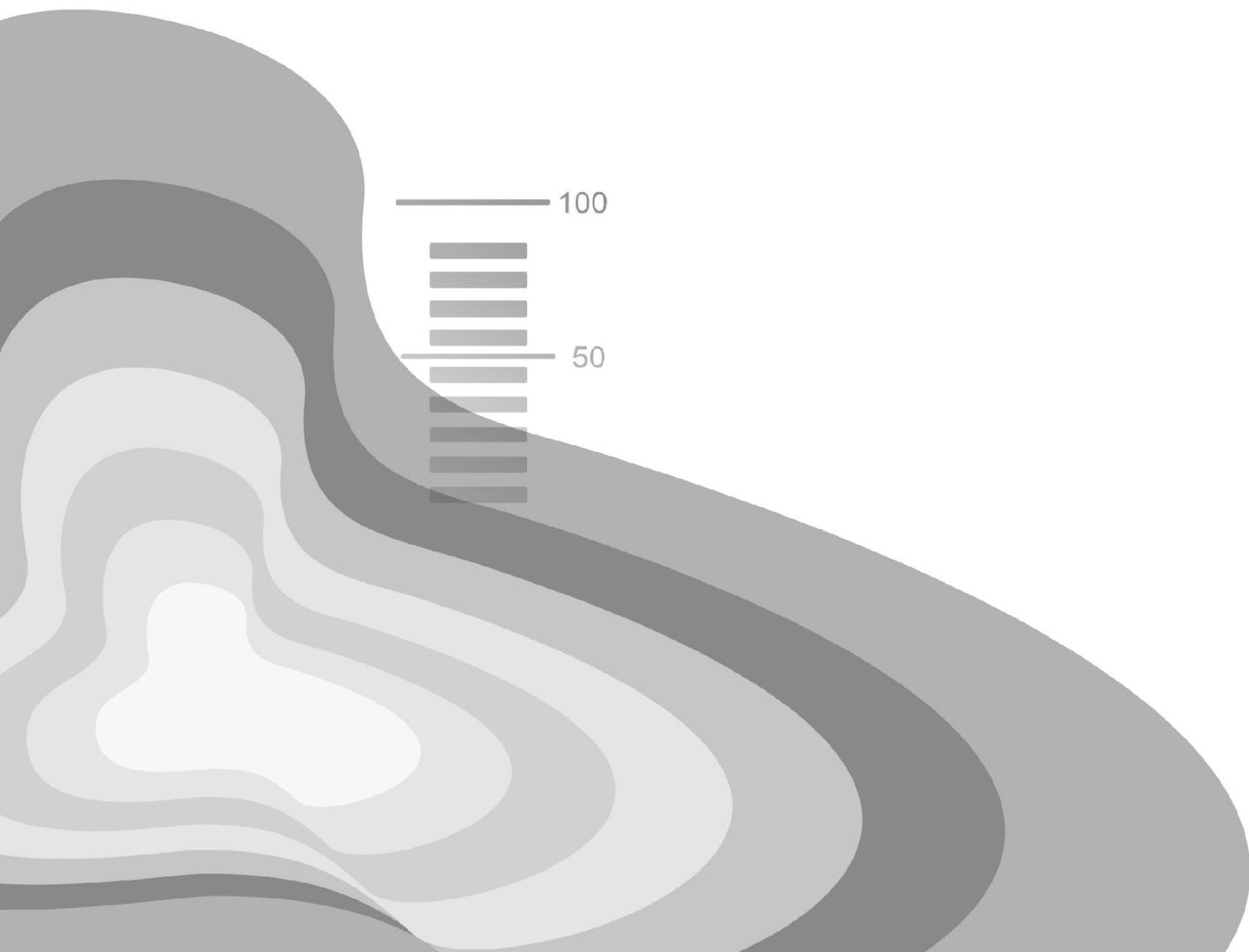


Cadernos de Tecnologia 02

Mudanças Climáticas e Tecnologia

Instituto Nacional de Tecnologia - Rio de Janeiro - Abril de 2009



Conselho Editorial

Abrahão Iachan

Maurício Francisco Henriques Júnior

Valéria Said de Barros Pimentel

Vera Lúcia Maia Lellis

Realização**Coordenação**

Maria Elizabeth Morales Carlos (DIEN/INT)

Revisão Técnica

Maria Silvia Muylaert de Araújo (INEA)

Autores

Maria Elizabeth Morales Carlos (DIEN/INT)

Mauro Meirelles de Oliveira Santos (MCT)

Mudanças Climáticas e Tecnologia / Instituto Nacional de Tecnologia

Rio de Janeiro: INT/DINT, 2009.

72p. (Série Cadernos de Tecnologia)

ISBN nº 978-85-99465-05-9

1. Mudanças Climáticas. 2. Meio Ambiente. 3. Mercado de Carbono.
2. Maria Elizabeth Morales Carlos
3. Mauro Meirelles de Oliveira Santos

CDU 551.583

Apresentação

A série *Cadernos de Tecnologia* tem por característica apresentar temas relevantes das áreas técnicas do Instituto Nacional de Tecnologia (INT/MCT) relacionados a demandas atuais e emergentes da sociedade brasileira. No primeiro Caderno, publicado em 2005, foi abordado o tema *DME: O Combustível do Futuro*. O éter dimetilico (DME), além de representar um importante segmento de trabalho no INT, representa expressivo componente em nossa matriz energética.

Assim, apresentamos neste segundo volume uma problemática que se encontra na pauta das principais discussões globais, trazendo uma série de repercussões para diversos setores da indústria e da economia: as mudanças climáticas.

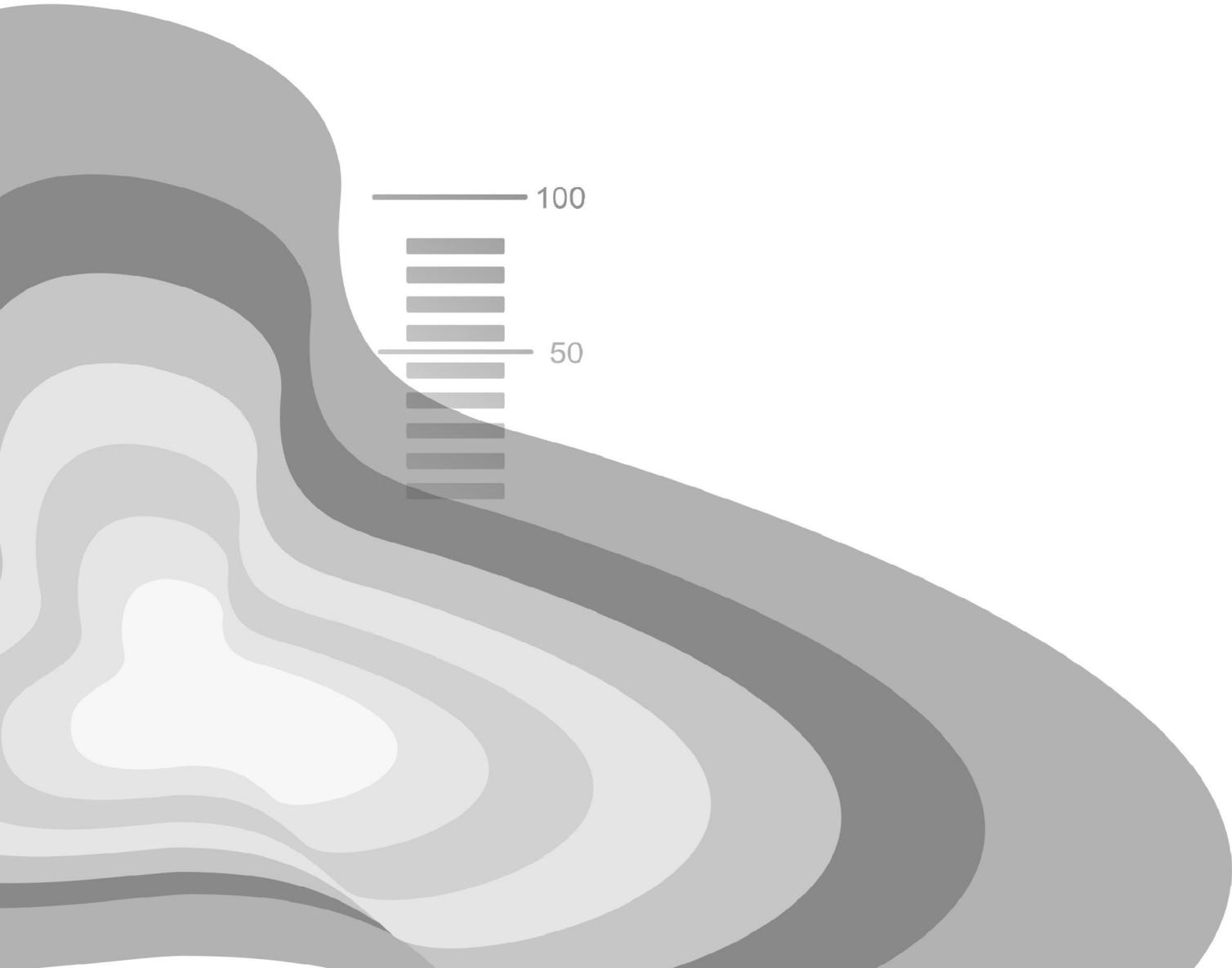
A publicação visa disponibilizar dados capazes de subsidiar decisões estratégicas de gestores e orientar os pesquisadores que possam contribuir no desenvolvimento de tecnologias capazes de minimizar os problemas decorrentes do mencionado aquecimento global. O volume também serve à sociedade em geral, no sentido da divulgação científica, revelando os problemas detectados pelos cientistas e relacionando possibilidades para minimizá-los através da tecnologia e inovação.

A abordagem também demonstra as ações em curso no INT visando fortalecer a participação do Brasil no esforço global para minimizar os impactos causados pelos chamados gases estufa.

O INT espera, através deste trabalho, contribuir para o melhor entendimento da questão. Ao mesmo tempo, é nosso intuito estabelecer uma parceria com a própria sociedade no sentido de pensar caminhos para enfrentar o problema e discutir soluções tecnológicas possíveis.

Domingos Manfredi Naveiro

Diretor do Instituto Nacional de Tecnologia



Prefácio

Visando enfrentar a mudança global do clima por meio de uma ação política multilateral, representantes de mais de 150 países encontraram-se durante cinco reuniões celebradas entre fevereiro de 1991 e maio de 1992 e, finalmente, em 9 de maio de 1992, foi adotada a Convenção. O Brasil foi o primeiro país a assinar a Convenção-Quadro das Nações Unidas para Mudança do Clima em 4 de junho de 1992 e o Congresso Nacional a ratificou em 28 de fevereiro de 1994. A Convenção entrou em vigor para o Brasil em 29 de maio de 1994, no nonagésimo dia após a ratificação pelo Congresso Nacional.

A Convenção está baseada no princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas, referido em seu Artigo 3, parágrafo 1, que dispõe que as Partes (ou seja, os países que ratificaram a Convenção) devem proteger o sistema climático em benefício das gerações presentes e futuras da humanidade com base na equidade e em conformidade com suas responsabilidades comuns, mas diferenciadas, e respectivas capacidades. Em decorrência, os países desenvolvidos devem tomar a iniciativa no combate à mudança do clima e a seus efeitos. São as emissões históricas que, acumuladas na atmosfera desde a revolução industrial, determinam o aumento da temperatura e, portanto, a responsabilidade dos países industrializados no aumento do efeito estufa é vastamente preponderante. A responsabilidade do Brasil (menos de 2% do problema) no aquecimento global corresponde às suas pequenas emissões históricas, decorrentes de um processo de industrialização recente.

Preocupações maiores com a mitigação das emissões de gases de efeito estufa intensificaram-se em todo o mundo com as negociações do Protocolo de Quioto. O Brasil participou ativamente nas discussões que levaram à celebração desse tratado internacional, em dezembro de 1997, no Japão. Deve-se destacar especialmente o documento submetido pelo governo brasileiro à Convenção para subsidiar a elaboração do Protocolo. Nesse documento, foi proposta a criação de um Fundo de Desenvolvimento Limpo que, modificado, foi adotado como um dos artigos do Protocolo (Artigo 12) criando o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). O MDL tem especial importância para os países em desenvolvimento, tendo em vista que é o único mecanismo estabelecido no âmbito do Protocolo que permite a participação voluntária dos países em desenvolvimento na mitigação dos gases de efeito estufa.

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo foi estabelecido para criar alternativas economicamente viáveis para a elaboração de projetos que envolvam a implementação de medidas adicionais àquelas que estariam sendo usualmente tomadas pelas empresas em países em desenvolvimento. O MDL também deve, necessariamente, contribuir localmente para o desenvolvimento sustentável.

O Brasil tem se destacado no cenário internacional como um importante ator ligado ao MDL. Além da idéia do MDL ter sido, inicialmente, proposta pela delegação brasileira, o Brasil foi um dos primeiros países a estabelecer localmente as bases jurídicas necessárias para o desenvolvimento de projetos no âmbito do MDL, com a criação da sua Autoridade Nacional Designada (AND) por meio de um decreto presidencial de 7 de julho de 1999. O Brasil foi, ainda, a primeira nação a formalizar a inscrição de sua AND junto ao Conselho Executivo do MDL. A primeira metodologia aprovada no âmbito do MDL junto ao seu Conselho Executivo também é brasileira (Aterros Sanitários Salvador da Bahia). Posteriormente, o primeiro projeto efetivamente registrado no âmbito do MDL é brasileiro (Projeto Nova Gerar).

É nesse contexto de grande participação brasileira que vemos cada vez mais pessoas envolvidas e interessadas no assunto mudança global do clima no Brasil. É devido a esse interesse que se faz tão importante publicação como a deste Caderno de Tecnologia, para uma maior compreensão dos desafios e oportunidades da mudança do clima.

O Caderno descreve claramente as questões da ciência do clima com embasamentos do relatório do IPCC. Faz uma passagem sobre as negociações internacionais sobre o tema, um guia rápido sobre um dos mecanismos do Protocolo, o MDL e finaliza com uma breve informação sobre o mercado internacional do carbono.

Essa visão geral sobre mudança do clima, a Convenção-Quadro, o Protocolo de Quioto e o MDL que este Caderno de Tecnologia nos oferece só vem a corroborar com a assinatura desses acordos internacionais, ajudando a cumprir uma das obrigações dentro da Convenção, a de promover e facilitar a conscientização pública e o acesso público a informações sobre o tema.

Assim, também entendo que esta publicação contribuirá de modo significativo para uma maior conscientização sobre os projetos no âmbito do MDL, aumentando as possibilidades de identificação de atividades concretas que gerem reduções de emissões de gases de efeito estufa de forma sustentável e auxiliando no desenvolvimento de um maior número de projetos no âmbito do mecanismo.

José Domingos Gonzalez Miguez

Secretário Executivo da Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima

Introdução

O trabalho aborda o papel da *tecnologia* na mitigação e na adaptação às mudanças climáticas com foco na busca de um novo modelo de desenvolvimento. Diversas tecnologias de mitigação podem e devem contribuir para um desenvolvimento sustentável, com geração de emprego e renda e sendo ambientalmente saudáveis. No caso do Brasil, espera-se que o desenvolvimento dessas tecnologias de mitigação melhore o aproveitamento de terras degradadas, estimule a plantação de florestas energéticas, aumente a eficiência no uso da energia elétrica, reduza os desperdícios de matérias-primas e insumos básicos como água, diminua a fermentação entérica do gado bovino, aprimore o uso dos fertilizantes nitrogenados, estimule o aproveitamento de resíduos agrícolas, produza álcool a partir da celulose, gere eletricidade através de fontes alternativas ou menos emissoras tais como eólica, fotovoltaica, bagaço de cana e PCH, produza motores mais eficientes, tanto a combustão quanto elétricos.

No que diz respeito às tecnologias de adaptação, incluídas numa análise de vulnerabilidades setoriais às mudanças climáticas, elas podem incluir o aprimoramento dos sistemas de imagens de satélite, o desenvolvimento de cultivares resistentes às futuras condições climáticas, a melhoria do sistema de previsão climática, a melhoria dos sistemas de atendimento aos desastres naturais e o controle sobre os vetores de doenças.

Note-se que a questão da transferência de tecnologia no Brasil diz respeito não somente a um sentido Norte-Sul, mas também a um sentido Sul-Norte e Sul-Sul como é o caso do amplo domínio de conhecimento no país das tecnologias de biocombustíveis, a partir do desenvolvimento pioneiro em larga escala desde a década de 1970.

A transferência de tecnologia no âmbito das negociações internacionais sobre mudanças climáticas exerce um importante papel para o aporte de recursos para o país, para o desenvolvimento de tecnologia nacional, tanto de produtos como de processos, e para a própria transferência de cultura embutida.

O trabalho contém oito capítulos, sendo o primeiro *Mudanças Climáticas*, baseado no Quarto Relatório (AR4) do IPCC, 2007, apresentando o processo do efeito estufa, discorrendo sobre as definições básicas de Atmosfera e do balanço de radiação para o sistema Terra-Atmosfera. É abordado o tempo de permanência dos gases na atmosfera e o importante aumento nas concentrações dos gases de efeito estufa a partir da Revolução Industrial, assim como o aumento de emissões de aerossóis e seu duplo efeito de aquecimento e resfriamento. A apresentação do Forçamento Radiativo do Potencial de Aquecimento Global para os principais gases de efeito estufa e dos indicadores da mudança do clima propriamente dita, tais como a elevação do nível do mar e o aumento da temperatura média da superfície terrestre, finalizam esse primeiro capítulo.

O segundo capítulo trata dos principais *Setores e Atividades que Geram os Gases de Efeito Estufa*, divididos segundo a metodologia do IPCC: Energia, Processos Industriais, Mudanças no Uso do Solo e Florestas, Agricultura e Resíduos. Mostra as informações atuais sobre emissões e remoções Antrópicas de GEE no caso brasileiro em comparação a outros casos no mundo.

O Histórico das Negociações Internacionais sobre mudanças climáticas, tanto do ponto de vista científico, do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), quanto do ponto de vista governamental da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, é apresentado no terceiro capítulo.

O quarto capítulo, sobre Transferência de Tecnologia no Contexto das Mudanças Climáticas, apresenta a importância da busca de um novo modelo de desenvolvimento para o país e para o mundo, tanto na produção quanto no consumo. Aborda, também, a Transferência de Tecnologia como conceito no mundo e no Brasil e as possibilidades de investimentos existentes para o país.

O Protocolo de Quioto assinado na COP 3 em 1997 é apresentado no quinto capítulo. As alternativas para unir o desenvolvimento econômico com redução de emissões, contidas no Protocolo, são discutidas neste capítulo com foco no MDL por envolver países em desenvolvimento, sem metas de redução, como o Brasil. Apresenta, também, o ciclo do projeto MDL e a sua estrutura institucional.

O sexto capítulo, intitulado O Brasil, a Convenção do Clima e o Protocolo de Quioto, aborda as instituições brasileiras envolvidas na questão climática. Apresenta a estrutura da Autoridade Nacional Designada no Brasil que é a Comissão Interministerial do Clima (CIMGC), do Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas (FBMC) e do Comitê Interministerial sobre Mudanças Climáticas (CIM). Posteriormente, o capítulo discute os benefícios nacionais com o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo e apresenta os projetos MDL existentes no Brasil.

O Mercado Internacional de Carbono é objeto do sétimo capítulo. Nele se discute como as empresas podem utilizar o MDL, de que modo os agentes no Mercado de Carbono exercem seus papéis e quais são os recursos financeiros disponíveis no mundo, com destaque para os Fundos do Banco Mundial.

Finalmente, o oitavo capítulo de Conclusões enfatiza a importância do tema das mudanças climáticas e das tecnologias para seu enfrentamento no país e no mundo. Por um lado, conclui que é imperioso reduzir as emissões de gases de efeito estufa, através da maciça disseminação de tecnologias ambientalmente saudáveis, mas, por outro, destaca a necessidade de conhecer os impactos das mudanças climáticas, a vulnerabilidade dos sistemas sócio-econômicos e naturais e as opções de adaptação, com atenção especial para os países mais vulneráveis.

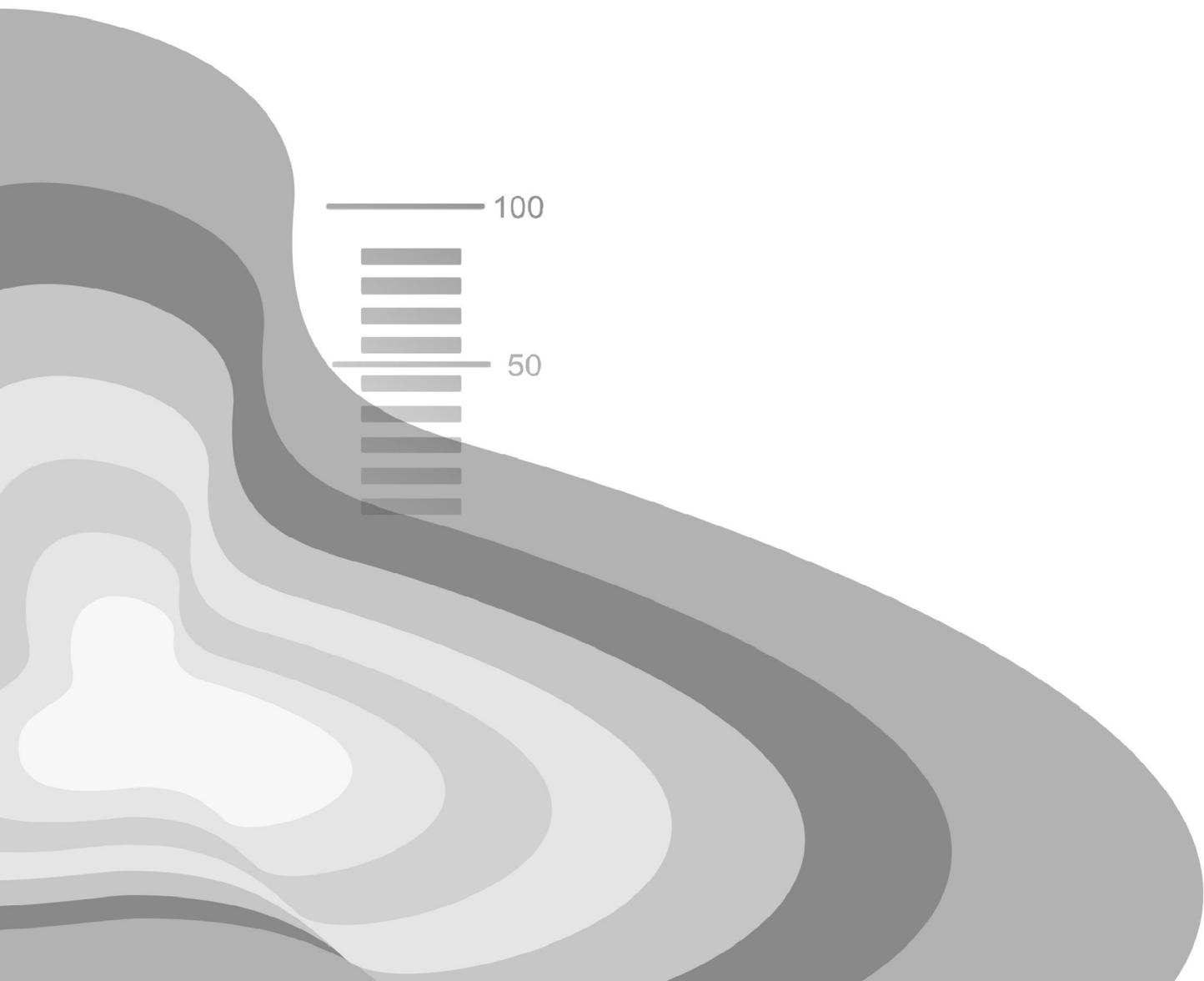
A Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima indicou o caminho da transferência de tecnologia como uma das maneiras de se chegar à estabilização dos gases de efeito estufa. Para que isso aconteça de forma eficaz é preciso que se faça, como primeiro passo, a avaliação de necessidades tecnológicas nos países em desenvolvimento. O Protocolo de Quioto instituiu uma forma de as soluções ambientais serem buscadas usando-se os meios econômicos. Um dos exemplos é o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo que tem favorecido o surgimento de uma grande quantidade de projetos com essa filosofia.

