

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
**ESCOLA AGROTÉCNICA FEDERAL DE CASTANHAL – PA**

## Mudanças Climáticas

Eng. Agrônomo ADRIANO MARINI  
MSc Eng. Agrícola  
Prof. Climatologia

# Mudanças Climáticas

De acordo com o Sumário Técnico do Relatório do Grupo de Trabalho 1, ano de 2001, do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), as Mudanças Climáticas referem-se a significativas variações estatísticas no estado do clima (pela média da temperatura) ou em sua variação, persistentes por um longo período de tempo (décadas ou centenas de anos). As Mudanças Climáticas podem ser decorrentes de um processo interno natural ou por forças externas, ou por persistentes interferências antropogênicas na composição da atmosfera ou uso da terra.

Para a Convenção Quadro das Nações Unidas para Mudança do Clima (UNFCCC) a definição do termo Mudanças Climáticas é: a mudança do clima que é atribuída direta ou indiretamente às atividades antropogênicas, as quais alteram a composição da atmosfera global e que são adicionais às variações climáticas naturais, observadas e comparadas por períodos de tempo. Logo, a UNFCCC, faz distinção entre Mudanças Climáticas, atribuíveis às atividades humanas que alteram a composição atmosférica, e às Variações Climáticas que são atribuídas às causas naturais.

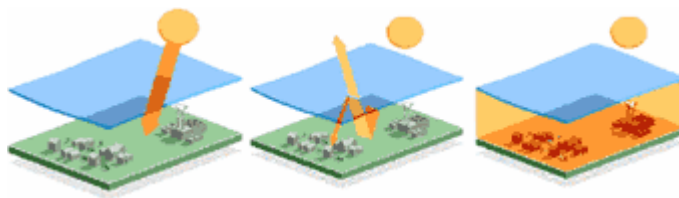
Complementando a informação acima, o termo Mudanças Climáticas é bastante genérico, pois engloba vários assuntos, tais como o efeito estufa, as causas da intensificação deste fenômeno natural, as consequências do aquecimento global, as medidas necessárias para prevenir ou minimizar (mitigar) este aquecimento, e também as prováveis medidas que a humanidade deverá adotar para se adaptar a esta mudança. Podemos dizer também que a mudança climática vem se tornando uma área de conhecimento intrinsecamente transdisciplinar que envolve várias ciências tais como: física, química, geologia, oceanografia, meteorologia, geografia, biologia, meio ambiente, ecologia, economia, sociologia, engenharia, arquitetura e urbanismo.

## 1.0 efeito estufa

O efeito estufa é um fenômeno natural, ou seja, existe na natureza, independente da ação do homem e das atividades econômicas. Ele é causado pela presença de determinados gases na atmosfera terrestre e, por este motivo, estes gases são chamados de gases de efeito estufa ([GEE](#)).

Sem a ajuda do efeito estufa, o sol não conseguiria aquecer a Terra o suficiente para que ela fosse habitável, pois a temperatura média do planeta estaria em torno de 17 °C negativos e sua superfície coberta de gelo.

O efeito estufa garante que a temperatura média do planeta esteja atualmente próxima aos 15 °C, portanto mais ou menos 32 °C acima do que seria sem ele. Além disso, sem o efeito estufa, o planeta estaria sujeito a variações bruscas de temperatura entre a noite e o dia, como acontece na lua e também nos desertos.



As figuras acima nos ajudam a compreender o funcionamento do efeito estufa. Os raios de luz penetram a atmosfera, atingem a superfície da Terra (figura 1) e voltam ao espaço (figura 2).

Ao atingir a superfície do planeta, estes raios mudam de características físicas e transformam-se em calor. Uma parte deste calor emitida agora pela Terra e que está prestes a retornar para o espaço é aprisionada na atmosfera (figuras 2 e 3) justamente devido a presença dos gases de efeito estufa.

O efeito estufa pode ser definido de várias formas. A grosso modo, consiste no aprisionamento na atmosfera de parte do calor gerado pela interação da luz solar com a atmosfera e superfície da Terra e refletido de volta ao espaço.

Podemos visualizar e entender o efeito estufa, quando entramos em um carro estacionado por algumas horas sob o sol. Ao abrimos a porta, sentimos imediatamente a temperatura muito quente do ar, contrastando com a temperatura fora do carro.

Isto acontece, devido ao aprisionamento do calor no interior do carro. Os vidros do carro agem de forma parecida a atmosfera terrestre, isto é, permitem que a luz do sol ingresse, mas impedem que o calor saia. Este é também o princípio exato de uma estufa.

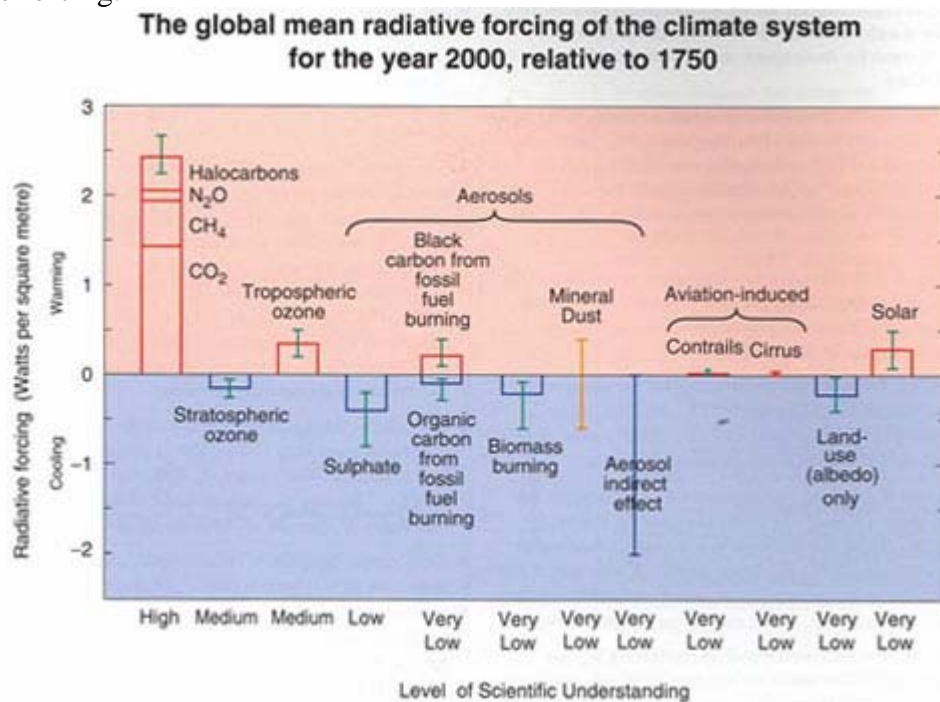
Veja quais são os gases que provocam o efeito estufa:

Vapor d'água (H <sub>2</sub> O)
Ozônio (O <sub>3</sub> )
<b>Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)</b>
<b>Metano (CH<sub>4</sub>)</b>
<b>Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O)</b>
Clorofluorcarbonos (CFCs)
<b>Hidrofluorcarbonos (HFCs)</b>
<b>Perfluorcarbonos (PFCs)</b>
<b>Hexafluoreto de Enxofre (SF<sub>6</sub>)</b>

## 2. Aquecimento Global Antropogênico (resultantes de ou produzido por atividades humanas)

Qual a relação entre o homem e as emissões de gases de efeito estufa (GEE)? De que forma, então, o homem vem provocando o aumento do aquecimento do planeta Terra?

