

MUDANÇAS CLIMÁTICAS UMA ABORDAGEM CONCEITUAL SOBRE ESTE PROBLEMA AMBIENTAL GLOBAL

*Cleverson V. Andreoli
Fabiana de Nadai Andreoli
Pedro Kiatkoski Kim
Kauê de Andrade Monteiro*

INTRODUÇÃO

O ser humano, como forma de vida integrante da biosfera, depende do meio ambiente para sua sobrevivência, conseqüentemente, explora os recursos naturais disponíveis e modifica o espaço de acordo com suas demandas e conveniências.

Nos primórdios de sua existência, com a prática do nomadismo, o ser humano buscou áreas providas dos recursos naturais necessários à sua perpetuação, que, quando esgotados, demandavam a busca de novas áreas, fato que, apesar da exploração realizada, permitia a recuperação do ambiente objeto do uso.

Ao longo do tempo a humanidade aprendeu a controlar e explorar os ambientes naturais de modo que não mais se fez necessária a busca de novas áreas de exploração, iniciando o desenvolvimento de práticas agrícolas e a domesticação e criação de animais. Tais fatores permitiram o assentamento e desenvolvimento de comunidades, os quais foram condicionados principalmente à disponibilidade dos recursos naturais e de condições climáticas favoráveis, culminando na criação de cidades geralmente localizadas às margens de rios, lagos, estuários, entre outros.

Com o crescimento acelerado da humanidade, aliado aos avanços científicos e tecnológicos, a demanda pela transformação do espaço natural e exploração de recursos aumentou significativamente, implicando diferentes fatores de degradação ambiental que comumente são tratados separadamente, entretanto, integram uma complexa interligação entre os aspectos ambientais, sociais e econômicos.

Nesse sentido, a solução ambiental não pode ser dissociada dos problemas socioeconômicos, criando a busca por um modelo de desenvolvimento que integre os fatores ambientais, sociais e econômicos, ou seja, um modelo de desenvolvimento sustentável.

Atualmente, o foco das principais discussões mundiais está ligado diretamente às mudanças climáticas. A história tem mostrado que o clima é um condicionante fundamental no desenvolvimento das populações ao redor do mundo. Em que pese o avanço tecnológico do último século, a variabilidade climática pode produzir impactos significativos no desenvolvimento dos países e comprometer a sustentabilidade das populações.

À medida que os efeitos das mudanças climáticas são notados e que se reconhecem a ameaça e as consequências ao desenvolvimento econômico e social, evidencia-se a necessidade de se dar cada vez mais atenção a tais questões.

O esforço acadêmico para aperfeiçoar as modelagens que elaboram cenários tem apresentado resultados bastante consistentes, que determina uma grande hegemonia na comunidade científica. Há uma unanimidade no meio acadêmico a respeito do aquecimento global; contudo, ainda que as avaliações estatísticas, com mais de 90% de probabilidade, associem os problemas climáticos à atividade humana, ainda encontram posturas divergentes. Independentemente se mudanças climáticas são ou não uma consequência das intervenções do ser humano no meio, há uma necessidade evidente de ajuste do modelo de desenvolvimento, pois a crise ambiental se reflete em vários outros componentes do meio, como na redução da biodiversidade, na desorganização do ciclo hidrológico, na poluição de rios, na erosão dos solos, na desertificação.

Temos que adotar padrões de acesso aos recursos que reduzam os efeitos ambientais, mas que seja capaz de incluir cerca de 870 milhões de habitantes que vivem hoje em insegurança alimentar, portanto sem ter acesso ao mais básico dos recursos, que é a certeza de um prato de comida no dia de hoje. As projeções de crescimento populacional mostram que teremos até o ano de 2050, mais 1,3 bilhão de irmãos, na sua grande maioria nascidos em países periféricos, o que amplia a gravidade do problema. Dessa forma, o modelo referente à distribuição dos recursos deve necessariamente ser ajustado a padrões que permitam a inclusão e ao mesmo tempo que reduzam os impactos planetários, independentemente se o aquecimento global é ou não causado pelas atividades antrópicas.

Por esse motivo, trata-se de uma solução complexa, que exige uma avaliação integrada de todos os fatores ambientais, sociais e econômicos inerentes. Contudo, para podermos discutir sobre tais problemas, é necessário que seja feita uma breve abordagem conceitual sobre os principais assuntos relacionados ao tema.

DIFERENÇA ENTRE CLIMA E TEMPO

Popularmente os termos “clima” e “tempo”¹ são empregados para se referir à mesma coisa, no entanto, trata-se de duas coisas distintas. O “tempo”, nesse caso, refere-se ao estado momentâneo das condições meteorológicas de uma determinada região, como, por exemplo, quando dizemos num dia de chuva que o tempo está “chuvoso”. Já o “clima” refere-se a uma característica de condição meteorológica de uma determinada região, ou seja, a variação do “tempo” em uma região durante um longo período cronológico é que determina o clima desse local. Portanto, o termo “clima” trata dos padrões de comportamento da atmosfera em suas interações com as atividades humanas e com a superfície do Planeta durante um longo período de tempo, ao passo que o termo “tempo” trata do estado momentâneo das condições meteorológicas.

Com o dinamismo da atmosfera e a complexidade dos seus fenômenos se faz necessária uma análise conjunta dos elementos do clima, a fim de possibilitar a definição de tipologias climáticas. Ao longo dos anos, diversos climatologistas desenvolveram métodos próprios de classificação do clima adaptados a suas regiões de interesse, embasados em concepções clássicas do clima, como, por exemplo, aquelas descritas por Köppen,

Wilhelm Köppen desenvolveu diversos modelos de classificação do clima que até hoje servem como base para elaboração de outros esquemas. O modelo desenvolvido por este cientista categoriza 05 (cinco) grandes grupos climáticos principais que correspondem às regiões fundamentais, do Equador aos Pólos (1- Tropicais chuvosos, 2- Secos, 3- Temperados Chuvosos/ Moderadamente Quentes, 4- Frios com Neve-Floresta e 5- Polares). As regiões supracitadas são divididas em subgrupos, que são determinados de acordo com a distribuição sazonal da precipitação juntamente com as características de temperatura, totalizando 24 tipos climáticos.² (AMBIENTE BRASIL, 2012)

Assim como a vida influencia a atmosfera, as condições meteorológicas também influenciam diretamente a vida humana do nosso planeta, modificando cultural e fisicamente as atividades desenvolvidas pelos seres vivos, principalmente pelo fato de a atmosfera (local onde ocorrem as mudanças de tempo e clima) ser muito dinâmica, faz-se necessário o aprendizado da estrutura atmosférica, que é onde se dão essas alterações de tempo e clima.

O QUE É ATMOSFERA

Atmosfera (palavra de origem grega, *atmos*=gás e *sfera*=esfera) é o nome dado à massa gasosa que envolve o nosso planeta. Ela é que permite a vida na terra, resfriando e esquentando, chovendo e secando. Como forma de representação da área ocupada pela atmosfera em relação ao Planeta Terra, no globo azul em uma sala de aula, a porção que representaria a atmosfera é a camada de tinta azul que envolve esse globo.

Mas do que é feita a atmosfera? A atmosfera pode até parecer invisível, mas é composta de moléculas gasosas de vários elementos, basicamente nitrogênio ($\approx 78\%$) e oxigênio ($\approx 21\%$), além de outros gases de menor expressão, conforme será descrito adiante.

E por que a atmosfera não vai embora pelo espaço? Por ser composta por várias moléculas e partículas de diferentes elementos, é também influenciada pela lei da gravidade e pelo campo magnético que envolve o Planeta Terra, fatores que permitem que ela não se vá pelo espaço a fora.

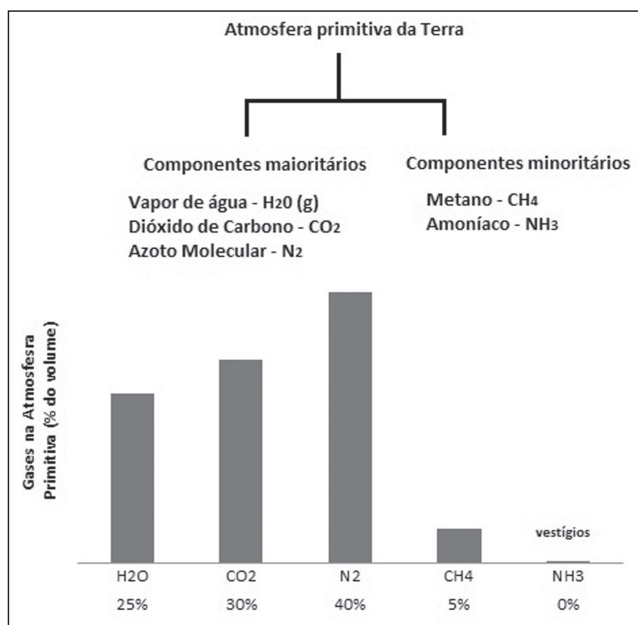
Além de servir como regulador da Terra, mantendo durante a noite o calor emitido pelo sol e incidido durante o dia, a atmosfera age ainda como um filtro natural do planeta, impedindo a entrada da maioria dos raios solares nocivos à vida, assim como protege o planeta contra fragmentos espaciais, sendo estes desintegrados no momento de sua entrada na atmosfera³.

