



O BRASIL NA ECOLOGIA MUNDIAL

Benjamin Medeiros

Para os que têm ainda alguma dúvida sobre a extensão da responsabilidade do Brasil em relação ao equilíbrio ecológico do nosso planeta, o presente artigo permite avaliar o grau de insensatez das acusações que lhe fazem.

Científica e não opinativamente fundamentado, ele permite a compreensão exata do problema que a Defesa Nacional (edição Jul/Ago 1989) procurou ressaltar, em sua capa e na transcrição de artigos destacados da imprensa.

O Brasil tem sido alvo de severas acusações de estar contribuindo para o crescimento do conteúdo de dióxido de carbono da atmosfera e para o consequente **efeito estufa** (*green house effect*) que se supõe, com boa base teórica e empírica, estar elevando a temperatura da Terra. Essas acusações têm sido repelidas pelos nossos meios de divulgação e mesmo por nossas autoridades em base predominantemente qualitativa e emocional. Não foram até agora refutadas

com base em razões científicas; não foram apresentados números que as invalidassem. Tais acusações, vindas de nações altamente civilizadas do hemisfério norte, revelam extraordinária falta de autocrítica e de seriedade, pois é do conhecimento geral que são elas as responsáveis pela quase totalidade da poluição que devasta o planeta Terra.

Alguns grupos da *intelligentia* brasileira, como de costume, aderiram apressadamente a essa campanha acusatória sem

sequer indagar quem é quem na questão da poluição mundial.

É, entretanto, hora de ser apresentada aos brasileiros uma exposição com base nos conhecimentos científicos e dados quantitativos já acumulados sobre o assunto – ainda que não definitivos – para que eles possam se inteirar da questão. Este trabalho não pretende ser original nem exibir conhecimentos; é apenas um sumário de informações publicadas por revistas científicas – principalmente a *Scientific American*, dos EUA – e outras revistas confiáveis estrangeiras, complementado por comentários do autor.

A abordagem desse assunto deve ser precedida pela consideração: o Brasil é a favor da preservação do ecossistema mundial e, principalmente, do ecossistema brasileiro. É consenso neste País que constitui grande e irreparável mal a destruição da mata amazônica e da mata atlântica; grande é o desejo do povo e o empenho do governo de que medidas rápidas e eficazes sejam tomadas para pôr fim a esta destruição. Compreendem, porém, os brasileiros, que tal destruição não é feita pelo prazer de destruir, mas sim pela necessidade de abrir novos espaços para a agricultura, para a pecuária, para a mineração e para a construção de vias de penetração nessa vasta e rica região e sua eventual ligação

com portos do Pacífico, uma perspectiva que não agrada a alguns países do norte. Visa também a fixar os habitantes locais à terra e evitar sua migração para os centros urbanos.

O clamor internacional é, portanto, supérfluo e, como se verá adiante, está mal endereçado. O governo brasileiro reconhece que facilitou, inadvertidamente, a derrubada de milhares de hectares da floresta amazônica com os incentivos a agricultores e pecuaristas para se instalarem na região. Este pode ter sido um erro episódico, mas medidas estão sendo tomadas para que não seja repetido. O governo está também, dentro de seus limitados recursos, ampliando os órgãos fiscalizadores existentes e criando novos órgãos para impedir ao máximo a devastação de florestas.

É evidente, porém, que essa é uma tarefa gigantesca, e que nenhum conjunto de medidas poderá evitar, totalmente, a destruição dessas florestas. É tarefa tão difícil, ou mais, que a de evitar o tráfico e uso de drogas nos EUA e na Europa, extinguir a delinquência generalizada no mundo, limitar o uso de combustíveis e outros poluentes da atmosfera pelos países industrializados etc... O hábito de derrubar árvores é multimilenar, tão antigo quanto a agricultura e a utilização da madeira pelo ho-

mem. Não será fácil extinguí-lo.

Após longo período de observações e suposições contraditórias, foram confirmados, no fim de 1988, indícios convincentes de que a temperatura da superfície do planeta está, de fato, aumentando. Como uma das causas principais, é apontado o **efeito estufa** (*green house effect*) que resulta do aprisionamento, na atmosfera, do calor radiante de longo comprimento de onda proveniente do Sol. Este calor é retido junto à Terra, por serem impermeáveis a essas radiações o dióxido de carbono – CO₂ – e outros gases presentes na atmosfera, que, em conjunto, são chamados **gases-estufa** (*green house gases*).

A questão do aquecimento da Terra foi até recentemente motivo de grandes discussões. Cientistas do National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA) dos EUA publicaram, há pouco tempo, no *Atmospheric Research Letters*, relatório indicando não ter havido nos últimos cem anos nenhuma mudança significativa na temperatura média anual nos 48 Estados contíguos dos EUA, que se manteve entre 11°C e 12°C, sem nenhuma tendência de longo prazo para aumentar ou diminuir. Indicou também que nenhuma mudança foi notada no clima e no nível de precipitação

pluvial. Outros cientistas, principalmente da NASA – National Aeronautics and Space Administration – discordam, vigorosamente, dessas conclusões, na base de que a área dos EUA é muito pequena – apenas 1,5% da área do planeta – para suportar conclusões a nível mundial. Relatam que a temperatura já subiu 0,5 a 0,7°C desde 1860, e está se acelerando grandemente. Prevêm a possibilidade de um aumento de até 6°C, até o meio do próximo século, em algumas regiões da Terra. Se isso acontecer, as estações de plantio e colheita serão drasticamente alteradas, muitas florestas desaparecerão, o clima, incluindo a chuva, os ventos e a umidade serão diferentes dos atuais, muitas fontes de suprimento de água se extinguirão, a neve poderá desaparecer de muitas regiões atualmente temperadas, o nível dos oceanos se elevará de maneira desastrosa para o homem.

