



Mecanismo de Desenvolvimento Limpo: Potencialidades e Estudo de Caso

Bruna Cabral Araújo

João Felipe Pereira Bassane

Projeto Final de Curso

Orientadoras:

Maria José de O. C. Guimarães - D. Sc.

Daniele Pereira da Silva Dalto - Eng. Química

Novembro de 2009

MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO: POTENCIALIDADES E ESTUDO DE CASO

Bruna Cabral Araújo

João Felipe Pereira Bassane

Projeto Final de Curso submetido ao corpo docente da Escola de Química, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de engenharia química.

Aprovado por:

Elen Beatriz A. V. Pacheco - D. Sc. (IMA/UFRJ)

Elizabeth Roditi Lachter - D. Sc. (IQ/UFRJ)

Estevão Freire, D. Sc. (EQ/ UFRJ)

Orientado por:

Maria José de O. C. Guimarães, D. Sc.

Daniele Pereira da Silva Dalto, Eng. Química.

Rio de Janeiro, RJ – Brasil

Novembro de 2009

ARAUJO, B. C.; BASSANE, J. F. P.

Mecanismo de Desenvolvimento Limpo: Potencialidades e Estudo de Caso/ Bruna Cabral Araújo; João Felipe Bassane. Rio de Janeiro: UFRJ/EQ, 2009.

XI, 60p.

Monografia – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, UFRJ.

Orientadores: Maria José de O. C. Guimarães e Daniele Pereira da Silva Dalto.

1. Mudanças climáticas. 2. Mecanismo de desenvolvimento limpo. 3. Créditos de carbono. 4. Monografia (Graduação UFRJ/EQ). 5. Maria José de O. C. Guimarães e Daniele Pereira da Silva Dalto I. Título

AGRADECIMENTOS

Bruna Cabral Araújo

Aos meus pais Fátima e Renato pelo amor, dedicação e ensinamentos transmitidos durante a minha vida. Agradeço também a minha irmã Patrícia pela paciência e atenção. Sem vocês provavelmente não encerraria esse ciclo da minha vida.

Aos meus colegas de trabalho pela ajuda e compreensão durante os momentos difíceis da faculdade.

João Felipe Pereira Bassane

Agradeço primeiramente a Deus por ser meu Senhor, meu Conselheiro e meu melhor amigo. Tudo o que sou, tudo que tenho e tudo que eu vier a ser é graças a Ti.

Aos meus pais João Carlos e Maricélia Bassane pelo amor, educação, investimentos e ensinamentos que vão permanecer por toda a minha vida. Vocês são os responsáveis pelo meu sucesso, muito obrigado!

À minha namorada Letícia por sempre me motivar e me alegrar nos momentos mais difíceis desta etapa da minha vida. Você é alegria dos meus dias.

A toda minha família e meus amigos, sem os quais eu poderia ter desistido de chegar aonde cheguei.

Agradecimentos em comum

À Daniele e à professora Maria José pela orientação na realização desse projeto. Obrigada por todas as correções e dúvidas esclarecidas durante o projeto.

Resumo do Projeto Final de Curso apresentado à Escola de Química como parte dos requisitos necessários a obtenção de grau de Engenharia Química.

MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO: POTENCIALIDADES E ESTUDO DE CASO

Bruna Cabral Araújo
João Felipe Pereira Bassane

Novembro, 2009

Orientadoras: Prof.^a Maria José de O. C. Guimarães, D. Sc.

Daniele Pereira da Silva Dalto, Eng. Química

O Tratado de Quioto, em 1997, estabeleceu metas de redução de emissões de gases do efeito estufa (GEE) para os países desenvolvidos no período de 2008-2012. Nesse contexto, o mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL) é uma alternativa para que os países desenvolvidos cumpram suas metas através de projetos de mitigação de GEE em países em desenvolvimento. As reduções depois de validadas por órgãos certificados são denominadas reduções certificadas de emissões (RCEs) e são negociadas no mercado de carbono, representado por instituições financeiras como, por exemplo, bolsas de valores.

O presente trabalho faz uma abordagem dos principais aspectos da mudança do clima, o levantamento do estado da arte dos projetos de MDL e análise do mercado de carbono. Realiza-se também um estudo de caso de dois projetos registrados de MDL da perspectiva de análise de investimento. Os projetos estudados foram criados pela empresas Klabin e AmBev e visam à substituição de óleo combustível utilizados em caldeiras por outras fontes de energia. O projeto da Klabin utiliza gás natural como substituinte enquanto o projeto da AmBev utiliza biomassa em sua caldeira.

Diante do estudo realizado foi possível afirmar que os projetos que visam à substituição de óleo combustível utilizado em caldeiras por biomassa, constituem hoje um maior atrativo se comparados aos projetos onde se utiliza gás natural.

ÍNDICE

Capítulo I – Introdução e Objetivo	1
Capítulo II - Efeito estufa e suas Conseqüências	3
II. 1 - Aquecimento Global	5
II. 2 - Conseqüências do Aquecimento Global	7
II. 3 - Painel Intergovernamental Sobre Mudança no Clima	8
II. 4 - Convenção - Quadro das Nações Unidas Sobre Mudança do Clima	9
II. 5 – Tratado de Quioto	10
Capítulo III - Mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL)	11
III.1 - A Iniciativa	11
III.2 - O Conceito	11
III.3 - Projetos de MDL	12
III.4- Ciclo do projeto de MDL	14
III.4.1- Elaboração do Documento de Concepção do Projeto	15
III.4.2 – Validação e aprovação	18
III.4.3 – Registro	18
III.4.4 – Monitoramento	18
III.4.5 – Verificação e Certificação	18
III.4.6- Emissão das RCEs	19
III. 5 - Análises de MDL no Âmbito Mundial e no Brasil	21
Capítulo IV – Mercado de Carbono	30
IV.1 – Mercado Voluntário	31
IV.2 - Bolsa de Clima de Chicago (CCX)	32
IV.3 – Bolsa de Clima Européia (ECX)	37
IV.4 - Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE)	38
Capítulo V -Estudo de Caso	42

V.1 – Estudo de Caso I: Substituição de Óleo Combustível por Gás Natural nas Caldeiras de Piracicaba da Klabin	42
V.2 – Estudo de Caso II: Queima de Biomassa Sólida para Geração de Vapor de Processo na Fabricação de Cervejas em Substituição ao Óleo Combustível na Filial Águas Claras do Sul da AMBEV	46
V.3 – Análise comparativa dos Projetos	49
Capítulo VI - Considerações Finais	53
Capítulo VII - Referências Bibliográficas	54
Apêndice A.1 - Partes da CQNUMC	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.1 Espectro de radiação solar incidente no topo da atmosfera, na superfície da Terra e da emissão de um corpo negro a aproximadamente 6000K	3
Figura II.2 Esquema de funcionamento do efeito estufa	4
Figura II.3 Mudanças na temperatura, nível do mar e cobertura de neve no hemisfério norte	5
Figura II.4 Concentração de dióxido de carbono. À esquerda, dados históricos e à direita, atualizados	7
Figura II. 5. – Athbasca Glacier no Canadá, à esquerda em 1919 e a direita em 2005	7
Figura III.1- Etapas da Elaboração do DCP	17
Figura III.2 – Ciclo de um projeto de MDL	20
Figura III.3 – Projetos registrados no Conselho Executivo de MDL por país anfitrião	21
Figura III.4 – RCEs médias anuais de projetos registrados por país anfitrião	22
Figura III.5 – Total de projetos registrados por ano no Conselho Executivo de MDL	23
Figura III.6 - Projetos localizados no Brasil registrado por ano no Conselho Executivo de MDL	23
Figura III.7 – Pedidos de RCEs por país anfitrião no Conselho Executivo de MDL	24
Figura III.8 – Consumo total de energia por tipo na China no ano de 2006	25
Figura III.9 - Consumo total de energia por tipo na Índia no ano de 2006	25
Figura III.10 - Consumo total de energia por tipo no Brasil no ano de 2005	26
Figura III.11 - Consumo total de energia por tipo na Coreia do Sul no ano de 2006	26
Figura III.12 – Comparações de emissões de CO₂ entre Brasil, China e EUA em 2005	27

Figura III. 13 – Escala dos projetos registrados no Conselho Executivo de MDL	28
Figura III.14 – Escala dos projetos registrados pelo Brasil no Conselho Executivo de MDL	28
Figura III.15 – Projetos de MDL aprovados pela CIMGC organizados por escopo setorial	29
Figura IV.1 – Compromissos de reduções de emissões nas fases I e II pelos membros da Bolsa de Clima de Chicago	33
Figura IV.2: Preços e volumes negociados na Bolsa de Clima de Chicago de dez. de 2003 a set. de 2009	35
Figura IV.3 – Histórico de preços dos contratos CFI na Bolsa de Clima de Chicago por <i>vintage</i> de dez. de 2003 até ago. de 2009	35
Figura IV.4 - Preço e Volume dos contratos da Bolsa de Clima Européia de 14 mar. 2008 a 24 ago.2009	38
Figura IV.5 - Conhecimento sobre o Banco de Projetos e o Sistema de Carbono da BM&FBOVESPA de empresas de grande porte	40
Figura IV.6 - Conhecimento sobre o MBRE das instituições como associações e cooperativas	40
Figura V.1- Consumo energético de óleo combustível e gás natural pelo setor industrial de papel e celulose	43
Figura V.2 - Opção das instituições consultadas para a produção de energia própria	48
Figura V.3 - Esquema resumido da utilização de biomassa na planta da AmBev	48
Figura V.4 - Balanço do gás natural no Brasil (1000 m³/dia)	50
Figura V.5 - Modelo produtivo da indústria do gás natural no Brasil	51
Figura V.6 - Total de emissões evitadas (ton CO₂) por cada ano da atividade de projeto	52

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela II. 1 – Principais gases de efeito estufa afetados pelas atividades humanas	6
Tabela III.1 – Setores e fontes principais geradoras de gases de efeito estufa	13
Tabela III.2 - Potencial de aquecimento global dos GEE	14
Tabela III.3 – RCEs médias anuais por projetos de MDL em países em desenvolvimento	22
Tabela III. 4 – Total de pedidos de RCEs por país anfitrião no Conselho Executivo de MDL	24
Tabela IV.1 – Percentual de reduções por ano para membros da fase I e II e somente da fase	33
Tabela IV.2 - Contratos CFI do mês 31 ago. 2009	36
Tabela IV.3 : Contratos CFI do mês de agosto de 2009	37
Tabela V.1 – Reduções de emissões estimadas	45
Tabela V.2 – Vida útil esperada, capacidades e eficiências das caldeiras utilizadas pela Klabin	45
Tabela V.3 – Performance da combustão das caldeiras	49
Tabela V.4 – Reduções de emissões estimadas provenientes da atividade de projeto	49
Tabela V.5 - Média das emissões evitadas anuais de cada projeto	52

ÍNDICE DE SIGLAS

AmBev	American Beverage Company
AND	Autoridade Nacional Designada
BM&F	Bolsa de Mercadorias & Futuros
CCFE	Chicago Climate Futures Exchange
CCX	Chicago Climate Exchange
CFCs	Clorofluorcarbonos
CFI	Carbon Financial Instrument
CIMGC	Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima
COP	Conference of the Parties
CQNUMC	Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima
CVM	Comissão de Valores Imobiliários
DCP	Documento de Concepção do Projeto
ECX	European Climate Exchange
EOD	Entidade Operacional Designada
ETE	Estação de Tratamento de Efluentes
EUA	European Union Allowances
FDL	Fundo de Desenvolvimento Limpo
GASBOL	Gasoduto Bolívia-Brasil
GEE	Gases do Efeito Estufa
GNV	Gás Natural Veicular
GWP	Global Warming Potential
HFCs	Hidrofluorcarbonos
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
LoA	Letter of Approval
MBRE	Mercado Brasileiro de Redução de Emissões
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
OMM	Organização Meteorológica Mundial
PFCs	Perfluorcarbonos

PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PPT	Programa Prioritário de Termelétricidade
RCEs	Reduções Certificadas de Emissões

Capítulo I – Introdução e Objetivo

A poluição ambiental é hoje foco de extrema preocupação mundial devido às previsões científicas alarmantes sobre o clima do planeta no século XXI. A rápida industrialização do século XX, em conjunto com o crescimento populacional, nitidamente “sobrecarregou” o planeta. De 1950 a 1987, a população mundial dobrou de 2,5 bilhões para 5 bilhões, fato chamado de “explosão demográfica” (MOREIRA, 2007). Em 2008, a estimativa da população mundial era de 6,6 bilhões e os especialistas prevêem que atingirá 9,2 bilhões em 2050 (ONU, 2007). O reflexo dessa sociedade industrializada é observado no aumento da quantidade de rejeitos lançados ao ar, na contaminação dos solos e no decréscimo dos recursos hídricos.

Nesse contexto de problemas ambientais, destacam-se as mudanças climáticas. Para a compreensão da mudança do clima é necessário definir os termos “efeito estufa” e “aquecimento global”. O efeito estufa é um fenômeno natural que é responsável por manter a temperatura média da superfície terrestre em aproximadamente 15°C, o que torna possível a vida na Terra. O aquecimento global, por sua vez, é a consequência da intensificação do efeito estufa devido a atividades antropogênicas (Baird, 2002). Há grandes evidências científicas que essa intensificação do efeito estufa provocou um aumento de 0,74°C na temperatura média da superfície da Terra, desde a Revolução Industrial no final do século XIX até os dias de hoje (UNFCCC, 2009a).

Esse aumento de temperatura está alterando o equilíbrio energético do planeta e ocasionando alterações no clima que provocam desde prejuízos a agricultura e escassez de água em algumas regiões a inundações em outras áreas do planeta. Esse cenário justifica a preocupação mundial e os esforços dos governos mundiais na última década para firmar um acordo internacional para a mitigação do aquecimento global. Em 1997, após muitas negociações chegou-se ao Tratado de Quioto, que apresenta metas de redução de gases causadores do efeito estufa apenas para os países desenvolvidos. Essas metas apesar de consideradas abaixo do ideal foram um passo político importante, pois representam um consenso e comprometimento de mais de uma centena de países (UNFCCC, 2009a)

Para a viabilidade do Tratado de Quioto surgiram mecanismos de flexibilização, que permitem aos países desenvolvidos o cumprimento das metas fora dos seus territórios. Desses mecanismos o que apresenta maior visibilidade é o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), pois é o único que permite a participação de países em desenvolvimento, como Brasil, China e Índia. O MDL possibilita que os países industrializados cumpram suas metas através de projetos com países em

desenvolvimento (MCT, 2009a). Esses projetos geram reduções dos gases causadores do efeito estufa e essas reduções certificadas de emissão são chamadas de créditos de carbono. Os créditos de carbono movimentam milhões de dólares atualmente nos chamados mercados de carbono.

Face ao exposto, este trabalho tem por objetivo apresentar um panorama atual das mudanças climáticas e seus desdobramentos políticos e econômicos; fazer uma abordagem dos projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo e analisar as reduções conhecidas como créditos de carbono comercializados nos mercados de carbono.

Este trabalho está estruturado em VII capítulos. O capítulo I compreende a introdução e o objetivo do projeto. No capítulo II é apresentado o fenômeno do efeito estufa, as evidências de sua intensificação e conseqüências. Também se especifica os principais eventos ambientais que culminaram no Tratado de Quioto de 1997.

O capítulo III organiza o passo a passo do registro de um projeto no Conselho Executivo do MDL como, por exemplo, documentação e requisitos. Por fim, realiza-se um levantamento do estado da arte do setor com uma análise dos principais países anfitriões desses projetos e seus escopos setoriais.

O capítulo IV mostra os preços dos créditos de carbono nos mercados de carbono e detalham-se as principais bolsas de clima do mundo.

O capítulo V apresenta um estudo de caso de projetos de substituição de combustíveis fósseis. Nesse capítulo analisam-se dois projetos de substituição de óleo combustível em caldeiras, um por gás natural e o outro por biomassa.

Por fim, o capítulo VI, traz as considerações finais do trabalho, e o capítulo VII apresenta as referências bibliográficas utilizadas na elaboração deste trabalho.

Capítulo II - Efeito estufa e suas Principais Conseqüências

A superfície e a atmosfera da Terra são mantidas aquecidas pela energia proveniente do sol. O sol emite radiação eletromagnética como um corpo negro de temperatura aproximadamente 6000 K. O espectro solar apresenta raios nas regiões do ultravioleta ($0,2 \mu m$ e $0,4 \mu m$), do visível ($0,4 \mu m$ e $0,7 \mu m$) e do infravermelho próximo ($0,7 \mu m$ e $3,5 \mu m$) (Baird, 2002).

Na comparação do espectro de radiação solar incidente no topo da atmosfera com o espectro da radiação solar incidente na superfície terrestre, observa-se que há ondas com bandas de absorção em determinados intervalos por vários gases e partículas, o que pode ser observado na Figura II.1. Da luz incidente total, envolvendo todos os comprimentos de onda que chegam até a Terra, aproximadamente 30% são refletidos de volta ao espaço pelas nuvens, pelo gelo, pela neve, pela areia e outros corpos refletores, sem que ocorra qualquer absorção. Outros 20% da luz incidente são absorvidos na atmosfera por moléculas e partículas. Os 50% restantes são absorvidos pela superfície terrestre (Baird, 2002).

