



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Ciências e Tecnologia

Faculdade de Engenharia

Luciana Santana de Lima

**Sustentabilidade empresarial: o conceito da governança climática – aplicação
a uma empresa do ramo de petroquímica**

Rio de Janeiro

2009

Luciana Santana de Lima

**Sustentabilidade empresarial: o conceito da governança climática – aplicação
a uma empresa do ramo de petroquímica**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de Concentração: Saúde Ambiental.

Orientador: Profº. D.Sc. Júlio Domingos Nunes Fortes

Rio de Janeiro

2009

CATALOGAÇÃO NA FONTE

UERJ/REDE SIRIUS/CTC/B

L732 Lima, Luciana Santana

Sustentabilidade empresarial: o conceito da governança climática –
aplicação a uma empresa do ramo de petroquímica. – 2009.

173p.

Orientador: Profº. D.Sc. Júlio Domingos Nunes Fortes

Curso de Graduação – Universidade do Estado do Rio de Janeiro,
Faculdade de Engenharia.

1. Mudanças climáticas. 2. Aquecimento global. 3. Governança climática
I. Fortes, Júlio Domingos Nunes II. Título

CDU 551.583

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta
monografia

Assinatura

Data

Luciana Santana de Lima

**Sustentabilidade empresarial: o conceito da governança climática – aplicação
a uma empresa do ramo de petroquímica**

Dissertação apresentada como requisito parcial
para obtenção do título de Mestre ao Programa de
Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da
Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de
Concentração: Saúde Ambiental.

Aprovado em 27 de Março de 2009

Banca Examinadora:

Prof. D.Sc. Júlio Domingos Nunes Fortes (Orientador)
Faculdade de Engenharia da UERJ/ PEAMB

Prof. D.Sc. Eduardo Monteiro Martins
Faculdade de Engenharia da UERJ

Prof. D.Sc. Gilson Brito Alves Lima
Faculdade de Engenharia da UFF

Prof. D.Sc. Ubirajara Aluizio de Oliveira Mattos
Faculdade de Engenharia da UERJ/ PEAMB

Rio de Janeiro

2009

*Aos meus pais,
meus grandes incentivadores.*

*À pequena Emanuelle, que veio ao mundo por esses
dias e fica aqui como representante das futuras
gerações com as quais temos o dever de deixarmos
por herança um mundo mais digno e
ambientalmente sustentável.*

AGRADECIMENTOS

Muito mais que uma dissertação este trabalho fica marcado pelas agradáveis convivências que deixei de desfrutar, pelas festas e diversões que deixei de participar e pelos sonhos que momentaneamente ousei procrastinar. Contudo, lembrando das pessoas que me são importantes, esse momento me leva a voltar-me para os céus e agradecer de modo todo especial a Deus. Ao Deus que sopra em mim o fôlego de vida, ânimo e vigor. Ao Deus que me preenche de paz e me capacita a continuar mesmo diante das batalhas. Ao Deus que ainda hoje realiza sonhos e para o qual dedico a honra de estar firme e de pé, contemplando a grandeza da sua fidelidade.

Agradeço aos meus pais, Sulamita Santana de Lima e José Barbosa de Lima, por serem meus grandes incentivadores que me ensinaram a nunca desistir. De forma tão linda, sempre foram o meu suporte e estímulo para conquistas. Vocês são o meu maior orgulho.

Ao meu irmão Anderson Santana. Quando crianças sonhávamos; hoje conquistamos nossos sonhos.

Ao meu orientador. Muito além de um professor o Dr. Júlio Nunes Fortes é exemplo de profissional um com qual aprendi que a paixão pela profissão pode se renovar a cada dia; é um exemplo a seguir.

Aos amigos Alexander Meneguetti e Sérgio Filho. Com mais essa conquista retribuo a vocês todo carinho, incentivo e colaboração. Vocês foram fundamentais!

Aos amigos da Petrobras Distribuidora: a alegria e incentivo de vocês me fizeram muito bem! Àqueles igualmente importantes em alguma etapa deste mestrado: Vitor Mello, Eduardo Sabóia, Bruno Varella, Jorge Rios e tantos outros cujo profissionalismo me estimula a buscar melhorar a cada dia.

Aos amigos que se fizeram presentes mesmo em minha ausência e, finalmente, à minha grandiosa família que embora não tenham seus nomes aqui citados, estão relacionados em minha gratidão. Simplesmente sou privilegiada pela oportunidade de tê-los em minha vida. Obrigada a todos!

RESUMO

LIMA, Luciana Santana. *Sustentabilidade empresarial: o conceito da governança climática - Aplicação a uma empresa do ramo de petroquímica*. 173f. Dissertação (Mestrado profissional em Engenharia Ambiental) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

De importância vital, os gases de efeito estufa (GEE), como o dióxido de carbono e metano, dentre outros, retêm o calor do sol na atmosfera. Esse fato evita a dissipação da radiação solar, sem que o Planeta fique suficientemente aquecido para manter em condições adequadas a existência de vida na Terra. Contudo, as atividades humanas estão aumentando a concentração desses gases gerando o “efeito estufa intensificado”. Este, por sua vez, tem o potencial de influenciar a temperatura e está diretamente relacionado ao aquecimento global que tem provocado mudanças climáticas significativas na Terra. Decorrente desses processos, diversas consequências adversas já atingem a humanidade. Assim, consciente e preocupada com os resultados das mudanças climáticas, a comunidade internacional, com o objetivo de reduzir os GEE, acordou, em 1997, o Protocolo de Quioto, que fixa metas para a diminuição da emissão desses gases e estimula investimentos em tecnologias ambientalmente mais sustentáveis, através dos Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL). Esse panorama climático traz, portanto, implicações não só ambientais, mas também socioeconômicas. Se antes, a questão era discutida por cientistas e ambientalistas, hoje estudos econômicos, como o Relatório de Stern, quantificam os enormes prejuízos advindos das mudanças climáticas. Nesse aspecto, acionistas buscam identificar como as empresas estão lidando com os riscos e oportunidades referentes às questões do clima. Considerando essa realidade, esta dissertação teve por objetivo estudar se as mudanças climáticas estão produzindo interferência no programa de investimento das empresas. Através de um estudo de caso em uma empresa do ramo petroquímico, avaliou-se, através de informações de relatórios divulgados, a gestão de emissões atmosféricas adotadas pela mesma em sua estrutura de governança climática. Paralelamente, foram adotados os resultados de outros estudos referentes às questões climáticas, dentre os quais se destaca o Carbon Disclosure Project, o inventário de emissões de GEE brasileiro e os investimentos em MDL. Os resultados demonstraram que na empresa em estudo, a variável climática já está inserida em sua estrutura de governança corporativa e conclui que as mudanças climáticas têm interferido no direcionamento de investimentos, estando prevista no planejamento estratégico da própria companhia. Sendo assim, este trabalho remete à amplitude da questão abordando que a resolução do problema exige esforço de todos, sociedade, políticos, empresário etc, não bastando atribuir ao setor industrial toda a responsabilidade pela mitigação dos GEE, pois apenas isso não será suficiente. Por fim, o compromisso de reduzir a emissão de GEE é, antes de tudo, uma obrigação moral. Decorre da necessidade de se alcançar um valor justificável em si mesmo, que nos permita preservarmos, em condições adequadas, o clima do Planeta para que vivamos com qualidade; deixando este privilégio de herança às futuras gerações.

Palavras-chave: Aquecimento Global. Mudanças climáticas. Sustentabilidade empresarial. Governança climática.

ABSTRACT

With vital significance, the greenhouse effect gases (GEG), as carbon dioxide and methane, among others, retain sun heat in the atmosphere. This fact avoids sun radiation from dissipating, without letting the Planet being warm enough to keep right conditions for live existence of Earth. However, mankind activities are increasing concentration of these gases creating “intensified greenhouse effect”. This, in it turns, has the potential of affect over temperature and is directly related to global warming, which has incurred into significant climatic changes on Earth. Resulting from these processes, plenty of adverse consequences already have effects over humanity. Therefor, consciousness and worried with the results of climate changes, international community, with goal of reducing GEG, agreed, in 1997, the Kyoto Protocol, that stablishes goals for diminish these gases emission and stimulates investing into environmently more sustainable technologies, using the so called Clean Development Mechanisms (CDM). This climatic picture brings, for so, implications not only in the environment, but also socioeconomic. If before, the issue was discussed by scientists and environmentalists, today socioeconomic papers, as Sterns Report, quantify the huge lost resulting from climatic changes. In this aspect, investors search how identify the companies which deal best the risks and opportunities due to the clime. Considering that reality, this essay had as purpose show if the climatic changes are producing interference in companies investing programs. Thru a case study of a petrochemical branch company, was measured the atmospheric emission management adopted in its climatic governability structure. Besides, ware adopted results from other researches of climatic issues, in which stands out the Carbon Disclosure Project, the Brazilian GEG emission inventory and the investments in CDM. The results shown that in the company in study, the climatic variable is already inside its corporative governability structure and concludes that the climatic changes have interfered in directing its investments, been foreseen in its strategic planning. For so, this essay refer to magnitude of the matter boarding that the answer to problem demands efforts of all: society, politicians, businessmen, and so forth; not sufficing attribute to industrial sector all responsibility of mitigating the GEG, because it will not be enough. At last, the commitment of GEG reducing is, above all, a moral obligation. Stemming from the need of achieving a justifiable value in itself, that allow us preserve, in right conditions, the Planet clime to mankind live with quality; assuring this privilege as inheritance to future generations.

Keywords: Global Warming. Climatic Changes. Sustainable Business. Climatic Governability.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Componentes atmosféricos constantes e gases traço (variáveis)	34
Tabela 2: Potencial de aquecimento global de alguns gases de efeito estufa.....	58
Tabela 3: Fórmula de cálculo do Dióxido de carbono equivalente	59
Tabela 4: Entidades nacionais signatárias por setor	96
Tabela 5: Resumo sobre amostra de 60 respostas de empresas brasileiras.....	97
Tabela 6: Status atual dos projetos na AND brasileira	108

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Tipos de pesquisas científicas quanto aos seus objetivos e modalidades.....	20
Quadro 2: Riscos decorrentes das mudanças climáticas.....	30
Quadro 3: Oportunidades decorrentes das mudanças climáticas.....	31
Quadro 4: Camadas da biosfera.....	33
Quadro 5: Camadas atmosféricas.....	37
Quadro 6: Fontes de poluição.....	40
Quadro 7: Poluentes indicadores da qualidade do ar.....	41
Quadro 8: Classificação dos poluentes e suas definições.....	41
Quadro 9: Danos causados pelos poluentes atmosféricos e seus efeitos.....	42
Quadro 10: Tipos, origens e efeitos dos principais poluentes do ar.....	43
Quadro 11: Tipos dos mecanismos de <i>feedbacks</i> negativos e <i>feedbacks</i> positivos.....	70
Quadro 12: Etapas do Ciclo de Milankovich.....	74
Quadro 13: Partes signatárias da CQNUMC.....	100
Quadro 14: Países listados no Anexo I e no Anexo II da CQNUMC.....	100
Quadro 15: Os Mecanismos de Flexibilização previstos no Protocolo de Quioto.....	103
Quadro 16: Instituições relacionadas ao MDL.....	104
Quadro 17: Etapas do ciclo de submissão de uma atividade de projeto para obtenção de RCE	105
Quadro 18: Competências da CIMGC.....	112
Quadro 19: Desafios do FBMC.....	115
Quadro 20: Atribuições do CIM.....	116
Quadro 21: Competências complementares do GEx.....	117
Quadro 22: Resoluções CONAMA referentes à qualidade do ar.....	121
Quadro 23: Proposições Relativas às Mudanças Climáticas sujeitas à apreciação do Plenário	122
Quadro 24: Algumas legislações estaduais referentes às mudanças climáticas.....	125
Quadro 25: Ciclo do PDCA.....	127
Quadro 26: Plano Estratégico: Comprometimento da “Empresa X”.....	133
Quadro 27: Desafios da “Empresa X”.....	133
Quadro 28: Impactos ambientais significativos dos principais produtos da “Empresa X”....	135
Quadro 29: Indicadores de GEE utilizados na “Empresa X”.....	139

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: As camadas da atmosfera	36
Figura 2: Distribuição de comprimento de onda	46
Figura 3: Fluxos de energia na Terra.	47
Figura 4: Porcentagem de radiação solar incidente na Terra	48
Figura 5: Fluxo de energia para a Terra e proveniente dela.....	49
Figura 6: A curva de Keeling.	52
Figura 7: Tendências anuais da concentração de CO ₂ atmosférico em anos recentes.....	53
Figura 8: Camadas anuais visíveis na calota de gelo de Quelccaya, Peru.	55
Figura 9: Cientistas extraíndo um testemunho de gelo	56
Figura 10: Concentrações de CO ₂ atmosfera e o respectivo aumento de temperatura ao longo dos anos.....	57
Figura 11: Erupção vulcânica do Pinatubo	62
Figura 12: Mudança na temperatura prevista pelos modelos matemáticos.....	64
Figura 13: Principais processos atuantes na determinação do clima	66
Figura 14: Ciclo de Milankovich.....	75
Figura 15: Efeitos previstos para uma atmosfera mais quente no mundo.....	79
Figura 16: Curvas de oferta e demanda.....	82
Figura 17: Custos marginais – demanda e oferta de mercado	84
Figura 18: Exemplo hipotético de externalidades e consequências geradas na indústria petroquímica	85
Figura 20: Organograma da Empresa destacando sua estrutura de Governança Climática...	136
Figura 21: Estrutura da Governança Corporativa de SMS na “Empresa X”	140
Figura 22: Estrutura de geração de dados no Sistema de Gestão de Emissões Atmosféricas da “Empresa X”.....	145

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Empresas brasileiras solicitadas x empresas respondentes.....	92
Gráfico 2: Participação das empresas brasileira nas edições do CDP	93
Gráfico 3: Percentual de respostas obtidas.....	94
Gráfico 4: Média global de empresas respondentes.	94
Gráfico 5: Evolução do número de signatários brasileiros nas edições do CDP.....	95
Gráfico 6: Evolução do número de signatários globais nas edições do CDP.....	96
Gráfico 7: Número de atividades de projeto no sistema MDL.....	109
Gráfico 8: Reduções de emissões projetadas para o primeiro período de obtenção de créditos de carbono	110
Gráfico 9: Distribuição por escopo setorial das atividades de projeto de MDL no Brasil.....	110
Gráfico 10: Emissões de CO ₂ eq em 1994 por setor.....	114
Gráfico 11: Total de emissões diretas e indiretas de gases de efeito estufa gerados na “Empresa X”	147
Gráfico 12: Emissões evitadas de GEE na “Empresa X”	148
Gráfico 13: Indicador de desempenho da “Empresa X”.	150

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação brasileira de Normas técnicas
AND	Autoridade Nacional Designada
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BOVESPA	Bolsa de valores do Estado de São Paulo
CDP	Carbon Disclosure Project
CE	Comércio de Emissões
CIM	Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima
CIMGC	Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
COP	Conferências das Partes Signatárias da Convenção-Quadro sobre Mudanças Climáticas
CQNUMC	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima
DCP	Documento de Concepção de Projeto
DJSI	Dow Jones Sustainability Index
EEGEE	Emissões Evitadas de Gases de Efeito Estufa
EGEE	Emissões de Gases de Efeito Estufa
EOD	Entidades Operacionais Designadas
FBMC	Fórum Brasileiro de Mudança Climática
GEE	Gases de Efeito Estufa
GEx	Grupo Executivo sobre Mudança do Clima

IBRI	Instituto Brasileiro de Relações com Investidores
IC	Implementação Conjunta
IPCC	Painel Intergovernamental de Mudança Climática
ISE	Índice de Sustentabilidade Empresarial
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
ONU	Organizações das Nações Unidas
PAG	Potencial de Aquecimento Global
PDCA	Plan-Do-Check-Act
PE	Plano Estratégico
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
PNMC	Política Nacional de Mudanças Climáticas
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
RCE	Reduções Certificadas de Emissões
SMS	Segurança do Trabalho, Meio Ambiente e Saúde
SRI	Investimentos Socialmente Responsáveis
TAC	Termos de Ajustamento de Conduta
TC	Comitê Técnico
UNFCCC	United Nations framework Convention on Climate Change
SGA	Sistema de Gestão Ambiental

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	
2	REVISÃO DA LITERATURA	26
2.1	Estrutura de Governança Corporativa	26
2.1.1	Governança Climática	27
2.2	Atmosfera	32
2.2.1	Composição da Atmosfera Terrestre	34
2.2.2	Regiões da Atmosfera.....	35
2.2.3	Poluição Atmosférica	38
2.2.4	Fontes de Poluição.....	40
2.3	Efeito Estufa	45
2.3.1	Bases Físicas do Efeito Estufa	46
2.3.2	O Processo do Efeito Estufa natural.....	48
2.3.3	O Efeito Estufa Intensificado	50
2.3.4	Os Gases de Efeito Estufa.....	51
2.3.5	Modelos Matemáticos.....	61
2.4	As Mudanças Climáticas	65
2.4.1	Fatores que afetam a Temperatura Terrestre	66
2.4.2	A Prova do Aquecimento Global	78
2.5	Economia Ambiental	81
2.5.1	Os pilares da economia ambiental.....	81
2.5.2	Aquecimento Global no Âmbito da Economia	86
2.6	Aspectos legais e institucionais	98
2.6.1	Direito Ambiental.....	98
2.6.2	Mobilização Política: Criação da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima	98
2.6.3	O Protocolo de Quioto.....	101
2.6.4	Estrutura Institucional Brasileira no Âmbito das Mudanças Climáticas.....	111
2.6.5	Ordenamento Jurídico Brasileiro no Âmbito das Mudanças Climáticas.....	117
2.7	Gestão Ambiental	126
2.7.1	ISO 14.001: Sistema de Gestão Ambiental	127

3	ESTUDO DE CASO	131
3.1	Caracterização da Empresa em Estudo	131
3.1.1	Governança corporativa na “Empresa X”	132
3.2	A Empresa e a Mudança Climática	134
3.2.1	Estrutura Organizacional de Governança Climática da “Empresa X”	135
3.2.2	Princípios da “Empresa X” para Mudanças Climáticas	137
3.2.3	Gerenciamento de emissões atmosféricas.....	138
3.2.4	Meta	138
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	141
4.1	Os resultados da governança climática na “Empresa X”	141
4.1.1	Ações adotadas pela “Empresa X” através de seu Subcomitê de Emissões e Mudanças Climáticas.....	142
4.1.2	Emissões diretas e indiretas	146
4.1.3	Emissões evitadas de GEE.....	147
4.1.4	Indicadores de desempenho socioambiental	149
4.1.5	Participação da “Empresa X” no CDP	148
5	CONCLUSÃO	152
	REFERÊNCIAS	159

1 INTRODUÇÃO

Regressando a um passado não tão distante, a imagem característica do símbolo do progresso era uma fábrica com chaminé emitindo volumosos rastros de fumaça. Hoje, se sabe que essa fumaça poderia ser qualquer coisa, até mesmo Gases de Efeito Estufa (GEE), não desenvolvimento; muito menos sustentável, quando considerado o ponto de vista ambiental.

1.1 Formulação da Situação – Problema

Desde a fragmentação de Pangea (UNB, 2009) o mundo luta para adquirir identidade própria e estabelecer suas fronteiras territoriais para manutenção de sua soberania. Nestas delimitações as nações diferem-se pelo seu desenvolvimento econômico, hábitos e costumes. Por desenvolvimento entendem-se ricos e pobres, por hábitos e costumes: necessidades de bens de consumo. Estas demandas podem então ser apontadas como o grande desafio da humanidade, uma vez que os impactos antrópicos, decorrentes das atividades humanas, estão causando modificações climáticas no próprio Planeta, desafiando a humanidade a novas ações e desafios.

Dessa forma, devido às conseqüências e alarmantes prognósticos científicos e econômicos, as mudanças climáticas estão sendo incorporadas nas variáveis de desempenho das atividades econômicas. Sendo assim, o comportamento de uma empresa, diante desse cenário de comprometimento ambiental, poderá provocar interferências no seu desenvolvimento econômico e na sustentabilidade de seus negócios.

1.2 Objetivos da Pesquisa

1.2.1 Objetivo Geral

Sob o enfoque das mudanças climáticas e suas conseqüências, verificar se as mudanças climáticas estão produzindo interferência na estrutura corporativa e na sustentabilidade econômica das empresas do ramo petroquímico com reflexos no mercado financeiro.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Estudar as causas e conseqüências das mudanças climáticas nas esferas sócio, econômico e ambiental;
- Verificar a mobilização do mercado acionário em relação às mudanças climáticas demonstrando com se dá sua interferência na estrutura corporativa de uma empresa;
- Estudar como as ações adotadas pela empresa corroboram para a eficácia da mitigação das conseqüências das mudanças climáticas;
- Verificar como se dá a estrutura da Governança Climática bem como os instrumentos utilizados para a sua consolidação em uma empresa;
- Verificar se a Governança Climática constitui hoje um diferencial na alavancagem dos negócios de uma empresa.

1.3 Questões da Pesquisa

As questões que este trabalho pretende responder são:

- A disseminação do conhecimento acerca das mudanças climáticas contribui para a mitigação dos seus impactos decorrentes;
- A mobilização das indústrias é suficiente para mitigar as causas das mudanças climáticas?
- A questão climática afeta a economia? De que forma?
- As indústrias estão adotando uma nova postura em relação a sua responsabilidade socioambiental?
- O arcabouço jurídico brasileiro está bem estruturado para enfrentar as mudanças climáticas?
- A Governança Climática está encontrando espaço dentro da estrutura da governança corporativa das empresas?
- O mercado acionário está impulsionando uma nova postura a ser adotada pelas empresas em relação às questões climáticas?
- Quais as contribuições da Governança Climática implantadas nas indústrias para a sociedade?

1.4 Metodologia da Pesquisa

Este item apresentará a metodologia empregada para determinar a interferência das mudanças climáticas nos programas de investimentos das empresas do ramo petroquímico, conforme objetivo do escopo desse trabalho.

1.4.1 Método Científico

O método científico pode ser conceituado como “o conjunto das atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo – conhecimentos válidos e verdadeiros -, traçando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando as decisões do cientista” (LAKATOS; MARCONI, 2006 apud TOGNETTI). Kourganoff (1990) define ainda, que a “pesquisa é o conjunto de investigações, operações e trabalhos intelectuais ou práticos que tenham como objetivo a descoberta de novos conhecimentos, a invenção de novas técnicas e a exploração ou a criação de novas realidades”. Richardson (1999) salienta ainda que a metodologia corresponde a regras previamente estabelecidas para a utilização do método científico.

1.4.1.1 Definição de objetivo e escopo

Selltiz (1965) e Conejero (2006) – agrupam os objetivos de uma pesquisa científica em três blocos:

- i) familiarizar-se com o fenômeno em estudo ou conseguir uma nova compreensão deste, de maneira a poder formular o problema de pesquisa mais preciso ou criar novas hipóteses;
- ii) apresentar precisamente as características de uma situação, um grupo ou um indivíduo específico;
- iii) verificar a frequência com que algo ocorre ou com que está ligado a alguma outra coisa;
- iv) verificar uma hipótese de relação causal entre variáveis.

Definidos enfoques de uma pesquisa, Tognetti (2006) esclarece que a pesquisa é utilizada para atingir os seguintes objetivos:

- Gerar e adquirir novos conhecimentos sobre si mesmo ou sobre o mundo em que vive;
- Obter e/ou sistematizar a realidade empírica (conhecimento empírico);
- Responder a questionamentos (explicar e/ou descrever);
- Resolver problemas;
- Atender às necessidades de mercado.

1.4.2 Tipos de Pesquisa Científica

Tognetti (2006) esquematiza os tipos de pesquisas científicas quanto aos seus objetivos e modalidades. Assim, uma pesquisa científica pode possuir um caráter exploratório baseado em levantamentos bibliográficos, entrevistas, estudo de caso dentre outras fontes de informações. Outra modalidade é a pesquisa científica descritiva em que o método consiste em estabelecer relações entre diversas variáveis através de pesquisas para levantamento de opiniões, crenças e atitudes de uma população, por exemplo. A pesquisa explicativa é outro tipo de pesquisa científica e deve ser capaz de identificar variáveis que determinam a ocorrência de um fenômeno explicando a razão do mesmo, investigando suas relações de causa e efeito. O Quadro 1 descreve os tipos de pesquisas científicas propostos.

Quadro 1: Tipos de pesquisas científicas quanto aos seus objetivos e modalidades

Tipo de pesquisa	Objetivos	Modalidade
Exploratória	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer mais e melhor o problema; • Elaborar hipóteses; • Aprimorar idéias; • Descobrir intuições. 	<ul style="list-style-type: none"> • Levantamentos bibliográficos; • Entrevistas; • Web sites; • Estudo de caso.
Descritiva	<ul style="list-style-type: none"> • Descrever características de população ou fenômenos, por exemplo; • Estabelecer relações entre variáveis. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estudos etnográficos, por exemplo; • Levantamentos de opiniões, de atitudes, crenças etc.
Explicativa	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar variáveis que determinam a ocorrência do fenômeno; • Explicar a razão do fenômeno, investigar relações de causa e efeito. 	<ul style="list-style-type: none"> • Experimental • Quase experimental.

Fonte: Tognetti (2006).

1.4.2.1 Tipo de pesquisa aplicada ao estudo

Dado que um estudo exploratório é direcionado para uma área em que o conhecimento é muito limitado e, portanto, é um campo de estudo em que ainda não foram formuladas hipóteses relevantes, a tarefa inicial é resenhar o material bibliográfico disponível, procurando perceber as hipóteses que dele podem ser derivadas (SELLTIZ, 1965 e CONEJERO, 2006). Assim, dentre as possibilidades de uma metodologia, o estudo das implicações das mudanças climáticas no programa de investimento das indústrias petroquímicas, por ser um tema novo, sem consideráveis antecedentes na literatura e na aplicação prática, enquadra-se no formato da pesquisa tipo exploratória.

Gil (1994), revela que esse tipo de pesquisa tem como principal objetivo o fornecimento de critérios sobre o problema de pesquisa estudado pelo pesquisador e sua compreensão. Para o mesmo autor, ela é utilizada quando se busca maiores entendimentos sobre a natureza de um problema e suas variáveis mais relevantes. Nesse sentido, Malhotra (2001) esclarece que uma pesquisa exploratória deve proporcionar maior compreensão do problema enfrentado pelo pesquisador, neste caso, as mudanças climáticas e suas implicações. A adoção do formato tem também o objetivo de explorar o problema proposto para prover critérios e compreensão, permitindo a descoberta de idéias e intuições. No caso dessa dissertação, a pesquisa exploratória, através do estudo de caso, será usada para definir o problema com maior precisão, identificando cursos relevantes de ação e propostas futuras de trabalho.

O método adotado neste trabalho deu-se através de:

- i) levantamento bibliográfico a bases de dados referenciais e textuais;
- ii) consulta a acervos técnicos de instituições de ensino;
- iii) pesquisas específicas à literatura técnica, sites especializados em organizações e instituições de pesquisas, periódicos e artigos visando à fundamentação teórica para elaboração da revisão de literatura;
- iv) coleta de dados através de documentos públicos divulgados pela empresa em estudo, e outras instituições consultadas.

Essa etapa visa à fundamentação teórica a respeito do assunto tratado nessa pesquisa.

Procedimento Metodológico: Estudo de Caso

A segunda etapa será desenvolvida através de um estudo de caso que, segundo Yin (2005), trata de questões do tipo “como” e “por que”, além de outras explicações sobre o tema em investigação, em situação real. Sem exigir controle sobre eventos comportamentais, focaliza acontecimentos contemporâneos. Tognetti (2006) considera que essa abordagem de pesquisa corresponde ao estudo aprofundado e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira a permitir o seu conhecimento amplo e detalhado.

O método de estudo de caso é um método específico de pesquisa de campo. Estudos de campo são investigações de fenômenos à medida que ocorrem, sem qualquer interferência significativa do pesquisador. Seu objetivo é compreender o evento em estudo e ao mesmo tempo desenvolver teorias e concepções mais genéricas a respeito dos aspectos característicos do fenômeno observado (FIDEL, 1992).

O estudo de caso consiste, enfim, em uma investigação detalhada de uma ou mais organizações, ou grupos dentro de uma organização, com vistas a prover uma análise do contexto e dos processos envolvidos no fenômeno em estudo. A abordagem de estudo de caso não é um método propriamente dito, mas uma estratégia de pesquisa e, portanto, podem-se empregar vários métodos - qualitativos, quantitativos, ou ambos (HARTLEY, 1994).

O estudo de caso é particularmente apropriado para pesquisadores individuais, pois dá a oportunidade para que um aspecto de um problema seja estudado em profundidade dentro de um período de tempo limitado (BELL, 1989). O mesmo autor aborda ainda que a grande vantagem do estudo de caso é permitir ao pesquisador concentrar-se em um aspecto ou situação específica e identificar, ou tentar identificar, os diversos processos que interagem no contexto estudado.

Sendo assim, o presente estudo enquadra-se na categoria de pesquisa exploratória conforme apresentada. Para atender às propostas desse tipo de pesquisa, caso do presente estudo, as respostas das questões formuladas serão obtidas a partir da interpretação de dados e informações disponíveis em documentos públicos, divulgados pela empresa em estudo, e outras organizações cujo tema está relacionado.

1.5 Delimitação da Pesquisa

O presente estudo será desenvolvido em uma grande indústria do ramo petroquímico que tem como atividades principais a extração e refino de petróleo, além da produção de energia.

Visando resguardar sua privacidade a empresa estudada será aqui denominada “Empresa X” e a delimitação da estrutura corporativa e seu modelo de governança climática serão abordadas no Capítulo 3, em estudo de caso.

1.6 Importância do Estudo e Justificativa

Nos últimos anos o mundo se confrontou com os fenômenos envolvendo as mudanças climáticas e suas conseqüências. Suscitando inúmeros e calorosos debates, o mundo se vê hoje em iminência de buscar não só soluções de longo prazo mais ações imediatas que visem a minimização das conseqüências do fenômeno. Dentre as diversas conseqüências previstas, destaca-se a interferência econômica atrelada ao tema. Assim, o mercado acionário mobiliza-se buscando subsídios que assegurem a sustentabilidade de seus negócios. Decorrente não só da pressão social, a pressão do mercado acionário tem suscitado uma mobilização na qual as indústrias buscam adequar-se aos anseios e expectativas, estimulados por seus acionistas.

Partindo desse cenário é necessário compreender que não podemos mais nos ater ao campo dos debates; a nova realidade requer medidas e ações práticas no qual todos devem assumir suas próprias responsabilidades, visando a mitigação dos efeitos adversos advindos das mudanças climáticas para o Planeta.

Diante das constatações levantadas no decorrer deste estudo será possível perceber que muitas vezes somos levados ao campo das incertezas, aonde a única expressão que temos do futuro são prognósticos, formulados por modelos matemáticos, e estes nem sempre são tão precisos como preferem afirmar alguns especialistas.

Assim, esse trabalho se justifica porque saber encarar os desafios do novo século é vital para a sustentabilidade empresarial de uma companhia. Ademais, esse trabalho também se torna relevante uma vez que analisa e difunde conhecimento das questões climáticas desde a sua origem e demonstra que a mesma é um símbolo-chave da interdependência global que

atinge indiscriminada e “democraticamente” todas as nações, povos e esferas da sociedade, inclusive a esfera econômica.

1.7 Gerência da Pesquisa

A autora teve seu primeiro contato profissional com as ciências ambientais a partir do ano de 1994 num período pós Eco-92 em que nações de todo o mundo se reuniram para tratar do problema das mudanças climáticas. Nessa época a carência de profissionais de meio ambiente no mercado levou a Escola Técnica Federal de Química, a implantar curso técnico de meio ambiente no Estado do Rio de Janeiro do qual a autora fez parte. Desde então vem atuando na área ambiental onde tem contribuído e disseminado conhecimento, inclusive através da elaboração do Manual de Licenciamento Ambiental (FAGUNDES; FEITOSA; LIMA, 2003), elaborado como trabalho de conclusão do curso de graduação pelo CEFET/RJ. Esse trabalho logo viria a ser publicado pela FIRJAN/ SEBRAE e adotado como referência para orientação de empresas em seu processo de licenciamento ambiental. Dentre outros trabalhos decorrentes, também é autora de quatro artigos científicos apresentados em Congressos Internacionais tal como Rio Oil & Gás. A autora atuou ainda no órgão ambiental do Estado do Rio de Janeiro e na Secretaria de Meio Ambiente, além de ter participado de inúmeras atividades acadêmicas de pesquisa e produção científica. Nos últimos quatro anos tem atuado como consultora ambiental em unidades subsidiárias de uma grande empresa do ramo petroquímico em cuja estrutura corporativa está implantada a governança climática. Sendo assim, a delimitação da formação e carreira profissional confere à autora os subsídios e os conhecimentos necessários para o desenvolvimento da presente dissertação.

1.8 Organização do Estudo

A estrutura geral desse estudo está dividida em cinco capítulos além das referências bibliográficas.

Este primeiro capítulo, Capítulo 1, corresponde à introdução onde são apresentados o problema, o objetivo, a metodologia, a justificativa, a gerência da pesquisa e este item que delimita a estruturação do trabalho.

O Capítulo 2, revisão de literatura, fundamenta as bases a questão climática bem como estudos decorrentes de ações adotadas no Brasil e no mundo em relação aos problemas decorrentes do aquecimento global. Este capítulo explora toda a seqüência de acontecimentos, causas e efeitos dos problemas climáticos fornecendo subsídios para as conclusões futuras. Nele são estabelecidas as bases das relações possíveis entre as mudanças climáticas e a representatividade econômica de uma empresa.

O Capítulo 3 aborda o estudo de caso em si, em que são apresentadas a estrutura da governança climática da “Empresa X” estudada.

No Capítulo 4 estão dispostos os resultados do desempenho obtido pela “Empresa X” no tocante à variável climática.

As conclusões da pesquisa são delimitadas no Capítulo 5

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Estrutura de Governança Corporativa

Criado no início da década de 1990 nos Estados Unidos e na Grã-Bretanha, o termo Governança Corporativa define as regras que regem o relacionamento dentro de uma companhia dos interesses de acionistas e administradores (GARCIA, 2005). Shleifer e Vishny (1997) reiteram sua importância ao afirmarem que a Governança Corporativa lida com as maneiras pela quais os fornecedores de recursos garantem que obterão para si o retorno sobre seu investimento. A Governança Corporativa também pode ser descrita como o sistema que garante aos acionistas o controle estratégico da empresa e o efetivo acompanhamento das ações dos gestores da companhia.

Ainda nesse enfoque, as questões de Governança Corporativa ganharam maior relevância a partir do surgimento das modernas corporações, nas quais há separação entre controle e gestão (FILHO, 1998). Para Rappaport (1998), “avaliar a empresa como intuito de gerenciá-la com base na evolução do seu valor é preocupação atual de praticamente todos os principais executivos, fazendo com que nos próximos anos a criação de valor para o acionista provavelmente se torne o padrão global para mensuração do desempenho do negócio” (RAPPAPORT, 1998).

Observa-se assim, que no modelo mercadológico atual as empresas com boas práticas de Governança Corporativa, têm mais facilidade para vender seus títulos, diminuir o custo de captação de recursos, valorizarem seus produtos, aumentando, portanto, seu valor de mercado incrementando seu nível de confiabilidade (VARELA, 2005).

De acordo com pesquisas realizadas em 2004, a governança corporativa já está sendo vista por grande parte das empresas brasileiras como um dos seus temas prioritários¹.

Em 2002 o panorama mundial da Governança Corporativa se transformou com a aprovação da Lei Sarbanes-Oxley (GARCIA, 2005). A partir de então novas exigências do mercado acionário, associadas aos padrões mais rígidos de auditoria, surgiram com o objetivo

¹ Fontes: Revista Razão Contábil – Novembro de 2004 e Pesquisa 2004 sobre Gerenciamento de Riscos e Governança Corporativa realizada pela KPMG

de inibir fraudes contábeis e levaram os conselhos de administração e os executivos a serem mais cuidadosos na elaboração e divulgação dos relatórios financeiros (VARELA, 2005).

Dentre os valores incorporados aos quesitos de excelência em Governança Corporativa destacam-se a estrutura de SMS das organizações para a adoção de práticas ambientalmente responsáveis.

Dessa forma, o comprometimento corporativo é avaliado através da percepção de como a organização valoriza as pessoas e o meio ambiente pela vertente da sustentabilidade. Para tanto, os analistas financeiros utilizam-se de diversas ferramentas que, por meio da análise fundamentalista sustentável, leva em consideração todos os indicadores relacionados com a questão socioambiental na qual, recentemente inclui-se a governança climática da organização.

2.1.1 Governança Climática

A crescente preocupação relacionada aos impactos econômicos das mudanças climáticas vem forçando as empresas a adotarem medidas preventivas, de forma a mitigar suas emissões de gases de efeito estufa (GEE), além de prepararem-se para lidar com as adaptações necessárias para o enfrentamento das conseqüências das mudanças climáticas. O novo modelo de governança climática advém, portanto, da governança corporativa e marca a expansão da consciência empresarial, sancionando o ingresso de variáveis socioambientais no planejamento estratégico corporativo e nos requisitos para uma governabilidade de longo prazo. Esta governança exige das empresas a capacidade de lidarem com instâncias inerentes à responsabilidade social e à gestão dos ativos ecológicos (CASARA, 2008).

Nesse cenário os sistemas corporativos estão sendo impulsionados a incluírem a governança climática no cerne de suas responsabilidades ambientais corporativas. Isso ocorre em um momento em que acionistas, investidores institucionais e fundos de pensão, manifestam suas preocupações e passam a exigir transparência e prestação de contas, sobre as políticas corporativas de mudanças climáticas impulsionada pela necessidade da redução das emissões de GEE. O assunto torna-se mais relevante ainda a partir da “Cúpula ONU do Investidor Institucional sobre Risco Climático”, ocorridas em 2003 e 2005, cujas definições contribuíram definitivamente para a formatação do conceito de Governança Climática, como elemento imprescindível da nova Governança Corporativa (BARONTINI, 2007).

Desde então, o risco climático tornou-se assunto obrigatório na pauta dos conselhos de administração, suscitando interesses de acionistas, investidores institucionais e fundos de pensão, que vêm exigindo uma transparência e prestação de contas sobre as políticas corporativas de mudanças climáticas (CASARA, 2008).

Na prática, a governança climática requer que as empresas emitam relatório de emissões de gases de efeito estufa, gerados no processo de fabricação de seus produtos e a implementação de uma política de gestão ambiental, que reduza gradativamente os índices de emissão (CASARA, 2008). Alinhado a esse modelo, as políticas de controle e redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) passam a desempenhar um importante papel nas estratégias de sustentabilidade corporativa de longo prazo.

Nesse contexto pode-se definir, então, a Governança Climática como as políticas adotadas pelas corporações, visando à mitigação as emissões dos GEE em seus processos e a disseminação de ações necessária para o enfrentamento das conseqüências das mudanças climáticas. A governança climática passa, então, a ser incorporada a governança corporativa como parte do processo de gestão empresarial. Sob o enfoque dos impactos financeiros e vantagens competitivas a governança climática atua, portanto, como um eixo determinante para a sustentabilidade dos negócios; é uma ferramenta que permite delimitar, a médio e longo prazo, os riscos e oportunidades associados à crise climática e suas conseqüências para as empresas (SCLC, 2008).

Assim a governança climática que é de suma importância o entendimento de que a reversão das vulnerabilidades a que as empresas estão expostas será o diferencial de seus negócios no mercado. Entende-se, portanto, que a capacidade que uma empresa tenha para se antecipar, lidar, resistir e recuperar-se dos impactos ambientais decorrentes das mudanças climáticas poderá determinar a sustentação de seus negócios (BARONTINI, 2006).

Sendo fato que investidores de todo o mundo já despertam para a iminência da intervenção das mudanças climáticas em seus negócios, o mercado financeiro busca respostas para os questionamentos derivados a variável climática e dentre tais questões (SCLC, 2008), destaca-se:

- i) Qual é a visão de futuro das empresas que eu estou investindo?
- ii) Como as empresas investidas aproveitam as oportunidades geradas por uma nova economia baseada na baixa emissão de GEE e qual o seu grau de exposição ao risco?
- iii) Como as empresas dimensionam o horizonte iminente de riscos e oportunidades, bem, como seu reflexo na valorização acionaria?

- iv) Como as empresas formulam estratégias coerentes de mitigação, para comunicação aos investidores e acionistas?
- v) No futuro, as empresas com menor intensidade de emissões de GEE também serão as mais rentáveis?

Outras questões focadas na produção foram elaboradas pelo Instituto Valor Ambiental, (IVA, 2008) e citam:

- i) Como se comportarão os preços e a disponibilidade de energia?
- ii) As fontes e os preços das matérias-primas serão afetados? De que maneira?
- iii) Novos materiais serão desenvolvidos?
- iv) Quais novas necessidades surgirão?
- v) Que produtos serão demandados pelo mercado?
- vi) Quais as ameaças e oportunidades em cada ramo de atividade?

Muitas incertezas são observadas e para delimitar respostas à série de questionamentos as empresas devem se mobilizar de forma a que decisões sejam preventivamente adotadas. Do contrario, correrão o risco de terem seus negócios abalados por adaptações bruscas decorrentes de um novo mercado modelado pela conjuntura climática.

Considerando esses impactos das mudanças climáticas, os tópicos seguintes elencam os riscos (Quadro 2) e oportunidades (Quadro 3) que poderão ser identificados, prevenidos e/ou mitigados através da incorporação dos conceitos da governança climática.

Quadro 2: Riscos decorrentes das mudanças climáticas

Riscos	Atuação da Governança Climática
i) Reação tardia ou inexistente perante novas exigências regulatórias	Identifica, dentro dos processos industriais de uma atividade, os pontos de vulnerabilidade, antecipando as ações necessárias a serem adotadas diante de novas exigências regulatórias. Exemplificando, a governança climática poderá direcionar a adoção de um inventário de emissões de GEE de dada atividade. Ao conhecer suas emissões, a corporação estará melhor preparada para lidar, por exemplo, com possíveis cotas de redução de emissões a ela estipulada. Outra vantagem, é que as informações obtidas através da governança climática, poderão ser utilizadas para a identificação das melhores tecnologias disponíveis no mercado e que sejam suficientes para mitigar o impactos de suas emissões.
ii) Aumento dos custos decorrentes da adoção de medidas de adaptação	A governança climática se antecipa, ao contemplar, dentro de sua atividade, como serão direcionados os investimentos necessários para a adoção de medidas de adaptação adequadas ao enfrentamento das conseqüências adversas das mudanças climática.
iii) Despreparo para lidar com horizonte de novos negócios	A governança climática melhor prepara a empresa para lidar com os impactos provocados pelas mudanças climáticas. Futuramente, no mercado, a empresa que souber lidar com os desafios provocados pelas questões climáticas, terá maior probabilidade de melhor desempenho.
iv) Percepção negativa de investidores e consumidores	O comprometimento da imagem da empresa, diante de seus consumidores, poderá resultar em aversão aos seus produtos e, conseqüentemente, diminuição de vendas. Má vista no mercado, a empresa poderá comprometer suas negociações e abalar seu desempenho financeiro. Entender que as mudanças climáticas têm o potencial de afetar os negócios de uma corporação é uma das vertentes da governança climática. Assim, trabalhar essa questão favorece o fortalecimento da empresa tornando-a pró-ativa e bem vista diante de consumidores e investidores.
v) Impostos e taxas pela emissão de GEE	As emissões de GEE poderão receber tarifações para desestimular sua produção. Estar atento ao incremento desse custo torna-se um diferencial de uma empresa para que ela absorva melhor esse acréscimo.
vi) Barreiras não-tarifárias e obstáculos aos processos de internacionalização	Para o mercado externo, a exigência de certificações ambientais já é parte dos negócios. Estar atento para o atendimento de novas exigências decorrentes das conseqüências das mudanças climáticas pode favorecer a competitividade da empresa nos processos de internacionalização de seus produtos.

Fonte: Adaptado de SCLC (2008).

Administrados os riscos, a inserção da governança climática na estrutura corporativa de subsidia, portanto, a empresa a explorar, ao máximo, as oportunidades decorrentes desse processo.

