

La Niña: um fenômeno oposto?

La Niña é o nome dado ao resfriamento das águas do Oceano Pacífico Equatorial. Na América do Sul, seus efeitos são exatamente opostos aos do *El Niño*, mas, em diversas partes do globo, isso não acontece. A Figura 2.13 mostra que a temperatura da superfície do mar, em dezembro de 1988, na ocorrência de um episódio *La Niña*, registraram-se anomalias menores que -1°C .

Em geral, os episódios do *La Niña* têm frequência de 2 a 7 anos e têm períodos de aproximadamente 9 a 12 meses.

Outro ponto a se destacar é que os valores das anomalias de temperatura da superfície do mar (TSM) em anos de *La Niña* têm desvios menores que em anos de *El Niño*. Ou seja: enquanto observam-se anomalias de até 4°C , 5°C acima da média em alguns anos de *El Niño*, em anos de *La Niña*, as maiores anomalias observadas não chegam a 4°C abaixo da média.

Na Figura 2.14 é possível verificar os efeitos do *La Niña* em todo o globo e comparar com os efeitos provocados pelo *El Niño* mostrados em figura anterior.

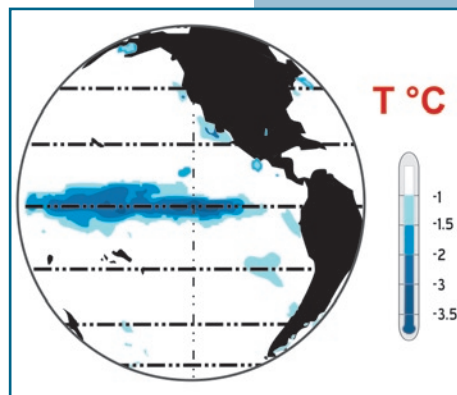


Figura 2.13. Anomalia de temperatura da superfície do mar em dezembro de 1988.

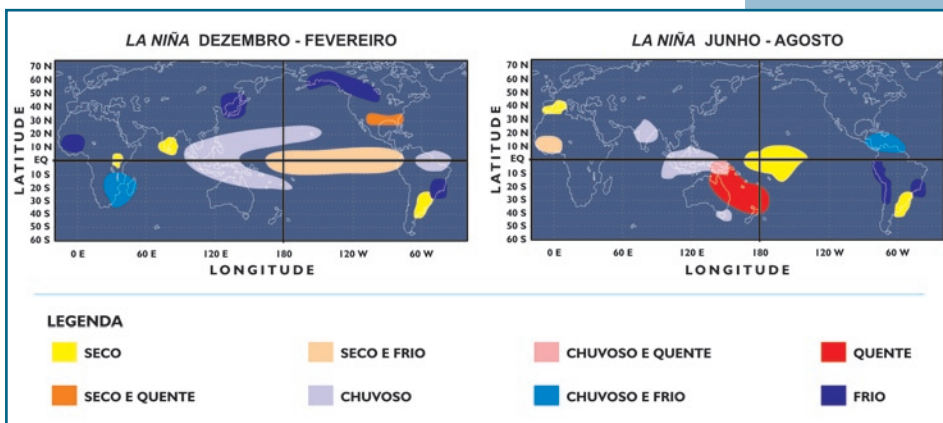


Figura 2.14. Principais impactos do fenômeno *La Niña* em todo o globo.

Adaptada por Heluiza Bragança (AEB/Programa AEB Escola). <http://www.cptec.inpe.br/>

Adaptada por Rogério Castro (AEB/Programa AEB Escola). <http://enos.cptec.inpe.br/>



Figura 2.15. *La Niña*: as chuvas no Brasil se intensificam em várias regiões nos períodos em que ocorre o fenômeno.

Principais efeitos do *La Niña* no País

O fenômeno *La Niña*, como o *El Niño*, também pode provocar aumento no volume de chuvas em alguns pontos do País. No entanto, na Região Sul, a tendência é de diminuição na precipitação, de junho até fevereiro. O detalhamento dos efeitos do fenômeno no Brasil pode ser visto na Figura 2.15.

Saiba mais...



Poderíamos viver uma situação de *El Niño* quase permanente?

Estudos feitos usando modelos que simulam o comportamento dos oceanos e da atmosfera, chamados modelos climáticos, mostram um aumento da temperatura da superfície do mar no Oceano Pacífico Equatorial durante o século 21, o que sugere uma situação futura de *El Niño* quase permanente. As causas deste aumento da temperatura do Pacífico Equatorial não são totalmente conhecidas e há incertezas nas projeções. Apesar disso, os modelos climáticos são úteis por indicarem uma tendência.

O recado está dado: se persistirem as tendências atuais, teremos que conviver permanentemente com fenômenos de impacto significativo sobre o clima do planeta, num contexto no qual nosso país está plenamente inserido. Considere uma situação duradoura de um fenômeno como o *El Niño* e imagine as profundas alterações de toda ordem que isso acarretaria. Como qualquer tema ligado às mudanças climáticas, este também revela facetas preocupantes.

CONCLUINDO

Temos que conhecer os processos naturais que envolvem os fenômenos climáticos para entender e estudar a influência

das atividades humanas no aquecimento global. Estudar a formação da Terra é fundamental para isso: afinal, ajuda-nos a entender como fatores geológicos, sua posição no Sistema Solar, além de fenômenos climáticos naturais, como *El Niño* e *La Niña*, ocasionam as mudanças climáticas naturais.

Nesse cenário, percebe-se, com clareza, que ter conhecimento das alternâncias de períodos quentes e frios na Terra é necessário para entender o panorama climático atual. Os diversos estudos científicos publicados, principalmente ao longo do século 21, têm ajudado os meteorologistas, atualmente, a prever e a entender as oscilações do clima, por que elas ocorrem e com que periodicidade.

A presença de aerossóis, e não só de gases de efeito estufa, impacta o clima. A Terra não é estática – e essa conclusão não se atém somente ao seu período de formação que levou aos continentes como conhecemos hoje –, mas está em constante transformação. E as condições climáticas têm relação com processos decorrentes dessa transformação, como as erupções vulcânicas, por exemplo. Afinal, quando os vulcões entram em erupção, podem modificar substancialmente a composição de aerossóis presentes na atmosfera.

Além disso, o planeta passa por mudanças climáticas na ocorrência de fenômenos naturais como *El Niño* e *La Niña*. Todos esses fatores precisam ser conhecidos e devidamente estudados não só para efeito de previsão do tempo, mas, especialmente, para o entendimento das mudanças climáticas naturais e, conseqüentemente, para que, à luz do conhecimento, possamos saber exatamente onde está o impacto da ação do ser humano e separar seus efeitos nas mudanças do clima.



LEITURA COMPLEMENTAR

O QUE DIZ A CIÊNCIA SOBRE A EVOLUÇÃO DA TERRA

As idéias científicas sobre a evolução da Terra começaram a surgir há uns 400 anos, mas até o início do século passado ainda não havia consenso na comunidade científica sobre a explicação de que a Terra teria sido uma massa continental só em eras passadas e que, depois, essa massa teria dado origem aos continentes como hoje conhecemos.

Os cartógrafos europeus foram os primeiros a apresentar a suposição de que os continentes estiveram unidos, pela similaridade do contorno das Américas, dedução que ficou mais clara depois das viagens de Colombo e Cabral que resultaram na descoberta do Novo Mundo. A teoria foi apresentada, pela primeira vez, no século 16 e, depois disso, vários estudiosos a investigaram até chegar à teoria hoje aceita.

Foi o alemão Alfred Wegener (1880-1930) que, pela primeira vez, propôs a idéia da deriva continental, com base na forma dos continentes. Em 1912, ele publicou seu primeiro trabalho sobre a deriva dos continentes, propondo que, há cerca de 200 milhões de anos, todas as massas emersas de terra estariam reunidas em um único supercontinente chamado de Pangéia, envolto por um mar universal chamado de Pantalassa.

A diferença entre o trabalho de Wegener e outros até então realizados consiste no fato de que sua teoria é consubstanciada em argumentos sólidos e em dados levantados por diversas áreas do conhecimento científico: geografia, geologia, biologia e climatologia.

Alfred Lothar Wegener (1880-1930), meteorologista e geofísico. Participou, como meteorologista, das expedições polares dinamarquesas na Groenlândia. Em 1915, expôs a sua teoria da “deriva dos continentes”, reafirmada 50 anos depois pela teoria da tectônica das placas.

Uma massa de terra única

Evidências paleológicas comprovavam que a Terra possuía um continente só. Wegener relatou a ocorrência, nos continentes atuais, de fósseis comuns de espécies vegetais e animais, coletados em diversas partes do mundo, inclusive no Brasil.

Wegener mostrou também evidências geológicas que comprovavam a teoria. Ele argumentou, por exemplo, que algumas cadeias montanhosas que se encontravam brusca-mente interrompidas – caso de cadeias na Argentina e África do Sul – adquiriam perfeita continuidade quando se junta-vam à América e à África.

Entretanto, o argumento geológico mais forte está relaciona-do com o empilhamento **estratigráfico** de rochas, que ocor-re no nordeste da Índia, na região Antártica, no sudeste da América do Sul, no leste da África e na Austrália. São rochas com idades variando entre 300 milhões e 135 milhões de anos de idade. Esta sucessão de rochas é resultante dos mesmos processos tectônicos e deposicionais, mas elas estão distri-buídas em diferentes áreas, o que reforça a idéia da junção dos continentes no Hemisfério Sul em épocas anteriores a 135 milhões de anos atrás.



Figura 2.16. Pangéia e Pantalassa: configuração dos continentes e oceanos há cerca de 200 milhões de anos.



Estratigráfico:

vem de estratigra-fia, que é o estudo da sucessão das camadas, ou estratos, que aparecem num corte geológico. A paleontologia fornece muitos subsídios à estratigra-fia, não só relativas como absolutas. O estudo estratigráfico deve ser aliado ao paleontológico, pois nas regiões falhadas e dobradas é muito incerto datar os dobra-mentos e as camadas sem uma boa base paleontológica.

Wegener, todavia, acreditava que a força para impulsionar a movimentação dos continentes seria derivada das marés e da própria rotação da Terra. Faltava uma explicação sobre que tipo de força seria capaz de mover tão grandes massas como os continentes a distâncias tão grandes. Por isso, a teoria, quando proposta, sofreu forte oposição dos principais cientistas. Durante alguns anos, a teoria apresentada por Wegener chegou a cair no esquecimento.

Finalmente, um consenso

Nos anos 60, estudos nesse sentido foram retomados e ganharam força. A grande evolução científica do período trouxe novas informações, em especial nos campos da geologia e da geofísica marinha. Isso propiciou, por exemplo, um melhor conhecimento do fundo dos oceanos e uma maior precisão na indicação de regiões passíveis de ocorrência de terremotos. Por consequência, em 1967 e 1968, com os trabalhos de J. Morgan, X. Le Pichon e D. McKenzie, surgiu a teoria da Tectônica de Placas.

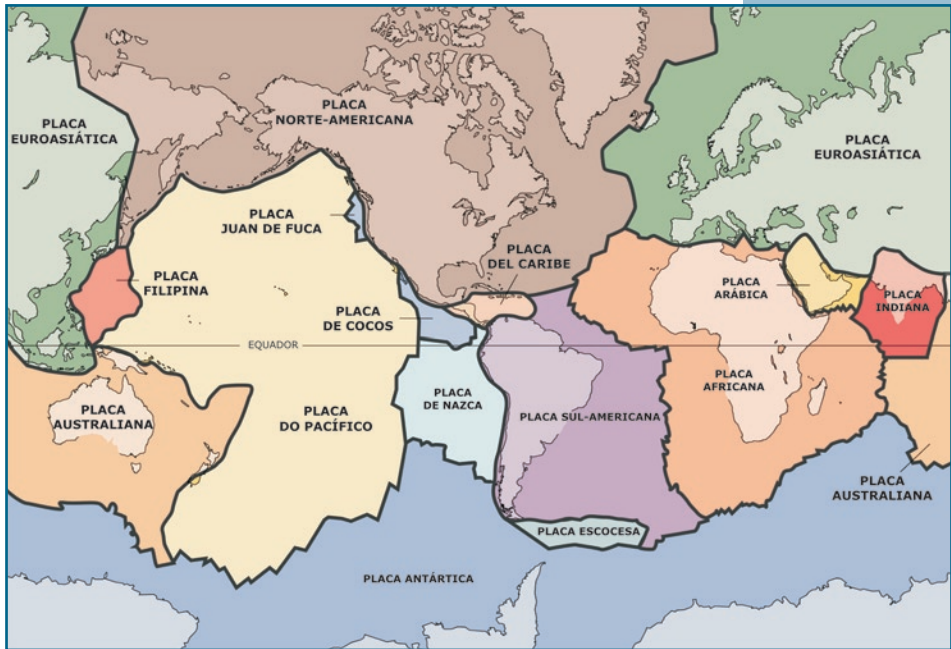
Essa teoria é hoje aceita praticamente em todo o mundo, pelos cientistas, para explicar o fenômeno da deriva dos continentes, por ter sido detectada, pela primeira vez, a expansão dos fundos oceânicos. A teoria da Tectônica de Placas postula que:

- a. toda a crosta, camada terrestre que tem cerca de 40 km de espessura, e a parte superior do manto terrestre, até cerca de 100 km de profundidade, estão quebradas em um determinado número de placas rígidas. Essas placas se deslocam com movimentos horizontais, que podem ser representados como rotações em relação ao eixo que passa pelo centro da Terra;
- b. as placas se deslocam, deslizam ou colidem umas contra as outras a uma velocidade de 1 cm a 20 cm/ano;
- c. a dissipação de calor a partir do manto gere a energia necessária para produzir o movimento das placas. Estudos do interior da Terra mostraram que houve períodos de rápidas **convecções** do manto, que teriam levado os continentes a se subdividir.



Convecção:

transferência de calor pelo movimento de um fluido, como ar ou água, no sentido vertical ou diferente daquele predominante. A convecção natural ocorre por uma diferença de densidade causada por uma diferença de temperatura.



Adaptada por Rogério Castro (AEB/Programa AEB Escola).
United States Geological Survey (USGS). www.usgs.gov/

Figura 2.17. Configuração atual das principais placas tectônicas que formam a Terra.

Inspirados na idéia de Wegener, muitos outros geocientistas aprimoraram a reconstituição do movimento dos continentes, que teria ocorrido na seguinte seqüência:

1. Num tempo anterior a 300 milhões de anos, havia formas continentais em movimento que não são exatamente conhecidas.
2. Depois, entre 300 milhões e 225 milhões de anos atrás, forma-se a Pangéia, continente cercado por um só oceano chamado de Pantalassa.
3. Entre 200 milhões e 180 milhões de anos atrás, houve a separação da Pangéia em dois blocos: Gondwana e Laurásia. Depois, o Gondwana rompeu-se em dois sub-blocos: um deles, o sub-bloco 1, compreendia o que hoje é a África e a América do Sul e o outro, o sub-bloco 2, compreendia a Antártica, a Índia e a Austrália. Nesse intervalo, registrou-se o avanço do Mar de Tétis entre os blocos subdivididos.

4. Há 135 milhões de anos, começou o rompimento do sub-bloco 1, separando a América do Sul da África, e a separação da Índia do sub-bloco 2.
5. Por último, de 65 milhões de anos atrás até os dias de hoje, constata-se um movimento de rotação da África para o norte, indo de encontro à Eurásia: choque da Índia com a Ásia; separação da América do Norte da Eurásia; separação da Austrália da Antártica.

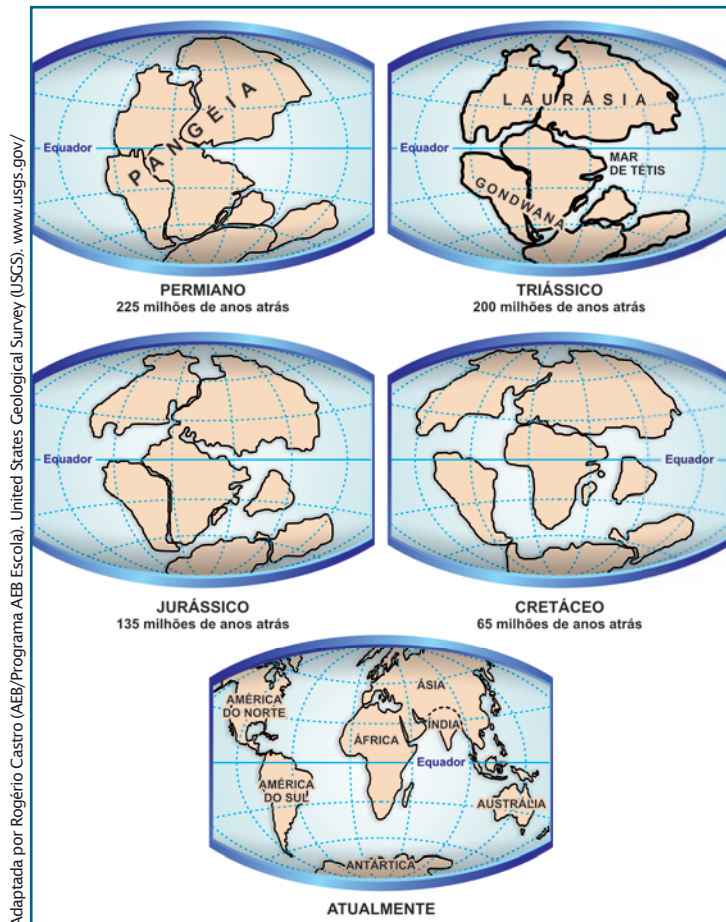
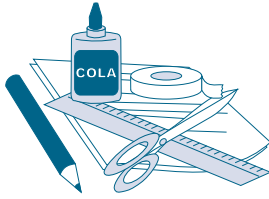


Figura 2.18. Reconstituição do movimento dos continentes até a configuração atual.



ATIVIDADES

A TERRA EM MOVIMENTO

Giovanni Dolif Neto (Inpe), Maria Emília Mello Gomes (AEB/Programa AEB Escola), Lana Nárcia Leite da Silveira (EEB) e Claudete Nogueira da Silva (AEB/Programa AEB Escola).

Apresentação

Os climas estão constantemente mudando. Isso acontece, em parte, porque os continentes estão constantemente se movendo, lentamente, causando também mudanças na forma e no tamanho dos oceanos.

Existem inúmeras e diferentes pistas que nos mostram a maneira como o clima tem mudado. O carvão mineral existe apenas onde um dia houve um pântano tropical. No entanto, o carvão mineral é encontrado em diferentes partes do planeta. Existe carvão mineral até na Antártica, o que indica que o clima na Antártica já foi tropical um dia.

O tamanho das montanhas do Himalaia está aumentando porque a Índia está sendo empurrada para dentro da Ásia, forçando as rochas que foram formadas no fundo do oceano a se elevarem a grandes altitudes.

O Mediterrâneo foi tudo o que restou de um antigo oceano chamado “Tetis”. Durante a idade do gelo, quando o nível do mar diminuiu, ele foi reduzido a uma cadeia de lagos.

Os cientistas que investigam os climas do passado são chamados de “paleoclimatologistas”. As suas descobertas nos ajudam a entender a maneira como a atmosfera trabalha e, também, a prever melhor as mudanças do clima no futuro.

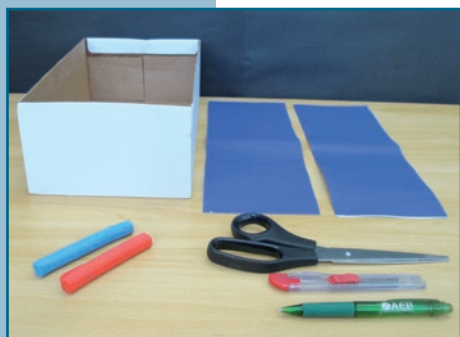
Objetivo

Entender os processos de movimentação da crosta terrestre que provocaram alterações climáticas ao longo da história do nosso planeta.

Sugestão de problematização

Por que os continentes, como a Antártica, já tiveram um clima bem diferente? Como aconteceu a movimentação dos continentes sobre a crosta terrestre?

