

Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados
Centro de Documentação e Informação
Coordenação de Biblioteca
<http://bd.camara.gov.br>

"Dissemina os documentos digitais de interesse da atividade legislativa e da sociedade."



Aquecimento global e mudanças climáticas: uma introdução

1. Introdução

É cada vez mais comum ouvir comentários, sobretudo de pessoas mais velhas, de que o clima está mudando. Verões extremamente quentes, chuvas torrenciais e índices pluviométricos muito acima da média em algumas regiões do país e secas pronunciadas em outras têm-se tornado cada

vez mais frequentes. Não estávamos habituados, no Brasil, a eventos climáticos tão extremos, à exceção do Nordeste, que convive com intensas secas permeadas, por vezes, por períodos chuvosos anormais. A Amazônia passou, em 2005, por uma estiagem de proporções inéditas que atingiu mais da metade dos 62 municípios do Amazonas, isolando milhares de pessoas em comunidades ribeirinhas. Os tornados, raros em nosso país, tornaram-se comuns: apenas no estado de São Paulo ocorreram sete em 2005. Outro exemplo é o fenômeno Catarina, cuja ocorrência jamais havia sido registrada no Atlântico Sul.

Esses eventos climáticos extremos não estão restritos ao Brasil, mas têm sido percebidos e registrados em todo o mundo. A média mundial de desastres naturais subiu de 260 em 1990 para 337 em 2003, e o número de pessoas atingidas por esses desastres cresceu exponencialmente. Outros exemplos marcantes são o aumento na intensidade e na frequência de furacões que atingiram os Estados Unidos em 2005, como o Katrina. A Europa também

*1 Ilidia da Ascensão Garrido Martins Juras, doutora, consultora legislativa de Meio Ambiente e Direito Ambiental, Organização Territorial e Desenvolvimento Urbano e Regional da Câmara dos Deputados.

tem sofrido eventos climáticos extremos: ora é assolada por fortes ondas de calor e incêndios, ora passa por rigoroso inverno.

É certo que a Terra tem passado, ao longo de toda a sua história geológica, por enormes variações climáticas. No entanto, há evidências científicas cada vez mais fortes de que as mudanças mais recentes não são variações naturais, mas estão relacionadas com um aumento na temperatura da Terra – o aquecimento global –, causado por atividades antrópicas, em especial pelo consumo de combustíveis fósseis, como carvão mineral, petróleo e gás natural, assim como pelos desmatamentos e queimadas. O fenômeno, conhecido como efeito estufa, decorre do aumento da concentração de certos gases na atmosfera terrestre, entre os quais destacam-se o gás carbônico (também chamado dióxido de carbono – CO_2), o ozônio (O_3), o metano (CH_4) e o óxido nitroso (N_2O), assim como o vapor d'água. Esses compostos são conhecidos como gases de efeito estufa, pois permitem a passagem da luz solar e retêm o calor, da mesma forma que os vidros de um carro fechado ou o revestimento de uma estufa sob a incidência do sol.

2. O que dizem os cientistas

O tema das mudanças climáticas e do aquecimento global começou a fazer parte da agenda internacional na década de 80 do século passado, a partir de alguns trabalhos científicos que indicavam o aumento da concentração de gás carbônico na atmosfera, associado a um aumento na temperatura terrestre.

Reconhecendo a necessidade de informações científicas confiáveis e atualizadas para os formuladores de políticas, a Organização Meteorológica Mundial – OMM e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente estabeleceram o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima – IPCC, em 1988. O papel do IPCC é avaliar, de forma abrangente,

A média mundial de desastres naturais subiu de 260 em 1990 para 337 em 2003, e o número de pessoas atingidas por estes desastres cresceu exponencialmente.

objetiva, aberta e transparente, as informações científicas, técnicas e socioeconômicas relevantes para compreender os riscos das mudanças climáticas induzidas pelo homem, seus impactos potenciais e as opções para adaptação e mitigação¹. O IPCC está aberto a todos os membros da Organização das Nações Unidas – ONU e da OMM, e conta com a colaboração de mais de 2.500 cientistas de todo o mundo. Está constituído por uma Força Tarefa, responsável pelo Programa de Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa, e três grupos de trabalho: Grupo I – avalia os aspectos científicos do sistema climático e as mudanças do clima; Grupo II – avalia a vulnerabilidade dos sistemas naturais e socioeconômicos às mudanças do clima, as consequências negativas e positivas dessas mudanças e as opções para a adaptação a elas; Grupo III – avalia as opções para limitar as emissões de gases de efeito estufa e outras formas de mitigação das mudanças do clima.