ORIGEM E EVOLUÇÃO DA ATMOSFERA

Mas a atmosfera nem sempre foi assim. Há aproximadamente 4,6 bilhões de anos, a explosão de uma supernova ocasionou uma precipitação radioativa numa nuvem de gás vizinha, fazendo com que parte desta nuvem começasse a se condensar sob o seu próprio peso, formando o Sol e os planetas. Após a formação da Terra ocorreu uma colisão desta com outro planeta, fundindo-a em parte e ao mesmo tempo separando dela uma massa de rocha derretida, que, após condensação e aprisionamento no campo gravitacional da Terra, deu origem à Lua. Essa fusão permitiu a segregação das rochas, quando as mais pesadas foram direcionadas ao centro do Planeta e as mais leves flutuavam, posteriormente esfriando, formando a crosta.

O longo período compreendido entre o início da Terra até pouco tempo antes de a vida começar foi caracterizado por colisões constantes de corpos espaciais com a Terra, intensas atividades de vulcanismos e alta radioatividade. Esse período durou cerca de 1 bilhão de anos e ao longo deste a Terra esfriou e desenvolveu gases que formaram a primeira atmosfera duradoura. Com as erupções iniciais houve a fuga de gases voláteis para a camada exterior da crosta terrestre.

Esses gases liberados, juntamente com os gases que predominavam na nebulosa primitiva que deu origem ao sistema solar (Hidrogênio e Hélio), formaram a “Atmosfera Primitiva”. À época, tratava-se de uma atmosfera redutora, ou seja, um sistema que contém compostos com capacidade de reduzir outras substâncias no meio, mais precisamente, processo em que ocorre uma redução no número de oxidação de um átomo ou no número de cargas positivas de um íon. Dessa forma, a condição da Terra era inóspita. Infere-se que os gases liberados para o exterior da crosta terrestre tinham a seguinte proporção:



Fonte: MENDONÇA *et al.*, 2004.

À medida que a Terra resfriava e os gases eram liberados, a atmosfera primitiva começou a ficar saturada de vapor de água, posteriormente precipitando dos céus iniciando a formação dos oceanos.

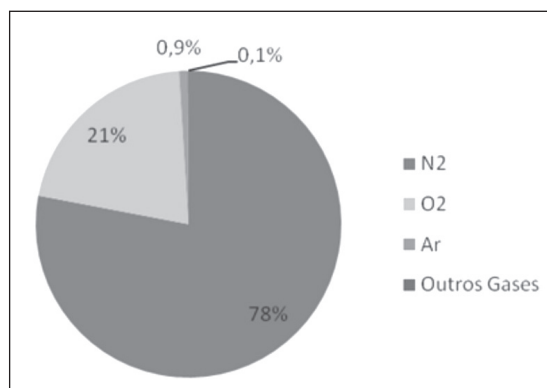
Nessa época não existia oxigênio na composição da atmosfera. Há indícios que apontam que à época os raios ultravioletas solares atingiam a superfície terrestre atuando sobre as moléculas existentes na atmosfera. Acredita-se que a radiação atuou como agente de ruptura das moléculas de água na formação do hidrogênio e oxigênio. O hidrogênio era liberado para o espaço e o oxigênio foi inicialmente se fixando ao Ferro, formando os dióxidos e, posteriormente, sendo liberado para a atmosfera. O aparecimento de organismos fotossintéticos (processo fundamental na regulação dos teores de Dióxido de Carbono) foi fundamental para a formação do oxigênio atmosférico,

consequentemente, sendo responsável pela retenção parcial do hidrogênio livre na atmosfera mediante a reação deste com o oxigênio, formando água e impedindo a sua perda para o espaço. Neste caso, o surgimento da vida pode ser considerado essencial na formação da atmosfera, tanto pelo acréscimo de oxigênio ao ambiente como um subproduto da fotossíntese como pela retenção do hidrogênio livre na atmosfera mediante a reação com oxigênio para formação de água, uma vez que a perda contínua de hidrogênio para o espaço resultaria na perda constante de água até sua total eliminação, como se acredita que aconteceu com Marte e Vênus.

COMPOSIÇÃO

A atmosfera atual demonstra estar muito distante do equilíbrio, pois como poderia uma atmosfera tão rica em oxigênio conviver com substâncias reduzidas tais como monóxido de carbono, amônia, metano etc. Pode-se afirmar que essa situação única de composição da atmosfera é fruto da vida que se desenvolveu há bilhões de anos.⁴

Os gases que compõem a atmosfera na atualidade são, em quase sua totalidade, produtos de organismos vivos da superfície da Terra e dos oceanos, com exceção de uma parcela de aproximadamente 1%. O gás mais abundante na atmosfera é o nitrogênio, que compõe aproximadamente 78% do ar, provindo de organismos vivos. O oxigênio, segundo gás mais abundante no ar com aproximadamente 21%, encontra-se em contínuo intercâmbio com organismos vivos, assim como outros gases de menor concentração no ar, como dióxido de carbono e metano. A exceção correspondente à parcela de 1% é constituída por gases nobres, quimicamente inertes, como hélio, neônio, argônio, criptônio e xenônio, além de outras substâncias como dióxido de carbono, metano e poeiras.



Fonte: O autor, 2012.

CAMADAS ATMOSFÉRICAS

A atmosfera é constituída de camadas estruturadas em forma de conchas concêntricas e cada uma delas possui sua função. A primeira camada a partir da crosta terrestre é chamada de “Troposfera”, sendo a camada mais fina da atmosfera e também a que concentra a maior parte dos gases (aproximadamente 75% do total). Possui altitude perto de 7 km nos polos e cerca de 17 km no equador por conta do movimento de rotação da Terra. À medida que subimos, entramos na Estratosfera (camada logo acima da Troposfera) e a fronteira entre as duas camadas chama-se “Tropopausa”. Essa fronteira é melhor entendida quando analisamos as mudanças de temperaturas na medida em que subimos na atmosfera. O ar quente tende a subir e se expandir, e ao passo que se expande, resfria. Ao atingir próximo de -50°C estaríamos entrando na tropopausa.

A Troposfera, além de ser a porção com maior concentração dos gases, possui um percentual de 99,99% da quantidade de vapor de água de toda a atmosfera. Pode ser analisada em várias subdivisões, a exemplo da “Camada Limite da Atmosfera” (CLA), que corresponde ao extrato mais baixo da troposfera (até ≈ 1 km de altitude) e que sofre diretamente influência da superfície terrestre, sendo caracterizada pela turbulência térmica com inversões durante os períodos do dia e noite.

A “Estratosfera”, camada superposta à Troposfera, atinge cerca de 50 km de altitude. Nessa camada, ao contrário da Troposfera, onde a temperatura cai $\approx 7^{\circ}\text{C}$ por km à medida que subimos, a temperatura aumenta quanto mais subimos. A Estratosfera é uma camada muito estável, bem diferente da Troposfera, que produz os fenômenos climáticos como as chuvas, ventos, furacões etc. Por esses motivos a Estratosfera é utilizada pelos aviões para fugir de instabilidades da Troposfera.

A explicação para a estabilidade da Estratosfera está na diferença de temperatura ao longo dela, onde as porções mais baixas são mais frias (-50°C) e as porções mais altas são mais quentes (2°C), impossibilitando a troca de calor por convecção (algo que acontece na Troposfera), consequentemente não havendo movimentação das moléculas, tornando-a mais calma.

A Camada de Ozônio (camada que protege a superfície terrestre dos raios ultravioletas provindos do sol) se encontra na Estratosfera. Essa camada possui uma espessura de 22 km de alta concentração desse gás. O Ozônio (O_3), embora seja um gás diferente quimicamente do Oxigênio (O_2), estruturalmente são muito parecidos. A explicação sobre o aumento da temperatura quando da elevação da altitude na Estratosfera é que os raios ultravioletas são parcialmente absorvidos pela camada de Ozônio, desorganizando os átomos e quebrando o O_3 , gerando energia e consequentemente aumentando a temperatura nesta porção da atmosfera. (MMA, 2012a)

Acima da Estratosfera se inicia a “Mesosfera”, que chega a altitudes de 80km. Por não conter Ozônio em sua composição, ou ainda outros gases ou nuvens capazes de absorver energia solar, também apresenta declínio nas temperaturas à medida que aumenta a altitude, com variações entre -10°C e -100°C . Apesar da baixa quantidade de moléculas de ar, a Mesosfera oferece resistência a objetos que entram na atmosfera, servindo de proteção ao Planeta contra a colisão de meteoros. Nessa camada ocorre ainda um fenômeno que dá cor aos dias, denominado “Aeroluminescência”. Basicamente, esse fenômeno acontece com a entrada da radiação vinda do sol em contato com as moléculas de oxigênio, que emitem fótons e conseqüentemente colorem o céu.