Mudanças no clima ocorrem como resultado de, ambas, variações internas do sistema climático e fatores externos (naturais e antropogênicos). A influência de fatores externos na mudança do clima pode ser amplamente comparada utilizando-se o conceito de radiative forcing (medida da influência que um fator tem na alteração da balança da energia que entra e que sai, do sistema atmosférico terrestre, e é um índice de importância do fator como um mecanismo potencial de mudanças climáticas. É expresso em Watts por metro quadrado -  $Wm^2$ ). Um valor positivo de radiative forcing, como o produzido pelo aumento da concentração de gases do efeito estufa, tende a aquecer a superfície do planeta. Um valor negativo de radiative forcing, que pode surgir de um aumento de alguns tipos de aerossóis tende a resfriar a temperatura do planeta. Fatores naturais, como mudanças na radiação solar ou explosões de atividades vulcânicas, podem também causar radiative forcing.

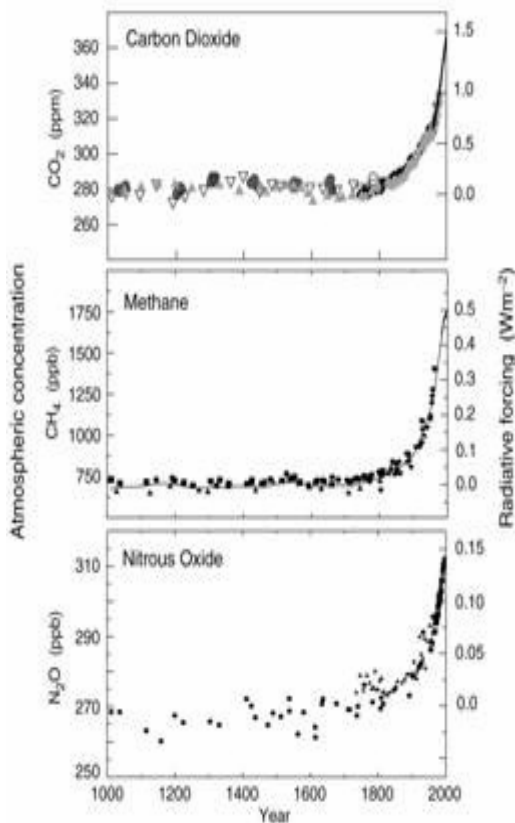


A caracterização dos agentes causadores do radiative forcing e suas mudanças ao longo do tempo (Figura abaixo à esquerda) é requerida para a compreensão das mudanças do clima no passado, no contexto de variações naturais, e para projetar quais mudanças estão por vir. A causa desse aquecimento é justamente o aumento da concentração atmosférica de GEE, que por sua vez é consequência direta do aumento das emissões desses gases, provocadas por atividades econômicas.

## Indicadores de influencia humana na atmosfera desde a Era Industrial

Dentre todos os gases de efeito estufa, o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) possui os maiores índices de concentração atmosférica, e suas emissões são também decorrentes de atividades humanas. Este gás permanece, em média, cerca de 140 anos na atmosfera. Por estes motivos, maior atenção tem sido destinada a ele.

(a) Global atmospheric concentrations of three well mixed greenhouse gases



O  $\text{CO}_2$  é resultante de toda e qualquer combustão de matéria que contenha o elemento carbono, incluindo os combustíveis fósseis, que são constituídos por longas cadeias de hidrocarbonetos e que são utilizados amplamente para geração de energia. Algumas atividades industriais também utilizam o gás, sobretudo o setor metalúrgico, siderúrgico, de transportes e cimenteiro.

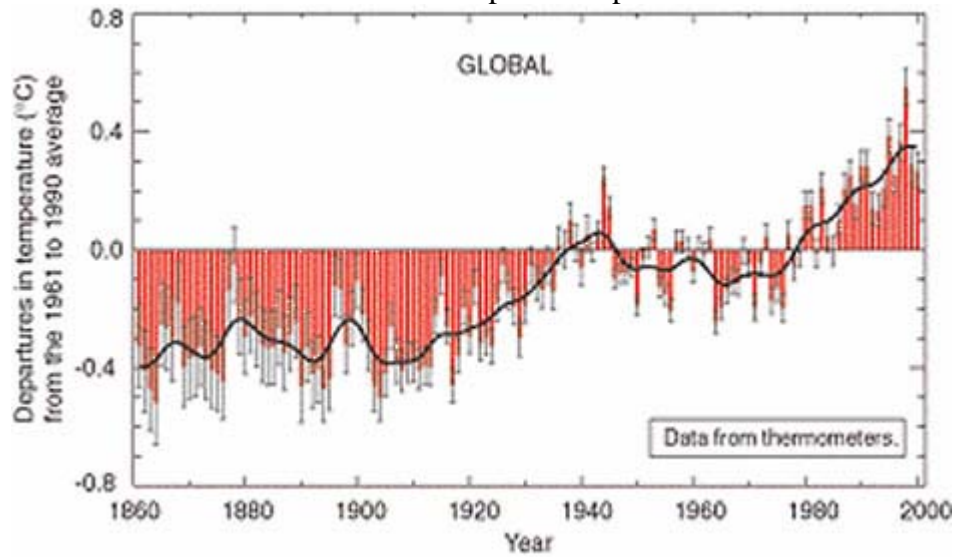
Também são atividades emissoras de  $\text{CO}_2$  as mudanças no uso do solo (land use change) causadas pelas queimadas florestais, que em geral precedem o processo de desmatamento. O desmatamento é um outro grande causador do aumento do dióxido de carbono na atmosfera, já que a perda da cobertura florestal libera uma parte do carbono antes estocado no solo.

O gás que mais chama a atenção depois do  $\text{CO}_2$  é o metano, ou  $\text{CH}_4$ , produzido pela decomposição de matéria orgânica. Algumas atividades humanas aumentam a emissão deste gás, tais como a agropecuária, plantios irrigados, mudanças no uso do solo (desmatamentos), e produção de lixo e esgoto.