Em 1990 o IPCC lançou o seu Primeiro Relatório de Avaliação, confirmando que a mudança do clima era, de fato, uma ameaça e incitando à negociação de um acordo global para tratar do problema. A Assembleia Geral das Nações Unidas respondeu a esses apelos em

A década de 90 foi considerada a mais quente, e 1998 o ano mais quente desde que as temperaturas começaram a ser registradas, em 1861.

dezembro de 1990, com o início das negociações relativas a uma convenção-quadro sobre mudança do clima, que será tratada mais adiante.

Nesse relatório, os cientistas manifestavam certeza de que as emissões provenientes de atividades humanas estão aumentando substancialmente as concentrações de gases de efeito estufa, tendo como resultado o aquecimento adicional da superfície terrestre. De

acordo com os modelos disponíveis à época, previa-se uma taxa de aumento da temperatura média global no século XXI de 0,3 °C por década, com uma incerteza entre 0,2 a 0,5 °C, e um aumento do nível do mar de 6 cm por década, com uma incerteza de 3 a 10 cm por década².

Em 1995, o IPCC apresentou seu 2º relatório, indicando um crescimento significativo das concentrações atmosféricas dos gases de efeito estufa desde a era pré-industrial (por volta de 1750) – para o CO₂, o aumento foi de cerca de 280 partes por milhão (ppm) para 360 ppm. Os cientistas também concluíam que a temperatura média da superfície terrestre havia aumentado entre 0,3 e 0,6 °C desde o século XIX, um aumento pouco provável de ser devido apenas a causas naturais. Havia clara evidência de mudanças em alguns indicadores climáticos em escala regional, mas ainda muita incerteza quanto à relação entre essas mudanças e as atividades humanas^{3 e 4}.

O 3º relatório do IPCC⁵, lançado em 2001, revelava um aumento na temperatura média da superfície terrestre de 0,6 ± 0,2 °C. A década de 90 foi considerada a mais quente, e 1998 o ano mais quente desde que as temperaturas começaram a ser registradas, em 1861. Considerando as incertezas remanescentes, os cientistas concluíam que o aquecimento observado nos últimos cinquenta anos provavelmente era devido ao aumento nas concentrações de gases de efeito estufa. Projetava-se um aumento de 1,4 a 5,8 °C na temperatura e uma elevação no nível do mar de 0,09 a 0,88 metros no período de 1990 a 2100.

Neste ano, o IPCC apresenta seu quarto relatório, por etapas. Em fevereiro deste ano foi divulgada a contribuição do Grupo de Trabalho I⁶, que parece pôr fim a várias dúvidas anteriormente existentes. Em relação à concentração de gases de efeito estufa na atmosfera, o documento indicou que desde a era pré-industrial até 2005 houve os seguintes aumentos: dióxido de carbono (CO₂), de 280 ppm a 379 ppm; metano, de 715 ppb (partes por bilhão) a 1774 ppb; e óxido nitroso, de 270 ppb a 319 ppb. O documento conclui que é inequívoco o aquecimento global, como agora evidenciam as observações do aumento na temperatura média global do ar e dos oceanos, a ampliação do derretimento de gelo e neve e a elevação do nível do mar. Quanto à temperatura da superfície terrestre, o aumento



entre os períodos de 1850-1899 a 2001-2005 foi de 0,76 (0,57 a 0,95) °C, e onze dos doze últimos anos (1995-2006) estão entre os doze mais quentes desde que as temperaturas começaram a ser registradas (1850). Numerosas variações de longo prazo, nas escalas continental, regional e oceânica, têm sido observadas, incluindo mudanças nas temperaturas e no gelo do Ártico, na quantidade de precipitação, na salinidade oceânica, nos padrões de vento e em aspectos de eventos climáticos extremos, como secas, chuvas intensas, ondas de calor e intensidade de ciclones tropicais. Uma mudança importante em relação ao 3º relatório é o grau de certeza (de “provável” a “muito provável”) de que o aumento na temperatura média terrestre ocorrido no século XX seja devido ao aumento observado nas concentrações de gases de efeito estufa. Deve-se notar que “provável” foi usado para indicar a probabilidade de ocorrência maior que 66% e “muito provável”, uma probabilidade maior que 90%.

Em abril foi divulgada a Contribuição do Grupo II ao 4º relatório do IPCC⁷, que trata de impactos, adaptação e vulnerabilidade. Conforme o documento, há confiança muito alta, com base em um número maior de evidências para uma amplitude maior de espécies, de

Também se considera muito provável um aumento na frequência dos eventos de forte precipitação, elevando o risco de inundações.

que o aquecimento recente esteja afetando os sistemas biológicos terrestres, incluindo, entre outras alterações: antecipação da época de eventos da primavera, como formação das folhas, migração das aves e postura dos ovos; e deslocamento, em direção aos pólos e para cima, na distribuição de espécies de animais e plantas. Também foram observadas alterações nos sistemas biológicos marinhos e de água doce, associadas, com alta confiança, ao aumento da temperatura da água, assim como a mudanças correspondentes na cobertura de gelo, salinidade, níveis de oxigênio e circulação. Tais alterações incluem: deslocamentos da distribuição e mudanças na abundância de algas, plâncton e peixes nos oceanos de alta latitude; aumento na abundância de algas e zooplâncton nos lagos de alta latitude e alta altitude; e deslocamentos da distribuição e migrações antecipadas de peixes nos rios.