A “Termosfera” está localizada acima da Mesosfera, apresentando altitude de até 640 km. Por consequência dos raios ultravioletas serem muito intensos, volta a apresentar a característica de aumento de temperatura quando do aumento da altitude. A grande intensidade dos raios ultravioletas ocasiona ainda a decomposição das moléculas em átomos e íons, por este motivo, esta camada também é chamada de “Ionosfera”. As temperaturas nas porções mais altas podem chegar a 1000°C . Essa camada reflete as ondas de rádio, permitindo a comunicação entre lugares distantes.

A “Exosfera” é a camada mais externa da atmosfera, sendo a zona de transição entre a atmosfera e o espaço, atingindo até 1600 km de altitude, podendo apresentar temperaturas próximas a 1.000°C . É a camada mais rarefeita, sendo composta basicamente de hidrogênio e hélio em proporções equivalentes, onde se posicionam vários satélites.

FRAGILIDADE DA ATMOSFERA

A Atmosfera faz parte dos três principais e mais importantes ambientes físicos da Terra: Litosfera, Hidrosfera e Atmosfera. A Litosfera é a porção do Planeta Terra composta por rochas e solos. A Hidrosfera compreende o ambiente aquático, enquanto a Atmosfera compreende a porção gasosa do planeta.

De acordo com Carl Sagan, a espessura da atmosfera terrestre, incluindo toda a parte afetada pelo efeito estufa, representa apenas 0,1% do diâmetro da Terra. Se incluirmos a alta estratosfera, a espessura total passa a representar 1 % do diâmetro do planeta. (SAGAN, 1998)

Segundo estatísticas apresentadas pelo cientista James Lovelock na teoria de Gaia, a massa total da atmosfera é de aproximadamente $5,137 \times 10^{18}$ kg, uma fração minúscula da massa total da Terra ($\approx 5,976 \times 10^{24}$ kg). Exerce papel fundamental na manutenção da vida, interagindo complexamente com o Planeta e o espaço exterior. Com isso, é possível perceber a fragilidade e

importância dessa fina camada que nos protege das ameaças exteriores, como os meteoros vindos do espaço e de raios ultravioletas emitidos pelo sol. (LOVELOCK, 2006)

DENSIDADE E PRESSÃO ATMOSFÉRICA

Como já vimos anteriormente, a atmosfera é composta por vários gases que sofrem a ação da gravidade e, portanto, tem peso, caso contrário escapariam da Terra e se dispersariam no espaço. Assim, esses gases exercem pressão sobre a superfície terrestre, denominada pressão atmosférica, tendo como unidade de medida o hectopascal, atmosfera padrão (atm) e milibar (bar).

A atmosfera tem seu volume e densidade variáveis, modificando-se à medida que se afasta da superfície terrestre, conseqüentemente, a pressão atmosférica varia de acordo com a altitude. Por exemplo, em grandes altitudes o ar é rarefeito (menor quantidade de partículas de ar por unidade de volume), conseqüentemente a pressão atmosférica será menor se comparada a regiões ao nível do mar, onde o ar é mais denso (maior quantidade de moléculas de ar por unidade de volume) e a pressão atmosférica é maior. Esse fenômeno pode ser notado quando descemos uma serra em direção à praia e sentimos um incômodo no ouvido, ou seja, a pressão atmosférica está aumentando gradativamente à medida que a altitude diminui.

O decréscimo da densidade com a altura se dá de forma bastante rápida. Em uma altitude de 5,6 km a densidade já é a metade se comparada com a densidade ao nível do mar. Em 16 km já passa a ser 10% da densidade ao nível do mar e em 32 km corresponde a apenas 1% do valor. Ou seja, é um decréscimo exponencial da densidade em relação à altitude, quanto mais próximo da superfície mais denso será o ar, tornando-se rarefeito com o aumento da altitude.

A força da gravidade comprime a atmosfera, sendo o local de maior pressão atmosférica aquele próximo à superfície da Terra. Ao nível do mar a pressão atmosférica padrão é 1013 hPa. Para determinar a pressão atmosférica ao nível do mar o físico italiano Evangelista Torricelli realizou uma experiência, colocando um tubo de 1 metro de comprimento completamente cheio de mercúrio, com a boca tampada virada para baixo, dentro de um recipiente também cheio de mercúrio. Após destampar a boca do tubo o cientista observou que a coluna de mercúrio desceu e se estabilizou no nível 76 cm, restando o vácuo na parte vazia do tubo.

Mas por que o tubo com mercúrio não foi completamente esvaziado quando a boca foi destampada? Por causa da pressão que a atmosfera exerceu sobre a superfície exposta do mercúrio que estava no recipiente, impedindo que a coluna de mercúrio dentro do tubo escoasse para o recipiente além dos 76 cm. Com isso, concluiu-se que a pressão exercida pela coluna de mercúrio

se equivaleu à pressão atmosférica quando atingiu 76 cm, portanto, se estabilizou neste ponto. Por meio desta experiência calculou-se a pressão atmosférica média ao nível do mar, considerando que ela é equivalente à pressão exercida pela coluna de 76 cm de mercúrio.

A temperatura também influencia a pressão atmosférica. Quando o ar se esquentava suas moléculas se expandem, tornando-o menos denso, conseqüentemente, diminuindo a pressão atmosférica. Seguindo o mesmo raciocínio, o ar se comprime à medida que esfria, tornando-se mais denso e, portanto, aumentando a pressão atmosférica. Assim, nas áreas mais quentes do planeta (Equador) são constatadas pressões atmosféricas menores e, conseqüentemente, pressões maiores são encontradas em locais mais frios (Polos). Portanto, podemos dizer que a latitude influencia de forma diretamente proporcional a pressão atmosférica, pois quanto menor a latitude (proximidade ao Equador) menor é a pressão e vice-versa, ao contrário da altitude, que influencia a pressão atmosférica de forma inversamente proporcional, como já visto anteriormente.

A pressão atmosférica varia com o tempo ao longo do dia e durante o ano. As variações temporais se relacionam às mudanças de temperatura do ar em função da variação de temperatura da superfície ao longo do dia e das estações do ano.

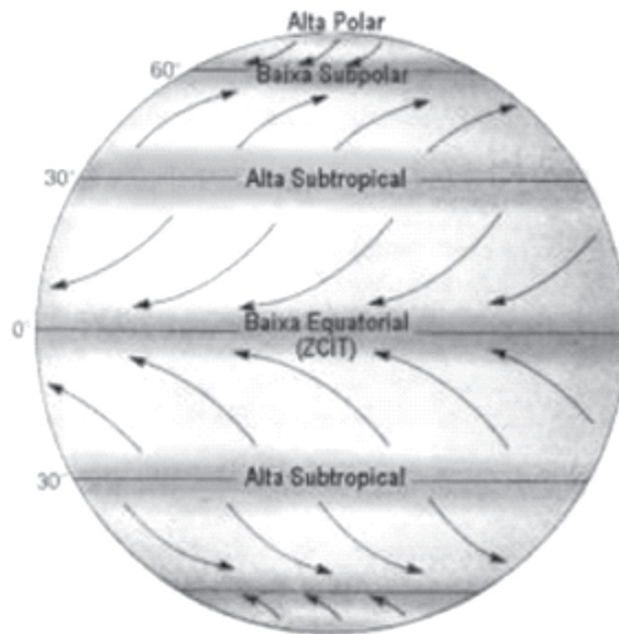
GRANDES CIRCULAÇÕES ATMOSFÉRICAS

A Atmosfera é algo dinâmico, e se analisada dessa forma deve ser considerada a movimentação do ar e conseqüente troca de influências que o ar proveniente de uma região leva a outra, formatando-se assim em um sistema complexo de sistemas atmosféricos.

A atmosfera terrestre, como já visto, é um conjunto de gases preso à terra pela ação da gravidade, cujos movimentos são descritos pelas leis da mecânica dos fluídos e da termodinâmica. Os movimentos do ar são nutridos pela distribuição desigual da energia solar e influenciada diretamente pela rotação terrestre.

A Atmosfera encontra-se em constante movimento, ficando difícil captar e representar de maneira fiel as leis que regem esse constante dinamismo, contudo, com a localização dos campos médios de pressão atmosférica (ou centros atmosféricos de ação) por meio de cartografia fica mais fácil entender toda essa movimentação. Esses centros atmosféricos são classificados como de alta pressão (*anticiclônicos*) ou de baixa pressão (*ciclônicos ou depressões*).

A circulação geral da atmosfera pode ser observada na figura, que traz os principais movimentos da atmosfera em escala planetária.



Fonte: Adaptado de Atlante Geográfico Metódico de Agostini, 1996.

Os centros de alta pressão (*anticiclones*) caracterizam-se por apresentar pressão atmosférica mais elevada que seu entorno. Essas são áreas que em superfície ocorre divergência do ar a partir do núcleo. Os ciclones (centros de baixa pressão) é o termo utilizado para perturbações tropicais mais velozes, característica essa das regiões tropicais.