Quadro 3: Oportunidades decorrentes das mudanças climáticas

Oportunidades decorrentes de uma eficaz administração das questões climáticas

- i) Liderança nacional e internacional. Enquanto outras empresas não se preparam para os novos tempos, aquelas empresas, que preventivamente, investirem recursos para se adaptarem às conseqüências das questões climáticas terão maior probabilidade de se destacarem no mercado, conquistando “espaços” deixados pelas suas concorrentes. Em resumo: num futuro próximo, enquanto que determinadas corporações forem “pegas de surpresa” pelas novas exigências do mercado decorrentes das mudanças climáticas, uma corporação, cuja consolidação da governança climática já seja uma realidade terá um diferencial competitivo no mercado.
 - ii) Responsabilidade social e “licença para operar”. Trabalhar essas vertentes melhoram a imagem da empresa e permitem melhor relacionamento com os órgãos ambientais e comunidades vizinhas. Esse bom relacionamento assegura melhores condições de operação da própria atividade.
 - iii) Eco-eficiência. Projetos sistêmicos de eficiência aplicados no processo produtivo, além de contribuir para o desenvolvimento sustentável, favorecem o retorno financeiro das empresas
 - iv) Novos negócios: Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, novas tecnologias, energias renováveis etc. Produções mais limpas terminam por reduzir os custos e desperdícios de matérias-primas empregadas na produção.
 - v) Percepção positiva de investidores e consumidores. A imagem positiva de uma empresa culmina em maiores vendas com conseqüente valorização de suas ações no mercado financeiro.
 - vi) Incentivos econômicos e fiscais. Maior acesso às linhas de crédito e investimentos.
 - vii) Outras oportunidades decorrentes governança climática:
 - Avaliar riscos e preparar-se para futuras políticas relativas a GEE
 - Fornecer informações para acionistas e outros stakeholders
 - Benchmarking e identificação de oportunidades para melhoria de desempenho
 - Monitoramento, verificação e implementação de objetivos de responsabilidade social corporativa
 - Participação em mercados de carbono
 - Participação em programas de relatório de GEE
 - Identificação de oportunidades para redução de custos e aumento da eficiência
-

Fontes: Adaptado de SCLC (2008) e HIRSCHHEIMER (2008).

Como se percebe, os questionamentos, riscos e oportunidades, tendem, necessariamente, para os negócios das corporações. Num futuro muito próximo, o desenvolvimento econômico e o crescimento econômico poderão ser balizados pelas emissões de GEE e pelas oportunidades advindas de uma economia mais limpa e menos intensiva em carbono (IVA, 2008). Não é mais a questão ambiental isolada a uma simples gestão, o que se exige agora é mais que isso, o mercado busca compromisso e respostas e essas respostas apontam para a incorporação do conceito da governança climática como uma gestão estratégica em uma nova economia limitada pelas emissões de carbono.

Convergindo para este raciocínio, alguns especialistas como Ferreira (2008), acreditam que muito em breve a maior restrição ao crescimento das empresas será a

impossibilidade de emitir grandes volumes de GEE. Nessa concepção, a adaptação das indústrias perante o que já é considerada a “nova economia de carbono” é vital (FERREIRA, 2008). Assim, as corporações devem estar preparadas para os possíveis investimentos em estudos e desenvolvimento de projetos necessários para a redução de suas emissões. Em si, a concepção de novos investimentos, adaptações e mudanças, à primeira vista, podem despertar preocupações e mesmo repulsa por parte dos dirigentes. No entanto, conforme esclarece Marengo, 2007, Ph.D e pesquisador titular do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), por mais que esse desafio comece com investimento forte, certamente o retorno será bem expressivo, sendo possível combinar as três conquistas: mais lucro e uma empresa ecologicamente e socialmente mais correta.

Ponderando a questão, o que se sabe é que ao mesmo tempo em que o mundo está na iminência de sofrer os reflexos das mudanças climáticas, as emissões de carbono criam uma densa neblina que adentra a bolsa de valores, sugerindo o estabelecimento de uma nova meta: descarbonizar a economia. E serão essas as questões discutidas nesta dissertação. Fundamentando referenciais teóricos para o tema, a seguir será delimitada a questão climática desde a sua origem, consequência e causas, passando pelos aspectos econômicos e ações que estão sendo adotadas no Brasil, no mundo e na empresa em estudo.

Por hora, para compreender melhor sobre a importância da governança climática e sua importância estratégica para a sustentabilidade empresarial, torna-se necessária uma abordagem pormenorizada dos fatores que desencadearam as mudanças climáticas, suas consequências e reflexos políticos e econômicos, como será visto a partir de agora.

2.2 Atmosfera

Preparando alicerces para o estudo das mudanças climáticas é de vital importância delimitar a composição natural da atmosfera a fim de que se compreenda a origem e implicações das mudanças provocadas pelos impactos antrópicos ao meio ambiente.

Considere, portanto que a Terra possui uma estrutura vital chamada biosfera que é uma estreita camada que recobre toda a superfície do globo. É a porção da Terra que permite a proliferação da vida, desde a humana, vegetal e até a de seres microscópicos (BRANCO; MURGEL, 1995). Conforme descrito no Quadro 4, a biosfera compreende três camadas

distintas: litosfera, hidrosfera e a última, a atmosfera para a qual faremos um estudo mais detalhado.

Quadro 4: Camadas da biosfera.

Camadas	Características
Litosfera	Camada superficial que recobre a Terra. É formada de solo e rochas, em parte erodidas pela ação das águas e dos ventos.
Hidrosfera	Parcela líquida, constituída por rios, lagos e oceanos que recobre cerca de dois terços do globo terrestre.
Atmosfera	É a camada gasosa, o ar que envolve e penetra parcialmente os outros dois ambientes.

Fonte: Adaptado de BRANCO; MURGEL (1995).

Portanto, baseado nessa estrutura, a atmosfera também pode ser descrita como uma espessa camada de gases contendo líquidos em suspensão e partículas sólidas que envolvem completamente a Terra, e junto com esta forma um sistema ambiental integrado (RIBEIRO et al, 2000).

Alfred Russel Wallace, co-criador, junto com Charles Darwin, da teoria da evolução pela seleção natural, cunhou a expressão “o grande oceano aéreo” para descrever a atmosfera.

Flannery (2007), afirma que a atmosfera é um sistema extremamente complexo. “É a efusão cumulativa de tudo o que já respirou, cresceu e apodreceu”. Em todo o tempo ela é bombardeada pela radiação e por partículas energéticas do Sol que propiciam efeitos químicos profundos. Além disso, devido ao campo gravitacional da Terra, os átomos e as moléculas mais leves tendem a subir para o topo e desses fatores resultam uma composição atmosférica não uniforme (BROWN; BRUSTEN; LEMAY, 2005).

Braga et al (2006) sustenta que, na sua composição atual, a atmosfera é fruto de processos físico-químicos e biológicos iniciados há milhões de anos. Assim, para o entendimento da poluição atmosférica torna-se necessário conhecer a composição natural da atmosfera, a fim de se saber se a mesma está poluída, e o estudo dos poluentes atmosféricos, através de suas origens e características físico-químicas e biológicas (BRANCO; MURGEL, 1995).

2.2.1 Composição da Atmosfera Terrestre

Os componentes principais da atmosfera são o nitrogênio diatômico (N_2), o oxigênio diatômico (O_2), o argônio (Ar) e o dióxido de carbono (CO_2) (BAIRD, 2002), sendo os três primeiros gases os responsáveis pela maior parte - mais de 99,95% - do ar que respiramos (FLANNERY, 2007).

Em escala de valores a Tabela 1 indica os componentes atmosféricos e suas concentrações correspondentes. Inclui os elementos constantes e os gases traço (tidos como variáveis) que são aqueles cuja concentração é pequena em termos absolutos, mas sua capacidade, mesmo nesses níveis, de provocar o aquecimento do ar, é substancial.

Tabela 1: Componentes atmosféricos constantes e gases traço (variáveis)

	Componente	Símbolo	Concentração (ppm)
Constante	Nitrogênio	N_2	780.840
	Oxigênio	O_2	209.460
	Argônio	Ar	9.340
	Neônio + Hélio + Criptônio	Ne + He + Kr	24
Variáveis - Gases traço -	Vapor de água	H_2O	Saturação – 10.000
	Dióxido de carbono	CO_2	355
	Metano	CH_4	1,5
	Hidrogênio	H_2	0,50
	Óxido nitroso	N_2O	0,31
	Ozônio	O_3	0,02
	Monóxido de carbono	CO	<0,05
	Gás amoníaco	NH_3	0,004
	Dióxido de nitrogênio	NO_2	0,001
	Dióxido de enxofre	SO_2	0,001
	Oxido nítrico	NO	0,0005
	Sulfeto de hidrogênio	H_2S	0,00005

Fonte: Adaptado de PEPPER; GERBA; BRUSSEAU (1996)

Nesta quantificação, embora o dióxido de carbono esteja na faixa de 355 ppm na Tabela 1, é importante constatar que, recentemente, o relatório anual do Projeto Carbono Global apontou que as emissões globais de CO_2 aumentaram 3% de 2006 pra 2007. Ainda segundo o estudo a liberação do principal gás do efeito estufa cresceu, no período de 2000 a 2007, em ritmo quatro vezes superior (3,5% ao ano) ao aumento na década de 1990 (0,9% ao ano) superando todas as previsões dos cientistas. Assim, em 2007, a concentração de CO_2 na

atmosfera chegou a 383 ppm, 37% a mais que na era pré-industrial, quando ele era de 280 ppm². Considere, portanto que a parcela variável dos gases traço (Tabela 1) é extremamente vulnerável às modificações impostas ao meio pela intensificação das atividades antrópicas provocadas na atmosfera.

Ainda em relação à Tabela 1, se deve ponderar que “a porcentagem de vapor de água na atmosfera pode variar de 1% a 4% em volume da mistura total que depende da temperatura e da pressão atmosférica, além de outros fatores” (BOTKIN; KELER, 2000).

No entanto, ao contrário do que se supõe à primeira vista, a atmosfera não é composta apenas por gases existindo uma porção sólida em sua composição formada por poeira em suspensão, pólen, microorganismos etc além de uma porção líquida, composta de gotículas resultantes da condensação do vapor de água, na forma de nuvens, neblinas e chuvas (BRANCO; MURGEL, 1995). Braga et al (2006) afirma ainda que “a presença de partículas sólidas em suspensão no ar tem fundamental importância no ciclo hidrológico, uma vez que elas produzem núcleos de condensação acelerando o processo de formação de nuvens, e conseqüentemente, a ocorrência da precipitação. É o chamado fenômeno da coalescência”.

Ressalta-se ainda que os elementos menores – os restantes 0,05% (incluindo os gases atmosféricos variáveis) – “temperam” a mistura sendo alguns deles vitais para a vida neste Planeta como, por exemplo, o ozônio. A Tabela 1 ainda constata essa importância ao mostrar a escassez do O₃ mesmo dentro da minúscula minoria dos gases traço. No entanto, mesmo assim, sem o efeito protetor do ozônio estratosférico, logo ficaríamos cegos, morreríamos de câncer ou sucumbiríamos a uma variedade de outros problemas (FLANNERY, 2007).

2.2.2 Regiões da Atmosfera

A atmosfera divide-se em quatro camadas distintas, que são definidas com base em sua temperatura e na direção do seu gradiente de temperatura (FLANNERY, 2007) e varia muito em função da parcela considerada (BRANCO; MURGEL, 1995). A Figura 1 ilustra a estrutura de formação da atmosfera terrestre em troposfera, estratosfera, mesosfera e termosfera, além das camadas intermediárias: tropopausa, estratopausa e menospausa.

² Matéria disponível em: <[HTTP://noticias.ambientebrasil.com.br/noticia/?id=27840](http://noticias.ambientebrasil.com.br/noticia/?id=27840)>.

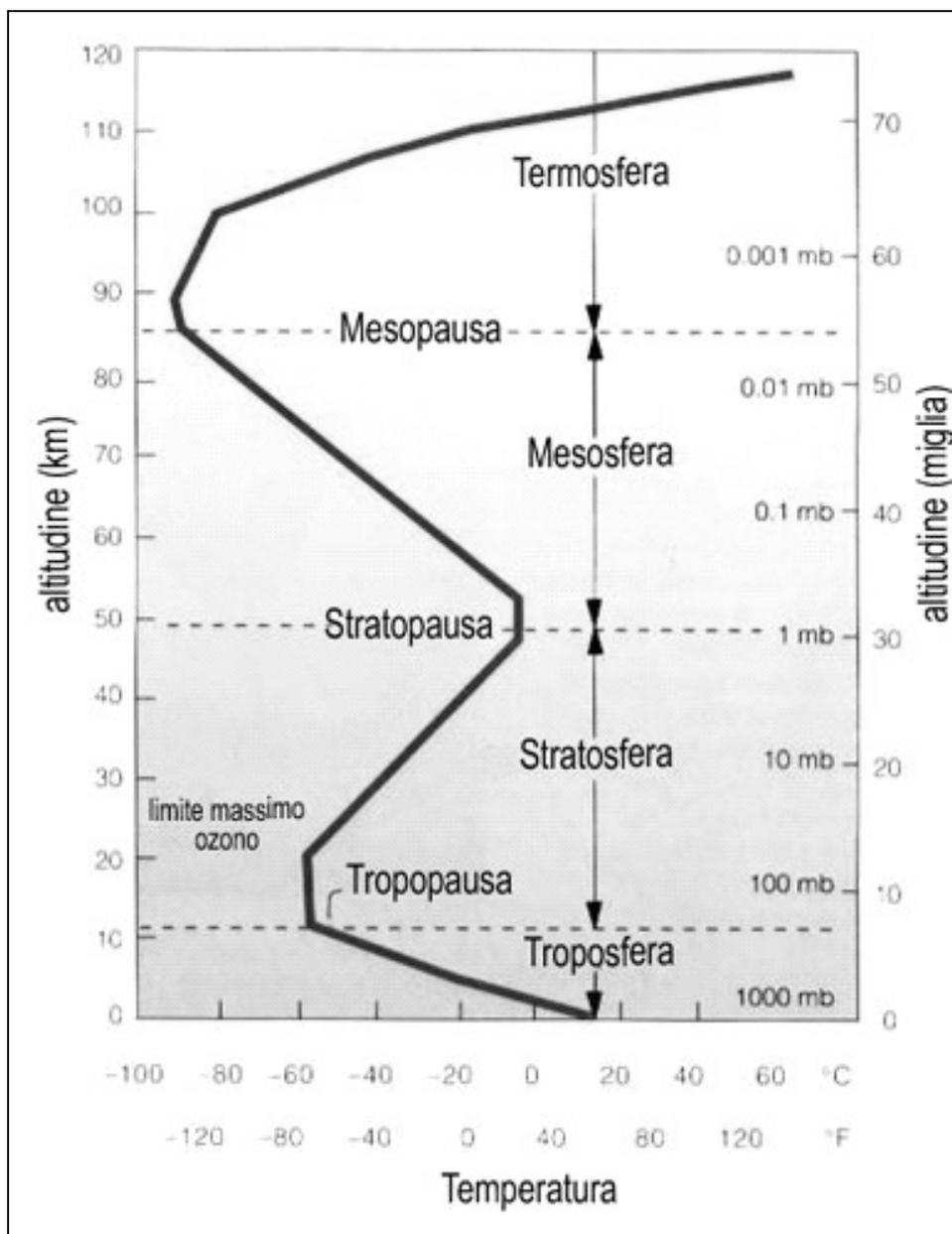


Figura 1: As camadas da atmosfera. A figura representa o perfil da temperatura da atmosfera através de sua estratificação térmica que, como se observa, varia dentro de uma mesma camada de acordo com a altura.

Fonte: <http://nautilus.fis.uc.pt>

Apresentada sua estrutura, o Quadro 5 descreve as particularidades de cada uma das principais camadas atmosféricas.

Quadro 5: Camadas atmosféricas

Camadas	Particularidades
Troposfera	<ul style="list-style-type: none"> • Do ponto de vista climático essa camada possui importância fundamental pois ela é responsável pela ocorrência das condições climáticas na Terra. É onde vivemos, e vivenciamos o clima e as condições meteorológicas; • Estende-se desde o nível da superfície terrestre até cerca de 15 quilômetros de altitude podendo variar em função da temperatura; • Contém 85% da massa da atmosfera também variando de acordo com a temperatura; • Um terço dela, que forma a camada mais baixa (e que contém a metade de todos os gases da atmosfera), é a única parte respirável de toda a atmosfera; • O aspecto singular da troposfera é que o seu gradiente de temperatura está de “cabeça para baixo” – é mais quente no fundo e esfria 6,5°C por quilômetro vertical que suba. • É uma região onde ocorre intensa movimentação dos componentes gasosos. Nela o ar é vigorosamente misturado durante grande parte do tempo, e a maior parte das nuvens e dos aerossóis se encontram nessa região; • Sua temperatura varia de uma média de 14°C a -70°C onde ela encontra a estratosfera; • É a única camada atmosférica que tem contato direto com os seres vivos. É o elemento básico para a sobrevivência dos organismos aeróbios que utilizam oxigênio livre em sua respiração; • Serve como fonte de nitrogênio e umidade, indispensáveis a todos os seres vivos; • Os aviões a jato normalmente voam a uma altura aproximada de 10 quilômetros acima da Terra, uma altitude próxima do limite superior da troposfera.
Estratosfera	<ul style="list-style-type: none"> • Também é uma camada de vital importância do ponto de vista ambiental, pois é nela que se encontra a camada mais espessa de ozônio e por ser rica em ozônio protege a Terra das radiações ultravioletas provenientes do Sol; • É a parte da atmosfera que abrange aproximadamente dos 15 até 50 quilômetros de altura; • Encontra-se logo acima da troposfera e abaixo da tropopausa; • Ao contrário da troposfera, fica mais quente à medida que sobe porque a estratosfera superior é rica em ozônio e o mesmo capta a energia dos raios ultravioletas reirradiando-a como calor; • Apresenta camadas distintas pelo fato de não ser perturbada pelo ar quente ascendente, e ventos violentos que através dela circulam; • É a região onde ocorrem as reações químicas de vital importância para a manutenção da camada de ozônio, que se situa na metade inferior da estratosfera; • A altura exata na qual termina a troposfera e começa a estratosfera varia com a estação do ano e com a latitude;
Mesosfera	<ul style="list-style-type: none"> • Fica a cerca de 50 quilômetros acima da superfície terrestre; • É a parte mais fria de toda a atmosfera, -90°C; • É nessa camada, na qual a furiosa energia da luz solar não filtrada decompõe as moléculas do ar: o CO₂ divide-se em átomos de oxigênio e em monóxido de carbono; a água em átomos de hidrogênio e em radicais de hidroxilas; as moléculas de oxigênio em átomos de oxigênio.
Termosfera Ou ionosfera	<ul style="list-style-type: none"> • É um tênue “resíduo” de gás que se estende longe no espaço, é quase um vácuo com apenas algumas centenas de átomos e moléculas por mililitro; • É a camada mais próxima do Sol e recebe esse nome porque nessa região as radiações ultravioleta da luz solar, muito intensas, decompõem as moléculas em íons e átomos; • É muito quente – as temperaturas podem chegar a 1000°C – mas é tão tênue o o gás que a compõe está tão finamente disperso, que o seu calor não tem influência sobre o clima da Terra; • É de vital importância para a vida no Planeta, uma vez que as condições que nela vigoram determinam quanto hidrogênio se perde no espaço: quanto mais quente for a termosfera, mais hidrogênio se perderá – e, a longo prazo, mais água se perderá, uma vez que a água é a única fonte de hidrogênio; • É muito importante também para as telecomunicações.

Fontes: Adaptado de FLANNERY (2007)/ BRAGA et al (2006)/ BAIRD (2002)/ (BRANCO; MURGEL, 1995) / LOVELOCK (2006b)/ BOTKIN; KELLER (2000).

Descritas as particularidades das camadas atmosféricas é importante compreender que do ponto de vista ambiental a troposfera e a estratosfera destacam-se em importância para os estudos desse trabalho uma vez que são nessas camadas que se desenvolvem todos os processos climáticos que regem a vida na Terra. Além disso, são nessas regiões onde ocorre a maioria dos fenômenos relacionados com a poluição do ar (BRAGA et al, 2005).

2.2.3 Poluição Atmosférica

Com a vasta estrutura aérea acima de nossas cabeças, por muito tempo imaginou-se que seres diminutos como os seres humanos fossem incapazes de alterá-la. Manteve-se assim a crença na estabilidade climática. No entanto, com o avanço dos estudos climatológicos, sabe-se hoje que a atmosfera não é tão invulnerável (FLANNERY, 2007) e está consideravelmente exposta aos efeitos adversos da poluição provocada pelo homem.

Nesse aspecto, Miller (2007) conceitua que “a poluição do ar é a presença de substâncias químicas na atmosfera em concentrações altas o suficiente para prejudicar organismos e materiais e alterar o clima”. Braga et al (2005), argumenta que a poluição do ar existe quando ele contém uma ou mais substâncias químicas em concentrações suficientes para causar danos em seres humanos, em vegetais ou em materiais.

Pode ser definida ainda como: “alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas normais da atmosfera que possa causar danos reais ou potenciais à saúde humana, à flora, à fauna, aos ecossistemas em geral, aos materiais e à propriedade, ou prejudicar o pleno uso e gozo da propriedade ou afetar as atividades normais da população ou o seu bem estar” (BOTKIN; KELLER, 2000). Pepper, Gerba e Brusseau (1996) incluem ainda os particulados entre os agentes precursores da poluição atmosférica ao defini-los como “algum gás ou particulado, em concentração alta o suficiente para colocar em perigo a vida e/ou bens” conforme tem ocorrido ao longo dos anos.

2.2.3.1 Poluição Atmosférica: Um Problema Antigo

A poluição atmosférica é um problema que atinge a humanidade há muitos séculos conforme a sucessão histórica de fatos ocorridos no mundo:

- Período Greco-Romano: remonta dessa época o histórico que aponta esse período como o de maior concentração de chumbo (Pb) no ar em função de sua utilização em larga escala (FLANNERY, 2007).
- Inglaterra, 1300: em função da redução das florestas inglesas por causa da intensa queima de madeira, o Rei Ricardo III fixou taxas para conceder permissão do uso do carvão de forma a controlar os efeitos adversos de poluição atmosférica causados pela queima do mesmo (BRAGA et al, 2005).
- Inglaterra, 1306: relatos históricos dão conta da preocupação do Rei da Inglaterra Eduardo I que detestava tanto o cheiro doce de madeira advindo da queima do carvão que, em 1306, banuiu do reino a sua queima, ameaçando os infratores com grandes multas e punições, que incluíam torturas, enforcamentos e decapitação. Naquela época, não se tinha idéia do que era o carvão. O mais provável, no entanto é que a associação entre carvão e doença – ou com o “próprio diabo” também pode ter contribuído para sua proibição, pois havia uma forte suspeita da “pedra preta”. O cheiro de enxofre que acompanhava a sua queima prenunciava uma lembrança desagradável dos tormentos das regiões infernais (FLANNERY, 2007). Nessa ocasião foram assinadas as primeiras leis de qualidade do ar, proibindo o uso de carvão com alto teor de enxofre (BRAGA et al, 2005).
- Londres, 1911: ocorre o primeiro grande desastre decorrente de poluição atmosférica. Foram 1.150 mortes em decorrência da fumaça produzida pelo carvão (BRAGA et al, 2005).
- EUA, Donora, Pensilvânia, 1948: morte de 30 pessoas e cerca de 6 mil internadas com problemas respiratórios (BRAGA et al, 2006).
- Londres, 1952: nesse ano ocorreu o evento mais crítico de que se tem notícia. Cerca de 4 mil pessoas mortas em função da poluição atmosférica (FLANNERY, 2007).
- Nova York, 1963: 300 mortes e milhares de pessoas apresentaram problemas diversos causados pela poluição do ar (BRAGA et al, 2006).

Após sucessivos desastres ambientais e mudanças da qualidade de vida da sociedade, o avanço da ciência criou definições que contribuem para o conhecimento e estudo do

problema atmosférico. Algumas dessas delimitações incluem as fontes de poluição, a classificação dos poluentes atmosféricos e os danos causados pelos poluentes atmosféricos, conforme descritos nos tópicos a seguir.

2.2.4 Fontes de Poluição

A poluição atmosférica pode ocorrer por fontes naturais e fontes antropogênicas, sendo essa dividida em fontes fixas e móveis. No Quadro 6 estão listadas as principais fontes poluidoras do ar:

Quadro 6: Fontes de poluição

Fontes de Poluição	
Naturais	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vulcões ▪ Ação dos ventos (erosão, arraste de partículas, arraste aerossóis, marinhos, pólen etc) ▪ Mar, ▪ Arraste eólico etc
Antropogênicas	<p>Fixas (ou estacionárias)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Industriais e não-industriais
	<p>Móveis</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Transportes aéreos ▪ Marítimos e terrestres, em especial os veículos automotores

Fonte: PIRES (2005).

2.2.4.1 Poluentes Atmosféricos

De acordo com a Resolução CONAMA 03/90, se caracteriza como poluente atmosférico:

“qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar: impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde; inconveniente ao bem-estar público; danoso aos materiais, à fauna e flora; prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e as atividades normais da comunidade” (BRASIL, 1990).

Para efeitos de monitoramento dos poluentes a qualidade do ar é analisada através de um grupo de poluentes consagrados como indicadores da qualidade do ar, devido a sua maior frequência de ocorrência e pelos efeitos adversos que causam ao meio ambiente conforme Quadro 7.

Quadro 7: Poluentes indicadores da qualidade do ar

Poluentes Indicadores da Qualidade do Ar	
Dióxido de enxofre	SO ₂
Partículas totais em suspensão	PTS
Partículas Inaláveis	PM10
Monóxido de carbono	CO
Ozônio	O ₃
Hidrocarbonetos totais	HC
Dióxido de nitrogênio	NO ₂

Fonte: Adaptado da Resolução CONAMA 03/90

2.2.4.2 Classificação dos Poluentes

Os poluentes são classificados como poluentes primários e poluentes secundários de acordo com as seguintes definições do Quadro 8.

Quadro 8: Classificação dos poluentes e suas definições

Classificação	Definição
Poluentes primários	São aqueles que entram diretamente na atmosfera, tais como: monóxido de carbono, hidrocarbonetos, material particulado, dióxido de enxofre e óxidos de nitrogênio.
Poluentes secundários	São aqueles formados a partir dos poluentes primários e outros componentes da atmosfera e a luz do sol (reações fotoquímicas).

Fonte: Adaptado de PIRES (2005).

2.2.4.3 Danos Causados pelos Poluentes Atmosféricos

Na atmosfera os poluentes podem causar diversos danos que podem ser danos biológicos e danos materiais (Quadro 9).

Quadro 9: Danos causados pelos poluentes atmosféricos e seus efeitos

Tipo de dano	Efeitos
<p data-bbox="513 680 678 743">Danos ao Meio Ambiente</p> <p data-bbox="321 835 431 869">Biológicos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="711 680 1339 772">• deterioração da qualidade da vegetação, do solo e das águas (chuvas ácidas causadas por gases como o NO e o SO , bem como pela deposição de partículas - poeira). <li data-bbox="711 781 1339 844">• Mudanças na composição atmosférica principal motivo das mudanças climáticas.
<p data-bbox="513 890 678 911">Danos ao Homem</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="711 890 1339 953">• podem ocorrer na pele, no aparelho respiratório, intoxicações crônicas ou agudas e irritação nos olhos. <li data-bbox="711 961 1339 1016">• Os danos podem ser reversíveis ou acumulativos podendo levar à morte. Alguns danos estão listados no Quadro 10.
<p data-bbox="328 1113 425 1134">Materiais</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="506 1037 1339 1100">• Podem ocorrer pela ação de gases, deposição de partículas, ação de microorganismos ou pela ação conjunta destes poluentes ou agentes. <li data-bbox="506 1108 1339 1205">• Os principais danos materiais são causados às pinturas de prédios, a corrosão de veículos, estruturas metálicas ou de concreto, e a deterioração de componentes elétricos e eletrônicos.

Fonte: Adaptado de MILLER (2007).

O Quadro 10 apresenta os principais efeitos dos poluentes atmosféricos para a saúde, meio ambiente e materiais:

Quadro 10: Tipos, origens e efeitos dos principais poluentes do ar.

Tipos	Descrição	Principais origens humanas	Efeitos à saúde	Efeitos ambientais	Danos a propriedades
Monóxido de Carbono (CO)	Gás incolor e inodoro tóxico para animais que respiram ar; forma-se durante a combustão incompleta de combustíveis que contêm carbono ($2 C + O_2 \rightarrow 2 CO$)	Cigarro, combustão incompleta de combustíveis fósseis. Aproximadamente 77% (95 % em cidades) originam-se do escapamento de veículos motorizados.	Reage com a hemoglobina nas hemácias e reduz a capacidade do sangue de levar oxigênio à células e aos tecidos e aos tecidos do corpo. Isso debilita a percepção e o raciocínio; Retarda os reflexos; causa dor de cabeça, sonolência, tontura e náusea; pode provocar ataque cardíaco e angina; danifica o desenvolvimento do feto e de crianças pequenas; agrava a bronquite crônica, o enfisema e a anemia. Em altos níveis, pode causar desmaio, coma, danos cerebrais irreversíveis e morte.	-	-
Dióxido de Nitrogênio (NO ₂)	Gás vermelho-amarronzado irritante que dá ao <i>smog</i> a cor marrom; na atmosfera pode ser convertido em ácido nítrico (HNO ₃), um importante componente da deposição ácida.	Combustíveis fósseis que queimam em veículos motorizados (49%) e usinas elétricas e indústrias (49%).	Irrita e prejudica os pulmões; agrava a asma e a bronquite crônica; aumenta a suscetibilidade a infecções respiratórias, como gripe e resfriados comuns (principalmente em crianças e idosos).	Reduz a visibilidade; a deposição ácida do HNO ₃ pode danificar árvores, solo e vida aquática em lagos.	O HNO ₃ pode corroer metais e destruir pedras em construções, estátuas e monumentos; o NO ₂ pode danificar tecidos.
Dióxido de Enxofre (SO ₂)	Incolor, irritante; forma-se principalmente da queima de combustíveis fósseis que contenham enxofre, como o carvão e o petróleo ($S + O_2 \rightarrow SO_2$);	Carvão queimado em usinas elétricas (88%) e processos industriais (10%).	Problemas de respiração em pessoas saudáveis; obstrução das vias respiratórias em pessoas que sofrem de asma; a exposição crônica pode causar uma condição permanente semelhante à bronquite. De acordo com a OMS, pelo menos 625 milhões de pessoas são expostas a níveis perigosos de dióxido de enxofre pela queima de combustíveis fósseis.	Na atmosfera, pode ser convertido em ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄), um importante componente da deposição ácida. Reduz a visibilidade; a deposição ácida do H ₂ SO ₄ pode danificar árvores, solo e vida aquática em lagos.	O SO ₂ e o H ₂ SO ₄ podem corroer metais e destruir pedras em construções, estátuas e monumentos; o SO ₂ pode danificar tinta, papel e couro.

Tipos	Descrição	Principais origens humanas	Efeitos à saúde	Efeitos ambientais	Danos a propriedades
Material Particulado Suspensa (MPS)	Variedade de partículas e gotas (aerossóis) pequenas e leves o suficiente para permanecerem suspensas na atmosfera durante períodos curtos (partículas grandes) ou períodos longos (partículas pequenas); causa fumaça, pó e neblina.	Queima de carvão em usinas elétricas e indústrias (40%), queima de diesel e outros combustíveis em veículos (17%), agricultura (lavra, queima dos campos), estradas não pavimentadas, construções.	Irritação no nariz e na garganta, danos aos pulmões; agrava a bronquite e a asma; diminui o tempo de vida; partículas tóxicas (como chumbo, cádmio, PCBs e dioxinas) podem causar mutações, problemas reprodutivos e câncer.	Reduz a visibilidade; a deposição ácida de gotas de H ₂ SO ₄ pode danificar árvores, solo e vida aquática em lagos.	Corrói metais, mancha e descolore construções, roupas, tecidos e tintas.
Ozônio (O ₃)	Gás irritante altamente reativo e de odor desagradável; forma-se na troposfera como um importante componente do <i>smog</i> fotoquímico.	Reações químicas com compostos orgânicos voláteis (COVs, emitidos principalmente por carros e indústrias) e óxidos de nitrogênio para formar o <i>smog</i> fotoquímico.	Problemas respiratórios; tosse; irritação nos olhos, no nariz e na garganta; agrava doenças crônicas, como asma, enfisema e problemas cardíacos, reduz a resistência a resfriados e pneumonia; pode acelerar o envelhecimento dos tecidos do pulmão.	O ozônio pode danificar plantas e árvores; o <i>smog</i> pode reduzir a visibilidade.	Danifica borracha, tecidos e tintas.

Fonte: Adaptado de MILLER (2007). Dados da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA).

Como se pode constatar, mais recentemente a atividade antrópica tanto intensificou a poluição do ar, com o lançamento de grandes quantidades de poluentes atmosféricos, que a qualidade do ar tornou-se um problema ambiental de relevância mundial, centro de maiores debates da atualidade, como no caso do aquecimento global, cuja causa é atribuída pelo lançamento desenfreado de GEE na atmosfera (FLANNERY, 2007).

2.3 Efeito Estufa

O início dos estudos relativos ao efeito estufa remonta do século 1800 através dos questionamentos do matemático francês Jean Baptiste Fourier. Ele se perguntava por que o Planeta não se aquecia a medida que era atingido pelos raios do Sol até ficar tão quente quanto o próprio Sol. Com esse raciocínio questionador tentava estabelecer o que determinava a temperatura média da superfície da Terra e tudo o que conseguia, calculando o equilíbrio entre a energia proveniente do Sol e a radiação saída, era encontrar resultados absurdos indicando, pelos cálculos, que a Terra deveria ser um bloco de gelo, congelado a -15°C . Somente após muito estudo pôde constatar que seus cálculos sobre a energia calórica estavam corretos, só que nem toda a energia escapava para o espaço evidenciando que “alguma coisa” dentro da atmosfera retinha o calor. A partir de então, Fourier visualizou a atmosfera como o vidro de uma estufa que permitia a passagem da luz solar sem nenhuma resistência, mas aprisionava o calor que os raios solares geravam ao atingir o solo. A esse fenômeno deu-se a conhecer como efeito estufa (FLANNERY, 2007).

Cabe constatar que os estudos de Fourier também foram influenciados pelo físico Sadi Carnot. Este, por sua vez introduziu no mundo a chamada “revolução termodinâmica” com trabalhos voltados inicialmente para a explicação do funcionamento das máquinas térmicas em geral. Ampliando seus estudos, Carnot demonstrou que o mundo, nosso organismo e os sistemas planetários são impulsionados por forças derivadas de diferenças de temperatura, tal como o motor de uma locomotiva ou de um automóvel (BRANCO; MURGEL, 1995).

Outros nomes, igualmente importante no estudo do efeito estufa, como Horace Benedict de Saussure (1740-1799) e John Tyndall, antecederam Arrhenius, prêmio Nobel de Química em 1903, que confirmou a teoria da estufa quente (BRANCO; MURGEL, 1995). Parte dos estudos desses cientistas foi baseada nas evidências físicas descritas a seguir.

2.3.1 Bases Físicas do Efeito Estufa

As principais bases físicas para compreensão dos fenômenos climatológicos caracterizam-se como radiações eletromagnéticas, transferência radiante, dentre outros fenômenos.

As ondas eletromagnéticas têm algumas propriedades que determinam a radiação solar incidente e a radiação solar refletida (BAIRD, 2002), conforme representada na Figura 2.

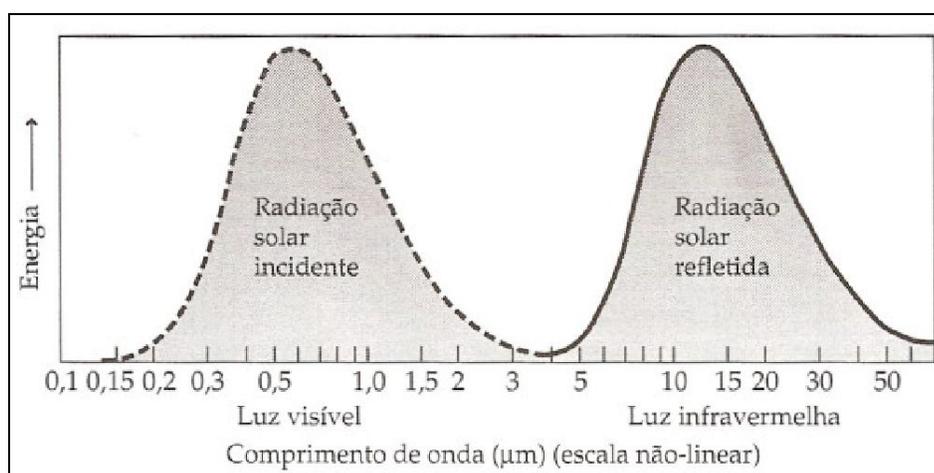


Figura 2: Distribuição de comprimento de onda (escalas diferentes) da luz emitida pelo Sol (linha tracejada) e pela superfície da Terra e troposfera (linha contínua).
Fonte: BAIRD (2002).

O fator que interfere nesse processo é o espectro eletromagnético definido como o intervalo completo da radiação eletromagnética que vai da região das ondas de rádio até os raios gama (BAIRD, 2002).

Dependendo das suas frequências, as radiações do espectro são portadoras de quantidades de energia diferentes. Quanto mais curto o comprimento de onda, mais alta é a energia de um fóton. Para a ciência climática esse aspecto é importante para compreensão das radiações solares na Terra. Esta, por ser um corpo muito mais frio que o sol, tende a irradiar a energia recebida no comprimento de onda no infravermelho, pois quanto mais baixa a temperatura de um corpo, maior será a tendência a emitir calor na faixa de longo comprimento de onda. Ao contrário, o sol emite energia principalmente com comprimento de onda curto devido a sua alta temperatura (ELETROBRAS, 2000).

Sendo assim, radiação da Terra é intrinsecamente relacionada a três processos principais (Figura 3):

- O fluxo de energia radiante do sol atingindo a superfície da Terra;
- A redistribuição da energia radiante no interior da atmosfera;
- A perda de energia radiante para o espaço.

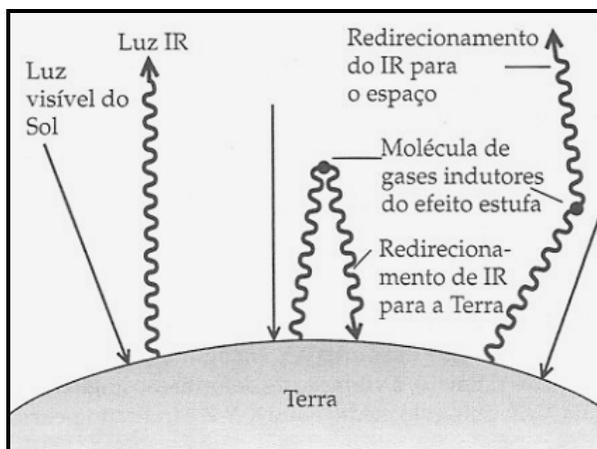


Figura 3: Fluxos de energia na Terra. Representa o funcionamento do efeito estufa na troposfera terrestre.
Fonte: BAIRD (2002).

Associando esses três processos ilustrados na Figura 3, o balanço global de radiação do Planeta envolve a absorção, dispersão, transmissão.

Com vistas à manutenção do equilíbrio térmico, a Terra emite para o espaço a mesma proporção de energia que recebe da radiação solar. A radiação incidente atravessa as diversas camadas da atmosfera e seu retorno ocorre na forma de radiações térmicas de grande comprimento de onda ou calor, que são absorvidas pelo CO₂ e outros GEEs (BNDES, 1999).

Por esses motivos, aproximadamente a bilionésima parte da energia emitida pelo Sol - principal fonte de aquecimento da superfície e da atmosfera terrestre - atinge a Terra na forma de ondas eletromagnéticas (MILLER, 2007).

Flannery (2007) constata ainda que da luz incidente total proveniente do sol (todos os comprimentos de ondas que chegam até a Terra):

- 51% alcança a superfície da Terra onde é absorvida;
- 19% é absorvida por gases (ozônio estratosférico, CO₂ e oxigênio diatômico) e pelas radiações ultravioletas e infravermelhas e pelas gotículas de água presentes no ar;
- 30% é refletido de volta ao espaço pelas nuvens, pelo gelo, pela neve, pela areia e por outros corpos refletivos, sem que ocorra qualquer absorção.

A Figura 4 ilustra essa proporção.

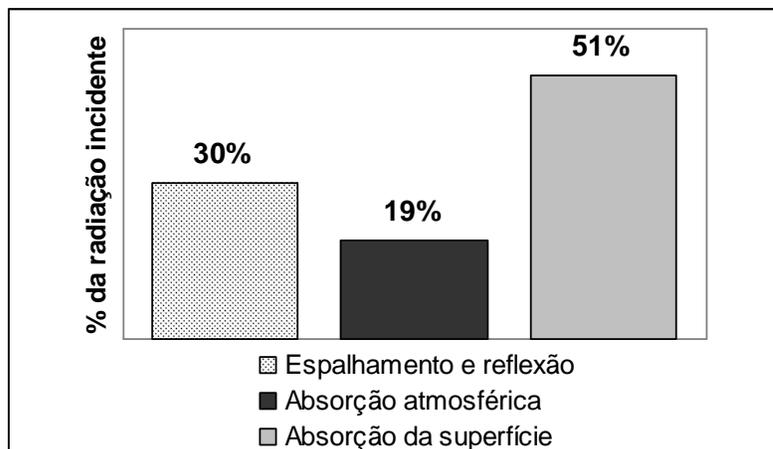


Figura 4: Porcentagem de radiação solar incidente na Terra. Do total, 30% é dissipada de volta ao espaço e/ou espalhada, 19% é absorvida por gases e 51% alcança a superfície da Terra sendo absorvida.

Fonte: Flannery (2007).

É importante compreender que em condições normais uma parte dessa radiação infravermelha refletida de volta ao espaço é naturalmente retida pela atmosfera mantendo a temperatura da Terra dentro dos limites confortáveis (GORE, 2007). Hoje se sabe que esse fenômeno só é possível devido aos GEE que reveste a atmosfera terrestre que provocam o chamado efeito estufa natural.

2.3.2 O Processo do Efeito Estufa natural

O efeito estufa é assim denominado devido a similaridade do processo que acontece com a atmosfera do Planeta Terra e das estufas de vidro utilizadas para o cultivo de plantas e alimentos. Na estufa artificial há um desequilíbrio térmico proposital, a partir de anteparos que permite a passagem da radiação infravermelha e bloqueiam a saída da radiação térmica para a atmosfera a fim de estabelecer condições microclimáticas que favoreçam o desenvolvimento das espécies vegetais (UNEP, 1997).

Considerando a luz solar que alcança a superfície terrestre, cabe salientar que ao ser aquecida por essa radiação, a superfície terrestre passa a emitir energia na forma de calor. No processo de reflexão, parte dessa energia se perde no espaço, o restante é absorvido por gases atmosféricos conhecidos como GEE que constituem elementos traços na composição atmosférica (BNDES, 1999).

Na atmosfera, esses GEEs são transparentes e oferecem menos obstáculos a passagem da radiação solar, sob a forma de luz de curto comprimento de onda. O mesmo não ocorre no processo inverso, pois os GEE causam maior retenção da radiação infravermelha reemitida pela superfície da Terra levando a um incremento da temperatura do Planeta (RIBEIRO et al., 2000).

Como a Figura 5 demonstra que grande parte da radiação solar que consegue atravessar a atmosfera é degradada em radiação infravermelha cujas ondas têm comprimento maior. Essa radiação encontra os chamados GEE e à medida que interage com as moléculas gasosas, aumenta a energia cinética desses gases, auxiliando no aquecimento da troposfera e da superfície terrestre (MILLER, 2007).