Ainda conforme o último documento do IPCC, prevê-se que até meados do século o escoamento anual médio dos rios e a disponibilidade de água aumentem entre 10 e 40% nas altas latitudes e em algumas áreas tropicais úmidas e diminua entre 10 e 30% em algumas regiões secas nas latitudes médias e nos trópicos secos, algumas das quais já sofrem atualmente escassez de água. Por outro lado, é provável que aumente a extensão das áreas afetadas por secas. Também se considera muito provável um aumento na frequência dos eventos de forte precipitação, elevando o risco de inundações.

O mesmo documento apresenta como provável o risco de extinção de 20% a 30% das espécies vegetais e animais avaliadas até agora, se os aumentos da temperatura global média ultrapassarem 1,5 a 2,5 °C. Para os aumentos da temperatura global média que ultrapassarem 1,5 a 2,5 °C e os aumentos das concentrações correspondentes de dióxido de carbono na atmosfera, projeta-se que haja grandes mudanças na estrutura e na função dos ecossistemas, e nas interações ecológicas e distribuições geográficas das espécies, com conseqüências predominantemente negativas para a biodiversidade e bens e serviços dos ecossistemas, como por exemplo a oferta de água e alimento.

O documento apresenta como provável que as mudanças do clima afetem o estado de saúde de milhões de pessoas, em especial aquelas com baixa capacidade de adaptação,

mediante: aumento da subnutrição e de disfunções conseqüentes, com implicações no crescimento e desenvolvimento infantil; aumento de mortes, doenças e ferimentos por causa das ondas de calor, inundações, tempestades, incêndios e secas; aumento das conseqüências da diarréia; aumento da freqüência de doenças cardiorrespiratórias por causa das concentrações mais elevadas de ozônio no nível do solo relacionadas com a mudança do clima; e alteração da distribuição espacial de alguns vetores de doenças infecciosas. Projeta-se que a produtividade das culturas aumente levemente nas latitudes médias a altas, mas diminua nas latitudes mais baixas, em especial nas regiões secas sazonalmente e nas regiões tropicais, mesmo com aumentos leves da temperatura local (1 a 2 °C), o que aumentaria o risco de fome. O litoral ficará exposto a maiores riscos, inclusive à erosão, e milhões de pessoas serão atingidas por inundações a cada ano, em razão da elevação do nível do mar, até a década de 2080.

Em relação à América Latina, o documento projeta que, até meados do século, os aumentos de temperatura e as correspondentes reduções da água no solo acarretem uma substituição gradual da floresta tropical por savana no leste da Amazônia, enquanto que a vegetação semi-árida tenderá a ser substituída por vegetação de terras áridas. Há um risco de perda significativa de biodiversidade por causa da extinção de espécies em muitas áreas da América Latina Tropical. Nas áreas mais secas, prevê-se que a mudança do clima acarrete a salinização e a desertificação das terras agrícolas. Projeta-se que a produtividade de algumas culturas importantes diminua, bem como a produtividade da pecuária, com conseqüências adversas para a segurança alimentar. Nas zonas temperadas, projeta-se um aumento das safras de soja.

No que se refere aos impactos do aquecimento global específicos para o Brasil, os dados do IPCC são corroborados por estudos de pesquisadores brasileiros, como o coordenado por José Marengo, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – Inpe, e o desenvolvido por

O litoral ficará exposto a maiores riscos, inclusive à erosão, e milhões de pessoas serão atingidas por inundações a cada ano, em razão da elevação do nível do mar, até a década de 2080.

Carlos Nobre, também do Inpe, e Eduardo Assad, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa. Conforme esses trabalhos^(8 e 9), é previsto um aquecimento geral do território brasileiro, mas, quanto ao ciclo hidrológico, os resultados, em alguns casos, são divergentes, dependendo do modelo utilizado. Para a Amazônia, alguns dos modelos projetam diminuição das chuvas, outros não indicam alteração, enquanto um deles chega a projetar aumento das chuvas. Tomando uma média dessas projeções, os pesquisadores concluem por um aumento da área de savanas na América do Sul Tropical. Já para o Nordeste, todos os modelos indicam

elevação da temperatura, de 2 °C a 5 °C, e redução das chuvas, o que causará a substituição da Caatinga por uma vegetação mais árida. Estimam, ainda, que, para um aumento de 2 °C a 3 °C na temperatura média, até 25% das árvores do cerrado e até cerca de 40% de árvores da Amazônia poderiam desaparecer até o final deste século.