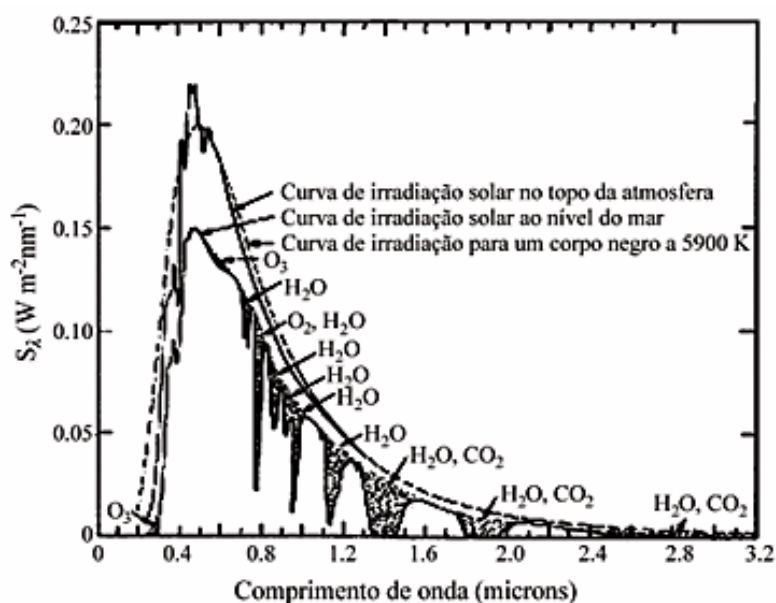


Figura II. 1 - Espectro de radiação solar incidente no topo da atmosfera, na superfície da Terra e da emissão de um corpo negro a aproximadamente 6000K (Martins et al, 2004).

Devido à absorção de parte da radiação solar, a Terra torna-se um corpo aquecido e, por conseguinte, emite energia. A superfície da Terra retorna essa energia absorvida em forma de radiação infravermelha. Alguns gases presentes na atmosfera podem absorver temporariamente a radiação infravermelha de comprimentos específicos,

impedindo que todo infravermelho (IR) escape diretamente para o espaço. Após a absorção, as moléculas desses gases reemitem a luz infravermelha aleatoriamente em todas as direções. Com isso, parte do IR é reabsorvido pela Terra, o que provoca um aquecimento adicional na superfície e no ar (Baird, 2002). Essa absorção de radiação infravermelha por gases presentes na atmosfera é o fenômeno conhecido como efeito estufa, esses gases são chamados gases do efeito estufa (GEE). A Figura II.2 ilustra o fenômeno do efeito estufa.



Figura II. 2 - Esquema de funcionamento do efeito estufa (MEIRA, 2002).

Dentre os gases que contribuem para o efeito estufa estão o vapor d'água, o dióxido de carbono (CO_2), o metano (CH_4), o óxido nitroso (N_2O) e os hidrocarbonetos totalmente clorofluorados, conhecidos como clorofluorcarbonos (CFCs). O vapor d' água é o GEE mais abundante e é importantíssimo, pois possibilita a formação de nuvens e a ocorrência de precipitações. O CO_2 é um constituinte minoritário e forma-se naturalmente no processo de respiração dos seres vivos, erupções vulcânicas, mudança no uso da terra e queima de combustíveis fósseis. A concentração de CO_2 está crescendo pela ação do homem desde a Revolução Industrial e, por isso, o CO_2 é o principal gás responsável pela mudança climática. O metano é produzido também por processos naturais e atividades humanas, como decomposição de lixo em aterros sanitários e agricultura. O óxido nitroso, N_2O , é liberado para a atmosfera através de uso de fertilizantes no solo, queima de combustíveis fósseis, produção de ácido nítrico e queima

de biomassa. Os CFCs são compostos sintéticos com inúmeras aplicações e, além do potencial de induzir o aquecimento global, também contribuem para destruição da camada de ozônio. O Acordo de Montreal proibiu o uso de CFC em países industrializados, a partir de 1995 e em países em desenvolvimento, a partir de 2005 (NASA'S CLIMATE CHANGE, 2009a).

II. 1 - Aquecimento Global

De acordo com a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos, o aquecimento global é um aumento médio nas temperaturas da superfície da Terra e da atmosfera. O aquecimento global é considerado parte das mudanças climáticas, pois altera a frequência das precipitações, nível do mar, dentre outras. A Figura II.3 apresenta as mudanças na temperatura, nível do mar e cobertura da neve no hemisfério norte.

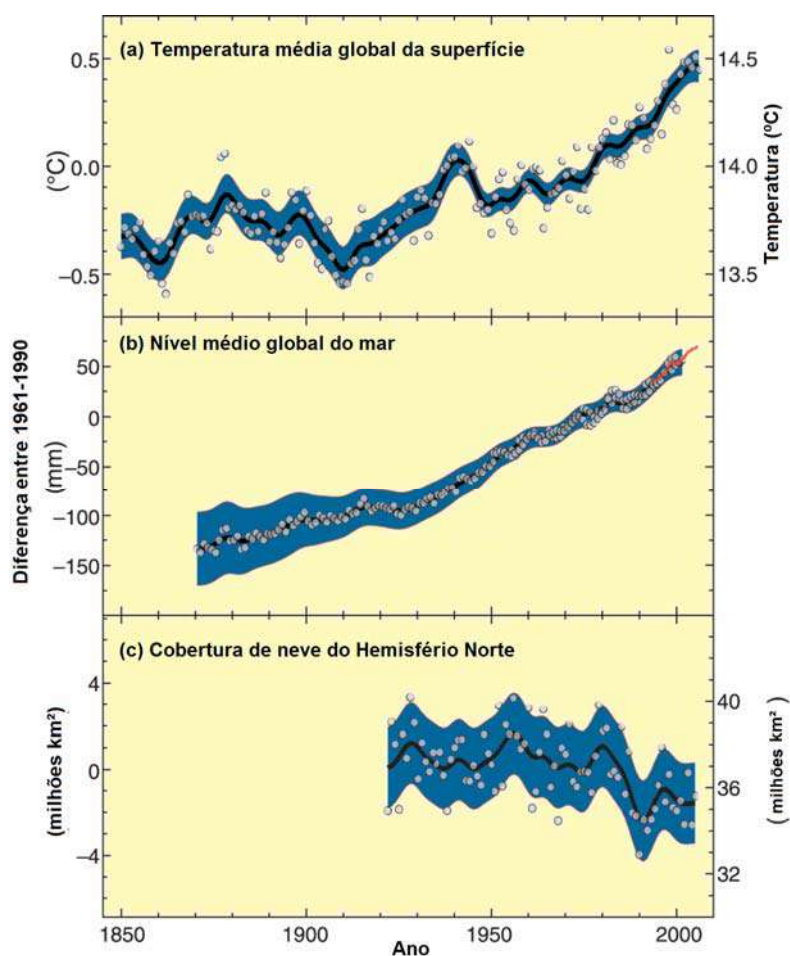


Figura II.3 - Mudanças na temperatura, nível do mar e cobertura de neve no hemisfério norte (IPCC, 2007).

O aumento das emissões de GEE no último século afetou a composição natural da atmosfera e levou a um desequilíbrio no balanço de energia da Terra. Nesse sentido, o aquecimento da atmosfera e da superfície da Terra é o resultado de um novo estado de equilíbrio do planeta. Na Tabela II.1 pode-se observar a concentração pré-industrial dos principais gases de efeito estufa e a respectiva concentração na década de 90. A taxa de aumento é referente aos dados de 1984 até o início da década de 92-93 (IPCC, 2005). Entretanto, no quarto relatório do IPCC em 2007, o aumento médio de CO₂ já era de 1,9 ppm/ano no período de 1995-2005 e a concentração global de CO₂ se encontrava em 379 ppm.

Tabela II. 1 – Principais gases de efeito estufa afetados pelas atividades humanas.

Gases	<i>Nível pré-industrial</i>	<i>Concentração de 1994</i>	<i>Taxa de aumento</i>	<i>Tempo de vida (anos)</i>
CO₂	~280 ppmv ¹	358 ppmv	1,5 ppmv/ano 0,4%/ano	50-200
CH₄	~700 ppbv ²	1720 ppbv	10 ppbv/ano 0,6%/ano	12
N₂O	~275 ppbv	312 ppbv	0,8 ppbv/ano 0,25%/ano	120
CFC-11	zero	268 pptv ³	0 pptv/ano 0%/ano	50
HCFC-22	zero	110 pptv	5 pptv/ano 5%/ano	12
CF₄	zero	72 pptv	1,2 pptv/ano 2%/ano	50.000
SF₆	zero	3-4 pptv	0,2 pptv/ano ~5%/ano	3.200

¹ ppmv = parte por milhão em volume; ² ppbv = parte por bilhão em volume; ³ pptv = parte por trilhão em volume.

Fonte: IPCC, 2005.

Por meio de medidas feitas com amostras de ar aprisionado no interior de blocos de gelo na Antártida ou na Groelândia foi possível quantificar a concentração de CO₂ nos últimos 650.000 anos. Na Figura II.4 verifica-se que a faixa natural de CO₂ dos últimos milhares de anos era de 180-300ppm.

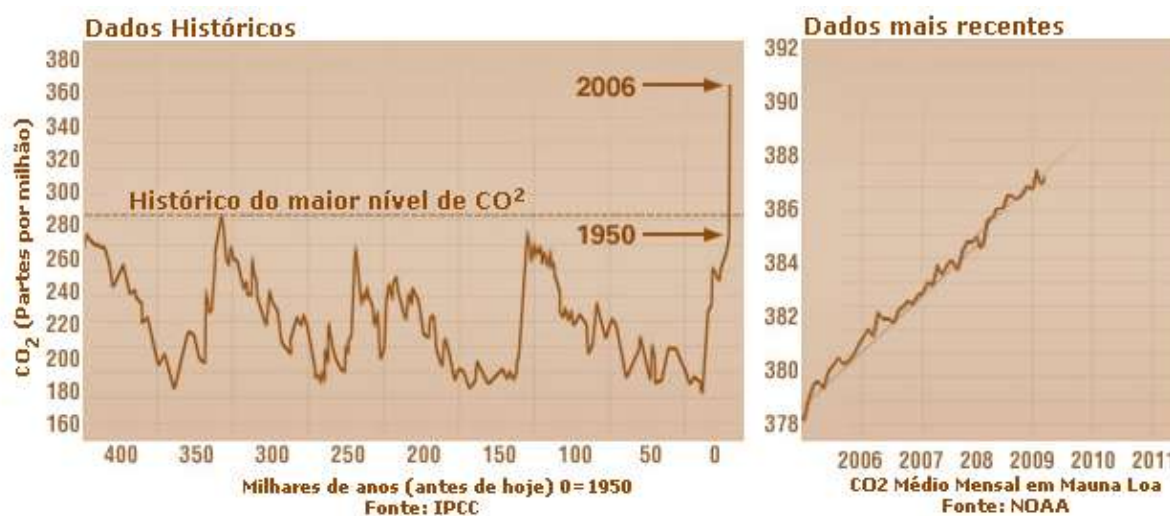


Figura II.4 - Concentração de dióxido de carbono. À esquerda, dados históricos e à direita, atualizados (NASA'S CLIMATE CHANGE, 2009b).

II. 2 - Conseqüências do Aquecimento Global

Entre as conseqüências do aquecimento global estão o maior degelo das calotas polares e regiões de geleiras permanentes, aumento do nível do mar, alterações climáticas com prejuízos à agricultura e aumento de secas e inundações. Além disso, ocorrem alterações da biodiversidade, com a extinção de muitas espécies, mudança dos recursos hídricos disponíveis em termos de quantidade, qualidade, demanda e distribuição temporal e espacial (PROCÓPIO, 2008). Um exemplo de degelo em regiões de geleiras permanentes é apresentado na Figura II.5.



Figura II. 5 - Athabasca Glacier no Canadá, à esquerda em 1919 e a direita em 2005 (World View of Global Warming, 2009).

Entre os impactos regionais do aquecimento global previstos estão:

- América do Norte: diminuição de neve nas montanhas do oeste; aumento de 5-10% de chuvas em regiões agrícolas e aumento da intensidade e duração de ondas de calor em cidades onde já acontece esse fenômeno (NASA'S CLIMATE CHANGE, 2009c).
- América Latina: substituição gradual das florestas tropicais no leste da Amazônia por savana; risco de perda da biodiversidade pela extinção de espécies nas áreas tropicais; alterações significativas na disponibilidade de água para consumo do homem, da agricultura e do setor energético (NASA'S CLIMATE CHANGE, 2009c).
- Europa: crescimento do risco de inundações nos países no interior do continente e maior frequência de inundações nos países litorâneos; aumento da erosão por tempestades e pela elevação do nível do mar; redução de áreas cobertas por neve; redução da produtividade das colheitas ao sul (NASA'S CLIMATE CHANGE, 2009c).
- África: projeções de 75 a 250 milhões de desabrigados devido ao aumento da escassez de água; redução de 50% dos campos agrícolas destinados a produção de alimentos em 2020 (NASA'S CLIMATE CHANGE, 2009c).
- Ásia: estimativas indicam decréscimo da disponibilidade de água potável no centro, sul, leste e sudeste da Ásia em 2020; áreas costeiras apresentam o risco de aumento de inundações e espera-se que a taxa de morte por doenças relacionadas a inundações e secas se eleve em algumas regiões (NASA'S CLIMATE CHANGE, 2009c).

II. 3 - Painel Intergovernamental Sobre Mudança no Clima

O Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima conhecido como IPCC, sigla em inglês para *Intergovernmental Panel on Climate Change*, foi estabelecido em 1988 pela Organização Meteorológica Mundial, OMM, e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, PNUMA. A função do IPCC é compilar o estado da arte das informações científicas, técnicas e socioeconômicas disponíveis no campo de mudança do clima e, com isso, fornecer subsídios científicos aos tomadores de decisão e outros interessados na mudança global do clima. Para isso, o IPCC se organiza em três grupos de trabalho: o Grupo de Trabalho I se concentra no sistema do clima, o Grupo de Trabalho II em impactos e opções de resposta e o Grupo de Trabalho III nas dimensões econômicas e sociais (IPCC, 2009).

Centenas de cientistas ao redor do mundo contribuem como autores, colaboradores e revisores para o IPCC, que assim está presente em 194 países. O IPCC divulga suas informações por meio de relatórios elaborados numa base compreensível, direta, aberta e transparente. Até o momento, já foram divulgados quatro relatórios de avaliação abrangendo a base científica, impactos, vulnerabilidade, adaptação e mitigação da mudança global do clima. O IPCC também publica relatórios especiais que focam questões específicas como, por exemplo, os relatórios sobre captura e armazenagem de carbono; cenários de emissões; uso da terra, mudança no uso da terra e florestas; relatórios metodológicos, como os guias para elaboração dos inventários de gases de efeito estufa (MCT, 2009a).

O IPCC e o ex-vice-presidente dos EUA, Al Gore, ganharam o Prêmio Nobel da Paz 2007 pelos esforços de ambos para "construir e divulgar um maior conhecimento sobre a mudança climática causada pelo homem e por fixar a base das medidas que são necessárias para resistir a essa crise". Segundo o Comitê Nobel, a mudança climática é um dos fatores que podem ameaçar "as condições de vida de grande parte da humanidade" (FOLHA ONLINE, 2007).

II. 4 - Convenção - Quadro das Nações Unidas Sobre Mudança do Clima

A Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, CQNUMC, é um acordo multilateral que foi aprovado e aberto para assinatura de países ou blocos econômicos durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento realizada no Rio de Janeiro, conhecida como Rio-92. A União Européia e mais 192 países ratificaram, aceitaram, aprovaram ou aderiram a esse tratado.

A CQNUMC entrou em vigor em 1994 com o objetivo de estabilizar a concentração de GEE na atmosfera em níveis seguros para o equilíbrio do clima do planeta. A Convenção estabelece compromissos diferentes entre países desenvolvidos e os países em desenvolvimento. Na linguagem dessa Convenção os países desenvolvidos são as Partes do Anexo I e os países em desenvolvimento, Partes não-Anexo I.

O órgão supremo da Convenção é a Conferência das Partes ou COP da sigla do nome em inglês *Conference of the Parties*. A primeira dessas Conferências ocorreu em Berlim em 1995 e contou com a participação dos países que ratificaram a Convenção, entre outros interessados. Até dezembro de 2008, foram realizadas 14 COPs e o COP15 será realizado em Copenhague, na Dinamarca, de 7 a 18 de dezembro de 2009.

II. 5 - Tratado de Quioto

Como o aquecimento do planeta é um problema global, exige um esforço mundial para controlá-lo. Em 1997, na terceira conferência dos países signatários da Convenção Quadro Sobre Mudança do Clima, em Quioto, os países desenvolvidos se comprometeram a reduzir as emissões de gases de efeito estufa. De acordo com o Tratado de Quioto, os países industrializados concordam em reduzir suas emissões em 5% em relação aos níveis emitidos em 1990, no período de 2008-2012. As metas individuais para as Partes do Anexo I são listadas no Anexo B do Tratado. Os países em desenvolvimento, como o Brasil, não têm obrigações de redução. O tratado entrou em vigor em 16 de fevereiro de 2005 após a ratificação da Rússia por alcançar a exigência de pelo menos 55 Partes na Convenção.

As metas cobrem as emissões de seis principais gases de efeito estufa: dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, hidrocarbonetos fluorados (hidrofluorcarbonos - HFCs), carbonetos fluorados (perfluorcarbonos – PFCs) e hexafluoreto de enxofre (SF₆). Para auxiliar as Partes do Anexo I a cumprir essas metas o Tratado estabelece três mecanismos:

- Implementação conjunta: implantação de projetos de redução de emissões de GEEs em países que apresentam metas no âmbito do tratado de Quioto.
- Comércio de emissões: realizado entre países listados no Anexo B, de maneira que um país, que tenha diminuído suas emissões abaixo de sua meta, transfira o excesso de suas reduções para outro país que não tenha alcançado tal condição.
- Mecanismo de desenvolvimento limpo: único mecanismo que permite a participação de Partes não pertencentes ao Anexo I como, por exemplo, o Brasil.

As decisões relativas à regulamentação do Tratado de Quioto ocorreram nos Acordos de Marraqueche, estabelecidos em novembro de 2001, durante o COP7. Nas COPs subseqüentes essa regulamentação básica foi complementada. Na COP 8, foram regulamentados os projetos de pequena escala, na COP 9 os projetos florestais e na COP10 os projetos florestais de pequena escala (MCT, 2009a).

Capítulo III - Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)

III.1- A Iniciativa

Diante da situação de crise ambiental global e dos acordos firmados pelo Tratado de Quioto, o Brasil propôs a criação de um fundo ambiental denominado Fundo de Desenvolvimento Limpo (FDL). Nesse fundo, os países desenvolvidos que não tivessem a possibilidade de alcançar as metas estabelecidas, em seus próprios territórios, investiriam obrigatoriamente em projetos estabelecidos em outros países, que visassem à mitigação dos impactos ambientais causados pelos GEE.