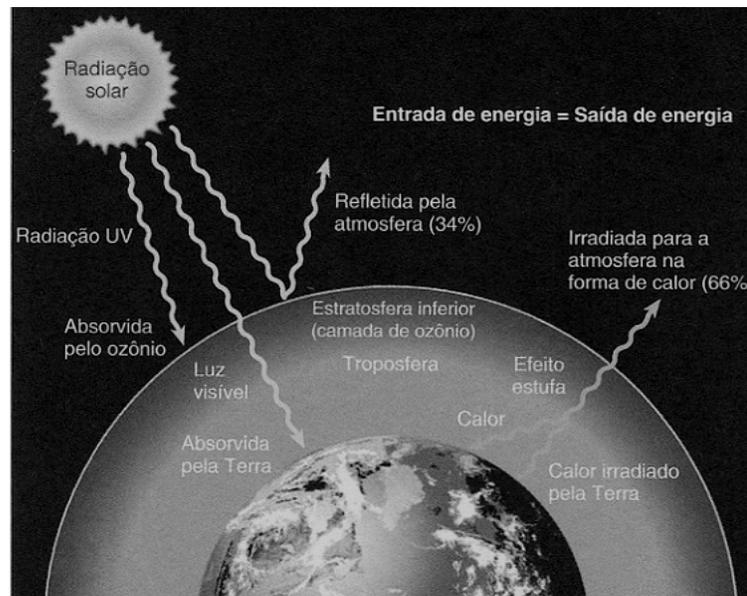


Figura 5: Fluxo de energia para a Terra e proveniente dela. A figura representa a degradação que converge a radiação solar, que atravessa a atmosfera, em radiação infravermelha de maior comprimento de ondas. Fonte: MILLER (2007).

Exemplo das conseqüências desses fenômenos é constatado por estudos do IPCC que demonstram que a superfície da Terra irradia para a atmosfera uma média de 390 W/m² de

energia na forma de radiação infravermelha. Desses 390 W/m², 240 W/m² passam pela atmosfera e conseguem chegar ao espaço enquanto que os restantes 150 W/m² são absorvidos pelos GEEs. Dessa forma pode-se definir o efeito estufa natural como estes 150 W/m², que correspondem ao redirecionamento ou desvio de infravermelho térmico em direção à Terra, de radiação infravermelha que os GEEs aprisionam (IPCC, 1997b).

O mesmo instituto de pesquisa argumenta ainda que, devido a esses fatores, associados à intensificação da emissão dos GEE na atmosfera, o processo natural do efeito estufa tem se intensificado de maneira anormal comprometendo o equilíbrio climático do Planeta (IPCC, 1997b).

2.3.3 O Efeito Estufa Intensificado

Até aqui cabe enfatizar que o efeito estufa é um processo natural de vital importância para a manutenção de vida no Planeta. No entanto o campo de debate que hoje preocupa estudiosos de todo o mundo é a potencialização do efeito estufa em função do aumento excessivo dos GEEs na atmosfera definido como efeito estufa intensificado.

Esse termo é utilizado então para distinguir do efeito estufa natural, que vem atuando durante milênios na Terra, e é motivo de grande preocupação dos cientistas ambientais. O fenômeno é motivado pelo aumento da concentração dos gases traços na atmosfera, que absorvem luz infravermelha térmica e cria, na superfície da Terra, uma camada ainda mais resistente à dissipação de calor para a atmosfera. O acréscimo desses gases no Planeta provoca o aumento da radiação na faixa 4 a 100nm (do espectro eletromagnético) presa pela atmosfera e, conseqüentemente, na superfície da Terra. Esse aumento da radiação retida resultaria, portanto, no redirecionamento de uma maior quantidade de energia infravermelha refletida, o que poderia aumentar a temperatura média da superfície além dos 15°C (BAIRD, 2002).

2.3.4 Os Gases de Efeito Estufa

2.3.4.1 O Dióxido de Carbono

Atualmente, os debates acerca do aquecimento global versam sobre o aumento da concentração de gases atmosféricos que culminam no aprisionamento de calor no Planeta. Como demonstrado no item 2.1.1, o dióxido de carbono (CO₂) é particularmente importante por ser o gás de concentração mais abundante dentre os gases traços que compõem a atmosfera (BAIRD, 2002).

Pepper, Gerba e Brusseau (1996) apontam ainda outras fontes menos quantificáveis de CO₂ tais como:

- O cultivo de solos nativos que converte a matéria orgânica do solo em CO₂;
- Agricultura, que culmina em menor acúmulo de biomassa de carbono. Isso ocorre porque seu cultivo é anual, as áreas agricultáveis são menos densas e as mesmas têm curta estação de crescimento em comparação com as plantas nativas;
- Desmatamento de florestas que diminuem a biomassa de carbono nos “sumidouros” naturais de CO₂.

Pesquisas do IPCC (1997b) indicam que atualmente a atmosfera contém cerca de 720 bilhões de toneladas métricas de carbono na forma de CO₂ e 3 bilhões de toneladas métricas excedidas entram na atmosfera a cada ano. O estudo indica ainda que este excesso representa uma elevação anual de cerca de 1,5 ppm na concentração de CO₂ presente na atmosfera.

Determinação das Concentrações de CO₂

Nos anos de 1950, o cientista Roger Revelle propôs uma nova experiência científica: coletar amostras das concentrações de CO₂ em altitudes elevadas da atmosfera terrestre, em diversos pontos, durante muitos anos (GORE, 2006). Sua inspiração baseou-se na hipótese de que a expansão econômica global pós-segunda guerra mundial, gerada pelo explosivo crescimento populacional e alimentada pelo carvão e o petróleo, produziria um “perigoso” aumento, na quantidade de CO₂ na atmosfera terrestre.

Para por em prática sua experiência Revelle aliou-se a Charles David Keeling, um jovem pesquisador cujo nome batizou o gráfico resultante do estudo: a curva de Keeling (FLANNERY, 2007).

- A Curva de Keeling

A curva de Keeling mostra as concentrações de CO₂ na atmosfera medidas no topo do monte Mauna Loa, a mais alta montanha vulcânica do Havaí, entre 1958 e 2000, conforme Figura 6. Este local foi escolhido por Revelle porque as amostras ali recolhidas não seriam contaminadas por emissões industriais locais aumentando a fidelidade dos resultados que constitui hoje uma das mais importantes séries de medições de toda a história da ciência climática (FLANNERY, 2007).

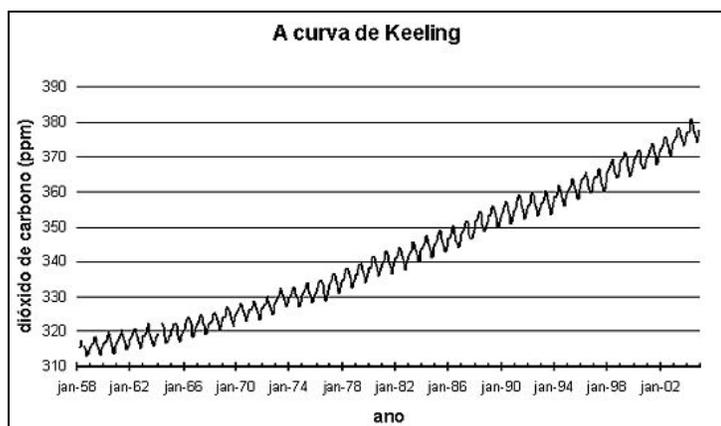


Figura 6: A curva de Keeling: mostra as concentrações de CO₂ na atmosfera entre 1958 e 2000. A representação gráfica sinalizou à comunidade científica a comprovação de que as concentrações de dióxido de carbono estava aumentando ao longo do período estudado.

Fonte: (FLANNERY, 2007).

A partir desses resultados, a Figura 7 mostra o gráfico do aumento da concentração de CO₂ atmosférico anual em função do tempo. O inserto detalhado do gráfico ilustra as oscilações típicas ao longo dos anos.

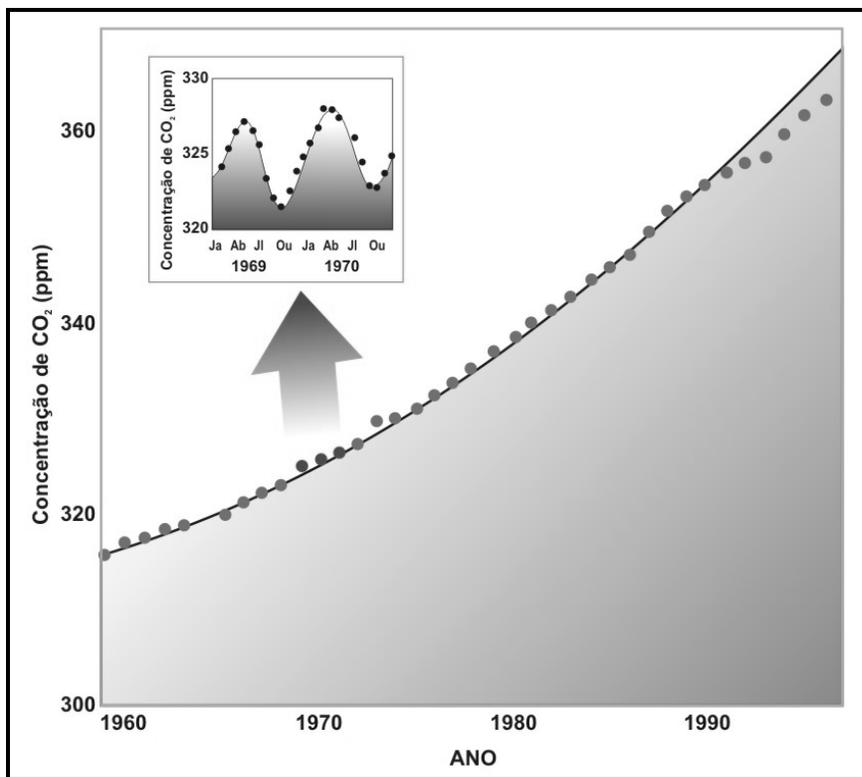


Figura 7: Tendências anuais da concentração de CO₂ atmosférico em anos recentes. O inserto representa as oscilações sazonais em função das estações do ano.
Fonte: Dados do observatório de Mauna Loa, no Havaí. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory).

Revelle atribuiu essas flutuações sazonais ao intenso crescimento da vegetação na primavera e no verão que remove CO₂ do ar, e o ciclo de decomposição da vegetação no outono e inverno que libera CO₂ para a atmosfera (BAIRD, 2002). Além disso, GORE (2007) chama atenção para o fato de que a grande maioria das massas terrestres do Planeta ficam ao norte do Equador assim como a grande maioria da vegetação terrestre. Dessa maneira dois processos naturais decorrentes das estações do ano justificam as oscilações observadas:

- 1º) PRIMAVERA e VERÃO: O hemisfério norte se inclina em direção ao sol; as folhas brotam absorvendo CO₂, conseqüentemente o CO₂ atmosférico diminui em todo o mundo;
- 2º) OUTONO e INVERNO: O hemisfério norte se inclina no sentido oposto ao sol; as folhas caem, e a medida que expõem CO₂, a quantidade do gás na atmosfera volta a subir.

Ainda em relação ao período de declínio de CO₂ na atmosfera, deve-se considerar o processo fotossintético realizado pelas plantas.

Nesse processo, o CO₂ é capturado pelas plantas que o transformam em “CH₂O polimérico” que são as fibras vegetais (especialmente a celulose) responsáveis pela composição de massa e volume da madeira e outras estruturas vegetais (BAIRD, 2002).

Importante frisar essas ocorrências porque uma vez “capturado” pelo processo de fotossíntese, o CO₂ já não se encontra livre na atmosfera para funcionar como GEE (BAIRD, 2002). Esse carbono aprisionado corresponde ao carbono fixado e reforça a importância das reservas vegetais do Planeta para a manutenção do clima.

Ao contrário, a decomposição biológica dessa material vegetal representa a reversão total desse processo, ou seja, liberação de CO₂ para a atmosfera através da respiração de microorganismos decompositores responsáveis pela degradação das fibras vegetais. Esse período reflete o acúmulo na curva de concentrações de CO₂ observado na Curva de Keeling (BAIRD, 2002).

Dessa forma, analogias científicas sugerem que esse processo observado por Revelle/Keeling indicam o processo respiratório do Planeta; é como se o mesmo fizesse uma grande inspiração e uma grande expiração uma vez ao ano. Também por esse fato a curva de Keeling é admirada por cientistas renomados como Tim Flannery que define o gráfico como “umas das coisas mais maravilhosas da ciência, pois nele é possível ver o nosso Planeta respirando”.

No entanto a excelência desse trabalho revelou ao mundo uma face preocupante: cada expiração terminava com um pouco mais de CO₂ na atmosfera que na anterior (FLANNERY, 2007). Essa inclinação foi o primeiro sinal para o alerta do comprometimento da atmosfera, pois não é preciso mais do que traçar sua trajetória adiante no tempo para perceber que o século XXI veria o CO₂ dobrar na atmosfera em relação ao início do século XX (FLANNERY, 2007). E isso tem o potencial de aquecer o nosso Planeta.

Embora os estudos de Revelle & Keeling tenham sido fundamentais, a ciência deparou-se com a limitação dos dados uma vez que os mesmos foram coletados em tempo real. Compreendeu-se que para traçar um diagnóstico mais preciso da relação entre a mudança climática e o aumento nas concentrações de CO₂ seria preciso uma amostragem mais abrangente que retratasse a evolução da disponibilidade desse gás ao longo das eras aumentando a confiabilidade dos estudos. Dessa forma os cientistas se voltaram para o estudo do gelo glacial antigo.

Quantificação de Carbono na Atmosfera

Estudiosos podem estimar as quantidades de carbono removidas da atmosfera através da análise de sedimentos. Estes permitem estimar a concentração original de dióxido de carbono na atmosfera e sua mudança através do tempo (RICKLEFS, 2007). Outra possibilidade é a análise das concentrações de GEEs através de bolhas presas em várias profundidades no gelo glacial antigo.

O gelo proporciona um registro climático realmente detalhado em longo prazo. A amostragem se dá quando as precipitações de neve de cada ano acabam sendo separadas em camadas que são comprimidas estação após estação (Figura 8). Dessa forma, cada nova queda de neve soterra a camada predecessora, de modo que o ar frio fica preso em pequenas bolhas de ar que agem como minúsculos arquivos, documentando as condições atmosféricas de cada época formando um registro de atmosferas passadas (FLANNERY, 2007 & LOVELOCK, 2006b). Atualmente, técnicas avançadas, de perfuração das calotas polares (Figura 8), permitem que os níveis de metano, óxido nitroso e dióxido de carbono sejam obtidos dessas bolhas, e cada um desses níveis revela sua própria história sobre as condições passadas da biosfera (GORE, 2007).



Figura 8: Camadas anuais visíveis na calota de gelo de Quelccaya, Peru.
Fonte: GORE, 2007.

Indiretamente, pode-se calcular a temperatura da Terra quando o ar foi aprisionado, com base na composição isotópica do oxigênio e hidrogênio (FLANNERY, 2007). As evidências climatológicas são possíveis através do “testemunho de gelo” extraídos dos pólos (Figura 9).

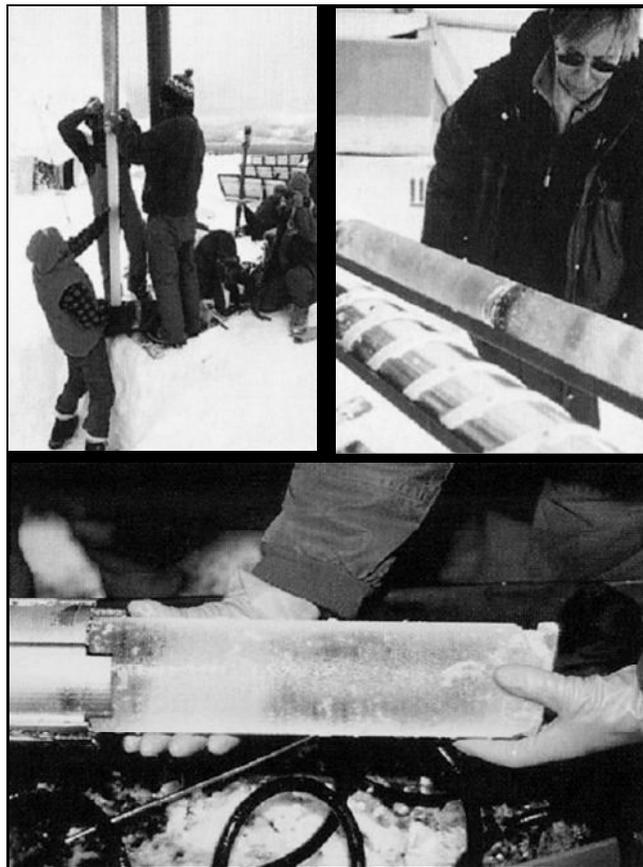


Figura 9: Cientistas extraíndo um testemunho de gelo. O as bolhas de ar aprisionadas no interior dos blocos indicam a composição atmosférica da época em que foi formado.

Fonte: GORE (2007).

Na Antártida, as medições da concentração de CO_2 e da temperatura possibilitaram a obtenção de dados referentes às últimas eras como retrata a Figura 10. Através da mesma Figura observe a íntima relação entre o aumento da concentração de GEE e a temperatura.

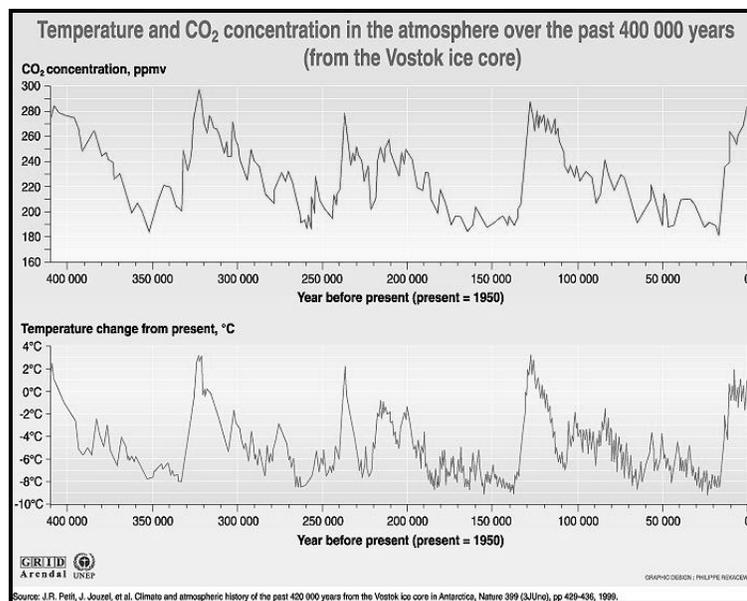


Figura 10: Concentrações de CO₂ atmosfera e o respectivo aumento de temperatura ao longo dos anos.
Fonte: UNEP (1997)

Diante dos dados apresentados, cabe salientar uma importante relação: quando há mais CO₂ na atmosfera, a temperatura aumenta, pois a atmosfera retém o calor vindo do Sol.

“Medidas feitas com amostras de ar aprisionado no interior de blocos de gelo na Antártida e na Groelândia indicam que a concentração atmosférica de CO₂ em épocas pré-industriais (i.e., antes de 1750) era de cerca de 280 ppm, tendo aumentado cerca de 30%, para 365 ppm, em 1998.” (BAIRD, 2002)³. Ainda segundo o mesmo autor, a concentração de CO₂ cresce a uma taxa anual de 0,4%, ou 1,5 ppm, quase o dobro que nos anos de 1960, embora ocorram consideráveis flutuações anuais de cerca de mais ou menos 1 ppm na taxa de aumento.

Concentração Equivalente de Dióxido de Carbono

Devido a sua importância, o CO₂ foi tomado como parâmetro de equivalência para o cálculo do percentual de aquecimento global de forma a quantificar as emissões equivalentes dos gases causadores do aquecimento global.

³ Ver dados de estudos mais recentes no item 2.1.1 (Composição da Atmosfera Terrestre)

Dado o fato de que a intensificação do efeito estufa, derivada dos aumentos nas concentrações de gases traço, é atualmente quase tão extensa como o aumento do dióxido de carbono. Foi criado o conceito de “concentração equivalente de Dióxido de Carbono”. Este conceito tem por objetivo resumir os efeitos de intensificação de todos os gases indutores do efeito estufa em um único número, o CO₂ equivalente (BAIRD, 2002).

Como base de cálculo para essa escala considera-se o aumento na concentração dos GEE (diferentes do CO₂) que ocorreram desde a época pré-industrial. A partir de então se calcula a variação da temperatura global que resultaria de tais aumentos e deduz-se o aumento da concentração adicional de CO₂ que teria produzido o mesmo efeito. Assim, a soma da concentração real de dióxido de carbono com o equivalente ao aumento nos outros gases resulta na concentração equivalente de CO₂ (BAIRD, 2002).

Esses cálculos para determinação do CO₂ equivalente também levam em consideração o potencial de aquecimento global (PAG) de um determinado gás. O PAG é, portanto, “um fator que descreve a intensidade da irradiação de uma unidade de massa de um dado GEE, relativa a uma unidade equivalente de CO₂ durante um determinado período” (NBR 14064-1:2007). A Tabela 2 descreve os PAG de alguns dos GEE. Observe que o CO₂ apresenta o valor 1. Comparando, os PAGs dos GEE, se pode verificar que o Enxofre Hexafluoreto, por exemplo, apresenta o potencial de aquecimento 23.900, superior ao CO₂.

Tabela 2: Potencial de aquecimento global de alguns gases de efeito estufa

Gás	Fórmula Química	Potencial de aquecimento global (PAG)
Dióxido de Carbono	CO ₂	1
Metano	CH ₄	21
Óxido Nitroso	N ₂ O	310
Hidrofluorcarbonos (HFC)		
HFC – 23	CHF ₃	11.700
HFC – 32	CH ₂ F ₃	650
HFC – 125	C ₂ HF ₅	2.800
HFC – 236fa	C ₃ H ₃ F ₆	6.300
Perfluorcarbonos (PFC)		
Perfluormetano	CF ₄	6.500
Perfluoretano	C ₂ F ₆	9.200
Enxofre hexafluoreto	SF ₆	23.900

Fonte: Adaptado de IPCC (1997a)

Portanto, o CO₂ equivalente será calculado usando-se a massa de um dado GEE, multiplicada pelo seu PAG. Exemplificando, considere o cálculo de Emissões de Gases de Efeito Estufa (EGEE) para os parâmetros de CO₂, CH₄ e N₂O. A Tabela 3 define o PAG correspondente a cada um desses gases como 1, 21 e 310, respectivamente. Dessa forma a quantificação do EGEE será:

Tabela 3: Fórmula de cálculo do Dióxido de carbono equivalente

$$EGEE = \sum CO_2 + 21 (\sum CH_4) + 310 (\sum N_2O), \text{ onde:}$$

EGEE – somatório das emissões de gases de efeito estufa

CO₂ – quantidade emitida de CO₂

CH₄ – quantidade emitida de CH₄

N₂O - quantidade emitida de N₂O

Fonte: Adaptado de IPCC (1997a)

Todos os dados apresentados nesse item serão utilizados para determinação da adicionalidade proposta para uma atividade de projeto de MDL, conforme será tratado no item 2.6.3.1 (mecanismos de flexibilização).

2.3.4.2 Vapor de água

Embora não seja considerado um “gás”, o vapor de água também é uma importante espécie de efeito estufa (FLANNERY, 2007). O item 2.4.1.5 descreve em maiores detalhes as peculiaridades do vapor de água como gás indutor do efeito estufa e sua importância na propulsão dos mecanismos de retroalimentação positiva e sua participação no processo de aquecimento global.

2.3.4.3 Metano

Depois do CO₂ e do vapor de água, o metano (CH₄), conhecido como “gás do pântano”, é o gás indutor do efeito estufa de maior importância que causa um efeito de aquecimento 21 vezes maior que a o CO₂ (BAIRD, 2002). O metano é produzido através de

vários processos naturais, como a fermentação em pântanos, e processos antrópicos, como a queima de biomassa vegetal, o plantio de arroz, a fermentação no aparelho digestivo do gado, aterros sanitários e o uso do carvão, petróleo e especialmente o gás natural (HELENE, 1994 & BAIRD, 2002). Atualmente, cerca de 70% das emissões de metano são de origem antropogênica. Na atmosfera, grande parte do CH_4 desaparece em reações químicas e uma pequena fração é absorvida por microorganismos existentes no solo. No entanto, o metano ainda contribui com 15% do processo do efeito estufa (HELENE, 1994).

2.3.4.4 Óxido Nitroso

É um gás traço igualmente importante para o processo do aquecimento global. O óxido nitroso (N_2O) conhecido como “gás hilariante”, é 206 vezes mais efetivo que o CO_2 em causar o aumento imediato no aquecimento global. Assim como o metano, a concentração atmosférica do N_2O foi constante até cerca de 300 anos atrás, quando começou a aumentar, passando de 275 ppb na era pré-industrial para atuais 312 ppb, com uma taxa anual de crescimento de 0,25%. Focando sua origem, destaca-se que menos de 40% das emissões de N_2O são de fonte antropogênica, sendo grande parte de seus suprimentos naturais liberada pelos oceanos e a maior parte das emissões restante sendo resultado da contribuição por processos que ocorrem nos solos das regiões tropicais. O gás é ainda um subproduto do processo de desnitrificação biológica em ambientes aeróbios e do processo de nitrificação biológica em ambientes anaeróbios. Outra fonte, o aterro sanitário configura com uma importante contribuição devido aos processos de desnitrificação presentes no ambiente. No entanto, reside no uso de fertilizantes agrícolas a maior fonte de contribuição de emissões antropogênicas de N_2O (BAIRD, 2002).

2.3.4.5 Clorofluorcarbonos

São compostos gasosos que, em sua maioria, apresenta o maior potencial, entre todos os gases traço, para induzir ao aquecimento global. Os CFCs, utilizados, principalmente em aparelhos de ar condicionado, sprays, motores de avião, plásticos e solventes empregados na

indústria eletrônica, já foram liberados em grandes quantidades na atmosfera e apresentam longos tempos de residência, sendo bastante persistentes. São responsáveis por 20% do agravamento do efeito estufa: o gás tem o potencial de causar a mesma quantidade de aquecimento global de dez mil moléculas de CO₂ (HELENE, 1994). Sua atuação se faz mais presente na camada de ozônio visto o poder de destruição da mesma. Dessa forma, a diminuição da camada de ozônio constitui como um agravante, uma vez que quanto menor a camada de ozônio na atmosfera, maior quantidade de raios ultravioletas atingirá e aquecerá a terra, intensificando a emissão de raios infravermelhos e, em razão do acúmulo de GEEs na atmosfera, maior será o aquecimento global (SABBAG, 2008). Devido a esse problema, a influência do CFC no clima foi muito atenuada em função dos requisitos impostos pelo Protocolo de Montreal, que proibiu sua produção nos países desenvolvidos após 1995 (BAIRD, 2002).

Todas as espécies de gases de efeito estufa apresentadas até aqui, são, como o termo “efeito estufa” sugere, eficientes absorvedores de radiações térmicas de grande comprimento de onda. Esta absorção ajuda a manter um clima em condições adequadas para a manutenção de vida na Terra. Contudo, caso a concentração dos GEE continue aumentando, possivelmente o clima da Terra pode ser alterado ficando mais quente como já pode ser observado atualmente (PEPPER; GERBA; BRUSSEAU, 1996).

A demonstração dos estudos do aumento das concentrações dos GEE retrata um histórico de eventos que subsidiam as pesquisas climatológicas futuras. Atribuída sua extrema importância, essas informações comporão, portanto, parte da base de dados dos modelos matemáticos utilizados pelos cientistas para as previsões climáticas.

2.3.5 Modelos Matemáticos

Para prever o comportamento e conseqüências da intensificação dos GEE na atmosfera, bem como sua decorrente interferência na temperatura média global, os cientistas desenvolveram os modelos matemáticos. Atualmente essas ferramentas utilizam como base as interações entre luz do sol, nuvens, continentes, oceanos/ correntes marítimas, gelo e concentração de GEE (BRANCO; MURGEL, 1995).

A partir desses dados é possível executar esses modelos em supercomputadores que fornecem resultados que possibilitarão antever as possíveis mudanças futuras da temperatura

média do Planeta. A exatidão dos resultados obtidos no mundo real está diretamente relacionada às hipóteses do modelo - que se fundamentará no conhecimento atual sobre os sistemas que compõem a Terra, os oceanos e a atmosfera – e da precisão dos dados utilizados (MILLER, 2007).

Como histórico progresso da evolução das evidências do fenômeno do aquecimento global, elas passaram a ser melhor compreendidas no final dos anos de 1980. Nessa época, a comunidade científica, em especial os meteorologistas, se alarmou com a possibilidade de que as ações humanas, decorrentes do consumo de combustíveis fósseis, pudessem estar interferindo no clima do Planeta (MILLER, 2007).

Até esse momento a ciência contava com complexos modelos climáticos globais, que embora imitassem bem os climas do passado e do presente, limitava o entendimento dos pesquisadores que ansiavam por um teste mais rigoroso, aplicado a um modelo real (MILLER, 2007).

Em 12 de junho de 1991, a ciência defrontou-se, enfim, com um eficaz estudo de campo que possibilitava testar os modelos climáticos propostos até então. Nessa data, uma enorme nuvem de gás e cinzas se elevou acima do monte Pinatubo, nas Filipinas (Figura 11). Três dias após o vulcão entrou em erupção, após 600 anos de inatividade, provocando a segunda maior erupção vulcânica do século XX. Uma catástrofe que resultou na morte de muitas pessoas, destruição de casas e plantações, além de grandes prejuízos econômicos (MILLER, 2007).



Figura 11: Erupção vulcânica do Pinatubo. Contribuição para o avanço dos estudos climatológicos através dos modelos matemáticos.

Diante desse grande laboratório natural, James Hansen, cientista da Agência Nacional Espacial Americana (NASA), adicionou a quantidade estimada de dióxido de enxofre liberada pela erupção vulcânica ao modelo climático global, utilizando-se desse mesmo modelo para prever como a temperatura da Terra seria afetada (MILLER, 2007).

Com essa modelagem, Hansen anunciou que a recente erupção do vulcão Pinatubo provavelmente resfriaria a temperatura média da Terra em 0,5°C por um período de 15 meses, quando a Terra voltaria a aquecer, retomando as temperaturas observadas antes da explosão. Suas previsões se confirmaram e o sucesso da simulação ajudou a consolidar a relevância que deveria ser atribuída aos impactos das ações humanas (MILLER, 2007). Estava levantada a questão da interferência dos impactos antrópicos sobre o clima do Planeta.

2.3.5.1 As Previsões Propostas pelos Modelos Matemáticos

Com evidente aumento de certeza científica, decorrente dos avanços nos estudos climatológicos, cientistas, representados pelo IPCC têm divulgado os resultados obtidos nessas modelagens. Assim, os relatórios publicados pelo IPCC em 1991, 1995, 2001 e 2007 relacionaram as mudanças passadas das temperaturas globais e fornecem previsões sobre como provavelmente as mesmas mudarão este século (MILLER, 2007).

É importante ressaltar que tais modelos fornecem cenários sobre o que é muito provável (90% - 99%) ou provável (66% - 89%) de acontecer com a temperatura média da troposfera. Em ambos os casos os percentuais representados justificam o nível de preocupação, demonstrado pela comunidade científica, acerca das mudanças climáticas (MILLER, 2007).

Retornando aos relatórios do IPCC, cabe destacar duas importantes descobertas divulgadas na edição de 2001 e reiteradas nas edições posteriores:

Primeira: “há novas e fortes evidências de que grande parte do aquecimento observado durante os últimos 50 anos é atribuída às atividades humanas”.

Segunda: “é muito provável que a temperatura média da Terra aumentará de 1,4°C a 5,8°C entre 2000 e 2100.

A partir dessas descobertas os modelos climáticos prevêm uma probabilidade de 90% - 99% de que as mudanças na temperatura ocorram a níveis alarmantes já neste século,

conforme ilustrado na Figura 12. E junto a esse incremento na temperatura, prevêem-se as mudanças climáticas sobre a qual esse trabalho começará a abordar em maiores detalhes.

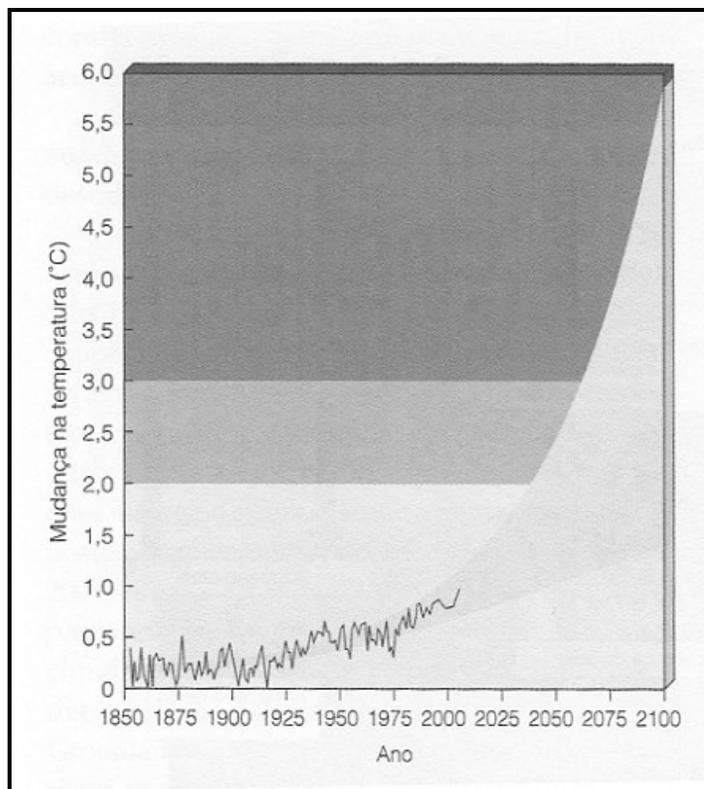


Figura 12: Mudança na temperatura prevista pelos modelos matemáticos para este século. Observe que pouco antes da década de 50 a curva da temperatura tornou-se mais acentuada e as projeções para o ano 2100, indicam a gravidade e a velocidade das alterações climáticas.

Fonte: Miller (2007). (Dados da Academia Nacional de Ciências dos Estados Unidos, Centro Nacional de Pesquisa atmosférica e Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática).

2.4 As Mudanças Climáticas

A velocidade com que ocorre a mudança da temperatura é o motivo de maior relevância para os meteorologistas. De acordo com a pesquisa desenvolvida nesta dissertação é possível perceber que a maioria das mudanças na temperatura da troposfera no passado levou milhares de anos para acontecer (MILLER, 2007). Assim, ao nos defrontarmos com uma previsão de aumento razoavelmente vigoroso da temperatura da troposfera neste século ou em menos tempo do que o período de uma vida, a questão toma um curso justificadamente preocupante.

Essa percepção é reiterada pelo IPCC ao que o mesmo afirma que é muito provável de que esta será a mais rápida mudança de temperatura dos últimos mil anos. Ainda nesse enfoque, em 2002, um estudo da Academia Nacional de Ciência, com base nas análises de GEE, confirma essa linha defendida pelo IPCC. Nesse estudo, a academia sugeriu que a temperatura da troposfera poderia aumentar muito em apenas uma ou duas décadas (MILLER, 2007).

Desde 1861, as concentrações dos GEEs na troposfera aumentaram vertiginosamente, em especial a partir de 1950. Como já comentado anteriormente, a concentração de CO₂ na troposfera aumentou de 280 ppm para 383 ppm, o maior nível em 420 mil, anos com previsão de que em algumas décadas esses níveis ultrapassem 500 ppm (MILLER, 2007).

Outra observação que sustenta as constatações do aquecimento global é o derretimento e encolhimento das geleiras e gelo que flutua no oceano, em algumas partes do mundo. Dessa forma, à medida que mais gelo derrete a troposfera se torna ainda mais quente, fazendo derreter mais gelo e aumentar a temperatura da troposfera ainda mais (MILLER, 2007).

Outro motivo evidente de preocupação da comunidade científica é o aumento dos níveis dos oceanos. Estudos do IPCC demonstram que o nível médio dos oceanos do mundo cresceu entre 0,1 e 0,2 metro, sendo essa elevação de nível associada, principalmente, ao derretimento da camada de gelo da Terra e à expansão da água do mar quando sua temperatura se eleva (MILLER, 2007).

Enfim, diversos são os fatores antrópicos ou naturais que têm o poder de interferir na temperatura do Planeta, provocando o fenômeno das mudanças climáticas. Os itens a seguir discutirão esses fatores e sua importância na manutenção do clima na Terra.

2.4.1 Fatores que afetam a Temperatura Terrestre

Fenômenos naturais e atividades antropogênicas têm o poder de intervir nas mudanças da temperatura média da troposfera e conseqüentemente no clima global. A Figura 13 apresenta os principais processos que interagem para determinar a temperatura média da Terra.

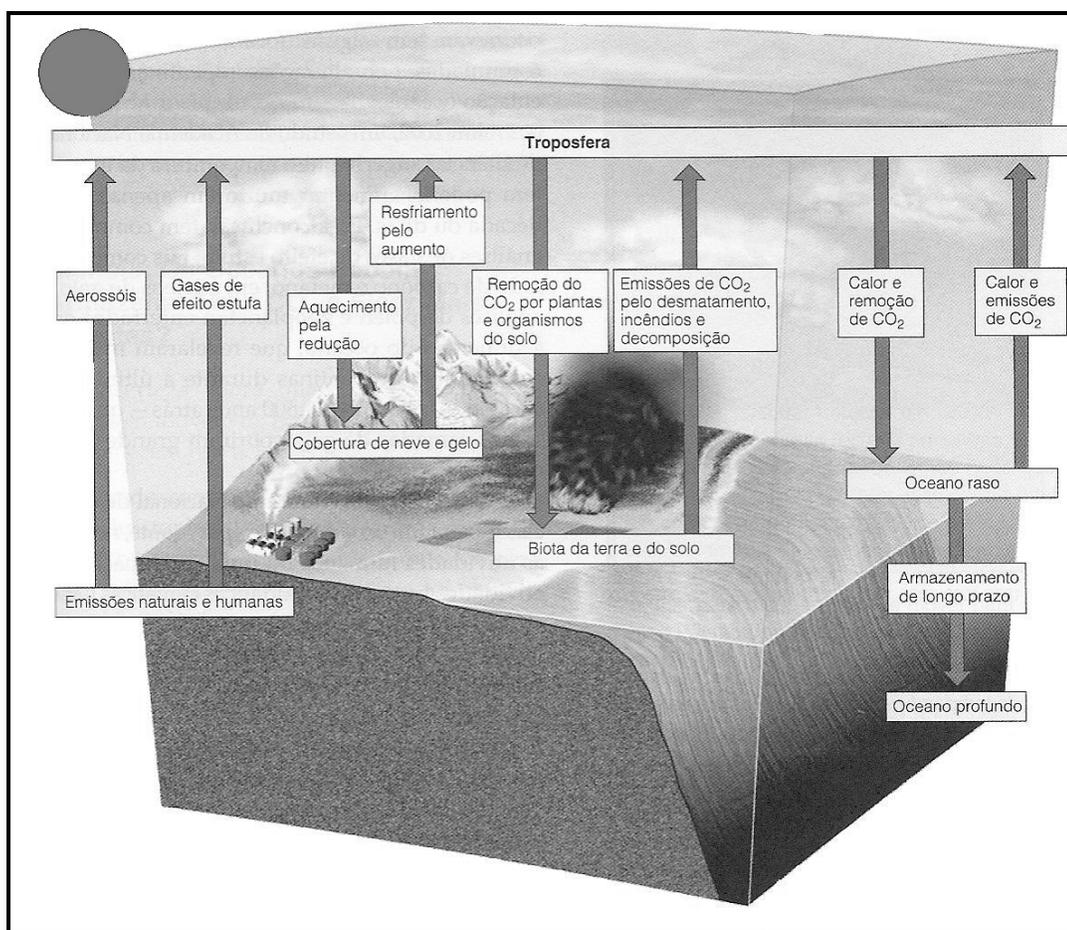


Figura 13: Principais processos atuantes na determinação do clima. A figura representa o modelo simplificado dos principais processos que interagem para determinar a temperatura média e conteúdo de gás de efeito estufa da troposfera e, portanto, do clima da terra.

Fonte: MILLER, 2007

Além desses processos, outros fatores influenciam a regulação do clima no Planeta sobre os quais trataremos a partir deste ponto.

2.4.1.1 A regulação dos Oceanos

Os oceanos desempenham um papel vital para a manutenção do clima no Planeta. Dentre suas funções carregam grandes quantidades de calor dos trópicos aos pólos. Possuem também a capacidade de armazenar enormes quantidades de calor, carbono e CO₂ e ser uma grande fonte de água para a atmosfera, através da evaporação (FLANNERY, 2007).

Em detalhes o fluxo do calor movimentado pelos oceanos ocorre porque suas correntes profundas são estabelecidas por diferenças na densidade da água, causadas por variações na temperatura, na salinidade e pelos ventos (RICKLEFS, 2007). Esse processo ocorre porque as correntes marinhas na superfície e no fundo são conectadas e age como “gigantesca esteira” transportadora para armazenar CO₂ e calor no oceano profundo e transferir água quente e fria dos trópicos para os pólos. Projeções sobre um mundo mais quente demonstram que um influxo de água doce, ocasionado pelo aumento de chuvas no Atlântico Norte, e o derretimento do gelo na região do Ártico, podem desacelerar ou interromper essa “esteira transportadora”, causando mudanças climáticas ainda mais graves (MILLER, 2007).

Além dessa importância, em 2004, Christopher L. Sabine e outros pesquisadores desenvolveram um estudo no qual se constatou que os oceanos ajudam a moderar a temperatura média da superfície terrestre ao remover cerca de 50% do excesso de CO₂ que lançamos na atmosfera entre 1800 e 1994 como parte do ciclo global de carbono, corroborando ainda mais para a necessidade da preservação das condições climáticas do Planeta.

Em outras palavras, qualquer interferência nessa complexa estrutura marinha, em função das mudanças climáticas, pode desencadear distúrbios (ainda não quantificáveis) tais como inundações, estiagens, tempestades violentas, aumento da frequência de furacões e outras manifestações naturais além do aquecimento severo em diversas partes do Planeta (MILLER, 2007).

2.4.1.2 Erupções Vulcânicas

As erupções vulcânicas são tidas como fenômenos naturais capazes de intervir na regulação climática do Planeta. A atividade vulcânica pode liberar no meio ambiente fragmentos de rocha, lava líquida e gases como vapor d'água, CO₂ e SO₂. Com a explosão, alguns vulcões lançam grandes quantidades de gases e matéria particulada em elevadas altitudes na troposfera que culminam em intercorrências climáticas tais como resfriamento temporário da superfície terrestre, devido à maior resistência da passagem de luz solar em consequência das partículas em suspensão liberadas (MURGEL; BRANCO, 1995).

Além disso, gases como SO₂, permanecem na atmosfera, onde são convertidos em minúsculas gotículas de ácido sulfúrico. Esse ácido pode permanecer sobre as nuvens por até três anos também refletindo parte da energia solar, resfriando a atmosfera por um período de um a quatro anos, interferindo na sua temperatura (MILLER, 2007).

2.4.1.3 Aerossóis

Os aerossóis podem ser definidos como partículas minúsculas e flutuantes que refletem, de volta ao espaço, a luz vinda do sol. Assim, um aerossol é um conjunto de particulados, partículas sólidas ou gotículas líquidas, dispersas no ar cujos diâmetros são menores que 100µm (BAIRD, 2002). Podem ser qualquer coisa entre a poeira ejetada pelos vulcões, às partículas das chaminés de usinas de energia a carvão. Também são produzidos em grandes quantidades pelos motores a diesel, pneus de borracha e incêndios (FLANNERY, 2007).

Segundo a lei de Stokes, a velocidade, em distância por segundo, na qual as partículas sedimentam aumenta com o quadrado de seu diâmetro. Assim os aerossóis, por serem partículas bem pequenas depositam-se tão lentamente que podem ser transportadas pelo ar durante dias ou semanas, a menos que sejam removidas do ar pela absorção nas gotas de chuva (BAIRD, 2002).

No caso dos aerossóis marinhos os mesmos são compostos inicialmente de cloreto de sódio, podendo através do fenômeno da nucleação adquirir outros componentes. A nucleação

de partículas é importante para o aumento do diâmetro destas e sua consequente dificuldade de entrada no trato respiratório humano, bem como para sua precipitação.