Os centros de ação atmosférica são, de maneira geral, sazonalmente móveis, com o movimento do ar se fazendo geralmente dos centros de ação positivos (anticiclones), para os negativos, de baixa pressão (ciclones). (MENDONÇA, 2007)

FATORES CLIMÁTICOS

Para entendermos melhor os diferentes tipos de climas do Planeta, devemos compreender os fatores que o influenciam. Ou seja, para aprendermos sobre os diversos climas é preciso entender as características e a dinâmica da atmosfera atuando sobre os diferentes lugares em sua permanente interação com a superfície.

Desse modo, os elementos climáticos (temperatura, pressão, umidade, precipitação, vento etc.) são influenciados por características geográficas da paisagem, diferenciadas de local para

local. Os fatores que influenciam diretamente esses elementos são: latitude, altitude, relevo, vegetação, continentalidade/maritimidade e atividades humanas.

A latitude é um importante fator, pois trata do posicionamento do Planeta em relação a outros astros, condicionando a quantidade de energia na Terra. A rotação da Terra, por exemplo, em volta do seu próprio eixo proporciona a diferenciação entre dia e noite em um determinado local do Planeta, implicando uma diferenciação na entrada de energia na atmosfera. A inclinação do eixo da terra e o próprio movimento de translação (movimento da Terra ao redor do sol) também propiciam uma diferenciação de distribuição da energia emitida pelo Sol. Em resumo, a latitude de um lugar, como também a época do ano, define o ângulo com que os raios do Sol irão incidir sobre a superfície daquele local.

O relevo é outro fator que influencia o clima de uma região, principalmente em decorrência de variação de altitude, forma e posição, e orientação das vertentes. Quando consideramos dois lugares com a mesma latitude, porém com diferentes altitudes, o local com maior altitude terá menor temperatura, enquanto o local mais próximo ao nível do mar terá maior temperatura. A cada 100m de elevação da altitude diminui-se aproximadamente 0,3°C.

A posição e forma de um relevo podem favorecer ou dificultar fluxos de calor e umidade entre áreas próximas, como, por exemplo, a Cordilheira dos Andes que barra a penetração de umidade proveniente do Oceano Atlântico e Amazônia para o oeste do Chile, deixando o clima do deserto de Atacama mais seco.

A orientação do relevo em relação ao sol irá definir as vertentes mais aquecidas e mais secas, bem como aquelas mais frias e úmidas, influenciando assim no clima da região.

A vegetação serve como regulador de umidade e temperatura de uma região. Nota-se que no interior de áreas de florestas a temperatura é inferior às áreas vizinhas não florestadas. Isso se dá por causa da copa e troncos das árvores, que barram a radiação solar direta. Nessas áreas florestadas o processo de infiltração de água no solo é mais eficiente, havendo maior disponibilidade de água no solo dessas regiões, o que torna a evaporação e evapotranspiração mais hábeis, deixando o ambiente mais úmido e frio.

Os mares e oceanos são fundamentais para regulação do clima no Planeta, pois são os principais fornecedores de água para a Troposfera e controlam a distribuição de energia entre continentes e oceanos. Os mares e oceanos induzem a temperatura do ar conforme a temperatura da superfície aquática, fazendo com que o ar se resfrie a partir das baixas temperaturas das águas superficiais frias, inibindo a formação de nuvens e, conseqüentemente, de chuvas. O contrário acontece em locais de superfícies aquáticas quentes, esquentando o ar e elevando a formação

de nuvens e chuvas. Os locais muito distantes dos mares e oceanos sofrem com o efeito da continentalidade, sentido principalmente nas temperaturas e umidades do ar. Nessas regiões a amplitude térmica é acentuada, pois o aquecimento e resfriamento do ar se tornam mais rápido.

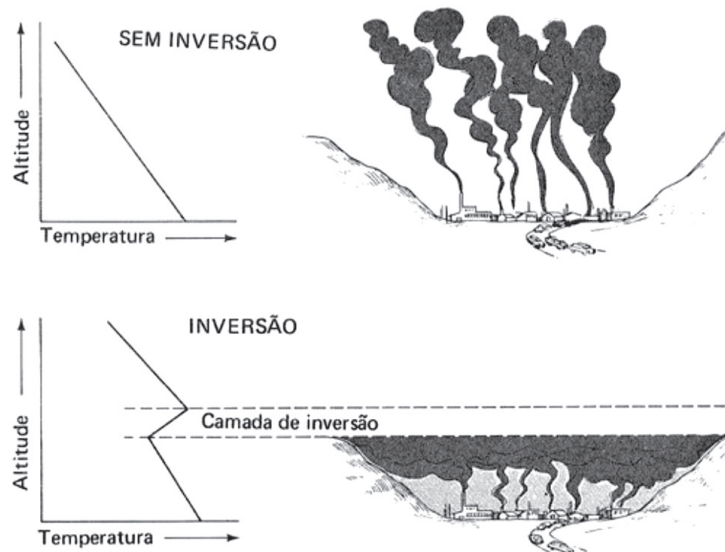
As atividades humanas também atuam sobre o clima. Como exemplo disso temos as ilhas de calor, ou ilhas térmicas, que são áreas de intensidade distinta de aquecimento do ar, criadas pela modificação da paisagem natural pela ocupação humana, onde é possível observar que a temperatura dos centros urbanos é superior as regiões periféricas. Contribuem significativamente para a ocorrência desse fenômeno as atividades de produção, notadamente industriais, de transporte e lazer das grandes cidades, no entanto, é importante ressaltar que os centros urbanos apresentam diversas contribuições para a alteração do clima nessas regiões. (MENDONÇA, 2007)

INVERSÃO TÉRMICA

Como já visto anteriormente, na Troposfera, o ar se resfria à medida que aumenta a altitude. Assim, o ar mais próximo da superfície é mais quente, portanto, mais leve e tem a tendência de subir. Nas grandes cidades essa dinâmica faz com que os gases poluentes, advindos das indústrias e automóveis, sejam dispersos mais facilmente (figura).

A diferença de temperaturas entre o ar das camadas mais baixas (próximas à superfície) e mais altas da Troposfera faz com que o ar circule verticalmente, onde o ar quente sobe e vai se resfriando gradativamente, empurrando o ar frio para baixo, que será aquecido, repetindo o fenômeno. Quando a superfície terrestre se resfria rapidamente forma uma camada de ar frio abaixo da camada de ar quente, fato que ocorre com maior frequência nos invernos em períodos noturnos, ocasionando a “inversão térmica”.

Desse modo, a “Inversão Térmica” pode ser definida como uma condição meteorológica que ocorre quando uma camada de ar quente se sobrepõe a uma camada de ar frio, dificultando o movimento ascendente do ar, uma vez que o ar frio é mais pesado. A poluição emitida pela área urbanizada então fica contida abaixo da camada de ar quente, criando uma faixa cinza no horizonte da cidade (SMOG⁵), resultado da poluição concentrada na camada mais próxima da superfície (figura).



Fonte: Adaptado de CETESB, 2012.

A inversão térmica é um fenômeno natural que ocorre em todo o ano, atingindo altitudes mais baixas no inverno, principalmente nos períodos noturnos.

EFEITO ESTUFA

A atmosfera depende de algumas condições para que tenha possibilidades de abrigar vida. Uma das condições é a temperatura, que certamente não seria da forma como é hoje sem o Efeito Estufa.

O Efeito Estufa é um processo natural de aquecimento da atmosfera, que se não existisse, o planeta teria cerca de -18°C de temperatura média (ao invés de 15°C), existiria abundantemente água em estado sólido e seguramente não haveria condições de abrigar vida.

O efeito estufa funciona da seguinte forma: a radiação atravessa a atmosfera e aquece a superfície da Terra. Parte dessa energia retorna a atmosfera, mas nem toda ela consegue atravessar a camada de gases que envolvem o Planeta, como o vidro de uma estufa. Cerca de 30% da radiação solar é refletida de volta ao espaço pela atmosfera (nuvens e partículas) e pela superfície da Terra. A reflexividade (Albedo^o) da superfície do planeta varia de acordo com o material refletivo.

De modo simplificado, a radiação solar que atinge a superfície é convertida em energia térmica, aquecendo o Planeta e evaporando a água. O calor da superfície sobe para a atmosfera,

uma parte dele vai para o espaço e outra parte é absorvida pelos gases do efeito estufa, que emitem a energia de volta para o Planeta. Quanto mais alta a coluna de gases do efeito estufa maior é a quantidade de energia emitida de volta, reaquecendo a superfície e a baixa atmosfera, num processo constante.



Fonte: O autor, 2012.

Os chamados “Gases do Efeito Estufa” (GEEs) se concentram naturalmente na atmosfera, representando menos de um milésimo da atmosfera total. Sem esses gases não existiria efeito estufa. Como esses gases absorvem os raios infravermelhos, servindo como um cobertor do Planeta, o aumento de sua concentração pode bloquear a saída dos raios refletidos pela superfície terrestre, causando o aumento da temperatura média da atmosfera.