Tudo está a indicar que esta última corrente de pensamento é a mais bem fundada. Para o bem da humanidade, é salutar a adoção da hipótese de que a Terra está se aquecendo. Curiosamente, este fenômeno, previsto desde o século XIX pelo físico sueco Svante Arrhenius, só foi satisfatoriamente confirmado no final de 1988.

Dois fatores principais são

responsáveis pelo conteúdo de CO₂ na atmosfera: um age a longo prazo e determina o conteúdo básico de carbono na atmosfera: é o **ciclo geoquímico**; outro age a prazo relativamente curto, apresentando mesmo oscilações sazonais: é o **ciclo bioquímico**.

Os dois ciclos são correlacionados, pois ambos têm origem na matéria orgânica morta e sedimentada há milhões de anos, ou viva e atuante em nossos dias.

O ciclo geoquímico produz variações no conteúdo de carbono da atmosfera que se efetivam ao longo de milhares ou milhões de anos. É provocado, basicamente, pela liberação de carbono contido nas rochas sedimentares de origem orgânica, formadas em eras remotas por restos de plantas e animais, como os xistos e os carbonatos, pelo ataque de gases e ácidos contidos na atmosfera e no solo, e por reações químicas que ocorrem nas profundezas da terra. Os xistos atacados por esses ácidos liberam carbono, que, combinando com o oxigênio da atmosfera, forma o CO₂ que nela se dispersa. As rochas carbonatadas (calcita, dolomita, silicatos etc.), em contato com os mesmos ácidos, se decompõem. Os detritos ricos em carbono são arrastados pelas águas das chuvas para riachos, rios e, finalmente, para o fundo dos

oceanos. Aí juntam-se com imensa quantidade de carbonatos originários de esqueletos de animais marinhos, sendo, então, arrastados, por subducção, pelas placas tectônicas oceânicas, para debaixo dos continentes. São conduzidos para grandes profundidades, penetrando na manta magmática (atenosfera) da Terra. Submetidos a altas temperaturas, os carbonatos e silicatos reagem entre si violentamente, liberando grande quantidade de CO₂. Este é expelido para a atmosfera pelos vulcões, fontes de água gasosa e erupções de magma, através das fissuras médio-oceânicas das placas tectônicas.

O ciclo geoquímico mantém-se em relação de "causação circular cumulativa" (como se dizia nos anos sessenta) ou num "quiproquó", tal qual o ciclo biológico, e juntamente com este criou, nas eras primitivas da Terra, o conteúdo básico de CO₂ da atmosfera, que tornou possível a exuberante expansão da **VIDA**, toda baseada no carbono atmosférico. O CO₂, no entanto, não é mais que um "traço" na composição da atmosfera, não contribuindo com mais de cerca de 0,03%, ou 300 partes por milhão (ppm) para seu volume total.

Acredita-se que, durante as várias eras geológicas da Terra, essa porcentagem tenha variado para mais e para menos, e já

tenha sido pelos menos duas vezes maior do que é hoje, durante o período cretáceo (o período dos dinossauros) da era mesozóica, que durou cerca de 100 milhões de anos e terminou, aproximadamente, 65 milhões de anos antes da época atual. Há indícios de que, nesse período, o efeito estufa do CO₂ na atmosfera aumentou consideravelmente a temperatura da Terra, o que é comprovado pela descoberta, em regiões polares, de fósseis de grandes florestas e de animais característicos de regiões temperadas e tropicais.

Alguns cientistas suspeitam que o gradual aquecimento da Terra pode ser, **em parte**, motivado por uma alteração de longo prazo no ciclo geoquímico, e não apenas consequência de atividades humanas.

Os depósitos de combustíveis fósseis – carvão, petróleo e gases – participam tanto do ciclo geoquímico, principalmente se expostos ao ar, quanto do ciclo biológico, quando utilizados pelo homem.

A não ser pela chuva ácida de origem industrial, criada recentemente pelo homem, este tem pouca influência sobre o ciclo geoquímico.

O ciclo biológico está mais próximo de nós. Compreende, como o nome diz, todas as atividades, quer naturais quer produto da civilização, dos seres

vivos na sua totalidade (biota). Nesse setor reina ainda muita incerteza, e a maioria das proposições e números aqui apresentados devem ser considerados aproximados e sujeitos a confirmação a médio prazo.

Até alguns anos atrás,creditava-se que as florestas, principalmente as tropicais, eram responsáveis pela absorção e fixação em sua biomassa, por meio da fotossíntese, de uma quantidade de carbono atmosférico suficiente para compensar a liberação de carbono proveniente da respiração vegetal e das atividades humanas. Contribuía, assim, para a redução líquida (net) do CO₂ na atmosfera e para a liberação de oxigênio para a mesma. Daí originou-se o mito "Amazônia, Pulmão do Mundo". Estudos mais recentes revelam uma situação diferente e, em boa parte, antagônica à anterior.

Os fatores naturais que mais afetam o ciclo bioquímico são aqueles resultantes do intercâmbio de gases, principalmente o dióxido de carbono e o metano, entre a atmosfera e a biomassa vegetal, viva ou morta, na sua totalidade (biota).

