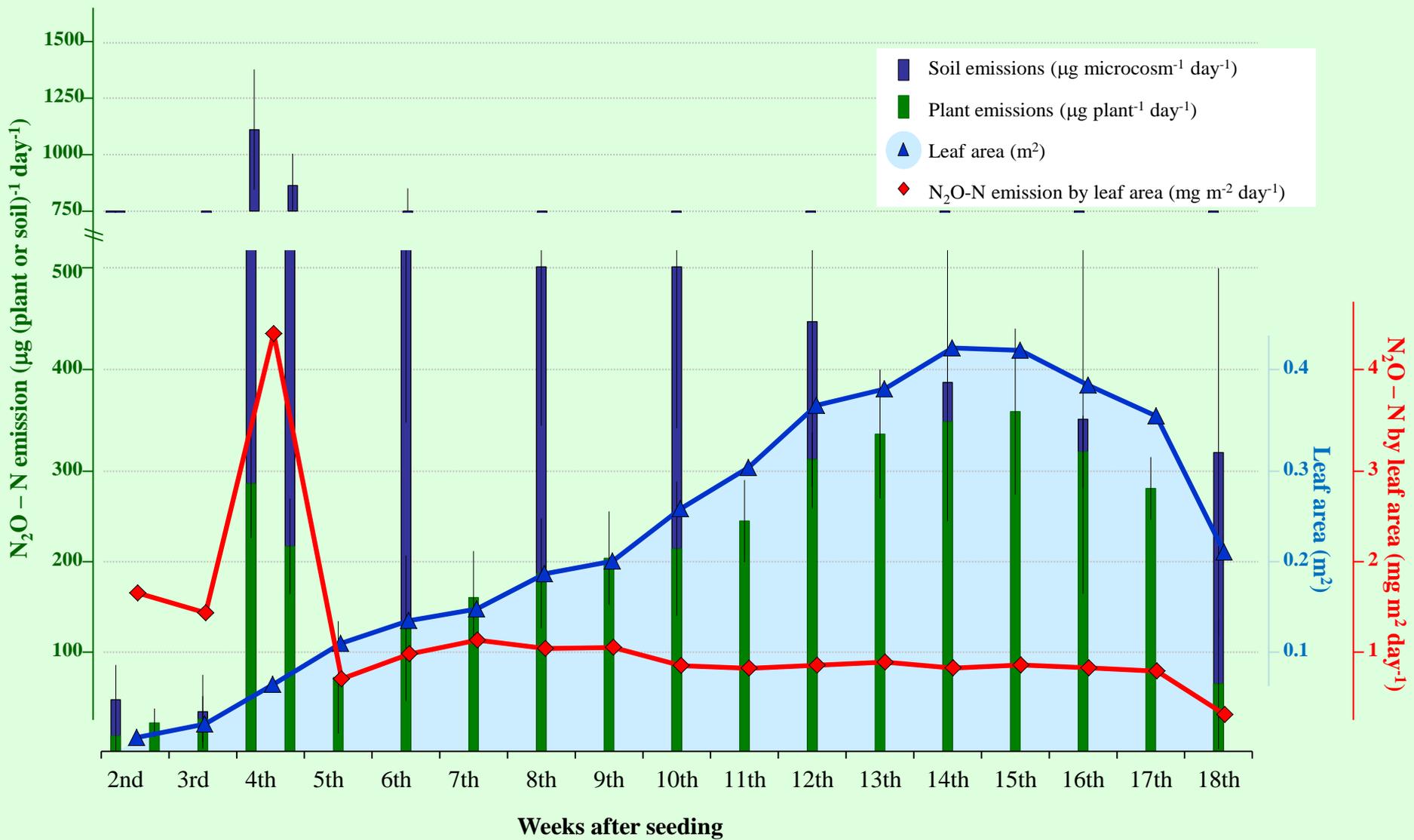
# Emissões de N<sub>2</sub>O do N- fertilizante no milho