Nobre & Assad (op. cit.) também avaliaram os impactos das mudanças climáticas na agricultura brasileira, concluindo que para a soja, o milho, o feijão, o arroz e o café haverá redução na produção e na área plantada. Dessas culturas, a soja é a que deve ter o maior impacto, com redução de até 60% na área potencial de plantio. Para o café, calcula-se que

o aumento de 1 °C na temperatura resultaria na redução de quatro milhões de sacas de café por ano, equivalentes a US\$ 375 milhões.

Mesmo antes da divulgação dos últimos documentos do IPCC, a discussão sobre o aquecimento global e suas conseqüências já deixara de fazer parte apenas da esfera científica, principalmente dos meteorologistas e climatologistas, para ocupar espaço cada vez maior na agenda política e econômica internacional. Um exemplo do interesse econômico pelo assunto é dado por um estudo realizado a pedido do governo britânico por uma equipe de economistas chefiados por Nicholas Stern, o chamado Relatório Stern¹⁰, que contém argumentos muito contundentes para a necessidade de ações fortes e rápidas, em escala mundial, em relação ao aquecimento global. Esse relatório conclui que as mudanças climáticas ameaçam os elementos básicos da vida das pessoas ao redor do mundo: acesso à água, produção de alimentos, saúde e meio ambiente. Centenas de milhões de pessoas poderão enfrentar fome e racionamento de água com o aumento da temperatura, além das conseqüências do desaparecimento de muitas áreas costeiras pela elevação do nível do mar. Todos os países serão afetados, mas os mais vulneráveis – justamente os países e as populações mais pobres – sofrerão mais e mais cedo, embora tenham contribuído muito menos para as mudanças do clima.

Centenas de milhões de pessoas poderão enfrentar fome e racionamento de água com o aumento da temperatura, além das conseqüências do desaparecimento de muitas áreas costeiras pela elevação do nível do mar.

Usando os resultados de modelos econômicos formais, o relatório estima que, se nada for feito, os custos e os riscos das mudanças climáticas serão equivalentes à perda de 5% do Produto Interno Bruto – PIB a cada ano, agora e sempre. Se uma amplitude maior de riscos e impactos for considerada, as estimativas de prejuízos podem chegar a 20% do PIB ou mais. Em contraste, os custos das ações para reduzir as emissões de gases de efeito estufa e evitar os impactos das mudanças climáticas podem limitar-se a cerca de 1% do PIB ao ano. Assim, numa perspectiva econômica, o relatório leva à conclusão que os benefícios de uma ação forte e rápida superam em muito os custos de não agir.

3. Os acordos internacionais

Como mencionado anteriormente, com a divulgação do primeiro relatório do IPCC, deu-se início às negociações que culminaram na formulação da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, aberta para assinaturas durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, a Rio-92. A Convenção entrou em vigor em 21 de março de 1994 e conta com adesão de cerca de 180 países, além da Comunidade Européia.

Conforme reconhece a Convenção, a responsabilidade histórica e presente pelas atuais concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera é dos países desenvolvidos. A concentração atual desses gases resultou principalmente do efeito cumulativo das emissões geradas nos últimos 150 anos pelas atividades industriais dos países desenvolvidos. Por essa razão, a Convenção ressalta o princípio das responsabilidades comuns mas diferenciadas entre os países, e a obrigação dos países industrializados de assumir a liderança na adoção das medidas nela previstas. Além disso, esse tratado reconhece o princípio da precaução, segundo

o qual atividades capazes de causar danos graves ou irreversíveis ao meio ambiente devem ser restringidas, ou até mesmo proibidas, antes que haja uma certeza científica absoluta de seus efeitos.

Por essa Convenção, os países desenvolvidos e os do leste da Europa que se encontram em processo de transição para uma economia de mercado (países do Anexo I), assumiram o compromisso de reduzir as suas emissões de gás carbônico e de outros gases causadores do efeito estufa de forma a não ultrapassar os níveis verificados em 1990.

Cabe aos países em desenvolvimento, portanto ao Brasil, sob a Convenção, entre outras obrigações, a de formular e implementar programas nacionais contendo medidas para mitigar a mudança do clima. Esse compromisso, que é comum aos países desenvolvidos, apresenta-se de forma geral e não está articulado com nenhuma meta de redução de emissões de gases. Todos os países devem, além disso, elaborar um inventário de suas emissões antrópicas de gases de efeito estufa por fontes e de remoções por sumidouros – qualquer processo, atividade ou mecanismo que remova da atmosfera um gás de efeito estufa.