O fenômeno ocorre também com gases, tais como o SO_x, NO_x e NH₃ que formam os seus respectivos sais. A origem dessas partículas finas suspensas, consiste predominantemente de compostos inorgânicos de enxofre e nitrogênio. Sendo as partículas de enxofre originadas do dióxido de enxofre gasoso, SO₂, produzidas tanto por fontes naturais como por fontes antropogênicas, cuja estrutura se oxida para formar ácido sulfúrico (H₂SO₄) e sulfatos. No ar o H₂SO₄ é transportado não como um gás, mas na forma de aerossol de gotículas finas, devido a sua enorme afinidade com as moléculas de água (BAIRD, 2002).

Assim, considerando o fato de que entre um quarto e a metade de todos os aerossóis na atmosfera foi gerada por atividades antrópicas, a ciência tem atribuído a devida relevância desses compostos para as condições climáticas do Planeta incluindo os aerossóis em seus cálculos dos modelos climáticos mais modernos (FLANNERY, 2007).

2.4.1.4 Intensidade da Radiação Solar

Cerca de dois terços da incidência dos raios solares que chegam ao Planeta Terra são absorvidos e transformados em outras formas de energia, capazes de manter a vida na Terra (FLANNERY, 2007).

Com os avanços nos estudos climatológicos, atualmente a comunidade científica reconhece que as variações na radiação solar e nas concentrações dos GEEs afetam o clima da Terra de formas distintas. Assim a radiação solar aquece os níveis superiores da estratosfera através dos raios ultravioletas absorvidos pelo ozônio. Em contraste, os GEEs, aquecem a troposfera, e a aquecem mais no fundo, onde sua concentração é maior. Com essas observações, percebeu-se assim, que o esfriamento estratosférico influencia a circulação na troposfera, portanto, aquecendo e esfriando partes da Terra de modo complexo e irregular (BAIRD, 2002).

2.4.1.5 Retroalimentação ou *Feedback*

Segundo BAIRD (2002), o *feedback* é uma reação à mudança. Para melhor compreensão considere que os ecossistemas são ricos em redes de informações que incluem fluxos de comunicação físicas e químicas que ligam todas as partes dirigindo e regulando o sistema como um todo. Tal capacidade faz com que os ecossistemas sejam considerados *cibernéticos* (de *Kybernetes* = “piloto” ou “governador”) (ODUM, 2007).

Assim, partindo dos princípios elementares da cibernética o Planeta Terra será, portanto, definido pela sua capacidade de “controlar” seus mecanismos através dos chamados *feedbacks* que podem ser positivos ou negativos e para os quais o Quadro 11 apresenta as seguintes definições:

Quadro 11: Tipos dos mecanismos de *feedbacks* negativos e *feedbacks* positivos

Tipos de <i>Feedbacks</i>	
<i>Feedback</i> Negativo	Quando o sistema se desvia da sua norma ou estado desejado, mecanismos de resposta interna agem para restaurar aquele estado (RICKLEFS, 2007). Analogicamente, um termostato do aparelho de ar condicionado desempenha essa condição. Dessa forma, quando o ambiente está frio o aparelho desarma até restaura a temperatura de volta ao ponto desejado. A esse processo dá-se o nome de <i>feedback</i> negativo, um sistema cuja resposta reduz o nível subsequente de resposta (BAIRD, 2002). Na natureza esse efeito assegura o equilíbrio de parte dos fenômenos.
<i>Feedback</i> Positivo	Ao contrário do <i>feedback</i> negativo, no <i>feedback</i> positivo a atuação do fenômeno produz um resultado que amplifica adicionalmente o próprio resultado (BAIRD, 2002). Exemplificando, quando um carro se desvia do curso desejado, imediatamente alteramos a direção das rodas de forma a cancelar o desvio. Se por acaso o mecanismo de direção estivesse com defeito e aumentasse o desvio do carro, em vez de suprimi-lo, o erro seria ampliado e conseqüências indesejáveis poderiam acontecer (LOVELOCK, 2006b).

Fontes: (RICKLEFS, 2007)/ (BAIRD, 2002)/ (LOVELOCK, 2006b).

Relativo às questões climáticas os efeitos dos *feedbacks* são particularmente relevantes, pois as variações de uma parte do sistema podem causar efeitos no outro. Deve-se considerar que embora o *feedback* positivo seja essencial para proporcionar dinamismo e agilidade a um sistema, os círculos viciosos resultantes desse processo parece estar agora comprometendo a estabilidade do Planeta. Exemplo disso são os desvios climáticos que são ampliados e não suprimidos, de modo que mais calor leva a ainda mais calor (LOVELOCK, 2006b). Esta constatação ganha cada vez mais relevância com os resultados de estudos

científicos até então divulgados. Assim, quando a Terra aquece, um grande número de mudanças ocorre na atmosfera, nos oceanos e na superfície terrestre; e algumas dessas mudanças podem afetar a temperatura (BNDES, 1999).

Alguns dos efeitos dos *feedbacks* podem aumentar o aquecimento global, enquanto outros podem atenuá-los conforme se descreve a seguir:

- *Feedback* do Vapor d'água

O vapor de água é reconhecidamente o mais importante gás⁴ indutor do efeito estufa na atmosfera terrestre dada a sua abundância fazendo com que esse elemento retenha dois terços de todo calor preso pelos GEE. Agravando ainda mais a situação o vapor de água absorve aproximadamente cinco vezes mais radiação terrestre que todos os outros gases combinados (FLANNERY, 2007). Uma das razões de sua importância está no fato das moléculas de água, sempre abundantes no ar, absorverem luz infravermelha (IR) térmico. Devido a essa propriedade a água na forma de gotas líquidas nas nuvens também absorve IR térmico sendo que essas nuvens também refletem uma parte da luz solar incidente de volta para o espaço. A relevância dessa formação: nuvens situadas à baixa altitude refletem luz solar mais do que absorvem IR; como resultado resfria o Planeta. Inversamente, nuvens altas comportam-se de modo oposto e exercem um efeito resultante de aquecimento ao reter mais calor do que refletem luz (BAIRD, 2002).

Apesar de até esse momento o vapor de água contribuir em números para a incerteza quanto ao futuro das previsões de mudanças climáticas as pesquisas acerca da amplitude de sua contribuição para o aquecimento global têm avançado. Recentemente, um estudo⁵ realizado com a ajuda de um satélite da NASA e liderado por Andrew Dessler, da Universidade do Texas, publicado na *Geophysical Research Letters*, chegou a uma alarmante conclusão após conseguir medir com precisão a umidade contida nos primeiros dezesseis quilômetros da atmosfera:

⁴ Embora o termo gás não se aplique a água em condições normais, a presença de vapor de água na atmosfera e sua participação no efeito estufa dão a ele o status de “gás estufa”.

⁵ Disponível em: <www.nasa.gov/topics/earth/features/vapor_warming.html>

“Se a temperatura sobe, a umidade torna o clima mais úmido. Despejar gases de efeito estufa na atmosfera torna o clima mais úmido. E uma vez que o próprio vapor de água é um gás de efeito estufa, o aumento da umidade amplia o aquecimento a partir do dióxido de carbono. Em termos específicos, se a Terra aquecer 1,8 graus Fahrenheit, o aumento associado em vapor de água criará um aprisionamento extra de dois watts por metro quadrado. (...) Acreditamos agora que o retorno do vapor de água é extremamente forte, capaz de, por si só, duplicar o aquecimento causado pelo dióxido de carbono”.

Trata-se de um processo de retroalimentação positiva em que se estabelece um círculo vicioso. Neste, a água concentrada no ar atrai mais calor ao mesmo tempo em que a atmosfera aquece mais um pouco permitindo que ela capte e retenha mais umidade, que então aquece a atmosfera ainda mais (FLANNERY, 2007). Esse fenômeno é realmente um fator agravante para as mudanças climáticas presenciadas na atualidade.

- *Feedback* de nuvens

Como o aumento da temperatura, aumenta também a quantidade de vapor de água presente na atmosfera esse acréscimo pode ocasionar a formação de mais nuvens. Esse processo poderá aumentar ou diminuir o aquecimento a depender do tipo de nuvem formada. Nuvens altas têm um efeito de aquecimento enquanto que as nuvens mais baixas têm um efeito de arrefecimento (PEPPER; GERBA; BRUSSEAU, 1996).

- *Feedback* da disponibilidade de nutrientes nos oceanos

O aquecimento dos oceanos leva à diminuição de oxigênio dissolvido e de nutrientes, o que diminui as atividades fotossintéticas das algas reduzindo, por sua vez, a taxa de CO₂ absorvido na atmosfera. Reduz-se, portanto a capacidade desse importante reservatório de GEE (LOVELOCK, 2006b).

- *Feedback* da decomposição de matéria orgânica

Com a morte de ecossistemas florestais e de algas, sua decomposição libera CO₂ e CH₄ no ar intensificando as emissões de GEEs aquecendo ainda mais o Planeta (IPCC, 1995).

- *Feedback* do efeito albedo

Albedo é uma palavra latina para “brancura”. É o termo astronômico para definir a profundidade de cor de um Planeta, ou seja, a sua claridade ou a sua escuridão e, portanto, a sua refletividade (LOVELOCK, 2006b). Em escala, um Planeta negro, que não recebe nenhuma luz tem um *albedo* insignificante, não sendo capaz de refletir a luz solar incidida sobre ele. Em processo contrário, um Planeta branco possui um *albedo* elevado, isto é, reflete eficazmente a intensidade da luz solar que recebe de volta para o espaço. Assim, no caso do Planeta Terra, os oceanos e as florestas, mais escuros, absorvem o calor do sol. As áreas de neve, gelo e as nuvens, por meio de sua cor clara, refletem de volta para o espaço de 70 a 80% da luz solar que incide sobre elas (LOVELOCK, 2006b) sendo essas áreas responsáveis pela dissipação de um terço de toda energia que chega à Terra (FLANNERY, 2007).

Dessa forma, a temperatura da superfície de um Planeta depende do equilíbrio entre o calor que ele recebe do sol e o calor que ele devolve ao espaço. Analisando a Terra, que também sofre a influência dos GEEs para reflexão de luz solar, percebe-se que a mesma é fortemente influenciada pelo albedo, que varia de acordo com a topografia do Planeta (LOVELOCK, 2006b).

Semelhantemente o solo coberto de neve reflete de volta ao espaço quase toda luz solar que o atinge permanecendo frio. No entanto, uma vez que a neve nas bordas começa a derreter, o solo escuro que emerge absorve a luz solar ficando mais quente. Esse calor adicional derreterá mais neve, e com o *feedback* positivo o derretimento se acelera até que toda a neve desapareça (LOVELOCK, 2006b).

Diante desses fatos esse efeito torna-se particularmente relevante uma vez que com o derretimento das calotas polares a Terra passa a contar com menos áreas claras de reflexão de luz solar o que fatalmente fará com que retenha mais calor colaborando para o fenômeno das mudanças climáticas (FLANNERY, 2007).

- *Feedbacks* negativos

Como exemplos de *feedbacks* negativos podem-se citar o intemperismo de rochas, que em longo prazo dissipa o CO₂ e as tempestades tropicais violentas que removem a água o suficiente para fazer subir, à camada da superfície, nutrientes que estavam embaixo e, assim, permitir que as algas floresçam (LOVELOCK, 2006b).

O desenvolvimento desse tópico demonstrou a relevância dos efeitos *feedbacks* nos processos climáticos. Cabe destacar, no entanto, que embora os *feedbacks positivos* contribuam significativamente com o ritmo do aquecimento global, até o momento a natureza ainda não apresentou nenhum *feedback* negativo grande o suficiente para contrabalançar o aumento da temperatura observado até então (LOVELOCK, 2006b).

2.4.1.6 O Efeito Milankovich

Em 1941, Milutin Milankovich, meteorologista iugoslavo, publicou relevante trabalho - considerado um dos maiores avanços já feitos no estudo do clima - baseado em observações de como as variações na órbita terrestre e a inclinação da Terra nos seus movimentos ao redor do Sol levaram a aumentos e diminuições periódicas no calor recebido do mesmo, e também levaram a mudanças no aquecimento relativo dos hemisférios norte e sul no inverno e no verão. Propôs ainda a existência de uma ligação entre as glaciações e esses efeitos astrofísicos (LOVELOCK, 2006a).

Para embasar seus estudos, Milankovich identificou três ciclos principais que impulsionam a variabilidade climática da Terra. Esses ciclos estão descritos no Quadro 12.

Quadro 12: Etapas do Ciclo de Milankovich

Ciclo	Particularidades e relevâncias
Primeiro	<ul style="list-style-type: none"> • É o mais longo dos ciclos. Tem relação com a órbita do Planeta em torno do sol; • Considera a mudança na forma da elipse que descreve a órbita da Terra num ciclo de 100 mil anos. Dessa forma, quando a órbita terrestre é mais elíptica, o Planeta é lefado para mais perto e para mais longe do sol, o que significa que a intensidade dos raios solares que chegam à Terra varia consideravelmente ao longo do ano.
Segundo	<ul style="list-style-type: none"> • Leva 42 mil anos para completar seu curso; • Tem relação com a inclinação do eixo da Terra e determina onde a maior parte da radiação vai cair.
Terceiro	<ul style="list-style-type: none"> • O mais curto, leva 22 mil anos; • Relaciona-se à oscilação da Terra em seu eixo; • Afeta a intensidade das estações podendo deixar os invernos muito frios, e os verões, tórridos.

Fonte: Adaptado de Flannery (2007).

A Figura 14 ilustra o Ciclo de Milankovich.

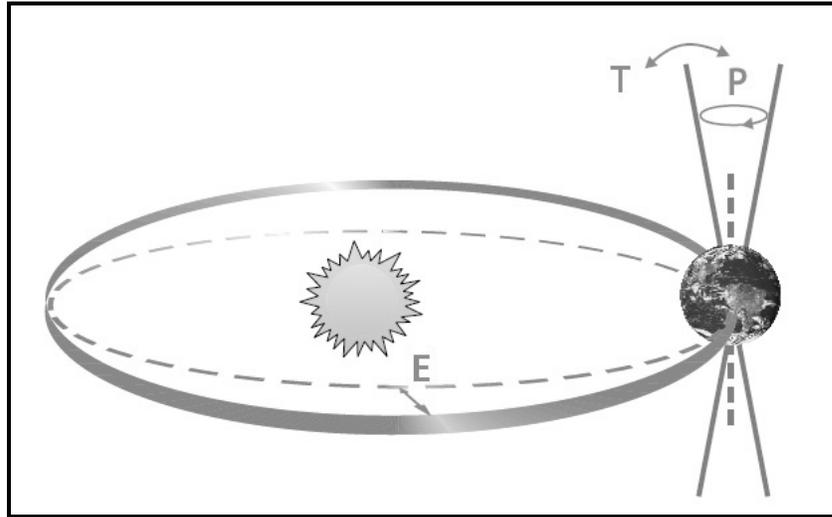


Figura 14: Ciclo de Milankovich. ‘T’ indica mudanças na inclinação do eixo da Terra. ‘E’ indica mudanças na excentricidade da órbita e ‘P’ indica as mudanças na direção da inclinação do eixo em um determinado ponto da órbita.
 Fonte: <www.global-greenhouse-warming.com/images/MilankovitchCycles.jpg>

Com o entendimento dos GEEs e dos ciclos de Milankovich, os climatologistas começaram a perceber porque o clima da Terra tinha variado com o tempo (FLANNERY, 2007) e, no entanto ainda havia outros fatores a considerar.

2.4.1.7 Manchas Solares

Há muito tempo, cerca de dois mil anos atrás, já se sabe que o Sol não é um globo flamejante invariável. Nessa época astrônomos gregos e chineses escreveram sobre a visão de manchas escuras no Sol, cujas formas e localização mudavam. No século XIX, com o aprimoramento dos estudos das manchas solares, descobriu-se que sua atividade variava num ciclo de 11 anos. Relevâncias para os climatologistas: as manchas solares são ligeiramente mais frias do que o resto da superfície do Sol, e, no entanto quando há muitas delas, a Terra parece se aquecer (FLANNERY, 2007).

Embora sejam motivo de atenção dos estudiosos, essas observações, no entanto, são contestadas por correntes contrárias e ainda não se identificou nenhum mecanismo físico que pudesse fazer as manchas solares afetarem a temperatura do nosso Planeta (LUTGENS; TRIBUCK, 2004).

2.4.1.8 El Niño – La Niña

Uma componente do sistema climático da Terra é representada pela interação entre a superfície dos oceanos e a baixa atmosfera adjacente a ele. Os processos de troca de energia e umidade entre eles determinam o comportamento do clima, e mudanças destes processos podem afetar o clima (OLIVEIRA, 2001). Nesses processos o fenômeno do El Niño destaca-se como um fenômeno atmosférico-oceânico caracterizado por um aquecimento anormal das águas superficiais do oceano Pacífico Tropical, e que pode afetar o clima regional e global, mudando os padrões de vento, com consequente alteração nos regimes de chuva em regiões tropicais e de latitudes médias. Outro fenômeno indutor do clima é o La Niña; de características opostas ao El Niño o La Niña, representa um fenômeno oceânico-atmosférico que provoca um esfriamento anormal nas águas superficiais do Oceano Pacífico Tropical (CPTEC, 2008).

Ainda de causa pouco conhecida os efeitos desses fenômenos têm sido experimentados pela maior parte da população humana (MILLER, 2007). Flannery (2007) relata parte desses efeitos quando relaciona os fenômenos com secas, inundações e outros extremos do clima. Nesse enfoque o Fundo Mundial para a Vida Selvagem (WWF), cunhou o período de 1997 a 1998 como “o ano em que o mundo pegou fogo” com registros de incêndios que arderam milhões de hectares de florestas pelo mundo.

Para esse estudo cabe ressaltar a interferência desses fenômenos no processo climático dado que seus efeitos podem ser potencializados pelas mudanças climáticas por que passamos hoje. Essa opinião é inclusive compartilhada pelo climatologista Kevin Trenberth que acredita que o evento de 1997/1998 foi a manifestação extrema de um impacto mais geral provocado pelo aquecimento global sobre o ciclo do El Niño-La Niña (FLANNERY, 2007).

E na medida em que a concentração dos GEE na atmosfera aumentar estaremos cada vez mais diante de consequências imprevisíveis (IPCC, 2007b).

2.4.1.9 Escurecimento Global

O escurecimento global é o fenômeno que reduz a quantidade de luz solar que chega à superfície da Terra (FLANNERY, 2007).

Em 2005, um artigo da *Nature*, de autores como o cientista alemão M.O. Andreae fundamentou um programa da BBC que abordou em sua série de ciência *Horizon*, o fenômeno do “escurecimento global”. Como pontos relevantes, o programa mostrou que a civilização industrial liberou na atmosfera, além dos GEEs, uma enorme quantidade de aerossóis (ver item 2.3.1.3) causando o fenômeno que está associado ao esfriamento global. Este fenômeno, em sua grande parte, é devido às partículas lançadas no ar por usinas movidas a carvão, automóveis e fábricas (FLANNERY, 2007).

Hoje se sabe que em extensas áreas da superfície da Terra, a névoa de aerossol reflete a luz solar de volta para o espaço o suficiente para contrabalancear o aquecimento global, sendo esses aerossóis responsáveis pelo resfriamento global de 2 a 3% na temperatura (LOVELOCK, 2006b).

Importante salientar que as partículas de aerossol permanecem na atmosfera apenas por poucas semanas quando a seguir elas se assentam no solo. Dessa forma, especula-se que qualquer redução nas atividades geradoras de emissões na atmosfera, como o enxofre, por exemplo, ocasionará uma intensificação imediata do aquecimento estufa, pois haverá, em função da redução de partículas, uma diminuição do escurecimento global, e de sua capacidade de “resfriar” a Terra “equilibrando” suas condições térmicas (LOVELOCK, 2006b).

A esse cenário, Peter Cox – do programa cientistas do clima da BBC, alerta para a necessidade de se incluir os aerossóis aos modelos climáticos sob pena de comprometer a sensibilidade dos ensaios pela subestimação da ação dessas partículas às projeções climáticas (LOVELOCK, 2006b).

2.4.2 A Prova do Aquecimento Global

Após inúmeras controvérsias e extenuantes debates, em 2005, a revista *Science* publicou a prova do aquecimento global (FLANNERY, 2007). Um estudo de autoria da equipe de James Hansen (HANSEN et al, 2005) revelou que a Terra agora absorve mais energia, 0,85 watt extra por metro quadrado, do que irradia para o espaço. Comparativamente, a Terra recebe do Sol 235 watts por metro quadrado de energia. Esse fato, no entanto, embora seja um “desequilíbrio energético pequeno”, ao longo dos anos, décadas e séculos, ele vai se acumular, e a persistir assim por muito tempo, vai significar a diferença entre a destruição ou a sobrevivência de nossa espécie (FLANNERY, 2007).

De acordo com Baird (2002), uma parte do aumento de temperatura observado durante o último século pode ser atribuída diretamente ao aumento (cerca de 0,24%) no fluxo de energia emitida pelo sol, especialmente na região ultravioleta. Ainda segundo o mesmo autor, esse aumento do fluxo de energia poderia ser responsável por até um terço do aumento da temperatura do ar observado desde 1970 que tem ocasionado as mudanças climáticas, e suas conseqüências observadas na atualidade.

2.4.2.1 Possíveis Conseqüências das Mudanças Climáticas decorrentes do Aquecimento Global

Os eventos elencados nesse item descrevem, em âmbito geral, resultados de estudos e relatos científicos que se tem até o momento em relação às possíveis conseqüências das mudanças climáticas. Miller (2007) descreve dentre os principais cenários, atuais e previsões decorrentes dos modelos matemáticos propostos pela ciência, os seguintes eventos:

- a. Colapso repentino de ecossistemas;
- b. Inundações de cidades baixas/ aumento do nível dos mares;
- c. Incêndios florestais;
- d. “morte” de campos e as transformações em poeira;
- e. Extinção de espécies;
- f. Furações e tempestades costeiras;

- g. Aumento da incidência de doenças tropicais infecciosas (doenças de veiculação hídrica e transmitidas por insetos que se espalham com rapidez além dos limites atuais);
- h. Branqueamento dos corais;
- i. Derretimento do *permafrost*;
- j. Impactos econômicos

Além desses eventos, a Figura 15 enumera outros efeitos previstos para uma atmosfera mais quente no mundo. Grande parte desses efeitos pode ser benéfica ou danosa, dependendo de onde se vive. No entanto, os modelos atuais dos climas da Terra ainda não podem fazer previsões confiáveis sobre onde tais efeitos podem acontecer em um nível regional e quanto pode durar.

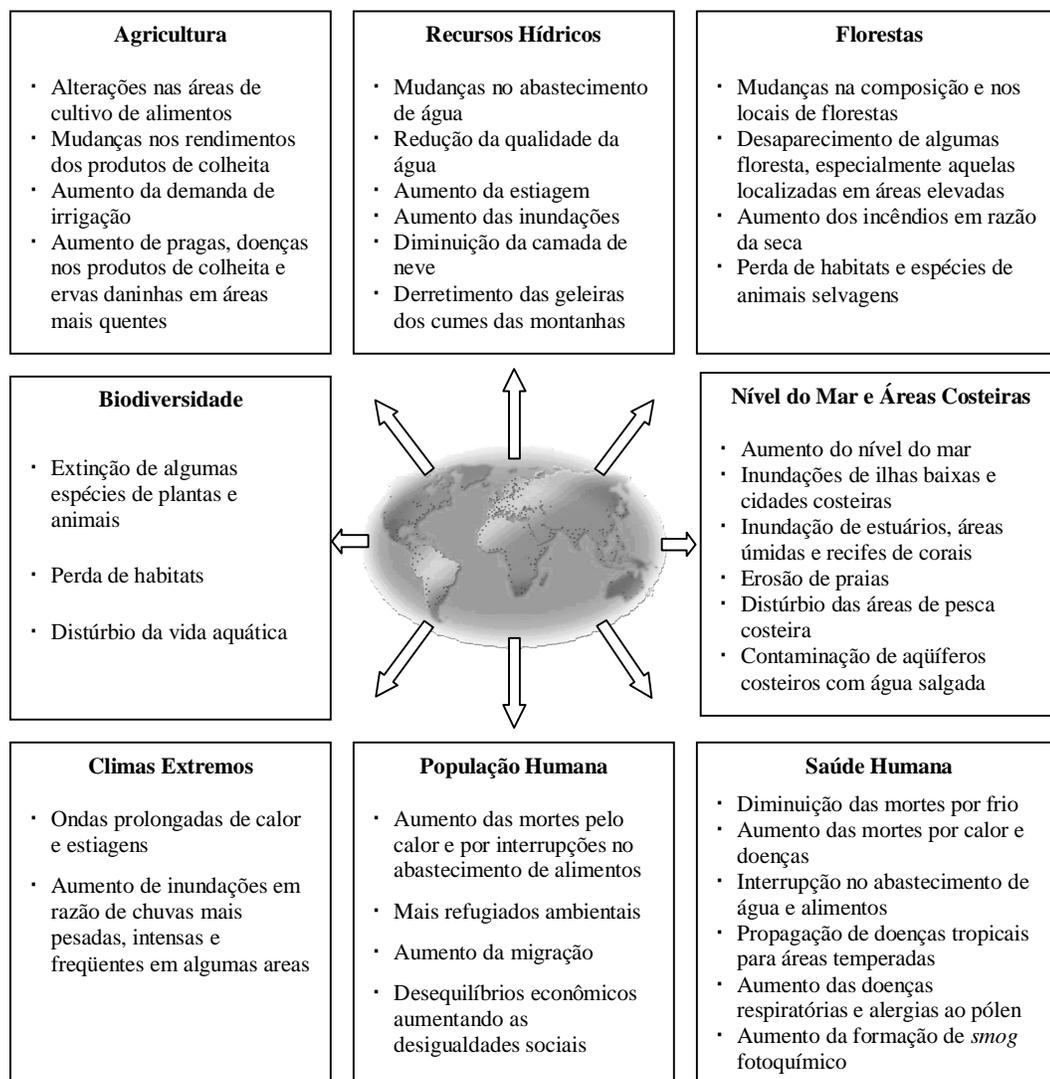


Figura 15: Efeitos previstos para uma atmosfera mais quente no mundo. Grande parte dos efeitos poderia ser benéfica ou danosa, dependendo de onde se vive. Destaca-se que os modelos climatológicos atuais não podem fazer previsões confiáveis sobre onde tais efeitos podem acontecer em um nível regional e quanto tempo podem durar.

Fonte: Miller (2007).

Por fim, a forma desordenada, sem planejamento, à custa de níveis insustentáveis de poluição e degradação ambiental do atual modelo de desenvolvimento de nossa sociedade já apresentam claros sinais de impactos adversos ao ambiente em que vivemos.

Nessas circunstâncias, a imediata revisão do modo de vida dessa sociedade já se mostra necessário. Enfim, mais do que nunca é vital consolidar um novo modelo de desenvolvimento sustentável, proposto no Relatório “Nosso Futuro Comum”, que implique em “atender às necessidades da geração presente sem comprometer a habilidade das gerações futuras de atender às suas próprias necessidades” (BRAGA et al, 2006). Assim, visando subsidiar conhecimentos para abordagens futuras desse trabalho, e também a fim de contrapor nossa realidade aos conceitos filosóficos proposto pelo conceito do desenvolvimento sustentável, os tópicos seguintes versarão sobre as regulamentações, instrumentos técnicos, econômicos e legais estabelecidos à luz da economia ambiental e que atualmente regem as bases da gestão ambiental de nossa sociedade.

2.5 Economia Ambiental

Um sistema econômico é uma instituição social por meio do qual, as mercadorias e serviços são produzidos, distribuídos e consumidos para satisfazer as necessidades humanas por bens e serviços da maneira mais eficiente possível (BRAGA et al, 2006). Miller (2007) define que três pilares sustentam esse sistema: recursos naturais, recursos manufaturados e recursos humanos; juntos subsidiarão o fornecimento de bens e serviços.

2.5.1 Os pilares da economia ambiental

A economia ambiental contemplará o sistema econômico como subsistemas humanos que dependem dos recursos e serviços fornecidos pelo Sol e dos recursos naturais da Terra aonde, entre a produção e o consumo haverá sempre a geração de impactos e poluição (BRAGA et al, 2005).

Considere-se a premissa de que todos os bens e serviços têm custos diretos e indiretos e a partir desse entendimento o estudo da economia ambiental revelará que o preço direto que pagamos por um produto (bem) ou serviço, na maioria das vezes, exclui os custos indiretos dos danos causados ao meio ambiente e à saúde, relativos à produção, utilização e descarte dos mesmos. Nesse caso, os custos indiretos não são valorados no preço final da mercadoria o que faz com que, mais cedo ou mais tarde, a sociedade, e mesmo os produtores, venham a arcar com os custos dos danos embutidos na forma de deterioração da saúde, causada pela poluição, taxas mais altas para controle da poluição, prejuízo da qualidade de vida etc (MILLER, 2007).

Dessa forma, os bens que se incluem na economia de mercado têm acesso disciplinado pela lei da oferta e da demanda (ou da oferta e procura). A Figura 16 demonstra a fundamentação desse mercado. A curva da demanda reflete a disposição a consumir um determinado bem ou serviço, quanto o consumidor está disposto a pagar. A curva da oferta traduz a disposição a produzir esse bem ou serviço. A interseção das curvas de oferta e demanda demonstra o resultado do confronto entre as duas disposições além de identificar o preço e quantidade ofertada e consumida em condições de equilíbrio. Nessa condição não há

nem excesso nem escassez. Síntese: preço alto demanda baixa; preço baixo demanda alta. Assim, preços maiores que o estabelecido no ponto de equilíbrio leva à produção além do necessário gerando excesso. Da mesma forma preço mais baixo favorece a demandas maiores do que a produção ofertada e, portanto temos uma condição de escassez (BRAGA et al, 2005).

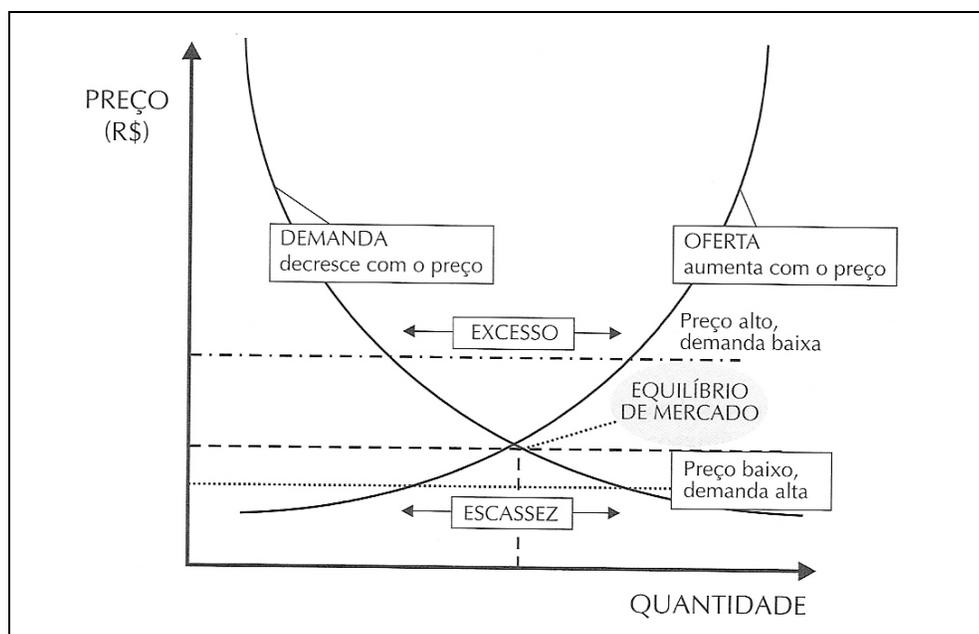


Figura 16: Curvas de oferta e demanda – Mercado livre. A curva da demanda: disposição a consumir. Curva da oferta: disposição a produzir esse bem ou serviço. Interseção das curvas de oferta e demanda: resultado do confronto entre as duas disposições, nessa condição não há nem excesso nem escassez. Fonte: (BRAGA et al, 2005)

Postos os pilares da teoria econômica, cabe agora conjecturar como os recursos ambientais empregados na produção dos bens e serviços se enquadram nesse modelo. Contextualizando para nossa era, a resposta é que em sua maioria, os valores ambientais ainda não estão sujeitos às leis econômicas uma vez que, por não serem valorados, não entram na composição final dos preços. Essa não contabilização gera em si as externalidades.

2.5.1.1 Externalidades

Desde a década de 20, economistas como Pigou e Ronald Coase, prêmio Nobel, 1991 já alertavam para os impactos ambientais decorrentes de processos industriais. Nesta época defendiam que estes efeitos, positivos ou negativos, acabariam recaindo sobre terceiros, não envolvidos diretamente na ação, o que ficou conhecido como Custo Social. Neste caso, os impactos geram custos que ao não serem contabilizados internamente pelas atividades econômicas, são socializados através da geração de externalidades. Assim, de acordo com este mecanismo, tem-se a poluição do ar como exemplo clássico de externalidade negativa através da qual toda a humanidade tem sofrido as conseqüências adversas embora não seja causadora direta do problema (YOUNG, 2007).

O mesmo autor define externalidades como conseqüências de nossas ações, podendo ser positivas ou negativas, de acordo com os efeitos gerados. Exemplificando, será positiva no caso da demarcação de área de reserva legal. Do contrário, será negativa quando uma indústria causa uma poluição e por diversos motivos, inclusive pela desestrutura dos órgãos ambientais, não é constrangida a arcar com a reparação do dano causado. Nesse caso, quem está gerando o erro não tem motivação para corrigi-lo e a sociedade termina pagando as conseqüências do descaso. Contribuindo para esse conceito, Pindyck e Rubinfeld (in Conejero, 2006) detalham que as externalidades podem ser tidas como os efeitos negativos ou positivos de uma determinada ação sobre terceiros não diretamente engajados nesta ação. Constata-se, portanto, que a economia ambiental infere que a internalização desses danos, ou seja, quando o produtor é chamado a pagar a conta de sua poluição, equilibra as curvas da demanda e oferta de forma a contabilizar os custos ambientais decorrentes da produção. Empiricamente, para a sociedade é melhor que haja menos produção a custo de um preço maior ocasionado pela internalização do dano ambiental por parte do poluidor.

Microeconomicamente, as curvas de custos dos poluidores não incorporam plenamente todos os custos envolvidos, e por isso as quantidades produzidas excedem o nível do ótimo social aumentando a oferta (YOUNG, 2007). O mesmo autor sugere que a solução para esse problema é fazer com que o poluidor incorpore as externalidades através do princípio do “poluidor-pagador”.

A Figura 17 representa como se dá a incorporação dessas externalidades. Equivalentemente, o gráfico representa a teoria econômica, no entanto inclui o custo marginal

(CMg) privado e o CMg com a incorporação das externalidades. Assim, CMg1 representa apenas o custo privado, excluindo os custos ambientais decorrentes da produção. Como consequência é produzida maior quantidade de produto (Q_1) gerando excesso. Ao fazer com que o poluidor adicione as externalidades (os custos sociais e ambientais) ao custo marginal privado, a curva do custo marginal desloca-se para a esquerda (CMg2). A quantidade produzida será maior atingindo-se o ótimo social. Este é o princípio do poluidor-pagador e é neste complexo mecanismo de mercado, quando o poluidor é chamado a assumir a responsabilidade por suas ações e externalidades decorrentes, que é fundamentado o Mercado de Créditos de Carbono, estabelecido pelo Protocolo de Quioto conforme será visto mais adiante (YOUNG, 2007).

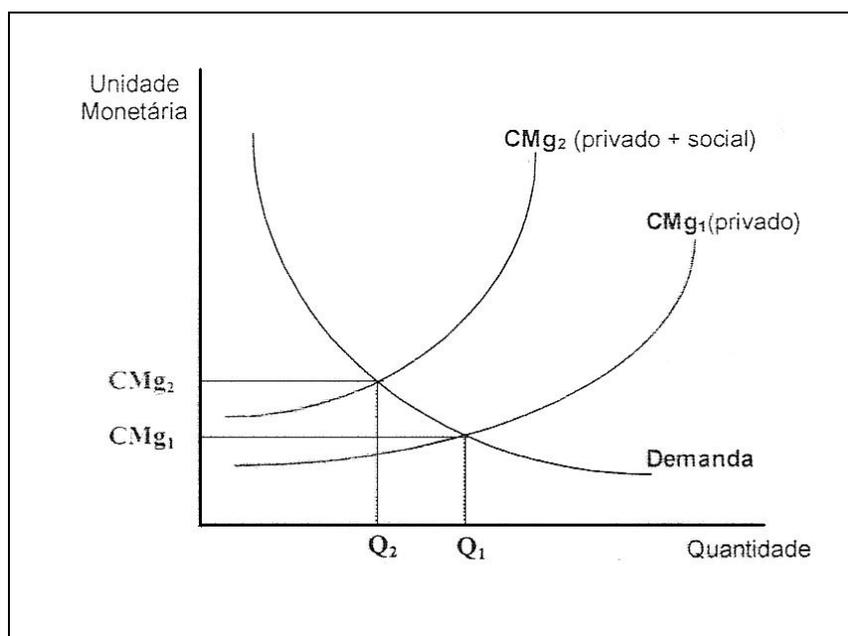


Figura 17: Custos marginais – demanda e oferta de mercado
Fonte: Young (2007).

- Um exemplo prático da externalidade e suas conseqüências.

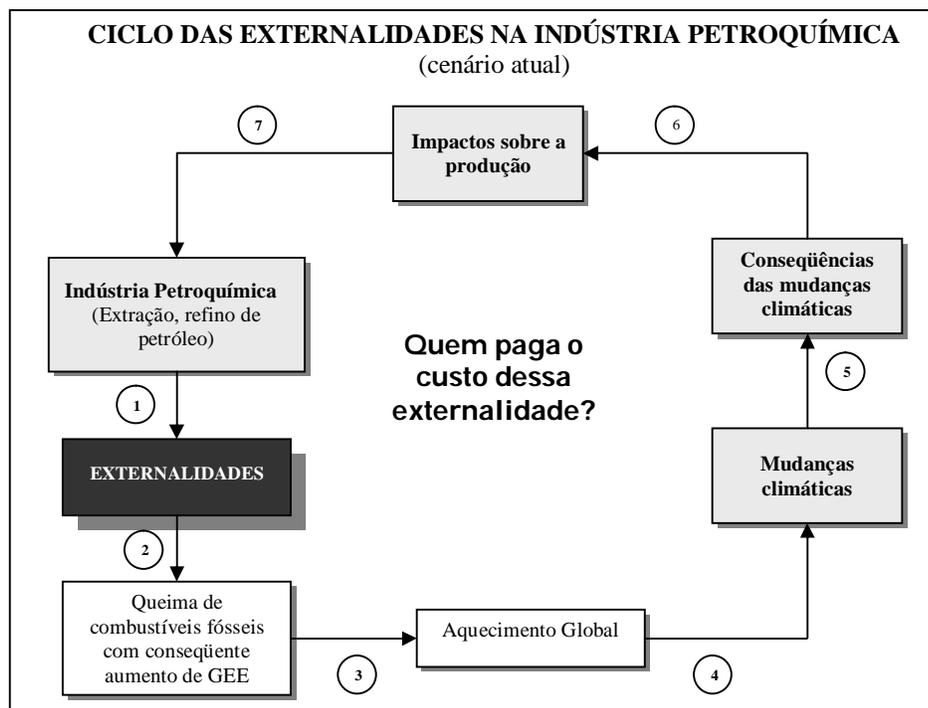


Figura 18: Exemplo hipotético de externalidades e conseqüências geradas na indústria petroquímica

Hipoteticamente, a Figura 18 representa uma indústria petroquímica tida como grande geradora de externalidades:

- (1) atividades de extração e refino de petróleo;
- (2) custos ambientais da atividade não incorporados: geração de externalidades;
- (3) demonstra a queima de combustíveis fósseis com o conseqüente aumento de GEE como exemplos de externalidades.
- (4) aquecimento global decorrente;
- (5) contribuição da atividade para as mudanças climáticas;
- (6) conseqüências das mudanças climáticas;
- (7) impactos sobre a própria produção agora comprometida pela intensificação dos fenômenos climáticos dentre outros desastres ambientais.

Ao centro, um questionamento: Quem pagará por isso? A resposta é: todos. E sendo assim, a abordagem do presente trabalho traçará a partir de agora a relação da economia ambiental com o mercado financeiro e relacionamento entre investidores no que tange às mudanças climáticas.

2.5.2 Aquecimento Global no Âmbito da Economia

Enquanto ainda se teciam calorosas discussões a respeito das prováveis conseqüências das mudanças climáticas, em 30 de outubro de 2006 o mundo conheceu uma nova faceta do caso: o “Estudo de Stern - aspectos econômicos das mudanças climáticas” de autoria do então Ministro Britânico das Finanças: o economista Sir. Nicolas Stern, hoje conselheiro do governo britânico para assunto de mudanças climáticas. Ao contrário de outros estudos de cunho ambiental, o Relatório de Stern delimitou uma abordagem essencialmente econômica (STERN, 2006). Parte das conclusões de Stern, que trouxe à tona ainda mais preocupações, segue conforme consta no trecho abaixo:

“As provas científicas são presentemente esmagadoras: as mudanças climáticas são uma grave ameaça global, que exige uma resposta global urgente...Os benefícios de uma ação rigorosa e antecipada ultrapassam de longe os custos econômicos da falta de ação. Utilizando resultados de modelos econômicos formais, o estudo calcula que, se não atuarmos, o total dos custos e riscos das mudanças climáticas será equivalente à perda anual de, no mínimo, 5% do PIB global, podendo alcançar 20% (entre US\$ 30 e 40 trilhões, de acordo com dados do Banco Mundial em 2005).em contraste, os custos da tomada e medidas podem ser limitados anualmente a cerca de 1% do PIB global” (STERN, 2006).

Um novo estudo de Stern e especialistas, chamado Acordo Global de Mudanças Climáticas, finalizado em 2008, conclui que os efeitos do aquecimento global foram subestimados anteriormente. Recentemente, Stern inflamou ainda mais o debate ao afirmar na sede da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP) que é preciso que as emissões de GEEs em todo o mundo sejam reduzidas em 50% até 2050, sob o risco de efeitos catastróficos caso essa meta não seja cumprida.

Ainda sob o aspecto econômico, transcreve-se a seguir trechos do discurso de abertura do painel “Transações no Mercado de Carbono: perspectivas dos agentes”, citado no Seminário Internacional – mercado de redução de emissões da comissão de valores mobiliários – CVM no dia 26 de março de 2007, RJ. Palavras do Sr. Geraldo Soares, presidente executivo do Instituto Brasileiro de Relações com Investidores (IBRI) (SOARES, 2007).

“(…) O envolvimento cada vez maior do mercado de capitais global com os princípios de responsabilidade social e ambiental é uma realidade que não pode ser negligenciada (...).Ao mesmo tempo em que aumenta o engajamento do mercado de capitais a questão ambiental, os investidores consideram em sua lista básica de critérios para alocação de recursos de longo prazo a questão ambiental.. (...) Atualmente não basta apresentar aos agentes do mercado de capitais a sua estrutura de governança corporativa. Há a necessidade de ampliar esta estrutura e apresentar a estratégia de governança climática, que deve contemplar os riscos e oportunidades ambientais inerentes às mudanças climáticas que ocorrem nos últimos anos. (...) Portanto, companhias com sólidas políticas de redução de emissões de carbono tem enormes oportunidades, pois possibilita formatar novos negócios, além de gerar benefícios e diferenciação decorrentes de uma percepção positiva de investidores, consumidores, ONGs, governo, mídia, acionistas, enfim, todos os seus públicos estratégicos” (SOARES, 2007).

Nesse contexto se inserem outros relatórios e iniciativas sobre o tema igualmente relevantes para traçar o perfil dos impactos gerais das mudanças climáticas no ambiente de negócios. Destacam-se, portanto, os relatórios do IPCC, a Proposta Chirac, os Princípios do Equador e a expressiva conclusão do Fórum Econômico Mundial, que em 2007 encerrou o encontro de Davos com a seguinte prerrogativa: “As mudanças climáticas são o fator com a maior probabilidade de afetar economicamente o mundo no futuro”.