O Óxido Nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), um outro GEE, é liberado em atividades agrícolas que utilizam fertilizantes químicos e também em alguns processos industriais. Os clorofluorcarbonos CFCs, hexafluorcarbonos HFCs e perfluorcarbonos PFCs são utilizados em sprays e aerossóis, aparelhos de refrigeração e na

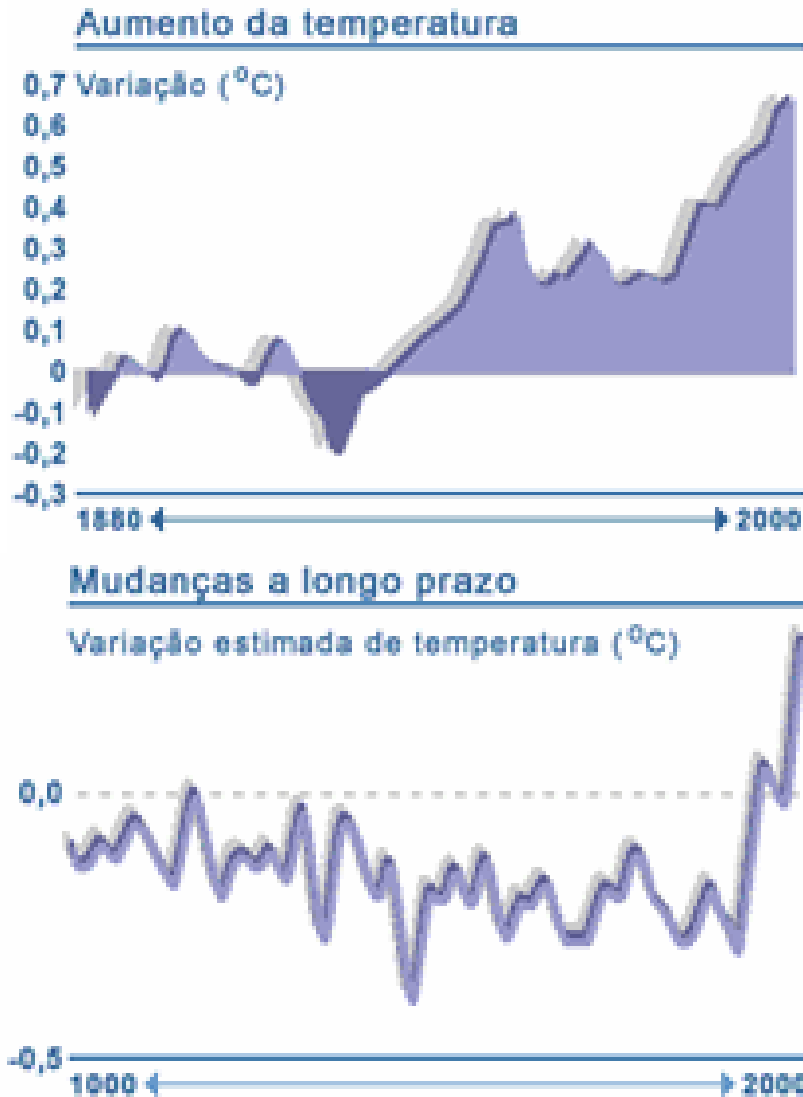
fabricação de isopor.

Cabe lembrar que a utilização dos CFCs, que além de serem gases de efeito estufa também são depletors da camada de ozônio, está controlada pelo Protocolo de Montreal à Convenção das Nações Unidas para a Proteção da Camada de Ozônio. É importante notarmos que a depleção da camada de ozônio e o aquecimento global são problemas distintos, e há inclusive um tratado internacional independente para cada um deles.



### 3. Aquecimento Global

A intensificação do efeito estufa representa um grave problema, pois é a principal causa do aquecimento global, isto é, do aumento da temperatura média do nosso planeta.



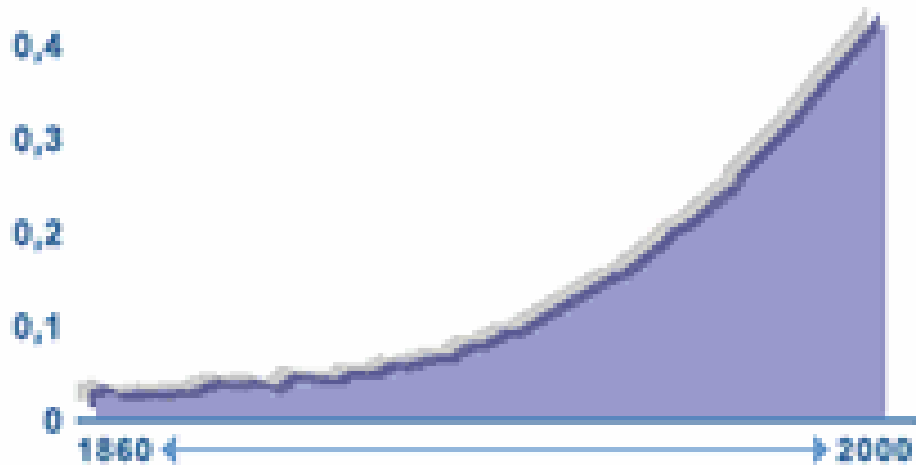
Segundo os cientistas do IPCC, houve um crescimento de 0,6 °C nos últimos 100 anos, o maior nos últimos mil anos. Além disso, a década de 90 e o ano de 1998 foram os mais quentes a partir de meados do século XIX.

Os cientistas prevêem que a temperatura irá continuar crescendo nos próximos 100 anos. No cenário mais otimista, estima-se que este aumento seja de 1,5° C, e no mais pessimista, de 5,8° C, 1° C superior ao aumento da temperatura média da Terra desde a última era glacial até os dias de hoje.

O aquecimento global vem gerando uma série de graves conseqüências, tais como a elevação do nível dos oceanos; o derretimento de geleiras, glaciares e calotas polares; mudanças nos regimes de chuvas e ventos; intensificação do processo de desertificação e perda de áreas agricultáveis. Pode também tornar mais intensos fenômenos extremos tais como furacões, tufões, ciclones, tempestades tropicais e inundações.