Na Primeira Conferência das Partes da Convenção, realizada em Berlim em 1995, decidiu-se pela negociação de um protocolo, cujas diretrizes estão contidas na resolução conhecida como Mandato de Berlim. De acordo com esse Mandato, os países de menor desenvolvimento relativo estariam isentos, até o ano 2000, de qualquer redução na emissão dos gases de efeito estufa, enquanto os países desenvolvidos teriam a obrigação de reduzir as emissões, até aquele ano, de forma a não ultrapassar os níveis verificados em 1990, mantendo, assim, o disposto na Convenção¹¹.

Em 1997, em Kyoto, realizou-se a Terceira Conferência das Partes da Convenção do Clima, que resultou no Protocolo previsto no Mandato de Berlim. O Protocolo de Kyoto obriga os países desenvolvidos, individual ou conjuntamente, a cortar, no período de 2008 a 2012, em média 5,2% das emissões de gases de efeito estufa (foram aprovadas cifras diferenciadas para cada país) em relação ao ano-base de 1990¹². Para os Estados Unidos, por exemplo, isto significa uma redução de cerca de 300 milhões de toneladas de carbono por ano em 2010.

A fim de cumprir essas metas, foram propostos basicamente três tipos de mecanismos: implementação conjunta (*joint implementation*), Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL (*Clean Development Mechanism – CDM*) e comércio de emissões (*emissions trading*)¹³.

Pelo mecanismo de implementação conjunta, qualquer país do Anexo I pode transferir ou adquirir de outro país desse Anexo unidades de redução de emissões resultantes de projetos destinados a diminuir as emissões ou aumentar as remoções, por sumidouros, dos gases de efeito estufa.

O comércio de emissões prevê um sistema global de compra e venda de emissões de carbono. Baseia-se no esquema de mercado já usado nos EUA para a redução do dióxido

de enxofre (SO₂), responsável pela chuva ácida. Por esse modelo, são distribuídas quotas de emissão que podem ser comercializadas. Esse sistema de créditos (certificados de quotas) favorece as empresas que reduzem suas emissões. Age como um incentivo de mercado, uma vez que o comércio de emissões estabelece um valor claro à mercadoria (SO₂), atuando como um forte fator de indução para que essas reduções se concretizem.

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, que evoluiu a partir de uma proposta apresentada pelos negociadores brasileiros em Kyoto, destina-se a auxiliar os países não-desenvolvidos a atingir o desenvolvimento sustentável e contribuir para o objetivo final da Convenção. Por esse Mecanismo, os países industrializados podem investir em projetos de redução de emissões de carbono nos países não-desenvolvidos e receber créditos por essa redução. O MDL poderá beneficiar bastante o Brasil em projetos nos setores energético, de transporte e florestal. Podem candidatar-se, por exemplo, projetos relativos a implementação de energia solar e eólica, co-geração, aproveitamento de biomassa, plantios florestais e reflorestamento.

Para que o Protocolo passasse a vigorar, era necessária sua aprovação por um mínimo de 55 países que contabilizassem, juntos, pelo menos 55% da quantidade total de dióxido de carbono equivalente emitida por eles em 1990. Tais requisitos só foram alcançados ao final do ano de 2004, com a ratificação da Federação Russa. Assim, em 16 de fevereiro de 2005, finalmente o Protocolo de Kyoto entrou em vigor.

3.1. Os projetos de MDL

De acordo com o Comitê Executivo do MDL, havia, em 1/3/2007, 516 projetos de MDL registrados, dos quais 88 (17,05%) são desenvolvidos no Brasil, que ocupa o 3º lugar mundial. Em primeiro lugar encontra-se a Índia, com 170 projetos (32,95%), e, em segundo, a China, com 40 projetos (18,99%)¹⁴.

Em termos de Reduções Certificadas de Emissões – RCEs¹⁵ (CERs no inglês) projetadas, os projetos registrados são equivalentes a 113.935.221 RCEs por ano. A China ocupa a primeira posição, com 46.836.829 RCEs (41,11%), e o Brasil, com 15.846.288 RCEs (13,91%), está praticamente empatado na segunda posição com a Índia, com 15.823.833 RCEs (13,89%).

Os projetos aprovados estão relacionados principalmente a energia para a indústria (48,08%), tratamento e disposição de resíduos (23,33%) e agricultura (10,24%).

4. As emissões de gases de efeito estufa

Em conformidade com a Convenção, todas as Partes devem elaborar inventários nacionais de emissões antrópicas por fontes e remoções por sumidouros de todos os gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal. Para os países incluídos no Anexo I, há a obrigação de apresentar a comunicação inicial dentro de seis meses da entrada em vigor da Convenção para essa Parte e, em seguida, a cada ano. Os países não incluídos no Anexo I, por sua vez, devem apresentar sua comunicação inicial dentro de três anos da entrada em

vigor da Convenção para essa Parte ou a partir da disponibilidade de recursos financeiros, não havendo previsão de novas comunicações.