Materiais



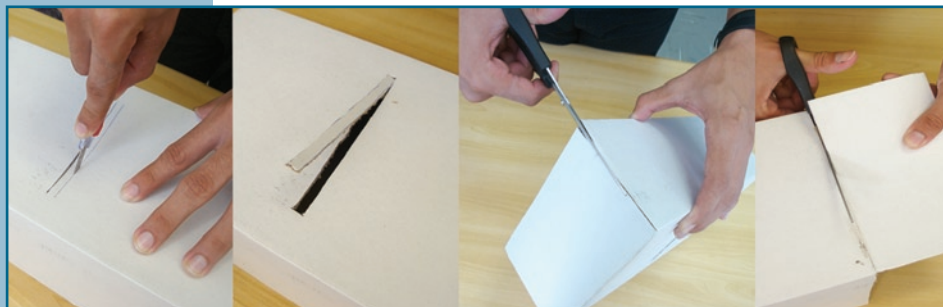
Acervo AEB.

Figura 2.19. Materiais.

- Folha de papel colorida (azul, verde, marrom)
- Massa de modelar
- 1 tesoura
- 1 caixa de papelão (pode ser caixa de sapato)
- 1 estilete
- 1 caneta

Procedimentos

1. Corte uma abertura no meio do fundo da caixa de papelão, conforme ilustrado na Figura 2.20, e recorte duas laterais paralelas da caixa.



Acervo AEB.

Figura 2.20A, B, C e D. Demonstração do procedimento 1.

2. Corte duas folhas de papel com a largura da abertura feita na caixa de papelão. Essas metades de papel serão as placas tectônicas empurrando os continentes.

3. Insira as duas extremidades das folhas na abertura no fundo da caixa. Escolha dois rolos de massa de modelar e coloque-os sobre as folhas. Eles vão ser pesos, representando continentes. Segure com a mão essas duas extremidades e faça movimentos de puxar e empurrar para ver como se movimentam as “placas tectônicas” e os “continentes”.

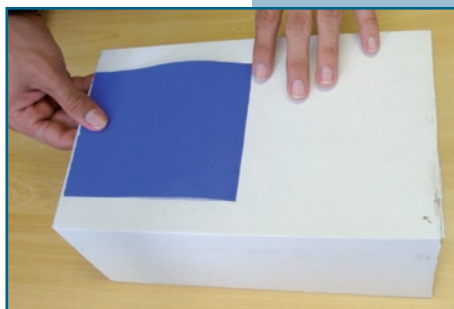


Figura 2.21. Demonstração do procedimento 2.

Acervo AEB.

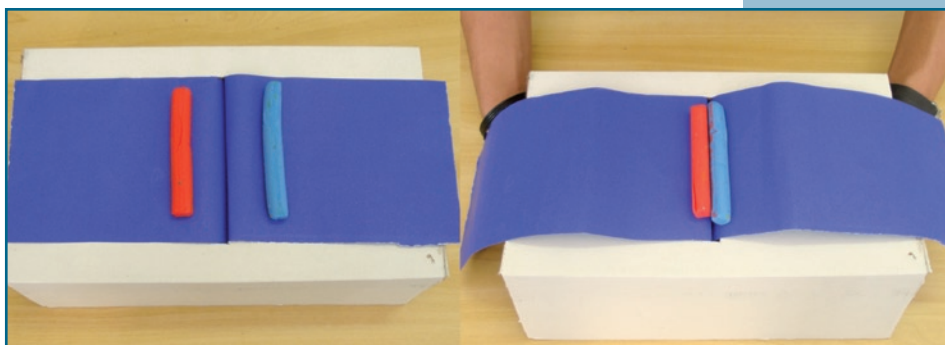


Figura 2.22A e B. Demonstração do procedimento 3.

Acervo AEB.

Orientações complementares

A crosta terrestre é feita de pedaços de rocha, chamados placas tectônicas, as quais se movem umas em relação às outras. Há sete grandes placas tectônicas, incluindo a Norte-Americana, a Africana e a Eurasiana, além de várias outras placas tectônicas menores, como as placas tectônicas Caribenha e Arábica. Onde as placas tectônicas se afastam, novas rochas surgem do interior da crosta.

Nas regiões onde duas placas tectônicas colidem, uma delas afunda por baixo da outra, de volta para o manto da Terra.

Algumas placas tectônicas se movem lado a lado, mas em direções diferentes, ao longo de falhas.

Você pode mostrar como esse movimento de placas tectônicas tanto movimentam os continentes como cria material vindo de baixo da superfície para formar uma nova crosta.

Possíveis desdobramentos

Explore outros fenômenos que são consequência da movimentação das placas tectônicas, como terremotos, vulcanismos, magmatismo etc.

Monte um quebra-cabeças com mapas do planeta ao longo do tempo, de modo a demonstrar a movimentação das placas tectônicas.

Atenção! A atividade aqui expostas deve ser desenvolvida, de preferência, sob a supervisão do professor. Vale lembrar que é sempre recomendável cuidado no manuseio de materiais como tesoura, fósforo e outros que podem ferir quando usados inadequadamente.

EIXO DE ROTAÇÃO DA TERRA

Giovanni Dolif Neto (Inpe), João Batista Garcia Canalle (UERJ) e Maria Emília Mello Gomes (AEB/Programa AEB Escola).

Apresentação

A Terra gira no seu próprio eixo, completando uma revolução (volta em torno do eixo) a cada 24 horas. Dia e noite se movem sobre a Terra à medida que ela gira.

Nosso planeta também gira em torno do Sol e leva um ano para completar essa órbita (volta em torno do Sol). A razão pela qual existem diferentes estações no ano é que o eixo de rotação da Terra é inclinado em relação à perpendicular ao plano da órbita. Isso significa que, enquanto a Terra segue sua órbita em torno do Sol, primeiro, um dos hemisférios do nosso planeta recebe mais luz do que o outro, e o Sol parece se mover na direção norte-sul ao longo do ano.

No hemisfério que recebe mais luz e, portanto, também recebe maior insolação, a estação é o verão. Por outro lado, nesse mesmo período será inverno no outro hemisfério, pois este estará recebendo a menor quantidade de luz (insolação) do ano. Nessa “migração norte-sul do Sol”, num determinado dia ele passa a pino por cima da Linha do Equador. Esse dia é chamado de equinócio.

Ocorrem dois equinócios por ano, aproximadamente em torno de 21 de março e 21 de setembro. Quando o equinócio acontece, tem início a primavera no hemisfério que estava no inverno e tem início o outono no hemisfério que estava no verão.

Quando o Sol atinge o ponto máximo de sua migração norte-sul, ele estará exatamente sobre o Trópico de Capricórnio

(Hemisfério Sul) ou sobre o Trópico de Câncer (Hemisfério Norte). Esse dia tem o nome de solstício. O solstício caracteriza o início do inverno quando o Sol está sobre o trópico do hemisfério oposto e caracteriza o início do verão no hemisfério cujo trópico está recebendo diretamente a luz do Sol.

Objetivos

1. Entender por que acontecem as mudanças de estações ao longo do ano.
2. Perceber a importância da inclinação do eixo de rotação da Terra para o clima.

Sugestão de problematização

Por que existem diferentes estações ao longo do ano? Por que as regiões polares têm seis meses de dia e seis meses de noite? Qual a influência da inclinação do eixo de rotação do nosso planeta no clima? Qual a influência da inclinação do eixo de rotação do nosso planeta nas estações do ano?

Materiais



Acervo AEB.

Figura 2.23. Materiais.

- Massa de modelar: 2 brancas e 1 de outra cor
- 1 palito de madeira
- 1 lanterna
- 1 copo

Procedimentos



Acervo AEB.

Figura 2.24. Demonstração do procedimento 1.

1. Com a massa de modelar branca, faça uma bola de 35 mm de diâmetro, a qual representará a Terra.
2. Com a massa de modelar de outra cor, faça um rolo fino e prenda na bola branca, circundando-a,

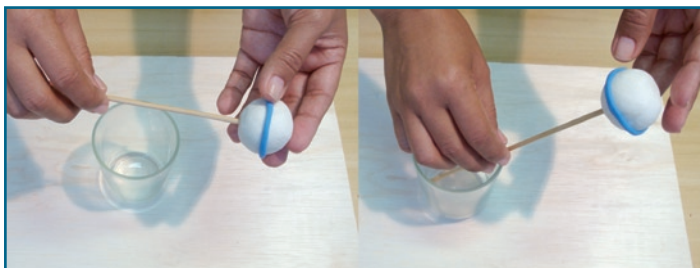
de modo que a divida ao meio. Esta linha representa o Equador terrestre.



Acervo AEB.

Figura 2.25A, B, e C. Demonstração do procedimento 2.

3. Coloque o palito no centro da parte superior da bola, mas de forma que fique perpendicular ao “plano do Equador”, afinal o palito representa o eixo de rotação da terra.
4. Coloque o palito em uma superfície de forma inclinada, de maneira que seja possível girá-lo e que o palito fique inclinado. Uma solução é colocar o palito dentro de um copo.



Acervo AEB.

Figuras 2.26. Demonstração dos procedimentos 3 e 4.

5. Posicione a lanterna de modo que ilumine lateralmente a bola, sendo que a inclinação do palito deve ficar na direção da lanterna. Apague as luzes. Gire o palito de forma que a parte superior da bola fique primeiro sob a luz, depois na sombra.

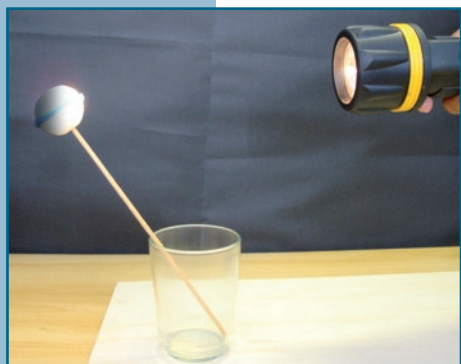
A sombra vai representar a noite e a luz representará o dia. Perceba como a parte inferior da bola (Hemisfério Sul) nunca recebe luz e a parte superior da bola (Hemisfério Norte) está sempre com luz. Isso



Acervo AEB.

Figura 2.27. Demonstração do procedimento 5.

significa que é verão no Hemisfério Norte e inverno no Hemisfério Sul.



Acervo AEB.

Figura 2.28. Demonstração do procedimento 6.

6. Seis meses depois a terra vai estar numa posição diametralmente oposta e você verá que o Hemisfério Sul da bola estará mais iluminado do que o Hemisfério Norte. É esta a posição da Terra com relação ao Sol, quando é inverno no Hemisfério Norte e verão no Hemisfério Sul. Na figura para ilustrar este fato, mudamos a direção da inclinação do palito, porém este tem sempre a mesma dire-

ção ao longo de todo o ano.

Orientações complementares

A Terra recebe a mesma quantidade de calor e luz do Sol em cada dia do ano, mas eles não são distribuídos uniformemente. Quando o Sol está alto no céu, no lugar onde você mora, ele brilha mais intensamente na superfície, fazendo a temperatura ficar mais alta. Quando o Sol está baixo no céu, no lugar onde você vive, a mesma quantidade de luz, chamada também de insolação, é distribuída numa área bem maior e, portanto, a temperatura é menor. Isso acontece ao longo do ano, caracterizando as estações.

Por outro lado, o número de horas de luz do dia é o mesmo em todos os dias do ano apenas sobre a Linha do Equador. À medida que nos afastamos do Equador em direção aos pólos, a diferença de duração do dia e da noite ao longo do ano é maior. Nos pólos, o dia dura seis meses e a noite, os outros seis meses do ano. Essas variações na duração do dia e da noite ao longo do ano se devem à inclinação do eixo de rotação da Terra.

Nos equinócios, o dia e a noite possuem a mesma duração, enquanto nos solstícios têm os extremos de noite mais longa e dia mais longo do ano.

Na cidade de São Paulo, por exemplo, o dia com o maior número de horas de luz acontece aproximadamente em 21 de dezembro, quando ocorre o solstício de verão. Conseqüentemente, seis meses depois, acontece o dia com o menor número de horas de luz por volta do dia 21 de junho, sendo este o solstício de inverno. Entre um solstício e outro, a duração do dia e da noite varia cerca de 1 minuto por dia na cidade de São Paulo e também ao longo de toda a linha de latitude igual à da cidade de São Paulo (Latitude $-23^{\circ} 32' e 51''$).

Possíveis desdobramentos

Pesquise a influência das estações na produção de alimentos no Brasil por região e o impacto disso na economia e nos hábitos das populações dessas regiões.

Estude como as estações influenciam o ritmo de vida dos animais e das plantas nos dois hemisférios.

FAZENDO SEU PRÓPRIO *EL NIÑO*

Gilvan Sampaio de Oliveira (Inpe), Giovanni Dolif Neto (Inpe), Maria Emília Mello Gomes (AEB/Programa AEB Escola), Lana Nárcia Leite da Silveira (EEB) e Claudete Nogueira da Silva (AEB/Programa AEB Escola).

Apresentação

Um componente do sistema climático da Terra é representado pela interação entre a superfície dos oceanos e a baixa atmosfera adjacente a ela. Os processos de troca de energia e umidade entre elas determinam o comportamento do clima e alterações destes processos podem afetar o clima regional e global.

O *El Niño* representa o aquecimento anormal das águas superficiais e subsuperficiais do Oceano Pacífico Equatorial. A palavra *El Niño* é derivada do espanhol e refere-se à presença de águas quentes que aparecem na costa norte do Peru na época de Natal, com frequência de 2 a 7 anos. Os pescadores do Peru e do Equador chamaram esta presença de águas mais quentes de *Corriente El Niño* em referência ao *Niño Jesus* ou Menino Jesus.

Na atualidade, as anomalias do sistema climático que são mundialmente conhecidas como *El Niño* e *La Niña* representam uma alteração do Sistema Oceano-Atmosfera no Oceano Pacífico tropical, e têm conseqüências no tempo, no clima e no planeta. Nesta definição, considera-se não somente a presença das águas quentes da *Corriente El Niño*, mas também as mudanças na atmosfera próxima à superfície do oceano, com o enfraquecimento dos ventos alísios (que sopram de leste para oeste) na região equatorial.

Com o aquecimento do oceano e com o enfraquecimento dos ventos, começam a ser observadas mudanças da circulação da

atmosfera nos níveis baixos e altos, determinando mudanças nos padrões de transporte de umidade e, portanto, variações na distribuição das chuvas em regiões tropicais e de latitudes médias e altas. Em algumas regiões do globo também é observado aumento, ou queda, de temperatura.

Nesta oficina, simularemos o que acontece com a atmosfera quando a água começa a ser aquecida no Oceano Pacífico. Essa mudança gera uma circulação totalmente diferenciada na atmosfera com grandes transtornos e modificações no clima em vários pontos do planeta.

Objetivo

Mostrar os efeitos do fenômeno por meio de simulação.

Sugestão de problematização

Normalmente os ventos sopram de leste para oeste através do Oceano e, assim, as águas mais quentes deslocam-se nesse sentido. O que acontece durante um fenômeno de *El Niño*? O fluxo permanece o mesmo ou se inverte?

Materiais

- 1 jarra
- Corante de alimentos vermelho ou de outra cor viva, ou óleo de cozinha
- Água fria e morna da torneira
- Régua
- 1 mergulhão
- Recipiente transparente (aquário de tom claro)

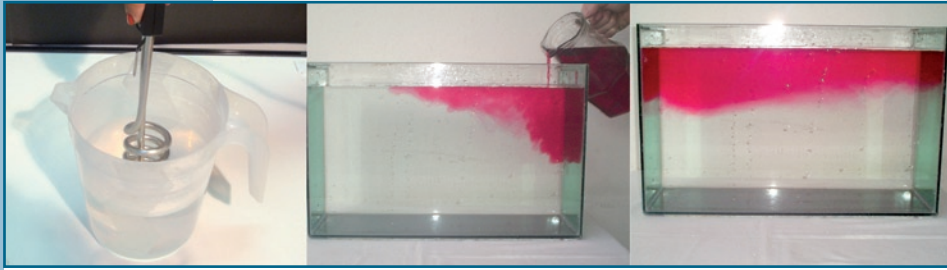


Figura 2.29. Materiais.

Procedimentos

1. Encha o recipiente com água fria, deixando 10 cm para encher. Coloque na jarra água morna e o corante de alimentos e misture bem.

2. Despeje a mistura no aquário.



Acervo AEB.

Figura 2.30A, B e C. Demonstração dos procedimentos 1 e 2.

3. Use a régua para medir a espessura da camada de água colorida e morna, de uma extremidade a outra do recipiente. A medida deverá ser a mesma nas duas extremidades.



Acervo AEB.

Figura 2.31. Demonstração do procedimento 4.

4. Para mover a água, assope com força a superfície da água em uma extremidade do aquário ou ligue um ventilador. Isso fará com que o corante se espalhe lentamente e chegue até a outra extremidade. Pare de assopear, de modo que a água morna flua de uma extremidade a outra.

Orientações Complementares

O que é o El Niño-Oscilação Sul (ENOS)?

Talvez a melhor maneira de se referir ao fenômeno *El Niño* seja pelo uso da terminologia mais técnica, que inclui as características oceânicas-atmosféricas, associadas ao aquecimento anormal do oceano Pacífico Tropical.

O ENOS, ou *El Niño*-Oscilação Sul representa de forma mais genérica um fenômeno de interação atmosfera-oceano, associado a alterações dos padrões normais da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) e dos ventos alísios na região do Pacífico Equatorial, entre a Costa Peruana e o Pacífico Oeste, próximo à Austrália.

Além de índices baseados nos valores da temperatura da superfície do mar no Oceano Pacífico Equatorial, o fenômeno ENOS pode ser também quantificado pelo Índice de Oscilação Sul (IOS).

Este índice representa a diferença de pressão ao nível do mar entre o Pacífico Central (Taiti) e o Pacífico Oeste (Darwin/Austrália), e está relacionado com as mudanças na circulação atmosférica nos níveis baixos da atmosfera, consequência do aquecimento/resfriamento das águas superficiais na região. Valores negativos e positivos da IOS são indicadores da ocorrência do *El Niño* e *La Niña* respectivamente.

Algumas observações importantes

Os eventos de *El Niño* e *La Niña* têm uma tendência a se alternar a cada 3-7 anos. Porém, de um evento ao seguinte, o intervalo pode mudar de 1 a 10 anos e suas intensidades podem variar bastante de caso a caso. Os *El Niño* mais intensos desde a existência de “observações” de TSM ocorreram em 1982-83 e 1997-98.

Algumas vezes, os eventos *El Niño* e *La Niña* tendem a ser intercalados por condições normais.

Como funciona a atmosfera durante uma situação normal e durante uma situação de *El Niño*?

El Niño resulta de uma interação entre a superfície do mar e a baixa atmosfera sobre o Oceano Pacífico tropical. O início e o fim do *El Niño* são determinados pela dinâmica do Sistema Oceano-Atmosfera, e a explicação física do processo é complicada.

Possíveis desdobramentos

Um outro experimento (tirado do livro *O El Niño e você* – o fenômeno climático, de Gilvan Sampaio de Oliveira) também poderá ser feito para visualizar melhor o que acontece em situações normais e o que ocorre quando há o aquecimento (*El Niño*):

- Imagine uma piscina cheia num dia ensolarado. Não poderá ser uma piscina muito grande;
- Coloque numa das bordas da piscina um grande ventilador, capaz de provocar movimentação da água;
- Ligue o ventilador;
- O vento irá gerar turbulência na água da piscina;
- Com o passar do tempo, você observará um repressamento da água no lado da piscina oposto ao ventilador e até um desnível, ou seja, o nível da água próximo ao ventilador será menor que o do lado oposto a ele, e isto ocorre porque o vento está “empurrando” as águas quentes superficiais para o outro lado, expondo águas mais frias das partes mais profundas da piscina.

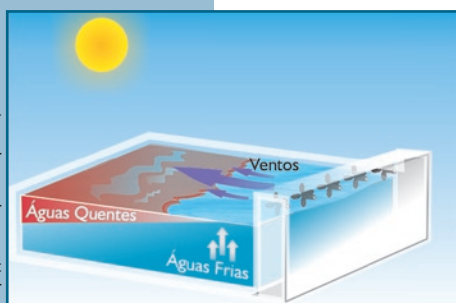


Figura 2.32. Modelo conceitual da célula de circulação de Walker e do padrão de circulação em todo o Pacífico Equatorial em anos normais.

A situação mostrada na Figura 2.32 é exatamente o que ocorre no Oceano Pacífico sem a presença do *El Niño*, ou seja, é esse o padrão de circulação que é observado. O ventilador faz o papel dos ventos alísios e a piscina, do Oceano Pacífico Equatorial.