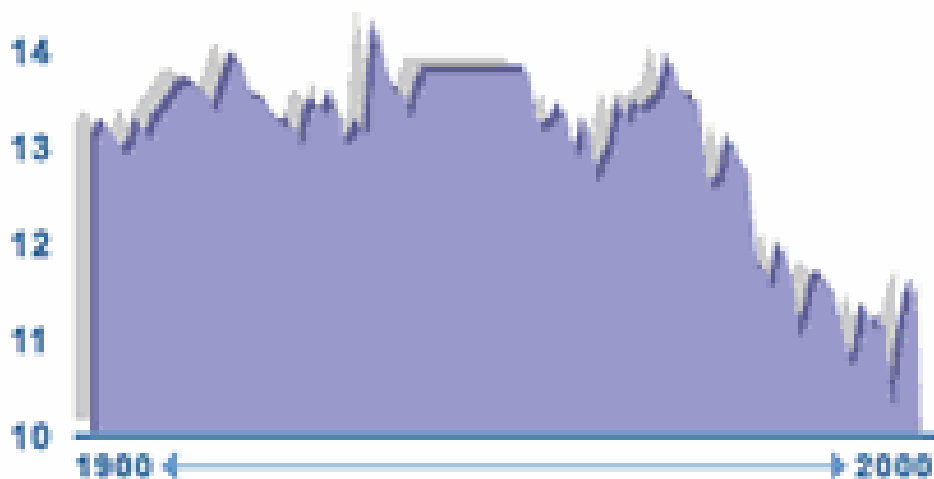
### Nível das águas

0,5 Aumento do nível do mar (m)



### Ártico

15 Área formada por gelo (milhões de km<sup>2</sup>)



A causa deste aquecimento está ligada ao aumento da concentração atmosférica de GEE (gases de efeito estufa), que por sua vez é conseqüência direta do aumento da emissão destes gases provocada por determinadas atividades econômicas, sobretudo dos setores de energia e transportes e desmatamento.

Contudo, a evaporação do vapor d'água, por exemplo, faz parte de um ciclo natural fechado, o ciclo da água, e as atividades humanas não têm influência sobre o aumento da concentração deste gás. Da mesma forma, outros gases de efeito estufa, incluindo o dióxido de carbono e o metano - os mais importantes - são liberados na atmosfera e absorvidos na biosfera também através de processos naturais, como por exemplo a fotossíntese, que libera e absorve dióxido de carbono da atmosfera.

## 4. Evolução da concentração dos principais GEE

A Revolução Industrial representa um marco histórico para o aumento da concentração atmosférica de GEE, e isto é facilmente justificável. O advento do tear a vapor representou o início de um aumento contínuo do consumo de combustíveis fósseis, pois, como se sabe, o carvão foi o principal combustível das então novas máquinas a vapor, cuja produção cresceria de forma vertiginosa ao longo do século XIX.

	CO2	CH4	N2O
Nível de concentração pré-industrial	280 ppmv	700 ppbv	275 ppbv
Concentração em 1994		1720 ppbv	312 ppbv
Taxa de aumento da concentração *	0,4% a.a.	10 ppbv/ano 0,6% a.a.	0,8 ppbv/ano 0,25% a.a.
Tempo de decaimento (anos)			120

Fonte:(Houghton et Alli, 1996, p 15).

ppmv = parte por milhão por volume.

ppbv = parte por bilhão por volume.

\* base = 1984.

Posteriormente, este aumento seria fortalecido pela utilização de derivados do petróleo como fonte energética para iluminação através da sua combustão em lâmpadas, seguindo-se uma ampliação fenomenal do uso de derivados de petróleo e de gás natural em motores de combustão, cujas finalidades foram se diversificando à medida que o processo de industrialização seguia seu curso.

O aumento progressivo do uso de combustíveis fósseis ocorreu em paralelo ao aumento das atividades industriais, às mudanças o uso do solo e às outras atividades que geram a emissão de GEE e, atualmente, o Homem é extremamente dependente destas atividades.

Estes fatos demonstram nitidamente a influência das atividades humanas, sobretudo a partir da RI, sobre o aumento das emissões atmosféricas de GEE. Portanto, devido ao seu pioneirismo nos processos de industrialização - e também nas mudanças no uso do solo -

a maior parte das emissões antrópicas têm sido causada pelos países que já completaram seus processos de industrialização.

## 5. Protocolo de Quioto

A Convenção estabelecia que as Partes listadas no [Anexo I](#) deveriam adotar políticas e medidas de mitigação capazes de reduzir os níveis de emissão antrópica de gases de efeito estufa aos níveis de 1990 no máximo até ano de 2000.

Ao ser analisada a viabilidade dos compromissos assumidos de redução de emissões de GEE, constatou-se que as emissões dos países Anexo I vinham crescendo, descumprindo, portanto o compromisso.

Destaque-se o crescimento das emissões norte-americanas de CO<sub>2</sub> provenientes da queima de combustíveis fósseis, cujo crescimento entre 1990 e 1996 foi, em termos absolutos, 3,7 vezes maiores do que a emissão de toda América Latina. É importante destacar as exceções: Irlanda do Norte, as antigas repúblicas socialistas da União e a Alemanha unificada, por motivos distintos conseguiram infletir as curvas de emissão de CO<sub>2</sub>.

Estava evidente que os compromissos assumidos pelo Anexo I não seriam honrados, já que, a despeito das exceções relacionadas nos parágrafos anteriores, o nível de emissão de CO<sub>2</sub> total do Anexo I continuava crescendo. A resolução chamada Mandato de Berlim e adotada pela Convenção em 1995 tinha o objetivo de rever a adequação destes compromissos que o Anexo I não mais conseguiria honrar.

Este Mandato estabelecia que os países desenvolvidos deveriam, com base no princípio da responsabilidade comum, porém diferenciada, definir até a COP 3, através de um protocolo ou de outro instrumento legal, metas de redução de emissão de GEE.

Durante dois anos o Grupo Ad Hoc sobre o Mandato de Berlim, presidido pelo Embaixador Raúl Estrada-Oyuela (Argentina), negociou um esboço do texto encaminhado à Terceira Conferência das Partes para negociação final.

Durante a realização da Sexta Conferência das Partes da Convenção sobre Mudança do Clima, em Bonn, na Alemanha, representantes de 180 países assinaram um acordo sobre metas para o cumprimento do Protocolo de Quioto. Os Estados Unidos, maior responsável pela emissão dos gases de efeito estufa, não participaram das negociações. O documento, apesar de enfraquecido sob o ponto de vista ambiental, abre caminho para uma rápida ratificação do Protocolo.

De acordo com especialistas, o tratado assinado em Bonn está muito aquém do necessário para reverter o processo de aquecimento global. Segundo eles, a redução de 5,2% nas emissões globais até 2012, como estipula o Protocolo, terá um impacto quase imperceptível sobre o clima. Por outro lado, o acordo é visto como primeiro passo para uma série de outros tratados que podem levar a um corte significativo, entre 60% e 70%.

O novo acordo estipula a criação de um fundo anual de quase US\$ 500 milhões, abastecido pelos países industrializados, para facilitar a adaptação das nações pobres às exigências do protocolo. O acordo também determina regras para a compra e venda de créditos obtidos por cortes nas emissões de dióxido de carbono, apontado como o grande vilão do efeito estufa.