A idéia fundamental do Fundo de Desenvolvimento Limpo consistia num sistema punitivo aos países que não atingissem suas metas, a financiar um fundo de apoio a projetos de desenvolvimento sustentável. Ou seja, o FDL seria composto por uma espécie de multa a ser paga pelos países do Anexo I que não conseguissem atingir suas metas quantificadas de redução de emissões. O FDL não ganhou a simpatia dos países desenvolvidos, principalmente em razão de sua natureza punitiva, o que não era bem-vindo no contexto de um tratado internacional (CUNHA, 2007). Como alguns países desenvolvidos não aceitaram este conceito, a idéia original do fundo foi alterada, surgindo assim o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. Portanto, pode-se destacar a importância da iniciativa do Brasil, para a criação do MDL.

III.2 - O Conceito

O MDL surgiu de modo a permitir que os países desenvolvidos, que não conseguissem alcançar as metas de redução dos GEE, pudessem alcançá-las através de investimentos em projetos de países em desenvolvimento, que visassem este mesmo objetivo. Desta forma, um país que não tivesse condições de atender aos requisitos de redução dentro do seu território, poderia conseguir atingir a sua meta em outros países através do MDL.

O objetivo do MDL, como definido no Artigo 12 do Tratado de Quioto, é assistir: (i) às Partes não-Anexo I para que contribuam com o objetivo final da Convenção – ou seja, alcançar a estabilização das concentrações de GEE na atmosfera num nível que impeça uma interferência antrópica* perigosa no sistema climático – e para que atinjam o desenvolvimento sustentável por meio da implementação de atividades de projeto; e (ii)

* De ou relativo ao homem ou à vida humana.

às Partes do Anexo I para que cumpram suas obrigações quantificadas de limitação e reduções de emissões (MCT, 2009a).

III.3 - Projetos de MDL

Os projetos de MDL devem estar diretamente ligados aos GEE. Normalmente são fundamentados em duas ações principais: devem diminuir as emissões destes gases e/ou capturar CO₂ da atmosfera. Os escopos setoriais dos projetos de MDL, que são as áreas de atuação desses projetos, compreendem, entre outros, as seguintes atividades:

- Processos industriais;
- Energias Renováveis;
- Emissões Fugitivas;
- Aterros Sanitários;
- Reflorestamento.

Podem participar dos projetos de MDL as entidades públicas, privadas e parcerias público-privadas das Partes no Anexo I e das Partes não-Anexo I, desde que devidamente autorizadas pelos respectivos países. O engajamento dessas empresas em investimentos nestes projetos é de suma importância para o sucesso do MDL.

Um projeto de MDL deve apresentar benefícios reais e mensuráveis ao ser implantado. Uma vez implantado, o projeto começa a gerar as Reduções Certificadas de Emissões (RCEs) e podem usar como unidade uma tonelada de dióxido de carbono equivalente calculada de acordo com o potencial de aquecimento global (GWP – *Global Warming Potential*). Os países desenvolvidos investem no MDL através da compra dessas RCEs.

A Tabela III.1 apresenta os principais setores geradores de gases do efeito estufa, e a Tabela III.2 fornece o potencial de aquecimento global dos GEE.

Tabela III.1 – Setores e fontes principais geradoras de gases de efeito estufa.

Setores/Atividades	Fontes	Gases
Energia	Queima de combustíveis	Dióxido de carbono (CO ₂) Óxido nitroso (N ₂ O) Metano (CH ₄) Hexafluoreto de enxofre (SF ₆)
	Setor energético	
	Indústrias de transformação	
	Indústrias de Construção	
	Transporte	
	Outros setores	
	Emissões fugitivas de combustíveis	
	Combustíveis sólidos	
	Petróleo e gás natural	
	Outros	
Processos industriais	Produtos minerais	Dióxido de carbono (CO ₂) Metano (CH ₄) Óxido nitroso (N ₂ O) Hidrofluorcarbonos (HFCs) Perfluorcarbonos (PFCs) Hexafluoreto de enxofre (SF ₆)
	Indústria química	
	Produção de metais	
	Outras produções	
	Produção de halocarbonos e hexafluoreto de enxofre	
	Consumo de halocarbonos e hexafluoreto de enxofre	
	Outros	
Uso de solventes e outros produtos	–	Hidrofluorcarbonos (HFCs) Perfluorcarbonos (PFCs) Hexafluoreto de enxofre (SF ₆) Dióxido de carbono (CO ₂) Óxido nitroso (N ₂ O)
Agricultura	Fermentação entérica	Dióxido de carbono (CO ₂) Metano (CH ₄) Óxido nitroso (N ₂ O)
	Tratamento de dejetos	
	Cultivo de arroz	
	Solos agrícolas	
	Queimadas prescritas de savana	
	Queima de resíduos agrícolas	
	Outros	
Resíduos	Disposição de resíduos sólidos na terra	Dióxido de carbono (CO ₂) Metano (CH ₄) Óxido nitroso (N ₂ O)
	Tratamento de esgoto	
	Incineração de resíduos	
	Outros	

Fonte: MCT, 2009.

Tabela III.2 - Potencial de aquecimento global dos GEE.

GEE	Potencial de aquecimento global
CO ₂	1
CH ₄	23
N ₂ O	310
HFCs	140~11700
PFCs	6500~9200
SF ₆	~23900

Fonte: GRECO ET AL, 2008.

Um dos requisitos fundamentais para o estabelecimento de um projeto de MDL é a adicionalidade. Conforme o Artigo 12, Parágrafo 5, do Tratado de Quioto: “As reduções de emissões resultantes de cada atividade de projeto devem ser certificadas por entidades operacionais a serem designadas pela Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Tratado, com base em:

- (a) Participação voluntária aprovada por cada Parte envolvida;
- (b) Benefícios reais, mensuráveis e de longo prazo relacionados com a mitigação da mudança do clima e
- (c) Reduções de emissões que sejam adicionais as que ocorreriam na ausência da atividade certificada de projeto.”

O conceito de adicionalidade é definido, segundo a decisão 3/CMP.1*, Parágrafo 43, como: “uma atividade de projeto MDL é adicional se as emissões antrópicas de gases de efeito estufa por fontes são reduzidas a níveis inferiores aos que teriam ocorrido na ausência da atividade de projeto de MDL registrada (MCT, 2009a).

III.4- Ciclo do projeto de MDL

Neste tópico constam os requisitos necessários para a criação de um projeto de MDL. A criação de projetos relacionados ao MDL envolve um processo complexo de várias etapas bem determinadas, que precisam ser seguidas para que uma empresa possa encaixar seu projeto no perfil exigido para a sua participação no mecanismo.

*As decisões adotadas pelas COP/MOPs utilizam uma numeração cujo modelo é Decisão x / CMP. y, sendo x o número da decisão e y o número da COP/MOP

As etapas fundamentais do ciclo do projeto são:

- Elaboração do Documento de Concepção do Projeto (DCP);
- Validação/Aprovação;
- Registro;
- Monitoramento;
- Verificação/Certificação; e
- Emissão das RCEs.

III.4.1- Elaboração do Documento de Concepção do Projeto (DCP)

A elaboração do DCP corresponde à parte inicial do ciclo de um projeto de MDL e incorpora todas as informações pertinentes ao projeto, tanto a aspectos técnicos quanto a aspectos organizacionais do mesmo. O DCP deve obedecer aos padrões e regras estabelecidos pelo Conselho Executivo do CQNUMC. A elaboração do DCP é constituída por uma série de etapas obrigatórias que estão detalhadas a seguir:

- **Descrição geral da atividade do projeto**

Esta etapa deve conter o título da atividade do projeto e sua descrição, que deve apresentar o objetivo e informações referentes à tecnologia utilizada no projeto. Também deve estar presente nesta etapa uma descrição técnica detalhada da atividade do projeto (MCT, 2009a).

- **Aplicação da tecnologia da linha de base e monitoramento**

A linha de base de uma atividade de projeto do MDL é o cenário que representa, de forma razoável, as emissões antrópicas de GEE por fontes que ocorreriam na ausência da atividade de projeto proposta.

O estabelecimento da linha de base para uma atividade de projeto é uma das fases cruciais do desenvolvimento de um projeto, pois serve de base tanto para verificação da adicionalidade quanto para a quantificação das RCEs da atividade de projeto MDL. Ela precisa ter credibilidade e ser estabelecida sem ambigüidades, pois é a etapa fundamental para o cálculo das reduções líquidas de emissões de GEE promovidas pelo projeto, no âmbito do MDL.

É também nesta etapa do processo que se calcula a “Redução Líquida de Emissões”. Sinteticamente, a redução líquida de emissões de GEE é estimada conforme a equação III.1.

$$\text{Redução Líquida de Emissões} = \text{emissões da linha de base} - \text{emissões do projeto} - \text{fugas (III.1)}$$

As fugas correspondem ao aumento de emissões de GEE que ocorre fora do limite da atividade de projeto do MDL. Dessa forma, dentro de um cenário conservador, são considerados todos os possíveis impactos negativos em termos de emissão de GEE da atividade de projeto do MDL. Um bom exemplo de fuga é a substituição de uma caldeira em operação por uma nova mais eficiente. A antiga não seria descartada completamente, permanecendo como equipamento reserva, de uso eventual. A fuga, neste caso, seria justamente esse uso eventual de um equipamento menos eficiente (MCT, 2009b).

Deve constar neste processo o chamado plano de monitoramento que deverá criar e manter disponível um arquivo no qual estarão documentadas, com as respectivas séries históricas, todas as etapas envolvidas nos cálculos da redução de emissões e das fugas, seguindo os Tratados usuais de planos de monitoramento de processos e de meio ambiente, com detalhamento de todos os passos a serem obedecidos; os parâmetros e respectivos equipamentos de medição ou métodos para estimativa; frequência de medição; verificação, responsáveis, controles de qualidade e de garantia da qualidade; programas de manutenção preventiva, calibração; e outras atividades indispensáveis à verificação de acurácia do processo e de credibilidade dos resultados (MCT, 2009a).

- **Início da atividade de projeto e período de obtenção de créditos**

É a etapa na qual são definidas as datas de início da atividade do projeto e do início do período de obtenção de créditos. No caso de escolha de período de obtenção de crédito fixo, também deve ser informada a sua duração (MCT, 2009a).

- **Documentos e referências sobre impactos ambientais associados à atividade de projeto**

Deve constar do DCP, no item “Impactos Ambientais”, documentação sobre os possíveis impactos que a atividade proposta possa causar ao meio ambiente. Esta

documentação será composta dos resultados da análise dos impactos ambientais associados à atividade de projeto dentro e fora dos seus limites (MCT, 2009a).

A Figura III.1 apresenta as etapas para elaboração do documento de concepção do projeto (DCP).

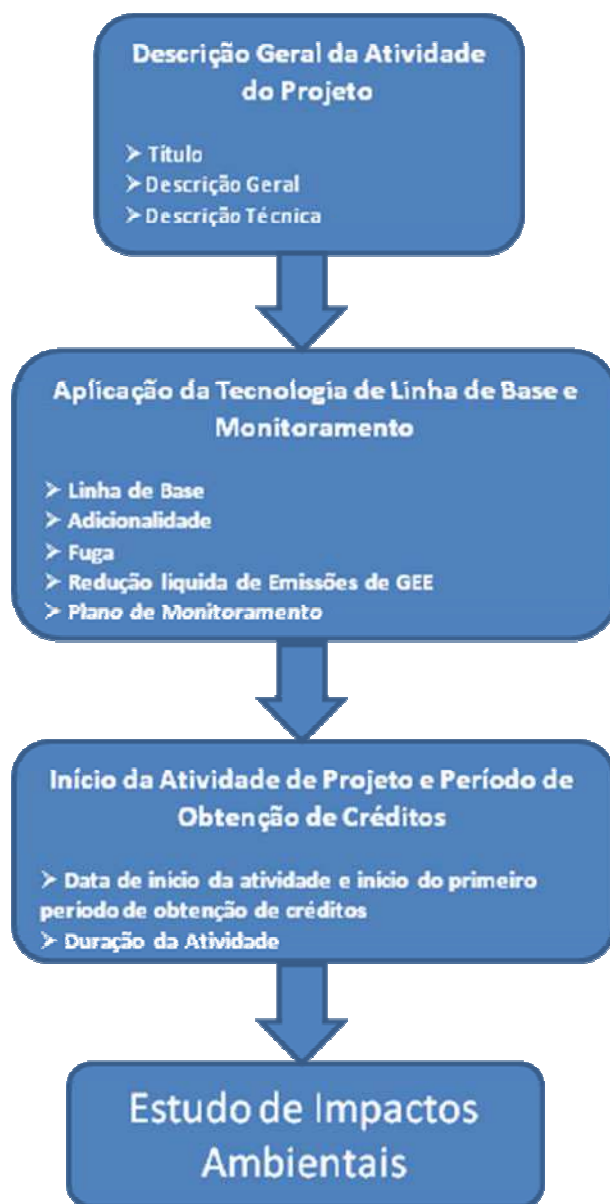


Figura III.1- Etapas da Elaboração do DCP. Fonte: Elaboração própria adaptado de MCT, 2009a.

III.4.2 – Validação e aprovação

A validação é o processo de avaliação que deve ser efetuado por uma EOD (Entidade Operacional Designada). A EOD é uma entidade certificadora que deve ser credenciada junto ao Conselho Executivo, deve certificar projetos em escopos setoriais específicos e tem o papel de atestar se os requisitos na produção do DCP foram incluídos e contemplados corretamente.

A obtenção da Carta de Aprovação (da sigla em inglês LoA – *Letter of Approval*) de cada Parte envolvida na atividade de projeto é um passo condicionante para que o projeto possa passar à etapa de registro. As cartas serão concedidas pela Autoridade Nacional Designada do país anfitrião e caso não seja um “projeto unilateral”, das Partes dos participantes do projeto (MCT, 2009a).

III.4.3 – Registro

Após a obtenção da Carta de Aprovação, a EOD deve encaminhar ao Conselho Executivo um formulário preenchido de solicitação de registro contendo em anexo o DCP e uma série de outros documentos necessários para o processo como, por exemplo, o relatório de validação (MCT, 2009a).

III.4.4 – Monitoramento

É nesta etapa que ocorre o processo de coleta e armazenamento de dados necessários para o cálculo das reduções de emissões dos GEE, ou do aumento das remoções de CO₂, de acordo com a metodologia de linha de base e monitoramento da atividade de projeto. Cabe aos participantes do projeto executar tais atividades conforme o plano de monitoramento determinado no DCP registrado. Esse monitoramento será checado posteriormente pela EOD na próxima fase que é a verificação e certificação (MCT, 2009a).

III.4.5 – Verificação e Certificação

A periodicidade da verificação/certificação fica a critério dos proponentes do projeto. Evidentemente existe um custo associado ao processo de verificação e os proponentes do projeto devem decidir em que momento a verificação é mais adequada.

O primeiro passo é dado pela Entidade Operacional Designada (EOD) contratada, que irá enviar o Relatório de Monitoramento elaborado pelos proponentes do projeto para que o Secretariado o disponibilize para o público no site da Convenção. Com esse conteúdo tornado público, a EOD verificará se as reduções de emissões de GEE monitoradas realmente ocorreram como resultado da atividade de projeto do MDL.

A certificação é a etapa posterior à verificação e consiste na garantia escrita pela EOD de que, durante o período de tempo declarado no Relatório de Monitoramento, uma atividade de projeto atingiu a redução de emissões de GEE ou remoções de CO₂. Confere também à EOD divulgar imediatamente o Relatório de Certificação aos participantes do projeto às Partes envolvidas, ao Conselho Executivo e ao público (MCT, 2009a).

III.4.6- Emissão das RCEs

O Relatório de Certificação incluirá uma solicitação da EOD para que o Conselho Executivo emita o montante de RCEs correspondente ao total de emissões reduzidas (ou removidas no caso de projetos de florestamento e reflorestamento) e certificadas.

Após o Conselho Executivo aprovar o Relatório de Certificação, tenha este passado por revisão ou não, as RCEs serão emitidas para a conta pendente do Conselho Executivo no Registro do MDL. O site da Convenção deve tornar públicas as emissões das RCEs. Somente então o ponto focal da atividade de projeto poderá requerer a transferência destas Reduções Certificadas de Emissões para uma conta no Registro do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo; ou em algum Registro Nacional (MCT, 2009a). A Figura III.2 apresenta o ciclo de um projeto de MDL.