Assim, para as Partes do Anexo I, há informações publicadas^{16 e 17} detalhadas para o período compreendido entre 1990 (considerado o ano-base) e 2004. No entanto, para os países não-Anexo I, os dados disponíveis^(18 e 19) são de um único ano, geralmente 1994, mas, em alguns casos, um ano próximo, como 1990, 1995 ou 1996.

Os dados incluem os seguintes gases de efeito estufa: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), hidrofluorcarbonos (HFCs), perfluorcarbonos (PFCs) e hexafluoreto de enxofre (SF_6). Dados sobre HFCs, PFCs and SF_6 (em conjunto) são apresentados apenas para os países do Anexo I. Os dados são apresentados em “ CO_2 equivalente” – calculado como a soma de CO_2 , CH_4 , N_2O , HFCs, PFCs e SF_6 , considerando-se o correspondente potencial de aquecimento global. Os potenciais de aquecimento global (GWPs) usados são: 1 para CO_2 , 21 para CH_4 , 310 para N_2O e valores específicos para cada um dos HFCs, PFCs e SF_6 .

Para as Partes do Anexo I, os dados setoriais são apresentados para: energia (incluindo transporte); processos industriais; uso de solventes e outros produtos; agricultura; uso da terra, mudanças no uso da terra e florestas (LULUCF); resíduos; e outros. Para as Partes não incluídas no Anexo I, os dados setoriais são apresentados para energia, processos industriais, agricultura, mudanças no uso da terra e florestas (LUCF) e resíduos.

4.1. Partes do anexo I20

De 1990 a 2004, as emissões de GHG (sem considerar as emissões/remoções do setor LULUCF) das Partes Anexo I decresceram em 3,3%, de 18,6 bilhões de toneladas de CO_2 equivalente em 1990 para 17,9 bilhões de toneladas de CO_2 equivalente em 2004. Considerando o setor LULUCF, houve um decréscimo de 4,9%, de 16,5 bilhões de toneladas de CO_2 equivalente em 1990 para 15,7 bilhões de toneladas de CO_2 equivalente em 2004.

Na Tabela a seguir, apresentam-se as Partes do Anexo I responsáveis pelo maior volume de emissões de gases de efeito estufa, considerando o setor LULUCF, em 1990 e 2004.

Chama a atenção, na Tabela, o crescimento das emissões do Canadá e dos Estados Unidos, em oposição à redução observada na Alemanha e na Federação Russa. Deve-se ressaltar, ainda, que, entre os países citados, a Austrália e os Estados Unidos não ratificaram o Protocolo de Kyoto.

O principal gás de efeito estufa é o CO_2 , com uma participação de 80,1% do total de emissões de gases de efeito estufa (sem o setor LULUCF) dos Países do Anexo I em 1990. Para os demais gases, a participação, em 1990, foi a seguinte: metano, 12,3%; óxido nitroso, 6,5%; soma de HFCs, PFCs e SF_6 , 1,1%. Em relação a 1990, as emissões de 2004 decresceram 0,1% para o CO_2 , 18,0% para o metano e 19,7% para o óxido nitroso, enquanto que as emissões de HFCs, PFCs e SF_6 tiveram um aumento de 7,9%.

Tabela 1 – Emissões de gases estufa

Parte do Anexo 1	Valor das emissões de CO ₂ equivalente (em mil toneladas)		Variação de 1990 a 2004 (%)
	1990	2004	
Alemanha	1.198.055	979.442	- 18,2
Austrália	506.886	533.495	5,2
Canadá	517.146	838.907	62,2
Estados Unidos	5.198.588	6.294.315	21,1
Fereração Russa	3.165.135	1.825.709	- 42,3
Japão	1.197.474	1.260.296	5,2
Comunidade Européia	4.047.252	3.941.605	- 2,6

O principal gás de efeito estufa é o CO₂, com uma participação de 80,1% do total de emissões de gases de efeito estufa (sem o setor LULUCF) dos Países do Anexo I em 1990. Para os demais gases, a participação, em 1990, foi a seguinte: metano, 12,3%; óxido nitroso, 6,5%; soma de HFCs, PFCs e SF₆, 1,1%. Em relação a 1990, as emissões de 2004 decresceram 0,1% para o CO₂, 18,0% para o metano e 19,7% para o óxido nitroso, enquanto que as emissões de HFCs, PFCs e SF₆ tiveram um aumento de 7,9%.