O Protocolo de Quioto entrou em vigor em fevereiro de 2005.

## **6. A Convenção da ONU sobre Mudança do Clima**

### **ORIGENS:**

Após intensas negociações, em 9 maio de 1992, o texto definitivo da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC) foi aprovado na Sede das Nações Unidas em Nova York. Poucos meses depois, na "Cúpula da Terra", conhecida como Rio-92, 154 países e a Comunidade Econômica Européia firmaram a Convenção, que teve o Brasil como o primeiro país signatário (REI, 1997).

A Convenção, que desde então vem sendo ratificada por um crescente número de países, entrou em vigor no dia 21 de março de 1994, noventa dias após o depósito da 50ª ratificação pelo parlamento dos países. No Brasil, a Convenção foi ratificada pelo Congresso em 28 de fevereiro de 1994 e entrou em vigor em 29 de maio do mesmo ano. Até 7 de setembro de 2000, 186 países haviam tornado-se Partes da Convenção.

### **OBJETIVOS:**

A Convenção reconhece a mudança do clima como uma preocupação comum da humanidade e propõe uma estratégia global para proteger o sistema climático para gerações presentes e futuras.

Tem como objetivo principal estabilizar as concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera num nível que impeça uma interferência antrópica perigosa no sistema climático, assegurando que a produção de alimentos não seja ameaçada e que permita ao crescimento econômico prosseguir de maneira sustentável.

### **PRINCÍPIOS:**

Dentre os cinco princípios listados no Artigo 3 da Convenção, destaca-se o princípio da precaução (Artigo 3.3), segundo o qual a "falta de plena certeza científica não deve ser usada como razão para postergar medidas..." (id., p.6).

No Artigo 3.2, a Convenção reconhece que "as necessidades específicas e circunstâncias especiais das Partes países em desenvolvimento, em especial aqueles particularmente mais vulneráveis aos efeitos negativos da mudança do clima" (ibid.), devem ser levadas em plena consideração.

A Convenção também reconhece o direito que as Partes têm ao desenvolvimento sustentável (Artigo 3.4).

O princípio mais marcante da Convenção está em seu Artigo 3.1, segundo o qual "as Partes [signatárias] devem proteger o sistema climático em benefício das gerações presentes e futuras da humanidade com base na equidade e em conformidade com suas responsabilidades comuns mas diferenciadas e respectivas capacidades. Em decorrência, as Partes países desenvolvidos devem tomar a iniciativa no combate à mudança do clima e a seus efeitos".

## **7. Mudanças climáticas causam poluição "fantasma"**

As mudanças climáticas globais estão trazendo um novo problema para nível regional: a "poluição fantasma", causada por poluentes que pareciam estar mortos e enterrados no ambiente, mas que voltam a assombrar.

É o caso de metais pesados que ficavam estáveis em sistemas naturais e que, com mudanças na temperatura, nos ventos e na chuva, voltam a contaminar o ambiente, o homem ou seu alimento.

"Os sistemas naturais conseguem reter parte dos contaminantes, mas com o estresse ambiental a resistência diminui", disse o biólogo Luiz Drude de Lacerda, da Universidade Federal do Ceará (UFC), na 57ª reunião anual da SBPC (Associação Brasileira para o Progresso da Ciência).

"As mudanças climáticas vão remobilizar os poluentes", afirma o pesquisador da UFC. "É a ressuscitação da contaminação."

O mercúrio na Amazônia é um bom exemplo do problema. Durante cerca de 30 anos garimpeiros poluíram a região com o metal, usado na extração do ouro. A poluição foi interrompida, mas agora volta de outra maneira --e já está afetando o ser humano.

Primeiro, o mercúrio contaminava o ar, devido à queima do amálgama pelos garimpeiros. O mercúrio tinha ficado depois em grande parte no solo. Ainda depois foi aos rios, passou aos peixes, e dos peixes foi ao ser humano. Para chegar a seres vivos, o elemento químico tinha que ser oxidado, fazendo parte de compostos químicos. Oxidado, o mercúrio se torna solúvel em água.

É o chamado "efeito gafanhoto" --a poluição progride em saltos. "Hoje, no ar, o índice é até mil vezes menor do que em 1985", diz Drude. Já no organismo de pessoas de comunidades ribeirinhas o mercúrio atingiu níveis tóxicos.

Em pessoas não-contaminadas, é possível detectar seis partes por milhão (ppm) de mercúrio nos fios de cabelo. Um índice de 50 ppm indica toxicidade. Em algumas comunidades de ribeirinhos, ao longo do rio Madeira, o índice chegou a 150 ppm. "Achamos um foco até no rio Negro, em região onde não havia garimpo."

E não é só o mercúrio dos garimpeiros brasileiros. O problema segue nos países vizinhos, e novas levas de mercúrio continuam chegando de garimpos em países como Venezuela e Colômbia.

A concentração mais espetacular ocorreu no período colonial. Os espanhóis trouxeram, de 1540 a 1820, 196 mil toneladas de mercúrio para a América Latina, cem vezes mais que o garimpo atual.

Com a mudança climática, parte desse mercúrio pode ressuscitar do solo e voltar a assombrar.

### Mangues

Outro exemplo de contaminação "enterrada" que voltou a lançar fantasmas é o caso dos mangues, que vêm sendo destruídos sistematicamente no litoral brasileiro. Os mangues são "cemitérios de contaminantes", diz Drude.

A lama dos mangues é "anóxica", não tem oxigênio, tanto que criar mangues é uma forma de tratar um aterro sanitário --metais pesados ficam presos neles. Mas, com a erosão ou destruição do mangue, o oxigênio entra em contato com os metais, "ressuscitando" os poluentes.

### Aquecimento no Brasil

As mudanças globais poderão ter forte impacto no Brasil, segundo projeções feita por modelos de previsão climática como o do Centro Hadley, do Reino Unido, citados na mesma conferência pelo pesquisador José Domingos Gonzalez Miguez, do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). Miguez é o secretário-executivo da comissão interministerial sobre mudanças globais.

Um dos cenários mostra um aumento de 5 a 6 graus na temperatura média da região amazônica, mais chuva no Sul e menos chuva no Nordeste do país em 2050.

Para reduzir o impacto do aquecimento global, o chamado Protocolo de Kyoto, de 1997, estabeleceu metas de redução de emissões de gases-estufa para vários países, mas não para o Brasil.

Ontem, em outra palestra na SBPC, o secretário-geral do Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas, Luiz Pinguelli Rosa, da UFRJ (Universidade Federal do Rio de Janeiro), falou sobre a proposta encaminhada pelo fórum à Presidência da República para que o Brasil crie metas de redução do desmatamento para reduzir as emissões de gases-estufa. Inventário apresentado no ano passado revelou que 77% das emissões brasileiras se devem a queimadas.