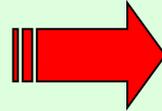
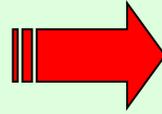
# Emissão de N<sub>2</sub>O em plantas de milho



# Emissão de N<sub>2</sub>O em plantas de milho



# EMISSÕES GEE DA PECUÁRIA



# Vulnerabilidade da MOS

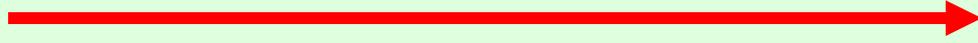
Como simular o aumento da temperatura do solo?

No laboratório...



# Matéria Orgânica do Solo

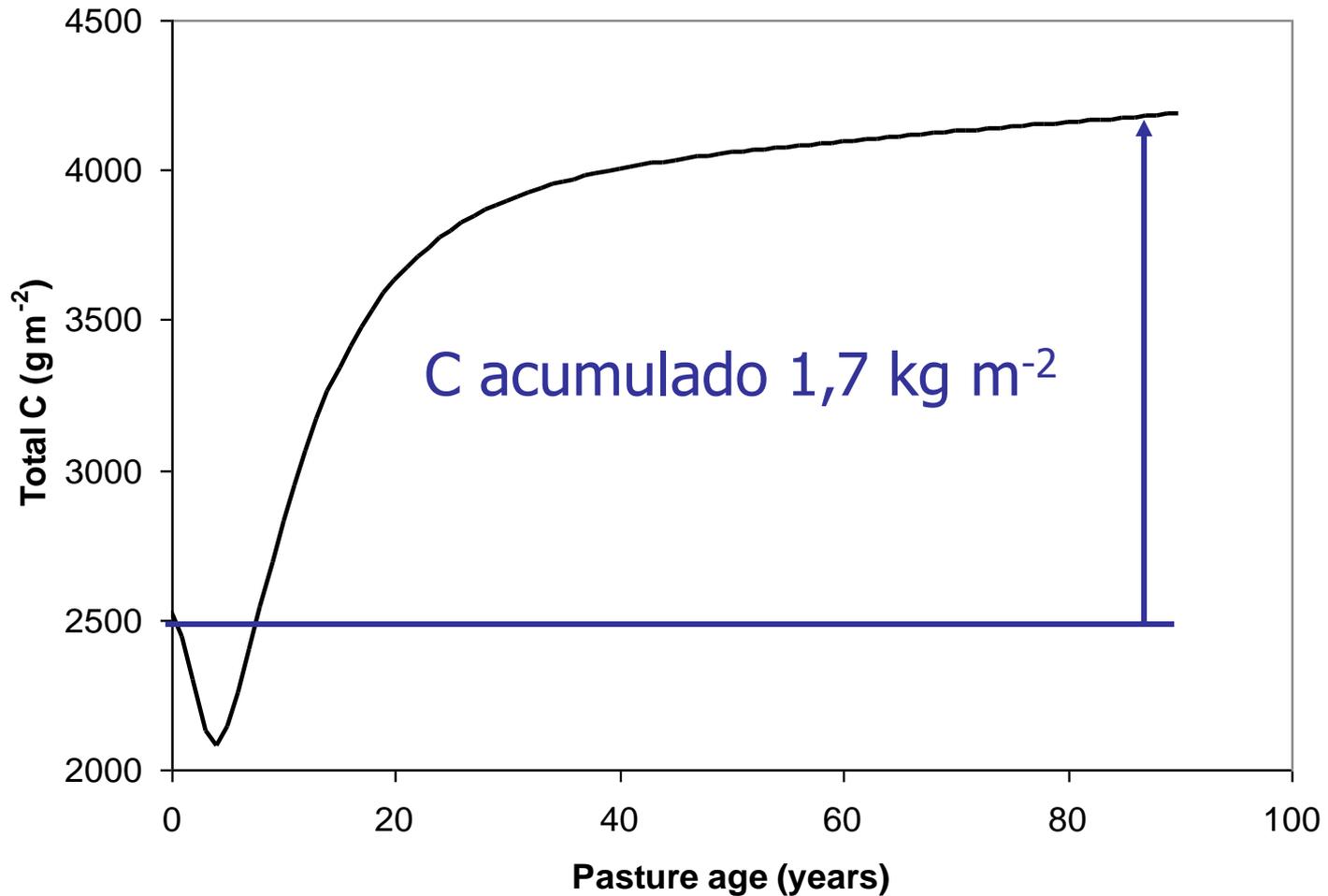
1 mês à 40 graus



# Modelagem da dinâmica da MOS



Resultados simulados (COS 0-20 cm) usando Century