Águas mais quentes são observadas no Oceano Pacífico Equatorial Oeste. Junto à costa oeste da América do Sul,

as águas do Pacífico são um pouco mais frias. Com isso, no Pacífico Oeste, por causa das águas serem mais quentes, há mais evaporação. Havendo evaporação, há a formação de nuvens numa grande área. Para que haja a formação de nuvens, o ar teve que subir.

O contrário acontece em regiões em que o ar vem dos altos níveis da troposfera (região da atmosfera entre a superfície e cerca de 15 km de altura) para os baixos níveis; raramente há a formação de nuvens de chuva. Mas até onde e para onde vai este ar?

Uma maneira mais simples de explicar isso é imaginar que a atmosfera é compensatória, ou seja, se o ar sobe numa determinada região, deverá descer em outra. Se em baixos níveis da atmosfera (próximo à superfície) os ventos são de oeste para leste, em altos níveis ocorre o contrário, ou seja, os ventos são de leste para oeste. Com isso, o ar que sobe no Pacífico Equatorial Central e Oeste e desce no Pacífico Leste (junto à costa oeste da América do Sul), juntamente com os ventos alísios em baixos níveis da atmosfera (de leste para oeste) e os ventos de oeste para leste em altos níveis da atmosfera, formam o que os meteorologistas chamam de célula de circulação de Walker, nome dado por Sir Gilbert Walker.

A Figura 2.33 mostra a célula de circulação de Walker, bem como o padrão de circulação em todo o Pacífico Equatorial em anos normais, ou seja, sem a presença do fenômeno *El Niño*.

Outro ponto importante é que os ventos alísios, junto à costa da América do Sul, favorecem um mecanismo chamado pelos oceanógrafos de “ressurgência”, que seria o afloramento de águas mais profundas do oceano. Estas águas mais frias têm mais oxigênio dissolvido e vêm carregadas de nutrientes e microrganismos vindos de maiores profundidades do mar, que vão servir de alimento para os peixes daquela região. Não é por acaso que a costa oeste da América do Sul é uma das regiões mais piscosas do mundo. Isso se deve ao fato de existir ali uma rica cadeia alimentar: os pássaros que vivem naquela região se alimentam dos peixes, que por sua vez se alimentam dos microrganismos e nutrientes daquela região.

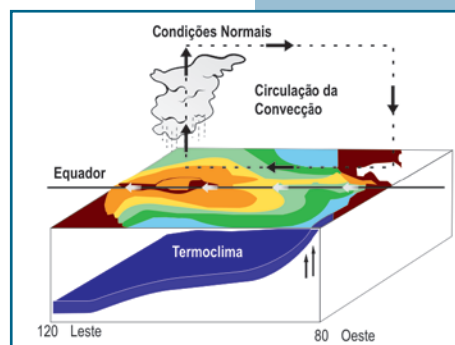


Figura 2.33. Circulação observada no Oceano Pacífico Equatorial em anos sem a presença do *El Niño* ou *La Niña*, ou seja, anos normais. A célula de circulação com movimentos ascendentes no Pacífico Central/Ocidental e movimentos descendentes no oeste da América do Sul e com ventos de leste para oeste próximos à superfície (ventos alísios, setas brancas) e de oeste para leste em altos níveis da troposfera é a chamada célula de Walker. No Oceano Pacífico, pode-se ver a região com águas mais quentes representadas pelas cores avermelhadas, e as mais frias pelas cores azuladas. Pode-se ver também a inclinação da termoclina, mais rasa junto à costa oeste da América do Sul e mais profunda no Pacífico Ocidental.

Dr. Michael McPhaden do Pacific Marine Environmental Laboratory (PMEL)/NOAA, Seattle, Washington, EUA.



André Silva (AEB/Programa AEB Escola),

capítulo 3

EVOLUÇÃO DA HUMANIDADE E DO CLIMA

Até bem pouco tempo, as discussões relativas aos danos causados ao meio ambiente devido à ação humana estiveram restritas a um reduzido número de pessoas, em geral, ambientalistas e acadêmicos. Mas, hoje, o que se vê é uma tomada de consciência de dimensões globais sobre a forma como as mudanças ambientais afetam todas as atividades humanas. É inegável que o meio ambiente é vital para a nossa sobrevivência no planeta, porque, afinal, o ambiente onde estamos inseridos interfere no nosso modo de viver, na nossa saúde, na nossa segurança e bem-estar, bem como na nossa qualidade de vida e na existência dos seres vivos.

Ao longo das três últimas décadas, tem-se tornado evidente que as atividades humanas passaram a ameaçar, de forma considerável, o equilíbrio do nosso planeta. Recursos naturais, como a água e o ar, em diversas regiões, encontram-se contaminados. Da mesma forma, vários ecossistemas são destruídos ou estão em avançado processo de devastação. Mais recentemente, ganhou destaque o processo de aquecimento global do planeta, fruto do aumento das concentrações dos **Gases de Efeito Estufa** (GEE) na atmosfera.

Especialistas apontam o aquecimento global como um dos mais graves problemas ambientais com que os habitantes do planeta terão que confrontar-se neste século, dentre os inúmeros impactos ambientais surgidos a partir da Revolução Industrial.

Já o aquecimento global que se registra nos dias de hoje é entendido como a elevação média da temperatura do ar, atribuída ao aumento da emissão de gases de efeito estufa pelas



Gases de Efeito

Estufa: constituintes da atmosfera, naturais e antrópicos, que absorvem e reemitem radiação infravermelha. Vimos no capítulo I, quando se falou sobre o efeito estufa natural, que, além do CO_2 e do vapor d'água, outros gases também contribuem para o efeito estufa, tais como o metano (CH_4) e os óxidos de nitrogênio (NO_x).

atividades humanas. Isso porque, apesar de o aquecimento global ser um fenômeno natural, a pressão do ser humano sobre a natureza (ações antropogênicas), cada vez maior após a Revolução Industrial, tem contribuído para intensificá-lo.

As emissões dos GEE têm-se elevado crescentemente devido ao aumento de atividades baseadas na queima de combustíveis fósseis, tais como usinas termelétricas, indústrias e veículos. Outras atividades que também emitem GEE são a agricultura, a deposição de lixo em aterros sanitários, o desmatamento e as mudanças dos usos da terra. É a emissão cada vez mais crescente desses gases, pela intensificação dessas atividades, que tem alterado a temperatura atmosférica e oceânica, representando uma ameaça para o clima do planeta.

O tema “mudanças climáticas globais” é complexo e envolve uma enormidade de fatores. Nem poderia ser diferente, em se tratando de um problema que afeta a humanidade como um todo e que tem origem na própria estrutura social e na forma de organização das sociedades. Todo esse contexto é fruto das disputas político-sociais que regem a forma como o ser humano se apropria do meio ambiente como meio de vida. Não é por outro motivo que as mudanças climáticas são consequência de muitos interesses e visões.

Neste capítulo, veremos como se deu a evolução da concentração dos GEE, devido à expansão da produção industrial. Abordaremos, também, o peso das atividades relacionadas à produção e ao uso de energia na intensificação do efeito estufa.

Em função disso, quer pela importância que os recursos energéticos têm no cotidiano da humanidade e no funcionamento das economias dos Estados Nacionais, quer pela sua contribuição ao aquecimento global, torna-se fundamental a compreensão da estrutura e do funcionamento do setor energético.

A humanidade muda, o clima muda

A energia está presente em todas as atividades humanas. É ela que possibilita o movimento dos automóveis, a iluminação das

casas e cidades, o funcionamento da indústria, o aquecimento ou resfriamento artificial dos ambientes, a produção de bens e serviços etc. A energia constitui-se no fator fundamental para a satisfação de quase todas as necessidades do ser humano.

Através dos tempos, o ser humano buscou apropriar-se dos recursos naturais por seu valor de uso, aproveitando os bens fornecidos pela natureza, como forma de garantir sua sobrevivência e seu conforto. Durante muito tempo, as trocas de bens e serviços não tinham valor monetário, nem eram voltadas para o acúmulo.

Depois, veio a sociedade do capital, em que os recursos naturais assumiram a dimensão de valor de troca, um fator de produção do capital e, portanto, de mercadoria. No processo contínuo de transformações da sociedade, o ser humano vem submetendo o meio ambiente e seus recursos aos seus desejos – que, muitas vezes, vão além de suas necessidades básicas de sobrevivência – sem se preocupar com o impacto de suas ações no ambiente natural.

Cabe registrar que a expansão sobre o uso dos recursos naturais segue refém do modelo de produção de bens e serviços em curso, uma vez que a energia, a água e o ar são vitais às atividades produtivas, e isso repercute diretamente nas relações socioeconômicas. Por isso, é fundamental entender como se dá o processo de produção e seu comportamento, em médio e longo prazos, para, então, conferir suas reais implicações no funcionamento dos sistemas econômicos e seus efeitos ambientais.

Dentre os diversos problemas ambientais frutos da ação humana, vem ganhando destaque no cenário mundial o quanto o ser humano é responsável pelo aumento médio da temperatura do planeta, ou seja, pela mudança global do clima.

As mudanças climáticas antropogênicas estão associadas ao aumento da poluição, queimadas, desmatamento e formação de ilhas de calor nas grandes cidades.

O aquecimento global, hoje, é uma das principais causas das mudanças climáticas que se registram nos últimos 100 anos. E, conforme se vê na Figura 3.1, está relacionado a fatores de caráter antropogênico.

Adaptada por Rogério Castro (AEB/Programa AEB Escola. CD Interativo "Mudanças Ambientais Globais". AEB. Impe.



Figura 3.1. As mudanças climáticas têm, entre suas causas, o aquecimento global do planeta.

A expansão da produção industrial, a partir do final do século 19, levou ao aumento da concentração de poluentes na atmosfera, que, por sua vez, intensificaram o efeito estufa. Com isso, verificou-se um crescente aumento da temperatura média da Terra, também chamado de aquecimento global. O principal agente desse processo é o gás carbônico, também conhecido como dióxido de carbono ou CO₂.

As conseqüências do aumento de temperatura são graves para todos os seres vivos, incluindo o ser humano. Estas conclusões foram obtidas após cuidadosa análise dos diversos cenários de emissões de gases de efeito estufa para os próximos cem anos.

As projeções indicam que haverá um aumento da temperatura média global entre 1,8°C e 4°C e um aumento do nível médio do mar entre 18 cm e 59 cm, o que pode afetar significativamente as atividades humanas e os ecossistemas terrestres. A Figura 3.2 mostra a evolução da temperatura a partir de 2000 e projeções até 2100, bem como projeções do aumento médio do nível do mar.

Originalmente, as mudanças climáticas naturais, que se iniciaram à época do surgimento da vida e da formação da atmosfera, permitiram que a temperatura global não baixasse a valores menores do que atualmente é registra-

do. Mas a Revolução Industrial contribuiu significativamente para o aumento da emissão de CO₂ e de outros gases de efeito estufa – devido à combustão

Na atualidade, 65% das emissões advêm das atividades relacionadas à produção e ao uso de energia.



do carvão, do petróleo e do gás natural –, intensificando o efeito estufa e, por consequência, o aumento da temperatura média da Terra.

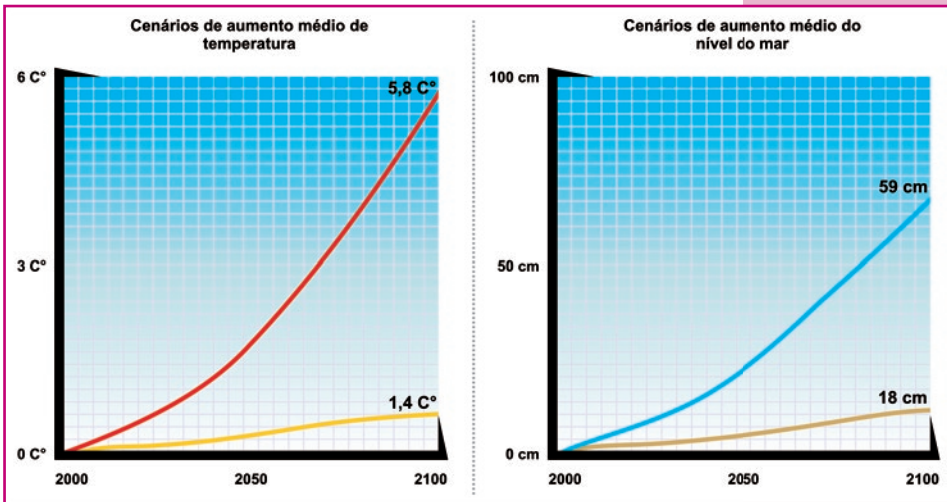


Figura 3.2. Projeções do aumento da temperatura e do nível do mar.

Atividades relacionadas à produção e ao uso de energia sempre responderam pela maior parcela das emissões de GEE. Na Figura 3.3, é possível verificar a distribuição percentual das atividades que contribuem para o aumento global da temperatura do ar, em que a energia corresponde a 65% das emissões mundiais.

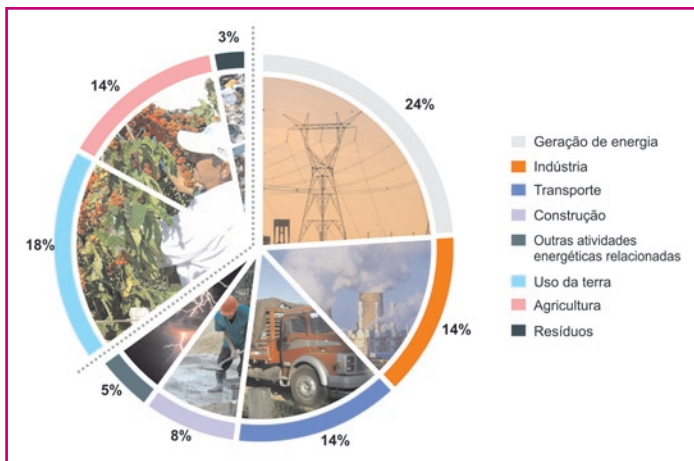


Figura 3.3. Participação percentual das atividades do ser humano que contribuem para a emissão de GEE.

Adaptada por Rogério Castro (AEB/Programa AEB Escola),
Stern Review: *The Economics of Climate Change - Part III: The Economics of Stabilisation*

Adaptada por Rogério Castro (AEB/Programa AEB Escola).
CD Interativo "Mudanças Ambientais Globais". AEB. Inpe.

A ENERGIA “AQUECE” O MUNDO

Em que pese o papel da energia como principal responsável pelo aquecimento do planeta, é praticamente inimaginável um mundo que abra mão de todos os benefícios e avanços possíveis de obtenção por meio do uso da energia. Assim, torna-se fundamental a compreensão da estrutura e do funcionamento do setor energético de forma a equacionar o dilema: a energia aquece a economia do mundo e aquece o mundo.

A significativa parcela de gases de efeito estufa antrópicos advém de uma série de atividades que são a base do funcionamento do mundo moderno, das quais se pode destacar:

- a. a queima de combustíveis fósseis no transporte, na indústria, na construção civil e no uso residencial – a utilização do carvão mineral, óleo combustível e gás natural para a geração de eletricidade em usinas termelétricas respondem pela maioria das emissões do setor energético, seguido do setor de transporte (individual, coletivo e de cargas), sendo 3/4 oriundas do transporte rodoviário;
- b. as atividades ligadas aos usos da terra e as suas mudanças, entre elas o desmatamento, a agropecuária e as queimadas;
- c. a produção de metano advinda do setor de energia, da agropecuária e de resíduos sólidos urbanos;
- d. a produção de óxido nitroso, advindo do manejo agrícola;
- e. a utilização de **F-gases** – hidrofluorcarbonos, perfluorcarbonos e hexafluoreto de enxofre – nos processos industriais. Ressalte-se que os F-gases, tais como o gás de refrigeração, não existem originalmente na natureza, sendo gerados unicamente por atividades humanas;
- f. Os processos industriais, como a produção de cimento e de produtos químicos, envolvem reações que liberam CO₂, além de emitir outros GEE.

Quando olhamos a distribuição das emissões de GEE por hemisfério, observamos que no Norte – bloco dos países industrializados – a grande parcela de suas emissões são originadas



F-gases: gases com flúor em sua composição, usados, principalmente, em equipamentos refrigeradores, como geladeiras e freezers e também em aparelhos de ar condicionado. Os F-gases são produzidos artificialmente pelo ser humano.

na produção e uso de energia. Já no Hemisfério Sul, as maiores fontes emissoras são oriundas da agricultura, da pecuária, das queimadas e do desmatamento. Conforme se vê na Figura 3.4, os países industrializados são os maiores emissores de GEE.

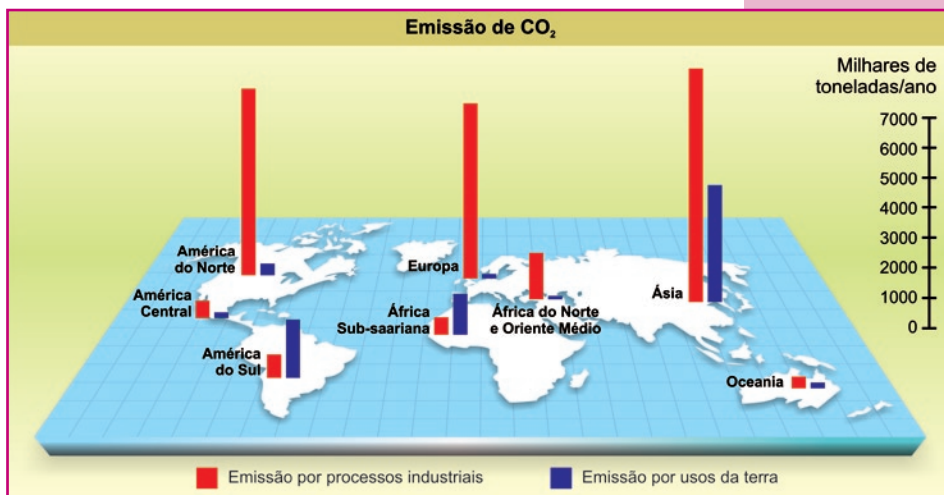


Figura 3.4. Emissão de GEE nos continentes.

A elevada participação da energia no total de emissões reflete o grau de importância que as tecnologias de conversão (geração), transporte (distribuição) e uso (equipamentos de uso final) assumiram no mundo após a Revolução Industrial.

Observando a nossa volta, facilmente concluiremos que a energia está presente em todas as atividades humanas. É ela que possibilita o movimento dos automóveis, a iluminação das casas e cidades, o funcionamento da indústria, o aquecimento ou resfriamento artificial dos ambientes, a produção de bens e serviços etc. A energia constitui-se no fator fundamental para a satisfação de quase todas as necessidades do ser humano.

Dessa forma, é importante que o ser humano domine técnicas de conversão da energia, ou seja, o controle do processo de obtenção da energia – térmica, mecânica, química, radiante e eletrônica – na forma que melhor se ajuste às necessidades exigidas pela sociedade, a partir da disponibilidade natural dos recursos.

Para discutirmos o processo de desenvolvimento humano e suas relações com o meio ambiente natural, precisamos

entender os avanços técnicos e tecnológicos que permitiram a exploração, produção e uso das fontes de energia. O desenvolvimento da humanidade, ao longo de sua existência, está estreitamente relacionado à evolução do domínio sobre a exploração e o uso das fontes de energia dispostas na natureza.

O mais primitivo sistema conversor de energia do qual o ser humano faz uso reside no seu próprio corpo. Primitivo por ter surgido primeiro, não por ser inferior. Ao contrário, é o mais complexo sistema conversor de energia. Por intermédio da digestão se processa a conversão da energia química, presente nos alimentos, em calor, energia muscular e cerebral.

Embora não tenhamos a velocidade de um felino, aumentamos nossa capacidade de deslocamento ao usarmos um cavalo ou um carro, por exemplo. Essa ampliação das capacidades corpóreas, ou seja, a exteriorização do corpo por intermédio de equipamentos e ferramentas possibilita ao ser humano utilizar duas formas básicas de obtenção de energia: os conversores orgânicos (uso de animais para a produção de energia mecânica) e os conversores inorgânicos, tais como máquinas elétricas e motores de combustão interna.

Enquanto a demanda humana por energia tem crescido, os recursos naturais, fonte primária de suprimento dessas necessidades, são limitados. A dinâmica das atividades econômicas inclui a procura da satisfação das necessidades humanas, de forma racional, frente às limitações naturais.