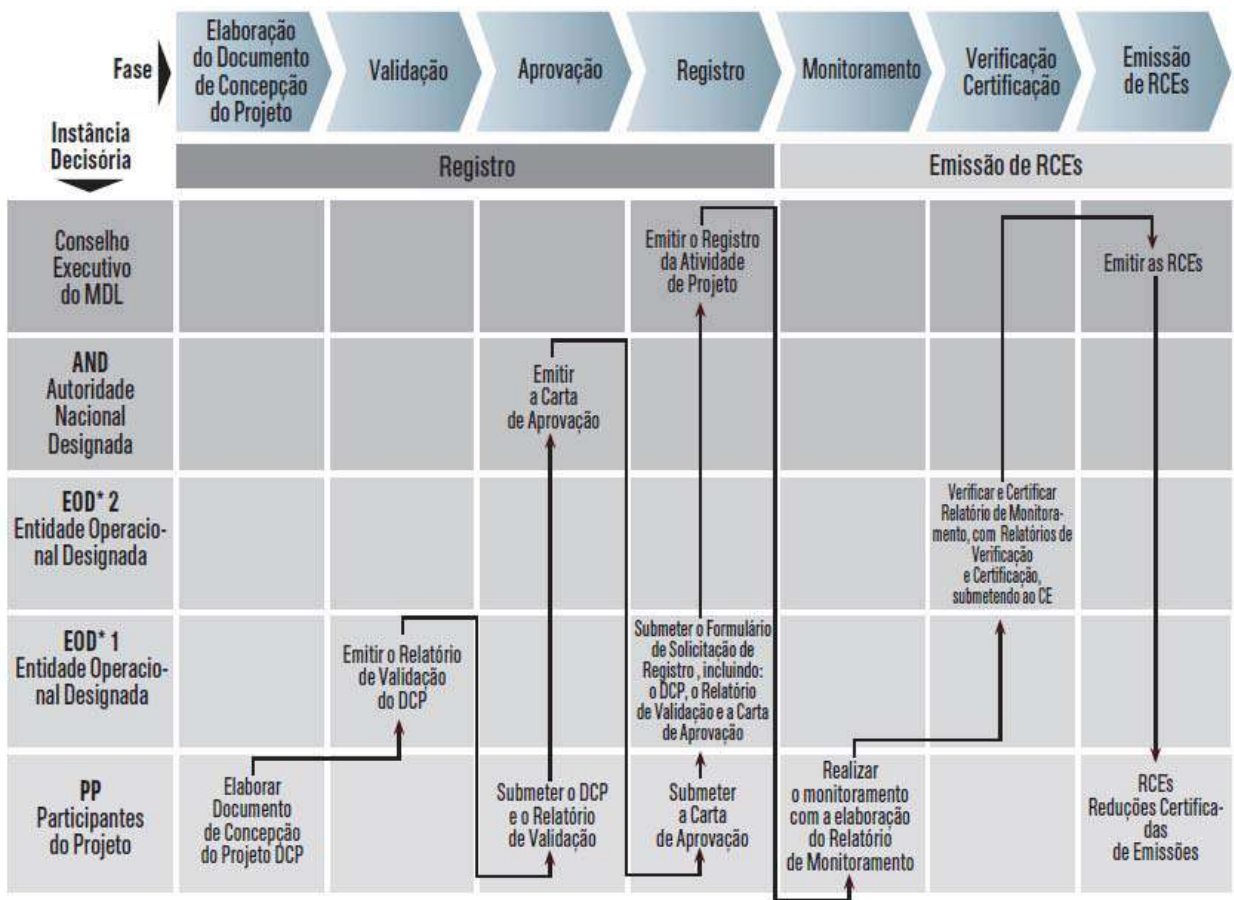


Figura III.2 - Ciclo de um projeto de MDL (MCT, 2009a).

III. 5 - Análises de MDL no Âmbito Mundial e no Brasil

Nesse tópico foram feitas análises de dados publicados pela CQNUMC e pelo MCT de modo a obter um panorama mundial dos projetos de MDL e conhecer tendências futuras. É importante destacar que esses dados são constantemente atualizados e esta análise é função do período de acesso às informações.

Como abordado no capítulo anterior, um projeto de MDL passa por um ciclo de validação, aprovação e registro. No banco de busca da CQNUMC os projetos podem ser encontrados de acordo com nove “status”: registrados, em pedido de registro, pedido de revisão, sob revisão, correções seguindo pedido de revisão, correções seguindo revisão, correções mínimas seguindo pedidos de revisão e rascunho. Até a data da consulta, 16 de agosto de 2009, havia um total de 1765 projetos registrados no Conselho Executivo de MDL. Desses projetos, 160 localizam-se no Brasil (UNFCCC, 2009c). Na Figura III.3, pode-se verificar que o Brasil é o terceiro país em números de projetos registrados no Conselho Executivo de MDL com 9% do total de projetos registrados. A China ocupa a primeira colocação com 608 projetos, seguida da Índia com 450. Na Figura III.3 também se observa que apenas esses dois países correspondem a aproximadamente 60% do total de projetos registrados. Os países responsáveis por menos de 2% do total de projetos foram agrupados na categoria Outros.

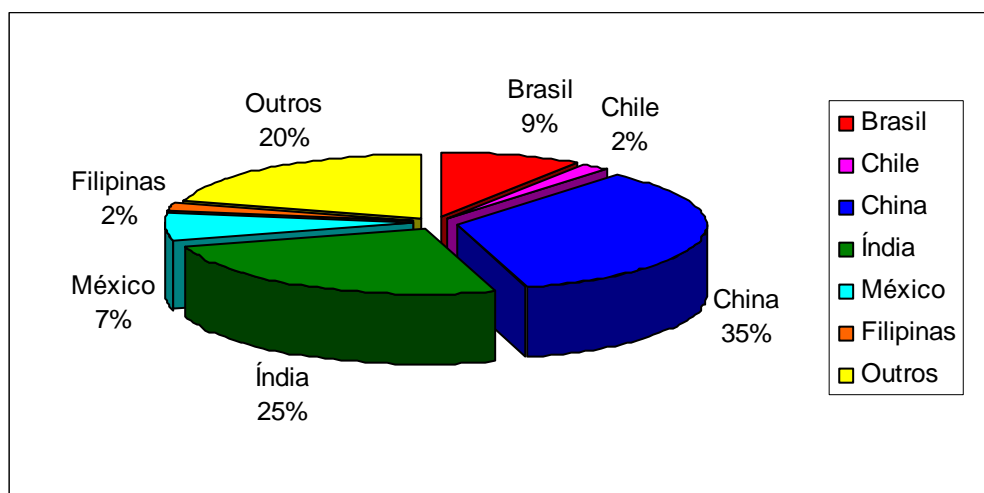


Figura III.3 – Projetos registrados no Conselho Executivo de MDL por país anfitrião. Fonte: Elaboração própria adaptado de UNFCCC, 2009b.

Esses projetos registrados geram RCEs para os países em desenvolvimento que, posteriormente podem vender essas reduções para países que possuem metas no Tratado de Quioto. Na Tabela III.3, encontram-se os dez países com maiores médias

anuais de RCEs. Na Figura III.4, verifica-se que a China é responsável por mais de 50% do total de RCEs. O Brasil se situa na terceira posição nas RCEs. Na Figura III.4 agrupou-se na categoria Outros os países com menos de 2% do total de reduções médias anuais.

Tabela III.3 – RCEs médias anuais por projetos de MDL em países em desenvolvimento (UNFCCC, 2009c).

País	Reduções Médias Anuais (toneladas de CO ₂ equivalente)
China	183.250.137
Índia	35.995.827
Brasil	20.700.475
Coréia do Sul	14.831.547
México	8.815.200
Chile	4.629.231
Argentina	4.131.638
Nigéria	4.123.669
Indonésia	3.501.026
Malásia	3.459.905

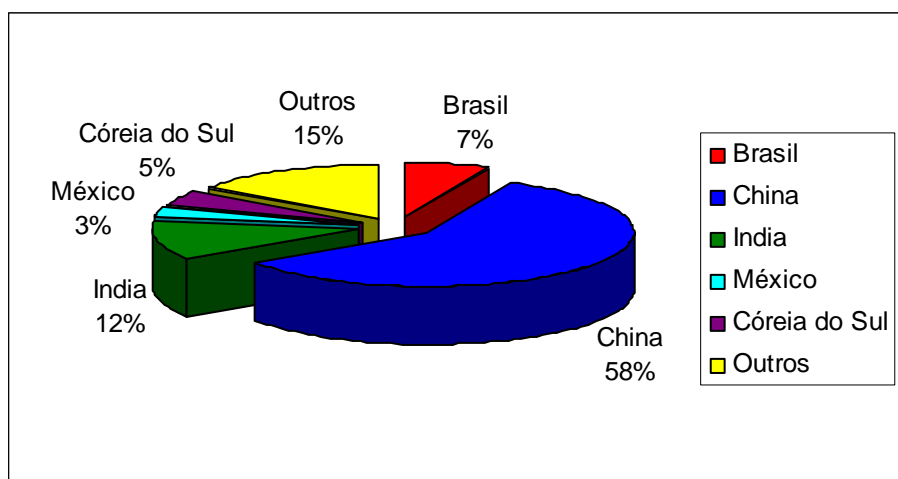


Figura III.4 – RCEs médias anuais de projetos registrados por país anfitrião. Fonte: Elaboração própria adaptado de UNFCCC, 2009b.

Dentro desse universo de projetos, cabe ressaltar que o primeiro projeto brasileiro registrado no Conselho Executivo de MDL foi do aterro sanitário Nova Gerar no Rio de Janeiro (NOVAGERAR, 2009). Nas Figuras III.5 e III.6, verifica-se a distribuição desses projetos registrados por ano no âmbito mundial e no Brasil, respectivamente. Constata-se na Figura III.5 que o ano de 2009 já é o que apresenta maior número de projetos apesar

dos meses restantes para seu término. Também é importante comentar que o surgimento da crise econômica mundial no fim de 2008 poderia ter acarretado um menor número de projetos registrados em 2009, o que não foi observado no âmbito mundial. Porém, na Figura III.6 é visível um decréscimo do número de projetos registrados pelo Brasil até agosto de 2009.

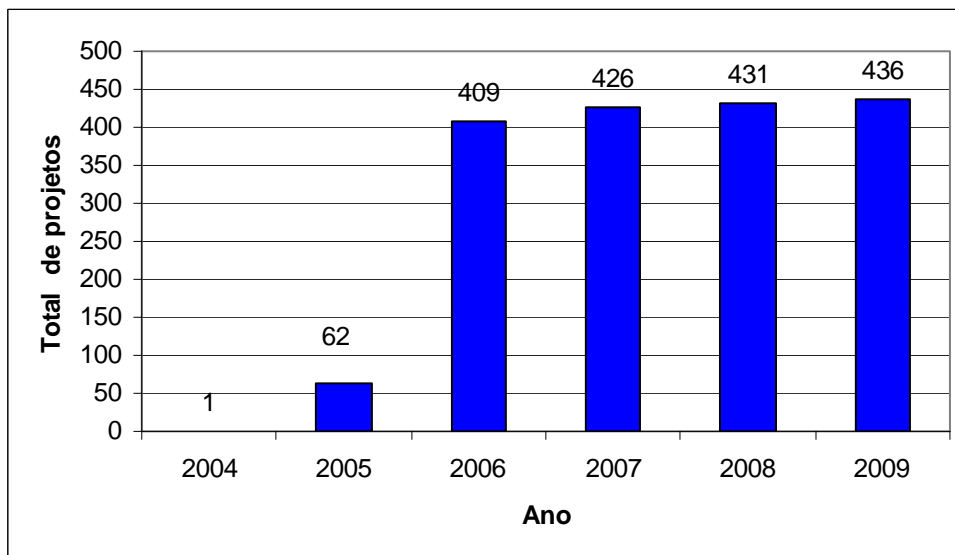


Figura III.5 – Total de projetos registrados por ano no Conselho Executivo de MDL. Fonte: Elaboração própria adaptado de UNFCCC, 2009c.

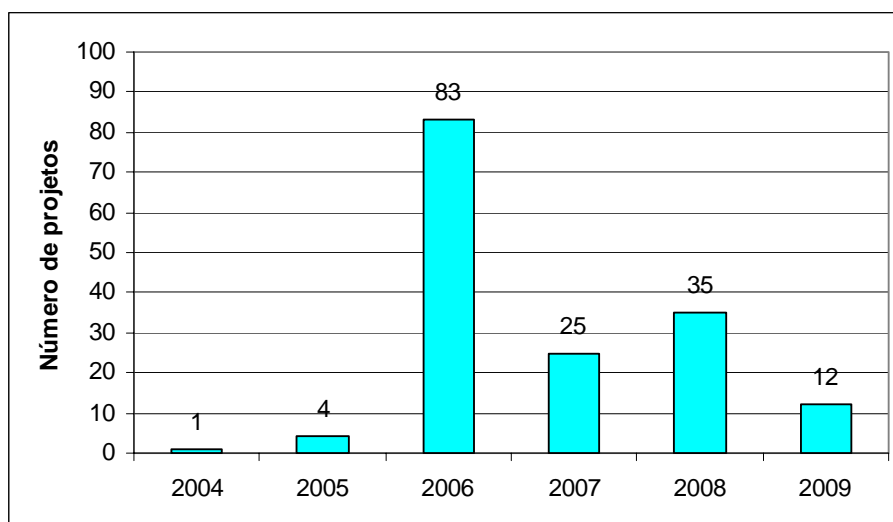


Figura III.6 - Projetos localizados no Brasil registrado por ano no Conselho Executivo de MDL. Fonte: Elaboração própria adaptado de UNFCCC, 2009c.

Para projeção de um cenário futuro foram analisados os pedidos de registro de RCEs. A Tabela III.4 mostra os cinco países com maiores pedidos de registro de RCEs. A Figura III.7 mostra a distribuição dos pedidos de registro por país. Nessa Figura,

observa-se que China é a primeira em pedido e com isso, possivelmente, continuará sendo o país com maior média anual de RCEs. O mesmo acontece com a Índia, que ocupa a segunda posição em RCEs médias anuais e por ocupar a mesma posição nos pedidos de RCEs deve permanecer na segunda colocação. Entretanto, há uma inversão entre Coréia do Sul e Brasil. Atualmente, o Brasil é o terceiro país com maior média anual de RCEs, seguido da Coréia do Sul, mas em termos de pedidos de registros de RCEs a Coréia do Sul já ultrapassou o Brasil. Dessa forma, o Brasil pode em breve cair para a quarta colocação em pedidos de registros de RCEs.

Tabela III. 4 - Total de pedidos de RCEs por país anfitrião no Conselho Executivo de MDL (UNFCCC, 2009b).

País	Pedidos de RCEs (toneladas de CO ₂ equivalente)
China	145.904.931
Índia	69.041.605
Coréia do Sul	43.021.219
Brasil	33.557.632
México	5.842.658
Outros	20.747.539

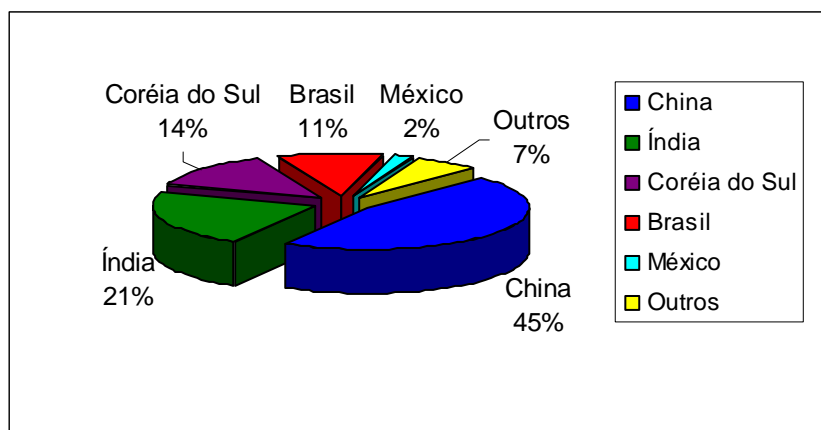


Figura III.7 – Pedidos de RCEs por país anfitrião no Conselho Executivo de MDL. Fonte: Elaboração própria adaptado de UNFCCC, 2009b.

A justificativa para a enorme quantidade de projetos e RCEs da China e Índia é observada por suas matrizes de consumo energético em conjunto com uma alta taxa de crescimento econômico. Esses países se apóiam economicamente em combustíveis fósseis, carvão e petróleo. Como é ilustrado nas Figuras III.8 e III.9, o petróleo e o carvão representavam 90% e 84% do consumo energético da China e Índia, respectivamente, no

ano de 2006. A China é atualmente o maior produtor e consumidor de carvão do mundo além de ser o segundo maior consumidor mundial de petróleo (EIA, 2009b,c). Os projetos com escopo setorial nas indústrias de energia e eficiência energética são os mais significativos na totalidade de registros no Conselho Executivo. Dessa forma, esses países encontram maior facilidade em reduzir emissões através de diversificação das fontes de energia como, por exemplo, de hidrelétricas em substituição a termoelétricas. O mesmo não se aplica ao Brasil devido às emissões de CO₂ no setor energético serem pequenas, devido à maior parte da eletricidade ser proveniente de centrais hidrelétricas. Na Figura III.10, observa-se que o Brasil possui uma matriz de consumo energético "limpa", o que torna menos significativo em magnitude suas reduções nesse setor quando comparadas a da Índia e China. Os maiores emissores de CO₂ no Brasil são os setores industriais, de transporte e durante os meses de agosto a outubro, as queimadas na região Amazônica (PROCÓPIO, 2008). A Figura III.11 mostra que a economia da Coréia do Sul também se apóia no carvão e petróleo, mas diferencia-se da China e Índia pelo uso significativo de energia nuclear.

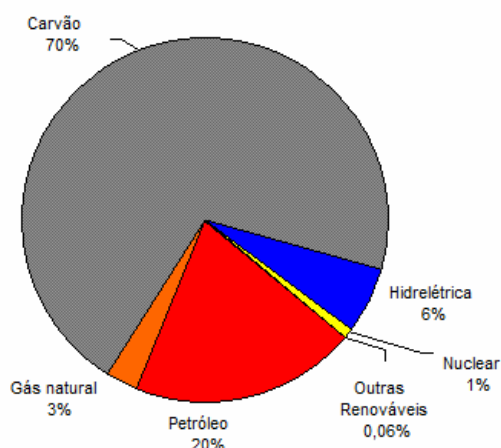


Figura III.8 – Consumo total de energia por tipo na China no ano de 2006 (EIA, 2009b).

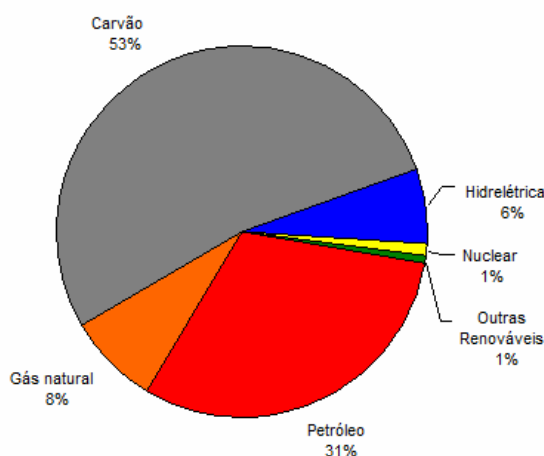


Figura III.9 - Consumo total de energia por tipo na Índia no ano de 2006 (EIA, 2009c).