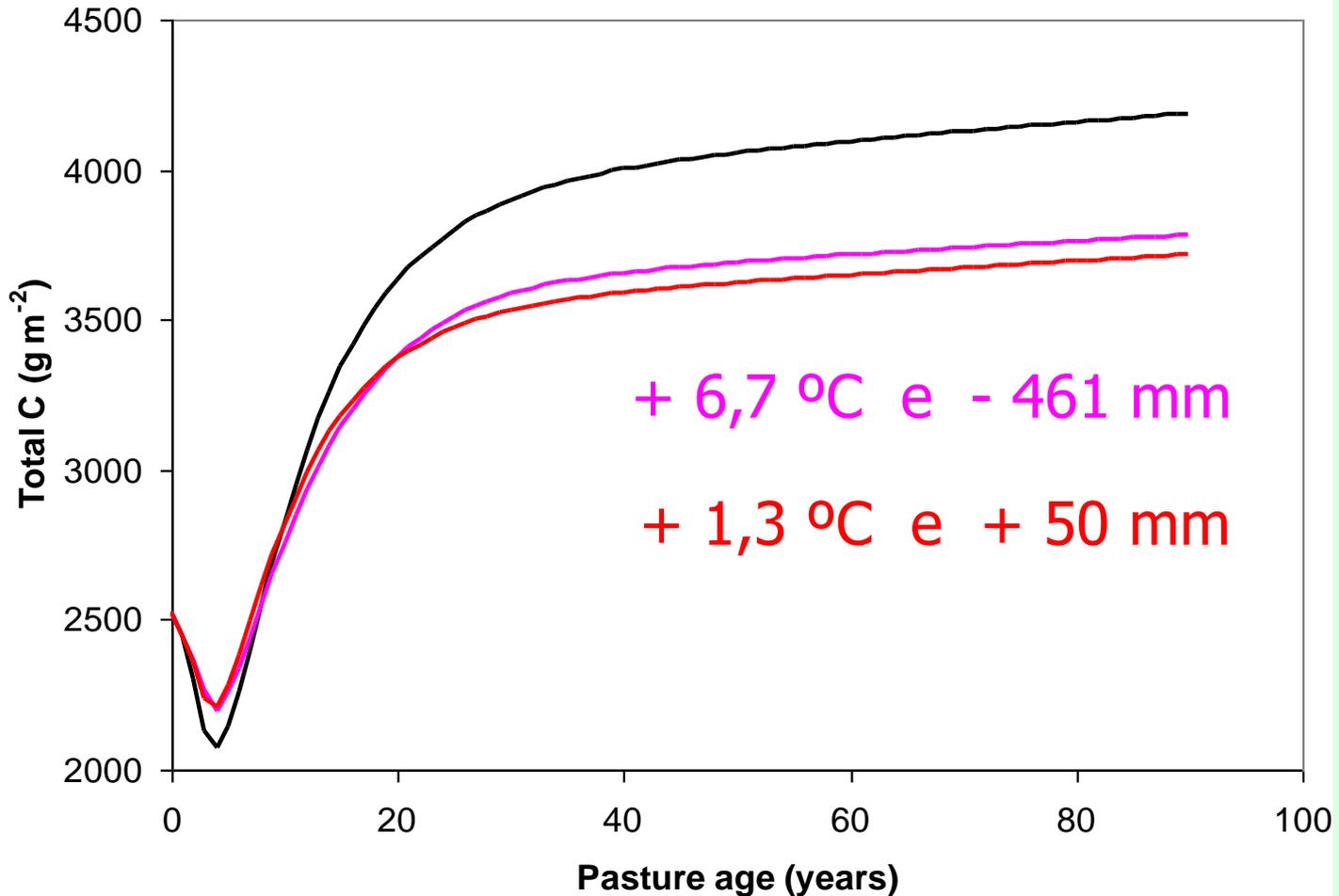




# Modelagem da dinâmica da MOS



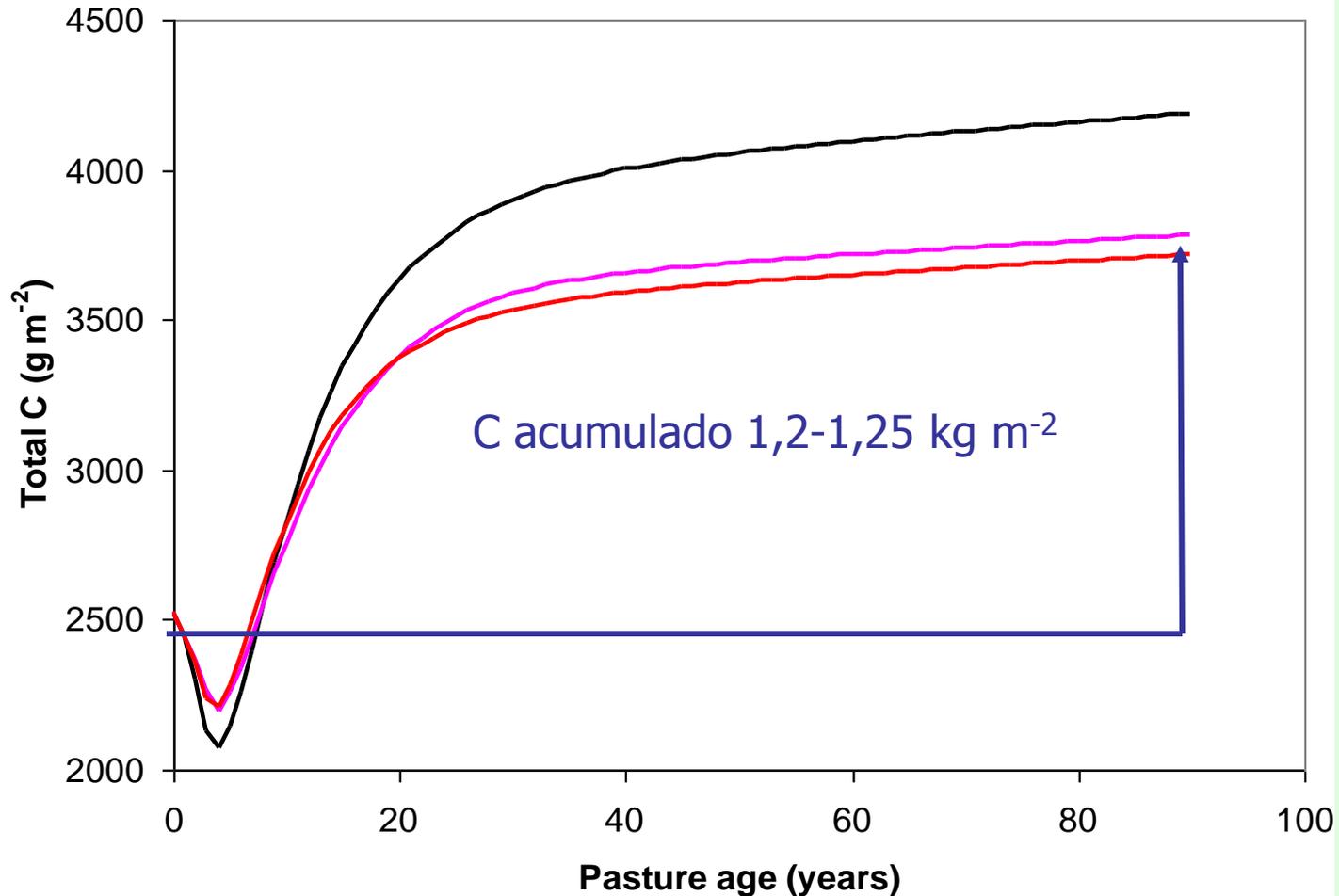
Resultados simulados (COS 0-20 cm) usando Century  
Aplicando previsões do Tyndall Center (temp & precip)