## **8. Mudanças climáticas ameaçam 10 ecossistemas no mundo, aponta relatório**

sabela Vieira

*Repórter da Agência Brasil*

Brasília - Amazônia, os recifes de corais e as florestas temperadas do Chile são alguns dos 10 "maravilhas naturais" que têm sua existência ameaçada até 2050 por mudanças climáticas, segundo relatório divulgado hoje (5) pela organização ambientalista WWF. A pesquisa "Salvando as Maravilhas Naturais do Mundo de Mudanças Climáticas" foi divulgada a um dia do parecer do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) da Nações Unidas (ONU).

No Brasil, a pesquisa da WWF indica que o aumento de temperatura na região Amazônica aliado à redução do regime de chuvas pode comprometer a umidade na região e transformar em cerrado de 30 a 60% da floresta. A previsão é que até 2050 a temperatura na Amazônia aumente entre 2 e 3° C. Essas mudanças podem afetar a biodiversidade, a disponibilidade de recursos naturais como a água e também a saúde humana, segundo o diretor de conservação da WWF, Carlos Alberto de Matos Scaramuza.

As mudanças climáticas também podem diminuir a produção agrícola, segundo o estudo. "O café, por exemplo, produzido no Brasil principalmente em São Paulo e Minas Gerais pode ter a área de cultivo reduzida com o aumento de temperatura como está previsto", ressalta Scaramuza. "Mudanças no padrões de chuva e temperatura certamente inviabilizam certo tipos de culturas em determinadas regiões".

Para evitar esse acontecimentos, o diretor da WWF disse que os governos devem se preocupar em reduzir a emissão de gases poluentes, formados principalmente a partir da queima do petróleo, o desmatamento e as queimadas. Os incêndios florestais são um grande problema nas florestas da Valdívia no Chile e na Argentina; e o desmatamento no Brasil. Pesquisa da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) aponta que o [Brasil é responsável por cerca de 74% de toda área desmatada na América do Sul.](#)

A população tem um papel para evitar os efeitos negativos das transformações climáticas. Scaramuza recomenda que as pessoas utilizem em casa lâmpadas fluorescentes em vez das incandescentes e busquem substituir os carros por meios de transportes coletivos como ônibus, e alternativos como bicicletas.

O aquecimento global, de acordo com o estudo, já afeta as geleiras do Himalaia, que estão derretendo a uma taxa média de 10 metros por ano. "O derretimento causa problemas para as comunidade que dependem da água do derretida nas estações de seca. Essas alteração implicam impacto sobre a biodiversidade, até porque afetam o nível de água doce nos rios", explicou Scaramuza.

Na Índia, o mangue Sundarban, habitado por uma variedade de animais, como o tigre de

Bengala, corre o risco de desaparecer se o nível do mar começar a subir e as tempestades, na maioria das vezes violentas, se tornem mais fortes. A previsão da relatório da WWF é que até 2020 15% de 12 ilhas identificadas como vulneráveis na região do delta desapareceram, afetando mais de um milhão de pessoas.

As dez "maravilhas" que sofrem risco, segundo o WWF, são: floresta amazônica; geleiras do Himalaia; mangue Sundarban, na Índia; deserto Chihuahua, no México; as tartarugas gigantes no Caribe; rio Yangtze, na China; mar Bering, no Alaska; florestas do sudeste africano; ecossistema marinho do sudeste africano; e recifes de corais no Oceano Pacífico e Caribe.

## **9. Saiba mais sobre Mudanças Climáticas**

### **O que é aquecimento global?**

O aquecimento global é resultado do lançamento excessivo de gases de efeito estufa (GEEs), sobretudo o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), na atmosfera. Esses gases formam uma espécie de cobertor cada dia mais espesso que torna o planeta cada vez mais quente e não permite a saída de radiação solar.

### **O que é efeito estufa?**

O efeito estufa é um fenômeno natural para manter o planeta aquecido. Desta forma é possível a vida na Terra. O problema é que, ao lançar muitos gases de efeito estufa (GEEs) na atmosfera, o planeta se torna quente cada vez mais, podendo levar à extinção da vida na Terra.

### **Quais as causas das mudanças climáticas?**

As mudanças climáticas, outro nome para o aquecimento global, acontecem quando são lançados mais gases de efeito estufa (GEEs) do que as florestas e os oceanos são capazes de absorver.

### **Como são lançados os gases de efeito estufa?**

Isso acontece de diversas maneiras. As principais são: a queima de combustíveis fósseis (como petróleo, carvão e gás natural) e o desmatamento (no Brasil, o desmatamento é o principal responsável por nossas emissões de GEEs).

### **Quais os efeitos do aquecimento global?**

São várias as consequências das mudanças climáticas. Algumas delas já podem ser sentidas em diferentes partes do planeta como o aumento da intensidade de eventos de extremos climáticos (furacões, tempestades tropicais, inundações, ondas de calor, seca ou deslizamentos de terra). Além disso, os cientistas hoje já observam o aumento do nível do mar por causa do derretimento das calotas polares e o aumento da temperatura média do planeta em 0,8° C desde a Revolução Industrial. Acima de 2° C, efeitos potencialmente catastróficos poderiam acontecer, comprometendo seriamente os esforços de desenvolvimento dos países. Em alguns casos, países inteiros poderão ser engolidos pelo aumento do nível do mar e comunidades terão que migrar devido ao aumento das regiões áridas.

### **Como o desmatamento influencia na mudança do clima?**

Ao desmatar, muitas pessoas queimam a madeira que não tem valor comercial. O gás carbônico (CO<sub>2</sub>) contido na fumaça oriunda desse incêndio sobe para a atmosfera e se acumula a outros gases aumentando o efeito estufa. No Brasil, 75% das emissões são provenientes do desmatamento.

### **Quais as soluções para combater o aumento do efeito estufa?**

Existem várias maneiras de reduzir as emissões dos gases de efeito estufa. Diminuir o desmatamento, incentivar o uso de energias renováveis não-convencionais, eficiência energética e a reciclagem de materiais, melhorar o transporte público são algumas das possibilidades.

### **O que é Convenção do Clima?**

É uma reunião anual da Organização das Nações Unidas (ONU) onde os países membros discutem as questões mais importantes sobre mudanças climáticas. A primeira convenção mundial aconteceu em 1992. O nome oficial do evento é Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima (UNFCCC, sigla em inglês).

### **O que é Protocolo de Quioto?**

É o único tratado internacional que estipula reduções obrigatórias de emissões causadoras do efeito estufa. O documento foi ratificado por 168 países. Os Estados Unidos, maiores emissores mundiais, e a Austrália não fazem parte do Protocolo de Quioto.