Na matéria “Mudanças Climáticas e o Mercado Financeiro”, Rocha (2005), destaca:

“Os impactos das mudanças climáticas sobre a economia mundial e a segurança global alteram de forma irreversível, também, o ambiente de negócios, deixando vislumbrar um futuro já iminente, em que produtos, serviços e empresas pioneiras, com perfil de baixa intensidade de emissões de GEE, ganharão nítidas vantagens competitivas, na preferência de investidores e consumidores, nas linhas de financiamento, no acesso a mercados externos e às licitações públicas. Assim, dentro de uma noção de sustentabilidade empresarial, focada no processo de criação de valor sustentável no longo prazo e no exercício de administração do risco, as políticas corporativas de mudanças climáticas participam, a pleno título, da dinâmica de valorização dos ativos intangíveis empresariais, erguendo-se como elementos de aumento da competitividade e evocando, ao mesmo tempo, cenários e objetivos de perpetuação e crescimento das organizações e de sua futura rentabilidade financeira”.

Decorrente dessas abordagens é possível constatar que as mudanças climáticas têm o grande potencial de atingir a economia. Assim sendo, o caminho é entender que essa realidade traz desafios ambientais, econômicos e sociais que devem ser adotados por toda a sociedade. O mercado econômico, em particular, tem se mobilizado no sentido de criar indicadores de sustentabilidade que retratem o comprometimento das empresas em relação aos princípios da responsabilidade socioambiental.

2.5.2.1 Indicadores de sustentabilidade

A referência histórica e ampliação da incorporação de princípios de sustentabilidade ambiental ao mercado financeiro remontam dos anos 80 e 90 sob a influência de grandes acidentes ambientais como o de Bhopal, Chernobil, Exxon Valdez, dentre outros. Nesse contexto, desastres ecológicos, diminuição da camada de ozônio e mais recentemente as mudanças climáticas trouxeram o meio ambiente para o centro das discussões e o mercado financeiro não ficou imune (BOVESPA, 2005).

Vivenciamos um momento em que o aprimoramento do mercado de capitais tornou-se decisivo para que este pudesse cumprir seu papel de financiador do crescimento econômico. Além de trazerem essa nova concepção para o setor financeiro, as questões ambientais ainda contribuíram para o estabelecimento de novos critérios de investimentos através da construção de instrumentos capazes de “mensurar” a sustentabilidade de um empreendimento. Com relação à construção de indicadores é importante frisar que a medição é a primeira etapa que leva ao controle e, eventualmente à melhoria, e para que isso seja possível é necessário o estabelecimento de indicadores. Estes correspondem a parâmetros quantitativos e/ ou qualitativos, que detalham resultados ou cenários alcançados dentro de um prazo delimitado de tempo numa atividade específica. Dentro de uma organização, estes indicadores expressam um cenário real, de forma que seja possível observar e/ ou mensurar um dado evento (MENEGUETTI, et al, 2008).

De fato, sob essa concepção, historicamente a utilização de tais instrumentos no cenário financeiro teve início em 1999 sendo o Dow Jones o primeiro grupo do setor acionário a incorporar a sustentabilidade aos seus produtos através do índice Dow Jones de Sustentabilidade (Dow Jones Sustainability Index – DJSI). Esse índice acompanha, portanto, o desempenho financeiro de empresas líderes no campo da sustentabilidade ambiental (BOVESPA, 2005).

Acompanhando a linha americana, outras nações do mundo lançaram seus próprios indicadores financeiros aportados na sustentabilidade. Como cenário: em 2001, a Bolsa de Londres e o *Financial Times* lançaram o FTSE4 Good; no ano de 2003 foi a vez da África do Sul incorporar a sustentabilidade ao mercado de ações lançando um índice de Investimentos

Socialmente Responsável (SRI⁶), via bolsa de valores de Johannesburg. A experiência brasileira com SRI teve início em 2001, quando o Unibanco lançou o primeiro serviço de pesquisas para fundos verdes. Seguindo essa inspiração outros bancos também empreenderam esforços para lançarem seus próprios mecanismos para acompanhamento do desempenho socioambiental de empresas participantes de seus fundos (BOVESPA, 2005).

Parte integrante do vocabulário de gestores brasileiros, a avaliação do desempenho socioambiental ganhou ainda mais força a partir a criação do Índice Bovespa de Sustentabilidade Empresarial (ISE) pela Bolsa de valores de São Paulo (BOVESPA, 2005), principal mercado de ações da América Latina. O ISE baseia-se em indicadores coletados através de questionário padronizado que, dentre outras questões, aborda itens relacionado à gestão e desempenho ambiental de uma organização.

Nessa corrente “seguradoras e instituições financeiras identificaram a aptidão das condutas socioambientais, incluindo o posicionamento estratégico quanto à emissão de GEE, a se transformarem em ferramentas de administração de risco, se constituindo em poderosos indicadores de potenciais externalidades negativas de seus interlocutores comerciais, que poderão reverberar perigosamente sobre seus negócios e interesses” (BARONTINI, 2006)

Considere ainda que as iniciativas de uma companhia em relação ao risco carbono afetam a percepção de risco pelos investidores e podem causar impacto no valor de suas ações e no acesso ao crédito financeiro internacional. Como bem pondera Carvalho (1991), a problemática ambiental não interessa apenas aos cientistas e outros especialistas, mas, com idêntico relevo e importância, passa a ser uma preocupação no âmbito político-institucional e econômico entre outros. Assim os indicadores de sustentabilidade assumem vital importância nesse processo uma vez que mensuram e competem para:

- Satisfação aos acionistas
- Obediência aos marcos regulatório em mutação acelerada
- Atenção às exigências dos clientes
- Proteção dos ativos em longo prazo
- Participação no desenvolvimento dos marcos regulatório
- Diferencial em relação aos competidores

⁶ Do inglês *Socially Responsible Investing* (SRI).

A presente realidade indica que as iniciativas das empresas em relação ao risco carbono, afetam a percepção de risco pelos investidores e podem causar impacto no valor de suas ações e no acesso ao crédito financeiro internacional. As instituições de crédito internacionais, na montagem das suas carteiras de empresas aptas a receberem crédito, e as instituições avaliadoras de investimentos estão considerando cada vez mais o risco carbono em suas análises (MARCOVICH, 2008).

Nesta conjuntura, por ser tida hoje como a mais abrangente iniciativa global envolvendo as vertentes da responsabilidade social corporativa, sustentabilidade, mudanças climáticas e mercado financeiro, este trabalho abordará em maiores detalhes o projeto do Carbon *Disclosure* Project (CDP 2007, 2008).

2.5.2.2 O Carbon *Disclosure* Project

Como representante da mobilização de acionistas perante as questões climáticas, o CDP é um projeto financiado pelo *Carbon Trust* do Governo Britânico e por um grupo de entidades sem fins lucrativos. O projeto é liderado pela Rockfeller Foundation, tendo sido lançado, na Europa, pelo ex-Primeiro ministro britânico Tony Blair. Reúne diversos investidores institucionais que assinam uma solicitação global requerendo a divulgação de informações sobre a emissão de GEE das empresas. Representa atualmente trezentos e oitenta e cinco investidores, com ativos acima de U\$\$ 57 trilhões. Tem como missão facilitar o diálogo entre investidores e corporações criando uma relação entre os mesmos no que se refere ao risco de investimento e às demais implicações nos negócios decorrentes das mudanças climáticas. Essa relação é respaldada por um requerimento de *disclosure* de informação, através de questionário específico, sobre as políticas e estratégias das empresas quanto ao controle e tratamento dispensado às emissões de GEE. A partir da *disclosure* fornecida pelas empresas o projeto prevê a concepção de um direcionamento quanto ao risco de investimento e às demais implicações nos negócios decorrentes do fenômeno da mudança do clima. O CDP atua também como uma secretaria para o *Climate Disclosure Standards Board*, que tem por objetivo promover e avançar na divulgação de dados de mudança climática e nos relatórios empresariais tradicionais, através do desenvolvimento de um quadro global de referência para o relato corporativo sobre mudança climática. Prevê-se que esse

quadro gerará, a respeito das políticas corporativas relacionadas às mudanças climáticas, informação mais clara, consistente e comparável para os investidores (CDP, 2008).

Conforme enumera a sexta edição do CDP, as solicitações anuais de informações cobrem quatro áreas principais, a saber:

- a. Visão da administração sobre riscos e oportunidades que a mudança climática representa para os negócios;
- b. Contabilidade das emissões de GEE;
- c. Estratégia gerencial de redução das emissões/ minimização de risco e capitalização de oportunidades; e
- d. Governança corporativa relativa às mudanças climáticas.

A primeira edição do CDP ocorreu em maio de 2002. No Brasil o CDP foi lançado oficialmente em 2005, pela Fábrica Ética Brasil⁷, na terceira edição do projeto (CDP 3). Na ocasião as primeiras empresas brasileiras foram convidadas a apresentar informações de suas atividades quanto a gestão da variável clima em sua estrutura corporativa. Na edição de 2008 (CDP6) 75 empresas foram solicitadas a participar da pesquisa. Atualmente, a adesão voluntária ao projeto é avaliada em diversos itens do questionário para a determinação do índice de sustentabilidade empresarial (ISE) da Bovespa.

Baseados nas respostas fornecidas pelas empresas ao pedido de *disclosure* do CDP, os itens a seguir, detalham o perfil das mesmas e a mobilização de acionistas em relação às questões climáticas.

- **A resposta brasileira ao pedido de *disclosure* feito por acionistas**

Os resultados deste item são baseados nas respostas de empresas brasileiras solicitadas a participarem do CDP. Serão apresentados e discutidos os dados da indústria nacional quanto à governança climática de suas corporações bem como a forma como as mesmas enxergam os riscos e oportunidades advindos das mudanças climáticas. Visa ainda fornecer subsídios que retratem a preocupação de acionistas, no que tange as mudanças climáticas, e a incorporação da questão ambiental em seus negócios.

⁷ Consultoria especializada em estratégias de sustentabilidade e ética nos negócios e na administração.

Respaldao a importância do tema para o setor financeiro, os itens seguintes descreverão os resultados do relatório 2008 do CDP com base nas respostas fornecidas pelas maiores empresas do mundo.

- **Número de empresas brasileiras solicitadas x empresas respondentes**

Em relação ao ano de 2007, quinta edição do CDP, o número de empresas brasileiras que preencheram o questionário em 2008 aumentou de 47 para 60 na edição atual (Gráfico 1).

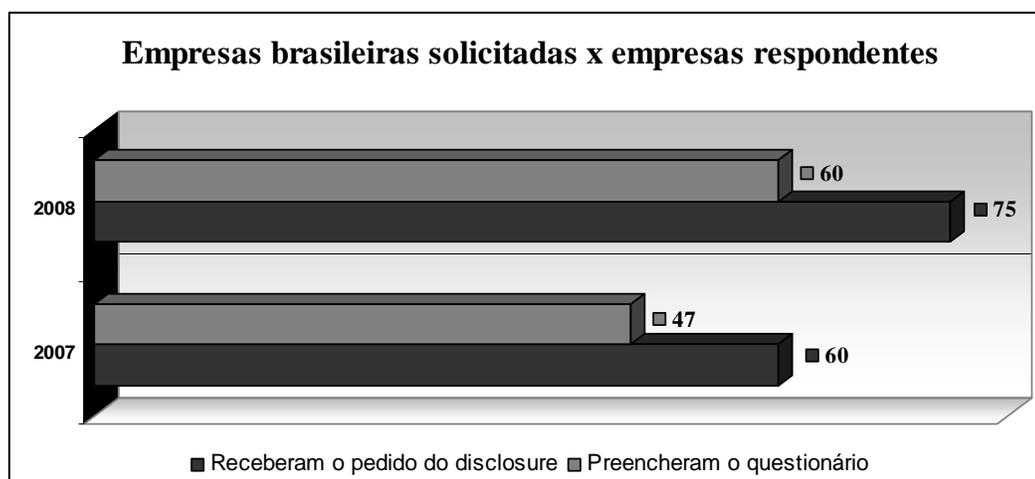


Gráfico 1: Empresas brasileiras solicitadas x empresas respondentes.
Fonte: CDP (2008).

O Gráfico 2 demonstra que no Brasil a ausência de resposta (não necessariamente preenchimento do questionário) aos investidores institucionais signatários do projeto representa uma tendência absolutamente minoritária com diminuição constante absoluta, apesar do aumento no número de empresas consultadas.

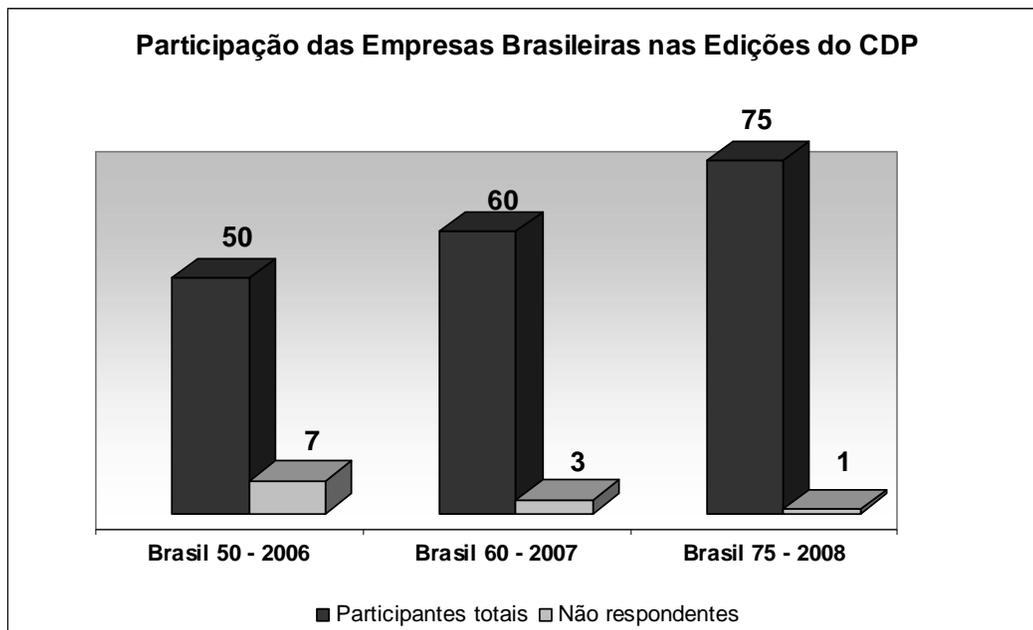


Gráfico 2: Participação das empresas brasileira nas edições do CDP
Fonte: CDP (2008).

- **Quanto à adesão de empresas brasileiras**

Na sexta edição do CDP, ano de 2008, o número de adesão ao projeto por parte das corporações brasileiras representou o significativo percentual de 83% (no universo de empresas convidadas a participarem) o que coloca o Brasil na vice-liderança entre os países solicitados. Esse percentual só foi inferior ao do Reino Unido (90%), país de concepção do próprio projeto (Gráfico 3). Para efeito comparativo a média mundial de adesão ao CDP6 foi de 77%.

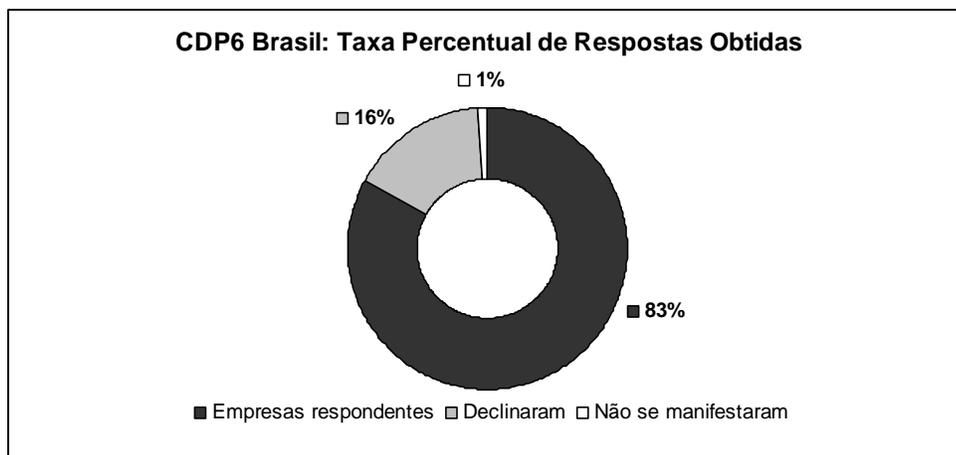


Gráfico 3: Percentual de respostas obtidas.
Fonte: CDP (2008).

Comparativamente, o Brasil apresentou percentual de participação superior à média global do mesmo ano que foi de 77% de empresas respondentes (Gráfico 4).

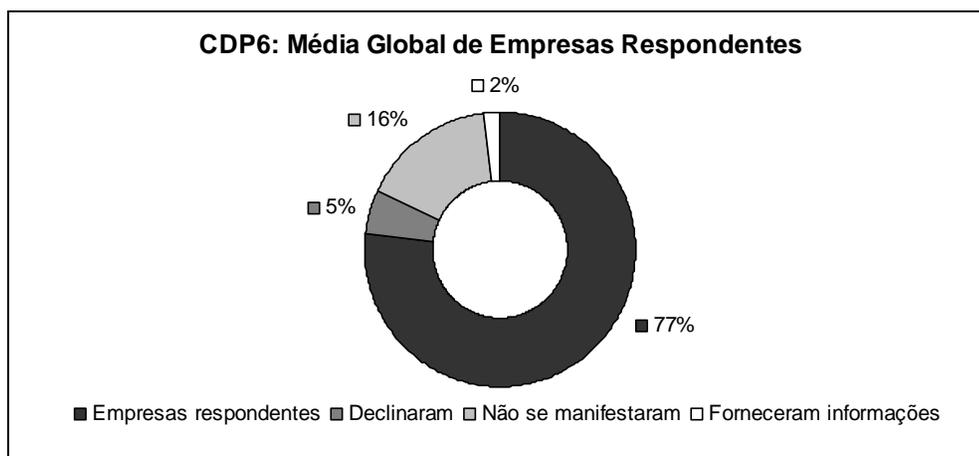


Gráfico 4: Média global de empresas respondentes.
Fonte: CDP (2006).

Destaca-se que a edição do CDP6 foi enviada a mais de 3.000 empresas no mundo inteiro e que essa mesma edição recebeu número recorde de resposta à sua solicitação, com mais de 1550 respostas em escala mundial. De acordo com análise do CDP, isso demonstra uma crescente compreensão, pelas maiores corporações mundiais, da importância da mudança climática e sua relação com a estratégia de negócios e valorização acionária. O item a seguir demonstra o aumento da adesão de investidores signatários ao projeto no Brasil.

- **Evolução do número de signatários brasileiros**

O Gráfico 5 representa como se deu a evolução da adesão de signatários brasileiros. Já Gráfico 6 expressa a adesão de signatários em escala global, nessa escala também estão incluídos os números brasileiros.

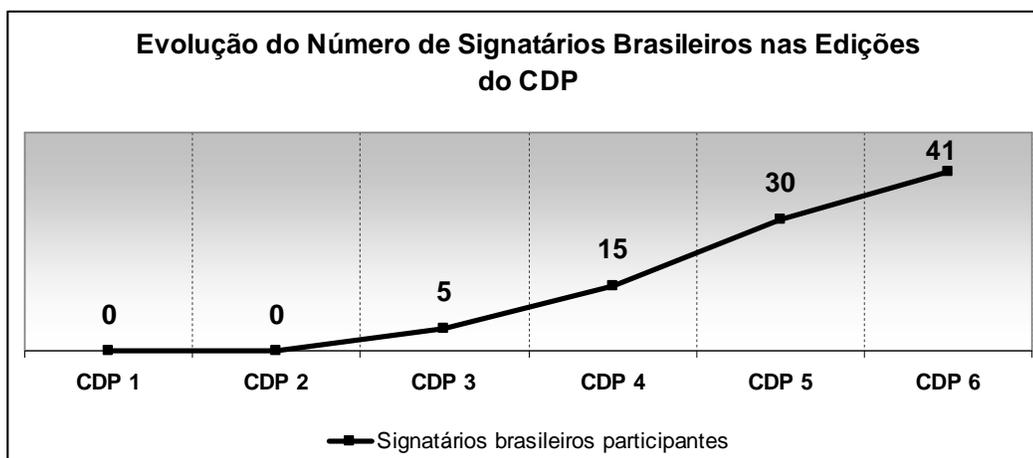


Gráfico 5: Evolução do número de signatários brasileiros nas edições do CDP
Fonte: CDP (2008).

O número de 41 signatários em 2008 representa um aumento de mais de 30% de adesão ao projeto. Esse valor corresponde a mais de 10% do número global de investidores, que hoje é de 385 no mundo todo.

De acordo com o CDP os ativos administrados pelas entidades brasileiras são calculados na ordem de U\$\$ 450 bilhões, sobre o total de U\$\$ 57 trilhões detidos pelos investidores signatários em escala global.

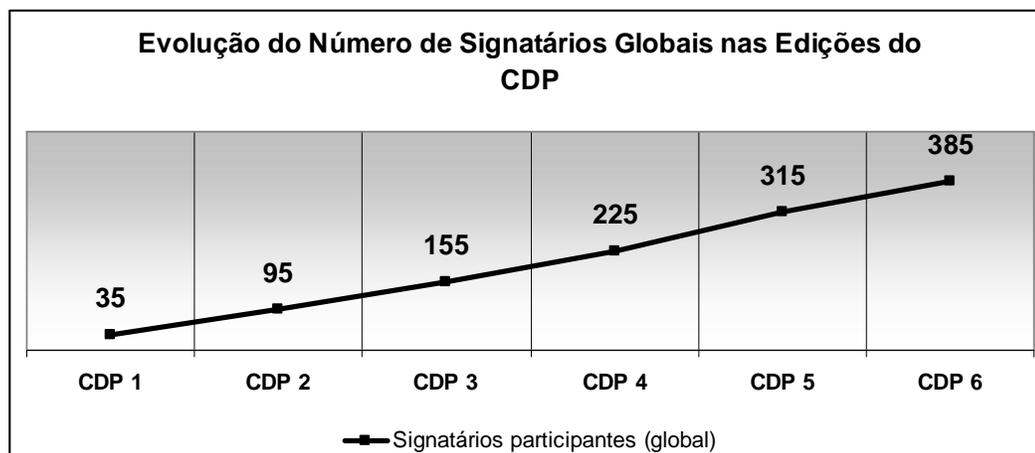


Gráfico 6: Evolução do número de signatários globais nas edições do CDP
Fonte: CDP (2008).

- **Entidades nacionais signatárias por setor**

Os signatários representam os investidores que aderiram ao projeto solicitando informações. No Brasil são representados principalmente por bancos e fundos de pensão (Tabela 4).

Tabela 4: Entidades nacionais signatárias por setor

Setores	Número de participações em anos anteriores		
	2006	2007	2008
Fundos de pensão	9	22	29
Associações sem finalidade lucrativa	2	2	2
Bancos	3	5	7
Outros administradores de ativos	1	1	1
Seguradoras	0	0	2
Total	15	30	41

Fonte: Adaptado de Carbon *Disclosure Project* (2008).

Em relação a esses números, cabe destaque o ingresso de seguradoras nacionais que aderiram ao projeto na edição de 2008 e, cuja ausência nas edições anteriores causava estranheza.

- **Visão corporativa das empresas brasileiras em relação às mudanças climáticas**

A Tabela 5 representa, dentro da amostragem das 60 empresas respondentes, como é a visão corporativa das mesmas em relação às questões climáticas.

Tabela 5: Resumo sobre amostra de 60 respostas de empresas brasileiras

Principais Tendências do CDP6 – Brasil	Sim	Não	Sem Resposta	Não públicas
Enxergam riscos regulatórios	43%	40%	5%	12%
Enxergam riscos físicos	63%	18%	7%	12%
Enxergam oportunidades regulatórias	63%	15%	10%	12%
Enxergam oportunidades físicas	45%	30%	13%	12%
Reportaram dados sobre emissões de GEE	52%	33%	3%	12%
Verificaram externamente dados sobre emissões de GEE	18%	57%	13%	12%
Possuem plano de redução das emissões de GEE	37%	43%	8%	12%
Alocaram responsabilidade pelo tema em nível de Conselho ou alta Direção	60%	23%	5%	12%
Participam ou pretendem participar do comércio de emissões	45%	15%	28%	12%

Fonte: Adaptado de Carbon *Disclosure* Project (2008).

Pontos chaves dos resultados constantes na Tabela 5 são: o alto percentual (52%) das empresas que reportaram dados sobre emissões de GEE e a alocação de responsabilidade pelo tema mudanças climáticas no nível de conselho ou alta direção, representando no CDP6, 60% das respostas. Preocupante mostra-se o fato de 43% das empresas não possuírem plano de redução de emissões de GEE o que, a princípio, pode parecer contraditório, com o fato de 45% delas afirmarem que participam ou pretendem participar do comércio de emissões.

Dessa forma, a breve abordagem do comportamento do mercado acionário demonstra as questões ambientais emergindo da outrora “visão poética de ecologistas” para o centro das grandes discussões econômicas mundiais de forma que o mundo tem se mobilizado em busca de instrumentos legais e institucionais que assegurem a mitigação dos problemas decorrentes.

2.6 Aspectos legais e institucionais

2.6.1 Direito Ambiental

À luz das questões climáticas relatadas anteriormente, o Direito Ambiental Internacional se consolidou como instrumento que viabiliza a participação dos diferentes agentes na transição rumo ao desenvolvimento sustentável. No último século, a evolução do direito ambiental foi acelerada após a Conferência de Estocolmo que teve como um de seus frutos importantes e inovadores, a intensificação da elaboração das legislações nacionais e internacionais sobre o meio ambiente (MALHEIROS, 2006).

Os desastres ecológicos levaram os países a compreenderem melhor o conceito da poluição transfronteiriça, cujos efeitos têm caráter global. Especificamente em relação às questões climáticas, esse tipo de poluição agravou-se após a Segunda Guerra Mundial, levando os governos e sociedade a mobilizarem-se de forma a proteger seus próprios países da ameaça vizinha advindas dos impactos sobre a atmosfera (MALHEIROS, 2006).

2.6.2 Mobilização Política: Criação da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima

Foi diante das evidências científicas, atribuindo o aumento da concentração dos GEE na atmosfera, às atividades antrópicas que o tema “mudança do clima” despertou preocupação pública colocando-o na agenda política das principais nações do mundo. Para melhorar o entendimento científico acerca do fenômeno, em 1988, a Organização Meteorológica Mundial (OMM)⁸ e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) criaram o Painel Intergovernamental de Mudança Climática - IPCC⁹. A criação do

⁸ Organismo internacional, criado em 1950, por resolução da Assembleia Geral da ONU. É responsável pelo equacionamento do tempo e clima em todo mundo. Constitui um mecanismo internacional que prevê que todas as nações-membros devem colocar mutuamente de forma efetiva, fornecendo dados e material necessários para prever ou, se possível, antecipar algum evento ou cataclisma meteorológico.

⁹ IPCC: do inglês Intergovernmental Panel on Climate Change

painel alcançou êxito e hoje o IPCC constitui a mais alta autoridade científica do mundo sobre aquecimento global e conta com a cooperação dos países membros das Organizações das Nações Unidas (ONU) (NETO, 2007).

A entidade reúne uma vasta equipe multidisciplinar de cientistas que avaliam e resumem os principais dados sobre mudanças climáticas publicando suas conclusões em relatórios de divulgação pública. De fato, é consenso, que esses relatórios ajudaram a compreender que o sistema climático da Terra resulta de complexas e dinâmicas interações entre a atmosfera terrestre, a biosfera e oceanos despertando a consciência de como as atividades humanas vêm desequilibrando essas interações (YAMIN, 2004).

Em 1990, sob recomendação do IPCC, a Assembléia Geral da ONU começou a articular meio para a adoção de uma conferência sobre mudanças climáticas. Essa iniciativa viria a ser um importante recurso para firmar compromissos internacionais quanto às ações multinacionais coordenadas através de um tratado mundial. Para subsidiar esse tratado uma conferência mundial sobre o clima estabeleceu a necessidade de um tratado internacional. Esse tratado foi concebido em 9 de maio de 1992 intitulado como Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima – CQNUMC¹⁰ (MCT, 2009).

Os países membros da CQNUMC são tidos como partes signatárias e são separados em três grupos, de acordo com o histórico de emissões de GEE, (BASTO; DAMASCENO, 2007) discriminados no Quadro 13.

¹⁰ Em inglês: United Nations framework Convention on Climate Change – UNFCCC.

Quadro 13: Partes signatárias da CQNUMC

Partes	Particularidades
Anexo I (países desenvolvidos)	<ul style="list-style-type: none"> • Formado pela maioria dos países industrializados com grandes níveis de emissões de GEE. Conjuntamente eram responsáveis por 55% das emissões globais de GEE em 1990; • Esses países se comprometeram a adotar políticas e medidas nacionais com metas a serem atingidas.
Anexo II	<ul style="list-style-type: none"> • Formado por países industrializados com a obrigação de ajudar com recursos financeiros e tecnológicos os países em desenvolvimento.
Países em Desenvolvimento (países não Anexo I)	<ul style="list-style-type: none"> • Totalizam 153 países (até 2007). São países em desenvolvimento, como o Brasil, os quais não possuem metas de emissão de GEE junto à CQNUMC, mas devem relatar as suas ações em relação às mudanças climáticas.

Fonte: Adaptado de BASTO; DAMASCENO (2007).

O Anexo I da CQNUMC inclui 41 Partes. O anexo II corresponde aos 24 países que possuem obrigações diferenciadas. O Quadro 14 apresenta essas partes. As partes também integrantes do Anexo II estão marcadas com um asterisco (*).

Quadro 14: Países listados no Anexo I e no Anexo II da CQNUMC

Países do Anexo I e Anexo II* da CQNUMC			
• Alemanha*	• Eslováquia	• Irlanda*	• Polônia
• Austrália*	• Eslovênia	• Islândia*	• Portugal*
• Áustria*	• Espanha*	• Itália*	• Reino Unido da Grã-Bretanha e Irlanda do Norte*
• Bélgica*	• EUA*	• Japão*	
• Belarus	• Estônia	• Letônia	
• Bulgária	• Federação Russa	• Liechtenstein	• República Tcheca
• Canadá*	• Finlândia*	• Lituânia	• Romênia
• Comunidade Européia*	• França*	• Luxemburgo*	• Suécia*
• Croácia	• Grécia*	• Mônaco	• Suíça*
• Dinamarca*	• Hungria	• Noruega*	• Turquia*
		• Nova Zelândia*	• Ucrânia
		• Países Baixos*	

* Países também integrantes do Anexo II da CQNUMC. Possuem obrigações quanto às metas de redução de GEE.

Fonte: UNFCCC (1992).

A divisão entre países do Anexo I, países do Anexo II e países não incluídos nos Anexo I e II tem como objetivo separar as Partes segundo alguns critérios, sobretudo a responsabilidade pelo aumento da concentração atmosférica de gases de efeito estufa. Exceto Estados Unidos e Austrália, os maiores responsáveis – as Partes Anexo I e Anexo II –

assumiram compromissos de limitação ou redução quantificada de emissões de GEE definidas no Anexo B do Protocolo de Quioto.

Com o advento dessas obrigações, os países signatários da CQNUMC passaram a reunir-se periodicamente para discutir políticas, estratégias e metas para tentar mitigar o aumento da temperatura da Terra. Desde o início da vigência da CQNUMC, foram realizados 14 encontros denominados Conferências das Partes Signatárias da Convenção-Quadro sobre Mudanças Climáticas (COPs) que servem como fórum de debate das questões climáticas. O último, COP-14, ocorreu em dezembro de 2008 em Póznan, Polônia. A COP-15, do ano de 2009, está prevista para ser realizada em Copenhague, Dinamarca (MCT, 2008).

No âmbito do Direito Internacional a CQNUMC é tida como uma norma e essas normas surgem para aproveitar o momento político propício para a adoção de convenções internacionais complexas. Nessas ocasiões traça-se um esboço dos assuntos tratados, deixando para um momento posterior as negociações internacionais específicas. Trata-se, portanto, de uma convenção inespecífica, que aborda muitos assuntos em seu arcabouço, não particularizando nenhum deles (BASTO; DAMASCENO, 2007).

Sister (2007), afirma que a COP-3 ocorrida em Quioto, Japão em 1997, destacou-se como uma das mais importantes, uma vez que durante sua realização chegou-se a um consenso sobre os princípios e os mecanismos que seriam consolidados em um documento estabelecendo as bases do Protocolo de Quioto.

2.6.3 O Protocolo de Quioto

Juridicamente a CQNUMC não é considerada um tratado impositivo o que não implica em sanções aos que a descumprem. Sendo assim, a convenção necessita de outros meios para regulamentá-la. Pelo exposto o Protocolo de Quioto, que na realidade é um anexo à CQNUMC, veio, posteriormente, regulamentá-la e especificá-la. Pela sua particularidade o Protocolo tem regras próprias, além das compartilhadas com a Convenção, e possui sanções aos infratores, fazendo assim com que a CQNUMC ganhe eficácia e efetividade (BASTO; DAMASCENO, 2007). Sendo assim, o Protocolo de Quioto é um acordo internacional que tem como objetivo alcançar a estabilização da concentração dos GEE na atmosfera. Busca ainda, reverter a tendência histórica de crescimento das emissões de GEE mitigando os efeitos decorrentes das mudanças climáticas.

Em 16 de fevereiro de 2005, após o número de ratificações necessárias para sua implementação o Protocolo de Quioto entrou em vigor. No Brasil, o texto do Protocolo de Quioto à CQNUMC foi aprovado pelo Decreto Legislativo nº 144 de 2002 (UNFCCC, 1997)

Dentre as principais determinações do Protocolo de Quioto, destaca-se o Art. 3º § 1º em que se estabelece que os países listados no Anexo I da CQNUMC ficam obrigados a promover reduções diferenciadas de suas emissões combinadas de GEE, para que elas se tornem, ao menos, 5% inferiores em relação aos níveis de emissão de 1990. Convém ressaltar que nem todos os países listados no Anexo I estão submetidos ao Protocolo de Quioto. Países como a Austrália e EUA, por exemplo, não ratificaram o tratado e, portanto não aderiram aos compromissos de redução de emissões previstos pelo protocolo (ARAÚJO, 2007).

Decorrente da imposição de metas, os países do Anexo I entenderam como inviável a redução da emissão dos GEE, segundo os quais afetaria a industrialização e conseqüentemente sua economia. Diante de tal impasse, para auxiliar no cumprimento das metas estabelecidas, o Protocolo criou os Mecanismos de Flexibilização.

2.6.3.1 Mecanismos De Flexibilização

Os Mecanismos de Flexibilização previstos no Protocolo de Quioto constam do Quadro 15.

Quadro 15: Os Mecanismos de Flexibilização previstos no Protocolo de Quioto

Mecanismo de flexibilização	Escopo
Implementação conjunta (IC)	Institui que uma empresa de um país desenvolvido ou os próprios países integrantes do Anexo I da CQNUMC pode financiar projetos específicos para a redução de emissões em outros países desenvolvidos, recebendo créditos por isso. O mecanismo tem como objetivo facilitar e tornar mais barato para cada país chega a sua meta de redução de emissões de GEE, bem como gerar <i>commodities</i> a serem utilizadas no mercado internacional de emissões de carbono. O IC não se aplica ao Brasil.
Comércio de emissões (CE)	Estabelece o mercado de compra e venda do “direito de emitir GEE”- os créditos de carbono. Assim, países que poluem mais podem comprar créditos daqueles que conseguem reduzir suas emissões para além das metas impostas pelo Protocolo de Quioto. Esse mecanismo é destinado exclusivamente aos países integrantes do Anexo I da CQNUMC, que podem comercializar apenas parte de suas emissões relativas ao período de 2008 a 2012. Assim como o IC, o CE também não se aplica ao Brasil.
Mecanismo de Desenvolvimento Limpo	Ao contrário do IC e CE, esse mecanismo envolve o Brasil. O escopo detalhado desse mecanismo está descrito no item a seguir.

Fonte: ARAÚJO (2007).

Assim, pelo foco de relevância para a realidade brasileira, dentre os Mecanismos de Flexibilização será detalhado, nos tópicos a seguir, o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).

i) Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

O instrumento do MDL é o único que envolve países dos dois blocos – países desenvolvidos e países em desenvolvimento. Este mecanismo permite que países do Anexo I da CQNUMC possam investir em projetos de redução de emissões alocados nos países em desenvolvimento, usando as reduções obtidas para abater em suas metas. De acordo com os requisitos da Convenção, os países signatários deverão definir instituições para aferição e verificação das atividades de projeto de MDL. O Quadro 16 define essa estrutura institucional.

Quadro 16: Instituições relacionadas ao MDL

Instituição	Atribuições
Conselho Executivo do MDL	Supervisiona o funcionamento do MDL. Entre suas responsabilidades destacam-se: <ul style="list-style-type: none"> i) O credenciamento das Entidades Operacionais Designadas; ii) Registro das atividades de projeto do MDL; iii) Emissão das Reduções Certificadas de Emissões (RCE); iv) Desenvolvimento e operação do Registro do MDL; v) Estabelecimento e aperfeiçoamento de metodologias para definição da linha de base, monitoramento e fuga.
Autoridade Nacional Designada (AND)	Governos de países participantes de uma atividade de projeto do MDL devem designar junto à CQNUMC uma Autoridade Nacional para o MDL. A AND atesta que a participação dos países é voluntária e, no caso do país onde são implementadas as atividades de projeto, que ditas atividades contribuem para o desenvolvimento sustentável do país, a quem cabe decidir, de forma soberana, se este objetivo do MDL está sendo cumprido. As atividades de projetos do MDL devem ser aprovadas pela AND.
Entidades Operacionais Designadas (EOD)	São entidades nacionais ou internacionais credenciadas pelo Conselho Executivo e designadas pela COP, a qual ratificará ou não o credenciamento feito pelo Conselho Executivo. As responsabilidades das EODs consistem em: <ul style="list-style-type: none"> i) Validar atividades de projetos do MDL de acordo com as decisões de Marraqueche; ii) Verificar e certificar reduções de emissões de gases de efeito estufa e remoções de CO₂; iii) Manter uma lista pública de atividades de projetos do MDL; iv) Enviar um relatório anual ao Conselho Executivo; v) Manter disponíveis para o público as informações sobre as atividades de projeto do MDL, que não sejam consideradas confidenciais pelos participantes do projeto

Fonte: Adaptado de LOPES (2002). Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/conhecimento/especial/GuiaMDL.pdf>. Acesso em: 24/05/2008.

Definida a estrutura institucional no âmbito do mecanismo, um país está apto a validar as atividades de projetos de MDL propostas. Em sua concepção o MDL pode gerar Reduções Certificadas de Emissões (RCE¹¹) que serão negociadas no mercado financeiro – Mercado de Créditos de Carbono - como forma de cumprimento parcial das metas de redução de emissão de GEE dos países listados no Anexo I da CQNUMC. Uma RCE representa a redução de emissões de gases de efeito estufa decorrente de atividades de projetos elegíveis para o MDL. As RECs serão emitidas quando, após um complexo processo de submissão de projetos, um empreendimento comprovar que houve uma redução das emissões de GEE decorrentes de Projetos de MDL adotados (LOPES, 2002). O Quadro 17 apresenta as etapas do ciclo de aprovação das atividades de projeto do MDL com vistas à obtenção de RCEs.

¹¹ Uma unidade de RCE é igual a uma tonelada métrica de dióxido de carbono equivalente, calculada de acordo com seu potencial de aquecimento global – PAG.

Quadro 17: Etapas do ciclo de submissão de uma atividade de projeto para obtenção de RCE

Etapas	Descrição	Entidade Responsável
Elaboração do Documento de Concepção de Projeto – DCP	É a primeira etapa do ciclo. O documento deverá incluir, entre outras coisas, a descrição: das atividades de projeto; dos participantes da atividade de projeto; da metodologia da linha de base; das metodologias para cálculo da redução de emissões de gases de efeito estufa e para o estabelecimento dos limites da atividade de projeto e das fugas; e do plano de monitoramento. Deve conter, ainda, a definição do período de obtenção de créditos, a justificativa para adicionalidade da atividade de projeto, o relatório de impactos ambientais, os comentários dos atores e informações quanto à utilização de fontes adicionais de financiamento. Os responsáveis por essa etapa do processo são os participantes do projeto.	Participantes de projeto
Validação	É o segundo passo e corresponde ao processo de avaliação independente de uma atividade de projeto por uma Entidade Operacional Designada – EOD, no tocante aos requisitos do MDL, com base no DCP. Em suma: verifica se o projeto está em conformidade com a regulamentação do Protocolo de Quioto	EOD
Aprovação	É o processo pelo qual a Autoridade Nacional Designada - AND das Partes envolvidas confirmam a participação voluntária e a AND do país onde são implementadas as atividades de projeto do MDL atesta que dita atividade contribui para o desenvolvimento sustentável do país. No caso do Brasil, os projetos são analisados pelos integrantes da Comissão Interministerial de Mudança do Clima (CIMGC), que avaliam o relatório de validação e a contribuição da atividade de projeto para o desenvolvimento sustentável do país, segundo cinco critérios básicos: distribuição de renda, sustentabilidade ambiental local, desenvolvimento das condições de trabalho e geração líquida de emprego, capacitação e desenvolvimento tecnológico, e integração regional e articulação com outros setores.	AND
Registro	Essa etapa corresponde à aceitação formal, pelo Conselho Executivo, de um projeto validado como atividade de projeto do MDL. A aprovação de projetos no Conselho Executivo do MDL é subsequente à aprovação pela AND. A aprovação pela CIMGC é necessária para a continuidade dos projetos, mas não é suficiente para sua aprovação pelo Conselho Executivo, que analisa também a metodologia escolhida, a adicionalidade do projeto, entre outros aspectos. O registro é o pré-requisito para o monitoramento, a verificação/certificação e emissão das RCEs relativas à atividade de projeto no âmbito do MDL	Conselho Executivo do MDL
Monitoramento	O processo de monitoramento da atividade de projeto inclui 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 e dentro do período de obtenção de créditos. Os participantes do projeto serão os responsáveis pelo processo de monitoramento.	Participantes do projeto

Etapas	Descrição	Entidade Responsável
Verificação	É o processo de auditoria periódico e independente para revisar os cálculos acerca da redução de emissões de gases de efeito estufa ou de remoção de CO ₂ resultantes de uma atividade de projeto do MDL que foram enviados ao Conselho Executivo por meio do DCP. Esse processo é feito com o intuito de verificar a redução de emissões que efetivamente ocorreu.	EOD
Certificação	Após a verificação, o Conselho Executivo, através de uma EOD, certifica que uma determinada atividade de projeto atingiu um determinado nível de redução de emissões de gases de efeito estufa durante um período de tempo específico.	EOD
Emissão de RCE	A etapa final é quando o Conselho Executivo tem certeza de que, cumpridas todas as etapas, as reduções de emissões de gases de efeito estufa decorrentes das atividades de projeto são reais, mensuráveis e de longo prazo e, portanto, podem dar origem a RCEs. As RCEs são emitidas pelo Conselho Executivo 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 gases de efeito estufa.	Conselho Executivo

Fonte: Adaptado de MCT (2008). Disponível em: <www.mct.gov.br/upd_blob/0026/26985.pdf>. Acesso em: 21/02/2009.

ii) Enquadramento dos projetos de MDL

Paralelo às etapas do ciclo de aprovação de um projeto de MDL, o mesmo deve se enquadrar em algumas condições, também previstas no Protocolo de Quioto, dentre as quais: linhas de base, metodologia, adicionalidade e voluntariedade.

a. Linhas de Base

O enquadramento de uma atividade de desenvolvimento sustentável como projeto de MDL tem como ponto de partida a linha de base (*baseline*). A *baseline* é o cenário que representa, de forma razoável, as emissões antrópicas de GEE por fontes que ocorreriam na ausência da atividade de projeto proposta (LOPES, 2002).