Os principais gases do efeito estufa (GEEs) são o vapor de água, o dióxido de carbono (CO_2), os clorofluorcarbonos (CFCs), o metano (CH_4) e o óxido nitroso (N_2O). Esses gases têm diferentes concentrações e ciclos de produção e destruição, bem como diferentes potenciais de aquecimento do Planeta.

Os GEEs citados acima se diferenciam dos principais gases que constituem 99,97% do ar, como oxigênio e nitrogênio, no que se refere à capacidade de absorção da energia solar. O oxigênio e o nitrogênio são diatômicos (dois átomos ligados um ao outro) e não podem absorver o infravermelho e os comprimentos de ondas visíveis do Sol, dessa forma, não são aquecidos e não aquecem o ar quando atingidos pela luz solar e pelo infravermelho irradiado para cima pela superfície terrestre. O mesmo se aplica aos gases monoatômicos (constituídos de um átomo), como o argônio.

Os gases constituídos por três ou mais átomos, como o dióxido de carbono, o vapor d’água e o metano, são capazes de absorver a radiação infravermelha, pois suas moléculas são maiores e vibram naturalmente nas mesmas frequências que o infravermelho⁷.

Atuando como um isolante térmico da estufa gasosa do Planeta, o ar da camada atmosférica exterior é mais frio, assim, o aumento de temperatura pela estufa gasosa no nível da superfície poderá ocasionar uma queda de temperatura na camada atmosférica exterior. Nesse caso, pode-se afirmar que em função do isolamento térmico do Planeta, a atmosfera exterior é mais fria se caso não estivesse isolada termicamente.

AQUECIMENTO GLOBAL

Um dos principais assuntos discutidos atualmente refere-se ao aquecimento global e às possíveis consequências a ele relacionadas, como o aumento da temperatura média do Planeta, o derretimento do gelo polar, o aumento do nível do mar, a influência sobre fenômenos como tempestades, furacões etc.

A existência do efeito estufa em si não é motivo de preocupação, pois, como já vimos anteriormente, esse fenômeno é essencial para a absorção do calor do Sol e para manutenção da vida na Terra. O que preocupa é o incremento dos chamados “Gases do Efeito Estufa” na atmosfera pelas atividades humanas, a capacidade destes em aumentar o aquecimento do Planeta e como isso pode afetar o complexo sistema de vida.

A concentração dos gases do efeito estufa (GEEs) vem aumentando devido a ações antrópicas, decorrente de atividades econômicas e sociais, provocando alterações na biosfera, causando quase a duplicação da concentração desses gases. Os principais deles são o dióxido de carbono (CO₂) e o metano (CH₄), sendo o primeiro responsável por 80% do aquecimento causado pelo ser humano, enquanto o segundo, que é 21 vezes mais potente que o dióxido de carbono, tem aumentado em quantidade de cerca de 1% ao ano nas últimas décadas.

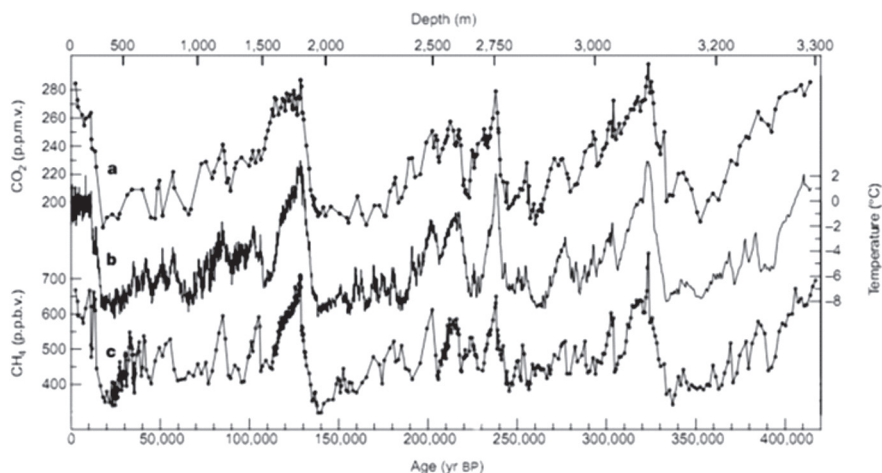
A principal fonte de emissão de dióxido de carbono é resultante da queima de combustíveis fósseis como o carvão, petróleo e o gás natural. As principais fontes de emissão do metano estão na atividade agrícola, produzida pela fermentação das bactérias anaeróbicas associadas aos arrozais, pela fermentação entérica dos ruminantes, pelo desflorestamento e pela queima de biomassa. O óxido nitroso é emitido pelo uso de fertilizantes e por atividades industriais.

As mudanças climáticas e o aquecimento global estão em discussão há algum tempo e a comunidade científica tem feito várias pesquisas para saber a real causa dessas mudanças. Uma parcela da comunidade científica mundial acredita que essas alterações são parte de um processo natural, longo e dinâmico de glaciação do Planeta, sendo o aumento da temperatura consequência deste processo.

Porém, as principais atribuições das causas do aumento da temperatura, são as ações antrópicas, que aumentam a quantidade de gases do efeito estufa, principalmente por meio da queima de combustíveis fósseis, petróleo, carvão e gás natural.

Além de serem fontes de energia muito utilizadas nos tempos atuais, elas são limitadas, ou seja, o Planeta possui um estoque dessa fonte de energia que deve se esgotar em algum tempo. Por isso, essas fontes são chamadas de fontes não renováveis de energia. A era em que essas fontes se formaram é o chamado “Período Carbonífero” ou Era Paleozoica. Esse foi o período de surgimento de grandes florestas e conseqüentemente das grandes jazidas de carvão. Árvores que caíam em pântanos eram soterradas sem se decomporem, pois havia pouco oxigênio. O soterramento levava a um aumento da temperatura, causando transformações químicas, resultando no carvão. (CRPM). Os cataclismos geológicos dessa época foram responsáveis pelo soterramento de quantidades imensas de biomassa a grandes profundidades. Essa biomassa viria a se tornar os combustíveis fósseis tanto utilizados hoje, e que liberam para a atmosfera uma quantidade imensa de CO₂.

Notam-se, na figura a seguir, a relação de emissão de carbono e o aumento das temperaturas em centenas de anos.



Adaptado do Petit *et al.*(1999).

Voltando aos tempos atuais, a partir da década de 1980 são observados com maior frequência os chamados “Fenômenos Climáticos Extremos”, que são eventos como furacões, enchentes, secas, tornados, que podem causar catástrofes sociais e ambientais. Esses eventos demonstram sinais de mudanças no clima do Planeta. Apesar de que sempre haverá incertezas sobre um sistema tão complexo como o clima e tão diversificado quanto o ecossistema do nosso

Planeta, as evidências, no caso o aumento desses fenômenos climáticos extremos, tornam cada vez mais essas incertezas em medo e alerta. (UNFCCC, 2012)

Em 1988 houve a primeira reunião entre governantes e cientistas sobre mudanças climáticas, realizado em Toronto no Canadá. A partir daí a ONU (Organização das Nações Unidas) criou um órgão chamado IPCC (Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas) composto por delegações de 130 países do mundo todo com a função de promover avaliações regulares sobre mudanças climáticas. A criação desse órgão se deu pela percepção de que as atividades humanas exercem forte influência sobre o clima global. (IPCC, 2012)

O primeiro relatório do IPCC foi publicado em 1990, e demonstrou uma necessidade de criação da Convenção do Quadro das Nações Unidas para Mudanças do Clima, convenção essa formada para governantes discutirem políticas sobre mudanças climáticas. De acordo com esse relatório, seria preciso a redução em 60% de todas as emissões de CO₂ para a atmosfera.

Um segundo relatório foi publicado em 1995 e os estudiosos chegaram à conclusão de que as atividades humanas causam impacto significativo no clima global, criando assim um grande desafio aos grupos defensores da utilização das fontes de energia não renováveis fósseis. A partir de 1995 foram criadas as Conferências das Partes, que seriam encontros para a discussão dos assuntos relacionados às mudanças climáticas globais. (MMA, 2012b)

Na Conferência das Partes de 1997, no Japão (Kyoto), foi assinado o “Protocolo de Kyoto”, que se constituiu no primeiro acordo que vincula o comprometimento dos países com as maiores emissões de gases do efeito estufa em diminuí-las. O objetivo deste Protocolo é estabilizar a concentração de gases do efeito estufa a um nível que impeça a interferência perigosa no sistema climático. O protocolo estabelece que os países industrializados devem reduzir suas emissões para 5,2% em relação aos níveis de 1990, para o período de 2008-2012. Estabeleceu-se ainda no Protocolo de Kyoto três mecanismos de flexibilidade para a redução de emissões, a Implementação Conjunta (Joint Implementation), Comércio de Emissões (Emissions Trading) e Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL (CDM – Clean Development Mechanism).

Em contrapartida à teoria do aquecimento global pelo acréscimo dos gases de estufa pelas atividades antrópicas, da existência do efeito estufa e da camada de ozônio⁸, atualmente há algumas vertentes que defendem a inexistência destes fenômenos.