O setor de energia foi responsável pela maior parcela de emissões de gases de efeito estufa para as Partes do Anexo I, com uma participação de 83,0% em 1990. A participação dos outros setores foi a seguinte: agricultura, 8,3%; processos industriais, 5,7%; e resíduos, 2,9%. Todos os setores apresentaram uma redução em 2004, comparativamente a 1990, sendo as maiores reduções observadas na agricultura (-20,0%) e em processos industriais (-13,1%), enquanto que a menor redução ocorreu no setor de energia (-0,4%). As remoções de gases de efeito estufa devidas ao setor LULUCF aumentaram 24,8% no período.

4.2. Partes não-anexo I21

As emissões de gases de efeito estufa, excluindo o setor LUCF, das 122 Partes não-Anexo I, para 1994 ou o ano mais próximo avaliado, totalizaram 11,7 bilhões de toneladas de CO₂ equivalente. O CO₂ foi o principal gás emitido (63%), seguido pelo metano (26%) e óxido nitroso (11%).

O setor de energia foi a principal fonte de emissões para todas as regiões, exceto para a América Latina e Caribe, onde o setor de agricultura ocupou a primeira posição. A agricultura foi a segunda maior fonte de emissões para todas as regiões, com exceção da América Latina e Caribe, onde o setor de energia ocupou o segundo lugar. No geral, para os países não-Anexo I, não incluído o setor de LUCF, a energia representou o setor com maior emissão (62,6%), seguida pela agricultura (26,9%), processos industriais (6,2%) e resíduos (4,3%). Se o setor LUCF é incluído, sua participação foi de 3,5% do total das emissões.

O setor LUCF representou um sumidouro de gases de efeito estufa para a África (411 milhões de toneladas de CO₂ equivalente), a Ásia e a região do Pacífico (316 milhões de

toneladas de CO₂ equivalente) e outras regiões (5 milhões de toneladas de CO₂ equivalente). Para a América Latina e Caribe, o setor LUCF é uma fonte de emissões (928 milhões de toneladas de CO₂ equivalente). No geral, o setor LUCF contribuiu com a emissão de cerca de 196 milhões de toneladas de CO₂ equivalente.

Os cinco países com maior volume de emissões, excluído o setor LUCF, foram: China (4,1 bilhões), Índia (1,2 bilhão), Brasil (659 milhões), México (383 milhões) e África do Sul (380 milhões). Quando se considera o setor LUCF, a posição passa a ser: China (3,6 bilhões), Brasil (1,5 bilhão), Índia (1,2 bilhão), Tanzânia (953 milhões) e México (525 milhões).

4.3. Brasil

O gás carbônico foi o principal gás de efeito estufa emitido pelo Brasil em 1994, com 69,7%, seguido pelo metano (18,7%) e óxido nitroso (11,5%).



A maior fonte de emissões de gás carbônico foi o Setor LUCF, com 75%, seguido do Setor Energia, com 23%. Neste Setor, a principal contribuição de CO₂ foi o consumo industrial, com 42%, seguido do transporte, com 21%, e do consumo residencial, com 16%²².

Na agricultura, as emissões devem-se principalmente à fermentação entérica dos rebanhos de ruminantes, que incluem o gado bovino, responsáveis pela quase totalidade do metano eliminado no setor. Os dejetos dos animais nas pastagens, por sua vez, contribuem com boa parte das emissões de óxido nitroso.

A participação de cada setor nas emissões brasileiras, excluído o Setor Mudança no Uso da Terra e Florestas (LUCF), foi a seguinte: agricultura, 56,0%; energia, 37,6%; processos industriais, 3,2%; e resíduos, 3,1%.

Deve-se ressaltar que o desmatamento e as queimadas (LUCF) responderam por 55,4% do total de emissões brasileiras de gases de efeito estufa em 1994, cifra que sobe para 75% quando se considera apenas o CO₂.

Com isso, considerando o total de emissões de gases de efeito estufa, o Brasil ocupou a quarta posição em 1994, ficando atrás apenas dos Estados Unidos, da Rússia e da China.

5. Considerações finais

São muito fortes as evidências de que o aumento da temperatura terrestre verificado nos últimos anos está relacionado a atividades antrópicas. As conseqüências sociais e econômicas que se anunciam são extremamente onerosas para todos os países, mas os mais pobres sofrerão mais e mais cedo com o agravamento da fome, da falta de água e das condições de saúde.

O Brasil ocupa uma posição especial nesse cenário. Por um lado, é muito vulnerável às mudanças climáticas, como eventos recentes demonstraram, além de não estar preparado para as suas conseqüências, previsivelmente nefastas. Em contrapartida, encontra-se entre os países que mais contribuem com o efeito estufa, ocupando o 4º lugar mundial em 1994,

O governo federal tem comemorado a redução das taxas de desmatamento da Amazônia. Ao que tudo indica, porém, essas reduções são devidas muito mais ao decréscimo da competitividade da soja no mercado internacional que a uma efetiva ação governamental nessa área.

devido justamente ao desmatamento e às queimadas. O governo federal tem comemorado a redução das taxas de desmatamento da Amazônia. Ao que tudo indica, porém, essas reduções são devidas muito mais ao decréscimo da competitividade da soja no mercado internacional que a uma efetiva ação governamental nessa área.