Este Caderno de Tecnologia terá tido sua missão cumprida se tiver ajudado a sociedade a compreender o problema do aquecimento global e indicado caminhos para o seu enfrentamento.

Luiz Pinguelli Rosa

Presidente do Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas

Diretor da COPPE/UFRJ



Sumário

1	Mudanças Climáticas	15
1.1	A Atmosfera	15
1.2	Balanço de Radiação para o Sistema Terra-Atmosfera	16
1.3	O Efeito Estufa	16
1.4	Tempo de Permanência dos Gases na Atmosfera	17
1.5	Aumento nas Concentrações dos GEE	18
1.6	Aerossóis	21
1.7	Forçamento Radiativo	21
1.8	Potencial de Aquecimento Global (Global Warming Potential) GWP	23
1.9	Mudança do Clima	23
2	Setores e Atividades que geram os Gases de Efeito Estufa	27
2.1	Energia	28
2.2	Processos Industriais	28
2.3	Mudança no Uso do Solo e Florestas	29
2.4	Agricultura	30
2.5	Resíduos	30
2.6	Emissões e Remoções Antrópicas de GEE Brasil	31
3	Histórico das Negociações Internacionais	35
3.1	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (Intergovernmental Panel on Climate Change) IPCC	35
3.2	Convenção Quadro das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas (United Nations Framework Convention on Climate Change) UNFCCC	36

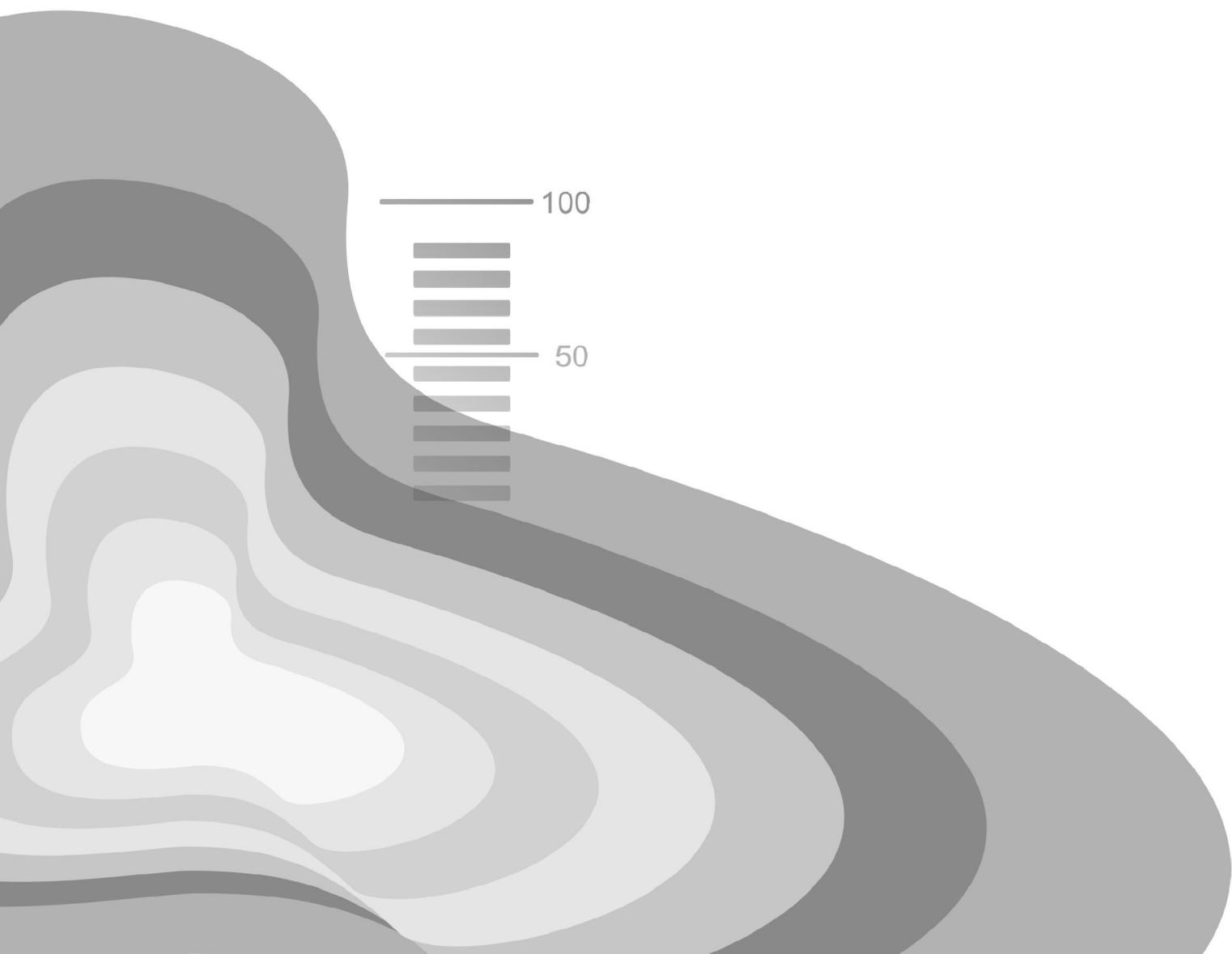
4	Transferência de Tecnologia no Contexto das Mudanças Climáticas	36
4.1	Em Busca de um Novo Modelo de Desenvolvimento	36
4.2	Transferência de Tecnologia	37
4.3	Possibilidades de Investimentos	41
4.4	Transferência de Tecnologia no Brasil	42
4.5	Outras Alternativas de Mitigação	43
5	Protocolo de Quito	44
5.1	Mecanismos de Flexibilização	47
5.2	Ciclo do Projeto MDL.....	57
5.3	Estrutura Institucional do MDL	59
6	O Brasil, a Convenção do Clima e o Protocolo de Quioto	60
6.1	Autoridade Nacional Designada no Brasil CIMGC	60
6.2	Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas FBMC	61
6.3	Comitê Interministerial sobre Mudanças Climáticas - CIM	62
6.4	Benefícios Nacionais com o MDL/CDM	62
6.5	MDL Projetos no Brasil	63
7	Mercado Internacional de Carbono	65
7.1	Como as empresas se beneficiam com o MDL	66
7.2	Agentes no Mercado de Carbono	66
7.3	Fundos do Banco Mundial	66
8	Conclusões	68
9	Referências Bibliográficas	69

Índice das Figuras

Figura 1.1 - Equilíbrio anual e mundial de energia	16
Figura 1.2 - Mudanças nos GEE a partir de dados de Testemunho de Gelo e Dados Modernos	19
Figura 1.3 - Componentes do Forçamento Radiativo	22
Figura 1.4 - Mudanças na Temperatura, no Nível do Mar e na Cobertura de Neve do Hemisfério Norte	24
Figura 1.5 - Temperatura e Concentração de CO ₂ na Atmosfera	25
Figura 1.6 - Aumento de Temperatura	26
Figura 1.7 - Mudanças na temperatura mundial.....	26
Figura 2.1 - Emissões Históricas por Setor	27
Figura 2.2 - Emissões de CO ₂ de Processos Industriais	29
Figura 2.3 - Emissões de CO ₂ a partir de mudanças de uso do solo	30
Figura 2.4 - Emissões Históricas - Brasil	32
Figura 2.5 - Emissões de CO ₂ por Setor	33
Figura 2.6 - Emissões de Metano por Setor	33
Figura 2.7 - Emissões de N ₂ O por Setor	34
Figura 5.1 - Protocolo de Quioto Metas	45
Figura 5.2 - Transferência de recursos, tecnologia e know-how	48
Figura 5.3 - Linha de Base	50
Figura 5.4 - Ciclo do Projeto	57
Figura 6.1 - Total de Atividades de Projeto MDL no Mundo	63
Figura 6.2 - Número de projetos MDL no Brasil, por escopo setorial	63
Figura 6.3 - Redução de emissões durante o 1º. Período de obtenção de créditos por escopo setorial no Brasil: 322.005.702 t CO ₂ eq	64
Figura 6.4 - Número de atividades de projeto MDL no Brasil por Estado	64
Figura 5.5 - Capacidade instalada (MW) das atividades de projeto aprovadas na CIMGC	65

Índice das Tabelas

Tabela 1.1 - Camadas da Atmosfera Terrestre	15
Tabela 1.2 - Tempo médio de vida dos gases na atmosfera	18
Tabela 1.3 - Potencial de Aquecimento Global - GWP	23
Tabela 2.1 - Contribuição das emissões globais de N ₂ O	31
Tabela 4.1 - Propostas de Geo-engenharia	44
Tabela 5.1 - Anexo B do Protocolo de Quioto: compromisso quantificado de limitação ou redução de emissões.....	46
Box 5.1 - Compromissos de Redução da Comunidade Européia	46



1 Mudanças Climáticas

1.1 A Atmosfera

A atmosfera é constituída por uma mistura de gases, predominantemente, nitrogênio (N_2) com 78,1%, oxigênio (O_2) com 20,9%, e o vapor d água com outros gases representando menos de 1% da atmosfera total. Alguns gases minoritários como o dióxido de carbono (CO_2), o metano (CH_4), o óxido nitroso (N_2O), o ozônio (O_3), exercem um papel relevante sobre as trocas energéticas na atmosfera, em maior ou em menor grau, sendo a água, nos seus três estados físicos: gasoso (vapor d água), líquido (nuvens baixas e médias) e sólido (nuvens altas), o mais importante regulador da ação do sol sobre a superfície do planeta. (IPCC, 2007a).

No caso do vapor d água, a quantidade de vapor varia muito em função das condições climáticas das diferentes regiões do planeta. Num ciclo natural, os níveis de evaporação e precipitação são compensados até chegar a um equilíbrio.

As temperaturas da alta-atmosfera são baixas demais para que o vapor possa manter-se no estado gasoso. Entre os constituintes gasosos do ar atmosférico, o vapor d água é, em termos de absorção de energia, o mais importante, tanto para a radiação solar, quanto para a terrestre, determinando um papel importante no efeito estufa que será visto adiante. No entanto, sua presença na atmosfera não é atribuída a atividades humanas.

O estudo da evolução térmica da atmosfera segundo a altitude revelou a existência de diversas camadas superpostas caracterizadas por comportamentos distintos como sua densidade. A mesma vai diminuindo gradualmente com o aumento da altitude, e os efeitos que a pressão atmosférica exerce também diminuem na mesma proporção. A temperatura da atmosfera da Terra também varia de acordo com a altitude possibilitando uma classificação constituída em cinco camadas: a troposfera, a estratosfera, a mesosfera, a termosfera e a exosfera, como apresentadas na Tabela 1.1.

A Troposfera é a camada atmosférica que se estende da superfície da Terra até a base da Estratosfera (0 - 7/17 km). Esta camada responde por 80% do peso atmosférico e é a única camada em que os seres vivos podem respirar normalmente. A sua espessura média é de aproximadamente 11 km, atingindo até 17 km nos trópicos e reduzindo-se para aproximadamente 7 km nos pólos. Todos os fenômenos meteorológicos estão confinados a esta camada.

Tabela 1.1 Camadas da Atmosfera Terrestre

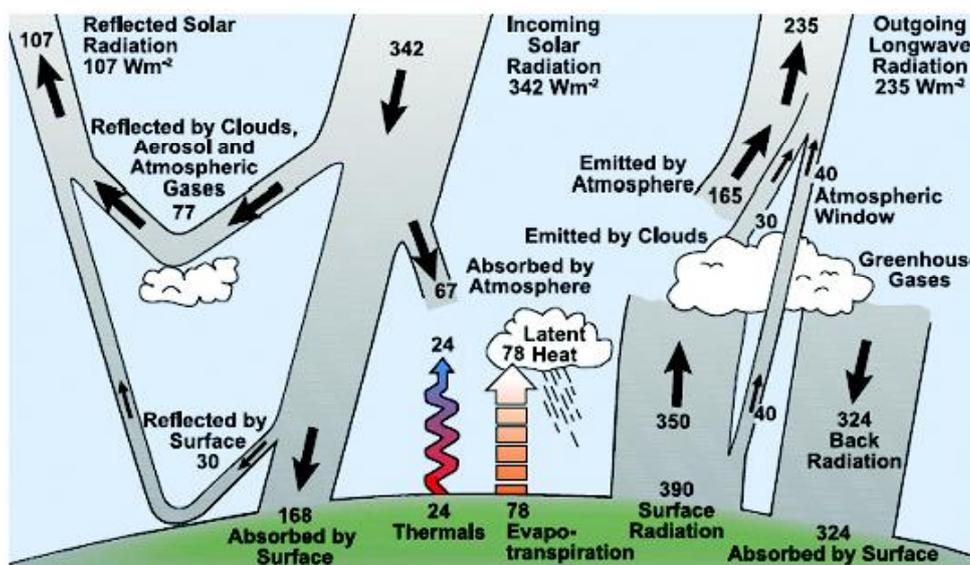
Camadas da Atmosfera	Faixa de Altitudes
Troposfera	0 - 7/17 km
Estratosfera	15 - 50 km
Mesosfera	50 - 80/85 km
Termosfera	80/85 - 650 + km
Exosfera	Acima de 650 km

Fonte: LA ROVERE et al., 2002.

1.2 Balanço de radiação para o sistema terra-atmosfera

A radiação solar é composta principalmente de luz visível tendo, além dela, radiação ultra-violeta e infravermelha. A quantidade de energia solar que atinge a parte superior da atmosfera terrestre por segundo, numa área exposta ao sol de um metro quadrado por segundo é de, aproximadamente, 1.370 Joules, e a quantidade média de energia por metro quadrado por segundo que penetra em todo o planeta é um quarto desta cifra, ou seja, 342 Joules (KIEHL and TRENBERTH, 1997). Sabendo-se que 1 Watt = 1 Joule por segundo, a potência média recebida pela atmosfera é 342 W/m² (ver Figura 1.1).

Figura 1.1 Equilíbrio anual e mundial de energia



Fonte: KIEHL and TRENBERTH, 1997.

Aproximadamente 30% da radiação solar que atinge a parte superior da atmosfera é refletida diretamente para o espaço (107W/m²). A radiação solar que não é refletida de volta para o espaço, de aproximadamente 235 W/m², é absorvida pela superfície da Terra (168 Watts/m²) e em menor magnitude (67 Watts/m²) absorvida pela atmosfera. Para equilibrar a energia absorvida, a própria Terra deve irradiar, como média, a mesma quantidade de energia de volta para o espaço, tentando conseguir isso através da emissão de radiação com comprimento de onda mais longo, ou seja, radiação térmica infravermelha.

1.3 O efeito estufa

A atmosfera, com participação das nuvens, absorve grande parte da radiação térmica emitida pelos solos e o oceano e a envia de volta para a Terra, num mecanismo denominado de efeito estufa, fenômeno natural que permite manter a temperatura da atmosfera em patamares que viabilizam a existência de vida no planeta. Sem esse efeito estufa natural, a temperatura média global da superfície seria de -19°C, ao invés de 14°C.

De acordo com a Figura 1.1, a opacidade da atmosfera à radiação infravermelha chega a 90%. Dessa forma, a atmosfera permite a passagem de somente 10% da radiação emitida pela Terra, e por isso ela se aquece.

A água nos seus três estados físicos, entre os outros gases atmosféricos, é o elemento mais importante no que se refere ao efeito estufa, sendo responsável por cerca de 79% desse efeito. Em segundo lugar está o dióxido de carbono, contribuindo com quase 14%, em terceiro lugar o ozônio com 5%, e o restante 2% do total por outros gases, entre eles: o metano (CH_4), o óxido nitroso (N_2O), os perfluorcarbonetos (PFC), os clorofluorcarbonetos (CFC), o gás amoníaco (NH_3) etc.

Os gases de efeito estufa (GEE) atuam, então, como um cobertor para manter na superfície da terra uma temperatura média superior à que teria se a atmosfera tivesse somente oxigênio e nitrogênio. Seus níveis estão determinados por um equilíbrio entre fontes e sumidouros. As fontes são processos que geram GEE, os sumidouros são processos que os destroem ou absorvem. Como exemplos de sumidouro de carbono, estão as plantas que, para seu crescimento, retiram CO_2 da atmosfera através da fotossíntese, armazenando carbono em sua biomassa, reduzindo as concentrações de CO_2 na atmosfera.

Os GEE estão presentes de forma natural na atmosfera há milhões de anos. Porém, os seres humanos vêm alterando os níveis desses gases ao introduzir novas fontes e interferir nos sumidouros naturais. Segundo o Quarto Relatório do IPCC, 2007a, a quantidade de dióxido de carbono na atmosfera aumentou aproximadamente 35% desde a era industrial, sabendo-se que esse incremento se deve basicamente à combustão de combustíveis fósseis e em menor parte ao desmatamento. Dessa forma, a humanidade vem alterando a composição da atmosfera global, com conseqüências não só ao efeito estufa, como também a ameaça à camada de ozônio.

Qualquer fator que altere a radiação recebida do sol ou enviada de volta para o espaço, ou que altere a redistribuição da energia dentro da atmosfera e entre a atmosfera, a terra e os oceanos pode afetar o clima.

1.4 Tempo de permanência dos gases na atmosfera

Além da capacidade de reter ou de bloquear o fluxo energético natural das radiações, os GEE têm tempos de vida variados na atmosfera.

O CO_2 não tem um tempo de vida específico, por estar num ciclo contínuo com a atmosfera, os oceanos, a biosfera terrestre. Sua eliminação da atmosfera envolve uma gama de processos com escalas de tempos diferentes. Os modelos do ciclo do carbono estimam normalmente que entre 30 e 50% das emissões de CO_2 permanecem na atmosfera durante mais de 100 anos, sendo que 20% permanecem por muitos milênios. (IPCC, 2007a).

O tempo de vida do CH_4 e do N_2O incorporam efeitos indiretos da emissão de cada gás em seu próprio tempo de vida, sendo de 12 anos para o metano e 114 anos para o óxido nitroso.

Outros gases, como os HCFC e HFC, eliminam-se de maneira eficiente da troposfera, através de processos de oxidação da química atmosférica e, portanto, seu tempo de vida oscila entre um ano e alguns decênios. Os PFC têm moléculas muito duradouras e suas emissões contribuem para elevar a temperatura do clima em escalas temporais podendo superar os 1.000 anos.

A maioria dos halocarbonetos tem vida suficientemente longa para se misturar em toda a atmosfera, antes de serem destruídos. Portanto, suas relações de mistura são praticamente constantes em toda a troposfera. Já o tempo de vida do amoníaco e dos compostos orgânicos oscila em geral entre dias e

semanas, o que faz que sua distribuição seja variável, tanto no espaço como no tempo. Na Tabela 1.2, podem-se acompanhar os tempos de vida de alguns gases

Tabela 1.2 Tempo médio de vida dos gases na atmosfera

Tempo médio de vida (anos)	
Principais Gases de Efeito Estufa	
Dióxido de Carbono - CO ₂	Média acima de 120
Metano - CH ₄	12
Óxido Nitroso - N ₂ O	114
Substâncias controladas pelo Protocolo de Montreal	
CFC 12 - CCl ₂ F ₂	100
CFC 13 - CClF ₃	640
Hidrofluorcarbonos	
HFC 23 - CHF ₃	270
Outros Compostos de Flúor	
Hexafluoreto de Enxofre - SF ₆	3.200
Trifloreto de nitrogênio - NF ₃	50.000

Fonte: IPCC, 2007a.

1.5 Aumento nas concentrações dos GEE

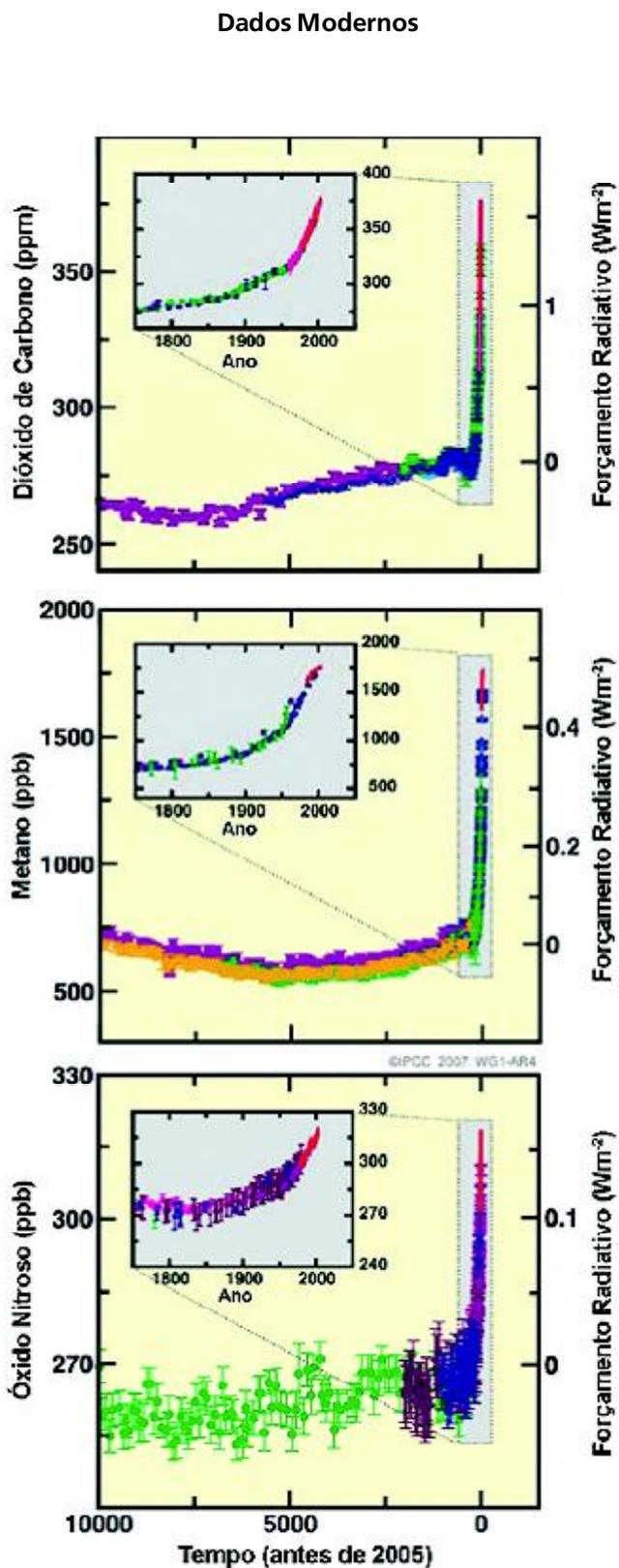
De acordo com o Relatório de Avaliação do Grupo de Trabalho I do IPCC (2007a), muito provavelmente, os níveis dos principais GEE (possivelmente com exceção do vapor de água) estão aumentando como resultado direto da atividade humana. As emissões de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), o ozônio (O₃) e os gases industriais de vida prolongada, como os CFC, os HFC e os PFC, estão mudando a maneira como a atmosfera absorve energia e o clima da terra está influenciado pela alteração do fluxo contínuo de energia proveniente do sol.

a) O Dióxido de Carbono (CO₂)

As concentrações de CO₂ aumentaram de cerca de 280 ppmv (partes por milhão em volume), nos períodos pré-industriais, (em torno de 1750), para 358 ppmv, em 1994, e para 379 ppmv, em 2005. Na Figura 1.2 (a), observa-se a evidência de que o maior aumento da concentração de CO₂ ocorreu no período da industrialização iniciada na Europa, e correlacionado ao aumento das emissões de CO₂, provenientes de combustíveis fósseis. Na mesma figura, pode-se ver a concentração do CO₂ no período de 1850 em diante. Prevê-se, ainda, que para o ano 2050 essas concentrações possam atingir 530 ppm, se não houver uma intervenção radical. As emissões totais só de CO₂, em 2006, estavam na ordem de 30 bilhões de toneladas por ano.