CAMADA DE OZÔNIO

Quando estudamos os problemas atmosféricos, não podemos deixar de citar aqueles relacionados à diminuição da camada de ozônio. Como já visto, a camada de ozônio encontra-se

na estratosfera e exerce a função de proteção da Terra contra a radiação ultravioleta vinda do Sol. Mas sabe-se que alguns gases causam o estreitamento da camada de ozônio. (MMA, 2012d)

As principais substâncias que contribuem para a destruição da camada de ozônio são:

- Clorofluorcarbono (CFC);
- Hidroclorofluorcarbono (HCFC);
- Brometo de metila (BR); e
- Óxido de nitrogênio (NO).

O clorofluorcarbono (CFC) é a principal substância destruidora da Camada de Ozônio. Após liberados na atmosfera e atingirem a estratosfera, são desintegrados pela radiação ultravioleta, liberando o radical cloro, que reage com o ozônio formando oxigênio e monóxido de cloro. A molécula de oxigênio é liberada na atmosfera, enquanto a ligação do monóxido de cloro é quebrada por um átomo de oxigênio, formando nova molécula de oxigênio e liberando o radical cloro, repetindo-se o processo. Foi amplamente utilizado entre as décadas de 1980 e 1990 na indústria de produtos e serviços, como a de refrigeração. O consumo do gás foi banido em 2010. O CFC, por exemplo, era usado na manufatura de espuma, em aerossóis e em bombinhas para asma, serviu também como esterilizantes e fluidos refrigerantes para geladeiras e ar condicionado. São gases de origem industrial e introduzidos na atmosfera pelas atividades humanas, não sendo encontrados naturalmente. Além disso, os CFCs são gases capazes de absorver infravermelho e irradiá-los novamente à superfície, portanto, contribuem para o efeito estufa.

O hidroclorofluorcarbono (HCFC) foi desenvolvido como alternativa de mercado para substituir o uso dos CFCs. Com composição mais branda, apresenta menor potencial de destruição da Camada de Ozônio e, por isso, seu uso foi ampliado. Ele é usado como fluido para extintores de incêndio, na fabricação de embalagens térmicas, em limpeza de circuitos, entre outros. Apesar de ser menos nocivo à Camada de Ozônio, pesquisas recentes demonstraram que a substância contribui para o aquecimento global. Assim, as metas internacionais em discussão preveem a eliminação do uso do HCFC até 2040. Atualmente, alguns segmentos industriais adotam a substituição dos HCFCs pelos HFCs (hidrofluorcarbonos), que não afetam a camada de ozônio, no entanto, também contribuem para o efeito estufa.

O brometo de metila (BR) é um agrotóxico gasoso utilizado como desinfetante de solos para cultivos e exterminador de pragas (insetos, fungos, bactérias e ervas daninhas). O produto é extremamente tóxico e prejudicial à saúde.

O óxido de nitrogênio (NO) é liberado na atmosfera por meio de atividades humanas. É emitido por veículos motorizados, aviões, centrais termoelétricas, fábricas de fertilizantes, de explosivos ou de ácido nítrico, incineradores e provenientes das queimadas.

O conhecimento a respeito da destruição da camada de ozônio mobilizou várias nações. Em 1985, a Convenção de Viena para a Proteção da Camada de Ozônio foi assinada por dezenas de países, entre eles o Brasil. Posteriormente, foi estabelecido o Protocolo de Montreal sobre as Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio, ligado à Organização das Nações Unidas (ONU), estabelecendo aos signatários o compromisso para eliminação da produção e do consumo de substâncias destruidoras da camada de ozônio por meio da estipulação de metas entre os 193 países que integram o Protocolo. (MMA, 2012c)

Além disso, foi estabelecido que os países que mais consumiram as substâncias que destroem a camada de ozônio em maior quantidade (Países desenvolvidos) deveriam contribuir financeiramente para apoiar os países em desenvolvimento a cumprirem as metas estabelecidas no Protocolo, e para isso foi criado Fundo Multilateral para Implementação do Protocolo de Montreal (FML). (PNUD, 2012)

MDL E CRÉDITO DE CARBONO

Com o estabelecimento de metas para limitação e redução de emissões de gases de efeito estufa por meio do Protocolo de Quioto, originaram-se os chamados mecanismos de flexibilização, que possibilitam que a redução das emissões seja realizada de forma diferenciada.

O MDL (Mecanismos de Desenvolvimento Limpo) é o principal meio de participação dos países em desenvolvimento na questão das Mudanças Climáticas, sendo considerado um ótimo instrumento de fomento de boas práticas, de aprendizado, de padrões de produção mais ajustados aos novos paradigmas de sustentabilidade.

O MDL teve origem na proposta brasileira de criação de um Fundo de Desenvolvimento Limpo, que seria formado por meio de recursos financeiros dos países desenvolvidos que não cumprissem suas obrigações quantificadas de redução ou limitação de emissões de gases de efeito estufa (usualmente chamada de “metas”). Tal fundo seria utilizado para desenvolver projetos em países em desenvolvimento. Esse conceito não foi aceito por alguns países desenvolvidos e a ideia do fundo foi modificada, transformando-se no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. (BNDS, 2009)

De maneira sucinta, o MDL permite a certificação de projetos de redução de emissões nos países em desenvolvimento e a posterior venda das reduções certificadas de emissão, para serem utilizadas pelos países desenvolvidos como modo suplementar para cumprirem suas metas. Esse mecanismo deve provocar reduções de emissões adicionais àquelas que ocorreriam na ausência do projeto, garantindo benefícios reais, mensuráveis e de longo prazo para a mitigação da mudança do clima. (JURAS, 2009)

Esse tipo de mecanismo foi estruturado no princípio do “Poluidor Pagador”, em que se prevê a cobrança de uma taxa para alguma iniciativa de correção daquela poluição. (ARAÚJO, 2007)

Dentre os diversos segmentos de mercado que poderão se favorecer do comércio dos créditos de carbono, na esfera do MDL, destacam-se:

- a) Projetos de recuperação de gás de aterro sanitário, de gás de autôfonos, biodigestor e outros gases;
- b) Energias limpas (biomassa, hidrelétrica, eólica, solar etc.);
- c) Troca de combustíveis (óleo x gás, biomassa etc.);
- d) Eficiência energética e eficiência em transporte (logística);
- e) Melhorias/tecnologias industriais: cimento, petroquímica, fertilizantes etc.;
- f) Projetos florestais (reflorestamento ou florestamento).

Somente após a redução é que a empresa poderá negociar o crédito de carbono.

CARBONIZAÇÃO DA ECONOMIA E MATRIZ ENERGÉTICA

Como já vimos, um dos principais responsáveis pela emissão de gases de efeito estufa na atmosfera é a utilização de combustíveis fósseis, e sabemos que na grande maioria dos países essa fonte de energia é utilizada em larga escala, sendo considerada uma fonte de energia não renovável, pois não pode ser renovada em curto período de tempo. Porém, esta não é a única fonte de energia disponível no mundo.

No intuito de diminuir emissões e frear o aquecimento global, alguns países estão buscando fontes alternativas de energia, as chamadas “fontes renováveis”. As fontes de energias renováveis são menos poluentes e recebem essa denominação por serem provenientes de recursos capazes de se refazer em curto período de tempo, ao contrário dos não renováveis.

A matriz energética de um país se trata da quantidade de energia disponível neste para sua utilização. As empresas multinacionais, grandes organizações financeiras, empresas estatais e órgãos reguladores são agentes com grande participação na dinâmica do mercado energético. Os derivados de petróleo integram a maior parte da energia utilizada no mundo:

- Derivados de Petróleo – 42,3%
- Eletricidade – 16,2%
- Gás Natural – 16,0%
- Energias Renováveis – 13,6%
- Carvão Mineral – 8,4%
- Outras – 3,5% (IEA, 2007)

Por ser a fonte de energia mais utilizada no mundo, o petróleo passa a exercer não apenas um papel econômico, mas também geopolítico. Nesse contexto, os derivados de petróleo trazem consigo, juntamente com a riqueza, toda uma série de disputas comerciais, financeiras e diplomáticas, bem como conflitos.

A questão da utilização de derivados de petróleo está ligada ao rápido crescimento da utilização de energia, e depende também da quantidade de fontes disponíveis, que nesse caso é abundante. Por ser muito poluente, as únicas alternativas para a não utilização dessas fontes de energia não renováveis seria a restrição de oferta dos derivados de petróleo, e principalmente o uso de fontes alternativas de energia renovável. Assim, a partir da queda na produção de petróleo, a disponibilidade de outras fontes de energia será decisiva para a economia global.

Nesse contexto a bioenergia é uma alternativa viável e promissora, para ocupar maior espaço na matriz energética mundial, principalmente para atender ao setor de transportes. Mas para que essa tendência funcione, é preciso observar características específicas de cada região avaliando as potencialidades agrícolas e o desempenho energético ambiental de cada cultura.