Através deste instrumento será verificada a possível adicionalidade de um projeto, bem como serão quantificadas as RCEs decorrentes do MDL. A quantificação da RCE se dará

pela diferença entre as emissões da linha de base e as emissões verificadas em decorrência do projeto de MDL (FERNANDES, 2007).

b. Metodologia

A metodologia orientará um interessado no desenvolvimento de um projeto de MDL. Ela contempla diversas informações que nortearão o projeto (FERNANDES, 2007), dentre elas:

- i) Aplicabilidade do projeto;
- ii) Identificação de linha de base e fórmulas de cálculo;
- iii) Critérios de identificação da adicionalidade;
- iv) Forma de monitoramento a ser implementada.

c. Adicionalidade

A adicionalidade prevista no Protocolo de Quioto consiste na diferença quantitativa de GEE's antes e após a implementação de um projeto. É um valor numérico real expresso a partir de uma unidade equivalente de carbono, a RCE. Este valor será mensurado a partir da metodologia de cálculo fornecida pela *baseline*. O conceito de adicionalidade implica em que a atividade de projeto propicie benefícios reais, mensuráveis e de longo prazo, para a mitigação da mudança do clima (FERNANDES, 2007).

d. Voluntariedade

Através deste requisito o Protocolo de Quioto determina que as atividades de projeto devam possuir uma gênese voluntária para ser elegível a um Projeto de MDL. Assim, o mesmo projeto não será elegível se o fato gerador do mesmo for de natureza compulsória tais como atendimento à legislação, decisões judiciais, Termos de Ajustamento de Conduta (TACs) etc (BASTO; DAMASCENO, 2007).

Os números apresentados a seguir são representativos das atividades de projetos de MDL e retratam a mobilização da indústria nacional quanto à adesão e desenvolvimento de tecnologias e processos mitigadores da emissão de GEE. Define, portanto, a participação brasileira nos termos previstos no Protocolo de Quioto sob a ótica do desenvolvimento limpo e potencial participação no mercado de créditos de carbono (MCT, 2009).

- **Status atual dos projetos de MDL no Brasil**

A Tabela 6 apresenta o quantitativo das atividades de projeto de MDL: i) submetidos, ii) aprovados; iii) aprovados com ressalva; ou iv) em revisão na CIMGC, a AND brasileira. Nesse caso, considera-se que as atividades de projeto somente são consideradas “submetidas” após a verificação, pela Secretaria Executiva, de que todos os documentos referentes a essas atividades de projeto estão em conformidade com as resoluções da CIMGC. As atividades de projeto que apresentem erros de edição ou quaisquer incongruências consideradas de menor relevância pelos membros da comissão são consideradas “aprovadas com ressalva”. São consideradas em revisão as atividades de projeto que: i) necessitem de esclarecimentos quanto à descrição da contribuição para o desenvolvimento sustentável; ii) ou que apresentem erros de edição; iii) ou quaisquer incongruências que os membros da Comissão considerem relevantes (MCT, 2009).

Tabela 6: Status atual dos projetos na AND brasileira

Projetos aprovados na CIMGC	198
Projetos aprovados com ressalvas na CIMGC	5
Projetos em revisão na CIMGC	8
Projetos submetidos para a próxima reunião da CIMGC	3
Total de projetos na CIMGC	214

Fonte: MCT (2009).

Os dados a seguir apresentam o status atual das atividades de projeto de MDL no Brasil e no mundo até o dia 30 de setembro de 2008¹².

- **Número de atividades de projeto no Brasil e no Mundo**

De acordo com a compilação dos dados divulgados pelo MCT, em 30 de setembro de 2008, no mundo, um total de 3981 projetos encontrava-se em alguma fase do ciclo de projetos do MDL, sendo 1112 já registrados pelo conselho executivo do MDL e 2869 em outras fases

¹² Disponível no site do MCT. <www.mct.gov.br/upd_blob/0026/26985.pdf>. Acesso em 21/02/2009.

do ciclo. Como pode ser visto no Gráfico 7, o Brasil ocupa o 3º lugar em número de atividades de projeto, com 8% dos projetos de MDL, sendo que em primeiro lugar encontra-se a China com 35% e, em segundo, a Índia com 28% dos projetos.

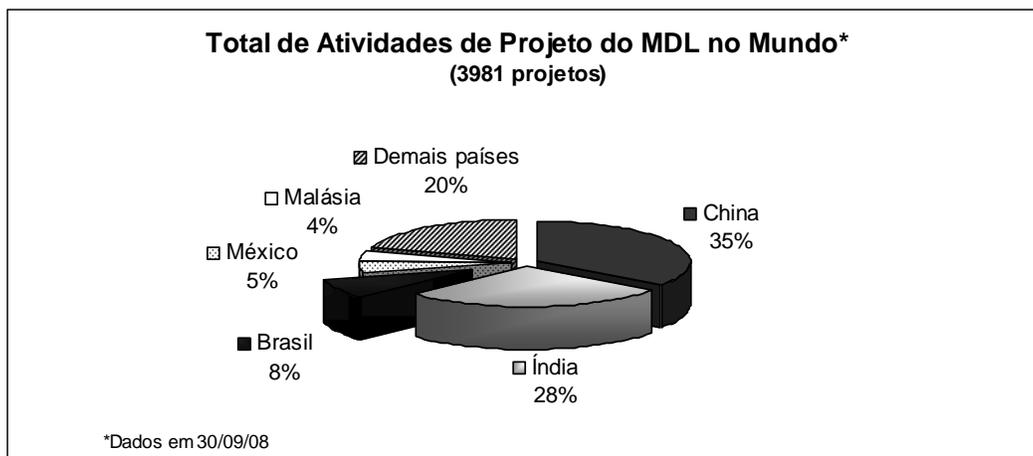


Gráfico 7: Número de atividades de projeto no sistema MDL
Fonte: MCT (2009).

- **Reduções de emissões projetadas**

Baseado no mesmo estudo do MCT, para as reduções de emissões projetadas, o Brasil ocupa a terceira posição, sendo responsável pela redução de 322.005,702 t CO₂e, o que corresponde a 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 (Gráfico 8).

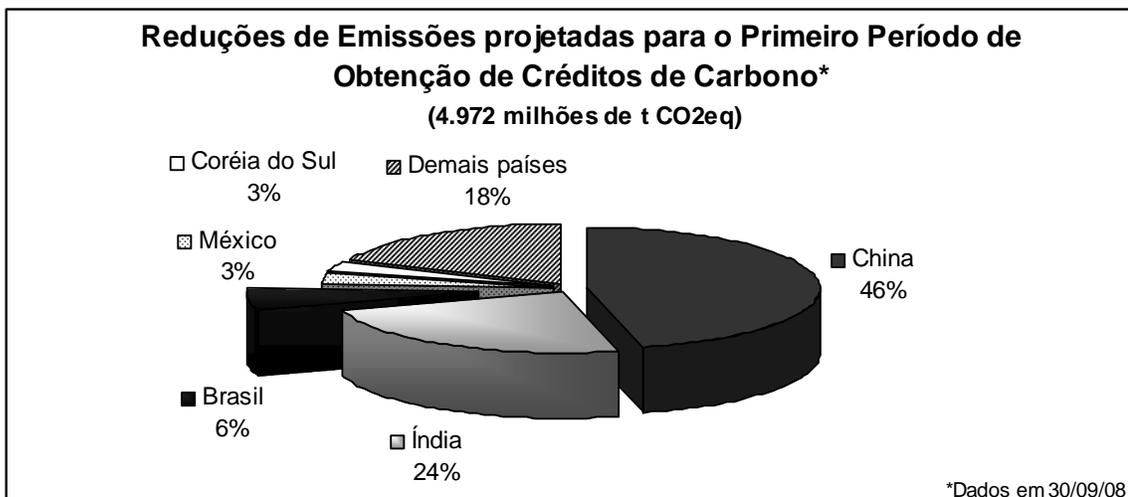


Gráfico 8: Reduções de emissões projetadas para o primeiro período de obtenção de créditos de carbono
Fonte: MCT (2009).

- **Distribuição das atividades de projeto no Brasil por escopo setorial**

Esses indicadores mostram os escopos setoriais que mais atraem o interesse dos participantes de projetos de MDL e apontam o setor energético como o de maior predominância das atividades de projetos propostos, com 50% do total conforme Gráfico 9.

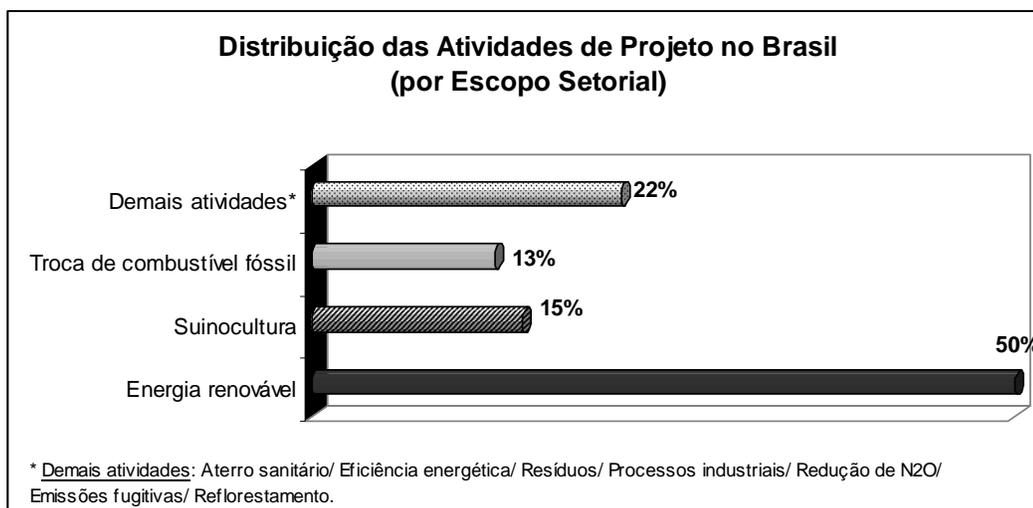


Gráfico 9: Distribuição por escopo setorial das atividades de projeto de MDL no Brasil
Fonte: MCT (2009).

2.6.4 Estrutura Institucional Brasileira no Âmbito das Mudanças Climáticas

Para viabilizar toda a estrutura previstas pelos acordos internacionais relativos às mudanças climáticas, o Brasil aprovou os termos da CQNUMC através do Decreto Legislativo nº 01/94 promulgado pelo Decreto Federal nº 2.652/98, tornando-a, portanto, instrumento legal válido no ordenamento jurídico brasileiro. Da mesma forma o Decreto Legislativo nº 144/ 02, promulgado através do Decreto Federal nº 5.445/05 aprovou os termos do Protocolo de Quioto (SABBAG, 2008).

O órgão federal responsável pelo cumprimento dos compromissos assumidos pelo Brasil no âmbito da CQNUMC é a Coordenação Geral de Mudanças Globais do Clima, conforme define o artigo 4º, inciso II do Decreto Federal nº 1.160/94. Vinculada ao Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), esta coordenação tem como principal competência elaborar a comunicação nacional do Brasil à CQNUMC, além de conscientizar a sociedade sobre o tema através de divulgação pública por meio de página eletrônica¹³. As pautas da comunicação nacional referente às mudanças climáticas são respaldadas através de uma estrutura institucional que inclui diversos órgãos brasileiros, além da própria Coordenação, criados em atendimento aos princípios estabelecidos pela CQNUMC (MCT, 2008).

2.6.4.1 Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima

Para internalizar os princípios da CQNUMC e manter o efetivo cumprimento da mesma, além de elaborar a Política Nacional sobre Mudança do Clima e o Plano Nacional sobre Mudança do Clima, foi criada, através de um decreto de 7 de julho de 1999, a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima (CIMGC) tendo sua composição alterada por Decreto de 10 de janeiro de 2006. Essa Comissão é um órgão do governo federal, vinculada ao Ministério da Ciência e Tecnologia, e atua como a Autoridade Nacional Designada (ADN) Brasileira (MCT, 2008).

¹³ Ministério da Ciência e Tecnologia: www.mct.gov.br/clima

O Quadro 18 descreve as principais atribuições da Comissão Interministerial:

Quadro 18: Competências da CIMGC

- i) Emitir parecer, sempre que demandando 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;
 - ii) Fornecer subsídios às posições do Governo nas negociações sob a égide da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima e instrumentos subsidiários de que o Brasil seja parte;
 - iii) Definir critérios de elegibilidade adicionais àqueles considerados pelos Organismos da Convenção encarregados do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), previsto no art. 12 do Protocolo de Quioto da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, conforme estratégias nacionais de desenvolvimento sustentável;
 - iv) Apreçar pareceres sobre projetos que resultem em redução de emissões que sejam considerados elegíveis para o MDL, a que se refere o inciso anterior e, aprová-los, se for o caso; e
 - v) 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-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima e instrumentos subsidiários de que o Brasil seja parte.
-

Fonte: Artigo 3º do Decreto de 7 de julho de 1999.
<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/14803.html>

O organograma da CIMGC estabelece que o Ministro da Ciência e Tecnologia preside a Comissão (tendo também como função a sua secretaria executiva) cabendo ao Ministro de Meio Ambiente a vice-presidência da entidade. Além desses ministérios consta na composição¹⁴ da comissão um representante de mais oito Ministérios e o representante da Casa Civil da Presidência da República (MCT, 2009).

Destaque especial da comissão refere-se a sua atuação para o cumprimento dos Art 4.1 e 12 da CQNUMC que prevêem a elaboração periódica do inventário de emissões de GEE, conforme descrito a seguir.

iii) Inventário Nacional de Emissões

Como país signatário da CQNUMC, o Brasil tem como uma de suas principais obrigações a elaboração e atualização periódica do Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa (PNMC, 2008).

Em dezembro de 2004, o Brasil submeteu sua Comunicação Nacional Inicial à CQNUMC, contendo seu primeiro inventário para o ano base de 1994 (sendo estimados os

¹⁴ Membros Comissão definidos de acordo com a¹⁴ Portaria nº482, de 14 de julho de 2003. Fonte:
<http://www.mct.gov.br/index.php/cotent/view/10079.html>

valores referentes aos anos de 1990 a 1993). A elaboração do inventário foi orientada pelas diretrizes do IPCC, e envolveu importante parcela da comunidade científica e empresarial brasileira, além de diversos setores governamentais (PNMC, 2008).

O inventário incluiu as emissões e remoções de gases de efeito estufa causado pelas atividades humanas (antrópicas). Foram considerados, no inventário, os seguintes GEE: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), hidrofluorcarbonos (HFCs), perfluorcarbonos (PFCs) e hexafluoreto de enxofre (SF_6). Também foram estimadas as emissões dos óxidos de nitrogênio (NO_x), o monóxido de carbono (CO) e outros compostos orgânicos voláteis não metânicos (NMVOCs). As emissões desses gases foram estimadas segundo as fontes de emissão, chamadas setores: energia, processos industriais, uso de solventes e outros produtos, agropecuária, mudança no uso da terra e florestas, e tratamento de resíduos (PNMC, 2008). Os itens seguintes apresentam os resultados obtidos no primeiro inventário de emissões brasileiro

- **Resultados do primeiro inventário nacional de emissões de GEE**

Os indicadores, gerados a partir do levantamento brasileiro do inventário de emissões de GEE, traça o panorama dos principais ramos e atividades contribuintes para a emissão desses gases. A partir dos números apresentados pretende-se delimitar a criticidade brasileira em relação a sua contribuição para a intensificação dos problemas climáticos.

O Gráfico 10 ilustra os resultados obtidos no primeiro inventário nacional de emissões de GEE. As emissões de CO_2 equivalente são relativas ao ano de 1994 e demonstram que o percentual de contribuições por setor. De acordo com o levantamento o setor energético brasileiro (incluindo geração de energia) responde pela emissão de 237 MtCO_2 equivalente contribuindo 19,6% no total. Nesse caso deve-se considerar ainda que, em 1990, o parque industrial brasileiro era responsável por 39% do consumo de energia no país. O processo industrial, fonte fixa, foi tido como o menor percentual de emissões ficando com 17 MtCO_2 equivalente, totalizando 1,4% do total. O dado mais alarmante recaiu sobre os desmatamentos que representaram 79% das emissões de GEE no Brasil emitindo 952 MtCO_2 equivalente (SALES, 2007).

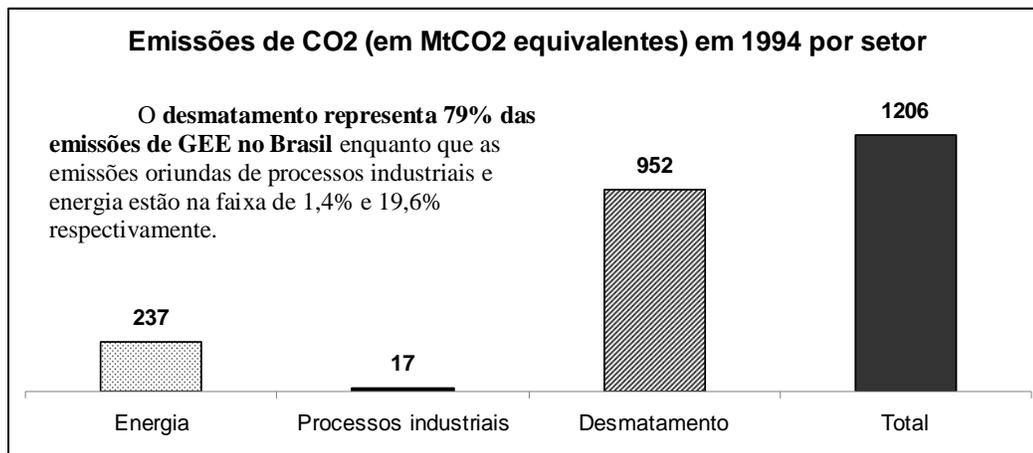


Gráfico 10: Emissões de CO₂ eq em 1994 por setor
Fonte: Sales, 2007.

Marcovitch, 2006, deduziu, com base na leitura do inventário, que em 1994 o Brasil ocupava o sexto lugar no *ranking* dos países emissores de dióxido de carbono. O último relatório do IPCC (2007) aponta o Brasil no quarto lugar do *ranking* de países emissores de GEE, só sendo superado pelos Estados Unidos, China e Rússia. Importante destacar que em base per capita essa tendência se dilui e os países em desenvolvimento, como o Brasil, continuam tendo emissões muito mais baixas do que os países industrializados (IPAM, 2008).

Atualmente as emissões brasileiras representam 5% das emissões globais e o desmatamento (no mundo) é responsável por 18% das emissões globais de GEE.

As recentes taxas anuais de desmatamento tropical do Brasil e da Indonésia (cujas emissões de carbono causadas pelo desmatamento são similares àquelas liberadas na Amazônia), sozinhas, poderiam neutralizar 80% das reduções de emissões a serem alcançadas dentro das metas de Quioto em seu primeiro período do compromisso - 2008 a 2012 (HOUGHTON, 2003; SANTILLI, et al, 2005 apud IPAM, 2008).

De acordo com o MCT, O segundo inventário nacional de emissões de gases de efeito estufa, compreendendo o período de 1994 a 2000, foi iniciado em 2006 no âmbito do projeto PNUD BRA/05/G31. O prazo para o desenvolvimento desse projeto foi estabelecido em 03 (três) anos, a partir de 2006. Até o fechamento dessa dissertação o levantamento ainda não havia sido divulgado.

2.6.4.2 Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas

Presidido pelo Presidente da República, o Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas (FBMC). Foi criado pelo Decreto nº 3.515/00 e tem por objetivo conscientizar e mobilizar a sociedade para a discussão e tomada de posição sobre os problemas decorrentes da mudança do clima por GEE, bem como sobre o MDL. Auxilia o governo na incorporação das questões sobre mudanças climáticas nas diversas etapas das políticas públicas (MCT, 2009). O FBMC é composto por 12 ministros de estado, do diretor-presidente da Agência Nacional de Águas (ANA) e de personalidades e representante da sociedade civil sendo presidido pelo Presidente da República (MCT, 2009).

O FBMC possui diversos desafios dentre os quais os relacionados no Quadro 19.

Quadro 19: Desafios do FBMC

- i) Ampliar e difundir o debate concernente às mudanças climáticas nas diversas regiões do país;
- ii) Atuar como ferramenta de auxílio à superação das barreiras para a adoção do MDL;
- iii) Aprofundar o debate sobre as questões relacionadas ao Desenvolvimento Regional;
- iv) Atuar como catalisador das discussões concernentes às definições de estratégias nacionais de desenvolvimento;
- v) Ampliar as relações do Fórum com a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima;
- vi) Ajudar o governo na divulgação do problema de mudanças climáticas e MDL;
- vii) Criar um banco de dados e informações sobre a questão das mudanças climáticas;
- viii) Criar laços com a comunidade acadêmica e com a área empresarial;
- ix) Divulgar a problemática nas escolas de primeiro e segundo graus;
- x) Qualificar jornalistas através de cursos sobre o tema;
- xi) Promover junto ao empresariado a adoção da prática da demonstração de seus Inventários de Emissões;
- xii) Publicar um guia de como o setor produtivo pode apresentar seus Inventários de Emissões;
- xiii) Promover um seminário com o objetivo de estruturar uma política de mudança climática a ser conjuntamente debatida com o legislativo.

Fonte: BRASIL, 2000.

2.6.4.3 Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM)

O Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima – CIM foi instituído, através do Decreto nº 6.263 de 21/11/07, em caráter permanente para cumprir as atribuições descritas no Quadro 20.

Quadro 20: Atribuições do CIM

- 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 no curto prazo;
- iii) Aprovar proposições submetidas pelo Grupo Executivo de que trata o art. 3º; IV - apoiar a articulação internacional necessária à execução de ações conjuntas, troca de experiências, transferência de tecnologia e capacitação;
- iv) Aprovar a instituição de grupos de trabalho para assessorar o Grupo Executivo;
- v) Identificar ações necessárias de pesquisa e desenvolvimento;
- vi) Propor orientações para a elaboração e a implementação de plano de comunicação;
- vii) Promover a disseminação do Plano Nacional sobre Mudança do Clima na sociedade brasileira;
- viii) Propor a revisão periódica do Plano Nacional sobre Mudança do Clima; e
- ix) Identificar fontes de recursos para a elaboração, a implementação e o monitoramento do Plano Nacional sobre Mudança do Clima.

Fonte: Art 1º do Decreto nº 6.263/07. Disponível em: <www.mct.gov.br/index.php/content/view/66440.html>

Ainda o mesmo decreto, em seu Art. 3º instituiu, no âmbito do CIM, o Grupo Executivo sobre Mudança do Clima (GEx), com a finalidade de elaborar, implementar, monitorar e avaliar o Plano Nacional sobre Mudança do Clima, sob a orientação do CIM, com as seguintes competências complementares (Quadro 21):

Quadro 21: Competências complementares do GEx

- i) Elaborar proposta preliminar dos objetivos gerais, princípios e diretrizes da Política Nacional sobre Mudança do Clima;
 - ii) Elaborar versão preliminar do Plano Nacional sobre Mudança do Clima, sob a orientação do CIM;
 - iii) Planejar, executar e coordenar o processo de consulta pública;
 - iv) Criar, caso necessário, grupos de trabalho e definir sua composição;
 - v) Definir e propor a elaboração de estudos e levantamentos prioritários e essenciais à elaboração e execução do Plano Nacional sobre Mudança do Clima;
 - vi) Coordenar a elaboração e promover a disseminação de materiais de divulgação sobre o Plano Nacional sobre Mudança do Clima;
 - vii) Submeter a proposta e a versão preliminares de que tratam os incisos I e II ao CIM;
 - viii) Rever a versão preliminar do Plano Nacional sobre Mudança do Clima mediante a incorporação das contribuições e recomendações provenientes das consultas públicas e das determinações e orientações do CIM;
 - ix) Elaborar a versão consolidada do Plano Nacional sobre Mudança do Clima e submetê-la ao CIM;
 - x) Monitorar e avaliar periodicamente o Plano Nacional sobre Mudança do Clima, sob a orientação do CIM, e a ele reportar os resultados; e
 - xi) Convidar, quando necessário, especialistas e representantes de órgãos ou entidades públicas ou privadas para apoiar os seus trabalhos.
-

Fonte: BRASIL, 2007.

2.6.5 Ordenamento Jurídico Brasileiro no Âmbito das Mudanças Climáticas

A preocupação em relação à poluição atmosférica intensificou-se no Brasil a partir da década de 70. Nessa época, em função do crescimento econômico e industrial, grandes cidades como São Paulo, Porto Alegre, Cubatão etc, passaram a apresentar graves problemas de poluição do ar evidenciando a necessidade urgente da adoção de medidas públicas que regulasse a qualidade do ar (MALHEIROS, 2006). Desde então o controle das emissões atmosféricas passaram a ser regulamentados e por diversos instrumentos conforme segue:

- Decreto-Lei nº 1.413/75: dispôs sobre o controle da poluição do meio ambiente provocada por atividades industriais;
- Decreto nº 76.389/75: dispôs sobre as medidas de prevenção e controle da poluição industrial que trata o Decreto-Lei nº 1.413/75;
- Portaria do Ministério do Interior de nº 231/76: foi a primeira legislação mais efetiva de controle da poluição atmosférica. Visava estabelecer padrões nacionais de qualidade do ar

para material particulado, dióxido de enxofre, monóxido de carbono e oxidantes fotoquímicos; os valores fixados pela Portaria foram substituídos pela Resolução CONAMA 03/90, conforme será visto mais adiante;

- Lei nº 6.803/80: dispõe sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição;

A partir de então o regime jurídico brasileiro referente ao meio ambiente continuou a legislar acerca do tema através da criação de outros instrumentos e políticas públicas:

2.6.5.1 Política Nacional do Meio Ambiente

O grande marco no avanço da política ambiental brasileira foi a criação da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), através da Lei nº 6939/ 81 e, como define o texto do Artigo 2º da mesma lei:

“A Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no país, condições ao desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana”.

A PNMA destacou-se ao alavancar a proteção do meio ambiente como bem, objeto de tutela legal em si. Dessa forma, com base em seus preceitos no sistema brasileiro passa a vigorar a responsabilidade objetiva de natureza solidária. Na prática isso significa que além de tratar de responsabilidade independente da culpa o sistema brasileiro impõe responsabilidade independente, pelo todo, e em igual medida, a todos aqueles que possam responder pela obrigação ambiental; trata-se da responsabilidade solidária que impõe a todos os que se dispuserem a causar o dano a responder solidariamente em caso de alguma eventualidade. Caso clássico que bem exemplifica a responsabilidade solidária é o caso da gestão de resíduos sólidos, pelos quais respondem solidariamente o gerador, o transportador e o receptor final (NETO, 2007).

Contextualizando e em consonância com a legislação ambiental brasileira o PNMC prevê que “os órgãos integrantes do Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA – deverão compatibilizar a aplicação dos instrumentos da PNMA com os princípios, os objetivos, as diretrizes e os instrumentos da Política Nacional de Mudanças Climáticas” (PNMC, 2008).

2.6.5.2 Artigo 225 da Constituição Federal de 1988

O artigo 225 da Constituição Federal de 1988 veio consolidar a tendência rumo ao avanço da política ambiental brasileira. O célebre artigo diz: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

2.6.5.3 Lei de sanções penais

Em 1998, o governo brasileiro publicou a lei 9.065, que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Ponto de destaque da lei é a desconsideração da pessoa jurídica que em suma atribuiu maiores responsabilidades civis e penais ao agente poluidor.

Aqui, conforme pode ser observado, todos os registros legislativos expostos são de natureza genérica que disciplinam as atividades potencialmente poluidoras do meio ambiente como um todo. A partir de agora passar-se-á a abordar as ordenanças legislativas relativas à poluição atmosférica e outros itens específicos das mudanças climáticas.

2.6.5.4 A Política Nacional de Mudanças Climáticas

O desenvolvimento de planos nacionais de mitigação é um compromisso assumido por todas as Partes da CQNUMC. O Brasil se comprometeu a adotar uma política nacional e medidas correspondentes para mitigar a mudança climática durante a conferência da ONU no evento da ECO-92, quando assinou a CQNUMC. Este compromisso está descrito no Artigo 4, parágrafo primeiro, inciso (b) da Convenção. Este texto expressa que as Partes devem formular, implementar, publicar e atualizar regularmente programas nacionais e, conforme o caso, regionais, que incluam medidas para mitigar a mudança do clima, enfrentando as

emissões antrópicas por fontes e remoções antrópicas por sumidouros de todos os GEE não controlados pelo Protocolo de Montreal, bem como medidas para permitir adaptação adequada à mudança do clima (MCT, 2009).

Evoluindo a questão, deve-se entender que uma política ambiental é o “conjunto de objetivos que dão origem aos planos de ação relativos ao meio ambiente” (ACIESP, 1987). Assim, em 2008, no dia 05 de junho, data em que se comemorou o dia do Meio Ambiente, o governo brasileiro encaminhou ao Congresso Nacional proposta da Política Nacional de Mudanças Climáticas – PNMC, através do Projeto de Lei nº 3535/2008, documento que antecede o Plano Nacional de Mudanças Climáticas. De acordo com a secretaria de mudanças climáticas e qualidade ambiental do Ministério do Meio Ambiente, a PNMC além de nortear o Plano Nacional sobre Mudança do Clima também orienta outros planos, programas, projetos e ações relacionados, direta ou indiretamente, à mudança do clima conciliando preservação ambiental com o crescimento econômico sustentável (MCT, 2009).

A PNMC tem entre seus dois objetivos principais a definição de ações de mitigação (voltadas para a redução das emissões de GEE) e estabelecimento de medidas de adaptação do país frente às mudanças climáticas. Importante destacar que esse projeto apresenta apenas as diretrizes básicas e maiores especificidades de ações será detalhado no futuro Plano Nacional sobre Mudança do Clima (MCT, 2009).

2.6.5.5 Plano Nacional sobre Mudança do Clima

De acordo com o Art.8º da PNMC, o Plano Nacional sobre Mudanças Climáticas¹⁵ deverá fundamentar e orientar a implementação da Política Nacional por meio de ações e medidas que objetivem a mitigação da mudança do clima e a adaptação aos seus efeitos (PNMC, 2008).

Além dessas políticas, o ordenamento jurídico brasileiro legisla por intermédio de diversas leis específicas de parâmetros atmosféricos e climáticos de cunho federal, estadual, normas técnicas etc.

¹⁵ O Decreto nº 6263/07 estabeleceu processos de consulta pública visando a garantia de transparência do processo de elaboração do Plano Nacional sobre Mudança do Clima e da participação popular, por meio da manifestação dos agentes interessados.

2.6.5.6 Legislações Específicas

• Legislação na Esfera Federal

Na esfera federal destacam-se as resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) e os Projetos de Lei que estão em tramitação no Congresso Nacional conforme relatados a seguir.

i) Resoluções CONAMA

O Quadro 22 a seguir destaca-se as principais resoluções CONAMA referentes à qualidade do ar:

Quadro 22: Resoluções CONAMA referentes à qualidade do ar

Resolução CONAMA	Disposição
003/1990	<p>“Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR¹⁶. Introduziu na legislação a figura dos padrões secundários de qualidade do ar. Define padrões para os seguintes poluentes atmosféricos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Partículas Totais em Suspensão (PTS) • Fumaça • Partículas Inaláveis (MP₁₀) • Dióxido de Enxofre • Monóxido de Carbono • Ozônio • Dióxido de Nitrogênio
08/1990	<p>“Estabeleceu o primeiro conjunto de limites máximos de emissão (padrões) nacionais para processos de combustão externas em novas fontes fixas”.</p>
267/2000	<p>“Proíbe o uso de substâncias que destroem a camada de ozônio”.</p>
382/2006 ¹⁷	<p>“Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas”.</p>

Fonte: Site do Ministério do Meio Ambiente: <www.mma.gov.br>

¹⁶ PRONAR: Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar. Criado por meio da Resolução CONAMA nº 05/89. Teve como intuito promover a orientação e controle da poluição atmosférica no país. Estabeleceu padrões nacionais de qualidade do ar e de emissão na fonte, a implementação de uma política de deterioração da qualidade do ar, a implementação da rede nacional de monitoramento do ar e o desenvolvimento de inventários de fontes e poluentes atmosféricos prioritários.

¹⁷ A resolução CONAMA 382/06 estabeleceu padrões para emissão de fontes fixas de novas instalações. Atualmente uma nova Resolução definirá os padrões de emissão de poluentes atmosféricos por fontes fixas (SOx, NOx), em fontes fixas de empreendimentos ou instalações antigas

ii) Projetos em tramitação no Congresso Nacional

Com foco nas mudanças climáticas vale ressaltar a tramitação no Congresso Nacional de diversos projetos que pretendem legislar sobre o assunto. O Quadro 23 define alguns desses projetos.

Quadro 23: Proposições Relativas às Mudanças Climáticas sujeitas à apreciação do Plenário

Proposição	Data de apresentação	Proposição	Situação
PL-3535/2008	05/06/2008	Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima e dá outras providências que visam reduzir as emissões antrópicas por fontes e fortalecer as remoções antrópicas por sumidouros de gases de efeito estufa no território nacional	Em tramitação
PL-3258/2008	15/04/2008	Estabelece princípios e diretrizes para uma Política Nacional de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas criando o Programa Bolsa Floresta.	Em tramitação
PL-2917/2008	03/03/2008	Altera o art. 5º da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências, para incluir os impactos das mudanças climáticas entre as diretrizes para implementação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação.	Aguardando Encaminhamento
PL-2915/2008	03/03/2008	Altera o art. 36 da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação, para estabelecer diferenciação nos percentuais para o cálculo do montante de recursos que o empreendedor deve destinar à implantação e à manutenção de unidades de conservação, com base nas potenciais contribuições do empreendimento sobre as mudanças climáticas globais.	Aguardando Encaminhamento
PDC-11/2007	06/03/2007	Estabelece diretrizes para a negociação de atos internacionais que regulem as obrigações brasileiras para redução de emissões de gases de efeito estufa e as ações cooperativas para enfrentar mudanças climáticas globais decorrentes da elevação da temperatura média no Planeta. Os Art 3º e 4º propõem que o Brasil assuma metas de redução de emissões de GEE, em “quantitativos equivalentes ao valores de sequestro de carbono que deixaram de ocorrer em razão da supressão da área de florestas nativas próprias, em seu território, no período posterior a 1990 até o ano de 2020”.	Em tramitação
PL-354/2007	08/03/2007	Institui a Política Brasileira de Atenuação do Aquecimento Global, que tem por objetivos reduzir a emissão de gases causadores do efeito estufa no Brasil, maximizar os benefícios resultantes de mudanças na matriz energética do País, sem retardar o processo de crescimento econômico nacional.	Em tramitação

Proposição	Data de apresentação	Proposição	Situação
PL-493/2007	20/03/2007	Dispõe sobre a organização e regulação do mercado de Carbono na Bolsa de Valores do Rio de Janeiro através da geração de Redução Certificada de Emissão - RCE em projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL.	Em tramitação
PL-594/2007	28/03/2007	Equipara a Redução Certificada de Emissão (RCE) a valor mobiliário.	Em tramitação
PL-2635/2007	13/12/2007	Altera o art. 50, modificando os incisos I e II e acrescentando os incisos VII e VIII e os §§ 4º e 5º, na Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, criando o Fundo Nacional de Mudanças Climáticas e o Plano Nacional de Mudanças Climáticas.	Em tramitação
PL-1147/2007	23/05/2007	Determina a obrigatoriedade, para o licenciamento de obra ou atividade utilizadora de recursos ambientais efetiva ou potencialmente poluidoras e empreendimentos capazes de causar degradação ambiental, da realização do balanço de emissões (assimilação e liberação) de gases do efeito-estufa.	Em tramitação
PL-494/2007	20/03/2007	Dispõe sobre os incentivos fiscais a serem concedidos às pessoas físicas e jurídicas que invistam em projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL que gerem Reduções Certificadas de Emissões - RCEs, autoriza a constituição de Fundos de Investimento em Projetos de MDL e dá outras providências.	Em tramitação
PL-261/2007	28/02/2007	Dispõe sobre a Política Nacional de Mudanças Climáticas - PNMC.	Pronta para Pauta.
PRC-78/2007	16/08/2007	Propõe que a Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável da Câmara dos Deputados passe a apreciar todas as iniciativas, de cunho econômico, tecnológico e social que tenham impacto sobre a dinâmica climática do Planeta e sobre o esforço da sociedade brasileira em alcançar um ritmo e uma qualidade de desenvolvimento econômico que seja compatível com a sustentabilidade ambiental.	Em tramitação
PL-5067/2005	14/04/2005	Dispõe sobre a Política Nacional de Mudanças Climáticas - PNMC.	Em tramitação (Apensada à PL-3902/2004)
PL-4425/2004	11/11/2004	Dispõe sobre os incentivos fiscais a serem concedidos às pessoas físicas e jurídicas que invistam em projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL que gerem Reduções Certificadas de Emissões - RCEs, autoriza a constituição de Fundos de Investimento em Projetos de MDL e dá outras providências.	Arquivada.

Proposição	Data de apresentação	Proposição	Situação
PL-3902/2004	06/07/2004	Dispõe sobre a competência da Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima para apreciar e aprovar as atividades de projeto no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL, bem como elaborar e divulgar o Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa, no âmbito do Protocolo de Kyoto.	Arquivada

Legenda:

PL (Projeto de Lei)/ PDC (Projeto de Decreto Legislativo)/ PRC (Projeto de Resolução)

Fonte: Página do Congresso nacional: <www.camara.gov.br>. Acesso em 07/02/09.

iii) Normas Técnicas Brasileiras

As referências técnicas brasileiras face às mudanças climáticas destacam-se face às Normas ABNT NBR da série ISO 14064 para as quais se tem três partes:

- i) Gases de Efeito Estufa – Parte 1: Especificação e orientação a organizações para quantificação e elaboração de relatórios de emissões e remoções de gases de efeito estufa;
- ii) Gases de Efeito Estufa – Parte 2: Especificação e orientação a projetos para quantificação, monitoramento e elaboração de relatórios das reduções de emissões ou da melhoria das remoções de gases de efeito estufa;
- iii) Gases de Efeito Estufa – Parte 3: Especificação e orientação para a validação e verificação de declarações relativas a gases de efeito estufa.

- **Legislação na Esfera Estadual**

Na esfera estadual, algumas iniciativas estão sendo adotadas na forma de dispositivo legal. Os itens a seguir (Quadro 24) apontam a legislação em alguns estados da federação:

Quadro 24: Algumas legislações estaduais referentes às mudanças climáticas

Estado	Lei	Proposição
Amazonas	Lei Estadual nº 3.135/2007	“Instituiu a Política Estadual sobre Mudanças Climáticas, Conservação Ambiental, e Desenvolvimento Sustentável do Amazonas”
	Decreto Estadual nº 26.581/2007	“Estabelece critérios para a concretização de política voluntária de mudanças climáticas, conservação da floresta, eco economia e de neutralização das emissões de gases causadores do efeito estufa”.
Rio de Janeiro	Resolução Conjunta SEA/FEEMA nº 22/2007	“Determina às empresas a inclusão de inventário de emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE), nos procedimentos de licenciamento Ambiental”.
	Decreto nº 41.318/08	“Institui o Mecanismo de Compensação Energética no Estado do Rio de Janeiro. Visa ampliar o uso de fontes de energia renovável, em especial para geração de energia elétrica, e promover a eficiência energética”
São Paulo	Resolução SMA nº 22/95	“Criou o Programa Estadual de Mudanças Climáticas - PROCLIMA”.
	Decreto Estadual nº 49.369/2005	“Criou o Fórum Estadual de Mudanças Climáticas e Biodiversidade”.
	Decreto Municipal nº 45.959/2005	“Criou o Comitê Municipal de Mudanças Climáticas e Eco economia”
	Projeto de Lei Estadual nº 46/2007	“Propõe instituir a Política Estadual sobre Mudança Global do Clima”.
Paraná	Resolução SEMA nº 041/02	“Estabelece padrões de emissão para processos industriais, assim como critério de automonitoramento das emissões”.

Fonte: Legislações dos Estados citados. (sites CETESB/ INEA/ IAP/ IPAAM)

Impulsionadas também pela evolução da legislação ambiental as empresas viram-se impelidas a se adaptarem às normas e leis vigentes. A gestão ambiental passa a ser, portanto, uma eficaz ferramenta que disciplina o desenvolvimento das atividades industriais em função do atendimento às ordenanças jurídicas às quais estão sujeitas.

2.7 Gestão Ambiental

Durante a década de 70 quando os sinais da degradação ambiental do Planeta se tornaram mais evidentes, em países da Europa e América do Norte, muitas empresas viram-se obrigadas a desembolsar significativos recursos por causa dos problemas decorrentes dos impactos ambientais provocados por suas atividades. Isso causava o comprometimento de sua imagem perante o mercado e tornando cada vez mais difícil seu relacionamento com fornecedores, consumidores e órgãos de controle ambiental. Era imprescindível a adoção de um novo modelo de gestão (BRAGA et al, 2005).

Em função dessa demanda, grandes corporações começaram a incorporar em suas atividades os conceitos de Qualidade Total e Qualidade Total Ambiental com o desenvolvimento de políticas ambientais corporativas e programas para prevenção da poluição (BENNET; FREIERMAN; GEORGE, 1993).

Com a globalização e o aumento no rigor das leis ambientais, em alguns países, os novos conceitos de gestão se disseminaram. No entanto, os custos da manutenção desses processos ainda era uma desvantagem competitiva em relação a outros países, cuja legislação ambiental era mais branda ou inexistente. Dessa forma, também respaldado por tratados e acordos internacionais, como as conferência da ONU, entendeu-se que a “desvantagem” deveria ser consagrada como uma oportunidade. E na prática essa oportunidade mostraria que as empresas que investissem na proteção ambiental poderiam sim se tornar competitivas contribuindo para o aprimoramento das relações entre desenvolvimento e meio ambiente (BRAGA et al, 2005).

Esse cenário trouxe à luz o aperfeiçoamento dos procedimentos para o gerenciamento eficaz entre desenvolvimento econômico e o meio ambiente. Nesse campo destaca-se a Organização Internacional para Padronização (ISO) que implantou, em 1993, o Comitê Técnico 207 (TC-207) com a função de elaborar uma série de normas direcionadas para o meio ambiente de onde se originou a Série ISO 14.000 (BRAGA et al, 2005).

2.7.1 ISO 14.001: Sistema de Gestão Ambiental

“As normas de gestão ambiental têm por objetivo prover as organizações de elementos de um sistema da gestão ambiental (SGA) eficaz que possam ser integrados a outros requisitos da gestão, e auxiliá-las a alcançar seus objetivos ambientais e econômicos” (ABNT NBR ISO 14.001:2004).

Especificamente, a ISO 14.001 tem como finalidade principal equilibrar a proteção e a prevenção ambiental com as necessidades socioeconômicas. Outra importância é que um processo bem-sucedido de implementação da norma assegure, às partes interessadas, que uma organização possui um SGA apropriado em funcionamento. A abordagem básica do SGA implantado em um processo de gestão ambiental é baseada na metodologia do ciclo *Plan-Do-Check-Act* (PDCA).

2.7.1.1 O ciclo do PDCA

Esse ciclo corresponde ao procedimento sistematizado e estruturado para o planejamento, implantação, verificação e revisão das estratégias para obtenção do desempenho ambiental da organização. É uma ferramenta que melhor representa o ciclo de gerenciamento de uma atividade e corresponde ao descrito no Quadro 25 (SOUSA, 2006).

Quadro 25: Ciclo do PDCA

Etapas do Ciclo do PDCA	
PLAN (Planejar)	Estabelecer os objetivos e processos necessários para atingir os resultados em concordância com a política ambiental da organização.
DO (Executar)	Implementar os processos.
CHECK (Verificar)	Monitorar e medir os processos em conformidade com a política ambiental, objetivos, metas, requisitos legais e outros, e relatar os resultados
ACT (Agir)	Agir para continuamente melhorar o desempenho do sistema de gestão ambiental.

Fonte: ABNT NBR ISO 14001:2004

A aplicação do ciclo do PDCA a todas as fases do SGA leva ao aperfeiçoamento e ajustamento do caminho que o empreendimento deve seguir. A melhoria contínua, tão evidenciada num SGA, ocorre à medida que se roda o ciclo o que promove um aprendizado continuado dos processos. A correta aplicação do ciclo repercute positivamente na tomada de decisão da parte do gestor, pois favorece a obtenção de informações oportunas e confiáveis do desenvolvimento da atividade (SOUSA, 2006). A Figura 19 ilustra o modelo de gestão ambiental conforme o PDCA.