A vegetação do planeta absorve, através da função fotosíntese – ou clorofiliana – cerca de 100 bilhões (100×10^9) de toneladas por ano (abreviadamente: bi. ton/ano) de carbono na atmosfera, de um total nela presente de, aproximadamente,

714 bi. ton. Através de sua função respiração, que inclui a respiração propriamente dita durante a noite e a decomposição aeróbica da biomassa vegetal morta existentes nas florestas, nas pradarias, na tundra boreal, na turfa etc., devolve mais ou menos a mesma quantidade de carbono à atmosfera. Esse intercâmbio é, portanto, aproximadamente equilibrado. É intuitivo que assim seja, do contrário não teria sido possível a natureza manter até recentemente – início do século XX – uma porcentagem quase constante de CO₂ na atmosfera, de 0,03 ou 300 ppm*, em volume, durante milhões de anos, desde o fim do cretáceo até o presente. Esse equilíbrio, porém, já não mais existe; começou a ser destruído pelo homem há cerca de 150 anos e, como exposto a seguir, desapareceu em vastas regiões da Terra. (* ppm = partes por milhão).

O homem começou a influenciar, perceptivelmente, na composição da atmosfera a partir dos meados do século XIX, com o início da era industrial. A queima intensiva de combustíveis fósseis, a começar pelo carvão, e o enorme crescimento das áreas cultivadas à custa do sacrifício de florestas nos hemisférios norte e sul contribuíram, daí em diante, para um crescimento do conteúdo de

CO₂ na atmosfera, que tem se acelerado exponencialmente nos últimos decênios. Entre 1860 e 1990 terá crescido de 290 para 346 ppm, sendo que, nos últimos 15 anos, cresceu 1.5 ppm ou 3 bi. ton. por ano.

O aumento de CO₂ na atmosfera deu início ao efeito estufa e ao aquecimento da Terra. A medida desse aquecimento é muito discutida entre as diversas instituições científicas. Algumas estimam-na em 0.5 a 0.7°C desde 1860 até o presente. Outras, baseadas em observações mais completas, acham que só neste século já atingiu 0.5°C.

A grande descoberta recente neste setor foi o efeito da **re-alimentação positiva** do aquecimento da Terra sobre si mesmo, descoberta que se originou da indagação: se há um aquecimento em curso na Terra, qual o efeito deste aquecimento sobre a fotossíntese e sobre a respiração vegetal, incluindo nesta a decomposição aeróbica da biomassa morta, ou húmus? A resposta é: a fotossíntese pouco se altera com o aquecimento; é, principalmente, sensível à luz, à água e aos nutrientes. Mas a respiração, e principalmente a decomposição, aumentam, sensivelmente, com o aquecimento, mormente nas regiões temperadas e frias, no inverno. Há indicações de que, para cada 1°C de elevação ou redução de tempe-

ratura, a respiração varia 10 a 30%. Esse fenômeno tem consequências desastrosas nas latitudes médias e altas do hemisfério norte, onde está a maior massa continental (75%) do planeta e nas vastas extensões de florestas caducifólias (*deciduous*), de coníferas, de planícies boreais e de tundra. Essa realimentação biológica já criou, e está intensificando, o desequilíbrio entre a quantidade de carbono absorvido pela fotossíntese e a quantidade liberada pela respiração, e criando um saldo positivo de carbono cujo crescimento é, grosseiramente, estimado em 1 a 6% acima do normal, por ano. Avalia-se que esse desequilíbrio na liberação de carbono para a atmosfera acrescentou-lhe, nos últimos cem anos, 20 a 30 bi.ton. desse gás, avaliação esta que, segundo alguns, pode ser exagerada, mas não por um fator superior a dois.

Nas zonas quentes do planeta, onde a temperatura é aproximadamente constante e os ritmos de fotossíntese e de respiração variam pouco, as duas funções continuam, grosso modo, equilibradas.

O desequilíbrio fotossíntese-respiração e o aquecimento progressivo que dele resulta são fenômenos localizados nas regiões temperadas e frias do hemisfério norte. A elevação de temperatura aí observada é o dobro da média global. Os sin-

tomas e consequências desse aquecimento são o aumento da distância entre a superfície do solo e o topo do *permafrost*, a elevação de temperatura dos lagos do Canadá, o encolhimento das geleiras e da plataforma de gelo do Ártico.

O desequilíbrio entre as funções fotossíntese e respiração causado pelo aquecimento progressivo da Terra contribui, no ritmo atual, para aumentar o conteúdo de CO₂ da atmosfera em 1 a 6 bi.ton. por ano.

O homem, porém, agride a natureza de outras maneiras mais imediatas e eficazes, e uma delas é pela ação predatória sobre as florestas:

— quando queima a floresta, além de liberar CO₂ imediatamente para a atmosfera, provoca um curto circuito no lento processo de oxidação do húmus, consumindo em horas ou dias aquilo que o processo natural de oxidação por decomposição dos detritos de florestas, acumulados no solo e no subsolo junto à superfície, levaria anos ou décennios a consumar;

— quando ataca a floresta — natural ou cultivada — para a extração de madeira, acelera a produção de CO₂ de duas maneiras: deixa no solo grande massa de raízes, galhos e folhas, que equivale, aproxima-

damente, à quantidade de madeira retirada. Esse material é queimado ou se transforma em húmus e se decompõe naturalmente liberando carbono. Cerca da metade da massa das toras extraídas é perdida sob a forma de costaneiras, serragem e sarrafos, que são, igualmente, queimados ou abandonados ao tempo convertendo-se em húmus. Só a parte utilizada em construções ou artefatos não é, a médio prazo, convertida em CO₂.