Por isso, é importante saber como os diversos estágios do conhecimento científico e dos domínios tecnológicos permitiram que diferentes fontes energéticas se estabelecessem ao longo da existência humana, por meio de variadas tecnologias de conversão, como forma de suprir os requerimentos em energia: a madeira, o vento, a energia hidráulica, o carvão, o petróleo, o gás natural, a energia nuclear e a solar.

O domínio do fogo, a máquina a vapor, dentre outros exemplos, constituem-se em importantes marcos no aproveitamento energético que deram ao ser humano um maior grau de liberdade, possibilitando a ampliação ou exteriorização de seu corpo.

Evolução do uso da energia

Fase 1

Os primeiros usos energéticos feitos pelo ser humano deram-se na utilização dos fluxos naturais de energia – o Sol, o vento e a água – de uma forma direta, sem equipamentos de conversão ou técnica. Outra parte do consumo estava ligada ao conteúdo energético presente nos alimentos.

Fase 2

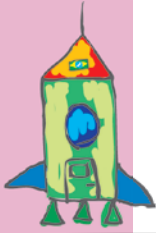
A segunda fase desta evolução tem início com o controle e uso do fogo, permitindo pela primeira vez ao ser humano o consumo de energia de uma forma acumulada. Com o domínio do uso do fogo, o ser humano passou a ter o controle de uma fonte de calor adicional, deixando de depender exclusivamente da disponibilidade descontínua do calor fornecido pelo Sol. Tornou-se possível, também, o uso energético para iluminação e cocção de alimentos.

Este é o momento histórico em que ocorrem vários desenvolvimentos tecnológicos simples. O aproveitamento de forças inorgânicas para a produção de trabalho mecânico torna-se viável com a descoberta da roda e da alavanca, com o desenvolvimento de técnicas de aproveitamento dos ventos para a navegação e da energia hidráulica em moinhos. Estas descobertas permitem ao ser humano melhorar a capacidade de uso dos fluxos energéticos, aperfeiçoar o aproveitamento da energia animada e inanimada e, por conseqüência, incrementar o seu consumo de energia.

Fase 3

A terceira fase é caracterizada pelo salto tecnológico conseguido com a máquina a vapor, cujo uso permitiu modificar simultaneamente as condições de oferta e demanda de energia.

Esta etapa marca também um novo estágio no processo de ampliação do corpo humano, permitindo, pela primeira vez, que o ser humano dispusesse, de forma externa e



A máquina a vapor reorganiza as relações entre ser humano e energia. O relógio, o moinho de vento e o moinho d'água utilizam as forças de um meio que deixam intacto; em oposição, a “máquina de fogo” consome as matérias das quais ela tira sua energia. (Hémerly, p. 140, 1993).

independente de suas capacidades físicas, de uma força motriz possível de modulação quanto à potência, controle de movimento e disponibilidade no tempo e no espaço.

O uso massivo dos combustíveis fósseis pela humanidade constitui um novo marco no aproveitamento dos processos

naturais de acumulação e concentração de energia. Os combustíveis fósseis têm sua origem na energia solar acumulada em plantas e/ou animais submetidos a uma série de processos de concentração e compactação que demanda milhões de anos.

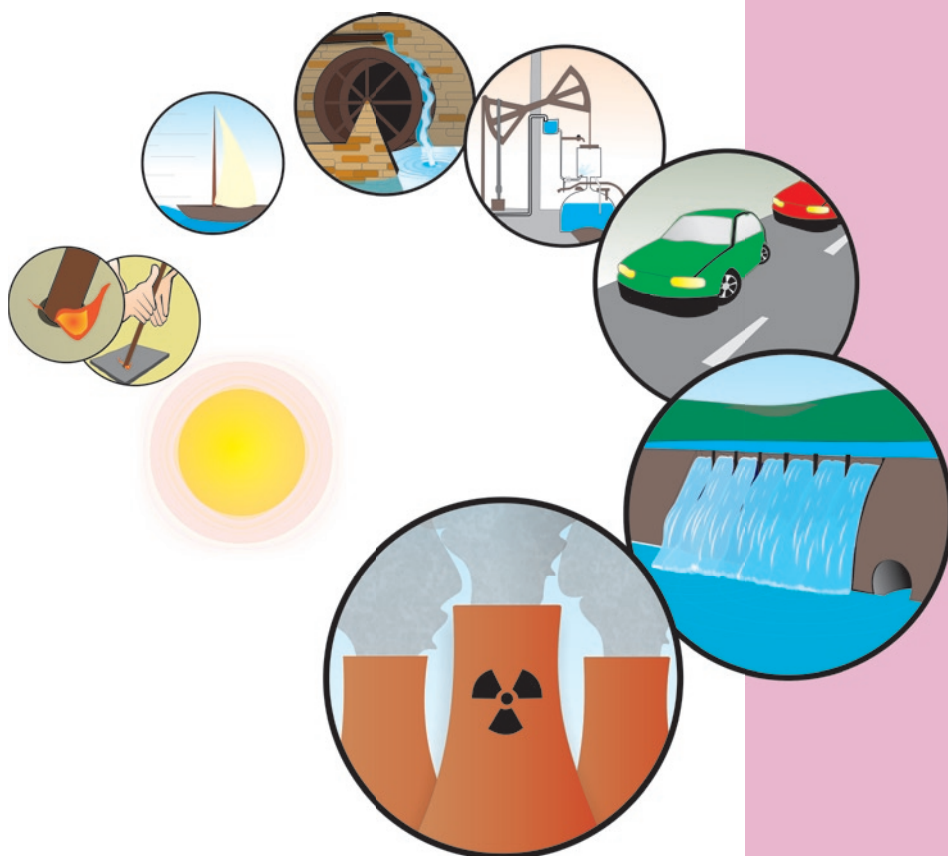
O uso dos combustíveis fósseis se expandiu também para a utilização do petróleo e do gás natural. Muitas mudanças ocorreram em função de novos domínios tecnológicos, passando o petróleo a ser utilizado para gerar energia mecânica em sua forma direta, tornando-se muito rapidamente a principal fonte de energia para o transporte. Tais inovações tecnológicas são creditadas mais ao desenvolvimento do motor Otto a gasolina em 1886, ao aperfeiçoamento do motor de combustão interna por Daimler e ao desenvolvimento do motor Diesel, em 1920.

Com a utilização de grandes dutos, o gás natural passou a ser usado em maior escala. Além disso, foram descobertas grandes reservas e verificou-se uma redução nos custos da produção e transporte desse combustível, ampliando assim seu uso comercial.

Fase 4

Uma quarta fase tem início quando o mercado mundial de carvão estava se consolidando, sendo representada pelo desenvolvimento de uma série de novas tecnologias surgidas no final do século 19 e início do século 20, que servem de facilitadoras na difusão do uso da eletricidade.

O desenvolvimento do gerador elétrico de corrente alternada e dos transformadores elétricos de indução permitiu que, novamente, o aproveitamento da energia hidráulica fosse considerado no planejamento da expansão do mercado de energia, uma vez que, por intermédio da produção de eletricidade, foi possível superar as limitações impostas pela necessidade do uso local dos potenciais hidráulicos. As redes de transmissão de energia elétrica permitiram o transporte, a grandes distâncias, da energia hidráulica disponível nas barragens, quando esta era convertida em eletricidade nas usinas geradoras.



Heluiza Bragança (AEB/Programa AEB Escola).

Figura 3.5. Evolução do uso da energia, dentre elas a lenha, que pode ser vista como energia solar armazenada, pelo processo de fotossíntese.

A transformação da matéria em energia foi outro momento fundamental, que se tornou possível por meio do domínio do processo de fissão nuclear controlada. Isto sinalizou uma nova

fase no aproveitamento energético, já que a perspectiva desta modalidade de obtenção de energia era a de ser ilimitada e apresentar menores custos. Hoje, sabe-se que é uma forma de conversão de energia de alto custo econômico e com forte impacto sobre o meio ambiente.

A tabela a seguir mostra como se deu o processo de evolução do uso da energia no planeta ao longo dos anos.

1700	O consumo mundial de energia tem uma base predominante renovável. A lenha e seus derivados respondem pela totalidade de todo o consumo mundial.
1800	A lenha e seus derivados se mantêm como uma das principais fontes energéticas e o consumo mundial de energia cresce em 25% neste século.
1850	A lenha ainda é a fonte de maior penetração na matriz energética mundial. Com o resultado da Primeira Revolução Industrial, o carvão passa a representar 15% do consumo mundial de energia, sendo esta a única fonte comercial de energia. Em meio século (1800-1850), o consumo energético mundial cresceu 47%.
1900	A lenha segue a tendência de queda percentual na participação do consumo energético mundial. O carvão se estabelece como fonte comercial, fornecendo pouco mais da metade de todo o consumo de energia registrado no mundo. Neste período, com a Segunda Revolução Industrial, o petróleo, o gás natural e a eletricidade passam a compor a cesta das fontes comerciais, mas com participações ainda pouco significativas, respondendo juntas por pouco menos de 2% de todo o consumo. No período de 1850 a 1900, a energia consumida no mundo quase duplicou.
1950	O petróleo já figura como o energético do século, respondendo por 24% de todo o consumo mundial e perdendo para o carvão, com 45%. O gás natural registra um expressivo crescimento de seu uso, respondendo por 8%. A eletricidade também se consolida como fonte, sendo sua geração fortemente marcada pela termoeletricidade nos países industrializados e pela hidroeletricidade nos países que apresentam abundantes recursos hídricos. No período 1900-1950, o consumo mundial de energia cresceu quase duas vezes e meia.
1973	O petróleo, o gás natural e a eletricidade seguem suas rotas de crescimento em participação. A energia nuclear figura como fonte de geração de eletricidade. Neste período, 1950-1970, o consumo mundial de energia quase triplicou. Na década de 1970, o denominado choque do petróleo impulsionou a pesquisa do uso de novas fontes de energia, a exemplo da energia solar térmica e fotovoltaica, eólica, bem como a dos biocombustíveis.

1979 a 1986	Os acidentes ocorridos nas usinas nucleares – em 1979 (reator de Three Mile Island, nos Estados Unidos) e em 1986 (reator de Chernobyl, na ex-União Soviética) – colocaram em xeque o uso dessa tecnologia, contribuindo para o estabelecimento de uma pauta internacional que tinha por objetivo a promoção do uso eficiente da energia bem como a ampliação do uso das fontes ambientalmente amigáveis (solar, eólica, célula combustíveis). As ações adotadas sobre a demanda e a oferta, devido ao choque do petróleo, repercutiram na velocidade do crescimento do consumo mundial de energia, fazendo com que, no período, este crescimento ficasse restrito a pouco menos que 35%.
2000	A estabilidade nos preços do petróleo permite o restabelecimento, de forma menos acelerada, da tendência de crescimento do consumo mundial de energia sob as bases das fontes convencionais. O século termina com os combustíveis fósseis (petróleo, carvão e gás natural) totalizando 79,5% de todo o consumo energético ocorrido no mundo.
2008	Depois de ficar cotado em aproximadamente US\$ 10, no fim da década anterior, e subir para mais de US\$ 140, em outubro de 2008, o barril de petróleo cai para pouco menos de US\$ 50, no mês seguinte, ao mesmo tempo em que a crise financeira do capitalismo mundial se alastra.

Todas essas descobertas permitiram a utilização simultânea de múltiplas fontes de energia – lenha, carvão, petróleo, hidráulica – de uma forma muito flexível, com rendimentos mais elevados e com melhor qualidade.

Estilo e qualidade de vida

O modelo de desenvolvimento adotado pela moderna sociedade capitalista e o ritmo conferido a este processo se traduziram em um rápido crescimento do consumo de energia. A estrutura de consumo é determinada por estilos de vida que definem o arranjo familiar, nível de renda e distribuição, posse e uso de bens de consumo, difusão dos equipamentos de aquecimento e refrigeração, estrutura do transporte e modelo de expansão habitacional, dentre outros.



Figura 3.6. Uma das necessidades básicas do ser humano é a moradia e, para satisfazê-la, é fato que há dispêndio de recursos energéticos.

O estilo de vida atual tem aumentado e concentrado a demanda familiar de energia pela maior difusão do uso de eletrodomésticos, pelo incentivo ao transporte individual, bem como pelo incessante apelo ao consumo perdulário, onde, a cada momento, novas demandas são geradas sem que se amplie a utilidade marginal destas.

É fato que a conformação dos estilos de consumo varia drasticamente entre os países desenvolvidos e os menos desenvolvidos, sendo muito graves também as diferenças

verificadas entre os perfis de consumo nos centros urbanos e no meio rural. No entanto, os apelos de mercado têm ampliado as fronteiras de atuação, generalizando, assim, um ideal crescente de consumo, impedido por restrições econômicas regionais e pelo estágio tecnológico vivido.

A melhoria da qualidade de vida de uma sociedade está relacionada com a

promoção da satisfação de suas necessidades básicas, tais como alimentação, moradia, saúde, educação, emprego, entre outras. A energia não é contabilizada de forma direta quando da satisfação de tais necessidades; no entanto, a satisfação de quaisquer necessidades humanas requer insumos energéticos.

O desenvolvimento técnico e científico firmou o princípio de que o crescimento do consumo energético correspondia a um aumento no nível de desenvolvimento da sociedade. Por conseqüência, deu-se a criação de um mercado de novos equipamentos que incorporaram novos hábitos de consumo na sociedade.

Estudos apontam que existe um consumo mínimo de energia, abaixo do qual as condições de vida são insuportáveis. O incremento inicial no consumo de energia produz,

em uma primeira etapa, efeitos marcantes na melhoria da qualidade de vida dos habitantes.

Depois, há uma segunda etapa de incremento do uso de energia que faz com que se chegue a estágios de qualidade de vida altamente satisfatórios. Em uma terceira etapa, verifica-se que a qualidade de vida da população se mantém em valores antes indicados e que não há melhora substancial ao se incrementar fortemente o consumo de energia.

Um tema bastante discutido na atualidade refere-se a uma real possibilidade de queda na qualidade de vida quando se verificam níveis muito elevados de consumo por habitante, fato que poderia ser creditado aos impactos ambientais ocorridos quando da existência de um grande nível de produção e utilização da energia.

O meio ambiente no mercado de energia

Ao longo da história, a humanidade tem selecionado seus sistemas energéticos em função de dois parâmetros fundamentais: disponibilidade técnica e viabilidade econômica. Muito recentemente, outra variável que pode determinar se um sistema energético é viável tem sido incorporada: a ambiental. Ou seja, é preciso considerar os impactos ambientais que seu uso possa ocasionar.

As atividades do setor energético, em suas etapas de exploração, transformação, distribuição e uso, incorrem em significativos impactos sobre o meio ambiente. Os danos mais expressivos, originários do funcionamento do mercado de energia, estão relacionados com as emissões de poluentes atmosféricos, contaminação dos meios aquáticos e terrestres e a geração de resíduos. Acrescenta-se também o esgotamento dos recursos naturais, produção de ruídos, impactos visuais e efeitos negativos à biodiversidade.

O aumento das concentrações das emissões dos poluentes atmosféricos tem repercutido em danos ambientais de âmbito global, regional e local. Dentre estes, podemos citar: a intensificação do efeito estufa, a extinção de espécies, a chuva ácida e a diminuição da camada de ozônio.

De uma maneira geral, as implicações ambientais da produção e do uso dos recursos energéticos têm gerado um grande desafio para os países desenvolvidos e também para os países emergentes. O desafio consiste na busca e adoção de modelos de crescimento que garantam a sustentação do desenvolvimento dos países, bem como o da indústria de energia, sem que se ampliem os efeitos negativos ao meio ambiente.

Neste contexto, a adoção de novas tecnologias de produção e uso dos recursos renováveis apresenta-se como uma alternativa viável do ponto de vista ambiental. No entanto, estas tecnologias sofrem impedimentos advindos de avaliações que apenas incorporam as variáveis econômica e financeira, negligenciando seus benefícios sociais e ambientais.

As fontes renováveis como alternativa

Os recursos energéticos são encontrados na natureza em duas formas distintas: recursos renováveis e não-renováveis. Os recursos renováveis estão associados a um fluxo enquanto os não-renováveis, à sua existência.

De forma geral, os recursos renováveis estão presentes em todo o planeta, fato que permite o seu uso de forma descentralizada (hidráulica, solar, biomassa, eólica). Já os recursos não-renováveis apresentam-se em quantidade limitada (petróleo, gás, carvão, urânio).

O atual cenário mundial, marcado por uma extrema dependência da produção e uso de energia de origem fóssil e de empreendimentos ligados à cadeia energética que imputam

elevados impactos ao ambiente natural, tem levado a sociedade industrial a redescobrir os fluxos energéticos com base nos recursos naturais renováveis.

Dentre as tecnologias renováveis, merecem destaque, em função dos avanços tecnológicos obtidos em nível internacional, a energia solar térmica e fotovoltaica, os aproveitamentos eólicos e de resíduos sólidos para a geração de eletricidade, os biocombustíveis, entre outros.

Dentro de certos parâmetros, a produção de energia a partir de recursos renováveis pode contribuir para minimizar os impactos sobre o meio ambiente, decorrentes do uso de fontes de origem fóssil.

CONCLUINDO

As mudanças do clima, em certa medida, estão associadas às atividades humanas, a exemplo da queima de combustíveis de origem fóssil, como o petróleo e o carvão, das queimadas, do desmatamento, dentre outras.

Ou seja, está cada vez mais claro que a mudança do clima não é restrita a processos naturais. Tem a ver também com o uso que se faz dos recursos naturais, seja como fonte de matéria-prima na indústria, seja pelo fato de esse tipo de atividade especificamente modificar a composição dos gases na atmosfera e sua quantidade, seja pelo simples fato de plantar para comer.

De todas as atividades antropogênicas verificadas no planeta, a produção de energia para o consumo residencial, industrial e de transporte responde por 65% das emissões de gases



Figura 3.7. O uso da energia hidráulica, solar e eólica tem como fontes recursos renováveis que não emitem gases.

de efeito estufa. Esta elevada participação da energia no total das emissões reflete o grau de importância que as tecnologias de conversão (geração), transporte (distribuição) e uso (equipamentos de uso final) assumiram no mundo após a Revolução Industrial.

Pensar num mundo menos vulnerável ao aquecimento global requer, necessariamente, uma mudança nos hábitos de produção e consumo. Conseqüentemente, torna-se imprescindível a adoção de novas práticas de geração, transmissão e uso de energia, seja pelo uso de equipamentos mais eficientes ou ainda pela opção do uso de fontes renováveis de energia. E, nesse cenário, é importante que os Estados tenham como meta políticas públicas de promoção da conservação da energia.



LEITURAS COMPLEMENTARES

A REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

A denominada Revolução Industrial, fator que consolidou o modo de produção capitalista, marca o corte histórico no funcionamento dos sistemas energéticos anteriormente estruturados pela humanidade. Com ela, encerra-se a fase de superioridade das fontes de energias biológicas e vivencia-se a escalada da hegemonia no uso dos combustíveis fósseis.

A força propulsora da Revolução Industrial esteve creditada ao desenvolvimento de engenhos que permitissem a ampliação da escala de produção, antes efetuada pelo conjunto trabalhador/ferramentas. A forma de produção orientava-se no acréscimo de geração de força humana, redução de tempo de produção e transformação de recursos sem reconhecido valor em produtos de superior valor comercial.

Atuando como conjunto trabalhador/ferramenta, o ser humano agia de duas formas: era a fonte de força motriz, obtida pela conversão de energia, realizada em seu próprio organismo, e atuava como executor de tarefas, a partir de suas aptidões e capacidade mental, aliadas às habilidades motoras apreendidas.

As primeiras máquinas desenvolvidas na Revolução Industrial separam o trabalhador de sua ação como ferramenta, restando a este as atividades de fornecimento de força motriz e supervisão do funcionamento da máquina.



Figura 3.8. O tear, a roda d'água, a máquina a vapor, o automóvel e o avião: a evolução do uso de equipamentos de conversão de energia.

Adaptada por Rogério Castro (AEB/Programa AEB Escola). www.wikipedia.org/

Thomas Savery (1650-1715), engenheiro militar, mecânico, inventor e industrial inglês nascido em Devonshire, Estados Unidos. Considerado o pai da máquina a vapor, por ter inventado e patenteado, em 1698, uma máquina a vapor realmente prática para esvaziamento da água de infiltração das minas de carvão. Era conhecido por seus notáveis conhecimentos mecânicos e matemáticos e em filosofia natural.