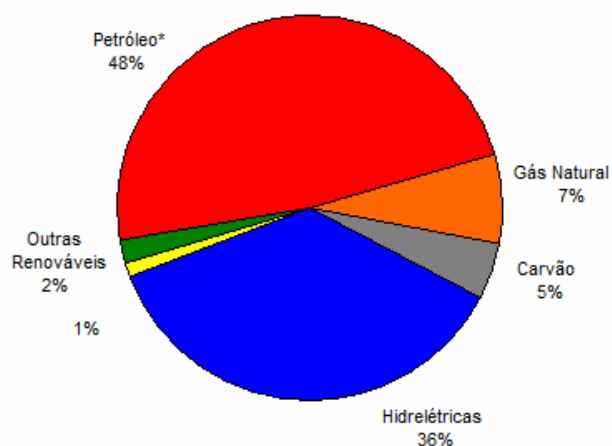


Figura III.10 - Consumo total de energia por tipo no Brasil no ano de 2005 (EIA, 2009a).

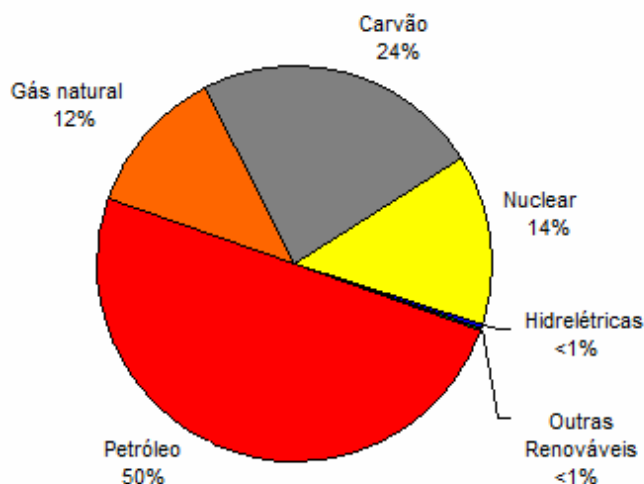


Figura III.11 - Consumo total de energia por tipo na Coreia do Sul no ano de 2006 (EIA, 2009d).

As emissões de CO₂ são usadas como indicadores de desenvolvimento mundial, e estão desigualmente distribuídas nas diferentes regiões do mundo, sendo mais altas nos países desenvolvidos do Hemisfério Norte. Na Figura III.12 encontram-se as emissões totais do Brasil, China, Coreia do Sul, Índia e EUA em 2005. As emissões estão diretamente relacionadas à matriz energética e ao setor industrial. As emissões da China são quase equivalentes as dos EUA, o que reflete o imenso crescimento industrial da China na última década. A Índia também apresenta um forte crescimento industrial, o que resulta na grande quantidade de emissões de CO₂. No ano de 2006, a indústria química

Na Figura III.10 a fração Petróleo do gráfico em torta inclui o álcool combustível.

da Índia era a décima colocada no ranking de faturamento líquido mundial (WORLD BANK, 2009; PROCÓPIO, 2008; ABIQUIM, 2009).

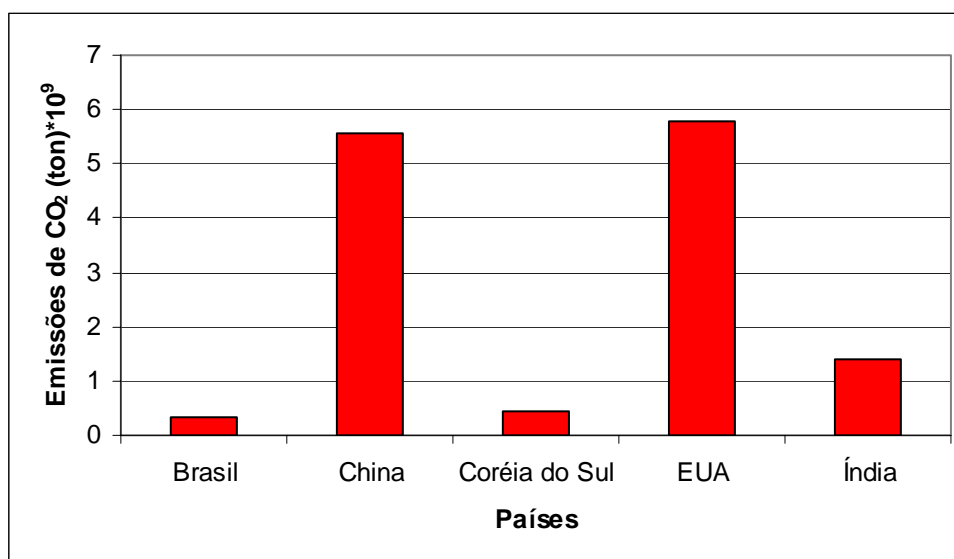


Figura III.12 – Comparações de emissões de CO₂ entre Brasil, China, Coréia do Sul, EUA e Índia em 2005. Fonte: Elaboração própria adaptado de WORLD BANK, 2009.

As atividades de projeto são divididas em pequena e larga escala. Os Acordos de Marraqueche estabeleceram as definições para atividades de projetos de pequena escala (MCT, 2009a). Posteriormente essas definições sofreram modificações e hoje as atividades de pequena escala se definem como:

- Tipo I: atividades de projeto de energia renovável com capacidade máxima de produção equivalente até 15 megawatts (ou uma equivalência adequada);
- Tipo II: atividades de projeto de melhoria da eficiência energética, que reduzam o consumo de energia do lado da oferta e/ou da demanda, até o equivalente a 60 gigawatt/hora por ano (ou uma equivalência adequada);
- Tipo III: outras atividades de projeto limitadas àquelas que resultem em reduções de emissões menores ou iguais a 60.000 toneladas de dióxido de carbono equivalente por ano (MCT, 2009a).

As outras atividades são classificadas, então, como atividades de projeto de larga escala.

Essa distinção é muito importante no ciclo de registro do projeto. Como a estrutura do MDL foi criada inicialmente para projetos de grande porte, buscou-se simplificar os procedimentos para viabilizar projetos de pequena escala. Foram

elaborados procedimentos e modalidades simplificados aplicáveis a projetos denominados de pequena escala no COP 8 em 2002 (MCT, 2009a).

No âmbito mundial a maioria das atividades de projeto desenvolvidas é de larga escala como pode ser observado na Figura III.13. O Brasil segue a mesma divisão mundial, apresentando mais projetos de larga escala, Figura III.14.

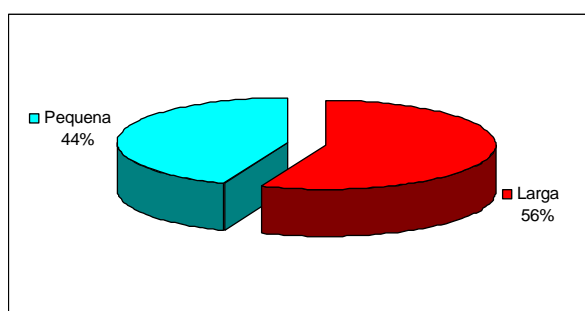


Figura III. 13 - Escala dos projetos registrados no Conselho Executivo de MDL. Fonte: Elaboração própria adaptado de UNFCCC, 2009b.

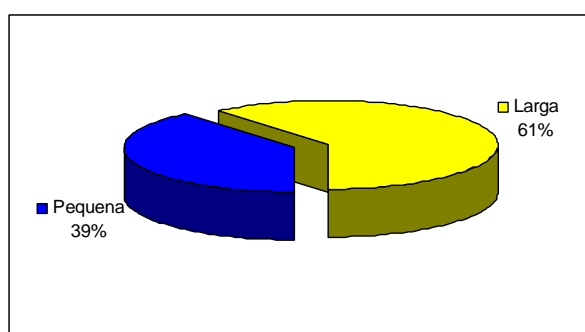


Figura III.14 - Escala dos projetos registrados pelo Brasil no Conselho Executivo de MDL. Fonte: Elaboração própria adaptado de UNFCCC, 2009c.

A Figura III.15 mostra os projetos aprovados pela Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima (CIMGC) por escopo setorial. A CIMGC é a autoridade nacional designada do Brasil.

Quase a metade dos projetos no Brasil é no setor de energia renovável. Isso reflete nossa matriz energética limpa e a base agrícola do país. O setor de manejo de dejetos aparece com 20% dos projetos seguido do setor de resíduos com 15%.

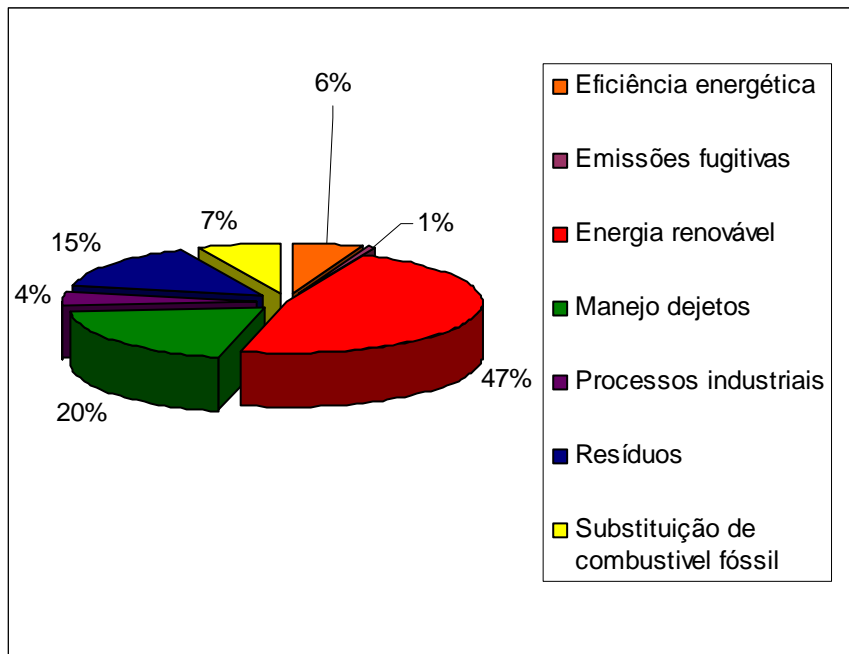


Figura III.15 - Projetos de MDL aprovados pela CIMGC organizados por escopo setorial. Fonte: Elaboração própria adaptado de MCT, 2009b.

Capítulo IV – Mercado de Carbono

O termo “mercado de carbono” refere-se aos sistemas de negociações de unidades de reduções de emissões de GEEs. Como abordado anteriormente, essa unidade é a RCE que representa a remoção ou a não-emissão de uma tonelada métrica equivalente de CO₂. Esse mercado funciona através da comercialização desses certificados de redução de GEEs em bolsas de valores, fundos ou através de *brokers* (agentes mediadores entre compradores e vendedores). Nessas instituições financeiras, os países desenvolvidos, com compromissos de redução da emissão desses gases, podem comprar créditos derivados dos mecanismos de flexibilização do Tratado de Quioto (SSP Reciclagem, 2009).

O mercado de carbono é bem diversificado e de uma forma geral se classifica em mercados em linha com o Tratado de Quioto e mercados “voluntários” ou também chamados de “não-Quioto”. No primeiro caso, o objetivo principal da negociação dos créditos é facilitar o abatimento das metas dos países do anexo B do tratado. Já no segundo caso, a negociação relaciona-se fundamentalmente ao abatimento de metas estabelecidas voluntariamente por empresas ou governos locais, fora do Tratado de Quioto (BM&FBOVESPA, 2009).

Dessa forma, nesses mercados de carbono é possível a transação de compra e venda de créditos gerados por projetos de redução de emissões como, por exemplo, projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo e projetos de implementação conjunta e/ou de permissões (BMF&BOVESPA, 2009).

No mercado de Quioto, o caminho até a venda de créditos de carbono requer um longo tempo e alto investimento. Nesse sentido, um projeto pode levar de dois a quatro anos até ser concluído por uma grande empresa. Para isso, as empresas desembolsam entre 40.000 e 200.000 dólares. Em compensação, o valor da venda de créditos pode superar em até três vezes o investimento para sua realização. Além disso, a iniciativa em geral reduz custos como, por exemplo, o reaproveitamento de gases antes lançados na atmosfera como combustível em fornos industriais. Essa redução de emissões também serve como marketing, pois valoriza a imagem da empresa (GONÇALVEZ, 2007).

Os preços das RCEs, como em qualquer outro negócio, são dependentes dos riscos que o comprador pretende assumir. De uma forma geral, quanto maior o risco, maior pode ser o valor de retorno. Nesse contexto, há uma distinção das RCEs em primárias e secundárias. As RCEs primárias são aquelas adquiridas diretamente de quem desenvolveu o projeto de redução de emissões. Os riscos relacionados ao projeto, como por exemplo, a entrega ou não dos créditos, são divididos em uma negociação entre o

comprador e o vendedor. Por exemplo: um comprador que decide assumir mais riscos pagará um valor menor pela RCE ou vice-versa. As RCEs secundárias, por outro lado, são aquelas adquiridas de uma empresa que comprou as RCEs primárias de um desenvolvedor de projeto. Estas empresas normalmente possuem um portfólio com créditos vindos dos mais variados projetos. Neste caso a empresa que vende assume todos os riscos (BM&FBOVESPA, 2009).

IV.1 – Mercado Voluntário

O mercado voluntário apresenta um relatório anual para informar a situação e as tendências do setor. O relatório mais recente foi divulgado em maio de 2009 com o título *Fortifying the Foundation: State of the Voluntary Carbon Markets 2009*. Esse relatório pesquisou mais de 190 acionistas, negociadores, empresas de registro de créditos e bolsas de valores do mercado voluntário. Esse levantamento consistiu na maior base de dados realizada no setor. Nesse documento, consta que foram negociadas 123 milhões de toneladas de dióxido de carbono em 2008, o que somou mais de US\$ 705 milhões. Esse número representa um “boom” de crescimento da área apesar da crise financeira no fim de 2008. Em 2006, o mercado não-Quito movimentou US\$99 milhões e em 2007 cresceu para US\$ 331 milhões. Uma justificativa plausível para esse aumento foi o “boom” verde que ocorreu nas empresas norte-americanas (Carbono Brasil, 2009).

O relatório *Fortifying the Foundation: State of the Voluntary Carbon Markets 2009* dividiu os volumes de créditos das negociações durante o ano de 2008 por tipo de projeto em: hidroelétricos, aterros sanitários, energias renováveis, florestamento/reflorestamento, seqüestro geológico, eficiência energética, biomassa, metano na agricultura e outros (emissões fugitivas, desmatamento evitado, plantação, manejo florestal). Os projetos localizam-se nas seguintes regiões: 45% na Ásia, 28% nos Estados Unidos, 15% no Oriente Médio, 4% na América Latina e Caribe, 4% na Austrália/Nova Zelândia e 4% no restante do mundo.

É importante destacar que quase 50% dos projetos voluntários localizam-se na Ásia. Isso também ocorre com os projetos do mercado de Quito. Os países anfitriões da maior parte desses projetos são a Índia e a China, que apresentam altas taxas de crescimento econômico, além de uma matriz energética propícia à substituição de combustíveis fósseis por fontes renováveis. Em segundo lugar, encontram-se os Estados Unidos, que não ratificaram o Tratado de Quito e, por isso, não podem participar do mercado de reduções obrigatórias. Essa ausência de um mercado compulsório nos

Estados Unidos justifica o porquê do país apresentar a maior demanda (39%) e a maior oferta (28%) dos créditos em 2008.

No mercado não-Quoto, as empresas privadas são os principais “consumidores”, representando 66% dos compradores em volume. Entretanto, um ponto negativo é que uma das principais motivações para entrar nessas negociações é a busca de lucro. Para isso, as empresas privadas compram os créditos para revenda, o que cria especulações no mercado. Entretanto, o número de especuladores está decrescendo: em 2009 apenas 29% do mercado comprou créditos como investimento. Em 2007, foram 55% dos compradores e 31% em 2008.

IV.2 - Bolsa do Clima de Chicago (CCX)

Os Estados Unidos foram o primeiro país a criar uma bolsa para vender créditos de carbono. A Bolsa de Clima de Chicago (*Chicago Climate Exchange - CCX*) foi lançada em 2003 e foi o primeiro sistema de “*cap and trade*” da América do Norte e do mundo. A expressão “*cap and trade*” é usada para denominar um mecanismo de mercado que cria limites para as emissões de gases de um determinado setor ou grupo (Carbono Brasil, 2009).

A CCX é uma plataforma auto-reguladora, ou seja, é designada e governada por seus próprios membros. Além disso, estabelece suas regras neste mercado, define linhas de base, estabelece e monitora as emissões, define quais créditos são elegíveis e desenvolve leilões.

Como em qualquer mercado não-Quoto, os membros assumem voluntariamente o compromisso de reduzir as emissões de GEEs através de um acordo legal. As empresas que possuem mais emissões do que o total convencionado são obrigadas a comprar uma quantidade suficiente de permissões para ficar dentro dos limites. As empresas que ficarem abaixo das metas de emissão podem vender permissões. Essa compra de permissões ocorre por compra de contratos CFI, *Carbon Financial Instrument* (Carbono Brasil, 2009).

Como foi explicado anteriormente, a CCX é um sistema “*cap and trade*” em que seus membros assumem um compromisso de redução de emissões legalmente. Essas reduções são realizadas por limites de “permissões” de emissões para seus membros de acordo com uma linha de base. Essas permissões estão em conformidade com uma programação de redução de emissões da CCX. Por exemplo, os membros que reduzem

suas emissões além de suas metas têm permissões positivas para vender ou guardá-las, já aqueles que não cumprem suas metas devem comprar contratos CFI.

Na fase I, os membros assumem compromissos de redução de emissões de 1% por ano, para um total de redução de 4% abaixo da linha de base. Na fase II, os membros se comprometem a diminuir emissões de modo que no ano de 2010 suas reduções de emissões estejam no mínimo 6% abaixo da linha de base. Isso está ilustrado na Figura IV.1 e detalhado na tabela IV.1.