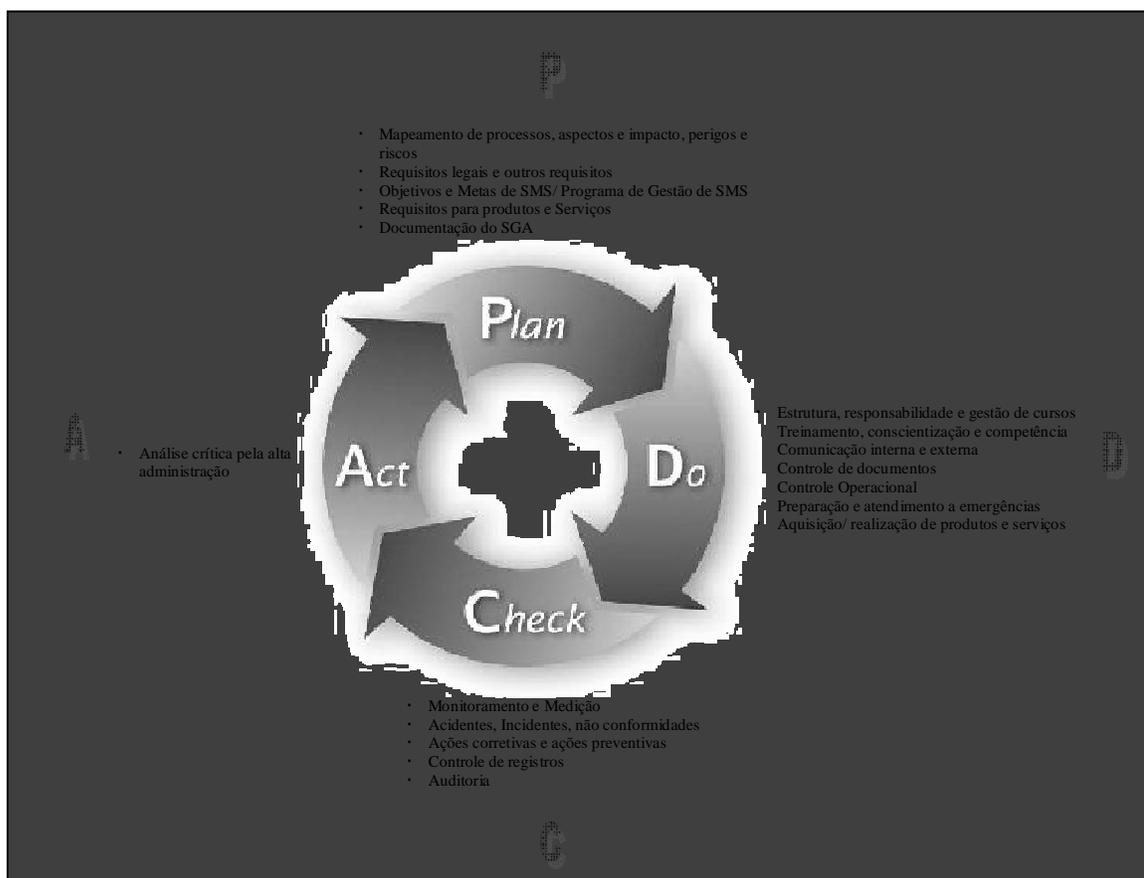


Figura 19: Etapas do SGA de acordo com o ciclo PDCA de melhoria contínua
 Fonte: DUPONT (2006). Adaptado

2.7.1.2 Elementos do sistema de gestão ambiental

A seguir são detalhados os elementos de um SGA com base na norma ABNT NBR ISO 14.001:2004.

- Compromisso e Política

A política ambiental corresponde às intenções e princípios gerais de uma organização em relação ao seu desempenho ambiental formalmente expresso pela alta administração.

- Planejamento

A organização formula um plano que satisfaça às políticas. Essa etapa compreende cinco fases básicas que devem ser consideradas para que o SGA realmente traga benefícios para o meio ambiente:

- i) Aspectos ambientais: a ABNT NBR ISO 14.001:2004 define o aspecto ambiental como o “elemento das atividades ou produtos ou serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente. É considerado significativo quando tem ou pode ter um impacto ambiental significativo”. No SGA esta etapa identifica os aspectos ambientais das atividades, produtos e serviços da organização que possam ser controlados e influenciados. A identificação dos aspectos ambientais deve considerar, inclusive, as emissões atmosféricas de uma organização, dentre outros.
- i) Impactos ambientais: a ABNT NBR ISO 14.001:2004 define o impacto ambiental como “qualquer alteração no meio ambiente, seja adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, dos aspectos ambientais de uma organização”. No SGA esta etapa determina quais dos aspectos ambientais identificados estão associados a impactos ambientais significativos;
- ii) Requisitos legais e outros: identificar e manter o acesso às exigências legais e a todos os outros requisitos que se apliquem aos aspectos ambientais das atividades, produtos e serviços;
- iii) Objetivos e metas: devem ser mensuráveis, quando possível, e coerentes com a política ambiental.
- iv) Estabelecer um sistema de gestão ambiental.

- Implementação e operação

A organização coloca um plano de ação, fornecendo os recursos e mecanismos de apoio para alcançar os objetivos e metas da empresa.

- Medição e avaliação

A organização mede, monitora e avalia seu desempenho ambiental. O requisito básico é manter e estabelecer procedimentos documentados para monitorar e medir as características principais de suas operações e atividades que possam ter um impacto significativo sobre o meio ambiente.

- Análise crítica e melhoria contínua

A organização realiza uma análise crítica e implementa continuamente melhorias em seu SGA para alcançar melhorias no desempenho ambiental total.

Assim, nos moldes do SGA, as mudanças climáticas expõem mais uma vertente ambiental, para o qual, as atividades industriais devem se preparar, incluindo a variável clima em sua estrutura corporativa. O estudo de caso, apresentado no próximo capítulo, descreverá como a empresa em tela vem incorporando os valores da sustentabilidade ambiental com a inclusão da governança climática em sua estrutura corporativa.

3 ESTUDO DE CASO

Como definido no item metodologia, o presente trabalho é baseado em uma pesquisa exploratória através de um estudo de caso.

3.1 Caracterização da Empresa em Estudo

A empresa em estudo denominada aqui como “Empresa X” é uma sociedade de economia mista originada no Brasil constituída sob a forma de sociedade anônima (sociedade por ações) e vinculada ao Ministério de Minas e Energia do governo brasileiro. É dirigida por um Conselho de Administração, com funções deliberativas e por uma Diretoria Executiva. Atua sob a condução de seu Estatuto Social que regulamenta o objeto, a administração e o funcionamento da empresa, bem como o relacionamento entre os acionistas (BALANÇO SOCIAL E AMBIENTAL, 2007).

Opera de forma integrada no Brasil e em outros países, com estratégias de negócios focadas em exploração e produção de petróleo; refino, transporte e comercialização de combustível, petroquímica, distribuição, gás e energia, e biocombustíveis. Como destaca Barontini (2006), a “Empresa X”, assim como outras empresas de petróleo, está em fase de transição para empresa de energia. Segundo o mesmo, essa tendência reflete como definitiva aquisição da consciência da não sustentabilidade do modelo energético em vigor desencadeando a luta pela competitividade global de longo prazo (BALANÇO SOCIAL E AMBIENTAL, 2007).

Possui subsidiárias, controladas, em conjunto e sociedades de propósito específico que são alinhadas ao SGA, às diretrizes, ao planejamento estratégico e às regras corporativas comuns deliberadas pela “Empresa X”.

3.1.1 Governança corporativa na “Empresa X”

O processo da governança corporativa na “Empresa X” tem como ponto de partida a revisão do estatuto social, seguido da aprovação, pelo conselho de administração, do código de boas práticas, das diretrizes de governança corporativa e dos regimentos internos do conselho de administração, do comitê de negócios e dos comitês de gestão, sendo orientados pelo Plano Estratégico da “Empresa X” (BALANÇO SOCIAL E AMBIENTAL, 2007).

3.1.1.1 Planejamento Estratégico da “Empresa X”

Dentro de uma Companhia o Plano Estratégico (PE) é um processo gerencial que permite estabelecer um direcionamento a ser seguido pela organização dando a ela sustentabilidade empresarial. A partir do seu Plano Estratégico, uma companhia está apta a obter respostas mais consistentes para três questões fundamentais à sustentabilidade: Onde estamos? Aonde queremos chegar? Como vamos fazer para chegar? Respondendo a essas questões a empresa aproxima-se cada vez mais da sua capacidade de continuar existindo. Por si só, o PE reflete a capacidade de fazer o que tem de ser feito, obtendo a melhor relação entre recurso, processos e resultados. Tem por princípio básico a capacidade de ser flexível, passíveis de re-planejamento¹⁸. Deve acompanhar às tendências do mercado de forma que sua premissa básica seja: o cenário mudou a estratégia precisa ser revisada. Em consonância com essa premissa, as mudanças de cenário impostas pelas mudanças climáticas exigem a revisão de estratégias adotadas pelas companhias. E dessa revisão surge uma grande oportunidade de as empresas incluírem a governança climática na estrutura corporativa de suas atividades a fim de avaliarem e se precaverem dos riscos e impactos impostos pelos fenômenos climáticos.

Na “Empresa X” o desafio de gestão em Mudança Climática também está estabelecido no seu Plano Estratégico 2020 (PE 2020) no qual assume o seu comprometimento para com a mitigação da mudança climática global (BALANÇO SOCIAL E AMBIENTAL, 2007)., conforme descreve-se no Quadro 26.

¹⁸ Fonte: <www.tj.ro.gov>. Acesso em 28/01/2009.

Quadro 26: Plano Estratégico: Comprometimento da “Empresa X”.

“Atingir patamares de excelência, na indústria de energia, quanto à redução da intensidade de emissões de gases de efeito estufa nos processos e produtos, contribuindo para a sustentabilidade do negócio e para a mitigação da mudança climática global”.

Fonte: Plano Estratégico 2020 da “Empresa X”

Ainda em relação às questões climáticas, o PE 2020 adota como objetivos:

- Minimizar a exposição da “Empresa X” aos riscos associados à mudança climática;
- Minimizar a intensidade de emissão de GEE de processos e produtos;
- Fortalecer e tornar mais visíveis as estratégias, os compromissos, objetivos, metas, ações e resultados no tema.

Assume ainda, o desafio de comprometer a força de trabalho com a responsabilidade social e ambiental atingindo a meta de ser reconhecida pela excelência em SMS. O Quadro 27 expõe os desafios estabelecidos pela “Empresa X” em relação às mudanças climáticas.

Quadro 27: Desafios da “Empresa X”

- Minimizar a exposição da “Empresa X” aos riscos associados à mudança climática:
 - Adaptação das instalações e processos a fenômenos climáticos mais severos
 - Avaliação dos riscos (e oportunidades) para o negócio em face da regulação na área de mudança climática
 - Minimizar a intensidade de emissão de gases de efeito estufa de processos e produtos;
 - Fortalecer e tornar mais visíveis as estratégias, os compromissos, objetivos, metas, ações e resultados com relação ao tema mudanças climáticas.
-

Fonte: Plano Estratégico 2020 da “Empresa X”

3.1.1.2 Plano de Negócios

O Plano de Negócios é o resultado das estratégias formuladas a partir do Planejamento Estratégico. Garante a execução de tudo o que foi levantado e priorizado.

Em 23 de Janeiro de 2009, o Conselho de Administração da “Empresa X” aprovou o Plano de Negócios 2009-2013 que inclui a variável mitigação de mudanças climáticas como uma de suas metas. Seu Plano de Negócios define ainda metas para o total de emissões evitadas de GEE (BALANÇO SOCIAL E AMBIENTAL, 2007).

3.2 A Empresa e a Mudança Climática

A ciência já delimita a queima dos combustíveis fósseis como o principal precursor da emissão dos GEE, de forma que a indústria petroquímica, durante longo tempo, atuou como co-participante em todo o processo das atuais mudanças climáticas. Na “Empresa X” essa realidade, não é diferente e, ciente de sua contribuição para esse processo, trata a mitigação das mudanças climáticas como uma das maiores responsabilidades socioambientais (CUNHA; SANTAROSA, 2006).

O SGA implantado na “Empresa X” corresponde a um conjunto de procedimentos sistematizados em que as questões ambientais inerentes às suas atividades estão integradas à administração do empreendimento e incorporadas na sua estrutura de Governança Corporativa.

Estabelece-se então que os principais produtos da “Empresa X” são, por sua natureza e aplicação, potenciais fontes de poluição do ar, do solo ou de corpos hídricos. Os impactos ambientais mais significativos associados aos produtos da indústria do petróleo e gás em geral e, por extensão, à “Empresa X”, estão descritos no Quadro 28.

Quadro 28: Impactos ambientais significativos dos principais produtos da “Empresa X”

Produtos	Impactos ambientais significativos
Petróleo	Inflamabilidade; Contaminação de solos; Contaminação de corpos hídricos; Poluição atmosférica local e global; Impactos ecotoxicológicos e toxicológicos
Gás natural	Inflamabilidade; Poluição atmosférica local e global; Impactos toxicológicos
Combustíveis líquidos	Inflamabilidade; Contaminação de solos; Contaminação de corpos hídricos; Poluição atmosférica local e global (emissão de CO, NO _x , SO _x , CO ₂ , compostos orgânicos voláteis e material particulado quando utilizados em veículos); Impactos ecotoxicológicos e toxicológicos
Petroquímicos	Inflamabilidade; Contaminação de solos; Contaminação de corpos hídricos; Impactos ecotoxicológicos e toxicológicos

Fonte: AZEVEDO (2007)

Dos impactos ambientais significativos relativos à indústria de petróleo e gás é patente a contribuição de seus produtos para a poluição atmosférica local e global. Ciente dessa realidade a “Empresa X” adota, dentre outras ações, um modelo de gerenciamento de emissões atmosféricas para controle e mitigação de GEE, principais responsáveis pelas mudanças climáticas.

3.2.1 Estrutura Organizacional de Governança Climática da “Empresa X”

Amparada pelo planejamento estratégico da empresa, o tratamento das mudanças climáticas prescreve um diferencial que agrega um novo ambiente competitivo da empresa no mercado. Assim, a governança climática Na “Empresa X” permeia todas as áreas e está diretamente vinculada ao comitê de negócios através do subcomitê de mudanças climáticas. Dessa forma, o posicionamento do subcomitê reflete a importância estratégica que o assunto mudanças climáticas possui para os negócios da companhia (GEA, 2005).

O Subcomitê de Emissões e Mudança Climática responde à alta administração da companhia. Este Subcomitê propõe políticas e estratégias corporativas para as questões do clima e é composto por representantes de todas as suas áreas de negócios, sendo coordenado pela gerência geral de SMS corporativo. Em função dessa demanda foi criada também uma coordenação de Emissões Atmosféricas e Mudanças Climáticas sob a gerência de Meio Ambiente do SMS Corporativo, que apóia as atribuições do Subcomitê de Emissões e

Mudança Climática, bem como a gestão das emissões atmosféricas na “Empresa X”. A Gerência de Negócios de Desenvolvimento Sustentável em Energia participa deste subcomitê, sendo responsável por todos os projetos de MDL e seus créditos de carbono (GEA, 2005).

As ações de mitigação de emissão são agrupadas em três níveis, que estão alinhados à sua estratégia corporativa e políticas de SMS:

- Gestão das emissões atmosféricas;
- Ecoeficiência e investimentos em fontes de energia alternativas e renováveis;
- Pesquisa, desenvolvimento e demonstração de tecnologias limpas.

O organograma (Figura 20) demonstra a estruturação da “Empresa X” em relação à gestão do clima:

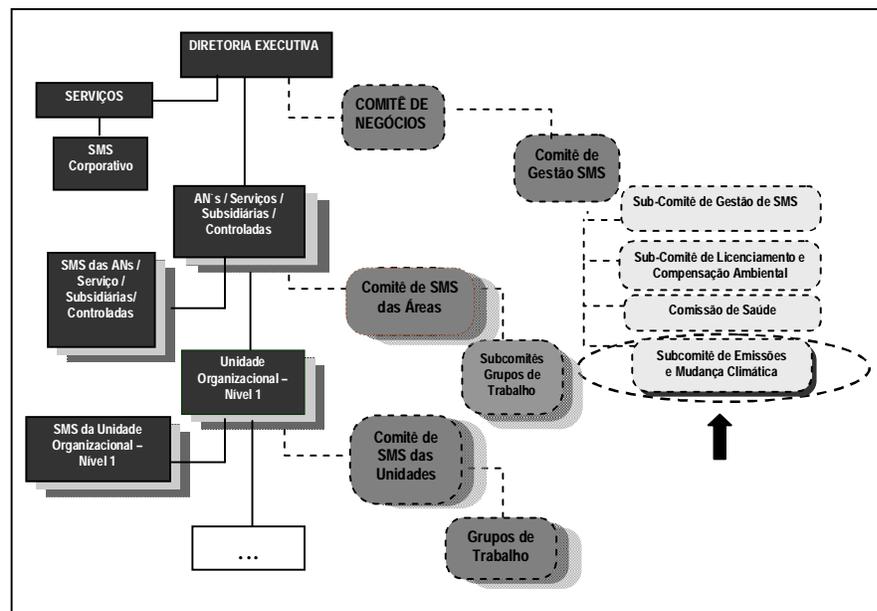


Figura 20: Organograma da Empresa destacando sua estrutura de Governança Climática
Fonte: Adaptado de GEA (2005)

3.2.1.1 Subcomitê de emissões e mudanças climáticas

Em função da incorporação da variável clima em seus negócios a “EMPRESA X” criou o Subcomitê de Emissões e Mudanças Climáticas dentro de sua estrutura de Governança Climática, conforme situado no organograma da Figura 20.

Dentre as atribuições do subcomitê (GEA, 2005) destaca-se:

- Consolidar e analisar os cenários de emissões da empresa com base no modelo do sistema de gestão de emissões atmosféricas;
- Estabelecer critérios gerais para o desenvolvimento de projetos adequados às regras e normas dos diversos regimes e mercado de emissões;
- Identificar no ambiente externo as ameaças e oportunidades relativas ao risco carbono;
- Propor políticas e estratégias para a maximização da ecoeficiência de suas operações e produtos quanto à emissão dos três principais GEE – CO₂, CH₄ e N₂O; os poluentes regulados – NO_x, SO_x, MP e CO.

3.2.2 Princípios da “Empresa X” para Mudanças Climáticas

Incluído em sua estrutura corporativa o item mudanças climáticas da “Empresa X” é dirigido através dos seguintes princípios (GEA, 2005):

- Integrar as questões relacionadas à mudança climática no planejamento estratégico e na tomada de decisões, considerando os riscos e oportunidades associados;
- Maximizar a eficiência energética de processos e do uso dos produtos;
- Adotar melhorias operacionais e otimização de processos visando à redução da intensidade de emissão de GEE;
- Buscar novas oportunidades de negócios na área das energias renováveis;
- Buscar a certificação de projetos com reduções nas emissões de GEE;
- Investir em pesquisa, desenvolvimento e demonstração de tecnologias para a mitigação da mudança climática, incluindo tecnologias de sequestro de carbono;
- Melhorar a compreensão dos temas globais de mudança climática, permitindo a antecipação de medidas de adaptação aos potenciais impactos;
- Estimular os consumidores e fornecedores a contribuir para a mitigação da mudança climática;
- Divulgar os progressos na redução da intensidade de emissão de GEE dos processos e produtos e comunicar a evolução estratégica, as iniciativas e ações voltadas ao incremento da contribuição da empresa para a mitigação da mudança climática global.

3.2.3 Gerenciamento de emissões atmosféricas

Em seu relatório de desempenho sobre Gestão de Emissões Atmosféricas de 2005, a “Empresa X”:

- i) Reconhece que a mudança climática é fortemente influenciada pela emissão de GEE;
- ii) Reconhece a necessidade de suprir a crescente demanda de energia sem promover alterações na estabilidade do clima;
- iii) Estabelece estratégias, objetivos e metas de redução de GEE no seu Planejamento Estratégico;
- iv) Desenvolve trabalho conjunto com a comunidade científica e empresarial no País e no Exterior para mitigação das mudanças climáticas.

3.2.4 Meta

O estabelecimento de meta corporativa para a redução da emissão de GEEs é debatida no subcomitê de emissões e mudança climática, que reúne representantes de todas as áreas da companhia. Definida a meta de redução de GEE a “Empresa X” lança mão de um plano de ação que inclui, entre outras atividades, o estabelecimento de metas corporativas voluntárias para a mitigação de emissão de GEE. A mensuração das metas é verificada através da consolidação de indicadores (GEA, 2005).

3.2.4.1 Construção de Indicadores

Em relação aos GEE, o Quadro 29 descreve os indicadores utilizados pela “Empresa X” para gerenciamento de suas emissões.

Quadro 29: Indicadores de GEE utilizados na “Empresa X”

Indicador	Identidade	Particularidade
EGEE	Emissão de Gases de Efeito Estufa	<p>Massa total de emissões de CO₂ equivalente para a atmosfera lançada pelas instalações operadas pela “Empresa X”, no período.</p> <p>Sua base de cálculo é o somatório das emissões de gases efeito estufa (CO₂, CH₄ e N₂O) multiplicado pelo seu respectivo PAG¹⁹</p> $EGEE = \sum CO_2 + 21 (\sum CH_4) + 310 (\sum N_2O)$
EEGEE	Emissões Evitadas de Gases de Efeito Estufa	<p>O indicador de desempenho foi definido em 2006 na “Empresa X”. Trata-se de um dos indicadores estratégicos da “Empresa X”. Refere-se ao desempenho de projetos incluídos nos escopos de eficiência energética, melhorias operacionais, otimização de processos e substituição de combustíveis/ fontes alternativas.</p> <p>A meta esperada é de evitar 21,30 milhões de toneladas de CO₂ equivalente, no período de 2007 a 2012.</p>

Fonte: BALANÇO SOCIAL E AMBIENTAL (2007).

A partir das informações consolidadas pelo sistema são gerados os indicadores de Emissão dos GEE. A representação da Figura 21 exemplifica a Governança Corporativa de SMS na “Empresa X” a partir dos indicadores.

Os indicadores gerados no sistema de controle de emissões atmosféricas são apresentados no Comitê e Sub-Comitê de SMS, aonde são conferidos com as metas estratégicas da empresa. Nessa ocasião, caso necessário, são traçados os planos de ação. Periodicamente a eficácia dos planos é analisada e a depender de seu desempenho são submetidos a uma nova elaboração visando a melhoria contínua do sistema.

¹⁹ PAG: Potencial de Aquecimento Global definido no item 2.3.4.1 (Concentração equivalente de dióxido de carbono).

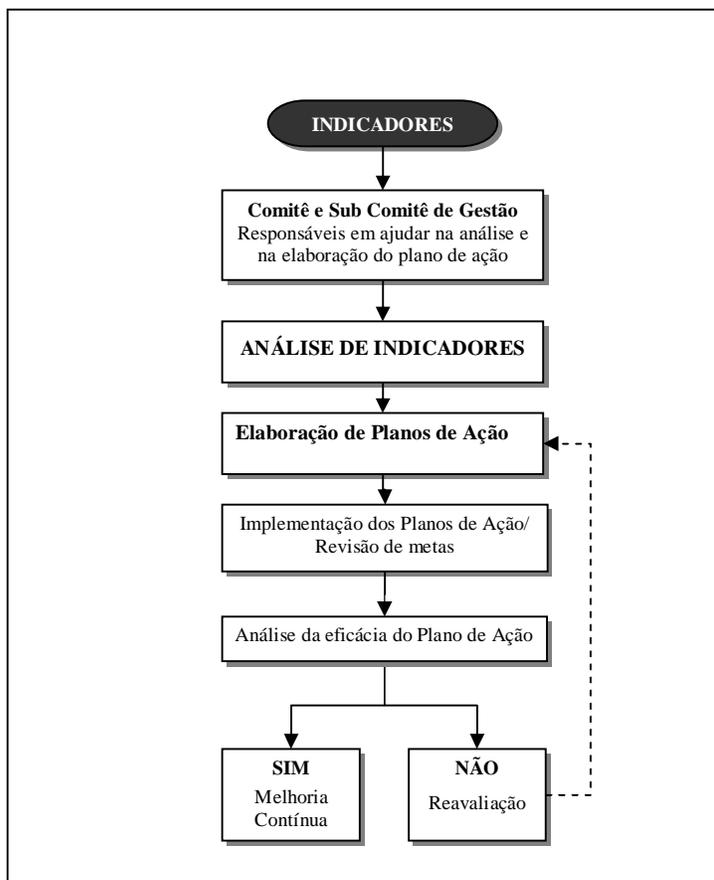


Figura 21: Estrutura da Governança Corporativa de SMS na “Empresa X”
Fonte: BALANÇO SOCIAL E AMBIENTAL (2007).

A cada ano os números gerados são consolidados e publicados no Balanço Social e Ambiental da empresa cujos dados também serão apresentados no capítulo 4: Resultados e discussão.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme definido na metodologia, este estudo envolve uma pesquisa qualitativa, com abordagem exploratória, baseada em estudos de documentos públicos divulgados pela “Empresa X” e outros dados oficiais divulgados por instituições, como o CDP e o MCT.

Sendo assim, neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos pela “Empresa X”, em relação à sua governança climáticas.

4.1 Os resultados da governança climática na “Empresa X”

A apresentação dos indicadores socioambientais na “Empresa X” especifica a pesquisa, demonstrando os resultados da governança climática em uma companhia do ramo petroquímico, cujos riscos e oportunidades relativos às mudanças climáticas, já estão incorporados aos valores da empresa. O estudo desses indicadores visa verificar o desempenho e oportunidades de melhorias das ações adotadas pela empresa.

4.1.1 Ações adotadas pela “Empresa X” através de seu Subcomitê de Emissões e Mudanças Climáticas

De forma a viabilizar os projetos de captura de carbono, desenvolvidos no centro de pesquisas da “Empresa X” foram estabelecidas quatro estratégias (CUNHA; SANTAROSA, 2006):

- i) Criação de um grupo de tecnologias de seqüestro de carbono para mitigação das mudanças climáticas e estabelecimento de um projeto sistêmico de seqüestro de carbono no programa tecnológico de meio ambiente, cujos objetivos são:
 - Implantação de uma unidade piloto de tecnologia de captura de CO₂;
 - Implantação de unidade piloto de armazenamento de CO₂ em reservatório geológico;
 - Implementação de projeto piloto de reflorestamento com a finalidade de avaliação do potencial de seqüestro de carbono;
 - Estabelecimento de um modelo regional do impacto de mudanças climáticas nos negócios da companhia.

Em relação ao seqüestro de carbono, o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) o descreve como o processo que consiste na separação do CO₂ de fontes industriais, sua compressão e transporte para o local de armazenamento com a finalidade de ficar isolado da atmosfera por um longo período de tempo (IPCC, 2005). A captura pode ser feita de duas formas, direta e indireta.

Direta: captura do CO₂ dos gases emitidos de fontes industriais estacionárias, antes de sua emissão à atmosfera;

Indireta: nesse caso o CO₂ é capturado quando já está na atmosfera, através da estimulação de processos naturais como a fotossíntese;

A etapa seguinte envolve a compressão do CO₂ capturado para o transporte até o local de armazenamento num processo muito semelhante ao transporte do gás natural.

A terceira etapa seria o armazenamento geológico, que pode ser realizado de quatro modos:

- Armazenamento em aquífero salino profundo;

- Armazenamento de CO₂ em reservatórios de hidrocarbonetos depletados onde não haja mais produção de petróleo e gás;
- Armazenamento de CO₂ em reservatórios de hidrocarbonetos com características para recuperação avançada de petróleo ou gás com o uso de CO₂ que quando injetado estimula a produção;
- Armazenamento de CO₂ em minas de carvão não - mineráveis.

Embora, até o presente momento, a “Empresa X” continue empreendendo esforços para o estudo e aplicação de seqüestro de carbono, a tecnologia ainda não está disponível para uso, exceto em escala piloto de testes.

ii) Implantação de uma rede tecnológica de tecnologias de mitigação de mudanças climáticas, através do estabelecimento de parceria da “Empresa X” com diversas universidades brasileiras, buscando alcançar os seguintes objetivos:

- Entender o fenômeno das mudanças climáticas e desenvolver rotas tecnológicas de seqüestro de carbono dentro do contexto de mitigação das mudanças climáticas;
- Identificar os impactos ambientais mais prováveis e relevantes das mudanças climáticas sobre a sociedade e o território brasileiro, especialmente os que afetem os negócios da empresa;
- Desenvolver tecnologias para fixação de carbono na biomassa para poder diminuir a quantidade de CO₂ já presente na atmosfera e compensar a emissão de combustíveis fósseis de origem veicular comprovando para a sociedade que durante determinado período temporário esta tecnologia pode reduzir os efeitos antrópicos das mudanças climáticas até que outras soluções definitivas venham a ser implantadas;
- Desenvolver, para o país, cenários regionais das mudanças climáticas como insumo para estratégias de adaptação frente às mudanças climáticas.

iii) Realização de seminários internacionais de seqüestro de carbono e mudanças climáticas na empresa com os objetivos de:

- Fomentar a internalização e compreensão do conceito das mudanças climáticas e de seqüestro de carbono e sua disseminação na “Empresa X”;
- Capacitação tecnológica para a “Empresa X” e comunidade científica brasileira nas tecnologias de captura e armazenamento de CO₂;

- Fortalecimento desta alternativa de mitigação de mudanças climáticas junto à opinião pública;
- Aceleração do processo de capacitação tecnológico brasileiro no tema com informações da comunidade científica internacional.

Atualmente, a empresa atua em mais de 150 projetos de pesquisa e desenvolvimento, distribuídos entre as áreas de energia renovável, hidrogênio, gás natural, eficiência energética e captura de carbono.

4.1.1.1 Sistema de Gestão de Emissões Atmosféricas

Para monitorar suas emissões a “Empresa X” utiliza o Sistema de Gestão de Emissões Atmosféricas, desenvolvido especificamente para a empresa, é uma das ferramentas utilizadas para monitoramento e controle das mesmas. O Sistema permite o monitoramento integrado de todas as atividades da Companhia, incluindo o gerenciamento de mais de vinte mil fontes emissoras, dentre as quais, aproximadamente nove mil são fontes de emissões de GEE.

O sistema é um modelo matemático composto de quatro módulos principais: administrativo, cálculo de emissões, geração de relatórios e apoio ao usuário. Com essa interface o sistema reúne informações a respeito das emissões de CO₂, CH₄, N₂O, CO, NO_x, SO_x, compostos orgânicos voláteis (COVs) e material particulado em todas as unidades da “Empresa X”. A partir desses dados é possível inventariar e detalhar todas as emissões atmosféricas da empresa incorporando informações qualitativas tais como fontes, volumes consumidos, além de gerar o quantitativo das emissões (GEA, 2005).

- **Metodologia de cálculo**

A Figura 22 descreve o esquema de geração e consolidação de dados do Sistema.

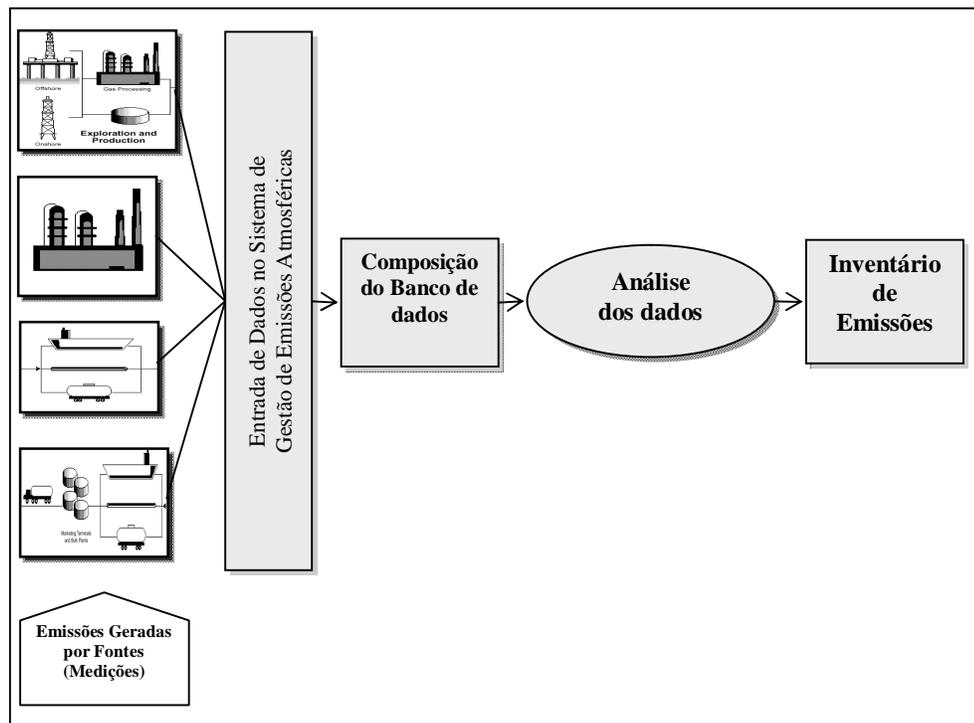


Figura 22: Estrutura de geração de dados no Sistema de Gestão de Emissões Atmosféricas da “Empresa X”.

Fonte: Adaptado de GEA (2005).

A partir da implementação do sistema, a “Empresa X” monitora de forma sistemática suas emissões, subsidiando todos os níveis da corporação e o Subcomitê de Emissões e Mudanças Climáticas na elaboração de estratégias. Na prática, o modelo matemático é alimentado mensalmente de forma automática e manual, por usuários cadastrados no sistema. Sendo os resultados verificados e revisados por facilitadores treinados. Os dados são alimentados a partir do consumo de produtos. No caso de uma usina termelétrica movida a gás natural, por exemplo, o sistema é alimentado a partir das características físico químicas do gás utilizado bem como através do volume consumido. Incluída essas variáveis no sistema, o modelo matemático, automaticamente, computa o quantitativo das emissões emanadas pela atividade. Nesse processo todas as fontes de emissões da unidade são rastreadas, inclusive emissões fugitivas (GEA, 2005).

Para avaliar a confiabilidade do sistema, a “Empresa X” contrata uma consultoria independente para realizar a verificação das metodologias e dos procedimentos usados para

compilar e reportar as informações obtidas a fim de respaldar a consolidação do seu inventário de emissões (GEA, 2005).

A verificação segue as especificações do *draft* da norma ISO 14064 – parte 3, e se baseia em visitas técnicas às unidades da empresa e em pesquisa secundária do sistema de gerenciamento de emissões. A secundária segue um plano de amostragem envolvendo o cruzamento das fontes de GEE, cálculos realizados e dados coletados nas visitas. O trabalho da consultoria tem por objetivo avaliar os protocolos, as técnicas de estimativas e medições, o sistema de gerenciamento de dados utilizado pela companhia para coletar informações e a consistência e confiabilidade destas informações (GEA, 2005).

O último estudo da consultoria contratada concluiu que a “Empresa X” tem um sistema devidamente implementado e detalhado para coleta e consolidação de informações para seus procedimentos e iniciativas relacionadas, não encontrando nenhum desvio de materialidade nos seus inventários corporativos de emissões de GEE.

4.1.2 Emissões diretas e indiretas

Para entendimento dos resultados a seguir considere que a “Empresa X” divide suas emissões de GEE como diretas e indiretas para as quais se tem as seguintes definições:

- Emissões diretas de GEE: Emissões originadas em fontes controladas pela empresa.
- Emissões indiretas de GEE: Emissões decorrentes da produção de eletricidade, calor ou vapor adquirido de terceiros.

Os dados apresentados a seguir, foram extraídos do balanço sócio ambiental divulgado pela “Empresa X” em 2007 e expressam os indicadores alcançados pela Cia. em seu processo de governança climática.

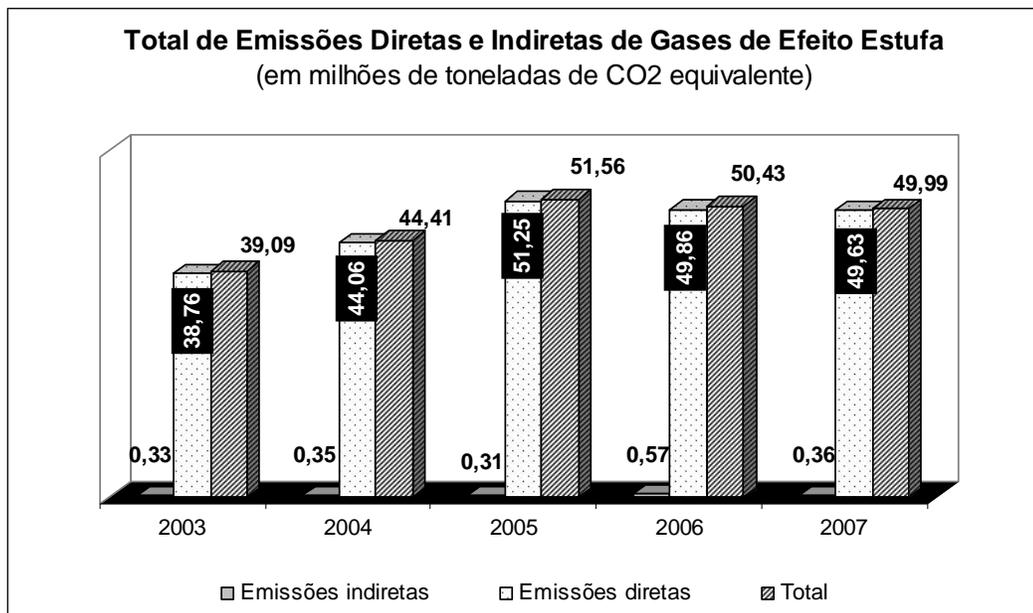


Gráfico 11: Total de emissões diretas e indiretas de gases de efeito estufa gerados na “Empresa X”
Fonte: BALANÇO SOCIAL E AMBIENTAL (2007).

O esquema gráfico 11 ilustra o balanço de emissões direta e indiretas de GEE gerados pela “Empresa X” ao longo de cinco anos. Essa contabilidade não inclui as emissões de HFCs, PFCs e SF₆, consideradas não significativas na indústria petroquímica. Ao compararmos o período de 2003 a 2005, pode-se perceber que as emissões totais ascenderam. A partir de 2005, esse cenário foi revertido e as emissões totais diminuíram numa escala de 3% correspondente aos anos de 2005 a 2007. A essas constatações cabe salientar que a empresa encontra-se em plena expansão, o que poderia justificar uma provável situação de aumento das emissões de GEE. Ao contrário, no entanto, nos últimos anos as emissões têm se mantido praticamente estáveis com tendência de redução o que significa que esse quadro pode ser reflexo de todo investimento que a empresa tem feito em relação à sua governança climática.

4.1.3 Emissões evitadas de GEE

Paralelamente o gráfico 12 apresenta as emissões evitadas de GEE na “Empresa X” nos período de um ano correspondente ao período de 2006 a 2007. Em 2006 foram evitadas 2,03 milhões de toneladas de CO₂ equivalente. Com um expressivo percentual de

desempenho, 2007 fechou com aumento de 24,6% na quantidade de emissões de GEE evitadas. Ao que tudo indica, o alcance dessa performance pode ser reflexo dos programas de otimização do uso de energia, mudanças de processos e outras inúmeras ações já adotadas pela “Empresa X” para cumprir o propósito de reduzir suas emissões de GEE. No entanto, é adequado ressaltar que quando comparamos esse percentual de emissões evitadas com a meta vislumbrada pela Cia., 21,3 milhões de toneladas de CO₂ equivalente, no período de 2007 a 2012, se pode deduzir que, a continuar com esse desempenho, o intento estipulado pela empresa pode ser comprometido uma vez que, para evitar as emissões propostas, seria necessário um desempenho de cerca de 750% de EEGEE em apenas cinco anos. Como oportunidade de melhoria é salutar que a “Empresa X” proceda a uma revisão de suas emissões baseando-as em metas tangíveis.

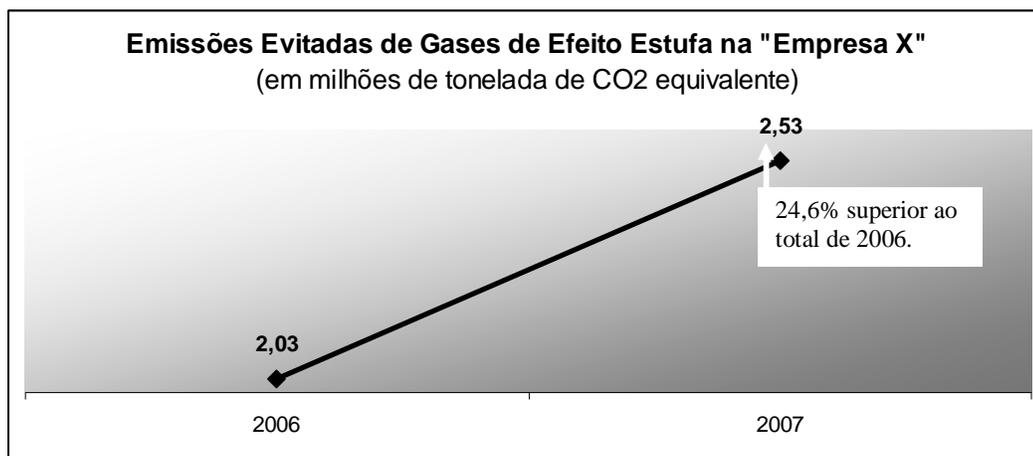


Gráfico 12: Emissões evitadas de GEE na “Empresa X”
 Meta: 21,30 milhões de toneladas de CO₂ equivalente, no período de 2007 a 2012.
 Fonte: BALANÇO SOCIAL E AMBIENTAL (2007).

4.1.4 Mecanismos de Desenvolvimento Limpo na “Empresa X”

A “Empresa X” obteve seu primeiro registro de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) através do projeto de uma usina eólica para geração de energia. O projeto consiste na substituição de dois geradores elétricos e de uma bomba mecânica, movidos a óleo diesel, por três geradores eólicos com capacidade total de 1,8MW. A substituição da energia fóssil por renovável evita a emissão de cerca de 1.300 toneladas de CO₂ na atmosfera por ano, o que faz com que o projeto se enquadre no MDL

4.1.5 Participação da “Empresa X” no CDP

Desde a primeira edição do CDP Brasil (CDP3) a “Empresa X” tem sido convidada a participar a pesquisa e desde então tem atendido às solicitações. A edição de 2007 destacou a mesma como a primeira empresa brasileira, na história do projeto, admitida no Índice de Liderança em *Disclosure* Climático do CDP que, dentre outros critérios, julga a qualidade das respostas apresentadas no questionário.

4.1.6 Indicadores de desempenho socioambiental

A importância estratégica de seus compromissos socioambientais reflete diretamente no mercado, pois, a “Empresa X” caracteriza-se como uma empresa atuante e reconhecida no mercado internacional e, por esse motivo, é constantemente analisada e avaliada por potenciais acionistas e investidores de todo o mundo. Assim, de forma a atender às expectativas e demandas desses públicos a Companhia torna público seu processo de gestão relacionado à mudança climática, incorporando o tema como diferencial de competitividade no mercado.

Em relação aos indicadores econômicos de sustentabilidade socioambiental abordaremos o Dow Jones Mundial de Sustentabilidade (DJSI) e o Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE), dois importantes índices do mercado internacional e nacional, respectivamente.

De acordo com a Bolsa de valores de Nova York, 20 empresas mundiais de petróleo e gás integram o índice DJSI. Uma dessas é a “Empresa X”, que permanece no índice nos últimos cinco anos. No ano de 2008, a empresa aumentou sua pontuação de 70, em 2007, para 73 em 2008, conforme demonstrado no gráfico 13.

