
Senado Federal
Comissão de Relações Exteriores e Defesa Nacional
Comissão de Meio Ambiente
Brasília, 30 de maio de 2019

Luiz Gylvan Meira Filho
Pesquisador Visitante, Instituto de Estudos Avançados - USP

-
- A terra recebe energia do sol na forma de radiação visível e perde energia na forma de radiação infravermelho, pois a “cor” da radiação de um corpo depende de sua temperatura:
 - Sol, 6.000K, radiação visível;
 - Terra, 300K, radiação infravermelho.

-
- Uma estufa permite a entrada da radiação solar e bloqueia a saída da radiação infra-vermelho, aquecendo o interior.
 - O planeta Terra é uma estufa natural, porque certos gases na atmosfera são opacos à radiação infra-vermelho.

-
- A grande maioria dos gases da atmosfera não produzem o efeito estufa:
 - Nitrogênio, oxigênio, gases nobres;
 - Isso porque esses gases apresentam simetria esférica, os gases nobres monoatômicos;
 - Ou simetria cilíndrica, os gases diatômicos com dois átomos iguais.

-
- Todos os outros gases atmosféricos absorvem radiação infravermelho e produzem o efeito estufa:
 - Vapor d'água, dióxido de carbono, metano, óxido nitroso e gases industriais:
 - Fluorocarbonos
 - Hidrofluorocarbonos
 - Perfluorocarbonos
 - Hexafluoreto de enxofre

-
- A questão da Mudança Global do Clima é que a concentração atmosférica dos gases de efeito estufa está aumentando por ação do homem, provocando o aquecimento global, o aumento da temperatura média da superfície, o aumento do nível médio do mar e afetando todos os fenômenos meteorológicos.

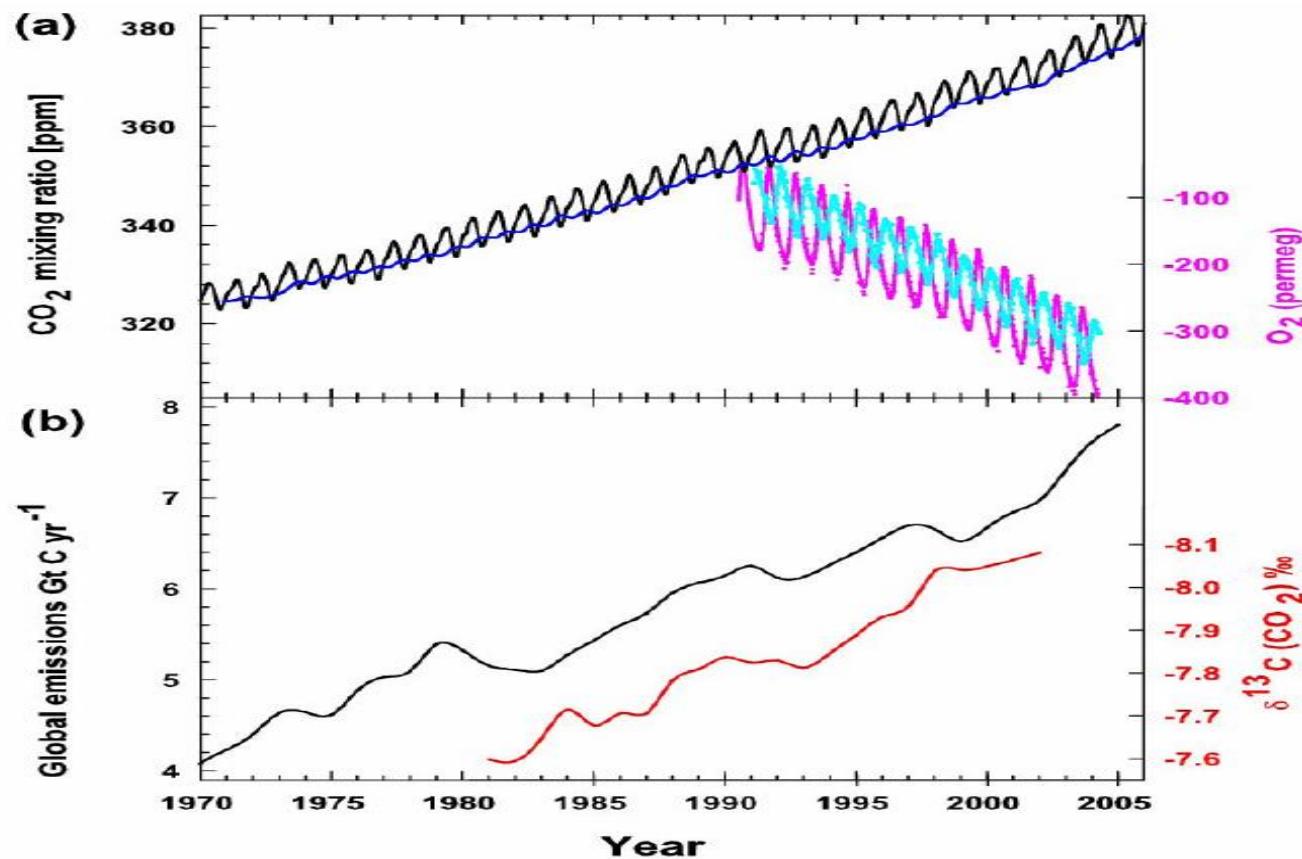
-
- É importante refletir sobre a aplicação do chamado método científico para chegar a conclusão de que existe a Mudança do Clima, e que isso é resultado da ação humana.
 - O método científico está descrito na obra A Lógica da Descoberta Científica, de autoria de Karl Popper, com versão em português publicada pela Editora da USP.