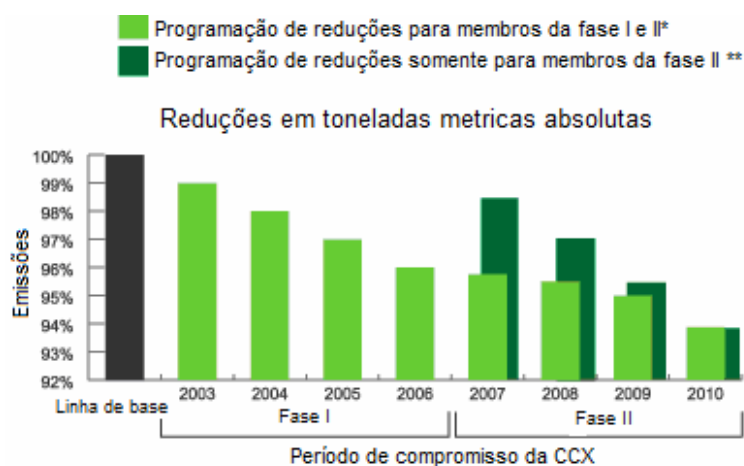


Figura IV.1 – Compromissos de reduções de emissões nas fases I e II pelos membros da Bolsa de Clima de Chicago (CCX, 2009d).

Tabela IV.1 - Percentual de reduções por ano para membros da fase I e II e somente da fase II.

Ano	Membros da fase I e fase II	Somente membros da fase II
2003	1% abaixo da linha de base	--
2004	2% abaixo da linha de base	--
2005	3% abaixo da linha de base	--
2006	4% abaixo da linha de base	--
2007	4,25% abaixo da linha de base	1,5% abaixo da linha de base
2008	4,5% abaixo da linha de base	3% abaixo da linha de base
2009	5% abaixo da linha de base	4,5% abaixo da linha de base
2010	6% abaixo da linha de base	6% abaixo da linha de base

Fonte: CCX, 2009d.

Os tipos de projetos registrados na Bolsa do Clima de Chicago são: 30% de minas de carvão, 15% de solo na agricultura, 22% de atividades florestais, 13% de energias renováveis, 7% aterros sanitários e 6% de eficiência energética.

A Bolsa de Clima de Chicago surgiu como um caminho alternativo para as empresas que não conseguem aprovar seus projetos pelas regras estabelecidas em Quioto. O caminho para entrar nesse mercado costuma ser menos árduo do que as etapas de ingresso no MDL. Na CCX, o processo leva em média um ano, metade do tempo consumido no mercado regido por Quioto. O custo total do projeto também tende a ser mais baixo, com um teto de 100.000 dólares frente aos 200.000 dólares no caso do mercado europeu que segue Quioto (GONÇALVEZ, 2007).

A principal desvantagem é que por ser um mercado de adesão voluntária, os preços em Chicago são muito mais baixos em comparação ao mercado obrigatório. Entretanto, é uma boa opção para empresas que tem tradicionalmente seus projetos recusados como as das áreas de papel e celulose como, por exemplo, Klabin e Aracruz. Isso ocorre porque os projetos de reflorestamento apresentam dificuldade na aprovação pelo Conselho Executivo de MDL. Esse tipo de projeto deve ter no mínimo três mil hectares e é preciso provar que a área reflorestada estava degradada de 1989 até hoje. No caso de reflorestamentos já ocorridos, o projeto não apresenta a adicionalidade, pois o reflorestamento já existia na ausência do projeto (Carbono Brasil, 2009).

Em outubro de 2005, a Aracruz submeteu uma metodologia para defender a redução de emissões causada pela mudança no sistema de transporte de matéria-prima, que foi rejeitado. Nesse caso, deixaria de ser feito por caminhões e passaria para navios. Esse projeto levou um ano e meio de estudos e custou à companhia 100.000 dólares. Em casos como esse, a Bolsa de Clima Chicago funciona como uma segunda opção, pois seus critérios de aprovação são mais flexíveis. Além disso, os projetos de reflorestamento são aceitos na CCX. Nesse sentido, diminui as barreiras de entrada no setor, pois a rejeição de projetos pelo Conselho Executivo do MDL após um alto investimento e tempo poderia intimidar as empresas a se arriscar no setor. Com a bolsa de Clima de Chicago como “válvula de escape” essas empresas podem se sentir mais seguras a investir nesses projetos.

Nas Figuras IV.2 e IV.3 é possível verificar o histórico de preços da Bolsa de Clima de Chicago. A Figura IV.2 correlaciona preços e volumes negociados por data. A Figura IV.3 mostra o histórico de preços de dezembro de 2003 a agosto de 2009 por *vintage*. Os *vintages* podem ser considerados “safras” de um determinado ano, por exemplo, o *vintage* de 2003 é a quantidade de CO₂ que deixou de ser emitido em 2003. As negociações das reduções são feitas por *vintage*. Na Figura IV.3, verifica-se que os

preços dos *vintages* são praticamente iguais e, por isso, o ano do *vintage* não é um fator que influencie as cotações. Nas Figuras IV.2 e IV.3, destaca-se a forte queda nos preços da tonelada de CO₂ no fim de 2008. Nesse mesmo ano, a tonelada de CO₂ equivalente atingiu o maior preço histórico de U\$7,40 em 30 de maio. Porém, a forte recessão econômica nos últimos meses de 2008 derrubou drasticamente os preços. Em 31 de agosto de 2009, a cotação fechou em U\$0,25 e U\$0,20 dependendo do ano do *vintage*.

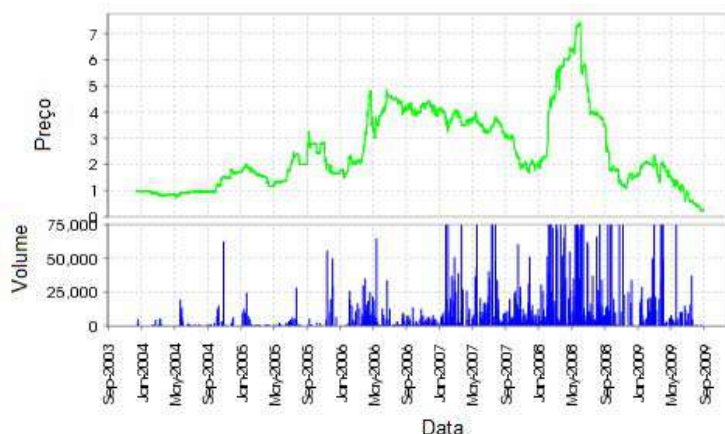


Figura IV.2: Preços e volumes negociados na Bolsa de Clima de Chicago de dez. de 2003 a ago. de 2009 (CCX, 2009a).

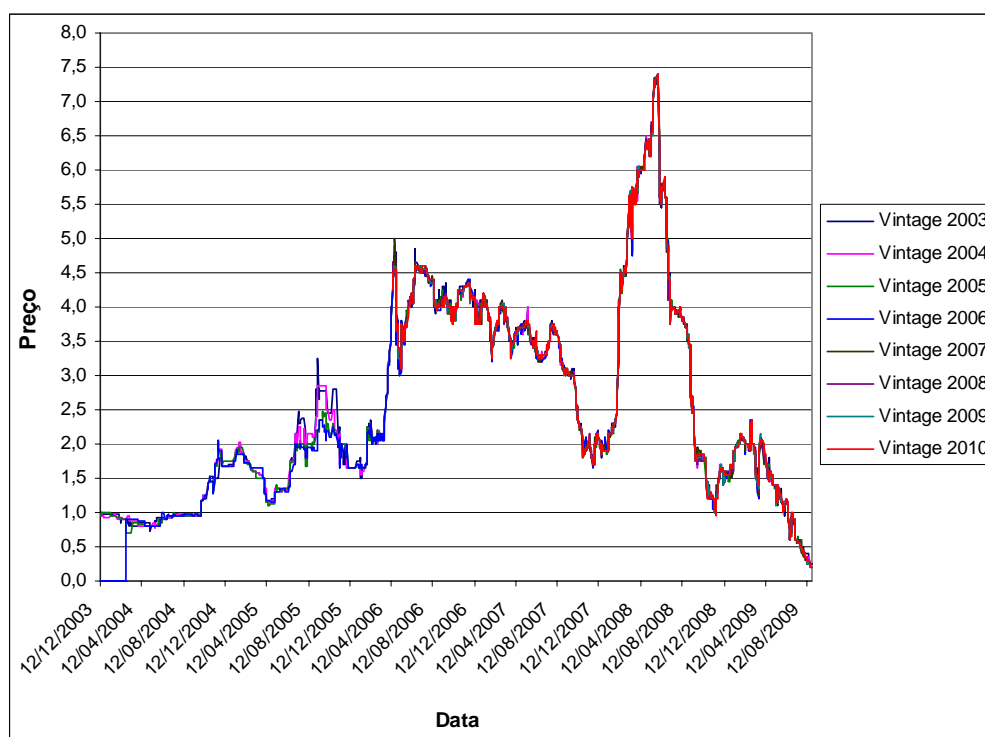


Figura IV.3 – Histórico de preços dos contratos CFI na Bolsa de Clima de Chicago por *vintage* de dez. de 2003 até ago. de 2009 (CCX, 2009a).

Na Tabela IV.2 pode-se verificar as cotações no dia 31 de agosto de 2009. Também se observa que num mesmo dia há preços diferenciados. Isso ocorre por que na plataforma eletrônica da Bolsa de Clima de Chicago cada "vendedor" (empresa que possui créditos de carbono) oferta seu preço pela tonelada e o "comprador" (a empresa que pretende comprar as reduções de emissões) avalia se é interessante a compra ou não. É importante ressaltar que o regulamento da bolsa impossibilita o comprador de saber de que grupo/empresa está comprando. Caso contrário, empresas concorrentes poderiam manipular a compra e venda no mercado. Dessa forma, o preço da tonelada varia de acordo com o que o vendedor oferece e com o que o comprador está disposto a pagar. Isso é semelhante à lei de procura e oferta presente nos demais mercados, por isso, o preço não é fixo. Na tabela IV.2 também se verifica que os vendedores da maioria dos *vintages* não ofertaram créditos, o que pode ser plenamente justificável pela queda dos preços. Os vendedores podem optar por não ofertar seus créditos ou dividi-los em dias diferentes para conseguir um preço melhor para seus créditos. Na tabela IV.3 pode-se observar o balanço de transações do mês de agosto de 2009 para cada *vintage*.

Tabela IV.2: Contratos CFI do mês 31 ago. 2009.

Produto (Product)	"Vintage"	Abertura (Open)	Alta (High)	Baixa (Low)	Encerramento (Close)	Variação (Change)	Volume (tonelada métrica)
CFI	2003	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,25	-	0
CFI	2004	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,25	-	0
CFI	2005	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,20	-	0
CFI	2006	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,20	-	0
CFI	2007	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,20	-	0
CFI	2008	\$0,25	\$0,25	\$0,25	\$0,25	0,05	3.400
CFI	2009	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,20	-	0
CFI	2010	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,25	0,05	0
Volume Total Comercializado Eletronicamente (Total Electronically Traded Volume)							3.400

Fonte: CCX, 2009b.

Tabela IV.3 : Contratos CFI do mês de agosto de 2009.

Produto (Product)	“Vintage”	Alta (High)	Baixa (Low)	Encerramento (Close)	Varição (Change)	Volume (tonelada métrica)
CFI	2003	\$0,45	\$0,25	\$0,25	-	2.100
CFI	2004	\$0,40	\$0,25	\$0,25	-	5.000
CFI	2005	\$0,40	\$0,20	\$0,20	-	78,800
CFI	2006	\$0,40	\$0,20	\$0,20	-	80.800
CFI	2007	\$0,40	\$0,20	\$0,20	-	114.100
CFI	2008	\$0,45	\$0,20	\$0,25	0,05	203.400
CFI	2009	\$0,40	\$0,20	\$0,20	-	108.100
CFI	2010	\$0,40	\$0,20	\$0,25	0,05	77.900
Volume Total Comercializado Eletronicamente (Total Electronically Traded Volume)						670.200

Fonte: CCX, 2009c.

IV.3 - Bolsa de Clima Européia (ECX)

A Bolsa de Clima Européia (*European Climate Exchange - ECX*), lançada em 2005, é uma plataforma de negociação de créditos de carbono membro do grupo de empresas *Climate Exchange Plc*. O grupo está listado no mercado internacional da Bolsa de Valores de Londres, e integra também as Bolsas do Clima de Chicago (CCX) e de Futuros do Clima de Chicago (CCFE). Essa bolsa se distingue de bolsa de Chicago por se tratar de um mercado de Quioto, ou seja, negocia reduções obrigatórias.

Os contratos da ECX são negociados com exclusividade na *ICE Futures Europe*, a antiga Bolsa Internacional de Petróleo e hoje líder nas negociações de energia futuras e opções e a maior bolsa eletrônica de energia futura do mundo (ECX, 2009). *ICE Futures Europe* é um dos mais importantes mercados de commodities energéticas mundial e é uma divisão operacional da *ICE – Intercontinental Exchange*.

A ECX também atua no mercado de permissões, chamadas de EUA da sigla *European Union Allowances*. O mercado de permissões é o sistema de negociação mais apropriado aos países do Anexo B, pois se relaciona à fixação de limites sobre o total de emissões de GEEs dentro de determinada área geográfica. Por exemplo, o governo de um país do Anexo B estabelece limites máximos de emissões permitidas para os diversos setores industriais locais. Nesse contexto, as empresas têm permissão de negociar suas eventuais sobras com outras companhias necessitadas dessas permissões para o cumprimento de suas metas (BM&FBOVESPA, 2009).

Na ECX, os créditos de carbono são negociados através de contratos futuros baseados em reduções certificados de emissões pelo Conselho Executivo de MDL. Na consulta a base de dados da ECX pode-se verificar a cotação de contratos de RCE de dezembro de 2001 a dezembro de 2012, por exemplo. Na Figura IV.4, verifica-se o histórico de preços e volumes negociados nessa bolsa no período de março de 2008 agosto de 2009. A queda brusca dos preços nos últimos meses de 2008 é reflexo da crise econômica mundial que se iniciou em 2008. O preço da tonelada de CO₂, que ultrapassou 23 euros em julho de 2008, apresentava cotação em torno de 13 euros para os contratos futuros de 2009 a dezembro de 2012.

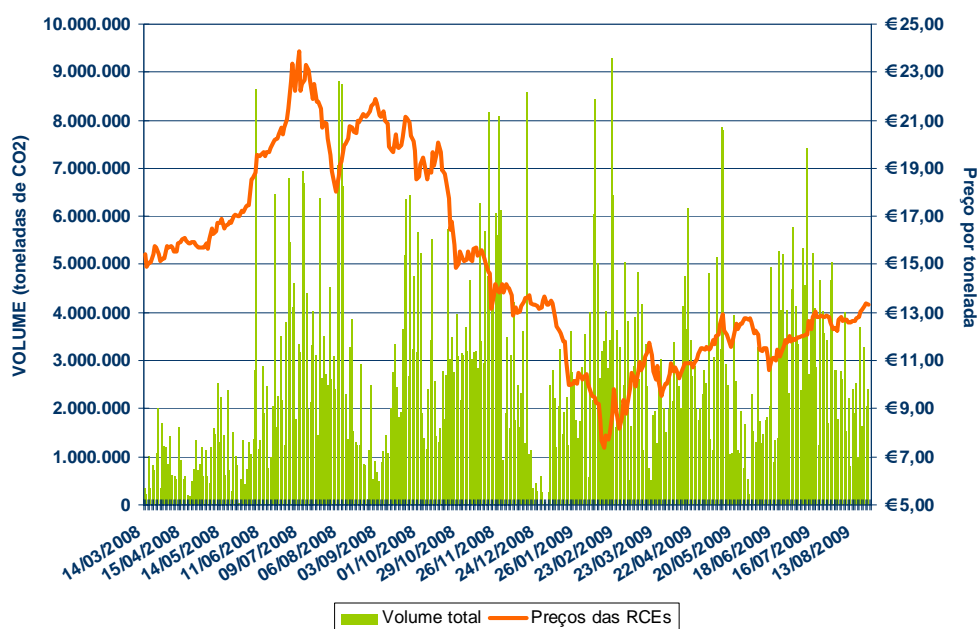


Figura IV.4 - Preço e Volume dos contratos da Bolsa de Clima Européia de 14 mar. 2008 a 24 ago.2009 (ECX, 2009).

IV.4 Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE)

O mercado brasileiro de redução de emissões (MBRE) corresponde ao conjunto de instituições, regulamentações, sistemas de registro de projetos e centro de negociação em processo de implementação no Brasil, pela BM&F/BVRJ, em convênio com o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), visando estimular o desenvolvimento de projetos de MDL e viabilizar negócios no mercado ambiental de forma organizada e transparente (BM&FBOVESPA, 2009).

Na primeira etapa, a RCE será negociada no mercado a vista, por meio do sistema eletrônico de leilões, desenvolvido pela BM&FBOVESPA para esse mercado. As regras de negociação e credenciamento dos participantes de cada leilão são divulgadas pela Bolsa por meio de editais publicados no *site* da BM&FBOVESPA antes da data de realização de cada leilão (BM&FBOVESPA, 2009).

A BM&FBOVESPA possui um banco de projetos para registro de informações relacionadas a projetos de MDL que já tenham sido validados por uma EOD ou que ainda estejam em fase de estruturação. Com isso, investidores qualificados e pré-cadastrados pela bolsa poderão divulgar suas intenções em adquirir créditos já gerados ou que estejam em processo de geração por projetos de MDL. Entre os proponentes de projetos encontram-se a Prefeitura de São Paulo e Plantar S.A. Planejamento Tec e Adm de Reflorestamento, por exemplo. O Banco Sumitomo Mitsui Brasileiro S.A. e RNK Capital LLC são exemplos de proponentes de intenções de compra (BM&FBOVESPA, 2009).

Em setembro de 2007, o MBRE realizou o primeiro leilão de créditos de carbono do mundo onde foram negociados os créditos do projeto Bandeirantes de captação de metano em aterro sanitário, ao preço de 16,20 euros por tonelada sendo arrecadado um total de R\$ 34 milhões (BM&FBOVESPA, 2009).