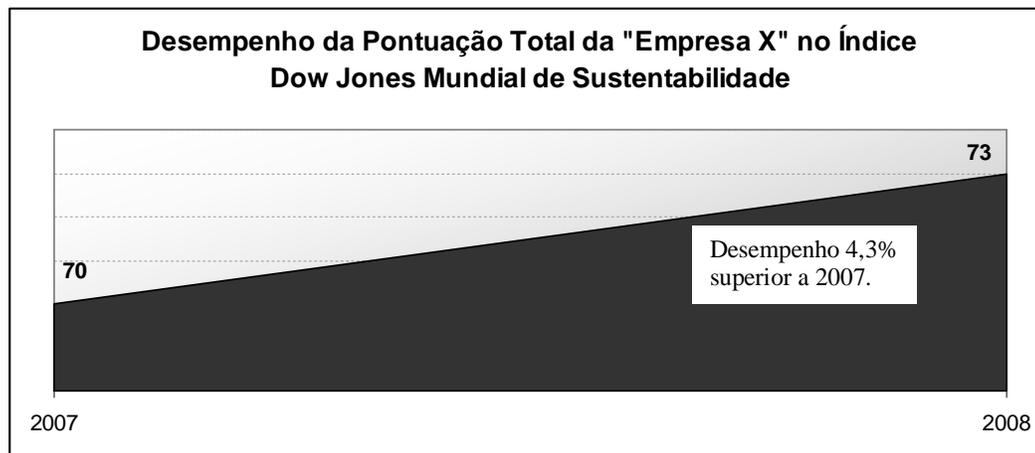


Gráfico 13: Indicador de desempenho da “Empresa X”.
Fonte: Página institucional da empresa.

O crescimento de 4,3% na pontuação do índice no último ano é condizente com postura pró-ativa adotada pela “Empresa X”. Integrar esse índice sem dúvida é um sinal de reconhecimento das ações sócio-ambientais adotadas pela Cia. destacando as ações de governança climática, uma vez que o questionário de avaliação das empresas inclui questões específicas de mudança climática. O DJSI destaca a “Empresa X” como uma das 20 companhias mundiais do segmento de petróleo e gás e uma das oito empresas brasileiras mais sustentáveis.

Paralelamente a esse cenário, em 2008, a “Empresa X” deixou de integrar o ISE, importante índice nacional de sustentabilidade empresarial. Até o momento muitas hipóteses têm sido levantadas, mas dado ao sigilo das informações prestadas à BOVESPA, ainda não há oficialização das causas do fato. Nesse tocante a “Empresa X”, declara oficialmente, através dos meios de comunicação, que por considerar a relevância desse indicador, empreende esforços no sentido de recuperar sua posição mantendo-se como uma empresa reconhecidamente sócioambientalmente sustentável.

Em contrapartida, outras consultoras internacionais atribuem à “Empresa X” significativos títulos. Assim, através de análise da *Management & Excellence* (M&Ee), a “Empresa X” foi reconhecida como a petroleira mais sustentável do mundo, ocupando o primeiro lugar no ranking do questionário, que considera 387 indicadores internacionais.

O relatório da *Goldman Sachs*, que revela o quanto as empresas emitem de GEE por unidade produzida, classifica a “Empresa X” entre as seis empresas de energia para investimento sustentável. A “Empresa X” nomeou o Centre Info S.A para fornecer uma análise pró-sustentabilidade, através da qual a ela é comparada com a pontuação obtida por

empresas selecionadas do mesmo setor (Petróleo e Gás). Nessa ocasião a “Empresa X” alcançou a classificação mais alta em seu índice de sustentabilidade, de acordo com a metodologia da consultora.

O ranking da *Petroleum Intelligence Weekly*, uma publicação no setor de energia, coloca a empresa como a 15ª maior empresa do mundo, em um total de 125 companhias com ações negociadas em bolsas de valores avaliadas na pesquisa.

Como forma de transparência de negócios os dados dos indicadores gerados no sistema são enviados para a Bolsa de Valores de Nova York da qual a Cia. faz parte do *Hall* de empresas que atendem aos requisitos estabelecidos no índice *Dow Jones* para o desenvolvimento sustentável. Cabe ressaltar a responsabilidade quanto à correta inserção de dados no sistema. Nesse caso a incerteza dos números divulgados poderá causar até prejuízos financeiros para a empresa, como a desvalorização de suas ações. Além do mais os resultados gerados interferem na própria imagem da Cia.

O código de ética da Cia estabelece o compromisso de manter padrões de excelência em Meio Ambiente, a fim de assegurar produtos e serviços adequados às expectativas de seus clientes e à legislação ambiental. Também é compromisso fornecer a seus consumidores, clientes, comunidade e sociedade informações sobre eventuais danos ambientais resultantes do mau uso e sobre a destinação final de seus produtos.

5 CONCLUSÃO

A humanidade perpetuou sua espécie a partir da adaptação ao meio e, muitas vezes, às condições inóspitas do ambiente. A era em que vivemos talvez denote essas condições: vivemos em um mundo mais quente e as conseqüências já são visíveis e sentidas. A dinâmica dessa realidade coloca, portanto, o mundo em estado de alerta, uma vez que os hábitos da sociedade moderna vêm alterando a composição atmosférica do planeta causando os problemas discutidos neste trabalho. Embora, na maioria dos países, mecanismos governamentais disciplinem os parâmetros de emissões atmosféricas, na prática, essas medidas ainda mostram-se insuficientes e as conseqüências visíveis. Em especial no caso das indústrias, anos de poluição, embora tenham gerado vultosos lucros, trouxeram consigo seqüelas passíveis de afetar a própria produção e não somente a sociedade. Estamos diante de um momento, em que a crise ambiental atinge a todos os setores indiscriminadamente, suscitando um custo social e privado proporcionalmente oneroso.

Assim, antes de abrir-se às respostas às questões formuladas pela pesquisa, cabe uma importante indagação: se o Planeta não mais “sustenta” as atuais condições que lhe foram impostas: estamos realmente nos desenvolvendo?

i) A disseminação do conhecimento acerca das mudanças climáticas contribui para a mitigação dos seus impactos decorrentes?

A disseminação do conhecimento relativa às questões climáticas teve importante participação na mobilização mundial no combate ao aquecimento global. O fato do IPCC, e de grande parte da comunidade científica, associar as ações antrópicas ao fenômeno das mudanças climáticas, incrementou o debate propulsionando a tomada de ações, tais como o estabelecimento de metas de redução de GEE através do Protocolo de Quioto.

Em relação à sociedade em geral, as informações que chegam ao público tem favorecido a participação da mesma, fazendo com que governos e indústrias revejam cada vez mais suas próprias responsabilidades.

ii) A questão climática afeta a economia? De que forma?

A incorporação da variável econômica nas questões climáticas pode ser apontada como o grande marco para o meio ambiente. Dentre outros estudos, pode-se citar o Relatório de Stern como o divisor de águas. Até sua divulgação, ainda repercutia dúvidas em relação à criticidade das mudanças climáticas no âmbito econômico e hoje Stern demonstrou que até as mais sombrias previsões de cientistas ambientais foram subjugadas frente ao comprometimento econômico das mudanças climáticas.

iii) As indústrias estão adotando uma nova postura em relação a sua responsabilidade sócio-ambiental?

Até bem pouco tempo atrás a maioria das empresas se preocupavam com questões regulatórias, fiscalizações, clientes e funcionários. Hoje o universo das partes interessadas foi ampliado incluindo nesta lista a imprensa, organizações não governamentais, agentes financeiros etc. Esse novo cenário coloca então as indústrias no centro das questões climáticas o que exige das mesmas nova postura e compromisso socioambiental.

Outro ponto de destaque para essa questão é a participação brasileira nos projetos de MDL. Cabe, entretanto a ressalva de que esse quadro poderia ser mais expressivo se entraves burocráticos e custos relacionados à submissão e aprovação dos projetos fossem dirimidos. Além do mais as atividades de projetos de MDL ainda encontram-se acessíveis preferencialmente às empresas de grande porte num país em que a grande maioria das instalações é de pequeno e grande porte.

iv) O arcabouço jurídico brasileiro está bem estruturado para enfrentar as mudanças climáticas?

Pelo exposto neste trabalho, o Poder Legislativo tem se mobilizado a fim de propor projetos de lei relativos às questões climáticas, no entanto, deve-se atentar para a eficácia das propostas sugeridas. A maioria demonstra ser pouco eficientes e poucas refletem a realidade nacional: somos o país em que 70% das emissões de GEE advém de queimadas e até o momento ainda não se vislumbra uma política realmente eficaz para reverter essa situação.

Apesar da mobilização na proposição de Projetos de Lei, até o momento, não há no Brasil, nenhuma lei que aborde especificamente as emissões de CO₂. Dessa forma, a falta de leis específicas que o regulamentem dificulta o controle de suas emissões. As resoluções CONAMA que tratam de poluentes atmosféricos excluem essa importante fonte de aquecimento global. Outros gases com elevado potencial de aquecimento global já possuem regulamentação com padrões de lançamento máximos.

Mais do que nunca o momento urge a necessidade de revisão jurídica que seja capaz de retrair os rumos de uma nova sociedade verdadeiramente comprometida com a redução/mitigação do aquecimento global. Enquanto, o Brasil ainda não está submetido às regras de redução de emissões de GEE pelo Protocolo de Quioto, esse é a ocasião propícia a que o Brasil venha de fato discutir suas ações e adequar-se à nova realidade evitando que, num futuro próximo, metas estabelecidas por tratados internacionais alcancem o país desprevenidamente.

v) A Governança Climática está encontrando espaço dentro da estrutura da governança corporativa das empresas?

Na “Empresa X” governança climática já está em processo de consolidação fazendo parte de sua estrutura corporativa. Infelizmente, também dada à novidade do assunto, para a maioria das atividades industriais brasileiras essa postura ainda é muito incipiente e ainda não faz parte da cultura empresarial.

Os resultados aqui apresentados revelam que as mudanças climáticas estão causando interferências na gestão dos negócios da “Empresa X”. O campo de estudo demonstrou ainda, que ao contrário do que muitos ainda imaginam a responsabilidade ambiental não é meramente instrumento de custo, mas sim a oportunidade de uma empresa consolidar-se no mercado favorecendo sua sustentabilidade e boa desenvoltura financeira. Além dessas conquistas, ao longo dos anos a “Empresa X” construiu uma imagem positiva de si mesma consolidando-se com o título reconhecidamente sócio-ambientalmente responsável. O exemplo mostra que os esforços estão sendo recompensados e o estabelecimento de uma governança climática dentro de sua estrutura de governança corporativa identifica a “Empresa X” como uma empresa pró-ativa que tem enxergado os riscos e oportunidades advindas das mudanças climáticas.

Algumas oportunidades de melhorias, no entanto, ainda se fazem necessárias. Embora venha trabalhando a imagem de uma empresa também de energia não é preciso muito esforço para observar que na prática continua sendo uma empresa de petróleo predominantemente. Embora se saiba ser incabível um processo de transição rápido, ao acompanharmos as entusiásticas notícias de descobrimento de novos poços de petróleo é possível inferir que, pelo menos a curto e médio prazo, a priorização da geração de energia sustentável ainda será preterida e continuaremos extremamente dependentes dos combustíveis fósseis. Outro argumento que sustenta esse ponto de vista é o direcionamento de parte de suas intenções para o desenvolvimento dos biocombustíveis. Junto a essa opção, é preciso conceber que a própria geração de biocombustível gera carbono e esse balanço pode não ser tão favorável se não houver políticas públicas sérias que combatam a expansão da fronteira agrícola para áreas de florestas. Nesse caso, cautela e responsabilidade pode ser o fator decisivo para o sucesso do programa brasileiro de biocombustível sem o risco do comprometimento ambiental a que se expõe.

vi) O mercado acionário está impulsionando uma nova postura a ser adotada pelas empresas em relação às questões climáticas?

Sim, iniciativas como a do CDP, apresentadas neste trabalho, tem um excelente efeito de sinalizar para as empresas a forma como os acionistas esperam que elas se conduzam perante aos problemas decorrentes das mudanças climáticas. Evidentemente, ao receberem o questionário, muitas empresas passam a compreender a importância de fornecer respostas ao tempo em que as próprias perguntas funcionam como um *check list* das ações necessárias para atenderem aos anseios dos acionistas. De fato, além de assumirem o compromisso de responderem ao questionário, as empresas têm uma grande oportunidade de se adequarem incorporando o risco climático em suas estruturas corporativas. No entanto, é salutar considerar o risco de que o método de abordagem faça algumas empresas responderem o questionário somente por obrigação e, por conseguinte as mesmas podem fornecer dados que nem sempre condizem com a realidade que vivenciam mascarando os resultados da pesquisa. Em outros casos, como o da “Empresa X”, as respostas expressam sua própria prática e a adesão ao projeto só tem a estimular ainda mais sua política climática. Também é motivo de orgulho a expressiva adesão brasileira ao projeto (segundo lugar no ranking mundial). Sem

dúvida esse fato representa a maturidade e postura ambiental de uma parcela de nosso parque industrial.

Fica como sugestão que o CDP parta para uma abordagem quantitativa dos dados solicitados, abrindo espaço, por exemplo, para medições de GEE geradas nas unidades, montante de investimentos etc. Essa representação favorecerá um retrato mais real das condições em que se encontram as empresas solicitadas estimulando a geração de dados cada vez mais precisos e condizentes com a realidade.

vii) Quais as contribuições da Governança Climática implantadas nas indústrias para a sociedade?

A governança climática adotada pela “Empresa X” contribui na disseminação de conhecimentos para a sociedade através de programas, pesquisas, desenvolvimento de tecnologias mais limpas e alternativas que contribuem para a mitigação das emissões de GEE. Os debates patrocinados pela empresa também difundem conhecimento fomentando novas posturas da sociedade. Outra contribuição fundamental é o estabelecimento de metas de emissões evitadas de gases de efeito estufa e a demonstração de que a boa prática adotada não compromete seu próprio desenvolvimento econômico. Ao contrário, a experiência adotada implica no reconhecimento da “Empresa X” como uma empresa sustentável com boas perspectivas e reputação no mercado financeiro.

viii) A mobilização das indústrias é suficiente para mitigar as causas das mudanças climáticas?

Definitivamente não. A cada divulgação de um novo relatório do IPCC, a repercussão das conclusões instiga ainda mais sociedade, meio jornalístico, empresários etc. No entanto, ainda é pouco. Facilmente podem-se perceber, entre autoridades nacionais e internacionais, mais discurso do que prática. Até o momento, as medidas mitigadoras das mudanças climáticas mostram-se insuficientes recaindo a atribuição de responsabilidades, em sua maioria, ao setor industrial indústrias, o que obviamente não reflete a realidade. Revelando-se insuficiente a mobilização das mesmas para a mitigação das mudanças climáticas.

No caso brasileiro, por exemplo, a grande parcela das emissões de GEE corresponde às queimadas e, no entanto, ainda não há uma política pública capaz de conter o alarmante grau de desmatamento de nossas reservas vegetais. A indústria, em especial no Brasil, representa uma parcela no total de contribuintes para emissões de GEE na atmosfera. Dessa forma, o que o mundo necessita é de ações conjuntas que envolvam todos os interessados e cada qual assuma sua própria responsabilidade.

Esclarecidas as questões, sobre o tema podemos nos conscientizar de que muito temos a avançar em busca de práticas eficazes para a mitigação dos danos decorrentes das mudanças climáticas. Às empresas, a mensagem que fica é acabou o tempo de mascarar a responsabilidade ambiental por detrás de certificados e simples compensações ambientais. A sustentabilidade de suas atividades se diferenciará de acordo com os resultados que estarão, cada vez mais, expostos a um extenso leque de interessados convergindo para sua própria sobrevivência no mercado.

Outro fato importante é que diante das polêmicas científicas ainda em debate cabe um fato: ainda não há certezas suficientes para traçar um prognóstico exato de como o Planeta reagirá diante das conseqüências das mudanças climáticas.

Obstante às ações já adotadas para a mitigação das mudanças climáticas, cabe refletirmos que muitas delas vendem soluções, quando na realidade, hoje, necessitamos também de adaptação. Necessitamos, urgentemente, nos prepararmos para vivenciarmos os reflexos da natureza perante as modificações impostas ao meio. Assim, o alerta que fica é que os governos de estados e prefeituras devem se preparar para lidar com as iminentes conseqüências das mudanças climáticas em suas localidades.

Por fim, mediante aos novos tempos, toda cautela é imperativa e o mundo deve caminhar rumo à necessidade de agir, mesmo diante das incertezas a fim de minimizar as conseqüências, imprevisíveis e insustentáveis, decorrentes das mudanças climáticas. A mensagem final é que o tempo não nos permite apenas discussões, é necessário ação. E que esse seja o compromisso de todos: políticos, empresários e seres humanos. A esperança ansiada é que não esperemos ações grandiosas, mas assumamos cada um de nós nossa própria responsabilidade. Assim poderemos ter dignidade de mostrarmos às futuras civilizações que de fato o século XXI foi marcado pelo grande desafio das mudanças climáticas, mas também neste mesmo século, existiu uma humanidade que não se curvou diante das dificuldades, que superou os desafios e criou a oportunidade para que elas também tivessem o direito de usufruírem com qualidade de vida desse imenso Planeta chamado Terra.

Propostas para trabalhos futuros:

A contribuição desta dissertação não se encerra por aqui e para tanto são apresentadas propostas para trabalho futuros, tais como:

- Indicar novas formas, métodos, equipamentos e sistemas que facilitem a implementação da variável climática na estrutura corporativa das empresas.
- Viabilizar a disseminação dos resultados obtidos pelas empresas a partir de suas experiências com a governança climática, estimulando a adesão de outras atividades rumo aos desafios decorrentes das mudanças climáticas.
- Sob a ótica da sustentabilidade empresarial, estudar o desempenho das companhias no índice Dow Jones de sustentabilidade ambiental.

REFERÊNCIAS

ACIESP. Glossário de Ecologia. São Paulo: Academia de Ciências do Estado de São Paulo. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. Secretaria da Ciência e Tecnologia. Publicação nº 57, 1987.

MENEGUETTI, A. A. et al. A Importância da Leitura e Interpretação dos Indicadores Reativos de SMS como Ferramenta para Redução dos Acidentes do Trabalho. Artigo científico. CNEG, 2008.

ARAÚJO, A.C.P. Como Comercializar Créditos de Carbono. 5ª ed. São Paulo: Trevisan, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14064: Gases de Efeito Estufa – Parte 1: Especificação e orientação a organizações para quantificação e elaboração de relatórios de emissões e remoções de gases de efeito estufa. Rio de Janeiro, 2007.

_____. NBR ISO 14064: Gases de Efeito Estufa – Parte 2: Especificação e orientação a projetos para quantificação, monitoramento e elaboração de relatórios das reduções de emissões ou da melhoria das remoções de gases de efeito estufa. Rio de Janeiro, 2007.

_____. NBR ISO 14064: Gases de Efeito Estufa – Parte 3: Especificação e orientação a projetos para quantificação, monitoramento e elaboração de relatórios das reduções de emissões ou da melhoria das remoções de gases de efeito estufa. Rio de Janeiro, 2007.

_____. NBR ISO 14.001: Sistemas de Gestão Ambiental – Requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro, 2004.

AZEVEDO, R. S. Desafios de SMS. Slides do 2º encontro de SMS da área Internacional. Slides de apresentação. Rio de Janeiro: 2007.

BAIRD, C. Química Ambiental. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

BALANÇO SOCIAL E AMBIENTAL – Relatório Anual. Rio de Janeiro: PETROBRAS, 2007.

_____. Relatório Anual. Rio de Janeiro: PETROBRAS, 2006.

_____. Relatório Anual. Rio de Janeiro: PETROBRAS, 2005.

BARONTINI, G. Projeto de Carbono como Ferramenta de Agregação de Valor e Vetor das Políticas de Sustentabilidade. Publicado em: Carbono – Desenvolvimento Tecnológico, Aplicação e Mercado Global. Edição: CORTE, A. P. D.; SANQUETA, C. R.; ZILLOTTO, M. A. B. Curitiba: Universidade Federal do Paraná – UFPR/ Instituto Ecoplan, 2006.

_____. Impacto Financeiro da Mudanças Climáticas – Entrevista à Revista Relações com Investidores nº 108, 2007. Disponível em: Disponível em: http://www.nef.org.br/index.cfm?cd_artigo=106. Acesso em: 31/01/09

BASTO, L; DAMASCENO, R. Biodiesel e MDL. Publicado no segundo Volume da Coleção Jurídica: Aquecimento Global e Créditos de Carbono: Aspectos Jurídicos e Técnicos. LEXNET. Coordenação: SOUZA, R. P. 1ª ed. São Paulo: Quartier Latin do Brasil, 2007.

BELL, Judith. Doing your research project: a guide for the first-time researchers in education and social science. 2. reimp. Milton Keynes, England: Open University Press, 1989.

BENNET, S.; FREIERMAN, R.; GEORGE,S. Corporate realities & environmental truths: Strategies for leading your business in the environmental era. Chapter 2, John Wiley & Sons, Inc., 1993.

BNDES – BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. Efeito Estufa e a Convenção sobre Mudança do Clima. Brasília, DF: MCT, 1999. Disponível em: <www.bndes.gov.br>. Acesso em: 14/12/2008.

BOTKIN, D.B.; KELLER, E.A. Environmental science: Earth as a living planet. 3^o edition, John Waley & Sons, Inc., 2000.

BOVESPA. Índice de Sustentabilidade Empresarial. São Paulo: BOVESPA, 2005.

BRAGA, B. et al. Introdução à Engenharia Ambiental: O Desafio do Desenvolvimento Sustentável. 2^a ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

BRANCO, S. M.; MURGEL, E. Poluição do Ar. São Paulo: Moderna, 1995.

BRASIL. Decreto nº 3.515. Brasília: Congresso Nacional, 2000.

_____. Decreto nº 6.263. Brasília: Congresso Nacional, 2007.

_____. Resolução CONAMA nº 03. Brasília: Congresso Nacional, 1990.

BROWN, T. L.; BRUSTEN, B. E; LEMAY, E. Química: a Ciência Central. 9^a Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

CARVALHO, C. G. *Introdução ao Direito Ambiental*. 2^a Edição. São Paulo: Editora Letras e Letras, 1991.

CASARA, A. C. O papel das empresas no combate às mudanças climáticas globais, responsabilidades e governança climática. Artigo Disponível em: <www.planetaverde.org>. Acesso em: 02/11/2008.

CDP – CARBON DISCLOSURE PROJECT: Relatório 2008, Brasil. São Paulo: Fábrica Ética Brasil – Consultoria em sustentabilidade, 2008. Disponível em: <www.cdproject.net>. Acesso em: novembro de 2008.

_____. Relatório 2007, Brasil. São Paulo: Fábrica Ética Brasil – Consultoria em sustentabilidade, 2007. Disponível em: <www.cdproject.net>. Acesso em: novembro de 2008.

CONEJERO, M. A. Marketing de créditos de carbono: um estudo exploratório. Dissertação de Mestrado, apresentada à Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto/ USP. São Paulo: USP, 2006.

CPTEC - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. Disponível em <http://www.cptec.inpe.br/enos/>. Acesso em: 23/08/2008.

CUNHA, P; SANTAROSA, C. S. Desenvolvimento tecnológico em Seqüestro de Carbono na Petrobras. Publicado em: Carbono – Desenvolvimento Tecnológico, Aplicação e Mercado Global. Edição: CORTE, A. P. D.; SANQUETA, C. R.; ZILLOTTO, M. A. B. Curitiba: Universidade Federal do Paraná – UFPR/ Instituto Ecoplan, 2006.

DUPONT DO BRASIL S.A. Manual de Sistema de Gestão Integrada. São Paulo: DSR. 2006.

ELETROBRAS – CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS. Emissões de dióxido de carbono e de metano pelos reservatórios hidrelétricos brasileiros: relatório final. Coordenação: ROSA, L. P. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2000.

FAGUNDES, R. L.; FEITOSA, I. R.; LIMA, L. S. Manual de Licenciamento Ambiental Guia de Procedimentos passo a passo. Rio de Janeiro: Sistema FIRJAN, 2003 (Manual), Disponível no site: <http://www.firjan.org.br/notas/media/licenciamento.pdf>.

FEB - FÁBRICA ÉTHICA BRASIL. Carbon disclosure project. São Paulo: [S.n.], 2006.

FERNANDES, L. T. O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. Publicado no segundo Volume da Coleção Jurídica: Aquecimento Global e Créditos de Carbono: Aspectos Jurídicos e Técnicos. LEXNET. Coordenação: SOUZA, R. P. 1ª ed. São Paulo: Quartier Latin do Brasil, 2007.

FERREIRA, E. Mudanças Climáticas exigem Governança Climática. Artigo Revista Hoje, edição nº 79. CIESP, 2007. Disponível em: <<http://www.ciespcps.org.br>>. Acesso em: 02/10/2008.

FIDEL, Raya. The case study method: a case study. In: GLAZIER, Jack D. & POWELL, Ronald R. Qualitative research in information management. Englewood, CO: Libraries Unlimited, 1992.

FILHO, N.S. Governança Corporativa: Padrões Internacionais e Evidências Empíricas no Brasil nos Anos 90. Artigo publicado na Revista BNDES nº 9 de 1998. Disponível em: < <http://www.bndes.gov.br/conhecimento/revista/rev906.pdf>> Acesso em: 14 de setembro de 2009.

FLANNERY, T. F. Os Senhores do Clima. Rio de Janeiro: Record, 2007.

GARCIA, F.A. Governança Corporativa. Monografia. Instituto de Engenharia – Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ. 2005.

GEA - GESTÃO DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS: Relatório de Desempenho. Rio de Janeiro, 2005.

GIL, A. C. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. São Paulo: Atlas, 1994.

GOLDEMBERG, José, LUCON, Oswaldo. Mudança do clima e energias renováveis: por uma governança global. In: NASSER, Salem Hikmat, REI, Fernando (orgs.) Direito Internacional do Meio Ambiente (Ensaio em homenagem ao Prof. Guido Fernando Silva Soares). São Paulo: Atlas, 2006.

GORE, A. Uma Verdade Inconveniente: o que devemos saber...Barueri, SP: Manole, 2007.

HANSEN, J. et al. Earth's Energy Imbalance: Confirmation and Implications. USA: Revista Science, 2005. Disponível em:
<<http://www.sciencemag.org/cgi/content/abstract/1110252v2>>. Acesso em: 27/08/2008.

HARTLEY, Jean F. Case studies in organizational research. In: CASSELL, Catherine & SYMON, Gillian (Ed.). Qualitative methods in organizational research: a practical guide. London: Sage, 1994.

HELENE, M. E. M. et al. Poluentes Atmosféricos. São Paulo: Editora Scipione, 1994.

HIRSCHHEIMER, M. S. Questões atuais relativas à implementação de projetos de redução de emissões GEE. São Paulo: Ecoinv Global, 2008.

Houghton, R. A. 2003. Revised estimates of the annual net flux of carbon to the atmosphere from changes in land use and land management. Tellus apud IPAM – INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA. Perguntas e respostas sobre o Aquecimento Global. Belém, Pará: 2008

IPAM – INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA. Perguntas e respostas sobre o Aquecimento Global. Belém, Pará: 2008.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Revisão de 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Reporting Instructions, 1997a. Disponível em: www.ipcc.ch.

_____. Sumário para os Formuladores de Políticas - Quarto Relatório de Avaliação do GT1 do IPCC, 1997b. Traduzido RIBEIRO, A, A. Disponível em: www.mct.gov.br >. Acesso em: 14/01/2008.

_____. Segundo Relatório de Avaliação do GT1 do IPCC, 1995.

_____. Carbon Dioxide Capture and Storage. New York: Cambridge University Press. USA, 2005.

IVA – Instituto Valor Ambiental. Governança Climática. 2008. Disponível em: www.institutovalorambiental.com.br/site_v1/php/governanca.php Acesso em: 02/10/2008.

KOURGANOFF, W. A face oculta da universidade. Tradução Cláudia Schilling; Fátima Murad. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1990.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. Metodologia Científica. 3ª edição. São Paulo: Atlas, 2000 apud TOGNETTI, M. A. T. R. Metodologia da Pesquisa Científica. Slides de apresentação. São Paulo: Serviço de Biblioteca e Informação do Instituto de Física de São Carlos IFSC, 2006. Disponível em: <http://sbi-web.ifsc.usp.br/metodologia_pesquisa_cientifica.pdf>. Acesso em 24/09/2008.

LOPES, I. V. (Coordenação-geral). O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL: Guia de Orientação. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2002.

LOVELOCK, J. Gaia: Cura pra um Planeta Doente. São Paulo: Cultrix, 2006a.

_____. A vingança de Gaia. São Paulo: Intrínseca, 2006b.

LUTGENS, F.K. & TARBUCK, E. J. 2004. The atmosphere: na introduction to meteorology. Peason Prentice Hall. Nova Jersey. 9º edição.

MALHEIROS, T. Apostila da Disciplina de Direito Ambiental. Curso Mestrado em Sistemas de Gestão. Rio de Janeiro: UFF, 2006.

MALHOTRA, N. K. Pesquisa de Marketing: uma orientação aplicada. 3ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2001.

MARCOVITCH, J. Para mudar o Futuro: Mudanças Climáticas, Políticas Públicas e Estratégias Empresariais. São Paulo: EDUSP, Saraiva, 2006.

_____. Projetos Sustentáveis de oito Empresas Brasileiras. São Paulo: ECOPLAN, 2008. Disponível em: <<http://www.usp.br>>. Acesso em: 28/02/2009.

MARENCO, J. Mudanças Climáticas exigem Governança Climática. Artigo Revista Hoje, edição nº 79. CIESP, 2007. Disponível em: <<http://www.ciespcps.org.br>>. Acesso em: 02/10/2008.

MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia. Diversos documentos. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/clima>. >. Acesso em: 2009.

_____. Primeiro Inventário Nacional de Emissões de GEE, 2004.

MILLER, G. T. Ciências Ambiental. Tradução da 11ª edição Norte-americana. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

NETO, W. G. O Protocolo de Quioto e o mecanismo de desenvolvimento limpo – MDL. São Paulo: Fiúza, 2007.

ODUM, E.P; BARRET, G.W. Fundamentos de Ecologia. Tradução da 5ª ed. Norte-americana. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

OLIVEIRA, G. S. O El Niño e Você – o fenômeno climático. Editora Transtec – São José dos Campos (SP), março de 2001.

PEPPER, I.L; GERBA, C.P; BRUSSEAU, M.L. Pollution Science. Academic Press. San Diego, Califórnia, 1996.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. Microeconomia. 4ª edição. São Paulo: Makron Books, 1999 apud CONEJERO, M. A. Marketing de créditos de carbono: um estudo exploratório. Dissertação de Mestrado, apresentada à Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto/ USP. São Paulo: USP, 2006.

PIRES, D. O. Inventário de emissões atmosféricas de fontes estacionárias e sua Contribuição para a poluição do ar na região metropolitana do Rio de Janeiro. Tese de mestrado. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, 2005.

PNMC – PLANO NACIONAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA. Versão para consulta pública. Governo Federal: Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima, 2008.

PUC – Núcleo de Estudos do Futuro. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <http://www.nef.org.br/index.cfm?cd_artigo=106>. Acesso em: 31/01/09

RAPPAPORT, Alfred. *Creating Shareholder Value; A Guide for Managers and Investors*. 2 ed. The Free Press, 1998. 205 p.

RIBEIRO, S.K. et al. *Transporte e Mudanças Climáticas*. 1ª ed. Rio de Janeiro, Mauad Ed.Ltda, 2000.

RICHARDSON, J. *et al.* *Pesquisa social: métodos e técnicas*. São Paulo: Atlas, 1999.

RICKLEFS, R. E. *A Economia da Natureza*. 5º edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

ROCHA, M. T. *Aquecimento Global e o Mercado de Carbono: uma Aplicação do Modelo CERT*. Tese de Doutorado apresentada à Escola Superior de Agricultura “Luiz Queiroz”. Piracicaba, São Paulo: Universidade de São Paulo – USP, 2003.

_____. *Mudanças Climáticas e o Mercado Financeiro: a importância do “disclosure” de informações*. Matéria do Portal CONPET, 2005. Disponível em: <www.conpet.gov.br> Acesso em: 23/11/2008.

SABBAG, B. K. *O Protocolo de Quioto e seus Créditos de Carbono: Manual Jurídico Brasileiro de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo*. São Paulo: LTr, 2008.

SALES, C. J. D. *Energia e Mudanças Climáticas: Barreiras e Oportunidades para o Brasil – Comissão Mista Especial de Mudanças Climáticas*. Em Audiência Pública sobre Energia na Câmara dos Deputados. Brasília, DF: Instituto Acende Brasil, 2007. Disponível em: <www.acendebrasil.com.br>. Acesso em: 10/10/2008.

SANTILLI, M., et al. 2005. *Desmatamento Tropical e o Protocolo de Quioto: um ensaio editorial*. In: Moutinho, P. e Schwartzman, S (eds). *Desmatamento Tropical e Mudança Climática*. Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, Belém, Brasil apud IPAM – INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA. *Perguntas e respostas sobre o Aquecimento Global*. Belém, Pará: 2008

SCLC – Carbon Disclosure Project: Supply Chain Leadership Collaboration. Material de treinamento. Rio de Janeiro: 2008. Disponível em: <www.ces.fgvsp.br>. Acesso em: 30/10/2008.

SELLTIZ, C.; *et al.* Métodos de pesquisa das relações sociais. São Paulo: Herder, 1965 apud CONEJERO, M. A. Marketing de créditos de carbono: um estudo exploratório. Dissertação de Mestrado, apresentada à Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto/ USP. São Paulo: USP, 2006.

SHLEIFER, Andrei, VISHNY, Robert. *A survey of corporate governance*. Journal of Finance, v. 52, n. 2, p. 737-783, 1997.

SISTER, G. Mercado de Carbono e o Protocolo de Quioto: Aspectos Negociais e Tributação. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

SOARES, G. Transações no Mercado de Carbono: perspectivas dos agentes. Discurso citado no Seminário Internacional – mercado de redução de emissões da comissão de valores mobiliários. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Relações com Investidores (IBRI), 2007.

SOUSA, J. P. Ciclo PDCA:Um instrumento para melhoria contínua. Slide de apresentação PETROBRAS. 2006. Disponível em: <[HTTP://www.pmies.org.br](http://www.pmies.org.br)>.

STERN, N. Estudo de Stern – aspectos econômicos das mudanças climáticas, 2006.

TOGNETTI, M. A. T. R. Metodologia da Pesquisa Científica. Slides de apresentação. São Paulo: Serviço de Biblioteca e Informação do Instituto de Física de São Carlos IFSC, 2006. Disponível em: <http://sbi-web.ifsc.usp.br/metodologia_pesquisa_cientifica.pdf> Acesso em 24/09/2008.

UNB. Universidade de Brasília. Glossário. Disponível em: www.unb.br/ig/glossario/verbete/pangea.htm. Acesso em: 12/03/2009.

UNEP. Climate Change – Information Kit, United Nations Environment Programme’s Information Unif for Convention, January, 1997.

UNFCCC – UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE. Protocolo de Quioto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima – CQNUMC, 1997. Editado e traduzido pelo Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT com o apoio do Ministério das Relações Exteriores da República Federativa do Brasil. Disponível em: <www.mct.gov.br>. Acesso em: 14/01/2008.

_____. Convenção sobre Mudança do Clima. Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima – CQNUMC, 1992. Editado e traduzido pelo Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT com o apoio do Ministério das Relações Exteriores da República Federativa do Brasil. Disponível em: <www.mct.gov.br>. Acesso em: 14/01/2008.

VARELLA, I. C. Governança Corporativa na Petrobras. Slides do seminário “*Governança Corporativa: Experiências em empresas estatais*”, 2005. Disponível em: <http://www.planejamento.gov.br/secretarias/upload/Arquivos/dest/080707_GEST_Sem_petrobras.pdf> Acesso em: 20 de agosto. 2008.

YAMIN, F. IDS Bulletin de julho de 2004, volume 35, nº3.

YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 3ª edição. Porto Alegre: Brookman, 2005.

YOUNG, C. E. Instrumentos Econômicos, Gestão Ambiental e Aquecimento Global. Apostila para o Curso Economia do Meio Ambiente. Instituto de Economia. Rio de Janeiro: UFRJ, 2007.

ÍNDICE

<p style="text-align: center;">A</p> <p>ABNT..... 124, 127, 129</p> <p>adicionalidade 59, 105, 106, 107</p> <p>aerossóis 37, 40, 44, 68, 69, 77</p> <p>AND 104, 105, 108</p> <p>antrópicos..... 16, 32, 63, 65</p> <p>Aprovação..... 105</p> <p>aquecimento global. 25, 45, 51, 57, 58, 62, 65, 71, 74, 76, 77, 78, 85, 86, 99, 104, 152, 154</p> <p>Aspectos ambientais 129</p> <p>atividade antrópica..... 45</p> <p>atividades antrópicas..... 35, 69, 98</p> <p>atmosfera 32, 33, 34, 35, 37, 38, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 57, 61, 62, 67, 68, 69, 71, 72, 76, 77, 79, 98, 99, 101, 139, 157</p> <p>Autoridade Nacional Designada 104, 105, 111</p> <p style="text-align: center;">B</p> <p><i>baseline</i> 106, 107</p> <p>bens 16, 38, 81, 82</p> <p>biocombustíveis..... 131, 155</p> <p>biosfera 32, 55, 99</p> <p style="text-align: center;">C</p> <p>camadas atmosféricas 36, 38</p> <p>Carbon <i>Disclosure</i> Project 90, 96, 97</p> <p>Casa Civil da Presidência da República 112</p> <p>ciclos de Milankovich 75</p> <p>Coase 83</p> <p>combustíveis fósseis 43, 62, 85, 155</p> <p>Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima 111, 115, 124</p> <p>Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima 116, 166</p> <p>CONAMA 40, 41, 118, 121, 154</p> <p>concentração equivalente de Dióxido de Carbono 58</p> <p>Conferência de Estocolmo 98</p> <p>Constituição Federal 119, 122</p> <p>Coordenação Geral de Mudanças Globais do Clima ... 111</p>	<p>COP..... 101, 104</p> <p>CQNUMC..... 99, 100, 101, 102, 103, 104, 111, 112, 119, 169</p> <p>curva de Keeling..... 52, 54</p> <p>custo marginal 83</p> <p>Custo Social 83</p> <p style="text-align: center;">D</p> <p>DCP..... 105, 106</p> <p>degradação ambiental 80, 123, 126</p> <p>desempenho socioambiental 89</p> <p>desenvolvimento sustentável .. 80, 98, 104, 105, 106, 108, 112, 150</p> <p>dióxido de carbono 34, 51, 55, 58, 72, 104, 113, 114, 139, 162</p> <p>Direito Ambiental..... 98, 161, 165</p> <p><i>disclosure</i>..... 90, 91, 141</p> <p>Dow Jones..... 88, 149, 150</p> <p style="text-align: center;">E</p> <p>economia ambiental 80, 81, 83, 85</p> <p>EEGEE 139, 148</p> <p>efeito estufa... 34, 45, 48, 50, 58, 59, 61, 71, 72, 100, 104, 105, 106, 113, 114, 122, 124, 125, 133, 139, 147, 156, 159</p> <p>EGEE..... 59, 139</p> <p>El Niño 76, 166</p> <p>Emissões diretas 146</p> <p><u>Emissões indiretas</u> 146</p> <p>EOD 104, 105, 106</p> <p>equilíbrio térmico 47</p> <p>erupções vulcânicas 68</p> <p>Escurecimento Global..... 77</p> <p>espectro eletromagnético..... 46, 50</p> <p>estratosfera..... 35, 37, 38, 69</p> <p>estufas de vidro 48</p> <p>externalidades 82, 83, 85, 89</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

F

<i>Feedback</i> da decomposição de matéria orgânica	72
<i>Feedback</i> de nuvens	72
<i>Feedback</i> do efeito albedo	73
<i>Feedback</i> do Vapor d' água	71
<i>Feedback</i> Negativo	70
<i>feedback</i> positivo	70, 73
<i>feedbacks</i> negativos	73
Flexibilização	102, 103
fontes antropogênicas	40, 69
fontes naturais	40, 69
Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas	115

G

Gases de Efeito Estufa	16, 51, 59, 112, 124, 125, 139, 159
gases traço	34, 35, 50, 58
gelo	45, 48, 54, 55, 56, 57, 61, 65, 67, 73
gestão ambiental	80, 125, 127, 128, 129
Gestão de Emissões Atmosféricas	144, 145
Governança Climática	1, 3, 6, 17, 18, 26, 27, 135, 136, 154, 156
Governança Corporativa	26, 27, 134, 139, 140, 163, 169
Grupo Executivo sobre Mudança do Clima	116

I

Impactos ambientais	129, 135
indicadores	27, 41, 87, 88, 89, 110, 113, 138, 139, 141, 146, 149, 150
Índice Bovespa de Sustentabilidade Empresarial	89
intemperismo	73
inventário de emissões	112, 113
investidores	27, 85, 87, 89, 90, 92, 94, 95, 96
Investimentos Socialmente Responsáveis	89
IPCC	50, 51, 58, 59, 63, 65, 72, 76, 87, 98, 99, 113, 114, 156, 164

L

La Niña	76
Lei Sarbanes-Oxley	26

M

Manchas Solares	75
-----------------------	----

Mecanismo de Desenvolvimento Limpo	103, 112, 123, 124, 162, 165, 167
Mercado de Créditos de Carbono	84, 104
mercado financeiro	85, 88, 90, 104, 156
mesosfera	35
meta	86, 103, 133, 138, 139, 148
metano	55, 113, 162
Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT)	111
modelos matemáticos	23, 61, 64, 78
mudanças climáticas	16, 17, 18, 21, 23, 24, 27, 28, 32, 42, 63, 64, 65, 67, 71, 72, 73, 76, 78, 85, 86, 87, 88, 90, 91, 97, 99, 100, 101, 111, 115, 119, 120, 122, 124, 125, 130, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 141, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158

O

oceanos	33, 61, 62, 65, 67, 71, 72, 73, 76, 99
ondas eletromagnéticas	46, 47
Organização Meteorológica Mundial	98
Organizações das Nações Unidas	99
óxido nitroso	55, 113
ozônio	35, 37, 41, 44, 47, 69, 88, 121

P

PAG	58, 59, 104, 139
Painel Intergovernamental de Mudança Climática	98
PDCA	127, 128, 168
petróleo	23, 43, 52, 85, 131, 134, 135, 149, 155
Pigou	83
Pinatubo	62, 63
Plano de Negócios	134
Plano Estratégico	132, 133
Plano Nacional sobre Mudança do Clima ..	111, 116, 117, 120
política ambiental	118, 119, 120, 127, 129
Política Nacional do Meio Ambiente	118
Política Nacional sobre Mudança do Clima	111, 117, 122
poluentes atmosféricos	33, 40, 42, 45, 121, 154
poluentes primários	41
poluentes secundários	41
poluição	33, 38, 39, 40, 45, 80, 81, 83, 98, 117, 118, 119, 121, 126, 134, 135, 166
poluição do ar	38, 39, 45, 83, 117, 134, 166
Princípios do Equador	87

processos industriais 43, 83, 113, 125
 Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente ... 98
 Projeto de Decreto Legislativo 124
 Projeto de Lei..... 120, 124, 125
 Projeto de Resolução 124
 Projetos de MDL 104, 123
 Protocolo de Quioto..... 84, 101, 102, 103, 105, 106, 107,
 111, 112, 152, 154, 166, 167, 168, 169

Q

qualidade do ar 39, 41, 45, 117, 121
 queimadas 153, 157

R

radiação eletromagnética..... 46
 radiação solar 46, 47, 49, 69
 radiação térmica 48
 radiações eletromagnéticas..... 46
 recursos naturais..... 81
 Reduções Certificadas de Emissões 104, 123
 regulação dos Oceanos..... 67
 Relatório de Stern 86, 153
 responsabilidade socioambiental 87

responsabilidade solidária 118

S

sanções penais 119
 serviços..... 81, 82, 87, 129, 150
 SGA..... 127, 128, 129, 130, 131, 134
 SISNAMA 118
 SMS..... 27, 133, 135, 136, 139, 140, 159
 sustentabilidade ... 16, 17, 23, 27, 87, 88, 89, 90, 105, 123,
 130, 131, 132, 133, 149, 150, 154, 157, 161

T

temperatura . 35, 37, 45, 46, 48, 49, 50, 56, 57, 58, 61, 63,
 64, 65, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 77, 78, 101,
 122
 termosfera 37
 transferência radiante..... 46
 troposfera 35, 37, 38, 44, 46, 49, 63, 65, 66, 68, 69

V

Validação 105
 vapor de água 35, 59, 71, 72
 Voluntariedade 107