A exposição acima, ainda eivada de incertezas conceituais e quantitativas, cria um certo grau de perplexidade, pois se choca com a intensa campanha em curso para a conservação das matas tropicais como o mais efetivo meio de atenuar o efeito estufa.

Se nas florestas das zonas quentes – tropicais – a fotossíntese e a respiração são equilibradas, o conteúdo de CO₂ da atmosfera é indiferente à extensão dessas florestas. Parece, então, que a redução ou expansão da área de florestas tropicais, naturais ou plantadas, não tem a importância que se alardeia. Devem ser preservadas, sem dúvida, mas por outros motivos: proteção do clima regional, proteção do solo, dos cursos d'água, da variedade genética das espécies animais e ve-

getais, produção controlada de produtos silvestres etc...

Se nas florestas temperadas e boreais as funções fotossíntese e respiração são desequilibradas, nesse mundo em aquecimento crescente, esse desequilíbrio se acentua em valor absoluto na medida em que são ampliadas as áreas de florestas – notadamente as de florestas caducifólias – e a geração de resíduos sujeitos à queima ou decomposição, natural ou intermediada pelo homem através da indústria extractiva. Surge então a questão: se nas condições atuais as florestas temperadas e boreais lançam mais carbono na atmosfera do que absorvem, o que se deve fazer? Deixá-las como são, expandi-las ou reduzi-las? Aí os interesses ecológicos se deparam com os interesses comerciais.

Os estudos que nos chegam do exterior não revelam o despejo de CO₂ para a atmosfera pela indústria de extração e utilização de madeira: vigas, tábuas, obras de carpintaria e de marcenaria, painéis compactados, papel, papelões etc... Afora os milhões de toneladas preservadas sob essas formas úteis ao homem, que retêm o carbono nelas contido, muitos outros milhões de toneladas de sobras e resíduos são queimados ou abandonados à decomposição. O carbono, como elemento químico, é indestrutível e, via com-

bustão ou decomposição, tem que voltar ao meio de onde veio: a atmosfera.

Nos climas temperados e frios do hemisfério norte, a madeira é usada em escala imensamente maior que no hemisfério sul, onde as regiões com os mesmos climas têm muito pequena extensão. Nessas regiões predominam as florestas coníferas de madeira clara e macia (*softwood*), que por não terem vegetação rasteira (*underbrush*) e terem as árvores direitas, regularmente espaçadas e com grande concentração de espécies iguais, prestam-se à exploração mecanizada fácil e barata. A madeira, livre de pragas, de estrutura linheira, de dureza moderada, tornar-se particularmente apropriada para construções residenciais e industriais, para marcenaria de preço popular e para papel e seus similares.

A extração total de madeira no mundo, tanto *softwood* como *hardwood*, para fins não energéticos, é de cerca de 1,8 bi. m^3 /ano, dos quais 0,74 bi. nos EUA e Canadá. A produção da Rússia é mal conhecida, mas é estimada não inferior a 0,3 bi. Os restantes, quase 0,8 bi, são quase todos produzidos por outros países do hemisfério norte. No hemisfério sul, a extração é inexpressiva à vista dos números acima e é, em grande parte, exportada para o hemisfé-

rio norte. O Brasil produz cerca de 0,085 bi. ton/ano, ou seja, 4,7% da produção mundial.

Já foi mencionado antes que, para cada m^3 de tora extraída, massa aproximadamente igual de raízes, galhos e folhas e mais destroços de árvores vizinhas, é queimada ou abandonada à decomposição nas florestas. No desdobramento das toras e no beneficiamento dos produtos nas serrarias, outro tanto é perdido em costaneiras, serragem, cavacos, rejeitos e sobras não comerciáveis. Para cada m^3 de tora extraída das florestas são, assim, gerados cerca de 2 m^3 de rejeitos. Admitindo-se que 50% dos rejeitos de serrarias sejam utilizados para a fabricação de placas compactadas, esta relação cai para 1,5 m^3 para cada 1 m^3 de tora extraída.

Cada m^3 de tora seca, de densidade típica de 0,5, contendo 50% de carbono em peso, ou seja, 0,25 ton. de carbono elementar, gera uma dose de 0,92 ton. de CO_2 . (Carbono 12+2xOxigênio 16= CO_2 44; $CO_2/C=44/12=3,7$; 0,25 ton. de carbono x 3,7=0,92 ton. de CO_2 por 1 m^3 de madeira em tora).

Os 1,8 bi. m^3 /ano de toras extraídas das florestas geram, portanto, por via de seus resíduos, algo como $1,5 \times 1,8 \times 0,92 = 2,5$ bi.ton/ano de CO_2 . Apesar deste montante ser assustador e da mesma ordem de grandeza

do montante gerado pela queima de combustíveis fósseis (5,6 bi.ton/ano), ele não é, usualmente, incluído nos estudos dos ecologistas sobre o balanço geral de CO₂ na atmosfera, talvez porque pelo menos 80% dele sejam gerados pelas nações mais avançadas do hemisfério norte. Nem são citados outros 1,8 bi.m³/ano lenha, colhidos nas florestas e queimados para fins energéticos no mundo, por povos de todas as categorias que – descontada parte dos resíduos já citados – devem gerar, pelo menos, outro bi.ton/ano de CO₂.