No primeiro trimestre de 2008, MDIC e a PricewaterhouseCoopers consultaram, empresas e entidades representativas para avaliar as percepções sobre o MDL e o mercado de carbono no Brasil. A pesquisa envolveu 136 organizações, entre empresas e instituições representativas, como associações e cooperativas. Cinquenta e nove por cento do universo da amostra engloba empresas com faturamento anual superior a R\$ 200 milhões, ou seja, empresas de grande porte, majoritariamente, dos setores de energia, agronegócio e papel e celulose.

Essa pesquisa mostrou que 52% das empresas conhecem o banco de projetos da BM&F. Entretanto, 48% das empresas não conhecem esse Banco. Isso está representado na Figura IV.5.

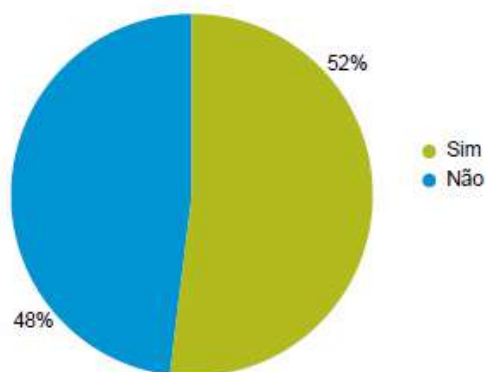


Figura IV.5 - Conhecimento sobre o Banco de Projetos e o Sistema de Carbono da BM&FBOVESPA de empresas de grande porte (MDIC, 2008).

No caso das instituições consultadas, apenas 24% das instituições têm conhecimento sobre Banco de Projetos e o Sistema de leilões de créditos de carbono da BM&F, o que se observa na Figura IV.6. Isso demonstra a importância de eventos para a divulgação desse instrumento.

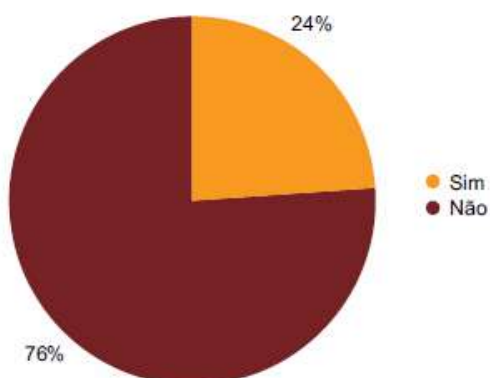


Figura IV.6 - Conhecimento sobre o MBRE das instituições como associações e cooperativas (MDIC, 2008).

Essa falta de conhecimento das empresas e instituições no mercado brasileiro de redução de emissões afeta o número de proponentes de projetos e de intenção de compra registrados no BM&FBOVESPA. Outra barreira para esse mercado é que grande parte das transações ainda é feita pelo antigo sistema de contratos de balcão, realizados em agências bancárias. No Brasil, entre os principais clientes estão os usineiros, que vendem suas cotas de carbono decorrentes da geração de energia elétrica a partir do bagaço de cana-de-açúcar. Os compradores são países que precisam reduzir emissões de gases de efeito estufa, como Japão, Reino Unido, Itália e Holanda (Internacional Renewable Energy, 2007).

Para regulamentar o mercado o MDIC também discute a organização do mercado a termo de valores mobiliários, para o que será necessária a regulamentação do mercado pela Comissão de Valores Mobiliários (CVM). Essa regulamentação é necessária para estabelecer regras para que as reduções de emissões esperadas dos projetos aprovados no Conselho Executivo de MDL possam ser traduzidas em valores mobiliários, negociáveis no mercado a futuro (MDIC, 2009).

Na área técnica de desenvolvimento de mercado da CVM está em andamento um parecer para que essa autarquia defina se a RCE e seus derivados são valores mobiliários ou não. Se forem considerados valores mobiliários, os produtos ligados aos créditos de carbono abrirão portas para a obtenção de recursos no mercado de capitais brasileiro, sob a fiscalização da CVM (CHIARINI, 2009).

Capítulo V. Estudo de Caso

Neste capítulo serão abordados dois projetos situados no Brasil e aprovados no âmbito do MDL. Os dois projetos apresentam o objetivo comum de substituição do uso de óleo combustível em caldeiras por outro tipo de combustível e, portanto, estão situados no escopo setorial de substituição de combustíveis fósseis. Um desses projetos propõe a substituição do óleo combustível pelo gás natural enquanto o segundo propõe a substituição do óleo por biomassa (DCP da AMBEV, 2007; DCP da KLABIN, 2005).

Para este estudo de caso visa-se analisar os dois projetos individualmente do ponto de vista técnico e econômico e em seguida compará-los em termos de vantagens e desvantagens.

V.1 – Estudo de Caso I: Substituição de Óleo Combustível por Gás Natural nas Caldeiras de Piracicaba da Klabin

O primeiro desses projetos foi criado no mês de outubro/2005 e pertence à empresa Klabin S/A que é uma empresa que produz, exporta e recicla papéis no Brasil. Atua nos mercados de papéis e cartões para embalagens, embalagens de papelão ondulado e sacos industriais, também produz e comercializa madeira em toras. Fundada em 1899, possui atualmente 17 unidades industriais no Brasil e uma na Argentina (DCP da KLABIN, 2005).

O objetivo da atividade de projeto é a substituição da utilização de óleo combustível por gás natural em quatro caldeiras a vapor instaladas na planta de Piracicaba (São Paulo – Brasil) que produz papel reciclado e cartão ondulado. No cenário de linha de base o óleo combustível continuaria a ser utilizado da mesma forma durante o período de créditos.

Desde o ano 2000, a indústria de gás natural vem sendo estimulada a assumir um papel cada vez maior na matriz energética brasileira, de modo que naquele ano a participação do gás na oferta interna de energia era de 5,4% e hoje já representa 10,3%, o que o coloca em 4º lugar na matriz energética nacional, atrás de petróleo e derivados (36,7%), produtos da cana-de-açúcar (16,4%) e energia hidráulica/eletricidade (13,8%).

Entre os fatores que contribuíram para incentivar a demanda de gás no Brasil, podem ser citados:

- Preços do gás natural diferenciados para as indústrias termoeletricas do Programa Prioritário de Termoeletricidade (PPT2), lançado em 2000;

- Preços do gás nacional mantidos praticamente inalterados pela Petrobras nos anos 2003 e 2004;
- Programa de Massificação do Uso do Gás Natural, implementado pela Petrobras a partir de 2004;
- Políticas fiscais para os carros à Gás Natural Veicular (GNV).

Desta forma, usinas térmicas a gás foram construídas, plantas industriais foram alteradas para viabilizar a utilização de gás natural como combustível; automóveis foram convertidos para usar GNV; entre outras iniciativas que fortaleceram o consumo de gás no país (ANP, 2009).

De acordo com o relatório do balanço energético nacional elaborado pela Empresa de Pesquisas Energéticas em 2008 (ano base: 2007) pode-se acompanhar o histórico da evolução da utilização do gás natural dentro do setor industrial de papel e celulose. Na Figura V.1 pode-se observar uma significativa alteração no consumo energético dentro deste setor, que no ano 2000 consumia muito mais óleo combustível que gás natural e nos anos seguintes foi marcado por uma gradual alteração, verificada pela diminuição da utilização do óleo em favor do aumento do consumo de gás natural. A partir de 2006 verifica-se um maior consumo de gás natural em comparação ao óleo combustível dentro do setor.

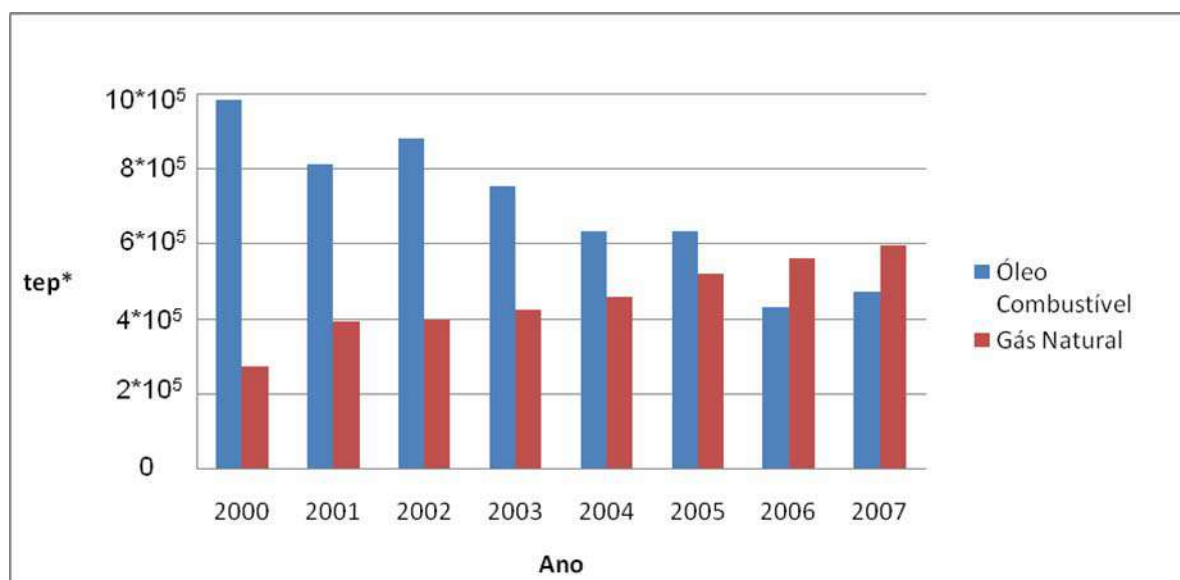


Figura V.1- Consumo energético de óleo combustível e gás natural pelo setor industrial de papel e celulose. Fonte: Relatório do BEN, 2008.

* A tonelada equivalente de petróleo (tep) é a unidade comum na qual se convertem as unidades de medida das diferentes formas de energia utilizadas no BEN. Os fatores de conversão são calculados com base no poder calorífico superior de cada energético em relação ao do petróleo, de 10800 kcal/kg.

Principais motivos que viabilizam a sustentabilidade do projeto:

- O gás natural pode ser utilizado como uma fonte de mitigação das emissões dos GEE, uma vez que o seu teor de carbono é menor do que o do óleo combustível;
- O gás natural reduz as emissões dos poluentes atmosféricos relacionados, especialmente de material particulado, óxidos de enxofre e monóxido de carbono;
- Por ser mais leve que o ar, o gás natural dispersa-se rapidamente, o que torna a operação da planta mais segura diante da possibilidade da ocorrência de um vazamento.

As caldeiras produzem o vapor que alimenta a planta e a adaptação da instalação para operar com gás natural, consistiu na substituição dos queimadores das caldeiras, na construção de tubulações internas para o gás e na instalação de instrumentos de campo. O gás é fornecido pela tubulação da companhia de gás natural, não sendo necessário o seu armazenamento no local.

Os gases CO₂, N₂O e CH₄ são provenientes da queima do gás natural e, portanto, caracterizam as emissões do projeto. É importante destacar que as emissões de linha de base são as mesmas emissões do projeto, porém o que caracteriza a viabilidade do mesmo é a redução destas emissões. As emissões fugitivas são caracterizadas pelas emissões de CO₂ e CH₄ durante a produção e o transporte do gás natural (DCP da Kablin, 2005).

A atividade de projeto foi iniciada (“start-up” do projeto) em 04 de janeiro de 2001 e a duração do período de créditos é de 10 anos, ou seja, até 2010. Estima-se, ao final do período de créditos, uma redução de emissões no total de 142.367,75 ton CO₂, como pode ser observado na tabela V.1.

Tabela V.1 – Reduções de emissões estimadas.

Ano	Estimativa anual de reduções de emissões [tCO ₂]
2001	9.399,83
2002	14.803,52
2003	13.997,95
2004	14.395,26
2005	14.395,26
2006	14.395,26
2007	15.245,17
2008	15.245,17
2009	15.245,17
2010	15.245,17
Total de reduções estimadas	142.367,75
Média anual de reduções estimadas	14.237,00

Fonte: DCP da KLABIN, 2005.

A substituição do óleo combustível por gás natural implica em um aumento, ainda que pequeno, na eficiência da instalação durante o período de crédito. Já a vida útil da instalação não sofreu nenhuma alteração após a atualização da mesma para comportar a atividade de projeto. A Tabela V.2 contém as informações referentes as características das caldeiras da Klabin quanto as suas vidas úteis e quanto as suas eficiências antes e após a atividade de projeto.

Tabela V.2 – Vida útil esperada, capacidades e eficiências das caldeiras utilizadas pela Klabin (DCP da Klabin, 2005).

Caldeira	Ano da instalação	Vida útil esperada antes e depois do projeto	Capacidade das caldeiras antes e depois do projeto	Eficiências antes e depois da implementação do projeto (t de vapor/TJ de combustível)
ATA 30LM - 6925	1980	2020	8.000 kg/h 14,5 kgf/cm ² Saturado	Antes: 330,42 t/TJ Depois: 347,76 t/TJ
SENIO SB Compacta - 1137	1986	2026	10.000 kg/h 14,5 kgf/cm ² Saturado	
ATA AWN-18 - 9725	1998	2038	18.000 kg/h 14,5 kgf/cm ² Saturado	
ATA AWN-18 - 9726	1998	2038	18.000 kg/h 14,5 kgf/cm ² Saturado	

Dentre os parâmetros a serem monitorados durante a atividade de projeto pode-se destacar a quantidade de gás natural consumida durante cada ano da atividade, os fatores de emissão de CO₂, CH₄ e N₂O da combustão do gás e o potencial de aquecimento global para o CH₄ e o N₂O. Dentre estes, o único parâmetro que necessita de um acompanhamento periódico (mensal) é o consumo do gás natural. Os fatores de emissão são medidos apenas uma vez, durante a etapa de validação do projeto. Os fatores de emissão são coeficientes que indicam a quantidade de gases e material liberados em processos de combustão para diferentes combustíveis e equipamentos energéticos. Os potenciais de aquecimento global são valores fornecidos pelo IPCC e também devem ser definidos durante a validação do projeto (DCP da KLABIN, 2005; PROCÓPIO, 2008).

V.2 – Estudo de Caso II: Queima de Biomassa Sólida para Geração de Vapor de Processo na Fabricação de Cervejas em Substituição ao Óleo Combustível na Filial Águas Claras do Sul da AMBEV

Este projeto visa à substituição do óleo combustível por biomassa, na matriz energética da filial de Águas Claras do Sul (FACS) da AmBev (DCP da AMBEV, 2007).

A AmBev (American Beverage Company) é a maior cervejaria da América Latina e foi criada em 1999, com a associação das cervejarias Brahma e Antarctica. A AmBev está presente em 14 países e com a aliança global firmada com a InBev, em 2004, a companhia passou a ter operações na América do Norte com a incorporação da Labatt canadense, tornando-se a Cervejaria das Américas (AMBEV, 2009).

Durante a atividade de projeto o óleo combustível BPF 3, utilizado nas caldeiras da planta, foi substituído por biomassa sólida renovável proveniente de resíduos de madeira, casca de arroz, sabugo de milho, entre outros, de forma a diminuir o teor de CO₂ dos gases de saída e permitir a inserção de energias renováveis nas operações da empresa (DCP da AMBEV, 2007).

A biomassa constitui um recurso natural renovável e a sua utilização como fonte de energia pelo homem data de épocas remotas onde era utilizada para produzir fogo como fonte de luz e calor. A utilização de biomassa em substituição a combustíveis fósseis está sendo cada vez mais difundida no Brasil e no mundo (ANP, 2009a).

O Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio exterior (MDIC) emitiu no primeiro trimestre de 2008 um relatório intitulado: “Projetos de MDL no Brasil: Novas

Perspectivas do Setor Produtivo”. Neste relatório foi realizada uma pesquisa com 136 organizações, entre empresas e instituições representativas, para avaliar as percepções sobre o MDL e o mercado de carbono no Brasil. De acordo com este relatório observou-se que entre as empresas que dispõem de energia compartilhada ou de produção própria, a maior parte delas (58%) utiliza produção por biomassa. O restante, 29%, utiliza energia térmica a gás natural, e 13%, térmica a óleo (Figura V.2).

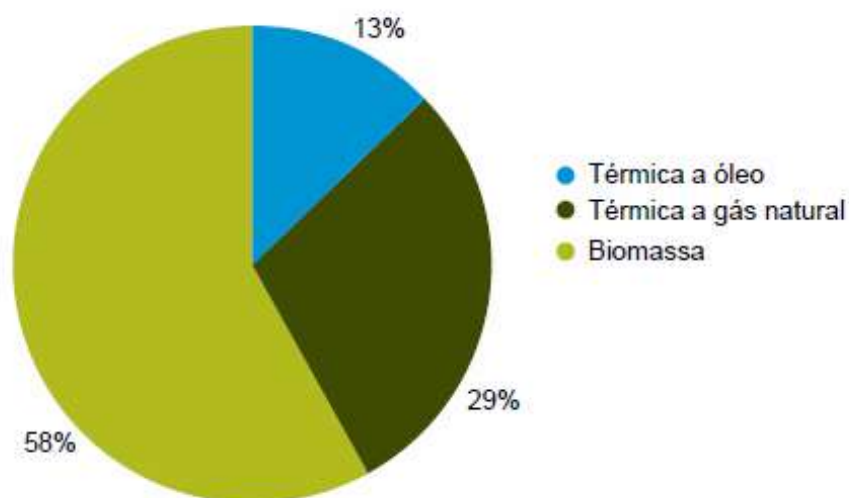


Figura V.2 – Opção das instituições consultadas para a produção de energia própria (MDIC, 2009).