Thomas Newcomen (1662 – 1729), inventor, ferreiro e mecânico inglês nascido em Dartmouth.

A partir do aperfeiçoamento do modelo de Thomas Savery, de quem era sócio, criou, em 1712, uma nova máquina a vapor para drenagem de minas, denominada de pistão de Newcomen. Desenvolveu o conceito de uso de um conjunto cilindro-pistão para o bombeamento de água, constituindo, assim, a primeira máquina térmica. Morreu em Londres, deixando a idéia básica de seu projeto, que foi aperfeiçoada por outros estudiosos.

James Watt (1736-1819), mecânico escocês, nascido em Greenock. Aos 19 anos, foi para Londres para se especializar em construção de instrumentos.

Inventou a moderna máquina a vapor, a partir do aperfeiçoamento da máquina de Newcomen.

Watt passou a ser mundialmente reconhecido quando seu nome foi dado à unidade de potência de energia.

Operando como fonte de força motriz, o ser humano reduzia à sua capacidade orgânica o tamanho das máquinas e sua potência. E, com isso, limitava a oferta de energia ao conjunto produtor.

Até a difusão do uso da máquina a vapor, era a força hidráulica a fonte de energia inanimada de maior uso na indústria. Esta, por sua vez, tinha seus limites de potência vinculados à natureza técnica dos conversores e se verificava um impedimento, de ordem natural, no aumento das potências dos moinhos em função do crescimento da demanda. Outra vulnerabilidade da força hidráulica recaía na impossibilidade de contornar a insuficiência das vazões nas estações frias, quando ocorria o congelamento dos rios, ou em períodos de seca.

Nesse ambiente, a expansão industrial capitalista do século 18 apresenta restrições devido às limitações do aproveitamento dos recursos energéticos animados e inanimados. Assim, se materializam as condições favoráveis à consolidação do carvão como combustível comercial.

A busca pela superação da dependência da força motriz humana e animal e pela ampliação da potência disponível nas máquinas e conversores resultou no desenvolvimento da máquina a vapor. Inicialmente desenvolvidas por Savery e Newcomen, nos anos de 1698 e 1712, respectivamente, as primeiras máquinas a vapor destinavam-se ao uso no esgotamento das águas subterrâneas nas minas de carvão inglesas.

Somente com os ajustes conduzidos por James Watt, na segunda metade do século 18, é que a máquina a vapor torna-se um motor de uso universal e promove uma significativa ruptura nos sistemas energéticos de então, permitindo que, pela primeira vez, seja possível separar espacialmente o conversor de sua fonte de energia.

A máquina a vapor reorganiza as relações entre ser humano e energia. As novas técnicas e tecnologias de produção de energia vão exigir investimentos cada vez maiores, bem como a utilização de conhecimentos científicos e técnicos cada vez mais vastos.

A difusão do uso da máquina a vapor permite estabelecer uma nova forma de agir do ser humano sobre os recursos naturais. Com ela, é rompido um paradigma, no qual o desenvolvimento de uma região estava condicionado à existência de abundantes recursos naturais. À medida que tais recursos se mostravam escassos ou perdiam valor, a importância econômica dessas mesmas regiões entrava em rota de descrédito e decadência.

Não se pode perder de vista o fato de que os investimentos captados para o desenvolvimento de novas tecnologias de conversão de energia se deram em um ambiente de expansão capitalista.

Tais investimentos tinham por objetivo o aumento da produtividade, isto é,

o esforço para encontrar modos de incorporar até mesmo quantidades menores de tempo de trabalho em quantidades cada vez maiores de produtos. Isto leva a métodos e maquinarias mais rápidos e eficientes (BRAVERMAN, 1987, p.149).

Esta lógica também servia como garantia da independência do sistema produtivo do uso intensivo da energia humana, por meio da substituição do trabalho humano pela energia mecânica. O uso do carvão ganhou abrangência mundial e a produção de energia seguiu firme, respondendo à crescente demanda posta pelo processo de industrialização.

A denominada Segunda Revolução Industrial, iniciada na segunda metade do século 19, orientava-se na imperativa necessidade de superação das novas restrições à expansão industrial, agora postas sobre a máquina a vapor. Na verdade, o modelo orientado à produção criou necessidades que superavam os limites técnicos possíveis de execução com o uso da máquina a vapor. Estas restrições estabeleceram a trama que deu forma à turbina a vapor, ao motor à explosão, ao desenvolvimento do motor elétrico e à formação do mercado de eletricidade.

As emissões globais dos gases de efeito estufa de origem humana iniciaram-se na Europa a partir da Revolução

Industrial, inaugurando o período conhecido como Era Industrial. A troca da roda d'água por máquinas movidas a vapor produziu grandes mudanças econômicas e sociais na Inglaterra e, depois, em outros países da Europa. As mercadorias deixaram de ser feitas de forma artesanal e passaram a ser produzidas em grandes indústrias.

A industrialização trouxe um progresso sem precedentes na história. Mas também criou graves problemas ambientais. Em 1750, a madeira era responsável por 90% da energia disponível no mundo, sendo substituída gradualmente pelo carvão. Em 1890, o carvão mineral já superava a lenha como fonte energética. Em 1929, o petróleo respondia por 14% da energia disponível no mundo. Em 1950, essa participação alcançou o nível de 24%. Já na década de 1990, a parcela do petróleo no consumo energético mundial era de cerca de 40%. Ou seja, em 60 anos, a participação do petróleo na matriz energética mundial quase triplicou.

O USO DE ENERGIA NO MUNDO

Balço energético mundial

Uma cesta diversificada de energéticos é utilizada no mundo, onde o elenco de prioridades é selecionado pelos Estados Nacionais ou Regiões em função do nível de desenvolvimento industrial, disponibilidade, quantidade, preço e restrições ambientais impostas pela sociedade.

As fontes de energia primária são, principalmente, petróleo, carvão, hidroeletricidade, gás natural, energia nuclear e biomassa. Também há no mundo disponibilidades de outras fontes, que, devido a seus custos de exploração e uso, apresentam um menor nível de desenvolvimento tecnológico. Neste grupo podemos exemplificar a energia eólica, fotovoltaica e solar térmica. Estas fontes, denominadas alternativas, irão se desenvolver na medida em que os recursos energéticos não-renováveis forem se tornando mais escassos e a diferença de preços entre ambos se apresentar menos acentuada.

A Figura 3.9 mostra a evolução do consumo mundial de energia primária numa medida convencionada como Milhões de Toneladas em Equivalentes de Petróleo (MtEP), mostrando que o carvão, petróleo, gás natural e eletricidade se consolidaram como fontes comercialmente viáveis no último século.

O gráfico anterior mostra que o ser humano, até a primeira fase da Revolução Industrial, praticamente só usava a energia proveniente da biomassa.

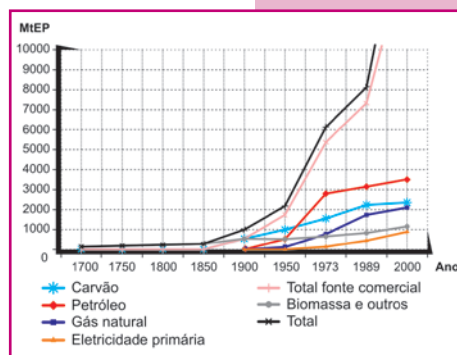


Figura 3.9. Evolução do consumo mundial de energia primária: como o carvão, o petróleo, o gás natural e a eletricidade se consolidaram como fontes comercialmente viáveis no último século.

Adaptada por Rogério Castro (AEB/Programa AEB Escola). Livro "A Economia Mundial de Energia" disponível em www.iea.org/

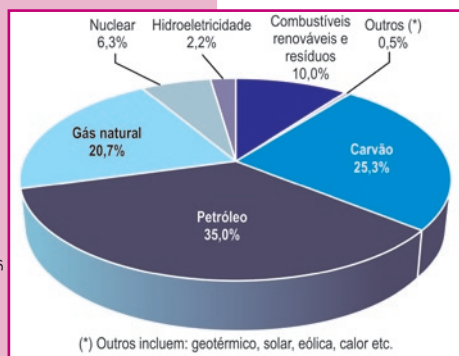


Figura 3.10. Participação percentual das fontes primárias na produção de energia no mundo em 2005.

Foi a partir da chamada Segunda Revolução Industrial, no início do século 20, que se passou a usar fontes como o petróleo, o gás natural e a eletricidade.

O balanço mundial de energia mostra que o petróleo e o gás natural respondem juntos por 55,7% de toda a energia primária produzida no mundo, conferindo-lhes um alto grau de importância, sendo improvável que esta realidade se modifique nas próximas três décadas. O carvão contribui na matriz

mundial com 25,3%, a hidroeletricidade, com 2,2%, a energia nuclear, com 6,3% e os combustíveis renováveis, com 10,5%. A figura 3.10 apresenta a distribuição percentual, por fonte, na produção primária de energia no mundo em 2005.

A distribuição da produção e do uso da energia no mundo apresenta-se de forma assimétrica. Somente os 30 países membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento

Econômico (OCDE), por produzirem juntos mais da metade de toda a riqueza do mundo, respondem por 48,5% de toda a produção energética mundial. Já a América Latina e a África, juntas, não alcançam 10% da produção de energia mundial.

A presença do gás natural na matriz energética mundial vive uma fase de crescimento. De uma participação de 9%, em 1951, atingiu 20,7% em 2005. O gás natural é hoje apontado como um dos energéticos de maior perspectiva de expansão, a ponto de ser frequentemente designado como o combustível do século 21.

Nessa fase de ascensão do gás natural, observa-se um incremento de sua importância em toda a cadeia produtiva, desde as reservas até o consumo. Devido à sua natureza de excessiva dependência de expansão da rede de transporte e distribuição, o mercado mundial do gás natural encontra-se segmentado em três grandes regiões: América do Norte, Europa e Ásia.

A América Latina, em princípio, se fez ausente do processo de utilização do gás natural. No entanto, as mudanças verificadas no cenário mundial, motivadas por descobertas de novas reservas, avanços tecnológicos e entrada de novos produtores, têm reorientado a indústria do gás, submetendo-a a um novo regime regulatório, que introduz pressões competitivas e a desverticalização em toda a sua cadeia. Em função disso, esta nova orientação faz com que importantes atores desloquem-se de seus mercados domésticos para os grandes mercados regionais emergentes, em especial a América Latina, que detém 5,4% das reservas mundiais comprovadas e participa com cerca de 5% da produção mundial desse combustível.

Lembrem-se que a produção e o uso de energia respondem por 65% das emissões totais do globo e que mais da metade da produção e uso de energia do planeta concentram-se nos países industrializados, o que permite inferir que cabe a estes países a maior responsabilidade pelo fenômeno do aquecimento global. Vejam na Figura 3.11 a distribuição percentual da produção de energia por região econômica em 2005.

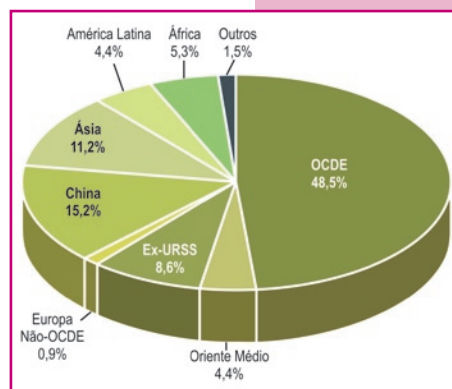


Figura 3.11. Os 30 países-membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico respondem por quase metade de toda a energia produzida no mundo.

Adaptada por Rogério Castro (AEB/Programa AEB Escola). Livro "A Economia Mundial de Energia" disponível em www.iea.org/

Balanço energético nacional

O Brasil é, reconhecidamente, um país com elevado potencial de uso das fontes renováveis de energia, sendo estas responsáveis por 44,7% de toda a energia primária ofertada em 2005 (BEN, 2006). Nesse cenário, o aproveitamento hidráulico, a biomassa, a energia eólica e a energia solar são relevantes, podendo aumentar no futuro sua participação no abastecimento energético do País.

Em termos de combustíveis fósseis, o petróleo e o gás natural contribuíram com 47,5% de toda a oferta de energia primária em 2005 (BEN, 2006).

Em 2006, a energia hidráulica, com potência instalada de 73,4 gigawatts (GW), respondeu por cerca de 15% da matriz energética nacional, representando 76% de toda a oferta de eletricidade do País. Com um potencial de geração de energia hidroelétrica estimado em 143 GW e apenas 63% deste potencial aproveitado, esta fonte deverá manter a sua predominância na matriz.

A Figura 3.12 apresenta a evolução da participação percentual, por fonte, na matriz de produção de energia brasileira, entre 1989 e 2004, sendo o petróleo, a energia hidráulica e a biomassa (lenha e derivados da cana-de-açúcar) as principais fontes responsáveis pela matriz de produção.

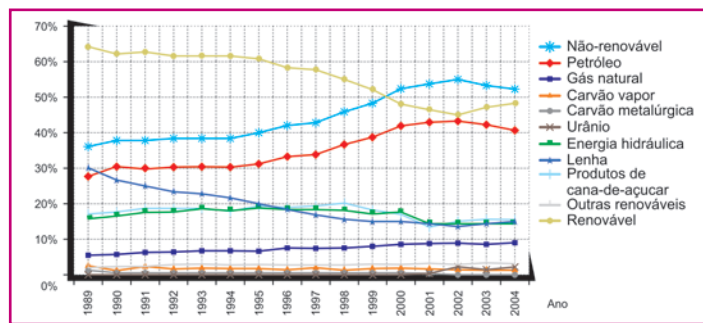


Figura 3.12. Evolução da participação percentual da oferta, por fonte, na matriz energética brasileira.

No campo de aproveitamento da biomassa, a experiência do Programa Nacional do Álcool (Proálcool), criado em 1975, credenciou o Brasil no desenvolvimento de fontes renováveis para substituir os derivados de petróleo, mediante o uso de álcool adicionado à gasolina e também pelo seu uso direto, como combustível, nos veículos.

De 1983 a 1986, a participação percentual dos automóveis movidos a álcool na produção brasileira total de automóveis atingiu seu pico e variou entre 73,1% e 76%. Em 2001, aproximadamente 3 milhões de veículos brasileiros eram movidos a álcool hidratado, consumindo 4,6 bilhões de litros. Além disso, utiliza-se álcool anidro, na proporção de 25%, como aditivo para a gasolina.

A energia eólica no Brasil vem ganhando espaço como uma forma alternativa de produção, uma vez que sua utilização pode ocupar o importante papel de complementar as outras formas convencionais de geração de eletricidade em regiões onde existe a disponibilidade de aproveitamento da energia dos ventos. O reconhecimento do elevado potencial de aproveitamento dos recursos eólicos brasileiros para a geração de eletricidade, em especial na costa litorânea da Região Nordeste, pode ser medido pelos diversos projetos de aproveitamento em estudo.

Apesar da vocação nacional em produção de energia a partir de fontes renováveis, as orientações presentes no modelo concorrencial do setor elétrico brasileiro e as restrições de oferta de eletricidade verificadas em 2001, após as privatizações de várias empresas elétricas no famoso apagão de energia, conduziram o País a uma busca emergencial pela implantação de usinas termelétricas. Com isso, esta alternativa tecnológica mostra-se crescente no planejamento da expansão do setor.

Nesse cenário, as fontes renováveis de energia, presentes em abundância nas reservas nacionais, ganham destaque como uma possível alternativa de complementaridade aos aproveitamentos hídricos e futuros projetos termelétricos.

Sob o aspecto institucional do uso das fontes renováveis, a Lei 10.438, de 2002, criou o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas Elétricas (Proinfa), que tem como objetivo a promoção do aumento da participação da energia elétrica produzida por empreendimentos de Produtores Independentes Autônomos, concebidos com base em fontes eólicas, pequenas centrais hidroelétricas (PCHs) e biomassa.



ATIVIDADES

EFEITO ESTUFA INTENSIFICADO

Gilvan Sampaio (Inpe), Giovanni Dolif Neto (Inpe), Lana Nárcia Leite da Silveira (EEB) e Maria Emília Mello Gomes (AEB/Programa AEB Escola).

Apresentação

O efeito estufa é um fenômeno natural que faz com que a temperatura da Terra seja maior do que seria na ausência de atmosfera, permitindo assim que ocorra a vida da forma como a conhecemos. No entanto, a atividade humana tem produzido uma grande quantidade de gases de efeito estufa. Esse excedente faz com que a temperatura da Terra fique maior do que seria sem a atuação do ser humano.

Há muitos estudos sendo feitos para quantificar os impactos desse aquecimento e muitos deles indicam um aumento na frequência de eventos climáticos extremos, como secas prolongadas, períodos de chuva extrema, ondas de calor muito fortes, entre outros.

Objetivo

Simular o aumento da temperatura causado pela intensificação do efeito estufa.

Sugestão de problematização

Como uma intensificação do efeito estufa aumenta a temperatura da Terra?

Materiais

- 1 luz intensa (holofote) ou a luz direta do Sol
- 2 copos com água

- 1 rolo de papel alumínio
- 2 caixas grandes de sapatos
- 1 tesoura
- 1 rolo de filme plástico
- 1 fita adesiva
- 2 termômetros de mercúrio



Figura 3.13. Materiais.

Acervo AEB.

Procedimentos

1. Forre o interior das duas caixas com papel alumínio.
2. Coloque um copo com água e um termômetro em cada caixa.



Figura 3.14A e B. Demonstração do procedimento 1.

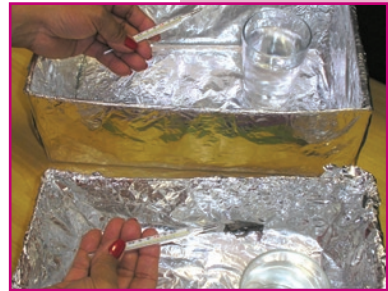


Figura 3.15. Demonstração do procedimento 2.

Acervo AEB.

Acervo AEB.

3. Tampe uma caixa com uma camada de filme plástico e tampe a outra caixa com três camadas de filme plástico. Leve as duas ao Sol.
4. Abra as caixas após dez minutos de exposição ao Sol e observe os valores de temperatura medidos em cada caixa. Em qual caixa a temperatura foi maior?



Figura 3.16A e B. Demonstração do procedimento 3.

Acervo AEB.



Figura 3.17A e B. Demonstração do procedimento 4.

Acervo AEB.

Orientações complementares

Ao iluminar as caixas, a luz passa pelo filme plástico e, ao encontrar a superfície, é absorvida e se transforma em calor. O ar dentro da caixa então se aquece e não consegue sair da caixa por causa do filme, aumentando assim a temperatura interna da caixa.

A caixa com mais camadas de filme plástico provoca um efeito estufa maior, pois consegue aprisionar uma parcela maior do calor que chega com a luz. Por isso a temperatura dentro da caixa com mais camadas de filme deverá ser maior.

No caso de não se perceber diferenças marcantes na temperatura das duas caixas, é importante discutir com os alunos as possíveis causas.

Refaça duas vezes a atividade. Na primeira, aumente o tempo de exposição à luz e, na segunda, aumente a intensidade da luz utilizada.

Possíveis desdobramentos

Pesquise os prós e contras do efeito estufa para a vida das espécies animais e vegetais no planeta.

Discuta com os alunos sobre como governos e sociedade civil podem ajudar a diminuir a emissão de gases que ampliam o efeito estufa. Crie um panfleto com o resultado desse trabalho e divulgue na escola.

Atenção! A atividade aqui expostas deve ser desenvolvida, de preferência, sob a supervisão do professor. Vale lembrar que é sempre recomendável cuidado no manuseio de materiais como tesoura, fósforo e outros que podem ferir quando usados inadequadamente.

VELOCIDADE DO VENTO

Helio Camargo Júnior (Inpe), Giovanni Dolif Neto (Inpe), Gilvan Sampaio (Inpe), Lana Nárcia Leite da Silveira (EEB), Marcos Barbosa Sanches (Inpe) e Maria Emília Mello Gomes (AEB/Programa AEB Escola).







Apresentação

O movimento horizontal das parcelas de ar em relação à superfície terrestre é definido como vento. O vento também aparece quando massas de ar se deslocam seguindo o princípio físico simples em que um fluido (como o ar) sujeito à ação da gravidade se move das áreas de alta densidade (alta pressão à superfície) para as de baixa densidade (baixa pressão à superfície).