## **OS NÚMEROS CRUÉIS DA MUDANÇA CLIMÁTICA**

Ao se abrir nesta semana uma nova rodada de negociações sobre o Protocolo de Kyoto em Bonn (de segunda-feira, 16/07 até sexta-feira, 27) e os líderes do G8 se reunirem em Genova, na Itália, a partir de sexta-feira, 20 de julho, a comunidade global se prepara para um embate climático entre os líderes da União Européia e o Governo Bush. Embora o Presidente Bush tenha questionado a necessidade das reduções de emissões exigidas pelo Protocolo do Kyoto, os relatórios científicos recentes do Painel Internacional sobre Mudança Climática e da Academia Nacional de Ciências dos Estados Unidos, são até mais duros que os anteriores em suas conclusões sobre a urgência da redução das emissões.

O [WWI-Worldwatch Institute](#) fornece informações sobre as perspectivas de reduções ainda maiores da dependência dos combustíveis fósseis, sobre as possibilidades de fontes alternativas de energia e sobre as graves conseqüências da mudança climática.

Uso de Combustíveis Fósseis e Energia Renovável.

· O consumo mundial de combustíveis fósseis caiu 0,2% em 2000, porém eles ainda representam 90% do consumo de energia comercial, com 25% da energia

mundial derivada do carvão e 41% do petróleo; o consumo global de petróleo aumentou 1,1% em 2000.

- O consumo mundial de carvão caiu 4,5% em 2000; a China, responsável por 25%, utilizou 3,5% menos carvão em 2000 do que em 1999.
- A energia eólica foi a fonte de energia de maior crescimento no mundo na última década, e cresceu 30% em 2000. A energia eólica representa menos de 1% da eletricidade em todo o mundo, porém recentemente ultrapassou 15% na Dinamarca.
- A produção de células solares elétricas deu um salto de 43% em 2000; comparativamente, a geração de energia nuclear aumentou apenas 0,5%.

### Emissões de Carbono

- As emissões globais de carbono caíram pelo terceiro ano consecutivo em 2000, para 6,3 bilhões de toneladas (-0,6%); as emissões globais de carbono aumentaram 6% na década de 90, em comparação ao ganho de 15% nos anos 80, 29% nos anos 70 e 58% nos anos 60.
- As emissões de carbono nos Estados Unidos, hoje, estão 13% acima dos níveis de 1990, contrastando fortemente com a meta de corte de 7% de gases de estufa, até 2010, com a qual os Estados Unidos se comprometeram em Kyoto; o aumento das emissões nos Estados Unidos, entre 1990 e 2000, excede o aumento conjunto da China, Índia e África.
- O Japão, com uma meta de redução de 6% até 2010, está hoje 13% acima da marca de 1990.
- As emissões de carbono da UE estão hoje 0,5% abaixo dos níveis de 1990, devido em grande parte às reduções substanciais da queima de carvão na Alemanha e no Reino Unido; serão necessários esforços adicionais para atingir a meta da UE de 8% abaixo dos níveis de 1990, até 2010, estabelecida em Kyoto,.
- As emissões de carbono na China caíram 18%, entre 1996 e 2000; por outro lado, as emissões aumentaram 80% na Coreia do Sul durante este período, e cresceram 57% na Índia.
- Nos Estados Unidos, as emissões de carbono dos veículos em 1997 (291 milhões de toneladas) excederam as emissões totais de praticamente todos os países; não houve melhoria na economia de combustível dos carros novos nos Estados Unidos, desde meados da década de 80, devido à crescente popularidade dos veículos utilitários esportivos.

### O Impacto da Mudança Climática

- Os cientistas detectaram uma redução de 40% na espessura média do gelo ártico, durante os últimos 40 anos; no ritmo atual de aquecimento, o Ártico poderá estar

sem gelo algum no verão em meados do século, afetando gravemente a Corrente do Golfo e o clima do norte da Europa.

· Cerca de 27% dos recifes de coral mundiais estão hoje gravemente danificados, contra 10% em 1992. Caso o aquecimento global persista, 60% de todos os recifes poderão estar perdidos até 2030 e, com eles, a proteção dos litorais contra ressacas.

Durante os anos 90, o custo econômico dos desastres naturais suplantou US\$ 608 bilhões, mais do que as quatro décadas anteriores, conjuntamente; à medida que o nível do mar continue a crescer e os eventos climáticos violentos se tornem mais comuns nas próximas décadas, nossa vulnerabilidade aos desastres naturais continuará a aumentar.

## **Efeito Estufa é muito pior do que se imaginava**

Um relatório divulgado em 12/07/2001 pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas da ONU, afirmou que as temperaturas globais vão aumentar, em média, 5,8° C até o fim do século. Tal aumento é quase duas vezes maior que o previsto há cinco anos.

Esta denúncia vem se somar a outras que asseguram que mudanças climáticas provocarão prejuízos nas colheitas e podem diminuir em um quarto a produção de alimentos nos países mais pobres.

O Relatório vai contra a justificativa dos EUA em não ratificar o Protocolo de Kyoto. O Presidente dos Estados Unidos, George W. Bush afirma que não há provas de que o aquecimento global esteja relacionado à poluição industrial. E desta forma, é injusto esperar que os Estados Unidos e outros países industrializados assumam a responsabilidade pelo problema.

Segundo especialistas a publicação do relatório aconteceu num momento decisivo. Na semana que vem, políticos de mais de 150 países vão se reunir em Bonn - Alemanha, numa tentativa de salvar o acordo.

Com os índices apontados no estudo, muitos países devem tentar convencer os Estados Unidos a ratificarem o Protocolo de Kyoto. Para que o Protocolo seja eficiente é necessário que os países industrializados, responsáveis pela maior parte da emissão, assinem o acordo.

Caso os Estados Unidos - responsáveis por 36% do total de CO2 lançado na atmosfera - não ratifiquem o protocolo, o Japão declara que também não o assina, tornando praticamente inviável se alcançar as metas de redução dos gases poluentes.

**CLIMA**

“**Clima**: sucessão habitual dos tipos de tempo num determinado local da superfície terrestre.”(Max Sorre)

“**Tempo**: conjunto de valores, que num dado momento e num certo lugar, caracterizam o estado atmosférico.”

Para compreender o clima de um determinado local, é preciso estudar os diversos tipos de tempo que costumam ocorrer durante vários anos seguidos. O resultado obtido nesse estudo é uma espécie de “síntese” dos tipos de tempo que ocorrem no local, ou clima. Tanto o “clima” como o “tempo” referem-se aos mesmos fenômenos atmosféricos: a temperatura e a insolação, a pressão atmosférica, os ventos, a umidade do ar e as precipitações (chuvas, neve, geada, orvalho e granizo).