No Brasil, essa tendência já é uma realidade. A matriz energética brasileira apresenta a matriz energética mais renovável do mundo com 45,3% de sua produção proveniente de fontes como recursos hídricos, biomassa e etanol, além de energia solar e eólica. Essa atual situação se deu desde 1975 com a implementação da política de incentivo ao etanol, que desenvolveu a pesquisa sobre o biocombustível no Brasil.

Comparados com os combustíveis provenientes do petróleo, os biocombustíveis apresentam características que o colocam como menos poluentes. Analisando alguns fatores, pode-se dizer que a utilização de biocombustíveis não aumentaria o aquecimento da atmosfera. Isso ocorre em virtude da biomassa (cana-de-açúcar, soja, mamona etc..) capturar em seu crescimento parte do carbono emitido, caracterizando-se como um sistema fechado de emissão e captura de carbono. Ao contrário da utilização dos combustíveis fósseis, que não contempla um ciclo de liberação e captura, sendo que a quantidade liberada não é capturada totalmente, já que são fontes de CO₂ estocadas a milhares de anos no período carbonífero e em quantidades não compatíveis com a quantidade capturada por estes agentes absorvedores.

Porém, sabe-se que as queimadas emitem grandes quantidades de gases do efeito estufa. Desse modo, caso seja preciso substituir uma floresta (fonte de absorção de carbono) por uma área de plantio novo para produção de biocombustíveis, as emissões geradas para essa mudança de uso do solo podem acarretar numa restrição da atividade, pois afetariam o equilíbrio quantitativo entre as emissões e capturas de carbono.

CONVENÇÃO DA ONU SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS

A Convenção da ONU sobre mudanças Climáticas foi criada em 92 durante a Conferência das Nações Unidas para o Ambiente e Desenvolvimento no Rio de Janeiro, com o principal objetivo de reunir os países em um esforço conjunto para estabilizar as concentrações de gases de efeito de estufa em níveis que não impliquem alterações climáticas perigosas. A Conferência das Partes (COP) é o órgão supremo da convenção, tendo como um dos objetivos elaborar estratégias globais para proteger o sistema climático para gerações presentes e futuras. Outro objetivo da Conferência das Partes é manter regularmente sob exame a implementação da Convenção e de quaisquer instrumentos jurídicos que a conferência possa adotar, além de tomar as decisões necessárias para promover a efetiva implementação da Convenção. (MMA, 2012)

Com uma frequência mínima de um ano, os países signatários se reúnem na COP para discussões o progresso de implementações da Convenção.

Atualmente essa reunião aconteceu 18 vezes em diferentes países com diversas realizações em prol do Clima com relatórios sobre os principais assuntos discutidos divulgados no site do United Nations Framework Convention on Climate Changes (<http://unfccc.int>):

1995 - COP 1 – Berlim: foi o primeiro encontro, firmando oficialmente os primeiros esforços para a redução das emissões dos gases do efeito estufa. Primeiros passos para a criação do Protocolo de Quioto.

1996 – COP 2 – Genebra: teve como documento oficial a Declaração de Genebra e aprovou o resultado do relatório da segunda avaliação do IPCC. Nesta reunião foi recomendado que cada país precisaria ter a liberdade para encontrar as soluções que forem relevantes para própria situação.

1997 – COP 3 – Quioto: Nesta conferência o Protocolo de Quioto foi confirmado após abertas negociações. Pela primeira vez, introduziram-se metas obrigatórias de emissões de gases de efeito de estufa em 37 países industrializados, o período de 2008 a 2012.

1998 – COP 4 – Buenos Aires: Com algumas questões pendentes sobre o Protocolo de Quioto, foi agendado período de dois anos para esclarecimento e prática de ferramentas que colaborassem para a realização das ações descritas no protocolo.

1999 – COP 5 – Bonn: Várias discussões técnicas sobre mecanismos do Protocolo de Quioto.

2000 – COP 6 – La Haya: Primeiro fracasso ao ser apresentada recusa da União Européia com o compromisso do Protocolo de Quioto. Inseguranças evidentes sobre sanções estipuladas aos países que não assumissem o compromisso de redução.

2001 – COP 7 – Marraqueche: Negociações sobre o Protocolo de Quioto foram praticamente finalizadas.

2002 – COP 8 – Delhi: Nessa conferência dos países da União Europeia houve a tentativa, sem sucesso, de obter uma declaração passada recorrendo para mais ações das Partes da Convenção da ONU (UNFCCC).

2003 – COP 9 – Milão: Esclarecimento dos últimos detalhes técnicos sobre o Protocolo de Quioto.

2004 – COP 10 – Buenos Aires: Discussões sobre detalhes técnicos do Protocolo de Quioto e algumas discussões sobre o que aconteceria caso expirasse o Protocolo em 2012.

2005 – COP 11 – Montreal: Primeira reunião após aprovação do Protocolo de Quioto, com discussões sobre o que aconteceria após expiração do Protocolo.

2006 – COP 12 – Nairobi: últimas questões técnicas relativas ao Protocolo de Quioto foram finalmente realizadas. O trabalho envolvido na obtenção de um novo acordo para o período pós-Quioto continuou, e uma série de marcos foram estabelecidos no processo rumo a um novo acordo.

2007 – COP 13 – Bali: Com o reconhecimento do recente relatório do IPCC que demonstrava que o aquecimento global é uma realidade e com a formulação de um texto comum pedindo ações mais rápidas sobre o assunto, apareceu a necessidade de um novo acordo que substituisse o Protocolo de Quioto.

2008 – COP 14 – Poznan: Nessa conferência o sentido de trabalhar em um novo acordo climático global em Copenhague continuou. A Conferência foi caracterizada pela antecipação da postura a ser adotada pelo novo governo americano.

2009 – COP 15 – Copenhague: Era considerado o mais importante da história recente dos acordos multilaterais ambientais, pois tinha por objetivo estabelecer o tratado que substituirá o Protocolo de Quioto, vigente de 2008 a 2012. Apareceram aí questões como o impasse entre países desenvolvidos e em desenvolvimento para se estabelecer metas de redução de emissões e as bases para um esforço global de mitigação e ajuste.

2010 – COP 16 – Cancún: Entre os avanços ocorridos destaca-se a criação do Green Climate Fund (Fundo Climático Verde) com o objetivo de ajudar os países em desenvolvimento a reduzirem suas emissões. Além disso, foi na COP16 que o Brasil lançou sua Comunicação Nacional de Emissões de Gases de Efeito Estufa e anunciou a regulamentação da sua Política Nacional sobre Mudança do Clima por meio do Decreto n.º 7390.

2011 – COP 17 – Durban: Foi o fórum multilateral mais amplo (com 195 países) para discutir e adotar medidas contra o aquecimento global. A maior novidade é que o texto aprovado prevê que todos os países deverão participar de um processo para, futuramente, reduzir o volume de carbono que atiram na atmosfera, inclusive os menos desenvolvidos.

2012 – COP 18 – Doha: 36 países aderiram ao segundo período de pacto do Protocolo de Kyoto, que vai de janeiro de 2013 a dezembro de 2020. As metas de redução de emissão de gases de efeito estufa do conjunto de países significa uma redução de 18% de emissões de países desenvolvidos em relação às taxas de 1990. Países como Estados Unidos, Canadá, Japão, Rússia e Nova Zelândia não estão participando deste segundo período, enfraquecendo a ferramenta. Iniciou-se discussão para novo acordo que deve gerar um novo instrumento com força de lei com compromissos entre todos os países, de acordo com suas responsabilidades históricas e com uma distribuição equitativa entre todos. Espera-se, portanto, que países que hoje estão fora do Protocolo de Kyoto e as grandes economias assumam compromissos muito maiores do que os países mais pobres.

O QUE PODEMOS FAZER PARA CONTRIBUIR COM A SOLUÇÃO DO PROBLEMA

Observando todos os problemas relacionados ao aquecimento global e à poluição da atmosfera, percebemos que a solução ainda está distante, e que se não houver uma conscientização em nível mundial, em todas as esferas da sociedade, juntamente com uma ação mais efetiva, poderemos não conseguir reverter os problemas atuais.

Algumas medidas podem ser tomadas singularmente, mas podem fazer muita diferença globalmente. Uma delas é a economia de energia. Para a maioria dos habitantes a oportunidade mais fácil de diminuir as emissões de gases do efeito estufa estaria dentro de casa. Como exemplo, podemos citar o uso de lâmpadas mais econômicas para reduzir um pouco o consumo de energia, pois, além de contribuir no combate a crise climática, economiza-se diretamente na conta de luz.

Mais uma alternativa é a redução de emissões de carros e outros meios de transporte. A manutenção dos automóveis é a primeira etapa e pode reduzir consideravelmente a emissão de gases poluentes. A utilização de transportes públicos e alternativos pode ser uma boa medida para alcançar esse objetivo, pois com o inchaço das cidades e o crescimento do número de veículos nas ruas, fica imprescindível a utilização de meios menos poluentes, com ênfase à utilização do transporte coletivo. A escolha cuidadosa de seu veículo, bem como da possibilidade de utilização de combustível alternativo aos derivados de petróleo, são boas opções para contribuir com o clima global, e sempre que possível, evitar a utilização de veículos em atividades que podem ser

realizadas sem os mesmos, pois assim você contribuirá para a diminuição do tráfego urbano, da emissão de gases de efeito estufa e do consumo de combustíveis fósseis, além de cuidar da sua saúde com uma boa caminhada.