Diariamente, muitos profissionais necessitam saber qual é, aproximadamente, a intensidade do vento naquele instante. Foi pensando nisto que, em 1806, um marinheiro chamado Francis Beaufort (1774-1857) teve a idéia de relacionar fatos observados com a intensidade do vento, criando então a chamada “Escala Beaufort”. Essa escala vai de 0 (vento calmo) até 12 (furacão).

Na tabela a seguir, podemos ver a relação visual e a intensidade aproximada do vento.

	FORÇA	DESIGNAÇÃO	VELOCIDADE	ASPECTO DO MAR	INFLUÊNCIA EM TERRA
	0	Calma	0 – 0,5 km/h	Espelhado	A fumaça sobe verticalmente.
	1	Vento brando e fresco. Viração	2 – 6 km/h	Mar encrespado com pequenas rugas, com aparência de escamas.	A direção do vento é indicada pela fumaça.
	2	Brisa leve	7 – 12 km/h	Ligeiras ondulações de 30 cm, com cristas, mas sem arrebentação.	Sente-se o vento no rosto, movem-se as folhas das árvores.
	3	Brisa fraca	13 – 18 km/h	Grandes ondulações de 60 cm com princípio de arrebentação.	As folhas das árvores se agitam e as bandeiras desfraldam.
	4	Brisa moderada	19 – 26 km/h	Pequenas vagas, mais longas, de 1,5 m.	Poeira e pequenos papéis soltos são levantados. Movem-se os galhos das árvores.
	5	Brisa forte	27 – 35 km/h	Vagas moderadas de forma longa e uns 2,4 m.	Movem-se as pequenas árvores.
	6	Vento fresco	36 – 44 km/h	Grandes vagas de até 3,6 m. Muitas cristas brancas.	Assobios na fiação. Movem-se os maiores galhos das árvores. Guarda-chuva usado com dificuldade.

	FORÇA	DESIGNAÇÃO	VELOCIDADE	ASPECTO DO MAR	INFLUÊNCIA EM TERRA
	7	Vento forte	45 – 54 km/h	Mar grosso. Vagas de até 4,8 m de altura. Espuma branca de arrebentação.	Movem-se as grandes árvores. É difícil andar contra o vento.
	8	Ventania	55 – 65 km/h	Vagalhões regulares de 6 a 7,5 m de altura.	Quebram-se os galhos das árvores. É difícil andar contra o vento.
	9	Ventania forte	66 – 77 km/h	Vagalhões de 7,5 m com faixas de espuma densa. O mar rola.	Danos nas partes salientes das árvores. Impossível andar contra o vento.
	10	Tempestade	78 – 90 km/h	Grandes vagalhões de 9 m a 12 m. O vento arranca as faixas de espuma. A superfície do mar fica toda branca. A visibilidade é afetada.	Árvores são arrancadas. Danos na estrutura dos prédios.
	11	Tempestade violenta	91 – 104 km/h	Vagalhões excepcionalmente grandes, de até 13,5 m. A visibilidade é muito afetada. Navios de tamanho médio somem no cavado das ondas.	Muito raramente observado em terra.
	12	Furacão	105 ou mais km/h	Mar todo de espuma. Espuma e respingos saturam o ar. A visibilidade é seriamente afetada.	Grandes estragos.

Como o vento representa as variações espaciais de pressão, ele possui características como velocidade, direção e sentido. Todas estas informações podem ser coletadas por um instrumento conhecido como anemômetro.

Objetivos

1. Construir um medidor de intensidade de vento chamado anemômetro.
2. Utilizar uma escala que permite conhecer a intensidade aproximada do vento.

Sugestão de problematização

É possível estimar a velocidade do vento? Você consegue, estando dentro do carro, estimar a velocidade do carro sem ver o velocímetro?

Materiais

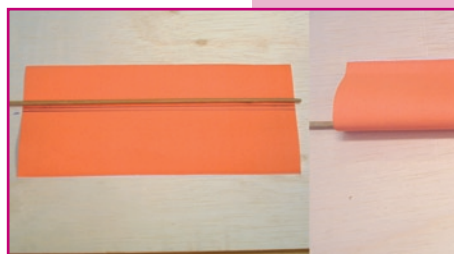
- 1 régua de 30 cm
- 1 tesoura pequena
- 1 transferidor
- 1 capa de caneta esferográfica
- 1 caneta hidrocor
- Cola
- 2 cartolinas em cores diferentes (laranja e vermelha)
- 1 canudo
- 1 vareta de madeira de fazer pipa
- 1 percevejo
- 1 garrafa PET com água ou areia até a metade



Figura 3.18. Materiais.

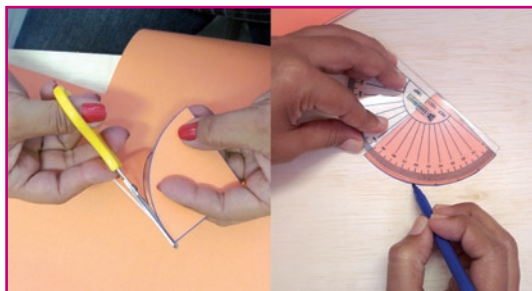
Procedimentos

1. Corte a cartolina laranja no tamanho 10 cm x 24 cm. Dobre-a ao meio e cole a vareta de madeira na dobra feita. Esta será a base do seu medidor de vento.
2. Com o transferidor, desenhe na cartolina laranja um arco de 90°. Recorte-o e divida-o, com marcas de caneta, em intervalos de 15°. Esta será a escala de medição do seu medidor de vento.
3. Corte uma tira da cartolina vermelha (17 cm x 1 cm) e cole-a no canudo, da ponta para o centro. Este será o ponteiro do seu medidor de vento.



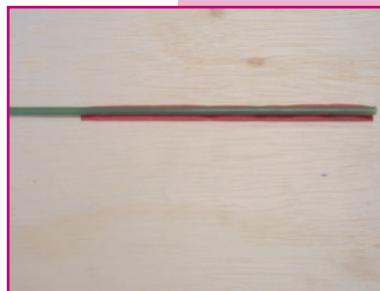
Acervo AEB.

Figura 3.19A e B. Demonstração do procedimento 1.



Acervo AEB.

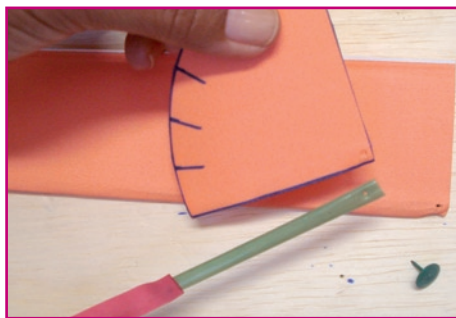
Figura 3.20A e B. Demonstração do procedimento 2.



Acervo AEB.

Figura 3.21. Demonstração do procedimento 3.

4. Sobreponha as peças feitas anteriormente, uma sobre as outras, e prenda-as com o percevejo na vareta colada.
5. Para a fabricação da base, pegue a garrafa e encha com água ou areia.



Acervo AEB.

Figura 3.22. Demonstração do procedimento 4.



Acervo AEB.

Figura 3.23. Demonstração do procedimento 5.

6. Fure a tampa da garrafa e insira a capa de caneta. Fixe a capa de caneta com metade para dentro da garrafa. Insira a vareta de madeira na capa de caneta. Fixe a garrafa em um local com vento e observe a direção do mesmo.



Acervo AEB.

Figura 3.24A, B, C e D. Demonstração do procedimento 6.

Orientações complementares

É padronizado que a direção e o sentido do vento são definidos com relação ao norte geográfico. Assim, quando o anemômetro registra ventos de nordeste, isto significa que o vento escoa na direção nordeste-sudoeste, originando-se do sentido nordeste.

Nos aeroportos de todo o mundo, a unidade de medida para velocidade do vento é o “nó”: 1 nó equivale a 1,85325 km/h.

Possíveis desdobramentos

Estimule o aluno a fazer experimentos de campo, relacionando a intensidade do vento ao seu cotidiano.

Faça uma excursão em aeroportos ou aeroclubes, na área onde é realizada a medição do vento e de outras variáveis atmosféricas; estimule o aluno a conversar com o observador meteorológico.

Incentive o aluno a fazer uma pesquisa sobre o poder energético do vento (energia eólica).

Estimule o aluno a preparar esta experiência numa feira de ciências, colocando em forma de cartaz a Escala Beaufort.

Atenção! A atividade aqui expostas deve ser desenvolvida, de preferência, sob a supervisão do professor. Vale lembrar que é sempre recomendável cuidado no manuseio de materiais como tesoura, fósforo e outros que podem ferir quando usados inadequadamente.

O EFEITO DO ALBEDO

Giovanni Dolif Neto (Inpe), Lana Nárcia Leite da Silveira (EEB) e Maria Emília Mello Gomes (AEB/Programa AEB Escola).

Apresentação

Quando o Sol incide brilhante sobre a neve recém-caída que cobre o chão, você pode ser ofuscado pelo brilho da luz e levado a descansar os olhos olhando para a rua, onde a neve já derreteu.

A neve fresca brilha mais forte porque reflete cerca de 75% (setenta e cinco por cento) da luz que chega até ela. Uma rua reflete apenas 10% (dez por cento) da luz que chega até ela e por isso parece mais escura. A rua absorve os outros 90% (noventa por cento) da luz, que se transforma em calor, aquecendo o asfalto. No caso da neve fresca, ela vai absorver apenas 25% (vinte e cinco por cento) da luz e, portanto, muito menos energia do que a rua absorve.

Essa porcentagem da luz do Sol que uma determinada superfície reflete é chamada de “albedo” dessa superfície. Grande parte das nuvens possui albedo de cerca de 80% (oitenta por cento), enquanto um campo de futebol, que é coberto por grama, tem um albedo de apenas 15% (quinze por cento).

Objetivo

Comparar a maneira como diferentes superfícies absorvem e refletem a luz do Sol.

Sugestão de problematização

Se uma superfície reflete calor, nada abaixo dessa superfície pode ser aquecido. Por outro lado, se a superfície absorve calor, qualquer coisa que esteja encostada na parte debaixo

dessa superfície será aquecida. Isso sugere que as pessoas devam usar roupas claras no verão e escuras no inverno. Você mesmo pode medir o efeito do albedo de duas superfícies.

Materiais



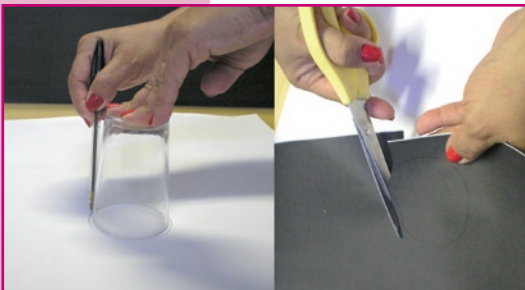
Acervo AEB.

Figura 3.25. Materiais.

- 1 bloco de notas
- 1 termômetro
- 1 caneta
- 1 cartolina branca
- 1 cartolina preta
- 1 tesoura
- 1 fita adesiva transparente
- 2 copos de areia

Procedimentos

1. Coloque os copos com a boca para baixo, um sobre a cartolina branca e outro sobre a cartolina preta. Trace o contorno da boca dos copos sobre as cartolinas, usando a caneta. Use a tesoura para cortar as cartolinas nos contornos traçados.
2. Encha os dois copos até a boca com areia seca. Tampe-os com os círculos feitos com as cartolinas branca e preta. Passe a fita adesiva nas bordas da cartolina para fixar as cartolinas nas tampas.



Acervo AEB.

Figura 3.26A e B. Demonstração do procedimento 1.



Acervo AEB.

Figura 3.27. Demonstração do procedimento 2.

3. Coloque os dois copos lado a lado no sol forte ou sob luz intensa, e deixe por cerca de meia hora.
4. Depois de meia hora, meça a temperatura sobre cada uma das tampas e anote os valores.



Figura 3.28. Demonstração do procedimento 3.



Figura 3.29. Demonstração do procedimento 4.

5. Logo em seguida abra cada um dos copos. Rapidamente meça a temperatura na superfície da areia e anote os valores.
6. Discuta com os alunos:
 - a. Onde a temperatura do ar é mais alta?
 - b. Em qual pote a temperatura da areia é maior?



Figura 3.30. Demonstração do procedimento 5.

Segundo o que foi exposto na apresentação desta oficina, superfícies escuras absorvem mais a luz do Sol e, portanto, absorvem também mais energia. Sendo assim, o copo com a cartolina preta deve ser o que irá apresentar a temperatura mais alta na areia e também no ar próximo à tampa do copo.

Orientações complementares

Essa diferença de energia que cada superfície absorve gera diferenças de temperatura, por exemplo, entre o centro de uma cidade e sua zona rural. Na área urbana,

boa parte das ruas é feita de asfalto, bem como os prédios são feitos de concreto, constituindo um albedo pequeno, ou seja, absorvem bastante energia do Sol e se aquecem rapidamente. Por outro lado, na área rural, a grama dos pastos e as plantações refletem a maior parte da luz que chega do Sol e por isso se aquecem menos durante o dia.

É por isso que, quando saímos da cidade em direção à área rural, sentimos que a temperatura vai caindo. Esse efeito de aquecimento no interior da cidade é chamado de “Ilhas de Calor”, ou seja, quanto mais as cidades crescem, mais energia do Sol é absorvida e, portanto, mais quentes elas se tornam.

Possíveis desdobramentos

Uma pequena alteração no teor de umidade da areia poderá também mostrar o efeito da água nesse processo de absorção de calor. A água tem uma propriedade chamada “capacidade térmica”, que é maior do que a do ar, ou seja, a água demora mais para se aquecer do que o ar. Por isso, se for colocada água dentro do copo com a tampa branca, além de esse pote absorver menos energia devido à tampa clara, ele vai demorar mais para transformar a energia absorvida em calor para aquecer a areia.

Voltando para o estudo do efeito das cidades citado anteriormente, chamado “Ilhas de Calor”, deve-se também considerar o efeito da presença de água, uma vez que sobre a vegetação na zona rural existe mais água disponível do que sobre o asfalto e o concreto da cidade. Dessa forma, a cidade é mais quente por dois motivos: (1) tem albedo menor, resultando em mais absorção de energia; e (2) tem menos água, resultando em aquecimento mais rápido.

Na Floresta Amazônica também podemos notar esses efeitos. Quando uma parte da floresta é desmatada, o solo fica desprotegido da sombra das árvores e acaba recebendo o sol diretamente sobre sua superfície. Toda essa luz a mais que o solo recebe faz com que ele perca água por evaporação e,

portanto, se resseque. Com o ressecamento do solo, a luz do Sol irá aquecer o ar mais rapidamente durante o dia, provocando um aumento da temperatura máxima diurna. Por outro lado, à noite, o solo – sem a floresta e ressecado – irá se resfriar mais do que quando existia a floresta, resultando numa temperatura mínima noturna mais baixa. A diferença entre a temperatura máxima e a mínima de um dia é chamada de amplitude térmica. Podemos, então, dizer que numa região de floresta desmatada a amplitude térmica é maior. Esse aumento da amplitude térmica pode ser prejudicial para os animais e até mesmo para o renascimento da floresta naquela área.

Além do efeito local de um desmatamento no aumento da amplitude térmica e na diminuição da água disponível, acontece também um efeito na atmosfera que pode afetar áreas distantes da região desmatada. Isso acontece porque os ventos carregam e misturam o calor e a umidade de diferentes regiões do planeta e, portanto, as mudanças na atmosfera em uma determinada região do planeta podem ser transportadas e afetar regiões distantes.

Atenção! A atividade aqui expostas deve ser desenvolvida, de preferência, sob a supervisão do professor. Vale lembrar que é sempre recomendável cuidado no manuseio de materiais como tesoura, fósforo e outros que podem ferir quando usados inadequadamente.



André Silva (AEB/Programa AEB Escola),

capítulo 4

O MUNDO SE ORGANIZA DIANTE DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Como já visto, as mudanças climáticas globais têm sido frequentes na história do planeta Terra, e a hipótese científica que credita ao ser humano parte da responsabilidade destas mudanças fez com que nações do mundo inteiro se organizassem em torno de um objetivo principal: reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE), de ação humana.

Coube à Organização das Nações Unidas (ONU) o papel de mobilizar os países em um acordo mundial que reconheça as responsabilidades de cada nação no problema do aquecimento global. Na atualidade, registra-se um conjunto de esforços, seja no âmbito continental ou global, visando à tomada de consciência diante das mudanças do clima e suas repercussões nas atividades humanas.

Países Unidos

A Organização das Nações Unidas é uma instituição internacional formada por 192 países (chamados de Estados-membros). Ela foi fundada depois da II Guerra Mundial para manter a paz e a segurança no mundo, estimular e apoiar relações cordiais entre as nações, além de promover o progresso social, melhores padrões de vida e direitos humanos. Seis órgãos constituem as Nações Unidas: Assembleia Geral, Conselho de Segurança, Conselho Econômico e Social, Conselho de Tutela, Tribunal Internacional de Justiça e Secretariado. Além disso, há organismos especializados que trabalham em áreas como saúde, educação, trabalho, meteorologia, entre outras.



Nesse conjunto de esforços, diversos outros atores têm somado forças, a exemplo da comunidade científica que se empenha



Mitigação:
redução do dano,
amenização
dos impactos.

em reduzir as incertezas, próprias do tema, identificar as vulnerabilidades do planeta e apresentar proposições de **mitigação** e adaptação a essas mudanças.

O tema do aquecimento global começou a ganhar maior destaque a partir da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, realizada de 3 a 14 de junho de 1992, no Rio de Janeiro. Essa conferência, também chamada de Rio-92, foi um importante marco para a integração das preocupações ambientais com a necessidade de desenvolvimento.

Antes disso, o mundo já havia discutido as questões relacionadas com o meio ambiente, em 1972, na Primeira Conferência das Nações Unidas para o Desenvolvimento Humano, em Estocolmo. Nesta conferência, foi dado o alerta de que os problemas ambientais são fruto de um modelo de desenvolvimento onde os recursos naturais são tidos como inesgotáveis.

Saiba
mais...

Documentos que buscam consenso

No âmbito das Nações Unidas, são produzidos vários documentos jurídicos, sobre temas como diversidade biológica, direitos da mulher, proibição de armas químicas, direitos das crianças, mudanças climáticas, entre outros. Os instrumentos mais comuns que expressam a concordância dos Estados-membros em torno de temas de interesse internacional são acordos, tratados, convenções, protocolos, resoluções e estatutos.

Convenção é um instrumento que designa atos multilaterais – ou seja, que envolvem mais de dois países – oriundos de conferências internacionais, que abordam assunto de interesse geral.

Os Tratados são atos bilaterais ou multilaterais aos quais se deseja atribuir especial relevância política.

Os **Protocolos** designam acordos estabelecidos entre países. O termo é também usado para designar a ata final de uma conferência internacional.

Neste capítulo, serão abordadas diversas iniciativas das nações, orientadas à redução das emissões de gases de efeito estufa e à promoção do desenvolvimento sustentável em escala planetária.

AS NEGOCIAÇÕES EM TORNO DO CLIMA

Na Rio-92, novos termos e conceitos, até então pouco conhecidos, começaram a freqüentar as manchetes dos jornais: biodiversidade, desertificação, aquecimento global, Agenda 21, riscos ambientais. Um conjunto de documentos com compromissos importantes para a humanidade foi assinado neste evento: a Declaração do Rio de Janeiro sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, a Convenção sobre Mudança do Clima, a Convenção da Biodiversidade, a Convenção sobre Desertificação, os Princípios para a Administração Sustentável das Florestas e a Agenda 21.

O que é desertificação?

É o fenômeno de transformação de áreas anteriormente vegetadas em solos inférteis devido a ações antrópicas, como o mau uso e exploração da terra. Pode também ocorrer por processos naturais, como, por exemplo, devido a um ressecamento climático, que é uma diminuição de umidade por períodos longos de tempo. Por decreto, o termo foi definido como a degradação da terra nas zonas áridas, semi-áridas e sub-úmidas secas, resultantes de vários fatores, incluindo as variações climáticas e as atividades humanas.