Os números provenientes da indústria madeireira não são incluídos nas estimativas que aparecem nos parágrafos que se seguem porque foram levantados pelo próprio autor do presente e não encontram corroboração na literatura pertinente, de seu conhecimento.

É fora de dúvida, pois, que no que diz respeito ao crescimento do conteúdo de CO₂ na atmosfera, causado pelo consumo de combustíveis fósseis e pela atuação do homem sobre as florestas até o presente, a responsabilidade repousa toda (ou salvo por ínfima parte) sobre os ombros das nações do hemisfério norte.

A queima de florestas, objeto das mais acerbas críticas ao Brasil, merece umas poucas

palavras adicionais. Ainda que condenável pelos aspectos ecológicos regionais e danos à flora e à fauna, ela não afeta a liberação de CO₂ a longo prazo, apenas a acelera. O carbono contido nas matas, a não ser que aprisionado em bens para uso humano, mais cedo ou mais tarde voltará à atmosfera.

A própria extensão do mal causado à flora e à fauna está sendo posta em dúvida por ecologistas de grande responsabilidade de um dos países de onde vêm as mais severas recriações contra as queimas da floresta pluvial (*rain forest*) amazônica. Uma área de 405.000 hectares da floresta temperada do Yellowstone Park, dos EUA, foi destruída pelo fogo em agosto de 1988, causado, "presumidamente", por causas naturais. A legislação americana atual proíbe a extinção de incêndios de origem natural – como o causado por um raio sobre uma árvore – a não ser na medida em que ameace propriedades ou instalações. Do contrário, determina que se deixe o fogo extinguir-se por si mesmo. Embora incêndios no Yellowstone Park tenham acontecido com freqüência, desde o tempo em que os índios imperavam na região e ateavam fogo às matas, o incêndio de 1988 foi o maior dos últimos duzentos anos. Sua extensão é da mesma ordem de grandeza das "3 mil

queimadas detectadas na Amazônia, numa só noite", por um satélite americano. Abalou as autoridades e originou grande discussão sobre a propriedade desta lei de caráter animalista, que confere aos raios saber suficiente para decidir quando devem destruir árvores, bisões, cervos e outros animais menores. A corrente a favor da conservação da lei é, porém, forte, e sua figura mais representativa, o responsável pelas pesquisas no parque, pronunciou seu julgamento: "Sob o ponto de vista ecológico (o incêndio) não causou inconveniente" ou, em seu idioma "from an ecological standpoint there was no downside", e sobre o reflorestamento das áreas queimadas: "It is not a rebirth because there was not a death."

Neste episódio aparecem, como sempre, a autocomplacência e as manobras de *cover-up* para os grandes, em contraste com as virtuosamente indignadas admoestações usualmente dirigidas aos "subdesenvolvidos".

Sobre os efeitos do ciclo geoquímico sobre o CO₂, podemos apenas conjecturar; não é possível conhecer a quantidade ejetada, não é possível medir o efeito causado. O CO₂ originado pelo ciclo biológico vegetal é melhor conhecido. Conhece-se a química da fotossíntese e da

respiração; a extensão desses fenômenos e de seus efeitos, porém, podem ser somente estimados.

Há, entretanto, uma fonte de CO₂ que é bem conhecida e quantificável. Sua química é familiar ao homem, sua quantidade pode ser quase exatamente determinada. É a queima de combustíveis fósseis como carvão, petróleo, gás natural, considerada entre todas as fontes unidireccionais de CO₂ para a atmosfera a mais abundante e danosa.

A queima intensiva desses combustíveis iniciou-se com o carvão ao alvorecer da era industrial, em meados do século XIX, e nunca cessou de crescer. Medidas feitas naquela época indicavam um conteúdo de CO₂, em volume, de 0,029% ou de 290 partes por milhão (ppm) no ar que então respiravam. Medidas sistemáticas desse conteúdo começaram a ser feitas a partir de 1958 por uma estação de monitoramento instaladas pelos EUA no alto do vulcão Mauna Loa, no Havaí. Observações recentes aí feitas indicam que o conteúdo atual é pouco superior a 0,0346% ou 346 ppm equivalentes a cerca de 714 bilhões de toneladas de carbono. O crescimento anual tem sido da ordem de 1,1 ppm, ou 2,3 bilhões de toneladas métricas de carbono. O crescimento sazonal do carbono na atmosfera

— principalmente perceptível nas zonas temperadas e frias do norte — atinge o máximo no início de outono, quando as florestas caducifólias começam a perder milhões de toneladas de folhas mortas e a fotossíntese entre em recesso, e o mínimo no início da primavera, quando a fotossíntese é máxima, para a reconstituição dessa folhagem e a retomada do crescimento da vegetação. O aumento sazonal de carbono atmosférico coincide com o crescimento da queima de combustíveis — carvão, óleo, gás e lenha no hemisfério norte para o aquecimento de centenas de milhões de lares, escritórios, fábricas, veículo etc., de temperaturas de -10° a 20°C e mais baixas, para temperaturas da ordem de $+25^{\circ}\text{C}$. Para esse aquecimento, é queimado num só dia de baixa temperatura mais combustível do que o Brasil queima em cem dias. Nenhuma referência, porém, é feita a este ponto nos artigos sobre a variação sazonal. Possivelmente ainda não foi pesquisado.