O aumento da concentração de CO₂ se deve em particular à queima de combustíveis fósseis (2/3 das emissões), principalmente petróleo, carvão e gás natural, mas também à mudança no uso do solo (1/3) compreendendo queimadas e destruição das florestas para outros fins.

Figura 1.2 Mudanças nos GEE a partir de dados de Testemunho de Gelo e



Fonte: IPCC, 2007b.

Aproximadamente 45% deste CO_2 permanece na atmosfera, enquanto cerca de 30% permanece nos oceanos e o restante está na atmosfera terrestre. Aproximadamente, metade do CO_2 emitido para a atmosfera é eliminado numa escala de tempo de 30 anos, outros 30%, ao longo de poucos séculos, e os 20% restante permanecerá na atmosfera durante milhares de anos.

As emissões fósseis anuais de CO_2 aumentaram de uma média de 6,4 Gt C (23,5 Gt CO_2) por ano, na década de 90, para 7,2 Gt C (26,4 Gt CO_2) por ano, no período de 2000 a 2005 (os dados de 2004 e 2005 são estimativas provisórias). As emissões de dióxido de carbono relacionadas com a mudança no uso da terra são estimadas em 1,6 Gt C (5,9 Gt CO_2) por ano, na década de 90 (IPCC, 2007b).

O CO_2 é removido da atmosfera por numerosos processos que operam em escalas de tempo diferentes, e é então transferido para vários reservatórios, alguns dos quais finalmente devolvem o CO_2 à atmosfera. Por isto, a análise simples de suas mudanças, numa única escala de tempo, não seria suficiente para captar seu comportamento em diferentes cenários de emissões.

Entretanto, se as emissões fossem reduzidas, o CO_2 na vegetação e na superfície das águas dos oceanos logo se equilibraria com o CO_2 na atmosfera, e a taxa de remoção seria então determinada pela resposta mais lenta da vegetação lenhosa, dos solos e da transferência para as camadas mais profundas do oceano. Em consequência, a maior parte de CO_2 atmosférico excedente seria removido em cerca de um século, embora uma parte permanecesse no ar por milhares de anos porque a transferência para o último sumidouro — sedimentos oceânicos — é muito lenta.

A biota marinha pode responder à mudança do clima como também influenciá-la. Ela desempenha um papel fundamental na redução significativa da concentração atmosférica de CO_2 . As mudanças no fornecimento de nutrientes para a superfície dos oceanos, resultantes das mudanças na circulação oceânica, no escoamento costeiro e na deposição atmosférica, bem como nas mudanças na quantidade de gelo marinho e na nebulosidade, têm o potencial de afetar os processos biogeoquímicos marinhos.

b) Metano - CH_4

O metano é outro gás de efeito estufa, que ocorre naturalmente, cuja concentração na atmosfera está crescendo em decorrência das atividades humanas, como a agricultura, em particular os arrozais alagados, a disposição de resíduos, e a produção e uso de combustíveis fósseis, bem como da atividade pecuária.

O aumento de, aproximadamente, 1774 ppbv de CH_4 , em 2005, representa mais do dobro de seu valor pré-industrial. As concentrações atmosféricas deste gás variaram muito pouco, entre 580 e 730 ppbv, nos últimos 10.000 anos, mas aumentaram, aproximadamente, 1000 ppbv nos últimos 200 anos. Isto representou uma rápida mudança deste gás durante pelo menos 80.000 anos. No final da década de 1970 e inícios da década de 1980, a taxa de crescimento do metano chegou no nível máximo de 1% ao ano, mas, a partir do início da década de 1990, diminuiu consideravelmente até perto de zero, no período de 1999 a 2005.

O aumento de metano na atmosfera se produz quando as emissões superam sua eliminação. O declínio recente na taxa de crescimento da concentração atmosférica do metano mostra que atualmente as emissões se correspondem com as eliminações. Isto deve-se, principalmente, à oxidação do radical hidroxila (OH).

c) Óxido nitroso - N₂O

Há muitas fontes pequenas de óxido nitroso, tanto naturais como antrópicas, porém difíceis de serem quantificadas. As principais fontes antrópicas provêm da agricultura (mais de 1/3) e de vários processos industriais (por exemplo, produção de ácido adípico e ácido nítrico). As fontes naturais não foram quantificadas o suficiente, mas é provável que sejam o dobro das fontes antrópicas. O óxido nitroso é removido principalmente por fotólise (decomposição pela luz solar) na estratosfera e tem um tempo longo de vida.

As medições atmosféricas e as evidências de testemunhas de gelo mostram que a quantidade de óxido nitroso na atmosfera atingiu 319 ppbv, em 2005, sendo que os níveis pré-industriais estavam em torno de 270 ppbv. A taxa de aumento foi aproximadamente constante desde 1980.

1.6 Aerossóis

Os aerossóis são produzidos por uma série de processos, tanto naturais (incluindo tempestades de poeira e atividade vulcânica) como antrópicos (incluindo a queima de combustíveis fósseis e de biomassa). Eles podem causar resfriamento ou aquecimento do planeta.

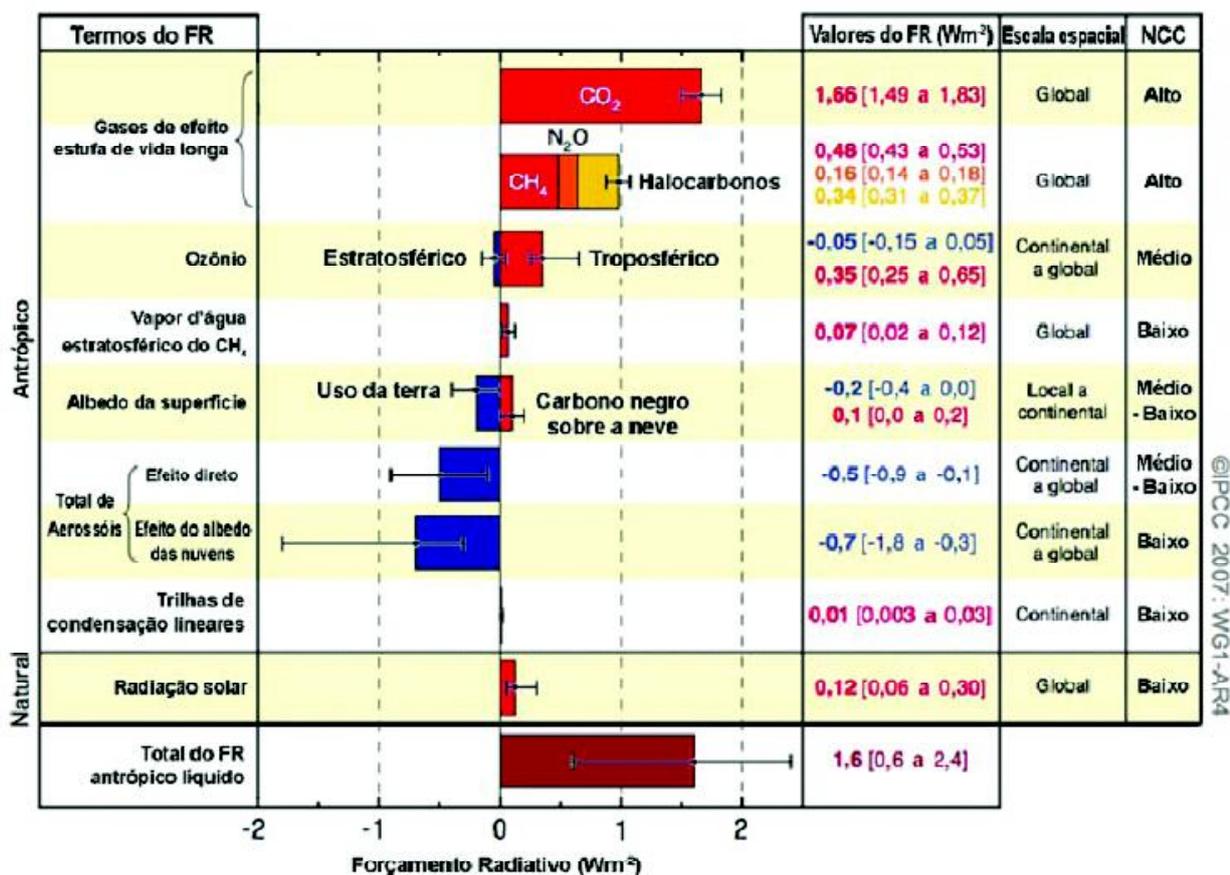
Na atmosfera, os aerossóis influenciam o balanço radiativo da Terra de duas formas: 1- dispersando e absorvendo radiação - efeito direto e 2 - modificando as propriedades óticas, a quantidade e o tempo de vida das nuvens - o efeito indireto. Eles têm um tempo de vida muito mais curto (de dias a semanas) do que a maioria dos GEE (de décadas a séculos), e então seu efeito de esfriamento fica localizado.

1.7 Forçamento radiativo

O forçamento radiativo é uma medida da influência exercida na alteração do equilíbrio entre a energia que entra e a que sai no sistema citado. É expresso em watts por metro quadrado [Wm⁻²]. Um GEE causa um forçamento radiativo direto mediante a absorção e emissão de radiação e pode provocar um forçamento radiativo indireto mediante as interações químicas que influenciam em outros gases ou partículas de efeito estufa. O forçamento positivo tende a aquecer a superfície, enquanto o forçamento negativo tende a esfriá-la.

Segundo Relatório do IPCC, 2007b, o forçamento radiativo causado pelo aumento dos gases de efeito estufa GEE: CO₂, CH₄ e N₂O é de +2,30 [+2,07 a +2,53] Wm⁻² (ver Figura 1.3), sendo muito provável que seu aumento durante a era industrial tenha sido sem precedentes em mais de 10.000 anos. O forçamento radiativo do dióxido de carbono aumentou em 20%, entre 1995 e 2005, a maior mudança em uma década nos últimos 200 anos.

Figura 1.3 Componentes do Forçamento Radiativo



Fonte: IPCC, 2007b

As contribuições antropogênicas para os aerossóis (principalmente sulfato, carbono orgânico, negro de fumo, nitrato e poeira) juntas produzem um efeito de esfriamento, com um forçamento radiativo direto total de $-0,5 [-0,9 \text{ a } -0,1] \text{ Wm}^{-2}$ e um forçamento indireto do albedo das nuvens de $-0,7 [-1,8 \text{ a } -0,3] \text{ Wm}^{-2}$. Os aerossóis também influenciam o tempo de vida das nuvens e a precipitação.

Existem outras fontes com contribuições antrópicas para o forçamento radiativo como: a) as mudanças no ozônio troposférico resultantes das emissões de substâncias químicas formadoras de ozônio (óxidos de nitrogênio, monóxido de carbono e hidrocarbonetos) contribuem com $+0,35 [+0,25 \text{ a } +0,65] \text{ Wm}^{-2}$; b) o forçamento radiativo direto devido às mudanças nos halocarbonos é de $+0,34 [+0,31 \text{ a } +0,37] \text{ Wm}^{-2}$; c) as mudanças no albedo da superfície decorrentes das mudanças na cobertura da terra e da deposição de aerossóis de negro de fumo na neve exercem forçamentos, respectivamente de $-0,2 [-0,4 \text{ a } 0,0]$ e $+0,1 [0,0 \text{ a } +0,2] \text{ Wm}^{-2}$. Termos adicionais inferiores a $\pm 0,1 \text{ Wm}^{-2}$ são apresentados na Figura 1.3.

Estima-se que as mudanças na radiação solar, desde 1750, causem um forçamento radiativo de $+0,12 [+0,06 \text{ a } +0,30] \text{ Wm}^{-2}$, o que é menos da metade da estimativa apresentada no Terceiro Relatório de Avaliação do IPCC, 2001.

1.8 Potencial de aquecimento global (Global warming potential) – GWP

O Global Warming Potential (GWP) é uma medida do efeito radiativo futuro da emissão de uma substância, em relação à emissão da mesma quantidade de CO₂, integrado ao longo de um horizonte temporal determinado. A magnitude do GWP de uma substância é proporcional à sua eficiência radiativa e também aumenta com seu tempo de permanência na atmosfera.

Na Tabela 1.3, observa-se o GWP dos principais gases de efeito estufa. Por exemplo, o metano tem GWP 25 em relação ao dióxido de carbono, e o óxido nitroso, 298, com horizonte de tempo de 100 anos.

Tabela 1.3 Potencial de Aquecimento Global - GWP

	SAR*	Quarto Relatório de Avaliação		
	Horizonte de Tempo 100 anos	Horizonte Tempo		
		20 anos	100 anos	500 anos
CO ₂	1	1	1	1
Metano	21	72	25	7.6
Óxido nitroso	310	289	298	153
Hidrofluorcarbonos	140-11.700	437-12.000	124-14.800	38 -12.200
Perfluorcarbono	6.500	5.210	7.390	11.200
Hexafluoreto de enxofre	23.900	16.300	22.800	32.600

Fonte: IPCC, 2007b, c.

* **SAR** Segundo Relatório de Avaliação do IPCC, 1995c. Tais valores são os utilizados no Protocolo de Quioto, para equiparar os gases de efeito estufa.(ver Iten 5).

O aquecimento global futuro provocado por um GEE em um determinado horizonte de tempo pode ser estimado multiplicando-se o GWP adequado pela quantidade de gás emitida. Por exemplo, os GWPs poderiam ser utilizados para comparar os efeitos das reduções das emissões de CO₂ em relação às reduções das emissões de metano para um determinado horizonte de tempo. Os GWPs precisam levar em conta qualquer efeito indireto do GEE emitido, a fim de refletir corretamente o potencial de aquecimento futuro.

1.9 Mudança do clima

O clima terrestre médio mundial é determinado pela energia que provém do sol e pelas propriedades da Terra e da atmosfera, ou seja, a reflexão, absorção e emissão de energia dentro da atmosfera e na sua superfície.

Tem-se produzido mudanças em vários aspectos da atmosfera e na superfície do planeta, que modificam o que se pressupõe em relação à energia mundial da Terra, que podem mudar o clima. Entre essas mudanças como foi colocado, está o aumento das concentrações dos gases de efeito estufa que

servem principalmente para aumentar a absorção atmosférica da radiação emitida, e o aumento dos aerossóis - partículas ou gotas microscópicas presentes no ar - que atuam para refletir ou absorver a radiação solar refletida e mudam as propriedades radiativas das nuvens. Essas mudanças originam um forçamento radiativo do sistema climático.

O aumento das concentrações de todos os GEE, desde a época pré-industrial, conduziu a um forçamento radiativo positivo do clima, que tende a produzir aquecimento da superfície e causar outras mudanças climáticas. As emissões de GEE produzidas pelo homem têm perturbado o balanço mundial de energia em cerca de 2,5 watts por m^2 e isto equivale a 1% da energia solar recebida na Terra. (PNUMA, 2004).

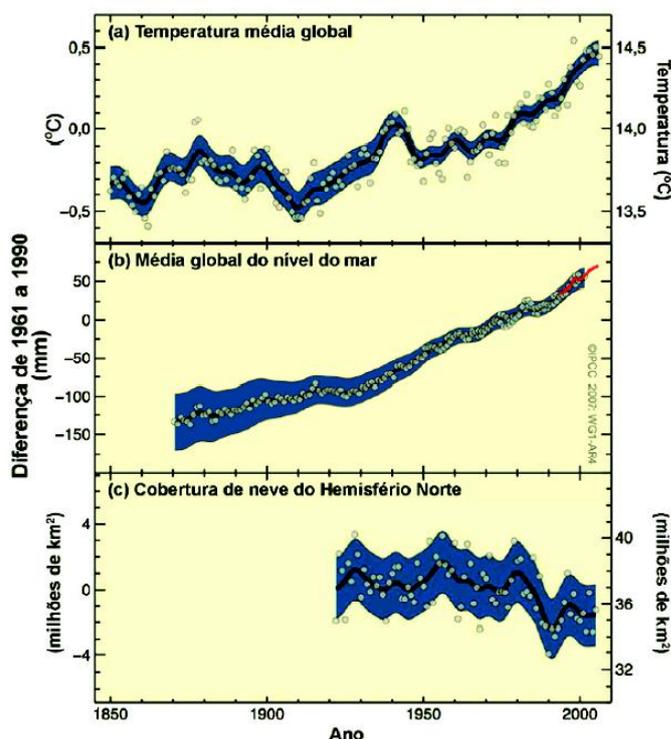
O aquecimento da atmosfera, na verdade, é a forma mais simples de poder eliminar o excedente de energia. Mas, um pequeno aumento na temperatura deve estar acompanhado por outras mudanças na cobertura das nuvens e nos modelos de ventos trazendo impactos no meio ambiente.

Segundo relatório do IPCC, o aquecimento global é inequívoco, evidenciado pelas observações dos aumentos das temperaturas médias globais tanto do ar como do oceano, dos dados sobre o derretimento generalizado da neve e gelo e da elevação do nível global médio do mar, como ilustrado na Figura 1.4.

Aumento de temperatura média global

Os anos 2005 e 1998 são considerados como os mais quentes no registro de temperatura do ar superficial mundial desde 1950. As temperaturas superficiais em 1998 intensificaram-se pelo fenômeno El Niño de 1997-1998, sendo que esta anomalia não se apresentou em 2005. Dos últimos doze anos (1995 - 2006) onze deles a exceção de 1996, foram classificados entre os 12 anos mais quentes registrados desde 1850 (ver Figura 1.4)

Figura 1.4 Mudanças na Temperatura, no Nível do Mar e na Cobertura de Neve do Hemisfério Norte



Fonte: IPCC, 2007b

A tendência atualizada de 100 anos (1906 – 2005) de $0,74^{\circ}\text{C} \pm 0,18^{\circ}\text{C}$ é maior que a tendência de aquecimento de 100 anos na época entre 1901-2000 (IPCC, 2001), de $0,6^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ devido aos anos quentes adicionais.

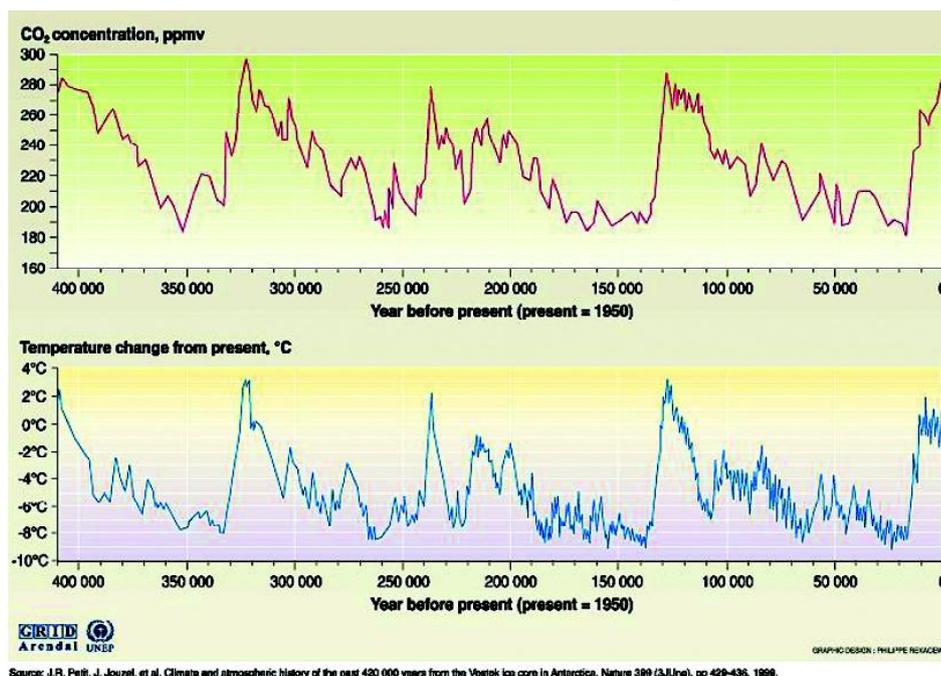
O aumento da temperatura total, nos últimos 150 anos, foi de cerca de $0,76^{\circ}\text{C}$. Porém, nos últimos 50 anos, este valor se intensificou bastante, em torno de $0,13^{\circ}\text{C}$ por década.

A umidade específica superficial aumentou a partir de 1976 em estreita relação com temperaturas mais altas, tanto terrestres como oceânicas. A coluna de vapor d'água total aumentou nos oceanos em $1,2 \pm 0,3\%$ por década (95% de limites de probabilidade) desde 1988 até 2004. O vapor d'água atmosférico adicional implica um aumento na disponibilidade de umidade para as precipitações e possivelmente numa distribuição irregular

Há indícios de que as precipitações estejam se tornando mais fortes e freqüentes em muitas regiões da Terra a partir de 1950. O contrário também tem sido observado. Existem provas do aumento da intensidade da atividade ciclônica tropical no Atlântico Norte, desde aproximadamente 1970, bem como, observações, no mesmo ano, em relação às secas mais intensas e longas em áreas mais extensas, principalmente nos trópicos e sub-trópicos.

Analisando-se a temperatura e a concentração de CO_2 ao longo dos 400 mil anos conforme observado na Figura 1.5, observa-se que existe uma estreita correlação entre esses parâmetros. Sempre que ocorrem picos na concentração de CO_2 acontecem nas temperaturas mais altas.

Figura 1.5 Temperatura e Concentração de CO_2 na Atmosfera



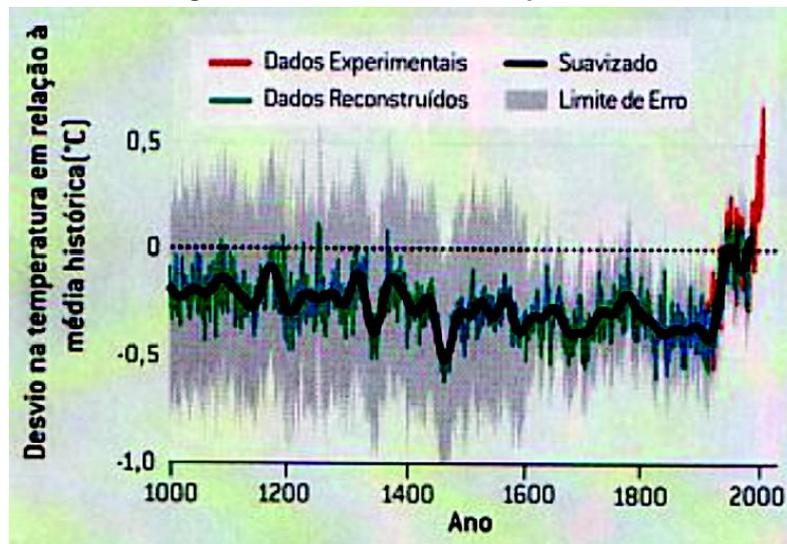
Source: J.R. Petit, J. Jouzel, et al. Climate and atmospheric history of the past 420 000 years from the Vostok ice core in Antarctica, Nature 399 (3/June), pp 429-436, 1999.

Fonte: PETIT, J.R., JOUZEL, J et al. 1999

A Figura 1.6 apresenta o aumento de temperatura acentuado nos últimos mil anos. Esse aumento da temperatura tem a tendência de provocar o aumento do nível dos oceanos já que o calor irá provocar a expansão térmica das moléculas de água, além da água proveniente do degelo continental. Com o aumento do nível do mar, as zonas costeiras, cidades localizadas abaixo do nível do mar, e algumas

ilhas poderão até desaparecer. A Ilha Tuvalu, localizada no Sul do Oceano Pacífico, enfrenta o aumento da ocorrência de ciclones tropicais na última década, originados pelo aumento da temperatura das águas superficiais do oceano, o que interfere na ocorrência das tempestades. A elevação do nível do mar é o problema maior já que as áreas mais baixas estão sendo inundadas e a água salgada está contaminando a água potável e a agricultura.