-
- Os antecedentes são devidos a René Descartes (*Discurso sobre o Método*) e Immanuel Kant (*Crítica da Razão Pura*), ambos disponíveis em português.
 - Uma hipótese a ser testada deve ser acompanhada da proposta de um experimento que logicamente possa ter um resultado verdadeiro ou falso, a partir da observação.

- O teste direto da mudança do clima consistiria de:
 - Formular a hipótese de que a mudança do clima não existe;
 - O experimento consistiria em observar no laboratório dois planetas em tudo idênticos, exceto que em um deles a concentração de dióxido de carbono em sua atmosfera seria aumentada de 280 para 410 micromol por mol.
 - Medir a temperatura dos dois após 100 anos.

-
- Se não houver diferença de temperatura, a hipótese de que não há mudança do clima seria aceita.
 - Se houver diferença, a hipótese seria negada, e portanto aceitaríamos que a mudança do clima existe.
 - O método científico nos permite rejeitar uma hipótese, mas não permite comprová-la.

- O método científico deve ser aplicado por partes, de forma a construir o conjunto da conclusão.
- Esse fato não tem impedido o grande avanço nas áreas de astrofísica e de geofísica.
- No caso da mudança do clima, a aplicação do método científico é descrita a seguir.

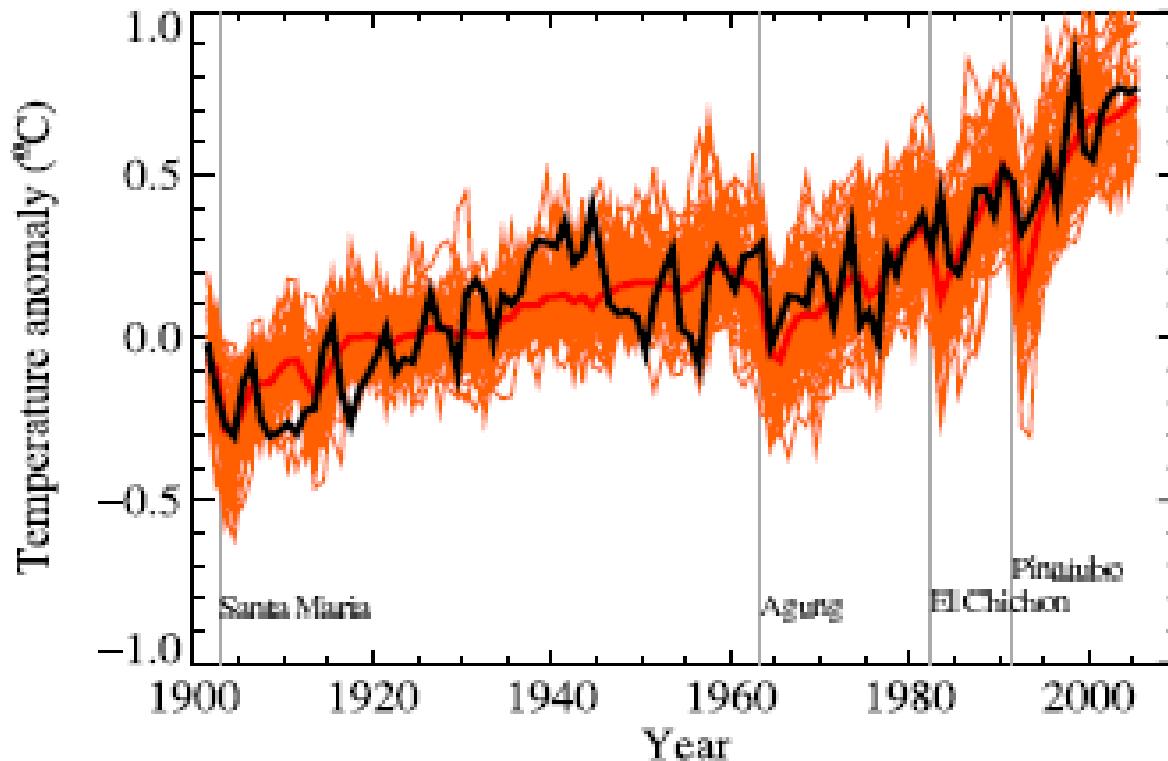


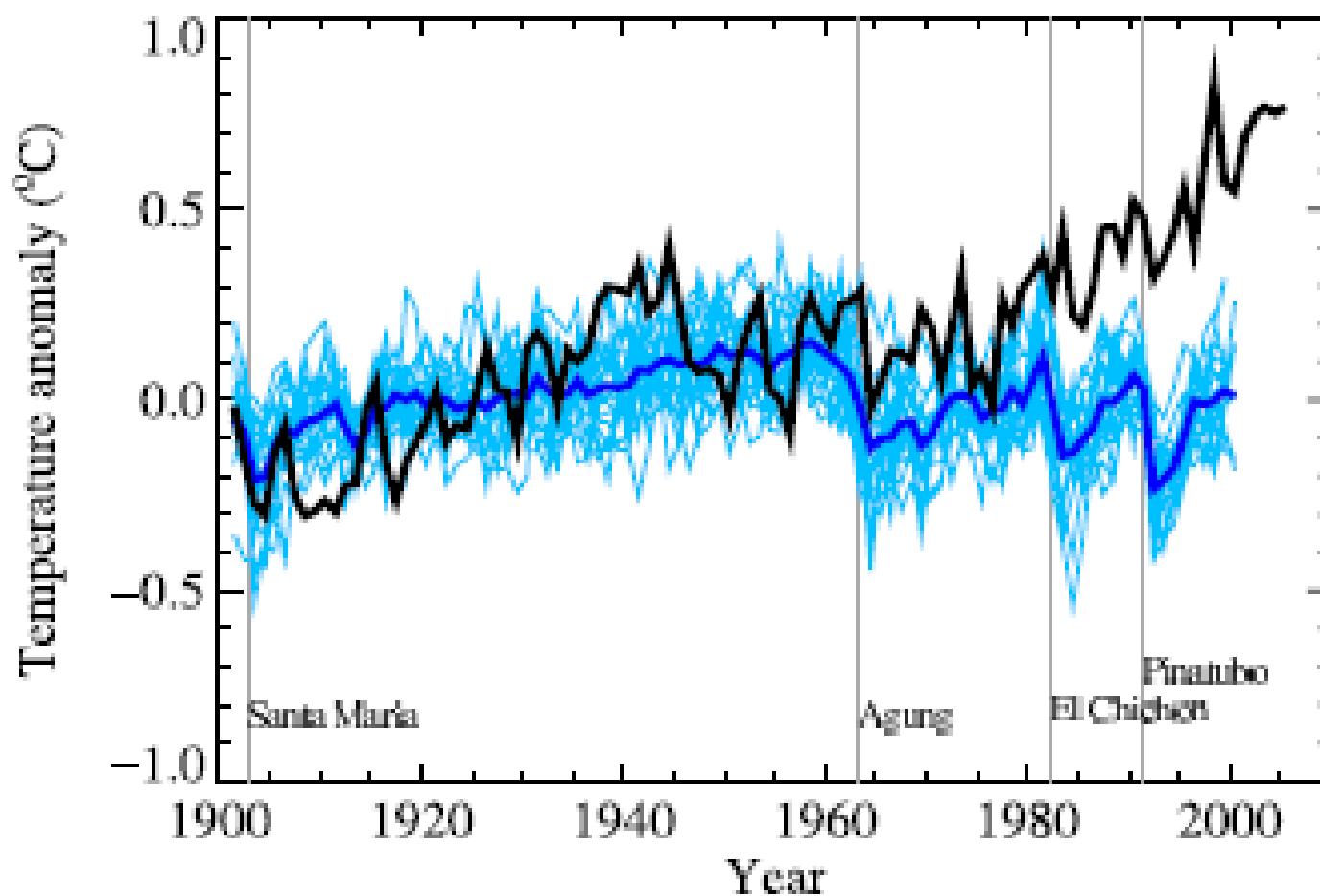
-
- Com o aumento da concentração do dióxido de carbono e outros gases de efeito estufa na atmosfera, a estufa torna-se mais eficiente – aquecimento global.
 - É como se tivéssemos um aquecedor de radiação com potência de 2W para cada metro quadrado da superfície, ligado dia e noite há muitas décadas.