Números publicados recentemente indicam as seguintes quantidades aproximadas de carbono lançadas na atmosfera pela queima de combustíveis fósseis em milhões de toneladas por ano:

— Hemisfério norte: Estados Unidos, 1.340; Europa Ocidental, 880; URSS, 1.100; Japão, 280; China 600; outros países

industrializados ou afluentes, 800. Total do hemisfério norte: 5.000;

— Hemisfério sul: América Latina, 260; Brasil, isoladamente, 50; Austrália e Oceania e outros, 240. Total: 600.

As quantidades acima foram ajustadas para totalizar 5.6 bi. ton/ano, que é a estimativa mais recente, publicada por um orgão científico, e que dá em média uma tonelada por ano por habitante do planeta.

A contribuição do Brasil é de 50 em 5.600 milhões, ou seja, menor que 1%. A imprecisão dos números acima é muito maior do que 1%. Portanto, retirando-se o Brasil do cenário, este em nada se altera. O efeito estufa pode, consequentemente, viver confortavelmente sem o Brasil.

O CO₂ foi até aqui apontado como o grande vilão do desastre ecológico que ameaça a Terra; mas tem cúmplices: os demais **gases estufa** e os despejos de lixos tóxicos radiativos, cancerígenos, infecciosos, que as grandes nações do norte despejam ilegalmente nos rios, nos oceanos e nos países pobres africanos, que os aceitam em seus territórios em troca de um **punhado de dólares** para não morrerem de fome. Embora esse lixo contamine perigosamente a atmosfera, as águas superficiais e subterrâneas e constitua perigo mais imediato que a concen-

tração de **gases estufa** na atmosfera, ele não será discutido aqui. Cabe só lembrar, nova e monotonamente, que se trata de um problema criado e intensificado irresponsavelmente, cada dia mais, pelas afluentes e civilizadas nações do hemisfério norte.

O metano – CH_4 – e o clorofluorcarbono, designado comumente por CFC, são, após o CO_2 , os gases mais ofensivos à atmosfera. Ambos têm propriedade detentora de calor e cooperam para o efeito estufa. Há ainda outros, como o óxido nítrico, mas não serão citados neste trabalho.

O metano – ou o gás natural – é lançado na atmosfera, em sua maior parte, pela decomposição anaeróbica do húmus terrestre em ambientes pobres em oxigênio, como pântanos, lamaçais, turfa etc.. Largamente usado como combustível doméstico e industrial, vindo dos campos de gás e petróleo, escapa, também, em quantidades significantes, para o ambiente onde é usado. A proporção atual de metano na atmosfera é muito menor que a do CO_2 . Tem crescido nos últimos anos ao ritmo de 1% ao ano e sua participação em volume na atmosfera é de cerca de 1.6 ppm. O poder retentor de calor do metano é, porém, vinte vezes maior que o do

CO_2 + e, no que concerne o **efeito estufa**, age como se sua concentração na atmosfera fosse de 32 ppm. Sendo a emissão de metano sensível ao aumento de temperatura causado pela realimentação biológica, sua presença na atmosfera tende a crescer exponencialmente, acompanhando o CO_2 .

A lista de ofensas à natureza, na quase totalidade feita pelas nações do hemisfério norte, ou no interesse delas, é, porém, inesgotável. A questão do CFC, um dos gases mais ofensivos à atmosfera, é uma das mais prementes e não pode deixar de ser abordada.

Os estudos sobre o problema são incompletos e por longo tempo o serão. Supõe-se, porém, já com certa segurança, que o clorofluorcarbono (abreviado CFC) usado nos "sprays" ou aerosóis, são destruidores da camada de ozônio e responsáveis pelo aparecimento do "buraco" na camada de ozônio sobre a Antártica e, mais recentemente, de forma incipiente, sobre o Ártico. Tem sido divulgado que uma molécula de cloro dissociada do CFC na atmosfera superior pelas radiações de alta energia do sol é capaz de destruir dezenas de milhares de moléculas de ozônio.

Outras fontes importantes de liberação de CFC para a atmosfera estão identificadas. O CFC é o gás usado nos apare-

Ihos de ar condicionado de automóveis, nas geladeiras e na fabricação das embalagens de isopor.

O gás da refrigeração de automóveis e geladeiras é vazado para a atmosfera quando se faz a renovação do gás nesses aparelhos ou quando eles são sucateados. Recentes estatísticas indicaram que, nos EUA, 90 a 95 milhões de automóveis usam aparelhos de ar condicionado. O número de geladeiras é da mesma ordem. Centenas de milhões de uns e outros têm sido sucateados nos últimos decênios, liberando enorme massa de CFC na atmosfera (o CFC vem sendo usado há cinqüenta anos). As embalagens, vasos e caixas de isopor hoje estão em toda a parte. A destruição de milhões de toneladas dessas embalagens libera CFC para a atmosfera. É sabido que o maior responsável por este poluente são os EUA.

Nenhum esforço condizente com a gravidade do problema "buraco no ozônio", está sendo feito pelas grandes nações criadores deste problema. No encontro de 34 nações em Montreal, em 1987, ficou convencionado que um esforço seria feito para reduzir a sua fabricação em 50% até o fim do século. Se o problema é tão grave como alardeado, então as grandes nações produtoras de CFC estão muito descansadas. Mas, numa

atitude magnânima, algumas delas lembraram-se dos países em desenvolvimento. Juntamente com os países nórdicos, discutem – em meio a grande desarmonia – a possibilidade de dar auxílio financeiro a esses países para a substituição do CFC por um gás mais caro e respeitador do ozônio que ninguém ainda sabe qual é. A contribuição do CFC para a atmosfera, dada por países em desenvolvimento, é tão inexpressiva para o "problema ozônio" que eles dificilmente o podem alterar, mas o dedo acusatório mais uma vez foi apontado para eles.