Figura 1.6 Aumento de Temperatura



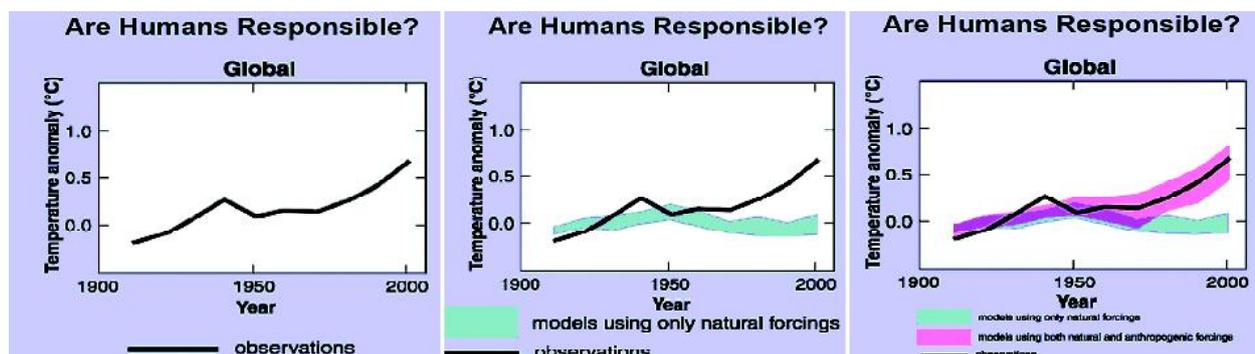
Fonte: STIX, G. 2006

Desde que se iniciaram as medições no século XIX, 2005 pode ser considerado como o ano mais quente, atingindo temperaturas em torno de 40°C em diversas regiões do planeta.

Na Figura 1.7, pode-se acompanhar a comparação das mudanças observadas na temperatura da superfície com resultados simulados por modelos climáticos. A primeira figura mostra em linha preta as médias decenais das observações para o período de 1906 a 2005. A segunda figura, com traço azul, mostra a faixa de 5 a 95% para as 19 simulações usando apenas os forçamentos naturais devidos à atividade solar e aos vulcões. A terceira figura, com traços de cor rosa, mostra a faixa de 5 a 95% para as 58 simulações com uso dos forçamentos natural e antrópico.

Conclui-se, portanto, segundo os modelos desenvolvidos, que os efeitos antropogênicos produzidos pela humanidade são de fato os responsáveis pelo aumento observado pelas temperaturas.

Figura 1.7 Mudanças na temperatura mundial



Fonte: IPCC, 2007a.

2 Setores e Atividades que Geram os Gases de Efeito Estufa

Conforme visto, os principais GEE são: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O) e os halocarbonetos (grupo de gases que contém flúor, cloro e bromo).

A concentração do dióxido de carbono tem aumentado devido ao uso de combustíveis no transporte, nos sistemas de geração de energia, na produção industrial em geral, nos sistemas de calefação e ar condicionado nas edificações, na produção de cimento em outros bens. Com o desflorestamento, libera-se CO_2 e se reduz a absorção de CO_2 das plantas. O dióxido de carbono libera-se também em processos naturais como na decomposição da matéria vegetal.

As emissões de metano têm aumentado como resultado das atividades humanas relacionadas à agricultura e devido à distribuição do gás natural. Também há processos naturais em que o metano é liberado, por exemplo, em regiões de várzeas. No entanto, as concentrações atmosféricas de metano não estão aumentando na proporção esperada, por um processo ainda não totalmente explicado.

Em relação ao óxido nitroso, sua concentração tem aumentado devido ao emprego de fertilizantes e na queima de combustíveis fósseis. Os processos naturais dos solos e dos oceanos também liberam N_2O .

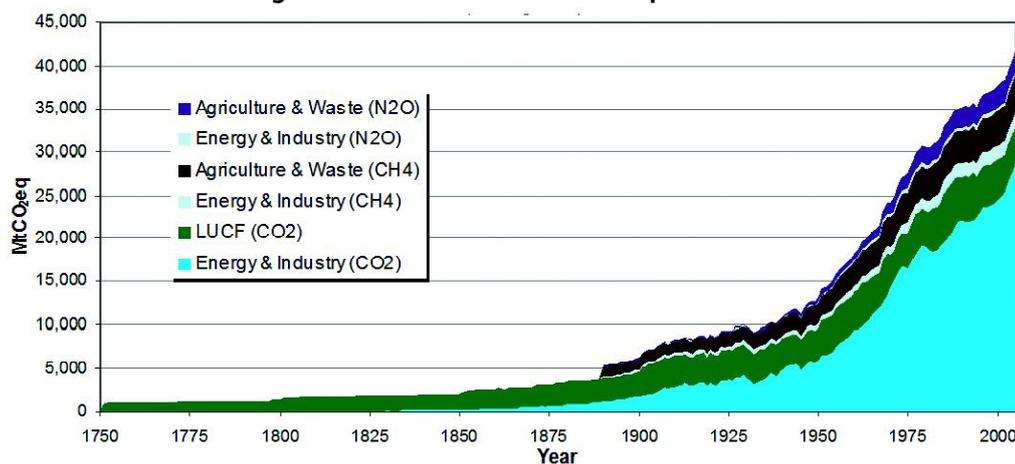
As concentrações de Halocarbonetos têm aumentado basicamente devido às atividades humanas. Os processos naturais têm sido uma fonte pequena de emissão. Entre os Halocarbonetos principais, incluem-se os Clorofluorcarbonetos (como CFC-11 e CFC-12) que eram utilizados extensivamente como agentes de refrigeração e em outros processos industriais antes que se conhecesse que sua presença na atmosfera causara o esgotamento do ozônio na estratosfera. As altas concentrações de Clorofluorcarbonetos diminuem como resultado dos acordos internacionais negociados para proteger a camada de ozônio.

Os setores considerados neste Caderno Técnico são:

- | | |
|--|---------------------------------------|
| a) Energia | d) Agricultura |
| b) Processos Industriais | e) Resíduos |
| c) Mudança no Uso do Solo e Silvicultura | f) Solventes e Uso de outros Produtos |

Na Figura 2.1 podemos observar as emissões históricas de cada um dos setores considerados.

Figura 2.1 Emissões Históricas por Setor



Fonte: HÖHNE, N. et al., 2007

2.1 Energia

O setor de energia é responsável pelas maiores emissões de dióxido de carbono (CO_2), originados pela queima de combustíveis fósseis. Por isso, essas emissões são discutidas em detalhe no Manual de Inventários de Gases de Efeito Estufa do IPCC (IPCC, 1996).

As emissões de CO_2 relativas aos combustíveis fósseis dependem do teor de carbono de cada combustível e podem ser estimadas através de dados energéticos nacionais. Existem bases de dados internacionais de consumo de combustíveis comerciais para cada país que, multiplicados por fatores de emissão, estimam as emissões de dióxido de carbono no setor (IPCC, 1996).

Porém, existem diferenças entre fatores de emissão do mesmo combustível para países diferentes. Assim, o IPCC estimula o uso de fatores nacionais, quando existentes. Esta diferença de fatores de emissão de CO_2 entre combustíveis iguais de países diferentes, gera uma incerteza de +/- 10%, fato que pode ser notado nas emissões anuais globais na década de 1990 (6.7 +/- 0,6 Gt C) (WATSON, R. T. et al., 2000).

Além destas emissões de CO_2 relativas à queima de combustíveis fósseis, existem também emissões fugitivas que podem ser intencionais ou não. Essas emissões ocorrem na cadeia de produção, processamento, transporte, estocagem e uso de combustíveis. Um exemplo de emissões fugitivas ocorre pela queima dos rejeitos gasosos nas plantas de óleo e gás em unidades de flares .

Em relação ao metano, as fontes antropogênicas de emissão para as emissões globais são: energia, aterro sanitário, ruminantes, tratamento de resíduos, cultivo de arroz, queima de biomassa e outros. As emissões de metano provenientes de mineração de carvão fóssil, em 1990, contribuíram com cerca de 23 a 39 Tg das emissões globais. Na década de 80, a emissão de metano no setor de energia teve o valor de 75 Tg.

Existem emissões fugitivas que podem ocorrer durante a extração, produção, transporte e processamento de combustíveis fósseis. Segundo o IPCC, as emissões fugitivas de metano provenientes das atividades que envolvem petróleo e gás natural giram em torno de 30 a 60 Tg por ano.

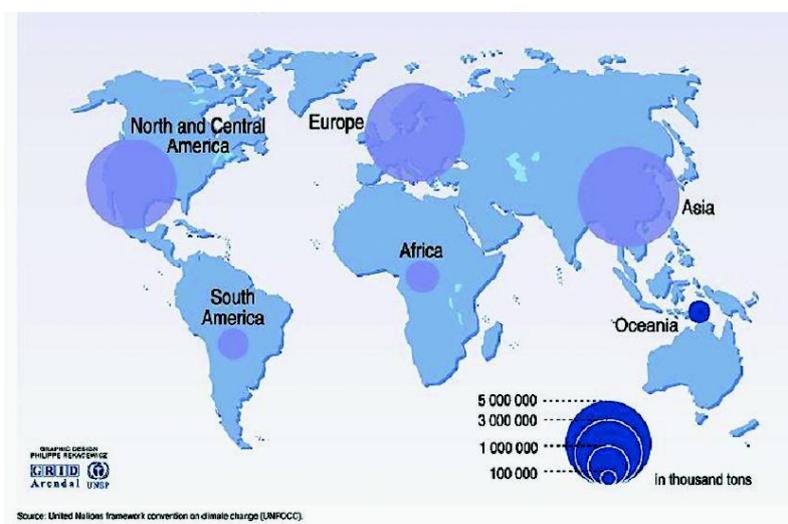
No referente ao óxido nitroso N_2O , a contribuição da combustão e das emissões fugitivas para as emissões globais deste gás é pequena e a incerteza é grande.

2.2 Processos industriais

O IPCC, 1996, lista 23 processos industriais dos quais o dióxido de carbono, CO_2 , está presente em 12, sendo eles: produção de cimento, produção de cal, uso de pedra calcária, produção e uso do carbonato de sódio, amônia, carbonetos, produção de aço, ferro, alumínio, magnésio, enquanto o CH_4 e o N_2O estão presentes em 7 e 6, respectivamente.

Na Figura 2.2 observa-se que os maiores emissores de CO₂ na década de 90 são os países asiáticos, em segundo lugar os países europeus, em terceiro lugar EUA, no quarto lugar os países africanos, no quinto lugar os países de Sul América e por último os países da Oceania.

Figura 2.2 Emissões de CO₂ de Processos Industriais



Fonte: UNEP IUC, 1997

Considerando o metano, ele provém principalmente de produtos minerais, de petroquímicos, produção de ferro e aço, produção de alumínio e outros metais. As fontes industriais do metano contribuem individualmente pouco para as emissões globais, mas considerado coletivamente podem ser significativas.

O óxido nitroso é gerado em processos industriais que não envolvem combustão. Os processos industriais representam de 10 a 50% das emissões antropogênicas de N₂O e 3 a 20% das emissões globais do gás (IPCC, 1992). As produções de ácido adípico e ácido nítrico são consideradas como as principais fontes deste gás, bem como a produção de uréia, petroquímicos e caprolactam .

2.3 Mudança no uso do solo e florestas

A mudança no uso do solo é o segundo setor de maior contribuição nas emissões de dióxido de carbono, depois da produção de energia. Segundo MUYLAERT et al., 2001, os estoques de carbono na vegetação são substituídos por plantações que possuem menos carbono por hectare, cada vez que são desenvolvidas atividades com objetivo de criar novas áreas.

Na Figura 2.3, observa-se que os maiores produtores de CO₂ devido às mudanças do uso do solo, são os países da América do Sul, principalmente o Brasil, em segundo lugar estão os países asiáticos, em terceiro lugar os países da África, em quarto lugar EUA e em quinto lugar os países da Oceania.

Figura 2.3 Emissões de CO₂ a partir de mudanças de uso do solo

Fonte: UNEP IUC, 1997

De acordo com a publicação do PNUD, 2007, *Combater as Alterações Climáticas: Solidariedade Humana em um Mundo Dividido*, o Brasil ocupa o 16º lugar dentre os 30 principais emissores de dióxido de carbono. Entre 1990 e 2004, o Brasil aumentou as emissões em 58% e contribuiu com 1,1% do total das mesmas. Segundo dados do Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, o desmatamento é responsável pela emissão de cerca de 730 milhões de toneladas de CO₂ por ano que correspondem a 75% das emissões totais no Brasil, que viriam de mudança no solo, em 1994.

Em relação às emissões de metano e óxido nitroso, a aplicação de fertilizantes que contêm nitrogênio é uma das fontes de emissões significativas. Também a queima de florestas liberam este gás.

2.4 Agricultura

Na agricultura, em geral, as emissões de CO₂ pela queima ou decomposição de resíduos não são contabilizadas de acordo com a metodologia do IPCC (1996), porque esse gás é reabsorvido da atmosfera na próxima safra.

Há, no entanto, emissões de metano a serem contabilizadas. Neste setor, as emissões desse gás provêm da fermentação entérica de animais, do manejo de dejetos, do cultivo de arroz e de queimas de solos agrícolas, sendo as mais importantes a fermentação entérica e o cultivo de arroz.

2.5 Resíduos

A decomposição dos resíduos é similar à decomposição dos restos agrícolas e as suas emissões líquidas do CO₂ são consideradas nulas na metodologia do IPCC, pois este gás seria diretamente absorvido na produção dos produtos que geram os resíduos.

O metano é o gás mais importante produzido por esse setor. Segundo o IPCC (1992), aproximadamente, 5-20% do metano antropogênico anual global emitido na atmosfera é produto da decomposição anaeróbica de resíduos sólidos.

A produção de metano proveniente do tratamento de resíduos líquidos sob condições anaeróbicas é estimada entre 30 e 40 Tg por ano. Isto representa de 8 a 11% das emissões antropogênicas globais desse gás. (IPCC, 1996). O setor industrial seria responsável por 26 a 40 Tg por ano, enquanto que o setor comercial e residencial seria responsável por cerca de 2 Tg por ano. A incineração de resíduos é considerada como uma fonte menor de metano.

Em relação às emissões de Óxido Nitroso, o tratamento de resíduos líquidos é uma fonte destas emissões.

A Tabela 2.1 a seguir contém estimativas de contribuição de diferentes fontes antropogênicas de emissão de N₂O.

Tabela 2.1 Contribuição das emissões globais de N₂O

Referência	Mosier et al. 1998 Kroeze et al 1999		Olivier et al. 1998	
	1994		1990	
	Tg N/ano	%	TgN/ano	%
Solos Agrícolas	4,2	52	1,9	46
Queima de Biomassa	0,5	6	0,5	12
Fontes industriais	1,3	16	0,7	17
Gado	2,1	26	1,0	25
Total Antropogênico	8,1	100	4,1	100

Fonte: MUYLEAERT, M.S. et al., 2001

Solventes e Outros usos de Produtos

Esse sub-setor é fonte importante de compostos orgânicos voláteis não metano NMVOC, gases de efeito estufa indireto. Inclui produtos de limpeza, impressão, tintas, emanações de produtos químicos diversos, entre outros.

2.6 Emissões e remoções antrópicas de GEE – Brasil

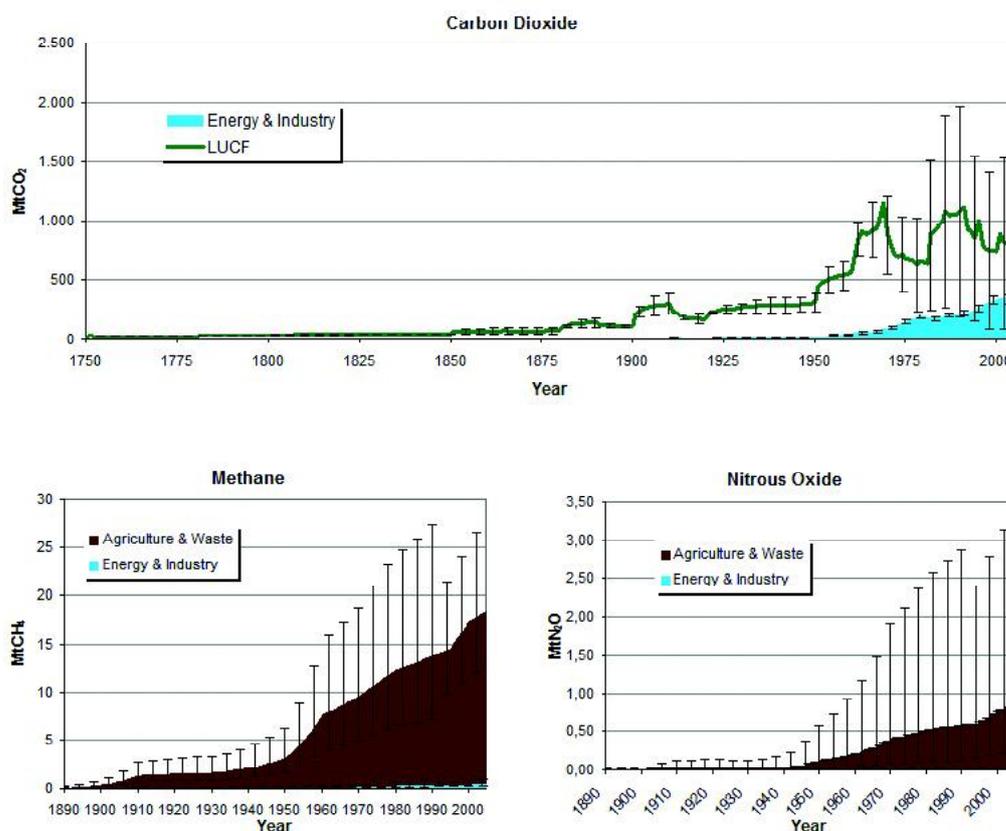
As emissões antrópicas estimadas de GEE, no Brasil, em 1994, foram: 1.030 Tg de CO₂; 13,2 Tg CH₄; 550 Gg N₂O; 0,345 Gg CF₄, 0,035 Gg C₂F₆, 0,0018 Gg SF₆, 0,16Gg HFC-23 e 0,12 Gg HFC - 134a. Entre os anos de 1990 a 1994, as emissões totais de CO₂, CH₄ e N₂O aumentaram em 5%, 6% e 12%, respectivamente. As emissões de gases com efeitos indiretos sobre a mudança de clima foram também avaliadas. Em 1994, essas emissões foram estimadas em 2,3 Tg NO_x; 31,4 Tg CO; e 2,47 Tg NMVOC. (1^a. CN à CQNUMC, MCT, 2004).¹

¹ Gg = 10⁹ g ou 1.000 t.

Tg = 10¹² g ou 1.000.000 t.

Na Figura 2.4, podemos acompanhar as emissões históricas do Brasil relacionadas com o dióxido de carbono, metano e óxido nítrico.

Figura 2.4 Emissões Históricas - Brasil



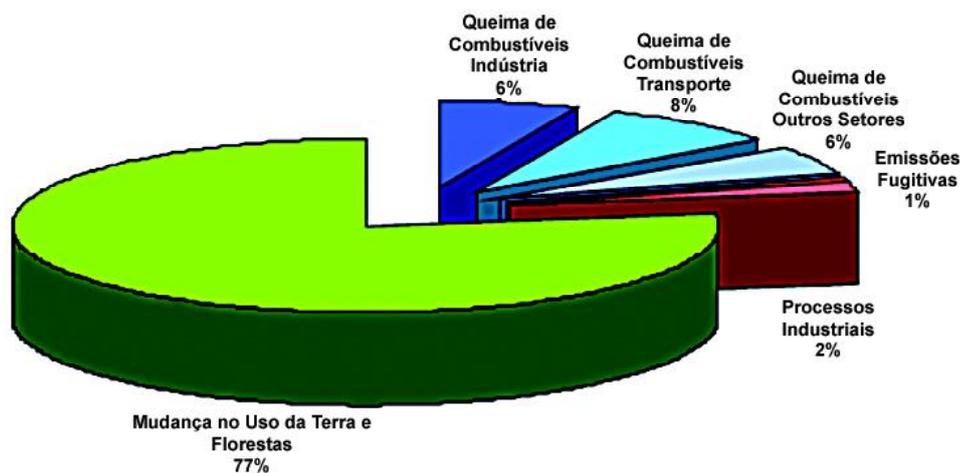
Fonte: HÖHNE, G. et al., 2007

Emissões de Dióxido de Carbono CO₂

Nos países desenvolvidos, a principal fonte de emissão de CO₂ é o uso energético de combustíveis fósseis, seguido por processos industriais de produção de cimento, cal, barrilha, amônia e alumínio, bem como a incineração de lixo.

Segundo Comunicação Nacional do Brasil para a CQNUMC/UNFCCC, o Brasil, como mostrado na Figura 2.5, a maior parcela das emissões estimadas de CO₂ provêm da mudança no uso da terra, particularmente da conversão de florestas para uso agropecuário, representando 75% do total (776.331 Gg). As emissões de CO₂ do setor Energia representaram, em 1994, 23% das emissões totais deste gás (236.505 Gg), tendo aumentado 16% em relação às emissões de 1990. O subsetor Transportes participou com 40% das emissões de CO₂ do setor Energia e 9% do total das emissões.

Figura 2.5 Emissões de CO₂ por Setor

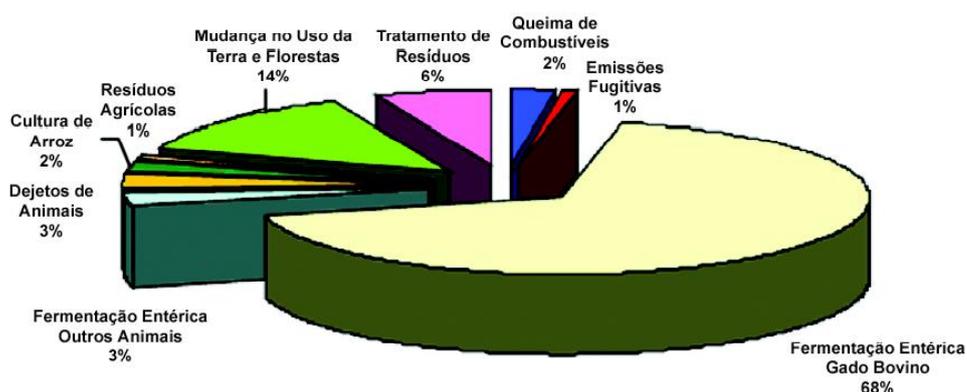


Fonte: MCT, 2004.

Emissões de Metano CH₄

As emissões de metano que podem ser acompanhadas na Figura 2.6 resultam de atividades como: aterros sanitários, tratamento de esgotos, sistemas de produção e processamento de petróleo e gás natural, atividades agrícolas, mineração de carvão, queima de combustíveis fósseis, conversão de florestas por outros usos, bem como alguns processos industriais.

Figura 2.6 Emissões de Metano por Setor



Fonte: MCT, 2004.

No Brasil, o maior responsável pelas emissões de metano é o setor Agropecuário. Em 1994, emitiu 10.161 Gg, representando 77% do total, considerando-se como a principal fonte emissora a fermentação entérica (eructação) do rebanho de ruminantes, quase toda referente ao gado bovino, considerado o segundo maior rebanho comercial do mundo. As emissões anuais de metano relacionadas com a fermentação entérica foram estimadas em 9,4 Tg, 92% do total de emissões de CH₄ do setor Agropecuária. Os 8% restantes resultaram do manejo de dejetos de animais, da cultura de arroz irrigado e da queima de resíduos agrícolas. As emissões do setor aumentaram 7% no período de 1990 a 1994, devido, predominantemente, ao aumento do rebanho de gado de corte.

No setor Energia, as emissões de CH_4 ocorrem devido à queima imperfeita de combustíveis bem como devido à fuga de CH_4 , durante os processos de produção e transporte de gás natural e mineração de carvão. As emissões de CH_4 do setor Energia representaram, em 1994, 3% das emissões totais de CH_4 , caindo 9% em relação às emissões de 1990.