Diminuir o consumo é consumir menos energia na fabricação e transporte, ou seja, para cada etapa do processo de produção há emissões de combustíveis fósseis. Dessa forma, consumir menos é gastar menos energia. Reduzir, reutilizar e reciclar parece ser o lema para diminuição de emissões em relação ao consumo. A ideia é comprar menos, escolher itens duráveis e não descartáveis, consertar ao invés de jogar fora e passar para outra pessoa o que não for utilizado. A moderação do consumo de carne vermelha também é um passo para a saúde e para reduzir a emissão de gases do efeito estufa, pois, além do desmatamento em função da criação de áreas de confinamento de gado e pastagens, há emissão de metano por parte dos bovinos e mais emissões no transporte e processo produtivo.

Além de tudo isso, quanto mais pessoas estiverem sabendo sobre os problemas causados pelas emissões de gases do efeito estufa em nosso clima, maior será o consenso e mais abrangentes serão as contribuições pessoais. Assim, a informação e divulgação poderão ajudar a minimizar esses problemas, tornando nosso clima cada vez melhor.

LINKS INTERESSANTES:

<http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/abc/index.html>

http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/Planetinha_e_sua_turma.pdf

<http://enos.cptec.inpe.br/>

<http://videoseducacionais.cptec.inpe.br/>

vimeo.com/26882644

<http://www.protocolodemontreal.org.br/eficiente/sites/protocolodemontreal.org.br/pt-br/site.php?secao=fotos&pub=38>

<http://www.youtube.com/user/PMontrealBR>

REFERÊNCIAS

AMBIENTE BRASIL, 2012. Disponível em: < http://ambientes.ambientebrasil.com.br/natural/clima/clima_-_classificacao_dos_climas_do_brasil.html >

ARAÚJO, A. C. P. **Como Comercializar os Créditos de Carbono**. São Paulo: Ed. Trevisan Editora Universitária, 2007. 47p.

Atlante geográfico metódico. Novara. Instituto Geográfico De Agostini, 1996.

BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/livro_md/mdl_1.pdf> .

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 2012. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Ar/anexo/inversao.htm>> .

DOW, Kirstin ; DOWNING, Thomas E. **O atlas da mudança climática:** o mapeamento completo do maior desafio do planeta. São Paulo :Publifolha, 2007. 120 p. : il., mapas, color.

GORE, Al. **Uma Verdade Inconveniente.** O que devemos saber (e fazer) sobre o aquecimento global. (Tradução: Isa Mara Lando). Barueri-SP. Manole. 2006.

IEA – International Energy Agency – 2007. Disponível em: <<http://www.iea.org/newsroomandevents/pressreleases/2007/>> .

JURAS, I. A. G. M. **Créditos de carbono.** Câmara dos Deputados, 2009.

IPCC – International Panel On Vclimate Change. 2012. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/>> .

LOVELOCK, J. Gaia, cura para um planeta doente. Ed. Cultrix, São Paulo, 192p. 2006.

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Manual de capacitação:** Mudança climática e projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo. Ed. rev. e atual. Brasília, DF. 2010.

MENDONÇA, Lucinda Santos; DANTAS, Maria da Conceição; RAMALHO, Marta Duarte. **Jogo de Partículas,** Química A – Bloco 1 • 10.º ou 11.º ano, Lisboa: Texto Editores, 2004.

MENDONÇA, Francisco. **Climatologia:** noções básicas e climas do Brasil/ Francisco Mendonça, Inês MorescoDanni-Oliveira. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MMA - Ministério do Meio Ambiente – Brasil. 2012a. Proteção da Camada de Ozônio Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/protecao-da-camada-de-ozonio>> . Acesso em dezembro de 2012.

MMA - Ministério do Meio Ambiente – Brasil. 2012b. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/conferencia-das-partes>> . Acesso em dezembro de 2012.

MMA - Ministério do Meio Ambiente – Brasil. 2012c. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/protecao-da-camada-de-ozonio/convencao-de-viena-e-protocolo-de-montreal>> . Acesso em dezembro de 2012.

MMA - Ministério do Meio Ambiente – Brasil. 2012d. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/protecao-da-camada-de-ozonio/substancias-destruidoras-da-camada-de-ozonio>> . Acesso em dezembro de 2012.

PETIT, Jean-Robert *et al.* (1999). “Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica”. **Nature** **399** (6735): 429–436. doi:10.1038/20859. Retrieved 2007-06-14.

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, 2012. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/>> .

SAGAN, Carl. Trad. Rosaura Eichenberg. **Bilhões e bilhões:** reflexões sobre vida e morte. São Paulo: Companhia das Letras, 1998. 265p.

SANTOS, Vanderlei dos. HAUSSMANN, Darclê Costa Silva. BEUREN, Ilse Maria. CRÉDITOS DE CARBONO: ASPECTOS CONTÁBEIS E TRIBUTÁRIOS EM EMPRESAS BRASILEIRAS. In: Seminário de Ciências Contábeis da FURB, 2008, Blumenau/SC. 2008 Disponível em <<https://www.furb.br/especiais/download/523573-177959/CUE0062008.pdf>> . Acesso em 23-04-2012.

PROTOCOLO DE MONTREAL, 2011. Disponível em: < <http://www.protocolodemontreal.org.br/eficiente/sites/protocolodemontreal.org.br/pt-br/site.php?secao=perguntaserespostas&pub=134> > . Acesso em 23-04-2012.

TUCCI, C.E.M *et al.* **Clima e recursos hídricos no Brasil**. Porto Alegre : ABRH, 2003.

UFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change. 2012. Disponível em: < <http://unfccc.int> > .

DEFINIÇÕES E NOTAS EXPLICATIVAS

- 1 “Clima” e “tempo” – As condições meteorológicas (tempo) podem mudar diversas vezes em apenas um dia. Como exemplo, podemos citar o tempo de Curitiba, que como já é de costume, pode mudar drasticamente em questão de horas. Já o clima de Curitiba, considerado frio, terá esta classificação alterada apenas se forem constatadas alterações nas condições meteorológicas ao longo de anos.
- 2 Tipos climáticos – Segundo classificação do clima do IBGE, o Brasil está dividido em cinco zonas climáticas: Equatorial, Tropical Zona Equatorial, Tropical Nordeste Oriental, Tropical Brasil Central e Temperado. < ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas_tematicos/mapas_murais/clima.pdf > .
- 3 Atmosfera – Há indícios de que, antes da formação da atmosfera seria impossível a permanência da vida terrestre pelo fato do grande número de colisões de fragmentos espaciais com o nosso planeta.
- 4 O cientista James Lovelock atesta na sua Teoria de Gaia a inexistência de vida em planetas como Marte e Vênus mediante a comparação de suas atmosferas com a atmosfera da Terra, onde as atmosferas destes planetas encontram-se em estado de equilíbrio químico, sendo dominadas por gases geralmente não reativos, como o dióxido de carbono, ao passo que a atmosfera da Terra encontra-se em desequilíbrio químico, caracterizada por uma mistura instável de gases, como oxigênio e metano, que reagem entre si e, no entanto, coexistem. Sabendo da instabilidade química da mistura de gases da atmosfera e, em contrapartida, da manutenção constante de sua composição ao longo de períodos extensos, o cientista propõe a pergunta: Poderia ocorrer que a vida na Terra não apenas formasse a atmosfera, mas que também a regulasse, mantendo-a em uma composição constante e em um nível favorável para os organismos?
- 5 O SMOG, nome dado à coluna de poluição causada pela inversão térmica, pode causar sérios problemas de saúde à população das grandes cidades. Sua terminologia tem origem na junção das palavras da língua inglesa smoke (fumaça) e fog (nevoeiro).
- 6 Albedo é o termo astronômico utilizado para determinar a claridade ou escuridão de um planeta e, portanto, sua refletividade. A temperatura da superfície do planeta depende do equilíbrio entre o calor recebido pelo sol e o calor devolvido ao espaço. Em áreas mais claras, como calotas polares, a refletividade pode atingir 70 a 80 por cento da luz solar que incide sobre elas. Áreas mais escuras, como florestas e oceanos, têm baixo albedo e, portanto, absorvem mais e refletem menos luz solar.
- 7 Infravermelho – A título de ilustração, a molécula de água é formada por três átomos, um de oxigênio e dois de hidrogênio, que se interligam em um ângulo de 105°, como um bumerangue. Esta molécula pode se girar e dobrar em um V mais fechado ou mais aberto, e a frequência dos movimentos coincidem com a frequência do infravermelho emitido da Terra.
- 8 Camada de ozônio – Atualmente alguns cientistas defendem que o aquecimento global, assim como a existência e a destruição da camada de ozônio pelos CFC's, são manobras que visam atender interesse políticos. Sugestão < http://www.youtube.com/watch?v=winWWplmyMk&feature=player_embedded > .