O CO₂ é, de todos os gases estufa, o mais importante e o único cuja emissão pode ser controlada de maneira direta e efetiva a médio prazo, no sentido de amenizar os danos já causados à atmosfera. Números atuais sobre sua emissão são dados a seguir:

	bilhões ton/ano
Queima de combustíveis fósseis	5,6
Destrução de florestas	0,4 a 2,4
Aumento da "respiração" devido à bio-realimentação (térmica)	1 a 6
Total possível (mas não certo)	<hr/> 10

O ritmo de crescimento varia conforme o ano é quente ou frio. Nos últimos 15 anos, o cresci-

mento médio foi de 1.5 ppm, ou 3.0 bi. ton/ano. Nos últimos 18 meses antes de 1989, a média anual atingiu 2.4 ppm ou, aproximadamente, 5 bi. ton/ano.

Se o crescimento do CO₂ na atmosfera continuar no mesmo ritmo, e se as nações em desenvolvimento seguirem o padrão tradicional – redução das áreas florestais e consumo de combustíveis fósseis – os filhos e netos de nossos filhos viverão num mundo muito diferente do de hoje. As reservas de combustíveis fósseis recuperáveis e ainda por serem queimadas poderão aumentar o conteúdo de CO₂ da atmosfera por um fator de 5 a 10, o que transformará profundamente a superfície do planeta Terra e a vida sobre ela.

Sem se levar em conta o importante efeito da bio-realimentação (térmica), a temperatura média global poderá elevar-se de 1.5 a 4.5°C até o ano 2050. Se a média global aumentar 2 a 3°C, a elevação nas latitudes 40 a 45° Norte (metade setentrional dos EUA, Canadá e norte da Europa) poderá chegar a 4 ou 6°C no inverno, já nos anos 2030.

As consequências disso, já enunciadas no início deste trabalho, serão trágicas. Que será possível fazer para evitá-las? É irreversível a situação?

O homem não se mostrou até agora sequer capaz de compreender a gravidade da ameaça.

Das grandes nações do hemisfério norte (salvo alguma omisão), só os EUA, a Alemanha, Holanda, os países escandinavos e o Japão têm feito alguma coisa, aliás, falado mais do que feito. O consumo de combustíveis fósseis continua crescendo. Todos querem exibir cada ano maior crescimento no PIB, o que significa maior consumo de combustíveis. A emissão dos automóveis e motores a combustão interna em geral continua sem controle, salvo nos países citados acima. A gasolina com chumbo tetraetil (*leaded*) continua sendo vendida, o que impede o uso de catalisadores. Só em 1988 foi oferecida à venda na Inglaterra a gasolina *unleaded*.

Os países mediterrâneos nada fizeram até agora. Enquanto isso, as emissões de chaminés e motores provocam chuvas tóxicas, com PH tão baixo quanto 4.4, equivalente ao vinagre. É comum ver-se hoje, mesmo na Alemanha, clareiras amareladas onde pinheiros desfolhados se apresentam curvados como us invertidos, com o cume tocando o solo; tétricos testemunhos das torturas impostas à natureza.

O homem não pode reverter esta situação com os recursos de que dispõe hoje. Não pode recuperar os climas; não pode baixar o nível dos oceanos; não

pode esfriar a Terra; não pode reconstituir a camada de ozônio; não pode reconstituir em menos de um século as grandes florestas; não pode limpar a terra e os mares sem novas ofensas à natureza; não pode aumentar a capacidade de absorção de CO₂ pelos oceanos.

Tudo o que o homem pode fazer é desacelerar, lentamente, a deterioração de seu habitat e, ao fim de algumas décadas, estabilizar o ambiente em um nível já qualitativamente inferior ao atual. Para isso, serão necessárias medidas imediatas para:

- reduzir, em 3 b.ton/ano, a emissão de CO₂ para a atmosfera, principalmente pela **redução à metade** do consumo de combustíveis fósseis no hemisfério norte. Julgam alguns cientistas que isso poderá ser obtido por meio da **conservação** (isolamento térmico) e do **aumento de eficiência** de motores, fornalhas etc;
- intensificação do uso de energia solar, eólica, hidráulica, geotermal, nuclear não perigosa (talvez fusão fria);
- simplificação e redução drástica no uso de embalagens de papel e espuma de poliuretano, isto é, isopor;
- banimento do CFC e sua substituição por gás não ofensivo à atmosfera;

- contenção do crescimento da população mundial;
- cessação do deforestamento, o qual é feito, atualmente, ao ritmo aproximado de 11.000 Km²/ano e libera para a atmosfera 0.4 a 2.5 bi. ton/ano de CO₂;
- cuidadosa manutenção das florestas atuais, principalmente as tropicais;
- redução da exploração comercial das florestas, com a óbvia redução do uso dos produtos e derivados da madeira;
- reflorestamento em escala continental. Cientistas americanos acham que, se a agricultura de alguns países subdesenvolvidos passar de migrante (*shifting*) para fixa, cerca de 8.5 milhões de Km² (área igual à do Brasil) poderão ser reflorestados. Acham também que mais 5 milhões de Km² que já foram cultivados e hoje estão abandonados (**fallow**) podem ser reflorestados "imediatamente". Tais florestas seriam preservadas contra a exploração pelo homem.