Em relação ao setor Tratamento de Resíduos, representou 6% do total das emissões de CH_4 em 1994, sendo a disposição de resíduos sólidos responsável por 84% desse valor. No período analisado entre 1990 e 1994, as emissões de CH_4 deste setor aumentaram 9%.

No setor Mudança no Uso da Terra e Florestas, as emissões de CH_4 ocorreram pela queima da biomassa nas áreas de desflorestamento. Estas emissões representaram 14% (1.805 Gg) do total de emissões de CH_4 em 1994.

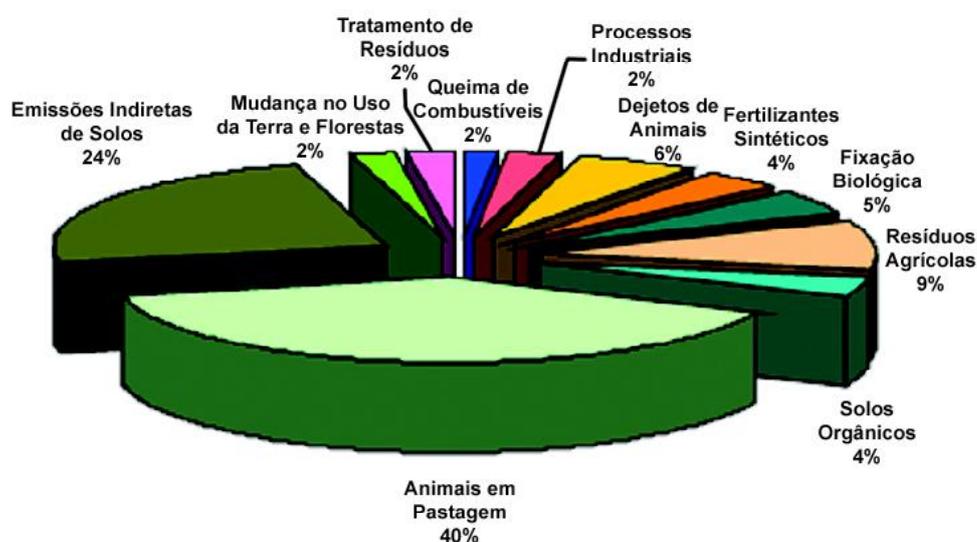
No setor Processos Industriais, as emissões de metano ocorrem durante a produção de petroquímicos, mas tem pequena participação nas emissões brasileiras.

Emissões de Óxido Nitroso N_2O

As emissões deste gás são resultado de práticas agrícolas, processos industriais, queima de combustíveis fósseis e conversão de florestas para outros usos.

No Brasil, as emissões de N_2O provêm, predominantemente, do setor agropecuário (92% em 1994), seja por deposição de dejetos de animais em pastagem, ou em menor escala, pela aplicação de fertilizantes em solos agrícolas. As emissões de N_2O neste setor cresceram 12% entre os anos 1990 a 1994.

Figura 2.7 Emissões de N_2O por Setor



Fonte: MCT, 2004

As emissões de N_2O no setor Energia representaram 1,6% (9 Gg) das emissões totais de N_2O em 1994 pela queima imperfeita de combustíveis.

No setor Processos Industriais, estas emissões ocorrem durante o processo produtivo do ácido nítrico e ácido adípico, mas representaram apenas 2,5% das emissões totais de N_2O em 1994.

No setor Tratamento de Resíduos, as emissões de N_2O ocorrem durante o processo de tratamento de esgoto doméstico, mas sua contribuição para as emissões totais de N_2O foi de apenas 2,2% em 1994.

Estas emissões, de N_2O no setor Mudança no Uso da Terra e Florestas, acontecem pela queima da biomassa nas áreas de desflorestamento. Essas emissões representaram 2,3% (12Gg) do total de emissões de N_2O em 1994 e estão representadas na Figura 2.7.

3 Histórico das Negociações Internacionais

Em 1972, o relatório *Os Limites do Crescimento* de Donella Meadows et al., publicado pelo Clube de Roma, advertia a humanidade para o perigo do esgotamento de recursos naturais, após a metade do século XXI, seguida por uma incontável mortandade da população. Também apontava a mudança climática como uma possível consequência do crescimento econômico. Já nessa oportunidade, os cientistas alertavam sobre a questão do aumento de temperatura no mundo e sobre as mudanças climáticas.

Na década de 1980, as evidências científicas relacionando às emissões de GEE provenientes das atividades humanas começaram a despertar a preocupação pública. Os governos realizaram uma série de conferências internacionais que refletiam essa preocupação apelando para a urgência de um tratado mundial para enfrentar o problema.

Esse trabalho foi revisto 20 anos depois, em 1992, com a publicação de *Além dos Limites* e, em 2004, com *Limites do Crescimento Uma Atualização 30 Anos Depois*.

A despeito de alterações nas previsões da publicação de 1971, a previsão das mudanças climáticas se confirmou. Vale enfatizar a importância do papel da tecnologia cujo desenvolvimento adiou os impactos inicialmente previstos. Tais impactos foram objeto de inúmeros debates devido ao caráter catastrófico do referido relatório.

3.1 Painel intergovernamental sobre mudanças climáticas (Intergovernmental panel on climate change) – IPCC

Foi estabelecido em 1988, conjuntamente, pela Organização Meteorológica Mundial e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, o Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC – constituído por cientistas de diversos países e áreas de conhecimento, com três objetivos: (i) avaliar as informações científicas existentes sobre a mudança do clima, (ii) avaliar os impactos ambientais e socioeconômicos da mudança do clima e (iii) formular estratégias de resposta.

O IPCC está organizado desde seu primeiro período de reuniões, principalmente em três grupos de Trabalho: o Grupo de Trabalho I que contempla aspectos científicos do sistema climático e da mudança do clima; o Grupo de Trabalho II onde são avaliados os impactos mudança do clima, a vulnerabilidade dos sistemas sócio-econômicos e naturais e as opções de adaptação a ela; e o Grupo de Trabalho III que avalia as opções para atenuar a mudança climática (mitigação) e que inclui o Special Group on

Technology Transfer. Além desses, existe um quarto grupo no IPCC, a Força Tarefa em Inventários de Gases de Efeito Estufa (Task Force on National Greenhouse Gas Inventories - TFI), para auxiliar os países a contabilizarem suas emissões de uma forma abrangente e comparável.

O IPCC reúne as mais importantes fontes de informação científica e técnica sobre as mudanças climáticas globais. Seus relatórios servem de base para as políticas globais sobre a mudança do clima. Seu foco de atenção é sobre o efeito dos gases de efeito estufa sem se preocupar com a origem deles, ao contrário da Convenção do Clima que objetiva controlar as emissões antrópicas.

3.2 Convenção quadro das Nações Unidas sobre as mudanças climáticas (United Nations framework convention on climate Change) – UNFCCC

O primeiro Relatório de Avaliação do IPCC de 1990, cobrindo os três Grupos de Trabalho, a avaliação científica, os impactos e as estratégias de resposta em relação à mudança climática, serviu de base para a negociação da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima/CQNUMC (*United Nations Framework Convention on Climate Change/UNFCCC*, pelas siglas em inglês), ou simplesmente Convenção que entrou em vigor em 21 de março de 1994. Atualmente são em torno de 191 Estados membros que aderiram aos termos da Convenção.

O objetivo final desta Convenção é o de alcançar a estabilização das concentrações de GEE na atmosfera num nível que impeça uma interferência antrópica perigosa no sistema climático. Esse nível deverá ser alcançado num prazo suficiente que permita aos ecossistemas se adaptarem, naturalmente, à mudança do clima que assegure que a produção de alimentos não seja ameaçada e que permita ao desenvolvimento econômico prosseguir de maneira sustentável.

Um dos princípios da Convenção é que as Partes devem proteger o sistema climático em benefício das gerações presentes e futuras da humanidade com base na equidade e em conformidade com suas responsabilidades comuns, porém diferenciadas, e respectivas capacidades. Em decorrência, os países desenvolvidos devem tomar a iniciativa no combate à mudança do clima e a seus efeitos.

4 Transferência de Tecnologia no Contexto das Mudanças Climáticas

4.1 Em busca de um novo modelo de desenvolvimento

A Convenção do Clima, ao reconhecer as alterações já provocadas e as possíveis de serem provocadas no clima pelas emissões antrópicas dos gases de efeito estufa - GEE, também reconhecia, igualmente, a necessidade de se adequar o caminho tecnológico para o futuro de

modo a estabilizar as concentrações desses gases num patamar seguro. Os países industrializados tiveram uma trajetória de crescimento econômico que não poderá servir como modelo para os países em desenvolvimento. O conhecimento atual mostrou as falhas do processo e começou a revelar a ameaça do aquecimento global acompanhado de todas as suas conseqüências. A **vulnerabilidade** dos ecossistemas e das comunidades humanas às mudanças climáticas pode-se dar em diversos níveis: agricultura, produção de alimentos e outros fatores como disponibilidade de água. Tecnologias ambientalmente saudáveis precisam ser postas nesse novo cenário, tanto para **mitigação** das emissões de GEE, quanto para **adaptação** aos efeitos das mudanças climáticas. Muitas delas já existem e devem ser amplamente difundidas, através do incentivo do seu uso e da supressão de barreiras à sua implantação, outras ainda precisam ser desenvolvidas, sendo que, neste caso, a sua difusão por todos os países não poderá tardar.

4.2 Transferência de tecnologia

Daí surge o tema da Transferência de Tecnologia que envolve múltiplos aspectos e é tratado especificamente no Artigo 4 da Convenção quando se fala das obrigações dos países². No parágrafo 5 desse artigo, afirma-se que os países desenvolvidos devem adotar todas as medidas possíveis para promover, facilitar e financiar, conforme o caso, a transferência de tecnologias e de conhecimentos técnicos ambientalmente saudáveis, ou o acesso aos mesmos aos países em desenvolvimento.

A Convenção estabeleceu dois órgãos de apoio: o Órgão Subsidiário de Assessoramento Científico e Tecnológico (SBSTA³) e o Órgão Subsidiário de Implementação (SBI⁴). Entre as atribuições do SBSTA está: identificar tecnologias e conhecimentos técnicos inovadores, eficientes e mais avançados, bem como prestar assessoramento sobre as formas e meios de promover o desenvolvimento e/ou a transferência dessas tecnologias.⁵ Por sua vez, o SBI tem, entre outras, a missão de auxiliar a Conferência das Partes (COPs⁶) na preparação e implementação de suas decisões.

Segundo a Agenda 21, as tecnologias ambientalmente saudáveis protegem o meio ambiente, são menos poluentes, usam todos os recursos de forma mais sustentável, reciclam mais seus resíduos e produtos e tratam os dejetos residuais de uma maneira mais aceitável do que as tecnologias que vieram substituir⁷. As tecnologias ambientalmente saudáveis não são apenas tecnologias isoladas, mas sistemas totais que incluem conhecimentos técnico-científicos, procedimentos, bens e serviços e equipamentos, assim como os procedimentos de organização e manejo. Isso significa que, ao analisar a transferência de tecnologias, deve-se também abordar os aspectos da escolha de tecnologia relativos ao desenvolvimento dos recursos humanos e ao aumento do fortalecimento institucional e técnica local, inclusive os aspectos relevantes para ambos os sexos. As tecnologias ambientalmente saudáveis devem ser compatíveis com as prioridades sócio-econômicas, culturais e ambientais nacionalmente determinadas.⁸

² Ver Artigo 4, parágrafos 1.c, 1.h, 3, 7, 8, 9.c e, principalmente, o parágrafo 5;

³ Do inglês *Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice*.

⁴ Do inglês *Subsidiary Body for Implementation*.

⁵ Convenção, Artigo 9, parágrafo 2.c.

⁶ Do inglês *Conference of Parties*.

⁷ Parágrafos 34.1.

⁸ Parágrafos 34.3.

Intensos debates têm sido travados no âmbito das Conferências das Partes para regular o tema da Transferência de Tecnologia (TT), sem que tenham conseguido, contudo, chegar a um acordo. A TT é um processo complexo que envolve muitos interesses, patentes, dinheiro, geopolítica e mesmo transferência de cultura, sendo alvo, por isso mesmo, de difíceis e demoradas negociações. No entanto, vários passos já foram dados.

Logo na primeira Conferência das Partes (COP), foi criada a Iniciativa Tecnológica para o Clima (CTI⁹), por 23 países membros da AIE/OCDE¹⁰ e da Comissão Européia, para focar a difusão e o desenvolvimento de tecnologias e práticas ambientalmente saudáveis.

A partir da COP-4, com sua decisão 4, iniciou-se um processo de consulta para a TT, necessário para a implementação do Artigo 4.5.

A pedido do SBSTA, em 2000, o IPCC¹¹ publicou, por intermédio do Grupo de Trabalho III, um relatório especial intitulado Questões Metodológicas e Tecnológicas em Transferência de Tecnologia¹². O relatório versa sobre o que os governos podem fazer para facilitar e incentivar a transferência das Tecnologias Ambientalmente Saudáveis, mas visa, também, os tomadores de decisão no setor privado, instituições financeiras, agências multilaterais, ONGs e o público interessado.

Como parte dos acordos de Marraqueche, COP-7, foi criada uma estrutura para enquadrar o processo de TT que está no Anexo da Decisão 4/CP.7. Criou-se, também, o Grupo de Especialistas em Transferência de Tecnologia (EGTT¹³) e foi decidida a criação de um suporte financeiro, através do *Global Environment Facility* (GEF), para atividades de TT.

Essa estrutura de TT, estabelecida no Anexo da Decisão 4/CP.7 e utilizada até agora nos documentos básicos das discussões sobre o tema, está dividida em cinco áreas:

- Necessidades de Tecnologia e Avaliação de Necessidades de Tecnologia
- Informação sobre tecnologia
- Ambientes facilitadores
- Capacitação
- Mecanismos de transferência de tecnologia

Segundo o documento do SBSTA de maio de 2006¹⁴, que apresenta o relatório do EGTT sobre o andamento da implementação da estrutura de TT, esses termos têm as seguintes definições:

⁹ Do inglês *Climate Technology Initiative*.

¹⁰ Agência Internacional de Energia / Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico.

¹¹ Do inglês *International Panel on Climate Change* (Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima).

¹² Disponível em inglês em <http://www.grida.no/climate/ipcc/tectran/index.htm>.

¹³ Do inglês *Expert Group on Technology Transfer*.

¹⁴ FCCC/SBSTA/2006/INF.4.

- **Necessidades de tecnologia e avaliação de necessidades de tecnologia TNA** (do inglês *Technology Needs Assessment*) são um conjunto de atividades desenvolvidas no país para identificar e determinar as prioridades tecnológicas de mitigação e adaptação, em particular dos países em desenvolvimento, envolvendo diferentes atores, num processo consultivo para identificar os entraves à transferência de tecnologias e medidas para resolver essas barreiras através de análises setoriais. Essas atividades podem envolver tecnologias leves ou pesadas, tanto para adaptação quanto mitigação, e identificam as opções de políticas, desenvolvem incentivos financeiros e fiscais, além de contribuir para o desenvolvimento de capacitação nacional.
- **Informação sobre tecnologia** define os meios, incluindo o *hardware*, *software* e redes, para facilitar o fluxo de informações entre os diferentes atores para reforçar o desenvolvimento e transferência de tecnologias ambientalmente saudáveis (ESTs¹⁵). Ela poderia fornecer informações sobre parâmetros técnicos, econômicos e ambientais das ESTs e as necessidades de tecnologia identificadas, bem como informações sobre a disponibilidade das ESTs provenientes de países desenvolvidos e as oportunidades de TT.
- **Ambientes facilitadores** centram-se nas ações governamentais, tais como políticas de comércio justas, remoção das barreiras técnicas, legais e administrativas à TT, boa política econômica, estruturas regulatórias e transparência, tudo aquilo que cria um ambiente propício ao setor da TT, tanto público quanto privado.
- **Capacitação**, no contexto do Artigo 4.5, é um processo que visa criar, desenvolver, fortalecer, aumentar e melhorar as competências científicas e técnicas existentes, as capacidades e as instituições... particularmente nos países em desenvolvimento, que lhes permita avaliar, adaptar, gerenciar e desenvolver as ESTs.
- **Mecanismos de transferência de tecnologia** são para facilitar o apoio às atividades financeiras, institucionais e metodológicas: (a) para reforçar a coordenação de toda a gama de interessados em diferentes países e regiões; (b) para empenhá-los nos esforços cooperativos para acelerar o desenvolvimento e a difusão, incluindo transferência das ESTs, do know-how e das práticas..., particularmente nos países em desenvolvimento, através da cooperação tecnológica e parcerias (público/público, privado/público e privado/privado), e (c) para facilitar o desenvolvimento de projetos e programas de apoio a tais fins.

A Convenção tem convidado, desde a Decisão 4/CP.4, e também pela Decisão 9/CP.5, as Partes não Anexo I a relatarem, em suas comunicações nacionais, suas necessidades tecnológicas, na medida do possível. É a fase de reconhecimento do caminho tecnológico a ser seguido pelo país. Para facilitar o levantamento das necessidades tecnológicas, o CTI organizou, em 2002, um guia de orientação¹⁶ e o PNUD¹⁷, em 2004, outro¹⁸.

¹⁵ Do inglês *Environmental Sound Technologies*.

¹⁶ Métodos para Avaliação de Necessidades e Atividades de Implementação em Transferência de Tecnologia de Mudança Climática: Experiências e Abordagens em Países em Desenvolvimento e em Transição, disponível em inglês em <http://ttclear.unfccc.int/ttclear/jsp/>.

¹⁷ Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (*United Nations Development Program* - UNDP).

¹⁸ Conduzindo Avaliações de Necessidades Tecnológicas para a Mudança do Clima, disponível em inglês em <http://ttclear.unfccc.int/ttclear/jsp/>.

Através do EGTT, recursos foram também canalizados na criação de um manual para mostrar como enquadrar um projeto prático num planejamento objetivo e bem estruturado para se poder pedir, com maiores chances de sucesso, um financiamento a uma das diversas instâncias nacionais ou internacionais⁴. Essas informações são importantes tanto para países pobres quanto para determinados grupos e comunidades dentro de países em desenvolvimento que sejam carentes de capacitação técnico-administrativa para a solução de seus problemas.

O SBSTA mantém um portal na internet²⁰, chamado TT:CLEAR, que pretende reunir todas as informações relevantes sobre o tema da Tecnologia. Lá, todos os documentos relevantes podem ser encontrados, bem como uma lista de projetos e tecnologias relacionadas às mudanças climáticas. Listas que, no entanto, são pouco esclarecedoras e ainda incompletas.

De qualquer maneira, o ponto fundamental para cada país continua sendo o primeiro da estrutura apresentada anteriormente, a TNA, o conhecimento da sua realidade. O processo de aprendizado conta já com a realização de diversos workshops internacionais, além dos diversos materiais de suporte já elaborados.

Nos últimos cinco anos cresceu a demanda para ações imediatas de follow-up em duas áreas principais: primeiro, continuar a assistir os países em desenvolvimento a avaliar, priorizar e atualizar suas necessidades tecnológicas e, segundo, providenciar assistência técnica a desenvolvedores de projetos nos países em desenvolvimento, para converter idéias e conceitos em propostas de projetos que atendam aos padrões internacionais das agências de financiamento.

São 94 países em desenvolvimento que já começaram suas avaliações de necessidades tecnológicas TNAs, entre os quais não se encontra o Brasil, sendo que os 26 primeiros estão disponíveis num relatório do SBSTA²¹. Todas essas atividades foram custeadas pelo GEF, 80 através do PNUD e 14, do PNUMA²². Atualmente são 34 os relatórios de TNA. Esse processo de avaliação pode ser sempre melhorado para representar mais fielmente a situação do país.

Um roteiro possível para se chegar à TNA, conforme sugerido pelo Manual do PNUD (nota 17), pode ser dividido nas seguintes atividades:

- 1- Preparar uma análise preliminar dos setores.
- 2- Identificar critérios de tecnologia para avaliação.
- 3- Priorizar setores e selecionar tecnologias.
- 4- Identificar barreiras e políticas necessárias.
- 5- Definir e selecionar opções.
- 6- Preparar um relatório síntese.

¹⁹ Guia para o preparo de projetos de transferência de tecnologia para financiamento, lançado em 2006, disponível somente em inglês em http://ttclear.unfccc.int/ttclear/pdf/pract_guide_06_en.pdf.

²⁰ Endereço: <http://ttclear.unfccc.int/ttclear/jsp/>.

²¹ FCCC/SBSTA/2006/INF.1.

²² Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (*United Nations Environmental Program* - UNEP).

A partir daí, uma série de ações poderá ser tomada. O relatório de TNA pode ser visto como uma ferramenta efetiva para os tomadores de decisão e instituições internacionais que possam estar envolvidos com o processo de TT. O próprio levantamento dessas informações pelo país já será um exercício extremamente importante por si só, sem falar nas possibilidades que ele abre.

4.3 Possibilidades de investimentos

Um ponto chave na TT é o aspecto financeiro que envolve o processo. Enquanto os países em desenvolvimento lutam nas COPs para que essa transferência aconteça sem ônus para eles, os países industrializados não admitem perder suas patentes e competitividade, e contrapõem à primeira proposta um sistema de financiamento de projetos de transferência tecnológica.

O fundo de investimentos do GEF aloca e desembolsa cerca de US\$ 250 milhões por ano em projetos de eficiência energética, energias renováveis e transporte sustentável. Há também um Fundo Especial para Mudança do Clima, que financia programas tecnológicos que procurem aumentar a capacitação em tecnologias específicas (cerca de US\$ 6 milhões). Um dos pontos da Decisão 3/CP.12 requer ao GEF que providencie fundos aos países não Anexo I para que conduzam suas TNAs, como parte da Segunda Comunicação Nacional deles.²³

O próprio Protocolo de Quioto, através do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL, é uma forma de financiamento e de incentivo a transferências de tecnologias, como de fato vem ocorrendo no Brasil. Esse processo pode ser ainda mais incentivado.

Já a Comissão para Assistência ao Desenvolvimento da OCDE tem desembolsado US\$ 2,8 bilhões por ano em forma de ajuda bilateral relacionada às mudanças climáticas. A maior parte tem ido para os setores de energia e transportes.

O Banco Mundial possui uma série de fundos de carbono para demonstrar como atingir reduções importantes de GEE enquanto se contribui para o desenvolvimento sustentável.

O PNUD está estabelecendo um mecanismo para financiamento de projetos de redução de emissões, que ajudem a atingir as Metas de Desenvolvimento do Milênio para os países em desenvolvimento.

Também o PNUMA tem parcerias com instituições financeiras para promover as áreas de meio ambiente, sustentabilidade e performance financeira simultaneamente.

Não se deve esquecer também o papel das empresas privadas estrangeiras, que, em 2005, totalizaram um fluxo de investimento direto em países em desenvolvimento da ordem de US\$ 237,5 bilhões²⁴. Assim, é crítico o fornecimento de condições necessárias para encorajar esse fluxo, que tem priorizado os setores da indústria, suprimento de energia e transporte.

²³ Decisão 3/CP.12, parágrafo 1(e), disponível em inglês em <http://unfccc.int/resource/docs/2006/cop12/eng/05a01.pdf#page=9>.

²⁴ Informação contida na apresentação do Sr. Julian Florin Vladu, do Secretariado da UNFCCC, no seminário sobre TNA, em Banghok, 2007.

4.4 Transferência de tecnologia no Brasil

O Brasil ainda não fez sua TNA conforme pedido pela Convenção, o que poderia ajudar a equacionar melhor os aspectos de mitigação dos GEE e de adaptação às mudanças climáticas. Embora sem metas de redução de emissões, por ser país não Anexo I, o Brasil também deve pensar nesse aspecto, levando em conta o princípio das responsabilidades comuns mas diferenciadas e suas prioridades de desenvolvimento, objetivos e circunstâncias específicos, nacionais e regionais, de acordo com o Artigo 4 da Convenção. Principalmente, porque há diversas oportunidades onde a troca de tecnologia resulta tanto em redução de emissões, quanto em aumento de eficiência e economia. Essas devem ser as primeiras a serem implementadas. Para outras situações, quando investimentos sem retorno são necessários para se baixar emissões, mecanismos internacionais devem ser buscados.