Costuma-se descrever o clima de um lugar citando-se as médias aritméticas de temperatura, pluviosidade, etc., que são registradas em um determinado lugar, procedimento considerado incorreto, porque duas áreas podem ter as mesmas médias e apresentarem climas diferentes. O importante é saber a dinâmica atmosférica dessa área: as variações diárias anuais da temperatura, da umidade, da pressão atmosférica e o porquê dessas oscilações.

Uma classificação aceita em climatologia é a de Köppen, considerada tradicional, a qual não leva em consideração a dinâmica das massas de ar.

O elemento mais importante para a explicação da mudança no comportamento dos fenômenos atmosféricos são as massas de ar, pois estas constituem volumes da atmosfera que têm algumas propriedades em comum em virtude da área em que se localizam. Existem massas de ar polares, equatoriais, tropicais, oceânicas, continentais, entre outras, que se movem continuamente. O encontro de duas massas de ar com diferentes temperaturas recebe o nome de “frente”.

### **MASSAS DE AR QUE ATUAM NO BRASIL**

O ar atmosférico está sempre em movimento, na forma de massa de ar ou de vento. Se uma massa de ar possui características particulares de temperatura e umidade, torna-se responsável pelo tempo, e, portanto pelo clima de uma área. Dependendo da estação do ano, as massas avançam para o território brasileiro ou dele recuam. Seus avanços ou recuos é que vão determinar o clima.

<b>Massas</b>	<b>Características</b>
Massa Equatorial (mEa)	Quente e úmida, dominando a parte litorânea da Amazônia e do Nordeste em alguns momentos do ano, tem seu centro de origem no Oceano Atlântico.
Massa Equatorial Continental (mEc)	Quente e úmida, com centro de origem na parte ocidental da Amazônia, que domina a porção noroeste da Amazônia durante quase todo ano.
Massa Tropical Atlântica (mTa)	Quente e úmida originária do Oceano Atlântico nas imediações do trópico de Capricórnio e exerce enorme influência sobre a parte litorânea do Brasil.
Massa Tropical Continental (mTc)	Quente e seca, que se origina na depressão do Chaco, e abrange uma área de atuação muito limitada, permanecendo em sua região

Massas	Características
	de origem durante quase todo o ano.
Massa Polar Atlântica (mPa)	Fria e úmida, forma-se nas porções do Oceano Atlântico próximas à Patagônia. Atua mais no inverno quando entra no Brasil como uma frente fria, provocando chuvas e queda de temperatura.

## CLASSIFICAÇÃO DOS CLIMAS DO BRASIL

No Brasil, existem várias classificações climáticas, sendo uma delas feitas por Arthur **Strahler** e outra por Wilhem **Köppen**.

A classificação de **Strahler** baseia-se nas áreas da superfície terrestre, controladas ou dominadas pelas massas de ar:

Clima	Características
Clima Equatorial Úmido (convergência de alísios)	<p>Abrange a Amazônia, e se caracteriza por um clima equatorial continental, quase todo o ano. Em algumas porções litorâneas da Amazônia, há alguma influência da massa equatorial atlântica, que algumas vezes (no inverno) conduz a frente fria, atingindo o sul e o sudeste da região. Embora as massas de ar sejam em geral secas, a mEc é úmida por sua localização estar sobre uma área com rios caudalosos e com cobertura da Floresta Amazônica, que possui grande umidade pela transpiração dos vegetais. Portanto, é um clima úmido e quente.</p> <p>As médias anuais térmicas mensais vão de 24°C a 27°C, ocorrendo baixa amplitude térmica anual, com pequeno resfriamento no inverno. As médias pluviométricas são altas e a estação seca é curta. Por ser uma região de calmaria, devido ao encontro dos alísios do Hemisfério Norte com os do Sul, a maior parte das precipitações que aí ocorrem são chuvas de convecção.</p>
Clima litorâneo úmido	Abrange parte do território brasileiro próximo ao litoral. A massa de ar que exerce maior influência nesse clima é a tropical atlântica (mTa). Pode ser notado em duas principais estações: verão (chuvoso) e inverno (menos chuvoso), com médias térmicas e índices pluviométricos elevados; é um clima quente e úmido.
Clima tropical alternadamente úmido e seco	Abrange os estados de Minas Gerais e Goiás, parte de São Paulo, Mato Grosso do Sul, parte da Bahia, do Maranhão, do Piauí e do Ceará. É um clima tropical típico, quente e semi-úmido, com uma estação chuvosa (verão) e outra seca (inverno).
Clima tropical tendendo a seco pela irregularidade de ação das massas de ar ou	Abrange o Sertão do Nordeste, sendo um clima tropical próximo ao árido com médias anuais de pluviosidade inferior a 1000mm. As chuvas concentram-se num período de 3 meses. No Sertão Nordestino, é uma espécie de encontro de quatro sistemas

<b>Clima</b>	<b>Características</b>
clima semi-árido	atmosféricos oriundos das massas de ar mEc, mTa, mEa, mPa.
Clima subtropical úmido	Abrange o Brasil Meridional, porção localizada ao sul do Trópico de Capricórnio, com predominância da massa tropical atlântica, que provoca chuvas fortes. No inverno, tem frequência de penetração de frente polar, dando origem às chuvas frontais com precipitações devidas ao encontro da massa quente com a fria, onde ocorre a condensação do vapor de água atmosférico. O índice médio anual de pluviosidade é elevado e as chuvas são bem distribuídas durante todo o ano, fazendo com que não exista a estação da seca.

A classificação de **Köppen** baseia-se fundamentalmente na temperatura, na precipitação e na distribuição de valores de temperatura e precipitação durante as estações do ano.

Significado das letras:

<b>1ª letra</b>	<b>2ª letra</b>	<b>3ª letra</b>
<b>A</b> = clima quente e úmido	<b>f</b> = sempre úmido	<b>h</b> = quente
<b>B</b> = clima árido ou semi-árido	<b>m</b> = monçônico (com pequena estação seca)	<b>a</b> = verões quentes
<b>C</b> = clima subtropical ou temperado	<b>s</b> = chuvas de inverno	<b>b</b> = verões brandos
	<b>w</b> = chuvas de verão	

<b>Denominação</b>	<b>Área de Ocorrência</b>	<b>Características</b>
<b>Am</b> (equatorial)	Maior parte da Amazônia	Temperaturas elevadas: médias entre 25°C e 27°C. Pluviosidade elevada: médias de 1.500 a 2.500 mm/ano.
<b>Aw</b> (tropical)	Brasil Central; parte de Minas Gerais e da Bahia	Temperatura média entre 19°C e 28°C, pluviosidade média inferior a 2000 mm/ano. Duas estações bem definidas: o verão (chuvoso) e o inverno (seco).