- O cálculo da absorção de radiação infravermelho pelo dióxido de carbono e outros gases de efeito estufa da atmosfera pode ser feito pela solução da equação de Schrödinger, com facilidade numericamente com os computadores atuais.
- O experimento de Tyndall confirma esses resultados.

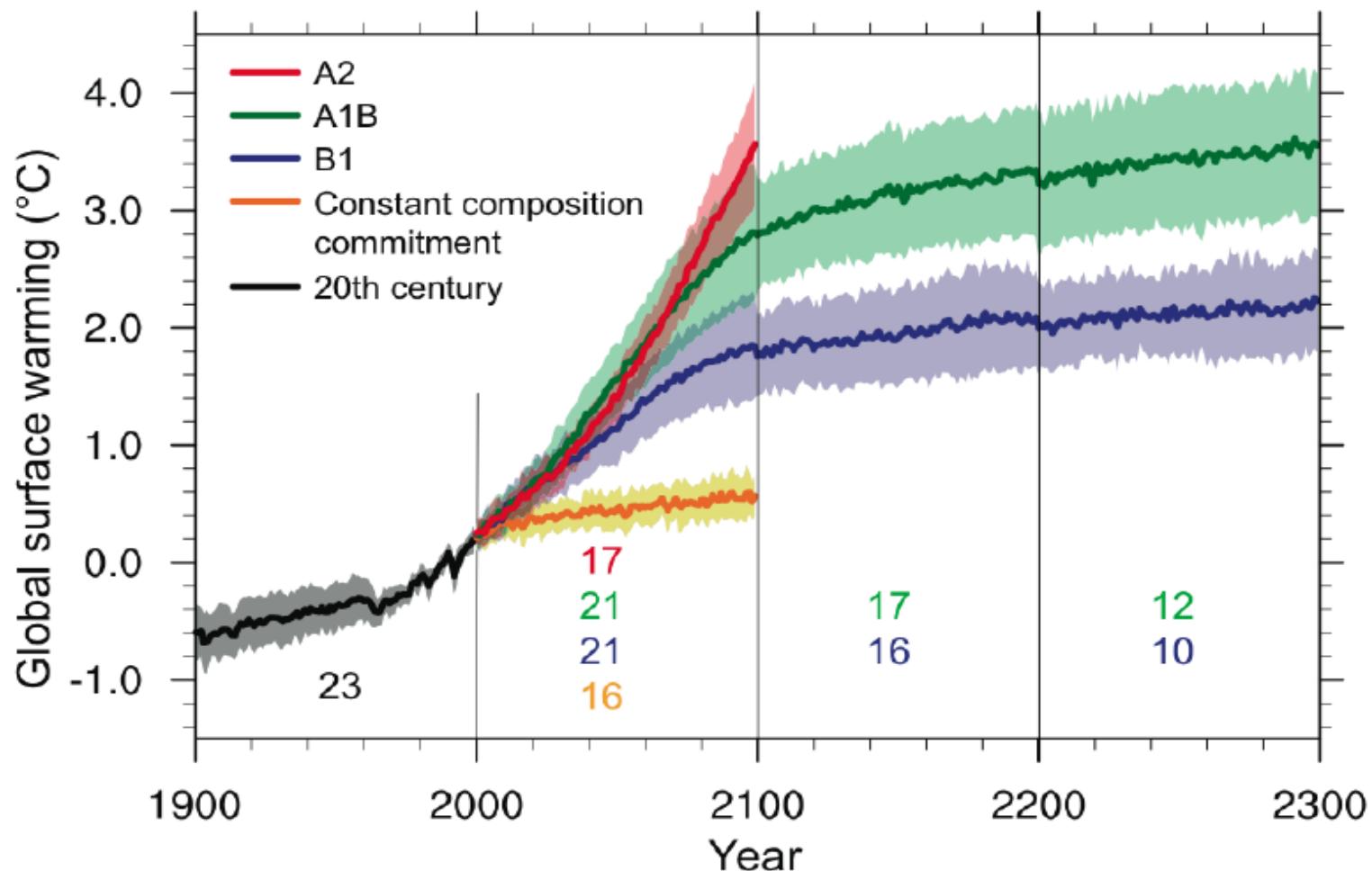
-
- Os modelos numéricos do clima, embora sejam impressionantes pelo uso de supercomputadores, são simplesmente uma representação de leis físicas básicas, a conservação de massa, de energia e de quantidade de movimento, respectivamente o princípio de Lavoisier, as leis da termodinâmica e a Lei de Newton.