Nosso país pode assumir a dianteira mundial na adoção de medidas concretas de redução progressiva das emissões, como já demonstrado com enorme sucesso no campo das energias limpas e renováveis. Programas como o do álcool, não apenas como aditivo à gasolina, mas o retorno de sua utilização como combustível nos veículos flexíveis, e o do biodiesel, aliados à grande participação da energia hidrelétrica na matriz energética brasileira, colocam o Brasil em posição de vanguarda no campo das energias renováveis, reduzindo nossa dependência do petróleo. Paradoxalmente, o crescimento da demanda por biocombustíveis, para consumo interno e para exportação, pode levar a uma nova pressão sobre nossas florestas, o que anularia os efeitos positivos dos biocombustíveis em relação à emissão dos gases de efeito estufa.

Não obstante a resistência do governo brasileiro em assumir maior responsabilidade nas ações voltadas à minimização do efeito estufa, com o argumento de que se deve considerar as contribuições históricas, pelas quais os países desenvolvidos são os grandes responsáveis, o Brasil, assim como a Índia e a China, devem ser forçados a fazê-lo nos compromissos que vierem a substituir ou complementar o Protocolo de Kyoto.

Notas

- 1 IPCC. In: <http://www.ipcc.ch/about/about.htm>, capturado em 7/2/2007.
- 2 IPCC. In: <http://www.ipcc.ch/about/anniversarybrochure.pdf>, capturado em 7/2/2007.
- 3 IPCC. IPCC second assessment synthesis of scientific-technical information relevant to interpreting article 2 of the UN Framework Convention on Climate Change, 1995. In: <http://www.ipcc.ch/pub/sarsyn.htm>.
- 4 IPCC. IPCC Second Assessment Climate Change. A Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In: [http://www.ipcc.ch/pub/sa\(E\).pdf](http://www.ipcc.ch/pub/sa(E).pdf).
- 5 IPCC. Climate Change 2001: Synthesis Report. Summary for Policymakers. In: <http://www.ipcc.ch/pub/un/syren/spm.pdf>.
- 6 IPCC. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Paris, February 2007.
- 7 IPCC. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Working Group II Contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report. Summary for Policymakers. Brussels, April 2007.
- 8 Marengo, J. A. Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. Brasília, MMA, 2006.
- 9 Nobre, C. A. & Assad, E. D. O Aquecimento Global e o Impacto na Amazônia e na Agricultura Brasileira. INPE ePrint: sid.inpe.br/ePrint@80/2005/09.12.12.51 v1 2005-09-13.
- 10 STERN REVIEW: The Economics of Climate Change. Executive Summary http://www.hm-treasury.gov.uk/media/8AC/F7/Executive_Summary.pdf.
- 11 Gutierrez, M. B. S. A equidade nas negociações internacionais entre países desenvolvidos e em desenvolvimento para a redução dos gases de efeito estufa: principais critérios e implicações. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Texto para discussão nº 550, 16p., 1998.

- 12** Art. 3º do Protocolo de Kyoto.
- 13** Arts. 6º, 12 e 17, respectivamente, do Protocolo de Kyoto.
- 14** UNFCCC. Kyoto Protocol. CDM. Executive Board (In: <http://cdm.unfccc.int/Statistics/RegistrationNumOfRegisteredProjByHostPartiesPieChart.html> capturado em 1/3/2007).
- 15** Uma unidade de CER é equivalente a uma tonelada métrica de CO₂ equivalente.
- 16** UNFCCC. KEY GHG DATA. Greenhouse Gas Emissions Data for 1990-2003 submitted to the United Nations Framework Convention on Climate Change. Novembro de 2004 (In: http://unfccc.int/resource/docs/publications/key_ghg.pdf).
- 17** UNFCCC. National greenhouse gas inventory data for the period 1990-2004 and status of reporting (In: <http://unfccc.int/resource/docs/2006/sbi/eng/26.pdf>).
- 18** UNFCCC. KEY GHG DATA. Idem.
- 19** UNFCCC. Sixth compilation and synthesis of initial national communications from Parties not included in Annex I to the Convention (In: <http://unfccc.int/resource/docs/2005/sbi/eng/18a02.pdf>).
- 20** Países signatários do anexo I.
- 21** Países não-signatários do anexo I.
- 22** BRASIL/MCT/Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima. Comunicação Inicial do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, Novembro de 2004.