# Modelagem da dinâmica da MOS



Resultados simulados (COS 0-20 cm) usando Century  
Aplicando previsões do Tyndall Center (temp & precip)



# CONSIDERAÇÕES FINAIS



Teoria de Gaia  
Lovelock & Margulis (1973)

# EXERCÍCIO PRÁTICO

## Informações Gerais

Objetivo será determinar as emissões de  $N_2O$  do fertilizante nitrogenado aplicado em cobertura.

O plantio do milho foi realizado em 10/12/2018.

O espaçamento foi de 0,75 m entre linhas contendo ~5,5 sementes / metro.

Adubação de cobertura foi de 260 kg de ureia.

Foram instaladas 8 bases de coleta de gás. Cada base tem diâmetro de 30 cm.

Bases 1 a 4 = Controle (Co)

Bases 5 e 8 = Tratamento com ureia (Ureia)

Amostragens = 12 no período de 1 mês.

Coletadas 3 seringas nos tempos 0, 10 e 30 minutos.

Na aba "Dados" encontram-se os dados de campo e os resultados das análises dos gases contidos nas seringas.

Na aba "Calculo", como exemplo, o primeiro dia de coleta já está tabulado e calculado.

# EXERCÍCIO PRÁTICO

## Informações Gerais

Objetivo será determinar as emissões de  $N_2O$  do fertilizante nitrogenado aplicado em cobertura.

### O que fazer?

Calcular os fluxos diários de  $N_2O$  por metro quadrado

Calcular a integral dos fluxos de gases (acumulado pelo método do trapézio) e fazer a análise de variância pelo teste F.

Converter para  $CO_2$ -equivalente e C-equivalente usando GWP100 do IPCC

Calcular Fator de Emissão do  $N_2O$  do experimento = Guia do IPCC

# EXERCÍCIO PRÁTICO

## Informações Gerais

Objetivo será determinar as emissões de  $N_2O$  do fertilizante nitrogenado aplicado em cobertura.

## Relatório

Entregar um relatório de 2 (duas) paginas!

### Deve conter:

1 paragrafo com introdução finalizado com o objetivo do estudo.

Metodologia concisa do calculo - NÃO É PARA COPIAR O TEXTO ACIMA!!!!

Apresentar (descrito) resultados (gráfico e tabela):

Gráfico dos fluxos diários de  $N_2O$  (expressos em  $mg/m^2/dia$ ) com as médias  $\pm$  D.P.

Tabela: média  $\pm$  D.P.; integral  $\pm$  D.P. (valor Teste-F); C-eq  $\pm$  D.P.; FE  $\pm$  D.P.

Discutir apenas se o Fator de emissão foi maior ou menor que o default do IPCC.

Referencia no final da segunda pagina - apenas do Guia do IPCC utilizado.



Obrigado!

[msiqueir@usp.br](mailto:msiqueir@usp.br)