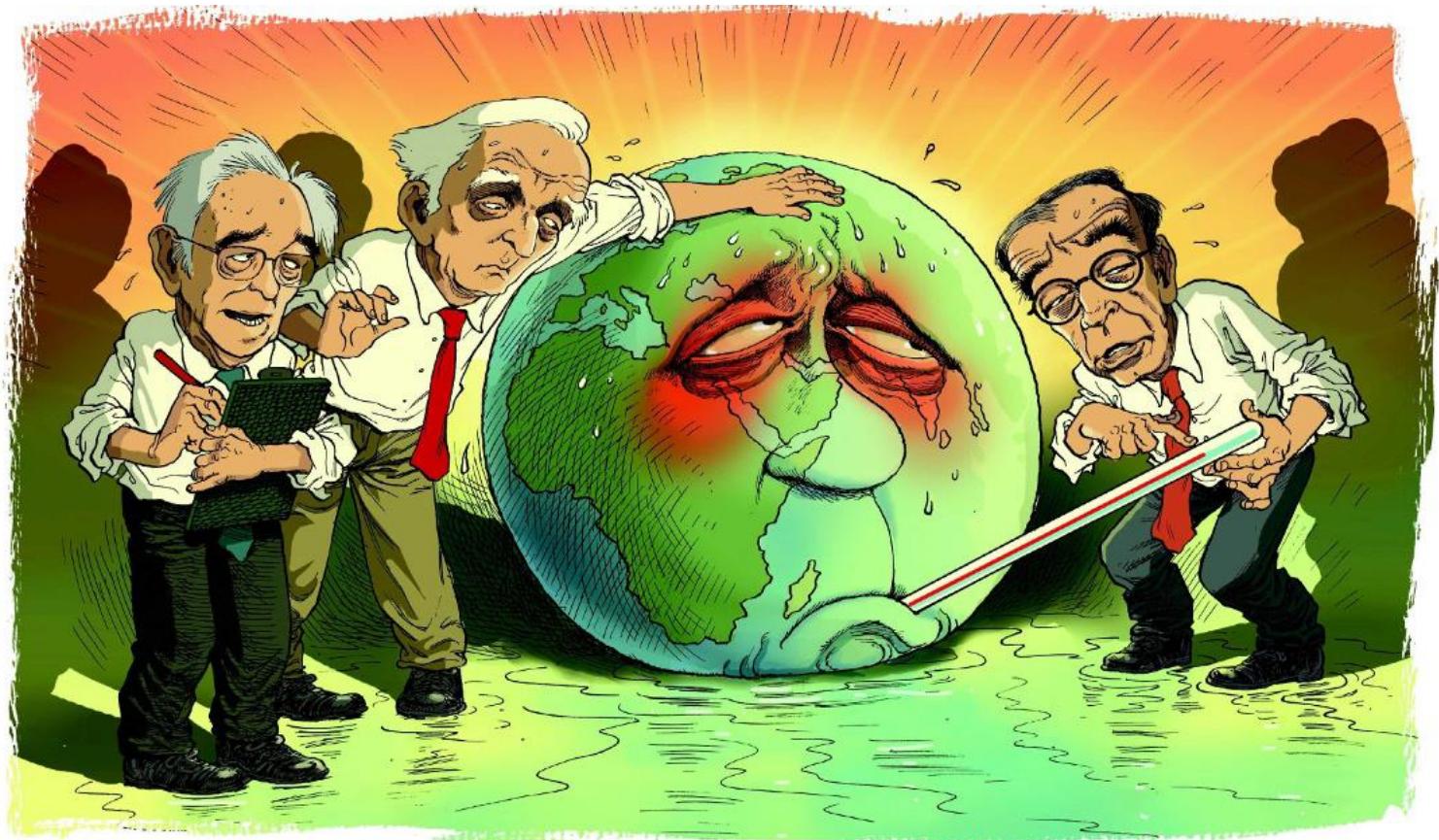
- A Mudança do Clima da Convenção é a mudança devida ao aumento antrópico da concentração de gases de efeito estufa na atmosfera. Sobrepõe-se à variabilidade natural.
- A mudança do clima (IPCC) é qualquer mudança do clima, incluindo efeitos naturais e o efeito antrópico dos aerossóis.