Supõe-se que 1 bi. ton/ano de CO₂ serão fixados pelo reflorestamento de cada 1 a 2 milhões de km².

O reflorestamento em larga escala teria que ser iniciado imediatamente e desenvolver uma capacidade de absorção de CO₂ que viesse a ultrapassar sua emissão pela queima de combustíveis fósseis, de modo a

provocar a volta do conteúdo de CO₂ da atmosfera a um valor próximo do atual. A questão, obviamente, complica-se com o efeito da realimentação biológica no hemisfério norte, pois sobre este fenômeno o homem não tem controle. Para fazê-lo cessar seria necessário reverter o aquecimento da Terra, o que exigiria uma capacidade de absorção de CO₂ inattingível dentro de muitos séculos, se de todo possível. É temeridade a citação de números nessas circunstâncias.

O grande reflorestamento, o reflorestamento-salvador, teria que ser custeado pelos países das zonas temperadas e frias do hemisfério norte, que são os causadores de quase a totalidade do crescimento da concentração de CO₂ na atmosfera acima de 300 ppm e de outros gases-estufa e/ou tóxicos e destrutivos. Para isso teriam estes países que reduzir, substancialmente, seu nível de vida e abandonar por décenios suas proezas técnicas e recreacionais, para investir em terras distantes, longe dos olhos dos pagadores de impostos.

É difícil imaginar-se o dispêndio pelos países ricos de milhares de bilhões de dólares em reflorestamento, quando mesmo estes economizam nas merendas escolares, reduzem pensões de aíciãos e inválidos, olham com indiferença milhões

de pobres em suas ruas, para gastar seus recursos em armamentos e artefatos espaciais, não repondo sequer as suas próprias florestas, ou cuidando da devastadora poluição em seus próprios territórios.

O sonho do reflorestamento é, assim, remoto e só realizável se as condições futuras da Terra o tornarem, a curto prazo, condição *sine qua non* para a sobrevivência do homem.

O reflorestamento, porém, traz consigo contradições já apontadas antes e que ficam sem respostas:

— se nas zonas tropicais a fotossíntese e a respiração são equilibradas, qual a vantagem de reflorestar áreas imensas para o fim específico de absorver CO₂ da atmosfera visando a reduzir o efeito estufa? É certo que no período de formação da floresta, até que atinja seu clímax, vastas quantidades de carbono serão retiradas da atmosfera e fixadas à biomassa, com simultânea liberação de oxigênio. Atingindo o clímax, a fotossíntese e a respiração se equilibrarão, e a floresta voltará a ser neutra em relação ao CO₂ da atmosfera. Para reativá-la como absorvedora de CO₂, ter-se-ia que derrubá-la para utilização comercial e reiniciar-se o reflorestamento. A opinião de alguns cientistas, é entretanto, que deve ser evitada a exploração pelo

homem. É um ponto a ser esclarecido pelos especialistas; — se nas zonas temperadas e frias a **fotossíntese** e a **respiração** são **desequilibradas** e há uma liberação líquida (*net*) de CO₂ para a atmosfera, qual o interesse em aumentar essas florestas, uma vez que a realimentação biológica (térmica) não pode ser revertida. A emissão líquida de CO₂, e com ela o efeito estufa, deverão aumentar.

O hemisfério norte sempre foi, e ainda é, por esmagadora margem, o maior poluidor do planeta. Nem poderia deixar de ser, pois a poluição é produto da "civilização", e a maior concentração de "civilização" lá está localizada. Quase todo o conhecimento sobre a questão poluição e sobre como controlá-la está, também, no hemisfério norte; é, portanto, uma posição inaceitável pela sua falsidate a atribuição de culpa ao Brasil de fenômenos tais como excesso de CO₂ na atmosfera ou perturbações na camada de ozônio. As revistas estrangeiras, especialmente as americanas, contêm, quase que semanalmente, excelentes artigos sobre a poluição nos países do hemisfério norte. Não escondem os terríveis problemas de derrame

de óleo no oceano, poluição radiativa, o intratável problema do lixo comum ou altamente perigoso, a destruição da fauna e da flora etc.. Só quem não lê jornais, revistas e livros ou entidades altamente inescrupulosas podem investir contra o Brasil neste setor.

A importância exagerada atribuída à destruição de áreas da floresta amazônica e a virtuosa indignação demonstrada a esse respeito por associações e publicações do hemisfério norte são transparentes manobras de transferência de culpa. São manobras de dissimulação ou *cover up* tão a gosto das grandes nações, que querem se apresentar umas às outras, e ao mundo, como imbuídas de extraordinário zelo pela preservação da natureza e da pureza do meio em que vivemos, desde que, porém, isto seja feito à custa de outros. A ação tem que vir do Norte e tem que ser imediata. Considerando-se só o efeito estufa, é absolutamente necessária uma redução da ordem de 3 bilhões de toneladas por ano na quantidade de CO₂ e outros gases lançados na atmosfera pelas atividades humanas. O Brasil lança só 0.050 bilhões; não pode fazer esse milagre. Não é possível os pobres salvarem os ricos.

O Professor Benjamin Aguiar de Medeiros é engenheiro civil-eletricista e presidente da firma Fonseca Almeida Comércio e Indústria S.A. O estudo ora publicado é uma contribuição para o grande debate econômico em curso no País.