As mudanças climáticas têm entrado cada vez mais no noticiário brasileiro e na pauta dos altos escalões do governo. No ano passado foi criado, através do Decreto Nº 6.263, de 21/11/2007, o Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM), para a elaboração do Plano Nacional sobre Mudança do Clima, a ser estruturado, com ampla consulta pública, em quatro eixos temáticos:

- I - mitigação;
- II - vulnerabilidade, impacto e adaptação;
- III - pesquisa e desenvolvimento; e
- IV - capacitação e divulgação.

Com isso, abre-se uma excelente oportunidade de avanço no enfrentamento das mudanças climáticas no país. Uma análise do Primeiro Inventário de GEE, publicado em 2004, mostra os setores onde mais se emitiram GEE em 1994:

- 75% das emissões de CO₂ no setor de mudança de uso da terra e floresta, sendo que 96% delas podem ser creditadas à conversão de florestas em atividades de agricultura e pecuária.
- 98% das emissões de CO₂ do setor energia são devido à queima de combustíveis fósseis.
- 80% das emissões de CO₂ do setor de processos industriais são devido à produção de cimento e cal.
- 77% das emissões de CH₄ são devido ao setor agropecuário.
- 92% das emissões de N₂O são devido ao setor agropecuário.

Assim, tecnologias de mitigação poderiam ser buscadas para, por exemplo:

- Melhorar o aproveitamento de terras degradadas;
- Estimular a plantação de florestas energéticas;
- Aumentar a eficiência no uso da energia elétrica;
- Reduzir os desperdícios de matérias-primas e insumos básicos, como água;
- Diminuir a fermentação entérica do gado bovino;
- Aprimorar o uso dos fertilizantes nitrogenados, tanto sintéticos quanto de animais;
- Estimular o aproveitamento de resíduos agrícolas;

- Produzir álcool a partir da celulose;
- Gerar eletricidade através de fontes alternativas ou menos emissoras (eólica, fotovoltaica, bagaço, PCH).
- Produzir motores mais eficientes, tanto a combustão quanto elétricos;

As tecnologias de adaptação podem incluir:

- Aprimoramento dos sistemas de imagens de satélite;
- Desenvolvimento de cultivares resistentes às futuras condições climáticas;
- Melhoria do sistema de previsão climática;
- Melhoria dos sistemas de atendimento aos desastres naturais;
- Controle sobre os vetores de doenças;

Somente um trabalho extenso, com o apoio de universidades, centros de tecnologia, organizações públicas e privadas, ONGs e outros atores interessados, poderá levar um país tão extenso e diversificado como o Brasil a ter um levantamento representativo das suas reais necessidades tecnológicas para enfrentar as mudanças climáticas, tanto no campo da mitigação quanto da adaptação. Um mapa completo da situação é imprescindível para os tomadores de decisão no país.

4.5 Outras alternativas de mitigação

A geração de energia quase sempre está associada à geração também de CO₂. Este não é o caso do uso da energia nuclear para geração de eletricidade, onde o calor do processo de fissão nuclear produz vapor, em ciclo fechado, que é conduzido para produzir trabalho mecânico e, por fim, eletricidade. Os problemas associados à energia nuclear estão ligados ao perigo da radioatividade, tanto na fase de operação quanto na guarda dos resíduos radioativos de forma segura por milhares de anos. Por isso, a energia nuclear não é uma solução unânime para o problema do aquecimento global, não estando incluída entre as opções de mitigação do Protocolo de Quioto.

Outra forma de redução de emissões de CO₂ é a captura desse gás, a partir de grandes fontes emissoras, como as termelétricas, e o seu armazenamento em estruturas geológicas profundas e estáveis, como poços esgotados de petróleo ou aquíferos salinos, numa técnica denominada *Carbon Capture and Storage* - CCS.

Essa técnica, compreende métodos de separação do CO₂ da coluna de gases de exaustão, sua compressão e transporte até os locais de injeção, a própria injeção nas estruturas geológicas e o monitoramento de sua permanência nos locais apropriados. A técnica de CCS está em franco desenvolvimento, mas enfrenta grandes oposições para que seja aceita no Protocolo de Quioto, por diversas questões, como responsabilidade sobre as operações, dificuldades de monitoramento, e até éticas, por poder ameaçar gerações futuras se a contenção do CO₂ não for efetiva no longo prazo. Outro problema intrínseco é que ela não sinaliza no curto prazo, no sentido de reduzir o uso de combustíveis fósseis na geração de energia.

Ainda existem diversas outras soluções teóricas propostas para se evitar o aquecimento global, como a filtragem de CO₂ diretamente do ar, a fertilização dos oceanos com uso de ferro adicionado para multiplicação de plâncton, a carbonatação mineral, formação artificial de nuvens para bloquear parte da energia do sol e até colocação de espelhos refletores no espaço. Um estudo de Araujo et al. (2007) faz uma análise dos problemas éticos criados por propostas de geo-engenharia como as descritas na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 Propostas de Geo-engenharia

	Viabilidade (1 to 10)	Custo (\$ to \$\$\$\$)	Risco (1 to 10)	Descrição geral e comentários
Armazenamento geológico de CO ₂	10	\$\$	4	CO ₂ pode ser armazenado em reservatórios de petróleo, minas de carvão e aquíferos salinos. Estima-se que reservatórios subterrâneos e aquíferos salinos poderiam armazenar até 200.000 gigatoneladas.
Filtragem de CO ₂ do ar	4	\$\$\$	4	Extrair dióxido de carbono do ar ambiente.
Fertilização do oceano	10	\$	9	Adição de ferro ao oceano poderia esfriar o planeta pelo plâncton que absorve CO ₂ .
Fazer CO ₂ virar pedra	7	\$	3	Conhecido como carbonatação mineral.
Formação de nuvens para refletir a luz do sol	6	\$\$	7	Não envolve captura de dióxido de carbono. Mas o foco é sobre a diminuição do calor pela reflexão ou filtragem dos raios de sol que chegam. Seria como um espelho para a radiação solar incidente.
Refletir a luz do sol com um espelho	1	\$\$\$\$	5	Espelho gigante no espaço posicionado entre a Terra e o Sol para interceptar a luz solar.

Fonte: MUYLAERT, M.S. et al., 2007

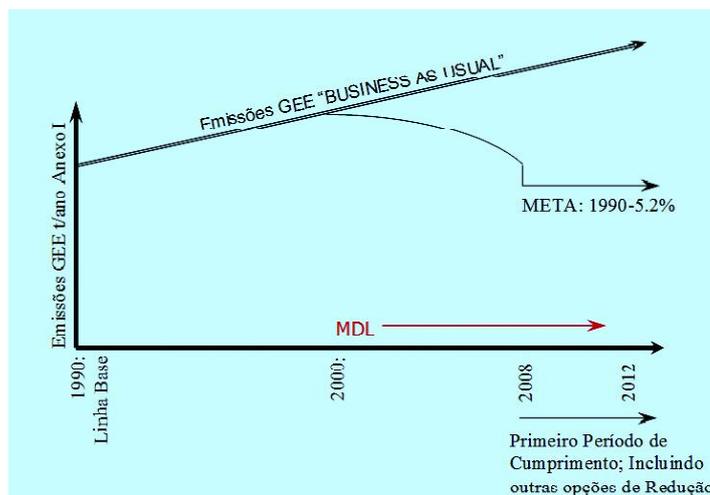
Nesta tabela, os autores procuraram apresentar uma breve visão das várias estratégias e graus de incertezas, custos e riscos.

5 Protocolo de Quioto

O Protocolo de Quioto estabelece metas quantitativas baseado no princípio de responsabilidades comuns porém diferenciadas de redução de emissões de GEE e os chamados Mecanismos de Flexibilização que poderão ser utilizados pelas Partes incluídas no Anexo I da Convenção, com objetivo de cumprir suas metas obrigatórias.

O PQ foi aberto para assinatura em março de 1998 e para entrar em vigor 90 dias, após a sua ratificação por pelo menos 55 Partes da Convenção, incluindo os países desenvolvidos que contabilizaram pelo menos 55% das emissões totais de dióxido de carbono em 1990 desse grupo de países industrializados, o que ocorreu em 2005.

Figura 5.1 Protocolo de Quioto Metas



Segundo o PQ, as Partes Anexo I devem assegurar que suas emissões antrópicas de GEE não excedam suas quantidades atribuídas, reduzindo suas emissões, no total, em pelo menos 5,2% em relação aos níveis de 1990, no período de 2008-2012. (ver Tabela 5.1 e Box 5.1)

O PQ começou a ser juridicamente obrigatório para as Partes, a partir do 16 de fevereiro de 2005. Sendo considerado o primeiro instrumento legal internacional que propõe uma solução comercial para um problema ambiental legal.

O PQ definiu os gases de efeito estufa que devem ser considerados pelas Partes incluídas no Anexo I da Convenção.

a) Gases de efeito estufa

- Dióxido de carbono (CO_2)
- Metano (CH_4)
- Óxido nitroso (N_2O)
- Hidrofluorcarbonos (HFCs)
- Perfluorcarbonos (PFCs)
- Hexafluoreto de enxofre (SF_6)

Esses gases têm sua equivalência em relação ao dióxido de carbono estabelecido pelo Segundo Relatório de Avaliação do IPCC, 1995, através dos respectivos GWP, conforme indicado na Tabela 1.3.

b) ANEXO B DO PQ

Estão listados os compromissos quantificados de limitação ou redução de emissões.

A Tabela 5.1 mostra as reduções de emissões das Partes, em virtude do PQ. Os países industrializados devem reduzir suas emissões combinadas dos seis grandes GEE. Por exemplo, a Comunidade Européia deverá reduzir suas emissões combinadas em 8%, no entanto o Japão, Canadá, Hungria, deverão fazê-lo em 6%. Para muitos países conseguir estas metas será um desafio que requererá novas políticas e novos planejamentos. No caso de Austrália, Islândia e Noruega, poderão ter um crescimento na ordem de 8%, 10% e 1%, respectivamente.

Tabela 5.1 Anexo B do Protocolo de Quioto: compromisso quantificado de limitação ou redução de emissões

Alemanha	92	Estônia*	92	Luxemburgo	92
Austrália	108	Federação Russa*	100	Mônaco	92
Áustria	92	Finlândia	92	Noruega	101
Bélgica	92	França	92	Nova Zelândia	100
Bulgária*	92	Grécia	92	Países Baixos	92
Canadá	94	Hungria*	94	Polônia*	94
CE **	92	Irlanda	92	Portugal	92
Croácia*	95	Islândia	110	Reino Unido ****	92
Dinamarca	92	Itália	92	República Tcheca	92
Eslováquia*	92	Japão	94	Romênia	92
Eslovênia*		Letônia*	92	Suécia	92
Espanha	92	Liechtenstein	92	Suíça	92
EUA***	93	Lituânia	92	Ucrânia*	100

* Países em processo de transição para uma economia de mercado

** Comunidade Européia

*** Estados Unidos da América

**** e Irlanda do Norte

BOX 5.1 Compromissos de Redução dos Países da Comunidade Européia.

O Protocolo de Quioto estabeleceu metas para os países Anexo I, permitindo que eles pudessem se organizar em grupos regionais. A Comunidade Européia assumiu então o compromisso de redução de 8% e rescalonou as metas para os países membros.

A Comunidade Européia, antecipando-se ao período de compromisso de Quioto, de 2008 a 2012, estabeleceu internamente o comércio de emissões, o European Trade Scheme ETS, usando as unidades de redução do Protocolo de Quioto e chamadas de European Union Allowances EUA, a serem comercializadas entre as empresas, segundo metas proporcionais.

Alemanha	79%
Austria	87%
Bélgica	92,50%
Dinamarca	79%
Espanha	115%
Finlândia	100%
França	100%
Grécia	125%
Irlanda	113%
Itália	93,50%
Luxemburgo	72%
Países Baixos	94%
Portugal	127%
Reino Unido e Irlanda do Norte	87,50%
Suécia	104%

Fonte: Official Journal of the European Communities, 2002

5.1 Mecanismos de flexibilização

Para facilitar o cumprimento de redução de emissões, pelas Partes - países do Anexo I - o PQ cria três mecanismos de flexibilização, segundo os quais, estes países podem adquirir unidades de redução de emissões de GEE, através de aquisição direta ou através de investimentos em projetos em outros países. Todas essas unidades são expressas em toneladas de equivalentes de dióxido de carbono, t CO₂ eq.

Esses mecanismos são:

a) Implementação Conjunta IC (art. 6 de PQ)

Joint Implementation - JI

O mecanismo permite que qualquer Parte incluída no Anexo I pode transferir para ou adquirir de qualquer outra dessas Partes, unidades de redução de emissões conhecidas em inglês como Emission Reduction Units - ERUs, resultantes de projetos visando a redução das emissões antrópicas por fontes ou o aumento das remoções antrópicas por sumidouros de GEE, em qualquer setor da economia.

Os projetos devem promover mitigação adicional à que ocorreria em sua ausência, além de ser aprovadas pelos Países Anexo I.

b) Comércio de Emissões CE (art. 17 de PQ)

Emissions Trading - ET

Segundo este mecanismo, as Partes incluídas no Anexo B do PQ podem participar do Comércio de Emissões - Emissions Trading - ET, com objetivo de cumprir os compromissos assumidos sob art.3 do PQ. Esse comércio deve ser suplementar às ações domésticas destinadas ao cumprimento destas metas.

c) Mecanismo de Desenvolvimento Limpo MDL (art. 12 de PQ)

Clean Development Mechanism - CDM

Este mecanismo esteve baseado na proposta brasileira de 1997, de estabelecimento de um Fundo de Desenvolvimento Limpo, adotado pelo grupo G77 + China, que modificado, torna-se mecanismo adotado em Quioto.

Os países industrializados (Anexo I) poderão realizar atividades de projetos de redução de emissões, nos países em desenvolvimento (não-Anexo I), e as reduções daí resultantes, poderão ser usadas no cumprimento das metas que o país industrializado tiver que cumprir.

As reduções do MDL são denominadas Reduções Certificadas de Emissões - RCEs (ou CER, do inglês Certified Emission Reduction). A Figura 5.2 ilustra como os países Anexo I podem utilizar recursos, tecnologia e know-how, para incentivar atividades de projetos MDL* e obter as RCEs, propriamente conhecidas como créditos de carbono.

* em países em desenvolvimento.

Figura 5.2 Transferência de recursos, tecnologia e know-how



Fonte: Autores

Os objetivos deste mecanismo são:

- Assistir às Partes incluídas no Anexo I a cumprir seus compromissos quantificados de limitação e redução de emissões.
- Assistir às Partes Não-Anexo I para que atinjam o **Desenvolvimento Sustentável**²⁵.
- Contribuir com o objetivo final da Convenção de estabilização da concentração atmosférica de GEE.

É o único mecanismo que inclui países em desenvolvimento (Países Não-Anexo I), que não possuem metas de redução de emissões.

c.1) Garantia do Projeto de MDL

As reduções de emissões como resultado de um projeto MDL devem ser certificadas por uma entidade operacional designada pela Conferência das Partes. A entidade operacional deve verificar se o projeto proposto atende a toda regulamentação do MDL/CDM.

c.2) Linha de Base

É um cenário projetado, que define claramente qual seria o plano de negócios original (negócio usual Business As Usual/BAU). Considera os impactos sociais, econômicos e ambientais das atividades antrópicas sobre as emissões de GEE, na ausência de medidas humanas intencionais de mitigação.

²⁵ Segundo Gro Harlem Brundtland, o Desenvolvimento Sustentável é aquele capaz de suprir as necessidades da geração atual sem comprometer a capacidade de atender às necessidades das gerações futuras. É o tipo de desenvolvimento que não esgota os recursos para o futuro. (Relatório Brundtland, 1987).

É específica para cada projeto, leva em conta limites, fugas²⁶, circunstâncias nacionais e/ou políticas setoriais. São as emissões atuais ou históricas. Deve mostrar barreiras que dificultam a implantação do projeto proposto (ex. tecnologia não disponível, mais cara, etc.).

Considera-se linha de base o cenário utilizado como referência para estimar as emissões na ausência do projeto, ou seja, a continuidade das emissões atuais ou históricas.

Para se determinar a linha de base, deve-se usar uma metodologia aprovada pelo órgão de controle do MDL, o Conselho Executivo.

As abordagens que podem ser seguidas numa metodologia de linha de base, são:

c.2.1) Emissões atuais ou históricas

Nessa abordagem, a linha de base é a tecnologia em utilização no local onde será implantado o projeto. Assume-se que o nível futuro de emissões de GEE acompanhará a tendência atual (ou passada) observada na unidade de produção.

c.2.2) Emissões geradas por tecnologia que represente custo economicamente atrativo de ação, considerando-se as barreiras para a realização do investimento.

Esta abordagem supõe que a linha de base seja a tecnologia normalmente utilizada no setor da atividade, sob as condições de mercado prevalecentes, e demonstra que existem obstáculos (por exemplo, custos financeiros relativamente mais altos) que dificultam a implantação do projeto MDL/CDM.

c.2.3) Emissões geradas por tecnologia que seja a melhor comercialmente disponível no setor da atividade.

Neste caso, a estimativa das emissões da linha de base é realizada pela média de emissões de projetos similares produzidas nos cinco anos anteriores, em circunstâncias sociais, econômicas, ambientais e tecnológicas semelhantes, e cujo desempenho esteja entre os primeiros 20% de sua categoria.

c.3) Conceito de Adicionalidade.

O Protocolo de Quioto, ao criar o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo em seu Artigo 12, diz, no Parágrafo 5:

5. As reduções de emissões resultantes de cada atividade de projeto devem ser certificadas por entidades operacionais a serem designadas pela Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Protocolo, com base em:

(a) Participação voluntária aprovada por cada Parte envolvida;

²⁶ Fugas (leakage) É o aumento de emissões de gases de efeito estufa que ocorre fora dos limites de um projeto MDL, atribuível a esse projeto. A fuga precisa ser descontada da quantidade de reduções obtidas pelo projeto.

(b) Benefícios reais, mensuráveis e de longo prazo relacionados com a mitigação da mudança do clima, e

(c) Reduções de emissões que sejam adicionais a quaisquer que ocorreriam na ausência da atividade certificada de projeto.

O Parágrafo 5.c define uma característica fundamental das reduções de emissões (que serão certificadas, ou seja, serão contadas como RCEs ou créditos de carbono) relativas à atividade de projeto: devem ser adicionais a quaisquer que ocorreriam na ausência da atividade certificada de projeto ²⁷.

Esse é o ponto onde surge o conceito de adicionalidade para as atividades de projetos MDL. Conforme a Decisão 17/CP.7, que definiu as primeiras regras do MDL, o conceito de adicionalidade está expresso no parágrafo 43 das Modalidades e Procedimentos para um Mecanismo de Desenvolvimento Limpo²⁸, que afirma:

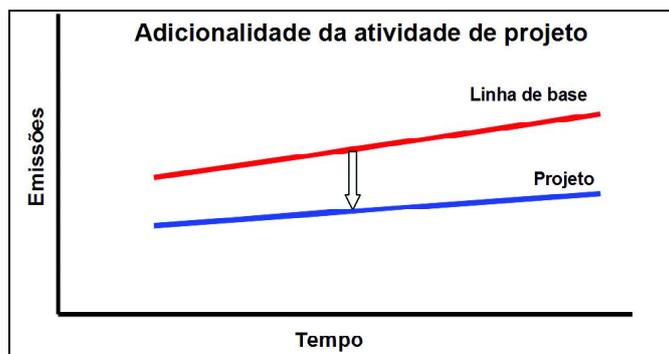
Uma atividade de projeto MDL é adicional se as emissões antrópicas de gases de efeito estufa por fontes são reduzidas a níveis inferiores aos que teriam ocorrido na ausência da atividade de projeto de MDL registrada.

De outra forma:

Adicionalidade de um projeto significa que este só está sendo realizado por causa do MDL e está gerando reduções de gases de efeito estufa que não ocorreriam na sua ausência.

A Figura 5.3 é uma tentativa de mostrar o conceito de adicionalidade de forma sucinta, a partir da experiência acumulada atualmente.

Figura 5.3 Linha de Base



Fonte: Autores

²⁷ Artigo 12, parágrafo 5.c: Reductions in emissions that are additional to any that would occur in the absence of the certified project activity.

²⁸ Modalities and procedures for a clean development mechanism, anexo da Decisão 17/CP-7.

Para que a adicionalidade seja caracterizada, a seguinte pergunta deve ser respondida afirmativamente:

O registro do projeto como MDL é fundamental para que ele seja implementado, superando seus obstáculos, sejam eles puramente econômicos ou de outra natureza, mas que exijam recursos?

É importante notar que as reduções conseguidas pelo projeto MDL serão usadas por um país Anexo I no cumprimento de sua meta. Caso o projeto não existisse, esse país teria que fazer a mesma redução de uma outra forma. Assim, para efeitos globais, não é importante a redução em si, já que ela ocorreria de qualquer forma em algum lugar, e, sim, o estímulo, no Brasil, de tecnologias ambientalmente saudáveis, ou a transferência dessas tecnologias, ou do saber associado, para cá. Disso decorre outro fato importante: caso a atividade de projeto fosse feita de qualquer maneira, ou seja, sem adicionalidade, a permissão para que o país Anexo I emitisse gases de efeito estufa, contida em eventuais créditos de carbono indevidos, seria simplesmente prejudicial ao clima.

Por exemplo, se uma atividade de projeto for obrigatória no país, fazendo com que se reduzam as emissões de gases de efeito estufa, essa atividade não poderá ser registrada no MDL. Mas se a legislação não obrigar, apenas incentivar essas atividades no país, o Conselho Executivo, que regula e esclarece os diversos aspectos do MDL, considerou que ela não impede que tais atividades sejam registradas, ou seja, não tira a adicionalidade das atividades de projeto assim incentivadas²⁹.

Por isso, em toda atividade de projeto, esse ponto deve ser claramente explicado no DCP, que reúne todas as informações importantes do projeto.

O Guia para se Preencher um DCP ou nova metodologia , indica que a informação usada para determinar adicionalidade de uma atividade de projeto não deve ser considerada proprietária ou confidencial. Os participantes de projeto deverão descrever a adicionalidade de uma forma transparente e conservadora. O escopo e o detalhe da descrição no DCP deveriam permitir as partes interessadas reproduzir o racional do projeto³⁰.

²⁹ Ver EB16 Anexo 3 Tipo E - : Políticas ou legislação que dêem vantagens comparativas a tecnologias relacionadas a menores emissões em relação a outras de maiores emissões (por exemplo, subsídios públicos para promover a difusão de energia renovável ou para financiar programas de eficiência energética) e que tenham sido implementadas desde 11/11/2001 (adoção da Decisão 17/CP.7) podem não ser levadas em consideração no desenvolvimento de um cenário de linha de base (i.e. o cenário de linha de base deveria se referir a uma situação hipotética sem que essas políticas ou legislação sejam consideradas).

³⁰ Guidelines For Completing The Project Design Document (CDM-PDD), And The Proposed New Baseline And Monitoring Methodologies (CDM-NM) , versão 06.2, disponível em http://cdm.unfccc.int/Reference/Documents/GuideI_Pdd_most_recent/English/Guidelines_CDM_PDD_NM.pdf .

c.4) Projetos de redução de emissões grande escala

Há metodologias de linha de base e monitoramento que indicam os passos para que essa adicionalidade seja demonstrada. Em geral, porém, esse procedimento é passado para uma metodologia específica, denominada, Ferramenta para demonstração e avaliação de adicionalidade³¹. Quando uma ferramenta é citada numa metodologia de linha de base e monitoramento, ela passa a fazer parte dessa metodologia³². Apesar disso, a COP/MOP-2 confirma que essas ferramentas não são obrigatórias e que os participantes de projeto podem propor métodos alternativos para demonstrar a adicionalidade, a serem considerados no Conselho Executivo, inclusive para os casos em que a ferramenta seja citada numa metodologia aprovada³³.