- A curva em preto representa as observações
- A curva em azul representa como seria o clima sem o aumento antrópico dos gases de efeito estufa.
- A probabilidade de a curva preta ocorrer sem esse aumento é extremamente baixa, desprezível.
- Daí a conclusão de que existe a mudança antrópica do clima





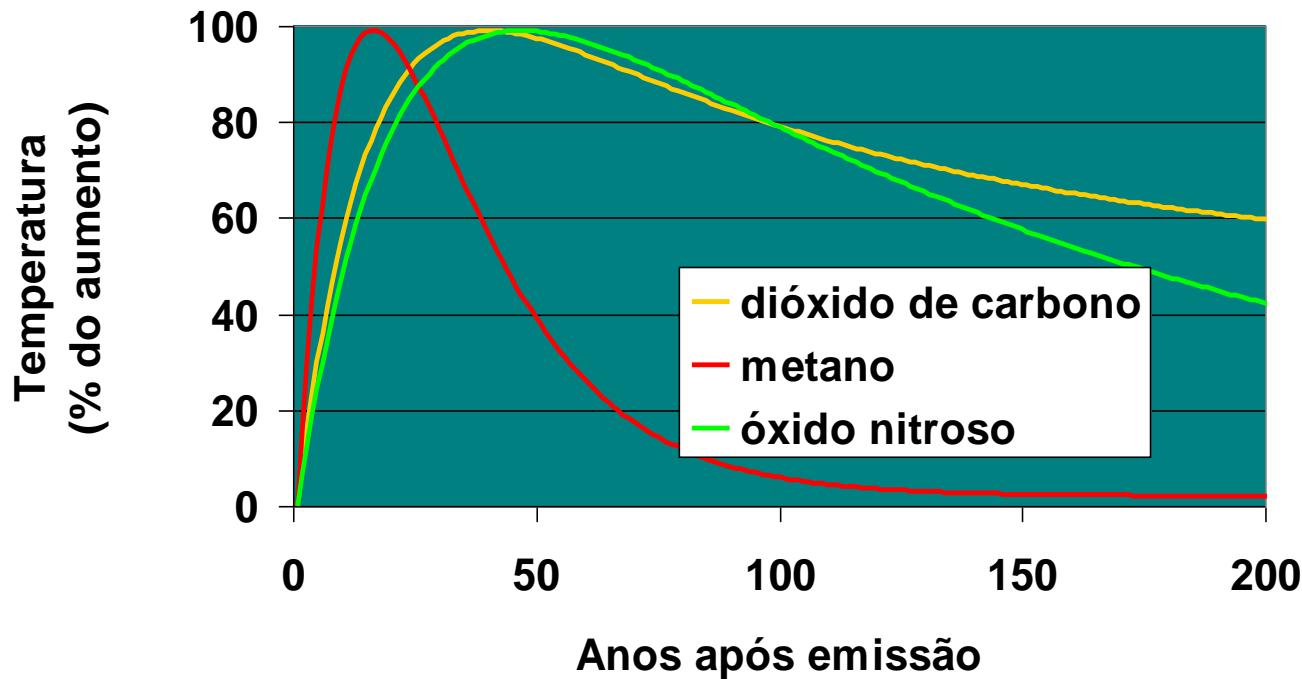
-
- NATURE|Vol 455|9 October 2008
 - ESSAY
 - MEETINGS THAT CHANGED THE WORLD
OPINION
 - MADRID 1995: Diagnosing Climate Change

-
- Mudança do Clima devida ao aumento da concentração de gases de efeito estufa na atmosfera provoca resfriamento das camadas superiores, contração da atmosfera, diminuição do arrasto em satélites artificiais e aumento do lixo espacial.