A Convenção sobre Mudança do Clima

A Convenção sobre Mudança do Clima tem uma importância especial por representar o consenso de mais de uma centena de países sobre a necessidade de se fazer um esforço em escala global para reduzir a emissão de gases que intensificam o efeito estufa. Ao mesmo tempo, também significa o reconhecimento de que os países precisam repartir o ônus decorrente desse fenômeno.

A Convenção do Clima é o símbolo da vontade de cooperação internacional em torno do tema do aquecimento global.

As negociações para a formulação do texto da convenção, que foi apresentado na Rio-92, começaram dois anos antes. Em 1990, a 44ª Assembléia Geral das Nações Unidas reconheceu que o problema da mudança climática é fortemente baseado em aspectos políticos e de negociação, sendo as Nações Unidas o fórum apropriado para ações políticas centradas nos problemas ambientais globais.

A Assembléia Geral das Nações Unidas criou, então, um comitê (International Negotiation Committee), encarregado de negociar os compromissos dos países e redigir o texto da Convenção-Quadro sobre Mudança Climática (UNFCCC) [United Nations Framework Convention on Climate Change].

Decisões políticas que envolvem mais de uma nação e, portanto, mais de um interesse, não são fáceis de serem tomadas. Não por acaso, a Convenção sobre Mudança do Clima levou certo tempo para ser aprovada, entrar em vigor e ser ratificada. Documentos firmados em fóruns internacionais têm um trâmite diferenciado. Primeiro, vêm as negociações entre os países, que começam no âmbito da diplomacia. Depois, os chefes de Estado se reúnem, como ocorreu na Rio-92. Se houver consenso, o documento que resulta das negociações é assinado. Mas, depois, tem que ser ratificado, confirmado em cada país, para que tenha validade, e, enfim, entre em vigor.

Assim foi com a Convenção do Clima. Depois de cinco encontros, representantes de mais de 150 países aprovaram o documento final em maio de 1992. Acompanhe um resumo do calendário desse documento tão importante dentro do contexto das mudanças climáticas e o comprometimento dos países:

- É assinada na Rio-92 por 155 países, em 15 de março de 1994.
- É assinada pelo Brasil, o primeiro a fazê-lo, em 4 de junho de 1992.

- O Congresso Nacional brasileiro a ratifica em 28 de fevereiro de 1994.
- Entra em vigor internacionalmente em 21 de março de 1994.
- Entra em vigor no Brasil em 29 de maio de 1994.

O principal objetivo da Convenção do Clima é o de alcançar a estabilização das concentrações dos gases de efeito estufa na atmosfera em um menor nível de risco para o sistema climático (não perigoso), que não ameace a produção de alimentos e que viabilize o desenvolvimento econômico de modo sustentável. Não existe uma certeza científica sobre este grau de “não perigo”.

Muitos cientistas temem que possam advir conseqüências graves da elevação da temperatura média global. Outros procuram mostrar que ainda persistem incertezas sobre os efeitos apontados como prováveis de ocorrer. As medidas estabelecidas na Convenção sobre Mudança do Clima são preventivas, pois não se sabe com exatidão onde, como e quando os problemas acontecerão, apesar de ser possível estimar a vulnerabilidade de alguns sistemas, tais como:

- Pequenos países insulares.
- Países com zonas costeiras de baixa altitude.
- Países com regiões áridas e semi-áridas, florestais e áreas sujeitas à degradação de florestas.
- Países com regiões propensas a desastres naturais.
- Países com regiões sujeitas a secas e à desertificação.
- Países com regiões de alta poluição atmosférica urbana.
- Países com regiões de ecossistemas frágeis, inclusive ecossistema montanhoso.
- Países cujas economias dependem fortemente de renda gerada pela produção, processamento, exportação e/ou consumo de combustíveis fósseis e de produtos afins com elevado coeficiente energético.
- Países mediterrâneos e países de trânsito.

A Convenção sobre Mudança do Clima e o IPCC

A Convenção sobre Mudança do Clima constitui-se na peça central do esforço mundial voltado a compromissos de redução das emissões de gases de efeito estufa. Foi a Convenção do Clima que delegou ao núcleo de estudos internacional, o Painel Intergovernamental de Mudança do Clima (IPCC), a missão de avaliar o atual *status* de conhecimento sobre o sistema e a mudança do clima, os impactos ambientais, econômicos e sociais das mudanças do clima, e as possíveis estratégias de resposta.

O IPCC foi quem deu subsídios para o debate acerca do tema do aquecimento global. Criado em 1988, o trabalho do painel ganhou maior destaque a partir de 1992, quando a convenção foi instituída. Seus relatórios têm servido de base para a tomada de decisões por parte da convenção.

A sede do IPCC fica em Genebra, na Suíça, onde funciona a estrutura administrativa e onde são realizadas as sessões plenárias. O grupo, formado por cientistas de 80 países, não conduz pesquisas, nem cria parâmetros climáticos. Seu trabalho consiste em avaliar pesquisas, conduzidas no mundo inteiro, que sejam relevantes para entender os riscos das mudanças climáticas provocadas pelo ser humano, bem como projetar impactos e, ainda, apontar opções de adaptação e mitigação desses impactos.

O grupo já produziu quatro relatórios, sendo o mais recente, publicado no ano passado, o que trouxe dados mais contundentes. Especialistas de todo o mundo formam grupos de estudo, divididos nas seguintes áreas: bases científicas; impactos, vulnerabilidades e adaptação; mitigação; e força-tarefa para os inventários nacionais de gases de efeitos estufa.

A relevância de seu trabalho – na avaliação dos impactos das mudanças climáticas, bem como na determinação de quais medidas e tecnologias podem mudar o cenário de emissões de gases que intensificam o efeito estufa – rendeu ao IPCC, em 2007, o Prêmio Nobel da Paz.

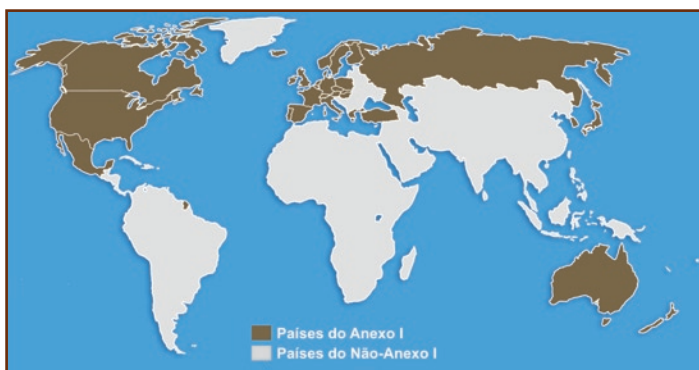
Metas da convenção

A Convenção sobre Mudança do Clima, pelo acordo inicial de 1992, estabeleceu como meta a estabilização das concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera em um nível

preventivo quanto ao perigo de interferência antrópica no sistema climático.

A convenção instituiu obrigações de redução de gases de efeito estufa. Assim, as nações foram divididas em dois grupos. Vejamos:

- Anexo I – Países-membros da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE), além dos países do antigo bloco soviético – grupo de países com compromisso de redução de seus GEE.
- Não-Anexo I – Todos os demais, principalmente os países em desenvolvimento – grupo sem compromisso de redução de seus GEE.



Rogério Castro (AEB/Programa AEB Escola),

Figura 4.1. O mundo dividido entre os países que assumiram o compromisso de redução de emissões de gases de efeito estufa aos níveis de 1990 e aqueles que devem adotar programas de mitigação aos efeitos das mudanças climáticas.

Os países do Anexo I concordaram em reduzir suas emissões até o ano de 2000, voltando aos níveis de 1990. Os países do Não-Anexo I se comprometeram a adotar programas nacionais de mitigação, sem ter que cumprir metas quantitativas.

Não foi fácil redigir a Convenção do Clima. Havia pouco consenso. As primeiras divergências começaram logo no início, quando ficou evidente que alguns países teriam mais facilidade de cumprir suas metas do que outros, por uma série de razões, tais como diferenças na matriz energética de cada país e interesses econômicos, e mesmo por motivos políticos.

Entendendo o conceito de matriz energética

Matriz energética é uma representação quantitativa da oferta de energia, ou seja, da quantidade de recursos energéticos oferecidos por um país ou por uma região.

A análise da matriz energética de um país, ao longo do tempo, é fundamental para a orientação do planejamento do setor energético, que tem de garantir a produção e o uso adequados da energia, permitindo, inclusive, as projeções futuras.

Uma informação importante, obtida a partir da análise de uma matriz energética, é a quantidade de recursos naturais que está sendo utilizada. Dispor desta informação nos permite avaliar se a utilização desses recursos está sendo feita de forma racional.

Muitos conflitos de natureza política, entre países desenvolvidos e em desenvolvimento, ocorreram mesmo antes da assinatura da convenção. A proposta dos Estados Unidos, por exemplo, era atingir emissões equivalentes ao nível de 1990 entre os anos 2008 e 2012. A União Européia pressionava no sentido de, em 2010, apresentar redução de 15% em relação ao nível de 1990. A Austrália, por sua vez, só concordava com a parte do acordo que permitia um crescimento razoável das emissões.

Os chamados países insulares, conhecidos pela sigla AOSIS, sigla para (Alliance of Small Island States, Aliança dos Pequenos Países Insulares), ameaçados pela provável elevação do nível do mar, propuseram metas bastante rigorosas de redução de emissões de gases de efeito estufa, consideradas impossíveis de serem alcançadas por todos os outros países.

Já países do Não-Anexo I, como o Brasil, a China e a Índia, diferentemente do Chile e da Argentina, não quiseram aceitar nenhuma imposição em termos de redução de emissões. Diante do impasse, o Senado norte-americano recomendou que o então presidente dos EUA, Bill Clinton, só assinasse o acordo de limitação ou redução de gases de efeito estufa caso os países do Não-Anexo I também concordassem com algum compromisso de limitação ou redução no mesmo período.

Na contramão de tantas divergências, houve países que cumpriram metas de redução facilmente. Vejam o exemplo da Inglaterra, que tinha decidido – por outros motivos – reduzir o uso do carvão como principal combustível fóssil e cumpriu sua meta muito antes de outros países desenvolvidos, que, inclusive, resistiram em assinar a Convenção sobre Mudança do Clima, como Estados Unidos, Austrália, Japão, Canadá e Noruega. Também foram resistentes a aderir à Convenção as novas repúblicas resultantes do desmoronamento do antigo bloco soviético.

O compromisso de China, Índia e Brasil

China, Índia e Brasil abrigam 40% da população mundial e suas economias têm crescido proporcionalmente mais que a de países desenvolvidos. Na verdade, existe um descompasso que os leva a acelerar o ritmo de crescimento. Por isso, as atividades industrial e agrícola têm aumentado nesses países a ponto de isso ter servido de munição para que países do Anexo I tentassem negociar que as três nações fossem obrigadas a assumir o compromisso de reduzir suas emissões em determinado nível. O argumento usado pela diplomacia desses países de economia emergente para contestar a imposição foi o de que exigir a limitação de seu nível de emissões significaria inibir seu crescimento econômico, além de trazer impactos negativos na qualidade de vida de suas populações.



Fóruns de discussão dos países – Conferências das Partes

O fórum em que os países signatários da convenção discutem suas diferenças e alinham suas expectativas chama-se Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas de Mudanças Climáticas (COP/CQNUMC). A primeira Conferência das Partes, a COP 1, ocorreu na Alemanha, em 1995.

Estabeleceu-se o Mandato de Berlim, que, entre outras questões, tinha por principal objetivo o fortalecimento dos compromissos assumidos em 1992 pelos países que compõem



Protocolo de

Quioto: discutido e negociado na cidade de Quioto, no Japão, em 1997. Aberto para assinatura em 1998 e ratificado em 1999, o protocolo entrou em vigor só em 2005, com a ratificação da Rússia. Isso porque era necessário que 55% dos países que, juntos, produzem 55% das emissões o ratificassem. Constituiu-se de um tratado internacional com compromissos mais rígidos para a redução da emissão dos gases que intensificam o efeito estufa.

o denominado Anexo I, com a adoção de um protocolo ou de algum outro instrumento legal. Um grupo *ad hoc*, ou seja, criado especificamente para este fim, reuniu-se diversas vezes para discutir sobre o Mandato de Berlim e encaminhar proposta de como alinhar os interesses dos países signatários da convenção.

Na segunda Conferência das Partes (COP 2), realizada em 1996, o grupo finalizou um documento com as conclusões do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas, o IPCC. Os especialistas recomendaram uma sistemática mais objetiva para a redução das emissões e, ao enfatizar a necessidade de se buscar o fortalecimento dos compromissos por meio de um instrumento legal, foi o grupo *ad hoc* da Convenção do Clima quem plantou as primeiras sementes do futuro

Protocolo de Quioto.

O então presidente dos Estados Unidos, Bill Clinton, ao discursar na sessão final do grupo *ad hoc* do Mandato de Berlim, realizada em 1997, na Alemanha, reconheceu que os EUA são os maiores emissores de gases de efeito estufa do planeta, apesar de representarem apenas 5% da população mundial. Este foi um posicionamento político importante para a evolução do debate sobre o clima.

No entanto, quando George W. Bush assumiu a presidência dos Estados Unidos, o país mudou seu posicionamento político em relação ao tema das mudanças climáticas globais, alegando que isso teria um impacto negativo sobre a economia norte-americana.

Veio, então, a terceira Conferência das Partes (COP 3), em 1997, no Japão, quando o Protocolo de Quioto, que já vinha sendo elaborado, tomou seu formato conclusivo.

No ano seguinte, novas metas de redução de emissão de gases de efeito estufa (GEE) foram definidas pelo Protocolo de Quioto. Foi aí também que representantes dos Estados Unidos na Convenção do Clima criaram o *voluntary agreement* [acordo voluntário, na tradução livre], que propunha que os países

em desenvolvimento concordassem em assumir reduções de emissão de modo voluntário, já que a Convenção do Clima não os obrigava a isso. Alguns países em desenvolvimento, como a Argentina, aderiram voluntariamente à proposta.

Brasil, Índia e China sofreram pressões para que concordassem com esse instrumento. Com isso, o debate voltou, portanto, ao estágio em que estava em 1995, com a intenção de envolver os países do Não-Anexo I. Mas estes se recusaram a assumir qualquer compromisso de redução de emissões, por entender que isso poderia significar um freio em seu desenvolvimento econômico.

Na convenção, a Proposta Brasileira

Foi no Japão, na terceira Conferência das Partes (COP 3), que a delegação brasileira apresentou oficialmente a proposta do Brasil, ampliando o princípio de “responsabilidades comuns, mas diferenciadas”. A proposta previa a criação de um fundo mundial, denominado Fundo de Desenvolvimento Limpo, que seria alimentado por contribuições advindas de penalidades arbitradas aos países industrializados que não cumprissem suas metas quantitativas de redução de emissões acordadas. Este fundo financiaria projetos em países em desenvolvimento para a implementação de ações orientadas ao desenvolvimento sustentável.

A proposta de criação do fundo serviu de inspiração para o chamado Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), do qual trataremos mais à frente. As sugestões contidas na Proposta Brasileira ganharam o apoio do grupo de países em desenvolvimento, também conhecido como G-77.

Esse grupo funciona no âmbito da Organização das Nações Unidas (ONU) e tem, na verdade, 130 países, mas seu nome foi mantido por razões históricas. Quando foi criado, em 1964, era constituído de 77 países, que se uniram para coordenar ações conjuntas de comércio e desenvolvimento, no âmbito das negociações internacionais promovidas pela ONU.



Pense
Nisso!

Responsabilidades comuns, porém diferenciadas

Imagine a seguinte situação: você e seus amigos são convidados a jantar com outro grupo em um restaurante caríssimo. Por uma razão qualquer, você e seus amigos se atrasam ao compromisso, chegando somente na hora do cafezinho final. É justo a conta ser dividida igualmente por todos os presentes, sem levar em consideração quem chegou depois?

Refletir sobre sua resposta pode lhe ajudar a entender o espírito do conceito de responsabilidades comuns, porém diferenciadas. A Convenção sobre Mudança do Clima está baseada neste princípio. Seu preâmbulo reconhece que “mudanças do clima da Terra e seus efeitos negativos são uma preocupação comum da humanidade” e que “a natureza global das mudanças do clima requer a maior cooperação possível de todos os países e sua participação em uma resposta internacional efetiva e apropriada, conforme suas responsabilidades comuns, mas diferenciadas, e respectivas capacidades e condições sociais e econômicas”.

Também é observado que “a maior parcela das emissões globais, históricas e atuais, de gases de efeito estufa é originária dos países desenvolvidos, que as emissões *per capita* dos países em desenvolvimento ainda são relativamente baixas e que a parcela de emissões globais originárias dos países em desenvolvimento crescerá para que eles possam satisfazer suas necessidades sociais e de desenvolvimento”.

A responsabilidade é comum porque os efeitos das mudanças climáticas recaem sobre todas as nações. Além disso, não é possível atribuir diretamente aos países a responsabilidade pela emissão da parcela que lhes cabe.

Por outro lado, a responsabilidade é diferenciada porque alguns países são mais responsáveis pela causa do aquecimento global do que outros. Isso ocorre por causa das diferenças de tamanho, população e nível de desenvolvimento. Em outras palavras, devido ao nível de interferência antrópica no sistema climático.

A Proposta Brasileira foi inovadora por não se ater unicamente às emissões de gases de efeito estufa de cada país relativas a 1990. Seu objetivo era o de vincular o histórico das emissões desses gases ao aumento da temperatura que estivesse relacionado a essas concentrações. Os argumentos da delegação brasileira baseavam-se na seguinte premissa: durante um século e meio, os países ricos puderam

desenvolver-se com emissões ilimitadas de gases de efeito estufa, devido a uma matriz energética baseada em combustíveis fósseis.

Portanto, a conclusão sugerida pelo Brasil é a de que esses países têm uma responsabilidade histórica quanto às mudanças climáticas que, na atualidade, são causadas pela intensificação do efeito estufa. Prova disso é que, hoje, o consumo de energia médio de cada habitante dos países ricos é mais elevado do que o dos moradores dos países em desenvolvimento, como se vê na Figura 4.2.

Já na tabela seguinte, pode-se verificar que a contribuição dos países do Anexo I, em termos de emissões e concentrações de gás carbônico, bem como sua contribuição no aumento da temperatura global, é bem superior à contribuição dos países do Não-Anexo I.

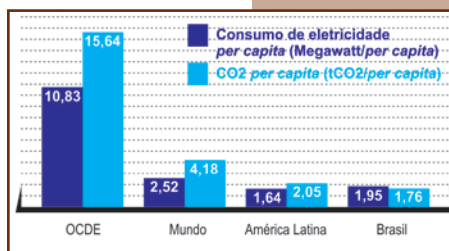


Figura 4.2. Comparativo do consumo de eletricidade e da emissão de gás carbônico dos países industrializados - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), com a média mundial, da América Latina e do Brasil.

Rogério Castro (AEB/Programa AEB Escola), IEA, www.iea.org/

Contribuição dos países para o efeito estufa

	ANEXO I	NÃO-ANEXO I
Emissões em 1990*	75%	25%
Concentrações em 1990**	79%	21%
Contribuição no aumento de temperatura:***		
Em 1990	88%	12%
Em 2010	82%	18%
Em 2020	79%	21%

Fonte: Proposta Brasileira à Convenção de Mudança do Clima - 1997.

* A emissão se refere à análise mais pontual em um determinado ano.

** A concentração se refere à medição ou ao somatório de emissão e tempo de decaimento dos gases em um determinado ano.

*** O aumento de temperatura se refere entre outras coisas ao efeito gerado pela concentração dos gases.

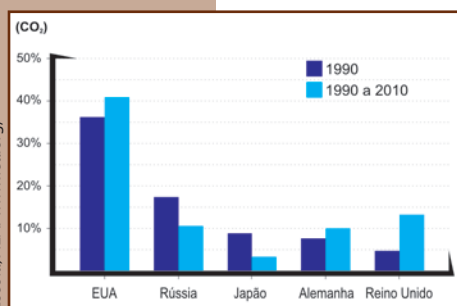


Figura 4.3. Responsabilidade das nações nas emissões de gás carbônico.

Na Figura 4.3, em que são considerados apenas os países do Anexo I e as emissões de gás carbônico, no período que vai de 1990 a 2010, verifica-se que os Estados Unidos e o Reino Unido lideraram o quadro, seguidos por Rússia, Alemanha e Japão. Nota-se também que a análise das responsabilidades das nações para a intensificação do efeito estufa muda substancialmente, caso

consideremos as emissões acumuladas.