Há também uma ferramenta combinada, para identificar a linha de base e demonstrar a adicionalidade³⁴. Essa é uma opção que os proponentes de projeto podem usar e que a própria ferramenta anterior autoriza. Para que seja utilizada, porém, é necessário que todos os potenciais cenários à atividade de projeto sejam opções disponíveis aos participantes do projeto.

Atividades de projeto que têm data de início antes da sua validação, têm que mostrar evidência que o incentivo do MDL foi seriamente considerado na decisão em seguir em frente na sua implementação. Essa evidência deverá ser baseada em documentação (preferencialmente oficial, legal e/ou outra institucional) que estava disponível no início da atividade de projeto, ou antes³⁵. Tais atividades de projeto só podem pedir créditos após seu registro no Conselho Executivo.

c.5) Ferramenta para demonstração e avaliação de adicionalidade

Essa ferramenta é uma abordagem passo-a-passo para demonstrar e avaliar a adicionalidade. Os passos incluem:

- c.5.1)** Identificação das alternativas à atividade de projeto;
- c.5.2)** Análise de investimento para determinar se a atividade de projeto proposta não é a mais economicamente ou financeiramente atrativa ou, simplesmente, que não é economicamente ou financeiramente viável;
- c.5.3)** Análise de barreiras; e
- c.5.4)** Análise da prática comum.

Essa ferramenta será aqui mostrada de forma simplificada. Para maiores detalhes, veja o texto completo (Nota 31).

c.5.1) Alternativas à atividade de projeto

As alternativas à atividade de projeto, disponíveis aos participantes do projeto ou a outros empreendedores, precisam ser consistentes com a legislação aplicável, levando-se em consideração

³¹ Tool for the demonstration and assessment of additionality , versão 05, disponível em http://cdm.unfccc.int/methodologies/PAMethodologies/AdditionalityTools/Additionality_tool.pdf .

³² Ver EB21-parágrafo 17, disponível em http://cdm.unfccc.int/EB/021/EB21_para17_Ref_to_AT.pdf .

³³ Ver Decisão 7/CMP.2, para 28, disponível em <http://unfccc.int/resource/docs/2005/cmp1/eng/08a01.pdf#page=93>.

³⁴ Combined tool to identify the baseline scenario and demonstrate additionality , versão 02, disponível em http://cdm.unfccc.int/Reference/Guidclarif/EB28_repan14_Combined_tool_ver02.pdf .

³⁵ Guidelines For Completing The Project Design Document (CDM-PDD), And The Proposed New Baseline And Monitoring Methodologies (CDM-NM) , versão 06.2, seção B.5 (Nota 6).

que possa haver leis que não sejam sistematicamente observadas. Alternativas possíveis deveriam fornecer os mesmos produtos ou serviços, com qualidade, propriedades e áreas de aplicação comparáveis.

Os proponentes de projeto podem escolher a análise de investimento, primeiro, e, opcionalmente depois, completá-la com a análise de barreiras. Dessa análise deve resultar que a atividade proposta não seria feita sem os benefícios do MDL.

Como forma de complementar o processo, é necessário que se faça a análise de prática comum: não se observa nenhuma atividade semelhante ou, caso isso aconteça, existem diferenças essenciais entre o projeto MDL proposto e as atividades semelhantes, diferenças essas que devem ser explicadas.

c.5.2) Análise de Investimento

Pode ser feita de três formas:

Opção I: **Análise de custo simples**, caso a atividade de projeto não gere nenhum lucro além dos créditos de carbono.

Opção II: **Análise por comparação de investimentos**, em que é necessária a escolha de um indicador financeiro, tais como TIR, VPL, relação custo/benefício ou custo de serviço (por exemplo, \$/kWh padronizado), da forma mais aplicável ao projeto e ao contexto decisório.

Opção III: **Análise de padrão de referência (*Benchmark*)**, onde se identifica o indicador financeiro relevante, como a TIR na opção anterior, mais adequado para o tipo de projeto e o contexto de decisão, comparando-o então com um padrão de referência (*Benchmark*). Esse padrão deve representar um retorno médio no mercado, considerando o risco específico do tipo de projeto, sem subjetividade. Três tipos de padrões de referência são considerados:

- Taxa de títulos do governo, podendo ser aumentado de um risco adequado, nesse caso confirmado por um especialista financeiro independente, para refletir investimento privado e/ou tipo de projeto;
- Estimativas do custo de financiamento e retorno requerido do capital, baseado em análises de banqueiros e retorno desejado por fundos privados / investidores em ações, em projetos semelhantes.
- Um padrão de referência interno da empresa (custo de capital médio ponderado da empresa) se houver apenas um desenvolvedor potencial do projeto. Os participantes de projeto devem demonstrar que esse padrão foi consistentemente usado no passado, ou seja, atividades de projeto sob condições similares desenvolvidas pela mesma empresa usaram o mesmo padrão.
- Um padrão de referência oficial ou governamental aprovado e que seja utilizado para decisões de investimento.
- Quaisquer outros indicadores, se for demonstrado que as anteriores não satisfazem.

Os parâmetros utilizados nas opções II e III deverão ser padrões no mercado, considerando as características específicas dos projetos, mas não ligados à expectativa de rentabilidade subjetiva ou padrão de risco de um particular desenvolvedor de projeto.

A análise de investimento deve ser apresentada de forma transparente, como anexo ou internamente ao DCP, de modo que um leitor possa reproduzir a análise e obter os mesmos resultados. Da comparação das alternativas deve resultar que o projeto MDL proposto não é o mais atrativo, sem os créditos de carbono, ou, simplesmente, que não é economicamente ou financeiramente atrativo. Caso tenham sido usadas as Opções II ou III, uma análise de sensibilidade dos parâmetros envolvidos deve ser feita para garantir que o resultado continue o mesmo.

c.5.3) Análise de Barreiras

Essa análise deve indicar que existe uma ou mais barreiras que impede a atividade do projeto de ser feita, mas não impede alguma outra alternativa. É necessário apresentar evidências documentadas e transparentes e oferecer interpretação conservadora delas. São exemplos:

- Barreiras de investimentos, diferentes das descritas na análise de investimentos ;
- Barreiras tecnológicas, por exemplo falta de pessoal de operação/manutenção, falta de infraestrutura, riscos tecnológicos ou indisponibilidade da tecnologia na região;
- Barreiras devido à prática dominante, por exemplo, o projeto é o primeiro do seu tipo .
- Outras barreiras preferivelmente, como exemplo, na metodologia em uso

c.5.4) Análise de prática comum

Essa fase é um complemento final da análise da adicionalidade, um teste de credibilidade. Outras atividades de projeto similares (mas não projetos MDL, sejam eles registrados ou em validação) e que estejam em operação devem ser consideradas, mostrando-se até que ponto essas atividades estão difundidas. Se existirem muitas atividades semelhantes, deve-se mostrar por que a atividade de projeto proposta não é atrativa financeira/economicamente ou enfrenta barreiras, em face às outras. Se não houver como ter acesso a informação/dados de projetos semelhantes, o DCP deve conter justificativa nesse sentido.

c.6) Projetos de redução de emissões pequena escala

Projetos de pequena escala dispõem de uma ferramenta simplificada³⁶: Informação sobre adicionalidade (Apenso A ao Apêndice B) . Ali são listadas as barreiras que os participantes de projeto devem usar a fim de demonstrar que uma atividade de projeto de pequena escala não teria ocorrido (i.e. é adicional).

Para esclarecimento dessas barreiras, o EB se manifestou na reunião 35³⁷: os participantes de projeto devem explicar como a atividade de projeto não ocorreria por causa de pelo menos uma das barreiras a seguir apresentadas, para a qual deverá ser providenciada evidência de terceira parte, documental e transparente, tais como estatísticas nacionais/internacionais, legislação e políticas nacional e regional, estudos/pesquisas por agências independentes, etc.

³⁶ Information on Additionality (Attachment A to Appendix B) , disponível em: http://cdm.unfccc.int/methodologies/SSCmethodologies/AppB_SSC_AttachmentA.pdf .

³⁷ EB35-Anexo34: Non-binding best practice examples to demonstrate additionality for SSC project activities , disponível em: http://cdm.unfccc.int/EB/035/eb35_repan34.pdf .

- (a) Barreiras de investimentos: uma alternativa mais viável financeiramente levaria a maiores emissões. Essa opção inclui análise comparativa de investimentos, usando indicador financeiro importante, análise de padrão ou a análise de custo simples (quando o MDL for a única fonte de lucros).
- (b) Barreira tecnológica: uma alternativa menos avançada tecnologicamente envolve riscos menores devido à incerteza de performance ou pequena fatia de mercado da nova tecnologia adotada pela atividade de projeto e assim levaria a maiores emissões. Essa opção inclui a falta de recursos humanos para operação/manutenção da tecnologia, falta de infra-estrutura, indisponibilidade da tecnologia e alto risco tecnológico.
- (c) Barreiras devido à prática comum: a prática comum ou requisitos legais ou políticos levariam à implementação de uma tecnologia com maiores emissões. Isso inclui a demonstração que o projeto está entre os primeiros de seu tipo em termos de tecnologia, geografia, setor, tipo de investimento e investidor, mercado, etc.
- (d) Barreira de acesso a recursos: a atividade de projeto não teria acesso ao capital apropriado sem a consideração dos recursos do MDL. Um exemplo seria a exigência feita por um banco, para liberar recursos, de que o MDL tenha condição para fazê-lo.
- (e) Outras barreiras: sem a atividade de projeto, por outra razão identificada pelo participante de projeto, tais como barreiras institucionais ou informação limitada, recursos gerenciais, capacidade organizacionais ou capacidade de absorção de novas tecnologias, as emissões seriam maiores.

c.7) Projetos de florestamento e reflorestamento

Os projetos MDL florestais, diferentemente dos projetos MDL de redução de emissões, são desenvolvidos com o objetivo de remover CO₂ da atmosfera pelo processo de fotossíntese de florestas formadas a partir de ações de florestamento ou reflorestamento.

Assim, o conceito de adicionalidade de um projeto MDL florestal é adaptado para:

Uma atividade de projeto de florestamento ou reflorestamento no âmbito do MDL será adicional se as remoções líquidas reais de gases de efeito estufa forem aumentadas, ultrapassando a soma das mudanças nos estoques de carbono dos reservatórios de carbono dentro do limite do projeto que teriam ocorrido na ausência da atividade registrada de projeto de florestamento ou reflorestamento no âmbito do MDL.³⁸

Para atividades de florestamento e reflorestamento há uma ferramenta específica³⁹, além de uma outra, combinada, para identificar a linha de base e demonstrar a adicionalidade⁴⁰. Ambas não são aplicáveis a projetos de pequena escala. Essas ferramentas detalham os conceitos embutidos na definição acima. Há uma grande semelhança com as atividades de projeto de redução de emissões e nos passos da demonstração. As principais diferenças são mostradas a seguir, embora seja sempre necessária a leitura do documento original para o completo esclarecimento.

³⁸ Decisão 19/CP-9, parágrafo 18.

³⁹ Tool for the Demonstration and Assessment of Additionality in A/R CDM Project Activities , versão 02, disponível em: http://cdm.unfccc.int/Reference/Guidclarif/methAR_tool03_v02.pdf .

⁴⁰ Combined tool to identify the baseline scenario and demonstrate additionality in A/R CDM project activities , versão 01, disponível em: http://cdm.unfccc.int/Reference/Guidclarif/methAR_tool07_v01.pdf .

1. Se a atividade de projeto começou antes da data de registro, apresentar evidências de que ele começou após 31/12/1999, sob a séria perspectiva de obtenção de créditos de carbono, a ser comprovado através de documentação (preferivelmente oficial, legal e/ou corporativa). Seu período de creditação deve ser desde o início da atividade do projeto, e créditos (RCeT e RCEs) poderão ser pedidos desde o início da atividade de projeto⁴¹
2. Se um dos cenários possíveis alternativos ao projeto não seguir a legislação, mostrar que isso acontece em pelo menos 30% da menor unidade administrativa que englobe a atividade de projeto.
3. A ferramenta identifica alguns exemplos específicos de barreira a serem consideradas:
 - **Barreiras de investimento**, diferentes daquelas consideradas na análise de investimento (i.e., outras semelhantes só são feitas por causa de outros termos não comerciais, financiamento não disponíveis para esse tipo de projeto, falta de financiamento externo pelo risco-país, falta de acesso a crédito);
 - **Barreiras institucionais** (i.e., riscos devido a incerteza de política, falta de rigor na legislação florestal);
 - **Barreiras tecnológicas** (i.e., falta de acesso a material de plantação, ou de infra-estrutura para implementação da tecnologia);
 - **Barreira devido à tradição local** (i.e., conhecimento tradicional ou falta dele quanto a leis, costumes, condições de mercado, práticas; equipamento e tecnologia tradicionais);
 - **Barreiras devido a prática comum** (i.e., o projeto é o primeiro do seu tipo, no país ou região);
 - **Barreiras devido a condições ecológicas locais** (i.e., solo degradado por água/vento/salinidade; catástrofes naturais ou devido a pessoas, como deslizamento de terra ou fogo; condições meteorológicas desfavoráveis; espécies oportunistas invasivas que impeçam a regeneração de árvores; sucessão ecológica desfavorável; pressão biótica em termos de pastejo ou coleta predatória);
 - **Barreiras devido a condições sociais** (i.e., pressão demográfica sobre a terra, conflitos sociais entre grupos da região, práticas ilegais corriqueiras, falta de mão-de-obra suficientemente treinada, falta de organização local de comunidades);
 - **Barreiras relacionadas a direitos de posse, uso, herança ou propriedade da terra** (i.e., propriedade coletiva, falta de legislação que dê segurança à posse, falta de legislação em relação aos recursos naturais e serviços, riscos de fragmentação da posse);
 - **Barreiras relacionadas aos mercados, transporte e armazenamento** (i.e., mercados informais que impedem a informação aos participantes do projeto, atividades em lugares remotos e de difícil acesso, flutuação dos preços ao longo do projeto por falta de mercado eficiente e seguros, dificuldade de armazenar ou adicionar valores à produção).

⁴¹ Clean development mechanism revised guidelines for completing the project design document for A/R (CDM-AR-PDD), the proposed new methodology for A/R: baseline and monitoring (CDM-AR-NM) Version 08, Seção B.1, disponível em: http://cdm.unfccc.int/Reference/Guidclarif/pdd/PDD_guid03_v08.pdf.

c.8) Períodos de geração dos créditos para projetos MDL/CDM

O projeto proposto deve estar enquadrado em uma das seguintes categorias:

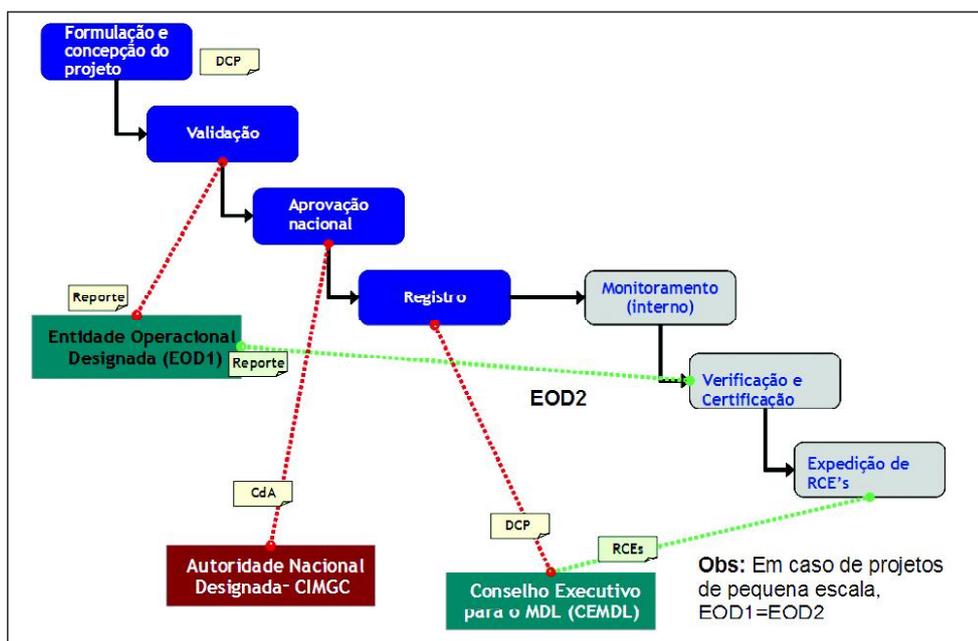
- Projetos de florestamento e reflorestamento
Máximo de 20 anos, com possibilidade de duas renovações de 20 anos cada uma; ou máximo de 30 anos, sem possibilidade de renovação; e
- Projetos MDL/CDM de redução de emissões
Período máximo de 7 anos, com possibilidades de duas renovações de 7 anos cada uma; ou 10 anos, sem opção de renovação.

5.2 Ciclo do projeto MDL

Para obter as Reduções Certificadas de Emissões - RCEs, as atividades do projeto do MDL devem passar necessariamente pelas etapas do Ciclo do Projeto, como mostradas na Figura 5.4. Elas são:

- a. Elaboração do Documento de Concepção do Projeto - DCP
- b. Validação/Aprovação
- c. Registro
- d. Monitoramento
- e. Verificação/Certificação
- f. Emissão e aprovação das RCEs

Figura 5.4 Ciclo do Projeto



a. O Documento de Concepção do Projeto DCP (Project Design Document PDD)

O DCP deverá conter:

- A descrição da atividade de projeto e seus participantes;
- A indicação da metodologia da linha de base e monitoramento escolhida;
- A justificativa para adicionalidade da atividade do projeto;
- O cálculo da redução de emissões de GEE;
- Os limites das atividades de projeto;
- Cálculo das fugas;
- Seleção do período de obtenção de créditos;
- Um plano de monitoramento;
- Relatório de impactos ambientais;
- Comentários dos atores (Stakeholders), e informações quanto à utilização de fontes adicionais de financiamento.

Responsável: O empreendedor

b. Validade e Aprovação

Validação é o processo de avaliação independente de uma atividade de projeto por uma EOD, no tocante aos requisitos do MDL, com base no DCP e entrevistas/visitas. **Responsável: EOD**

Aprovação é o processo pelo qual as ANDs das partes envolvidas confirmam a participação voluntária e a AND do país onde é implementada a atividade de projeto do MDL atesta que ela contribui para o desenvolvimento sustentável do país. **Responsável: AND**

c. Registro

Registro é a aceitação formal pelo Conselho Executivo, de um projeto validado como atividade de projeto do MDL. O registro é o pré-requisito para a verificação, certificação e emissão das RCEs relativas à atividade de projeto do MDL. **Responsável: CE MDL**

d. Monitoramento

Processo de monitoramento de atividade de projeto, incluindo o recolhimento e armazenamento de todos os dados necessários para calcular a redução das emissões de gases de efeito estufa, de acordo com a metodologia de linha de base estabelecida no DCP, que tenham ocorrido dentro dos limites da atividade de projeto, ou fora desses limites desde que sejam atribuíveis a atividade de projeto, e dentro do período de obtenção de créditos. **Responsável: Empreendedor**

e. Verificação e Certificação

Verificação é o processo de auditoria periódico e independente para revisar os cálculos acerca da redução de emissões de GEE ou da remoção de CO₂ resultantes de uma atividade de projeto de MDL que foram enviados ao Conselho Executivo por meio do DCP. Esse processo é feito com o intuito de verificar, *ex post*, a redução de emissões que efetivamente ocorreu. Apenas atividades de projetos do MDL registradas são verificadas e certificadas. **Responsável: EOD**

Certificação é a garantia fornecida por escrito de que uma determinada atividade de projeto atingiu um determinado nível de redução de emissões de gases de efeito estufa, durante um determinado período e tempo específico. **Responsável: EOD**

g. Emissão

Etapa final, quando o CE MDL tem certeza de que, cumpridas todas as etapas, as reduções de emissões de GEE decorrentes das atividades de projetos são reais, mensuráveis e de longo prazo e, portanto, podem dar origem a RCEs. As RCEs são emitidas pelo CE MDL e creditadas aos participantes de uma atividade de projeto na proporção por eles definida e, dependendo do caso, podendo ser utilizadas como forma de cumprimento parcial das metas de redução de emissão de GEE.

Responsável: CE MDL

5.3 Estrutura institucional do MDL

Toda atividade de projeto MDL, bem como as reduções de emissões de GEE e/ou aumento de remoção de CO₂ a estas atribuídas, serão submetidas a processo de verificação através de instituições e procedimentos estabelecidos na COP7/Conferência das Partes - 7.

Conselho Executivo do MDL (CDM Executive Board - CDM EB)

Supervisiona o funcionamento do MDL.

São suas responsabilidades:

- O credenciamento das Entidades Operacionais Designadas - EOD
- O registro das atividades de projeto do MDL
- A emissão das Reduções Certificadas de Emissões - RCEs
- O desenvolvimento e operação do Registro do MDL
- O estabelecimento e aperfeiçoamento de metodologias para a definição da linha de base, monitoramento e fugas.

Autoridade Nacional Designada (Designated National Authority DNA)

Os governos de países participantes de uma atividade de projeto do MDL devem designar junto à CQNUMC uma Autoridade Nacional para o MDL, com as seguintes responsabilidades:

- Atestar que a participação dos países é voluntária.
- No caso do país onde são implementadas as atividades de projeto, que as mesmas contribuam para o desenvolvimento sustentável do país.
- Aprovar as atividades de projetos de MDL

Entidade Operacional Designada EOD (Designated Operational Entity DOE)

São entidades nacionais ou internacionais credenciadas pelo Conselho Executivo e designadas pela COP/MOP (Conference of the Parties serving as the Meeting of the Parties), a qual ratificará ou não o credenciamento feito pelo Conselho Executivo. São suas responsabilidades:

- Validar atividades de projetos do mdl de acordo com as decisões de marraqueche;
- Verificar e certificar reduções de emissões de gee e remoções de CO₂;
- Manter uma lista pública de atividades de projetos do MDL;
- Enviar um relatório anual ao conselho executivo;

Todas as EOD s podem ser encontradas no site do MDL, no endereço eletrônico:
<http://cdm.unfccc.int/DOE>

6 O Brasil, a Convenção do Clima e o Protocolo de Quioto

6.1 Autoridade nacional designada no Brasil – CIMGC

No caso do Brasil, a Autoridade Nacional Designada é a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima **CIMGC**, estabelecida por Decreto Presidencial em 7 de julho de 1999. Presidência Ministério de Ciência e Tecnologia, Vice-presidência Ministério de Meio Ambiente MMA. Está integrada atualmente por representantes de 10 Ministérios e da Casa Civil da Presidência da República.

c.1.1) Atribuições da CIMGC

- Emitir parecer, sempre que demandado, sobre propostas de políticas setoriais, instrumentos legais e normas que contenham componente relevante para a mitigação da mudança global do clima e para adaptação do País aos seus impactos;
- Fornecer subsídios às posições do Governo nas negociações da Convenção sobre Mudanças do Clima e instrumentos subsidiários de que o Brasil seja parte;
- Realizar articulação com entidades representativas da sociedade civil, no sentido de promover as ações dos órgãos governamentais e privados, em cumprimento aos compromissos assumidos pelo Brasil, perante a Convenção sobre Mudança do Clima e instrumentos subsidiários de que o Brasil seja parte;
- Definir critérios de elegibilidade adicionais àqueles considerados pelos Organismos da Convenção, encarregados do MDL/CDM, previsto no Artigo 12 do PQ da CQNUMC/UNFCCC, conforme estratégias nacionais de desenvolvimento sustentável;
- Apreciar pareceres sobre projetos que resultem em redução de emissões e que sejam considerados elegíveis para o MDL/CDM, a que se refere o inciso anterior, e aprová-los, se for o caso.