-
- Para estabilizar a concentração atmosférica de gases de efeito estufa, e portanto a temperatura, será necessário reduzir as emissões globais de cerca de 60% em relação aos níveis de 1990.

Máximo efeito sobre o clima ocorre décadas após a emissão

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



-
- Equivalência da emissão de diferentes gases de efeito estufa:
 - GWP – Potencial de Aquecimento Global (Global Warming Potential)
 - GTP – Potencial de Aumento da Temperatura Global (Global Temperature Increase Potential)

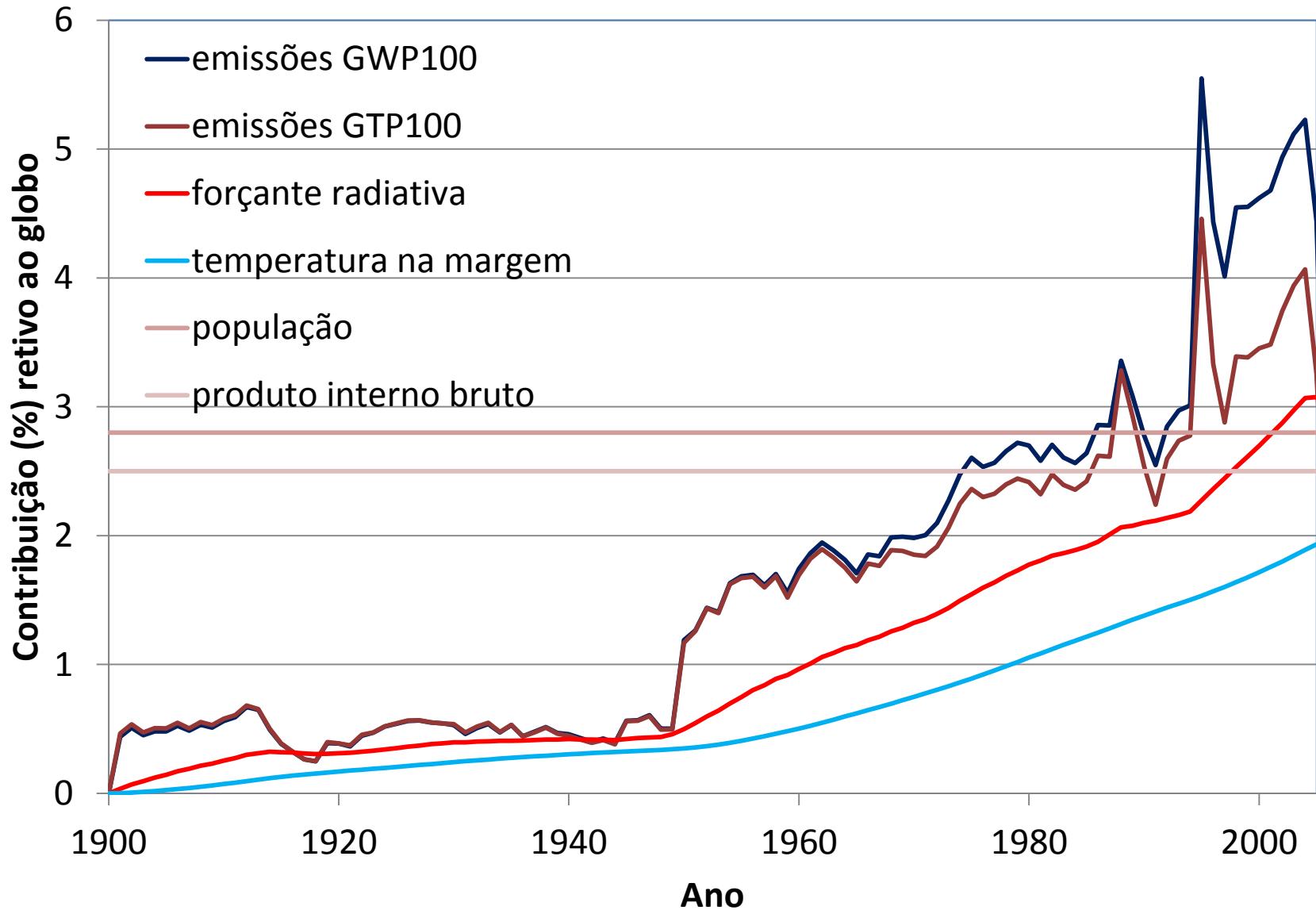
-
- O GWP100 é um fator de equivalência do total de energia 100 anos após a emissão.