O MUNDO CHEGA A UM ACORDO – PROTOCOLO DE QUIOTO

Na quarta Conferência da Partes (COP 4), realizada em 1998, em Buenos Aires, um total de 39 países desenvolvidos assinaram o Protocolo de Quioto, incluindo os Estados Unidos. Mas ainda não foi dessa vez que o Senado norte-americano ratificou o documento, o que desobrigava o país de cumprir sua meta.

Estabeleceu-se, então, que o Protocolo de Quioto somente entraria em vigor 90 dias após a ratificação de, pelo menos, 55 países signatários da Convenção do Clima, incluindo os países desenvolvidos, que, juntos, contabilizariam pelo menos 55% do total de gases do efeito estufa emitidos na atmosfera. Este limite só foi atingido quando a Rússia finalmente ratificou o protocolo, em dezembro de 2004.

O Protocolo de Quioto entrou, finalmente, em vigor em 16 de fevereiro de 2005, com as seguintes determinações:

- Os países do Anexo I terão que reduzir, no período de 2008 a 2012, 5,2% de suas emissões de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O), em relação aos níveis de 1990.
- Os países do Anexo I terão que reduzir seus níveis de hidroclorofluorcarbono (HFC), perfluorcarbono (PFC) e hexafluoreto de enxofre (SF₆) aos níveis do ano de 1995.

- É permitido o “comércio de emissões” entre países do Anexo I. Países que reduzirem mais do que sua meta podem vender créditos para aqueles que não conseguirem alcançar sua meta.
- É permitido aos países do Anexo I que não conseguirem cumprir suas metas de redução de emissão utilizar o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, “pagando” pelo não-cumprimento das metas com investimentos em projetos em países do Não-Anexo I que reduzam emissões e promovam o desenvolvimento sustentável.

Na seqüência, em 1999, foi realizada a quinta Conferência das Partes (COP 5), em Bonn, que teve como principal destaque a criação dos mecanismos econômicos flexíveis para a redução de gases de efeito estufa. As Conferências das Partes seguem acontecendo anualmente. Foi na décima primeira conferência, a COP 11, realizada em 2005, em Montreal, Canadá, que começaram os debates sobre as regras a serem seguidas depois do primeiro período de compromisso de Quioto, ou seja, a partir de 2012.

Os instrumentos do protocolo

O Protocolo de Quioto prevê o uso de três instrumentos, conhecidos por mecanismos de flexibilização, a serem empregados, de forma complementar, pelos países para o alcance de suas metas de redução das emissões dos gases intensificadores de efeito estufa. São eles:

- Comércio de Emissões (CE).
- Mecanismo de Implementação Conjunta (IC).
- Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).

Os dois últimos são denominados de mecanismos baseados em projetos, porque, nesses casos, as reduções das emissões são derivadas de investimentos em projetos estruturados de forma a reduzir as emissões antropogênicas, por fontes, ou com o objetivo de incrementar a absorção das emissões antropogênicas por sumidouros de gases de efeito estufa.

A inclusão desse tipo de mecanismo de flexibilização é justificada pelo caráter global dos desafios postos ao planeta pelas mudanças climáticas, o que torna equânimes os efeitos das reduções das emissões dos GEE, independente do local de origem das emissões. Nesse contexto, é facultado aos países com compromissos de redução e limitação de emissões – que considerem ser mais dispendioso reduzir suas emissões em seu próprio território – optar por compensar essas reduções por meio da compra de emissões evitadas em um outro país, a um custo inferior.

Como determinado no Protocolo de Quioto, tais mecanismos de flexibilização estão orientados a dois objetivos:

- Facilitar aos países do Anexo I da Convenção do Clima o alcance de seus compromissos de redução e limitação de emissões.
- Contribuir para o desenvolvimento sustentável dos países em desenvolvimento, países não incluídos no Anexo I, via transferência de tecnologias limpas, especialmente aquelas que usem fontes renováveis de energia.

Os mecanismos de Comércio de Emissões e Implementação Conjunta somente têm validade para a implementação de projetos entre os países do Anexo I e têm por objetivo contabilizar as reduções líquidas de emissões de gases de efeito estufa. O protocolo também prevê que a execução desses projetos ocorra nos próprios países que compõem o Anexo I. Aos países que estão fora do Anexo I só é permitido participar do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo.

Uma meta diferente para cada país

Ao rever a meta original da Convenção do Clima e definir uma média de redução de 5,2% na emissão de gases de efeito estufa nos países desenvolvidos até 2012, o Protocolo de Quioto estabeleceu uma meta para cada país.

Cada país do Anexo I declarou a meta de redução que desejava e/ou poderia atingir. Estas metas estão no Anexo B

do Protocolo de Quioto. Somadas, as declarações de cada país deste grupo resultam em uma redução total de 5,2% em relação aos níveis de 1990.

Os Estados Unidos, por exemplo – que acabaram não assinando o Protocolo de Quioto –, precisariam reduzir 7% de suas emissões em relação aos níveis de 1990. Para cumprir este objetivo, o país teria que redefinir suas metas de crescimento econômico projetadas até 2010.

Algumas nações poderiam até emitir gases em níveis acima dos de 1990, entre elas a Austrália, a Islândia e a Noruega. Outros países se comprometeram em manter, no período de 2008 a 2012, o mesmo nível de emissão de 1990, entre eles a Federação Russa, a Nova Zelândia e a Ucrânia.

As emissões de CO₂ dos países da ex-União Soviética, em 1997, já estavam bem abaixo das emissões em 1990. Ou seja, neste caso, as metas de estabilização equivalem na prática a uma autorização para emitir mais.

Portugal, Grécia, Espanha, Irlanda e Suécia também apresentam projeções para 2010 de aumento em seus percentuais de emissão, mas no Protocolo de Quioto esses países declararam metas de redução, cada um de 8%.

Trocando emissões por ações ambientais

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) [Clean Development Mechanism] funciona da seguinte forma: empresas ou governos de países industrializados compram créditos de projetos que reduzem as emissões de GEE em países em desenvolvimento e promovem, ao mesmo tempo, o desenvolvimento sustentável. Essas nações podem usar esses créditos para atingir sua própria meta de redução das emissões.

O grande atrativo do MDL é que ele promove o investimento, por parte das nações mais ricas do planeta, em novas tecnologias e eficiência energética nos países do Não-Anexo I. Isto favorece o crescimento sustentável dessas nações.

Depois de aprovado, em linhas gerais, no artigo 12 do Protocolo de Quioto, o MDL levou alguns anos até ser implantado. Era preciso estabelecer as diferentes metodologias para comprovar a redução das emissões, em várias áreas, tais como indústria, geração de energia, agricultura, tratamento de lixo etc. Além disso, alguns critérios precisavam ser estabelecidos, para se fazer justiça a projetos que realmente contribuíam para diminuir o aquecimento global. O mais importante desses critérios, ainda hoje usado, é a chamada adicionalidade.



Saiba
mais...

Adicionalidade, uma definição importante

Adicionalidade é o termo utilizado pelo Conselho Executivo do MDL para verificar se uma atividade traz benefícios adicionais para reduzir emissões, em relação a uma atividade similar, que, de toda forma, seria realizada. A intenção é evitar que empreendimentos empresariais ganhem crédito sem fazer qualquer esforço adicional além de sua área de atuação. Por exemplo: a construção de uma hidrelétrica, por si só, não reduz a emissão de gases do efeito estufa. Mas se o projeto comprova seu efeito de “adicionalidade” na redução das emissões, ele pode obter créditos via MDL. É o caso de hidrelétricas projetadas para locais onde a principal fonte energética é a queima de carvão mineral. Neste caso, há uma substituição desse combustível, com conseqüente redução das emissões de CO₂.

Já foi dito que o CO₂ emitido permanece na atmosfera por centenas de anos e seu efeito no aumento da temperatura é relacionado à somatória da sua concentração na atmosfera ao longo do tempo. De acordo com os argumentos apresentados na Proposta Brasileira, em Quioto, 85% do aumento atual da temperatura global de origem antropogênica advém dos países do Anexo I com cerca de 20% da população do mundo. Em contrapartida, apenas 15% das emissões que contribuem para o aquecimento da Terra têm sua origem nos países em desenvolvimento, onde se encontra 80% da população mundial.

Com esta argumentação, a diplomacia brasileira – com o suporte técnico do Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT) e de setores da comunidade científica que trabalhavam nesse assunto

– conseguiu consolidar a posição do Brasil contrária ao *voluntary agreement*, o acordo voluntário. O modelo apresentado pelo governo brasileiro permitia definir a contribuição de cada país para o aumento da temperatura global, pela soma das emissões de cada um dos países, desde a Revolução Industrial.

A proposta foi de distribuição de responsabilidades entre os países do Anexo I, de tal modo que aqueles que ultrapassassem certos limites no aumento de temperatura global que causavam pagariam uma penalidade, calculada em dólar, por grau Celsius de elevação. Os recursos iriam para um Fundo de Desenvolvimento Limpo, destinado a financiar projetos para evitar emissões nos países em desenvolvimento. O G77 assumiu a proposta, aglutinando 130 países em desenvolvimento, incluindo a China.

Os Estados Unidos se opuseram à criação do fundo, mas aceitaram, em seu lugar, o MDL como instrumento de compensação. Pela proposta, empresas de países ricos, para compensarem o crescimento atual de suas emissões, podem investir na redução de emissões em países em desenvolvimento a menor custo.

Ao contrário do fundo, cuja proposta era objetiva, o MDL, como foi proposto na época, era vago e levou vários anos de discussão até que fosse regulamentado. Apesar de terem atuado em Quioto contra a proposta do fundo e trabalhado pela criação do MDL, os Estados Unidos, no governo do presidente Bush, terminaram por não referendar o protocolo. Com a ausência dos Estados Unidos, houve a ameaça de que o protocolo não entrasse em vigor de acordo com as regras aprovadas.

Ganhando créditos por reduzir emissões

Um aterro sanitário de Nova Iguaçu, município do estado do Rio de Janeiro, foi o primeiro projeto brasileiro aprovado no âmbito do MDL. A aprovação veio em novembro de 2004, depois que foram definidos os critérios básicos do mecanismo de compensação. Com isso, o projeto ganhou créditos por reduzir a emissão de gases de efeito estufa, podendo, inclusive, vendê-los para o país que se interessar.



Projetos de créditos de carbono do Brasil, da Índia e da China

A maioria das ações voltadas às implementações de projetos MDL registra-se na Índia, no Brasil e na China. Embora bastante diferentes entre si, no que diz respeito às suas características geográficas, culturais, políticas e sociais, esses países têm em comum sua grande extensão territorial, grande população e grande potencial de crescimento econômico.

A ilustração a seguir mostra a distribuição percentual dos projetos MDL nos países com mais iniciativas nesse sentido. No total de projetos com registro no Conselho Executivo, que analisa os pedidos, o Brasil está na terceira posição em número de atividade de projeto, com 310 projetos. A China tem o maior número (1.343) e, em segundo, vem a Índia (1082). Os dados referem-se à atualização feita em agosto de 2008, conforme se vê na Figura 4.4.

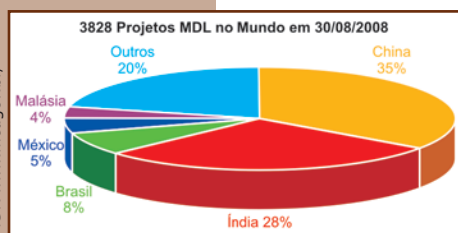


Figura 4.4. Percentual de projetos do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo em andamento no mundo, nos países com mais iniciativas deste instrumento.

Vale ressaltar que China e Índia possuem uma matriz de geração de energia baseada em combustíveis fósseis, diferentemente do Brasil, que possui uma matriz energética majoritariamente hídrica. Com isso, os projetos de redução de emissões de gases nesses dois países, inevitavelmente, serão mais numerosos.

No Brasil, a implantação do MDL caracteriza-se pela diversidade dos projetos. A utilização de gás e biomassa para a geração de energia vem sendo adotada por indústrias e aterros sanitários em vários estados.

Outra modalidade é o estímulo ao aproveitamento das fontes renováveis de energia, como parques eólicos (energia do vento), biomassa, energia solar e Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs). Há projetos candidatos ao MDL que fazem uso da co-geração energética a partir do bagaço de cana e substituição de óleo combustível por gás natural em indústrias.

Em Paulínia, São Paulo, uma única planta industrial diminuiu em 5,9 milhões de tCO₂e (tonelada de dióxido de carbono equivalente) seu lançamento anual de óxido nitroso (N₂O) na atmosfera, implantando um processo de destruição térmica desse resíduo. A tecnologia dos biocombustíveis, tais como o álcool produzido a partir da cana-de-açúcar e o biodiesel, a partir de espécies ricas em óleo – como a mamona, soja, dendê, algodão –, é incentivada pelo governo e configura-se como importante alternativa para projetos candidatos ao MDL.

Para facilitar os estudos comparativos sobre o aquecimento global, são adotadas medidas de “carbono equivalente” (CO₂e). Assim, o lançamento de qualquer gás de efeito estufa pode ser convertido em toneladas de CO₂e, de acordo com seu potencial de Aquecimento Global (na sigla em inglês, GWP – Global Warming Potential).



A contribuição global dos GEE reduzidos pelas atividades de projeto no âmbito do MDL desenvolvidas no Brasil é apresentada na Figura 4.5. Nela, observa-se que a maior quantidade trata de projetos destinados à redução de gás carbônico, seguido pelo metano (CH₄) e pelo óxido nitroso (N₂O).

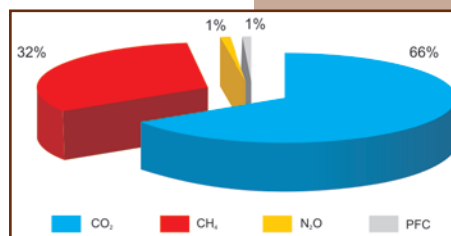


Figura 4.5. Projetos brasileiros por tipo de gás do efeito estufa.

Já a Figura 4.6 mostra como estão distribuídos os projetos MDL por atividade. Verifica-se que o setor energético é o responsável pela maior quantidade de projetos.

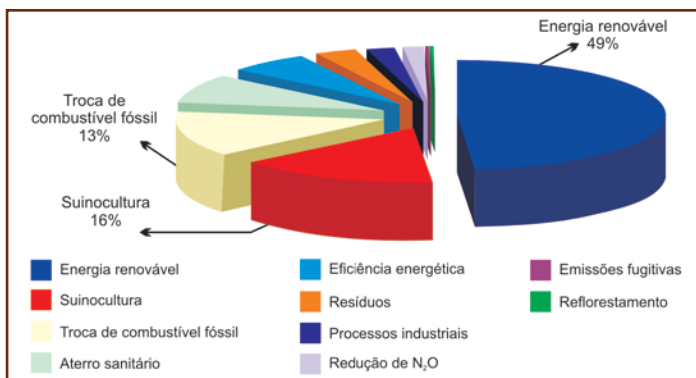


Figura 4.6. Distribuição dos projetos MDL por atividade.

André Silva (AEB/Programa AEB Escola). MCT. www.mct.gov.br/

Rogério Castro (AEB/Programa AEB Escola). MCT. www.mct.gov.br/



Críticas ao MDL

E se uma nação industrializada conseguir créditos suficientes em um país em desenvolvimento, isto significa que ela pode continuar poluindo em seu território? Teoricamente, sim, pois o que está sendo gerenciado no MDL são especificamente os gases que intensificam o efeito estufa (impacto ambiental global), não intervindo de maneira direta nos impactos locais e/ou regionais, como a emissão de particulados, chuva ácida, impactos visuais e sonoros etc.

Esta é a principal crítica que se faz ao MDL. Apesar de suas boas intenções, na prática, os créditos de carbono criam um novo mercado, em que países ricos pagam aos pobres para que, no somatório global, se reduzam as emissões dos gases intensificadores de efeito estufa gerados pelo ser humano, sem interferir nas alternativas locais dos países ricos. Assim, cumprem o compromisso com o Protocolo de Quioto, mas não alteram seu modelo de desenvolvimento nem padrões de consumo.

Como todo mercado, o dos créditos de carbono gera especulação e a procura de investimentos mais vantajosos, ou seja, projetos mais baratos, que garantam boa quantidade de emissões evitadas. Considerando o compromisso de promoção do desenvolvimento sustentável nos países que sediam os projetos, presente nas concepções de construção de projetos MDL, as escolhas têm privilegiado aqueles mais atrativos, tendo como preponderância mais o critério do custo-benefício imediato do que os efeitos sociais e econômicos de longo prazo.

Uma preocupação dos ambientalistas são os excessivos trâmites burocráticos necessários para a aprovação de projetos em esfera internacional. Quem chancela as ações MDL é um Conselho Executivo, que pertence à Conferência das Partes da Convenção do Clima da ONU (COP). Mas, antes disso, o projeto precisa ser aprovado pela autoridade nacional – (no caso do Brasil, a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima (CIMGC). Elaborar um projeto com esse grau de complexidade, mesmo de pequena escala, requer investimentos consideráveis em pesquisas e consultoria, coisa que apenas grandes empresas são capazes de fazer. Isso dificulta o acesso aos benefícios de iniciativas locais de menor porte.

CARBONO, UMA NOVA MOEDA

Ao tornar o carbono um “produto” comercializável, os mecanismos flexíveis do Protocolo de Quioto, como o da Implementação Conjunta, inspiraram o surgimento de Bolsas de Valores independentes para negociar a redução dos gases do efeito estufa. A diferença é que as transações nesses mercados não passam pelo crivo das Nações Unidas (ONU), nem servem como certificado para os países desenvolvidos cumprirem suas metas do Protocolo de Quioto.

Ainda assim, especialistas da área econômica consideram que os créditos de carbono são um mercado promissor, por causa da crescente preocupação das empresas em reduzir suas emissões. Elas têm dois fortes motivos para isso: agradar os consumidores – que estão mais exigentes quanto aos efeitos socioambientais de suas escolhas – e preparar-se para medidas que, mais cedo ou mais tarde, os governos adotarão para cumprir seus compromissos internacionais.

A primeira Bolsa de Valores com empresas que, voluntariamente decidiram reduzir suas emissões, foi criada em dezembro de 2003, nos Estados Unidos. A Chicago Climate Exchange (CCX) nasceu tendo em carteira 13 empresas, cuja meta era diminuir 4% de seus gases. Dois anos depois, já eram 110 associados. Além de empresas, a CCX também tem em sua lista prefeituras e o estado americano do Novo México.

Seguindo o exemplo americano, outras bolsas de créditos de carbono foram criadas no Canadá, na Europa e até no Brasil, onde, desde 2005, a Bolsa de Valores do Rio de Janeiro abriga o Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE).

A importância do engajamento empresarial na agenda das mudanças climáticas não deve ser menosprezada. Afinal, normalmente não são os países, com seus governos e população, que emitem gases do efeito estufa. Os emissores são os setores industrial e de transportes, além do agrícola.

O peso do setor produtivo nas mudanças climáticas faz com que seja urgente a implementação de ações que, juntamente com as ações dos governos, devem ser conduzidas de forma a adotar medidas mitigatórias em curto, médio e longo prazo.

CONCLUINDO

É inegável o comprometimento de vários países na tentativa de buscar uma solução para reduzir as emissões de gases que intensificam o efeito estufa e, conseqüentemente, contribuem para aquecer o planeta.

Mas a organização dos países em torno de um consenso do tamanho da responsabilidade de cada um não é tão harmônica, já que os interesses são diversos e, muitas vezes, conflitantes.

Pode-se dizer, quanto ao entendimento político-institucional, que existe um consenso sobre a necessidade de busca de soluções globais acerca da redução das emissões. Neste sentido, percorreu-se um caminho, se não desejável, pelo menos, possível.

Entre as conquistas das Nações Unidas na busca de soluções e no trabalho de unir esforços, pode-se destacar a Convenção-Quadro das Nações Unidas para a Mudança Climática e o Protocolo de Quioto como instrumentos para dar uma resposta global ao problema do clima.

Esse trabalho também teve como resultado o estímulo à implementação de uma série de políticas, bem como à criação de um mercado internacional do carbono, orientado para o alcance dos objetivos estabelecidos nos instrumentos internacionais.

O caminho, agora, leva à necessidade de intensificação das negociações, visando à definição de parâmetros que norteiem os países no que diz respeito às emissões de gases de efeito estufa.