6.2 Fórum brasileiro de mudanças climáticas – FBMC

O Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas foi criado pelo Decreto nº 3.515, de 20 de junho de 2000, com objetivo de conscientizar e mobilizar a sociedade para a discussão e tomada de posição sobre os problemas decorrentes da mudança do clima por gases de efeito estufa, bem como, sobre o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL/CDM) definido no Artigo 12 do Protocolo de Kyoto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, ratificada pelo Congresso Nacional por meio do Decreto Legislativo nº 1, de 3 de fevereiro de 1994. O FBMC deve auxiliar o governo na incorporação das questões sobre mudanças climáticas nas diversas etapas das políticas públicas.

O FBMC está integrado por 12 ministros de Estado, do diretor-presidente da Agência Nacional de Águas (ANA) e de personalidades e representantes da Sociedade Civil.

Os Grupos de Trabalho que integram o FBMC são:

- Desmatamento
- Vulnerabilidade
- MDL
- Energia
- Estado da Arte

O site do FBMC: <http://www.forumclima.org.br>

6.3 Comitê interministerial sobre mudanças climáticas - CIM

O Decreto 6.263 institui o Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima - CIM, de caráter permanente, para:

- I - Orientar a elaboração, a implementação, o monitoramento e a avaliação do Plano Nacional sobre Mudança do Clima;
- II - propor ações prioritárias a serem implementadas em curto prazo;
- III - aprovar proposições submetidas pelo Grupo Executivo.
- IV - apoiar a articulação internacional necessária à execução de ações conjuntas, troca de experiências, transferência de tecnologias e capacitação.
- V - aprovar a instituição de grupos de trabalho para assessorar o Grupo Executivo;
- VI - identificar ações necessárias de pesquisa e desenvolvimento;
- VII - propor orientações para a elaboração e a implementação de plano de comunicação;
- VIII - promover a disseminação do Plano Nacional sobre Mudança do Clima na sociedade brasileira;
- IX - propor a revisão periódica do Plano Nacional sobre Mudança do Clima; e
- X - identificar fontes de recursos para a elaboração, a implementação e o monitoramento do Plano Nacional sobre Mudança do Clima.

6.4 Benefícios nacionais com o MDL/CDM

O princípio do MDL é simples: países desenvolvidos podem fazer investimentos em oportunidades de redução de emissões de GEE a baixo custo em países em vias de desenvolvimento e receber créditos pelas reduções de emissões daí resultantes, diminuindo assim, as quotas de reduções de emissões dentro de suas fronteiras. Enquanto o MDL reduz o custo do cumprimento do PQ para os países desenvolvidos, os países em desenvolvimento vão também se beneficiar, não só através do aumento de fluxos de investimentos, mas também pelo requisito de que esses investimentos promovam os objetivos de desenvolvimento sustentável.

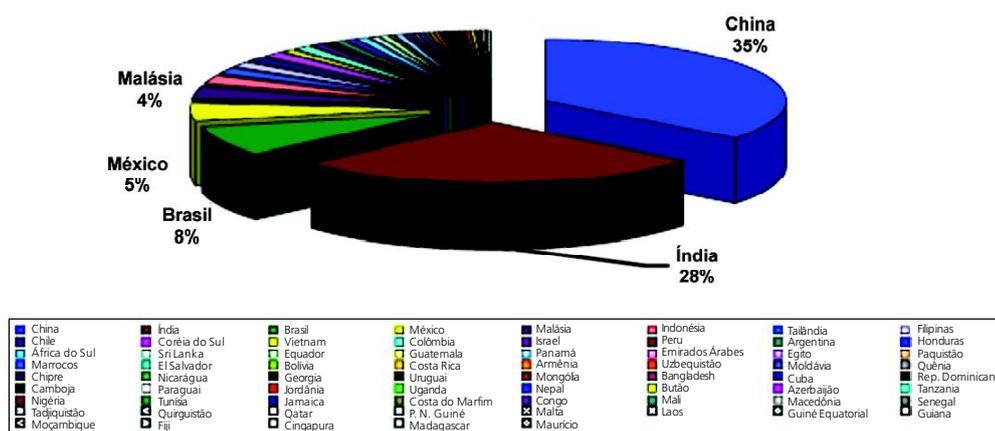
Através do MDL pode-se conseguir:

- Atrair capitais para os projetos que concorram para a mudança em direção a uma economia menos dependente da utilização intensiva de combustíveis fósseis;
- Providenciar um instrumento para a criação e difusão de tecnologias ambientalmente saudáveis;
- Ajudar a definir prioridades de investimentos em projetos que contribuam para o desenvolvimento sustentável;
- Alívio da pobreza e melhoria das condições de trabalho;
- Benefícios ambientais locais.

6.5 MDL – Projetos no Brasil

Uma atividade de projeto entra no sistema do MDL quando o seu documento de concepção do projeto (DCP) correspondente é submetido para validação a uma Entidade Operacional Designada. Segundo dados do MCT, 2008, são 1,112 projetos já registrados pelo Conselho Executivo do MDL e 2,869 estão em outras fases do ciclo. O Brasil ocupa o terceiro lugar com 318 projetos, sendo que em primeiro lugar encontra-se a China com 1,413 e, em segundo, a Índia com 1,118 projetos, como pode-se acompanhar na Figura 6.1.

Figura 6.1 Total de Atividades de Projeto MDL no Mundo

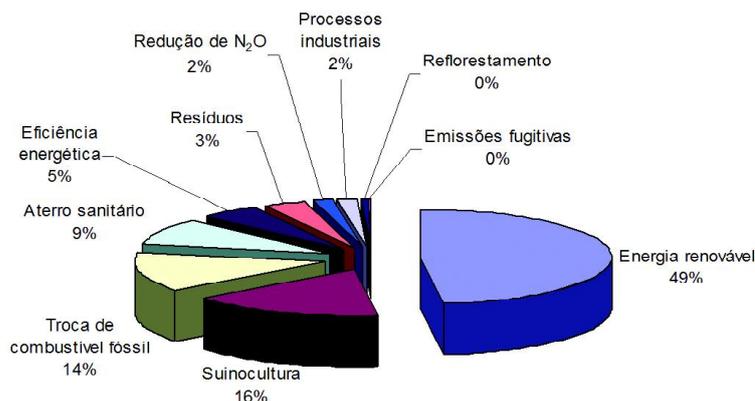


Fonte: MCT, 2008

Em relação às reduções de emissões projetadas, o Brasil ocupa a terceira posição, sendo responsável pela redução de 322,005,702 de t CO₂e, representando 6% do total mundial, para o primeiro período de obtenção de créditos. A China ocupa o primeiro lugar com 2,305,463,522 t CO₂e a serem reduzidas (46%), seguida pela Índia com 1,199,910,512 t CO₂e (24%) de emissões projetadas para o primeiro período de obtenção de créditos.

A Figura 6.2 mostra os escopos setoriais que mais atraem o interesse dos participantes de projetos, no Brasil. Observa-se que a predominância das atividades de projeto está no setor energético.

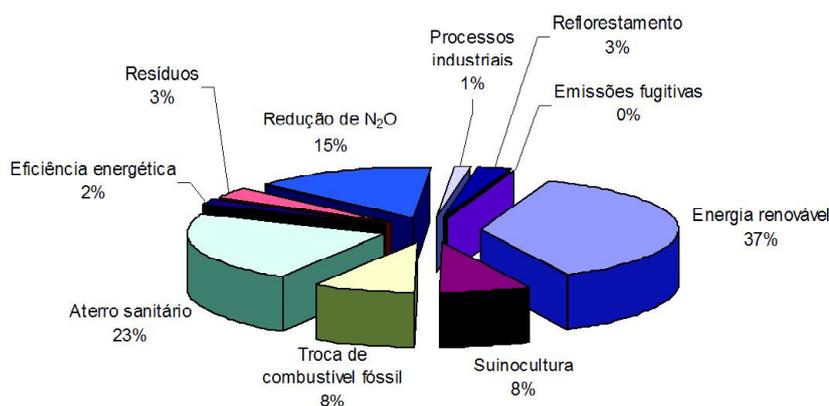
Figura 6.2 Número de projetos MDL no Brasil, por escopo setorial



Fonte: MCT, 2008

O maior número de projetos brasileiros é desenvolvido na área de geração elétrica e suinocultura, os quais representam a maioria das atividades de projetos (64%). Os escopos que mais reduzirão tCO₂e são os projetos relacionados com: aterro sanitário, geração elétrica e os de redução de N₂O, fazendo o total de 75% de tCO₂e que serão reduzidas no primeiro período de obtenção de créditos, o que representa 233,912,873 tCO₂e do total de redução de emissões, como pode ser visto na Figura 6.3.

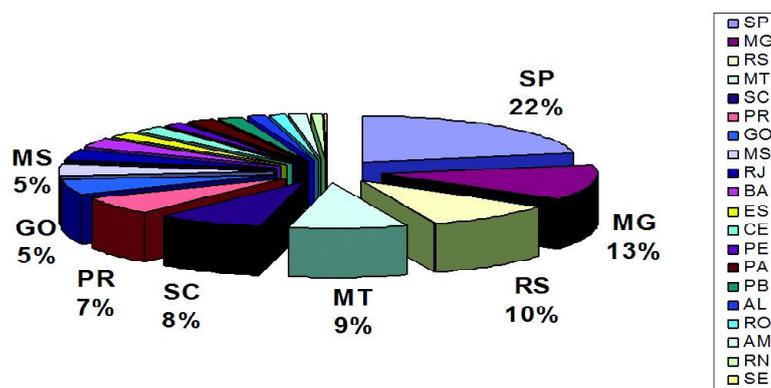
Figura 6.3 Redução de emissões durante o 1º período de obtenção de créditos por escopo setorial no Brasil: 322.005.702 t CO₂eq



Fonte: MCT, 2008

A Figura 6.4. mostra os projetos MDL distribuídos no Brasil, por Estado. Observa-se que a região Sudeste predomina em relação a número de projetos, se consideramos os Estados de São Paulo, e Minas Gerais, com 22% e 13% respectivamente, seguidos pelo Rio Grande do Sul e Mato Grosso, com 10% e 9%, respectivamente.

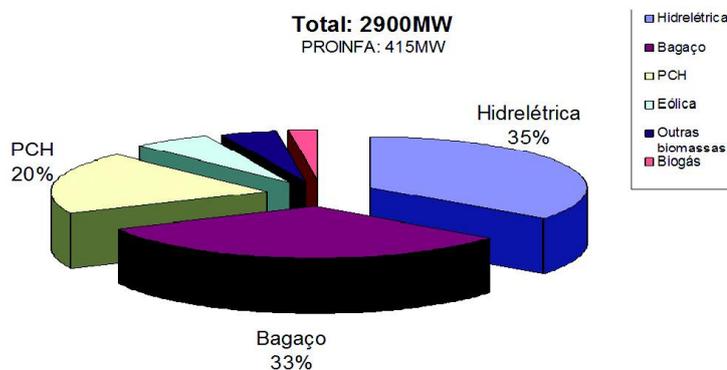
Figura 6.4 Número de atividades de projeto MDL no Brasil por Estado



Fonte: MCT,2008.

Em relação à capacidade total instalada das atividades de projetos MDL, aprovadas pela CIMGC na área energética, a Figura 6.5 mostra a distribuição dessas áreas energéticas, sendo a primeira hidrelétrica (35%); a segunda cogeração de Biomassa (32%); e a terceira PCH (20%).

Figura 6.5 Capacidade instalada (MW) das atividades de projeto aprovadas na CIMGC



Fonte: MCT, 2008

7 Mercado Internacional de Carbono

O Protocolo de Quioto ao estabelecer metas de redução de emissões de gases de efeito estufa, e métodos de flexibilização para o cumprimento destas metas, cria um Sistema de Negociações pelo qual os países podem negociar unidades de redução de emissões desses gases.

No âmbito do PQ, existem dois tipos de mercado de carbono: mercado de créditos gerados por projetos de redução de emissões (Projetos de MDL e Projetos de IC), e mercado de permissões.

Existem mercados voluntários de comércio de emissão de GEE não regulamentados pelo Protocolo de Quioto, que não são objeto da presente publicação.

O mercado de permissões é um sistema de negociação mais apropriado aos países do Anexo B, pois se relaciona à fixação de limites sobre o total de emissões de GEE, dentro de determinada área geográfica. O governo de um país do Anexo B estabelece limites máximos de emissões permitidas para os diversos setores industriais desse país, e nesse contexto, as empresas têm a permissão de negociar seus eventuais excedentes com outras companhias que precisem dessas permissões com objetivo de cumprir suas metas.

No Brasil, o Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE) tem como objetivo organizar este mercado, mediante o desenvolvimento e a implantação do Banco de Projetos BM&F, bem como de outras medidas para a estruturação da negociação em bolsa de créditos de carbono, oriundos de projetos de MDL. A BM&F (Bolsa de Mercadorias & Futuros), e o MDIC (Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior), desenvolveram um portal na internet com o objetivo de dar visibilidade a novos projetos MDL, atrair investidores e facilitar a comercialização dos créditos de carbono no país. <http://www.bmf.com.br>.

7.1 Como as empresas se beneficiam com o MDL

- Acesso a novas tecnologias e a investimentos estrangeiros
- Acesso a novos mercados e atividades de negócios
- Implementação de projetos sustentáveis
- Geração de créditos de carbono
- Melhoria de imagem

Benefícios Financeiros do MDL

- Estruturas inovadoras de financiamento
- Possibilidade de tornar viáveis projetos financeiramente inexecutáveis
- Melhorias na TIR/Taxa Interna de Retorno, dos projetos.

7.2 Agentes no mercado de carbono

Com o surgimento do mercado de carbono, aparecem diversos tipos de agentes:

- Companhias em busca de atendimento à restrições domésticas de emissões (ex.: USA, Japão, Canadá)
- Fundos de investimento privados em carbono (ex.: Dexia-Fondelec)
- Bancos de Desenvolvimento Multilateral (ex.: World Bank Prototype Carbon Fund)
- Agências de Governo (ex.: Dutch Government CERUPT, ERUPT Tenders)
- Companhias com metas voluntárias de redução de emissões (ex.: Ontario Power Generation)
- Companhias buscando hedge em relação à exposição de riscos futuros (ex.: Shell International)
- Intermediários do mercado ou brokers (ex.: CO₂e.com, Evolution Markets e Natsource)

7.3 Fundos do Banco Mundial

O Banco Mundial administra serviços e fundos de carbono fundamentais para a expansão do emergente mercado de carbono.

Vários fundos foram criados:

- **Prototype Carbon Fund PCF Fundo Protótipo de Carbono**
Foi o primeiro fundo criado pelo Banco Mundial e está direcionado para projetos de reflorestamento quanto de energia.
(<http://carbonfinance.org/pcf/splash.html>)

- **BioCarbon Fund BioCF Fundo BioCarbono**

O fundo é uma parceria público/privada que fornece financiamentos para a redução das emissões de GEE, criado com o objetivo de abrir o mercado de carbono destinado aos projetos florestais, independentemente, se estes seguem as normas e procedimentos do Protocolo de Quioto, ou não. No caso dos projetos que seguem as regras de Quioto, somente são aceitos os projetos de florestamento e reflorestamento. Os demais projetos poderão incluir atividades de conservação florestal.

www.biocarbonfund.org

- **Community Development Carbon Fund CDCF - Fundo de Carbono para Desenvolvimento de Comunidades**

Foi criado para fomentar melhorias nos meios de subsistência de comunidades de baixa renda, através de projetos que visem a redução de emissões de GEE e a geração de créditos de carbono, estimulando assim, a participação de instituições governamentais, não governamentais e do setor privado. Tem capital de US\$ 128,6 milhões.

www.carbonfinance.org

- **Italian Carbon Fund ICF Fundo Italiano de Carbono**

O Banco Mundial entrou em acordo com o Ministério do Meio Ambiente da Itália, com objetivo de criar um fundo para comprar reduções de emissões de GEE de projetos em países em desenvolvimento e em países em processo de transição que estejam sob os mecanismos de flexibilização CDM e JI do PQ. Este fundo está aberto para participação de entidades públicas e privadas da Itália, e tem capital total de US\$ 155,6 milhões.

www.carbonfinance.org

- **The Netherlands CDM Facility**

O Banco Mundial anunciou acordo com a Holanda estabelecendo serviço para comprar créditos de redução de emissões de GEE. Este fundo é para o desenvolvimento de projetos CDM em países em desenvolvimento. Este fundo tem um capital total de US\$ 264,7 milhões.

www.carbonfinance.org

- **The Netherlands European Carbon Facility**

Este fundo foi criado por acordo entre o Banco Mundial e a IFC/International Finance Corporation. O fundo é para a compra de reduções de GEE de projetos JI de países com economias em transição. Este Fundo tem um capital total de US\$ 56 milhões.

www.carbonfinance.org

- **Danish Carbon Fund**

O Fundo de Carbono Danes foi estabelecido em 2005, com a participação do Ministério de Relações Exteriores e o Ministério do Meio Ambiente da Dinamarca, e um participante do setor privado, a DONG Energy. Mais tarde, outros três participantes privados somaram-se a Aalborg Portland, Nordjysk Elhandel e Maersk Olie og Gás. O valor total do fundo é: US\$ 68,5 milhões.

www.carbonfinance.org

- **Spanish Carbon Fund**

Este fundo foi criado em 2004 por acordo entre o Ministério do Meio Ambiente e o Ministério de Economia da Espanha, com o Banco Mundial. Foi estabelecido para comprar reduções de GEE de projetos desenvolvidos sob o Protocolo de Kyoto, para mitigar as mudanças climáticas

enquanto se promova o uso de tecnologias mais limpas e sustentáveis em países em desenvolvimento, bem como em países com economias em transição. O fundo tem um capital total de US\$ 278,6 milhões.

www.carbonfinance.org

- **Umbrella Carbon Facility UCF**

Este fundo procura pegar fundos de outros fundos de carbono gerenciados pelo International Bank for Reconstruction and Development - IBRD, como de outros participantes, para a compra de reduções de emissões de GEE de grandes projetos. Este serviço tem múltiplas pernas, uma delas dedicada a comprar Reduções certificadas de emissões - CERs de projetos HFC-23 da China. Este fundo tem um capital total de US\$ 719 milhões.

www.carbonfinance.org

- **Carbon Fund for Europe CFE**

Este fundo está desenhado para ajudar países europeus com compromisso sob o PQ e o European Union's Emissions Trading Scheme (EU ETS). O CFE é um fundo de confiança estabelecido pelo Banco Mundial, em cooperação com o European Investment Bank - EIB - Banco de Investimentos de Europa. Este fundo compra reduções certificadas de emissões de GEE através de projetos CDM e JI do PQ, seja do portfólio do Banco ou de projetos autônomos. O CFE se vê integrado, por um lado, pelo Banco Mundial, que participa com seus especialistas e sua experiência no mercado do carbono, e, por outro lado, pelo EIB, que aporta sua experiência na economia europeia, bem como em países com economia em transição.

www.carbonfinance.org

- **Forest Carbon Partnership Facility FCPF**

Países desenvolvidos e industrializados têm solicitado ao Banco Mundial explorar um programa de atividades piloto para reduzir emissões de desmatamento e degradação, através de um sistema de políticas e pagamentos baseados na performance.

www.carbonfinance.org

8 Conclusões

Apesar de os gases de efeito estufa estarem presentes de forma natural na atmosfera há milhões de anos, permitindo uma temperatura média que propicia a vida tal qual a conhecemos hoje, as atividades humanas vêm aumentando a emissão desses gases e, conseqüentemente, sua concentração na atmosfera, principalmente a partir da era pré-industrial, desde o final do século XVIII, de forma crescente até nossos dias.

Essas alterações conduzem a um aquecimento da atmosfera próximo à superfície terrestre, gerando uma série de outras mudanças climáticas. Segundo o último relatório do IPCC 2007, o aquecimento global é inequívoco, evidenciado pelas observações dos aumentos das temperaturas médias globais tanto do ar como do oceano, pela constatação de derretimentos generalizados de geleiras e pelos dados de elevação do nível global médio do mar.

É imperioso reduzir as emissões de gases de efeito estufa, o que pode ser feito através da maciça disseminação de tecnologias ambientalmente saudáveis. Ao mesmo tempo, é preciso conhecer os impactos das mudanças climáticas, a vulnerabilidade dos sistemas sócio-econômicos e naturais e as opções de adaptação, com um cuidado todo especial com os países mais vulneráveis.

A Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima indicou o caminho da transferência de tecnologia como uma das maneiras de se chegar à estabilização dos gases de efeito estufa. Para que isso aconteça de forma eficaz, é preciso que se faça, como primeiro passo, a avaliação de necessidades tecnológicas nos países em desenvolvimento.

O Protocolo de Quioto instituiu uma forma de as soluções ambientais serem buscadas, usando-se os meios econômicos. Um dos exemplos, é o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, que tem favorecido o surgimento de uma grande quantidade de projetos com essa filosofia.

Este Caderno Técnico terá tido sua missão cumprida se tiver ajudado a sociedade a compreender o problema do aquecimento global e indicado caminhos para o seu enfrentamento.

9 Referências Bibliográficas

1. HÖHNE, N.; PENNER, J. E.; PRATHER, M., 2007. Modeling and assessment of contributions to climate change. MATCH. Final report Bali, Indonesia.
2. IPCC, 1992. The supplementary report to the IPCC Scientific Assessment.
3. IPCC, 1995. Second Assessment Report of the IPCC SAR. Intergovernmental Panel on Climate Change.
4. IPCC, 1996. Manual de inventário de gases de efeito estufa. Intergovernmental Panel on Climate Change.
5. IPCC, 2001. Third Assessment Report of the IPCC - TAR. Intergovernmental Panel on Climate Change.
6. IPCC, 2007a. Contribuição do grupo de trabalho I ao Quarto Relatório de Avaliação do Intergovernmental Panel on Climate Change.
7. IPCC, 2007b. Climate change 2007. The physical science basis. Intergovernmental Panel on Climate Change.
8. KIEHL, J.T.; TRENBERTH, K.E.; 1997. Earth's annual global mean energy budget. Boulder, Co: National Center for Atmospheric Research.
9. LA ROVERE, E.L. et al. 2002. Perspectivas do meio ambiente no Brasil, Rio de Janeiro: LIMA/PPE/COPPE/UFRJ/.

10. MEADOWS, D.H.; MEADOWS, D. L.; RANDERS, J., 1972. Os Limites do crescimento: um relatório para o projeto Clube de Roma sobre o dilema da humanidade.
11. MINISTÉRIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, MCT, 2004. Comunicação nacional inicial do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.
12. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, MCT, 2008. Status atual das atividades de projeto no âmbito do MDL no Brasil e no mundo. Brasília.
13. MUYLAERT, M.S.; CAMPO. P de.C.; ROSA, L.P., 2001. GHG historical contribution by sectors, sustainable development and equity. IVIG/COPPE/UFRJ.
14. MUYLAERT, M.S.; ROSA, L, P.; BROWN, D., 2007. Ethical issues created by geo-engineering proposals.
15. PETIT, J.R. ; JOUZEL, J. 1999. Climate and atmospheric history of the past 420.000 years.
16. PNUD, 2007. Relatório de desenvolvimento humano, 2007/2008. Edições Almedina S.A.
17. PNUMA, 2004. Cambio Climático: Carpeta de Información. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente.
18. STIX, G., 2006. Como consertar o clima. Scientific American Edição Especial Brasil, Ano 5, nº 53, out.
19. UNEP. IUC, 1997. Climate change information ldt.
20. WATSON, R.T.; NOBLE, I.R.; BOLIN, B.; RAVINDRANATH, N.H.; VERARDO, D.J.; AND DOKKEN, D.J., 2000. SR-LULUCF, Special report on land use, land-use change, and forestry. Editors, *IPCC Special Reports*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.