 - O GTP100 é um fator de equivalência do aumento da temperatura média global da superfície 100 anos após a emissão.

-
- Em relação ao dióxido de carbono, o GWP100 do metano é igual a 23, e o GTP100 é igual a 4.
 - Este fato faz com que a escolha tenha particular importância para a pecuária, pois a importância das emissões de metano afeta a estimativa da contribuição relativa do setor para a mudança do clima.

-
- Na primeira comunicação nacional, o Brasil não publicou a emissão nacional em termos de equivalente de dióxido de carbono, por considerar o GWP100 não apropriado.

Contribuição relativa do Brasil para a mudança do clima



valor médio dos gastos com o uso de quatro diferentes critérios de tomada de decisão

5500

latitude = -5.5 degrees

custo = 5000 R\$

longitude = -50.5 degrees

perda = 10000 R\$

razão custo/perda = .5

5000

limiar = 8 mm/24h

média climatológica = 9.8 mm/24h

4500

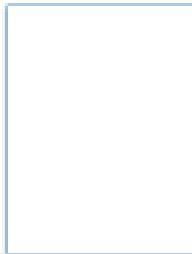
CLIMA MÉDIA

COMPRA PROTEÇÃO SE:

4000

precipitação média, de acordo com a
climatologia, for maior do que o limiar

3500



valor médio dos gastos com o uso de quatro diferentes critérios de tomada de decisão

5500

latitude = -5.5 degrees

custo = 5000 R\$

longitude = -50.5 degrees

perda = 10000 R\$

razão custo/perda = .5

5000

limiar = 8 mm/24h

média climatológica = 9.8 mm/24h

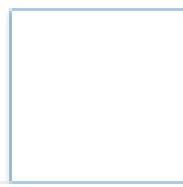
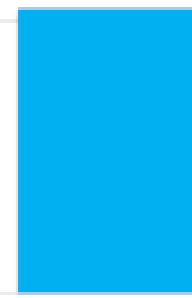
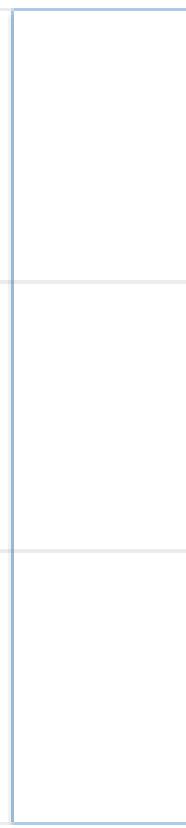
4500

CLIMA FREQUÊNCIA
COMPRA PROTEÇÃO SE:

4000

probabilidade de a precipitação exceder o limiar, de acordo com a climatologia, for maior do que a razão custo/perda

3500



valor médio dos gastos com o uso de quatro diferentes critérios de tomada de decisão

5500

latitude = -5.5 degrees

custo = 5000 R\$

longitude = -50.5 degrees

perda = 10000 R\$

razão custo/perda = .5

5000

limiar = 8 mm/24h

média climatológica = 9.8 mm/24h

4500

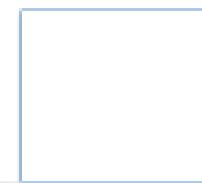
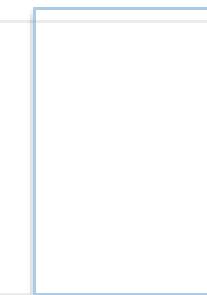
PREVISÃO

COMPRA PROTEÇÃO SE:

4000

precipitação prevista for maior do que o limiar

3500



valor médio dos gastos com o uso de quatro diferentes critérios de tomada de decisão

5500

latitude = -5.5 degrees

custo = 5000 R\$

longitude = -50.5 degrees

perda = 10000 R\$

razão custo/perda = .5

5000

limiar = 8 mm/24h

média climatológica = 9.8 mm/24h

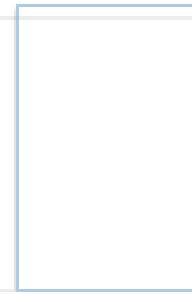
4500

PREVISÃO FREQUÊNCIA
COMPRA PROTEÇÃO SE:

4000

probabilidade de a precipitação exceder o limiar, de acordo com a previsão, for maior do que a razão custo/perda

3500





○ Páginas úteis:

- www.unfccc.int
- www.ipcc.ch
- lgylvan@uol.com.br

OBRIGADO