A biomassa é uma fonte mais limpa de energia térmica e, portanto, traz uma contribuição importante para a sustentabilidade ambiental, reduzindo as emissões de dióxido de carbono que ocorreriam se o projeto não existisse. A atividade de projeto reduz as emissões de gases de efeito estufa (GEEs) evitando a combustão da fonte de combustível fóssil - GLP - (e emissões de CO_2), que estariam sendo geradas (e emitidas) se o projeto não existisse. É importante destacar que a combustão de biomassa também emite CO_2 , no entanto, suas emissões líquidas são consideradas zero, pois ocorre o consumo de CO_2 pela biomassa durante a fotossíntese (DCP da AMBEV, 2007). A biomassa por apresentar compostos como celulose e lignina em sua composição libera material particulado, hidrocarbonetos e outros gases tóxicos durante sua combustão. Além disso, sua combustão incompleta emite CO (PROCÓPIO, 2008). A liberação desses gases tóxicos e material particulado devem ser controlados para respeitar os limites da legislação ambiental.

Atualmente, no período de testes da caldeira do projeto da AmBev, o principal resíduo utilizado é a casca de arroz. A cinza resultante da queima da biomassa está sendo misturada com o lodo da estação de tratamento de efluentes da fábrica (ETE) no processo de compostagem, resultando assim em adubo. Essa atividade é exercida por uma pequena empresa localizada ao lado da FACS. Está sendo estudada a possibilidade de se enviar também as cinzas para uma indústria de cerâmica (DCP da AMBEV, 2007). A Figura V.3 apresenta, resumidamente, a utilização da biomassa como fonte de energia na planta.

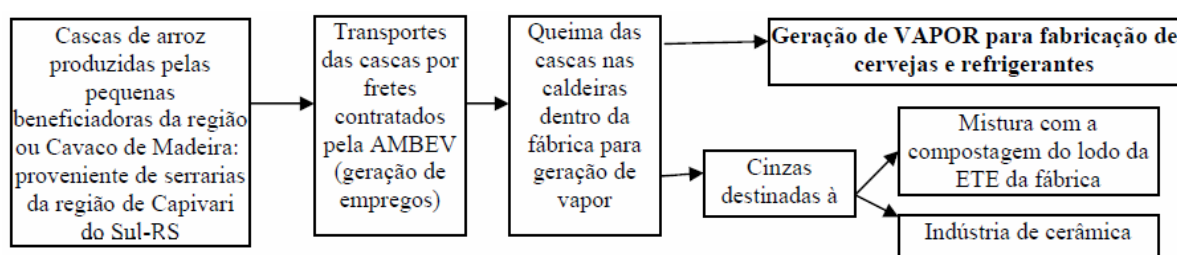


Figura V.3 - Esquema resumido da utilização de biomassa na planta da AmBev (DCP da AMBEV, 2007).

A nova planta de geração de vapor por meio de biomassa foi dimensionada de modo a comportar uma estocagem mínima de biomassa para cinco dias de operação, equipado com duas caldeiras com capacidade de produzir 19 toneladas de vapor/h e sistemas de alimentação de biomassa e remoção de cinzas automatizados. As caldeiras antigas que utilizavam óleo combustível foram mantidas em “stand-by” de modo a suportar a planta em caso de falha na operação das novas caldeiras (DCP da AMBEV, 2007).

O sistema é capaz de gerar 38 toneladas de vapor por hora para atender a produção da cervejaria de 600.000 L/mês. A quantidade de biomassa prevista para consumo na geração de vapor é de 3.000 ton de casca de arroz ou 4.000 ton de cavaco de madeira por mês (DCP da AMBEV, 2007).

A tabela V.3 apresenta as informações referentes a performance das caldeiras com a utilização de cavaco de madeira e cascas de arroz. Pela análise dos resultados pode-se perceber que as eficiências alcançadas para o cavaco e para a casca de arroz são praticamente iguais. Já o teor de CO₂ nos gases de saída é menor através da queima de casca de arroz (11%) comparado a queima de cavaco de madeira (14%) (DCP da AMBEV, 2007).

Tabela V.3 – Performance da combustão das caldeiras.

	Cavaco	Casca de arroz
Mistura Máxima	100%	100%
Poder calorífico Inferior (kcal/kg)	2.450	3.300
Umidade	41%	12%
Eficiência	84,33%	84,95%
Peso Específico (kg/m ³)	270	130
Excesso de ar	45%	80%
Consumo de combustível (Kg/h)	5.398,90	3.979,04
Consumo de combustível (m ³ /h)	19,99	30,6
Teor de CO ₂ nos gases de saída	14%	11%

Fonte: DCP da AMBEV, 2007.

A atividade de projeto teve início em dezembro de 2007 e tem duração até novembro de 2014. Durante este período de obtenção de créditos o total de reduções foi estimado em 189.859 toneladas de CO₂ como podemos observar na tabela V.4.

Tabela V.4 – Reduções de emissões estimadas provenientes da atividade de projeto.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Emissões sem projeto (ton CO₂)	2.167	27.298	27.298	27.298	27.298	27.298	27.298	25.023
Emissões com projeto (ton CO₂)	13	160	160	160	160	160	160	147
Emissões evitadas (ton CO₂)	2.154	27.138	27.138	27.138	27.138	27.138	27.138	24.877
Total de reduções (ton CO₂)	189.859							

Fonte: DCP da AMBEV, 2007.

V.3 – Análise Comparativa dos Projetos

Do ponto de vista da quantidade de emissões dos GEE, pode-se verificar que a biomassa, por se tratar de uma fonte de energia renovável, é um combustível mais limpo do que o gás natural (DCP da AMBEV, 2007).

Analisando-se os requisitos de capital necessário para a substituição do combustível original, verifica-se que os gastos necessários para a utilização da biomassa como combustível são muito maiores do que na utilização do gás natural. Isso acontece porque para a utilização de biomassa há a necessidade de comprar caldeiras específicas para este tipo de combustível, enquanto que para o gás natural basta uma adaptação nos queimadores das caldeiras movidas a óleo combustível já existentes na planta.

A indústria do gás natural brasileira não é auto-suficiente uma vez que ainda é muito dependente de importações para atender o mercado local. Estas importações são, em sua grande maioria, provenientes do gás boliviano que chega até o país através do Gasoduto Bolívia-Brasil (GASBOL). A Figura V.4 mostra claramente a dependência do Brasil em termos de importação de gás natural, que em junho/09 apresentou um volume maior de importação do que de produção nacional líquida (ANP, 2009a).

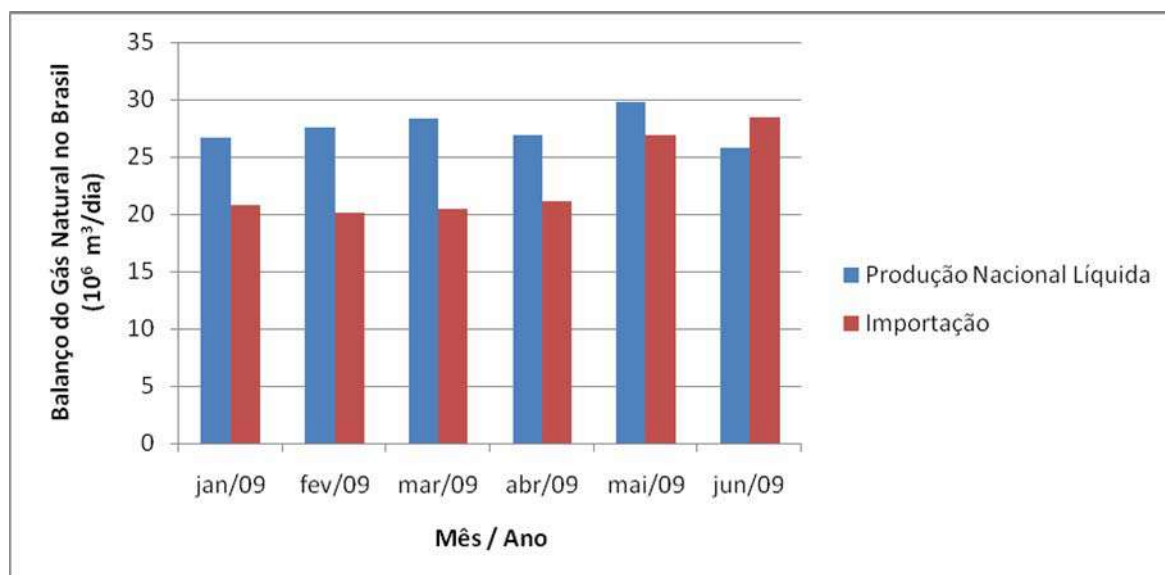


Figura V.4 – Balanço do gás natural no Brasil. Fonte: Elaboração própria (ANP, 2009a).

O gás natural está inserido dentro de um mercado altamente competitivo e que possui uma cadeia produtiva bem definida, conforme pode-se observar na Figura V.5, na qual o produto chega ao consumidor final com um valor agregado razoavelmente alto. Estes altos níveis de importação aliado a alta competitividade no setor e a agregação de valor ao longo da cadeia produtiva fazem com que atualmente o preço do gás natural não seja tão vantajoso para selecionar este combustível como substituinte do óleo combustível (ANP, 2009b).



Figura V.5 – Modelo produtivo da indústria do gás natural no Brasil (ANP, 2009b).

Já a biomassa a ser utilizada como combustível é muitas vezes constituída por rejeitos de outros setores industriais como, por exemplo, o agronegócio e a indústria de papel e celulose. Portanto, muitas vezes é do interesse dos próprios produtores destas indústrias, fornecerem este rejeito para ser utilizado como insumo energético. Os maiores gastos durante a logística deste processo são com o transporte da biomassa até a planta onde esta será consumida. Portanto a biomassa constitui um insumo energético bem mais barato que o gás natural (DCP da AMBEV, 2007).

Algumas barreiras relacionadas à utilização da biomassa como combustível em caldeiras estão listadas abaixo de acordo com o modelo das “Forças de Porter” (CHIAVENATO, 2006):

- Barreira de investimento: o investimento em novas caldeiras constitui uma barreira de entrada, uma vez que o custo inicial para a compra de caldeiras a biomassa é elevado.
- Barreira tecnológica: ainda não há uma confiabilidade tecnológica para a utilização deste tipo de caldeira em uma empresa do setor de bebidas. Pode-se verificar isto pelo fato das caldeiras antigas serem mantidas em “stand-by” pela AmBev, de forma a evitar perdas caso ocorra algum erro no funcionamento das novas caldeiras durante o processo.
- Barreira devido à prática prevalecente: a prática prevalecente na indústria de bebidas brasileiras é a utilização de caldeiras movidas a óleo combustível para geração de vapor a ser utilizado na produção de cerveja.

Outra dificuldade para a utilização de biomassa é a necessidade de se ter fornecedores próximos a planta e também a falta de garantia na continuidade deste fornecimento de biomassa, uma vez que está sujeito a interrupção devido a intempéries ou quebra de safra (DCP da AMBEV, 2007).

Analisando as estimativas de emissões evitadas anuais de CO₂ para cada projeto (Figura V.6), verifica-se que o projeto da AmBev apresenta uma capacidade de redução bem mais efetiva do que o projeto da Klabin. Na Tabela V.5 pode-se verificar que a AmBev, em sua atividade de projeto, possui um potencial de redução de emissões cerca de 90% maior que o potencial de redução de emissões atingido pela Klabin.

Tabela V.5 - Média das emissões evitadas anuais de cada projeto.

Atividade de projeto	Média anual das emissões evitadas de CO ₂ (ton CO ₂)
Klabin	14.237
Ambev	27.123

Fonte: Elaboração própria adaptado do DCP da KLABIN, 2005; DCP da AMBEV, 2007.

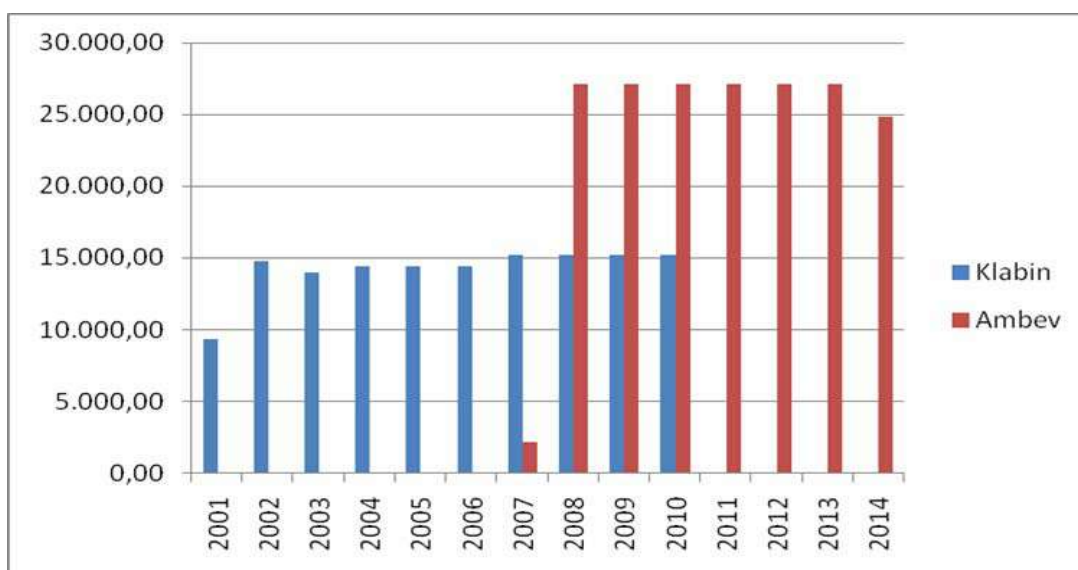


Figura V.6 – Total de emissões evitadas por ano da atividade de projeto para cada projeto. Fonte: Elaboração própria adaptado do DCP da Klabin, 2005; DCP da AMBEV, 2007.

Comparando-se os pontos favoráveis e desfavoráveis dentro de cada projeto pode-se perceber que, em geral, hoje os projetos que visam à substituição de óleo combustível em caldeiras por biomassa são mais atrativos que os projetos onde se utiliza o gás natural como substituinte.

Capítulo VI - Considerações Finais

Pela análise do banco de projetos de MDL da Convenção-Quadro das Nações Unidas Sobre Mudança do Clima pode-se concluir que a China é o país que mais contribui para as reduções certificadas de carbono. Essa mesma análise indica o Brasil em posição de destaque nessas reduções, ocupando a terceira colocação. Entretanto, devido à queda de registros de projetos do Brasil como país anfitrião, a Coréia do Sul pode em breve ultrapassar o Brasil.

Para obter certificações de projetos dentro do âmbito do MDL, as empresas interessadas precisam cumprir uma série de exigências e tramitações necessárias para as validações destes projetos. Esta intensa regulamentação garante a ordem e padronização dos projetos, analisando a seriedade e o comprometimento de cada empresa que deseja participar do mecanismo.

Por outro lado, o desenvolvimento de metodologias no âmbito do Conselho de MDL e as outras etapas do ciclo de registro representam um alto investimento por parte de empresas ou instituições. Há uma forte barreira de entrada nesse setor pela exigência de capital alto. Dessa forma, o mercado voluntário por apresentar menos exigências e, conseqüentemente, um investimento bem menor tornou-se uma boa opção para as empresas que não conseguem aprovar seus projetos pelas regras do Tratado de Quioto. A Bolsa de Clima de Chicago é principal centro de negociações de reduções voluntárias no mundo.

Na parte de comparações de mercados obrigatórios e voluntários, representada pelas Bolsas de Clima Européia e de Chicago verificou-se que a principal desvantagem da bolsa voluntária é o preço significativamente inferior. Além disso, por se tratar de metas não obrigatórias os preços da Bolsa de Clima de Chicago sofreram uma queda drástica com a recessão da economia mundial no fim de 2008. Os preços dos créditos de carbono que seguem Quioto apresentaram uma redução comparativamente menor, indicando a maior fragilidade do mercado voluntário.

Dentre os dois projetos analisados ficou claro que, desde que haja condições favoráveis como, por exemplo, a garantia de fornecimento de matéria prima, o projeto da AmBev de substituição de óleo combustível por biomassa em caldeiras, é um projeto mais atrativo que o projeto da Klabin. Também é importante destacar que com o grande avanço e crescimento da biotecnologia observada nos dias de hoje, projetos que visem à utilização de biomassa estarão cada vez mais presentes em tecnologias que tenham como prioridade o desenvolvimento sustentável.

Capítulo VII - Referências Bibliográficas

- ABIQUIM (Associação Brasileira da Indústria Química). **A indústria Química Brasileira**. 35 slides. Disponível em: <<http://www.abiquim.org.br/conteudo.asp?princ=ain>>. Acesso em: 30 de ago. 2009.
- AMBEV. Apresenta informações sobre a empresa Ambev. Disponível em: <<http://www.ambev.com.br> >. Acesso em: 16 set. 2009.
- ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis). Boletim mensal do Gás Natural. N.6, jun.2009. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/doc/gas/2009/boletimgas_200906.pdf>. Acesso em: 09 de set. 2009a.
- ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis). A indústria do gás natural no Brasil. Mai. 2008. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/conheca/palestras.asp>. Acesso em: 24 de set. 2009b.
- BAIRD, Colin. **Química Ambiental**. 2ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2002. 622p.
- BM&BOVESPA. Disponível em: <<http://www.bmf.com.br/portal/pages/MBRE/faq.asp>>. Acesso em: 31 ago. 2009.
- CARBONO BRASIL. Apresenta informações sobre o mercado de carbono. Disponível em: <http://www.carbonobrasil.com/#mercado_de_carbono>. Acesso em: 06 set. 2009.
- CCX (CHICAGO CLIMATE EXCHANGE. Bolsa de Clima de Chicago. Disponível em: <<http://www.chicagoclimatex.com/market/data/summary.jsf>>. Acesso em: 26 ago. 2009a.
- CCX (CHICAGO CLIMATE EXCHANGE. Bolsa de Clima de Chicago. Disponível em: <<http://www.chicagoclimatex.com/market/data/daily.jsf>>. Acesso em: 26 ago. 2009b.
- CCX (CHICAGO CLIMATE EXCHANGE. Bolsa de Clima de Chicago. Disponível em: <<http://www.chicagoclimatex.com/market/data/monthly.jsf>>. Acesso em: 26 ago. 2009c.
- CCX (CHICAGO CLIMATE EXCHANGE. Bolsa de Clima de Chicago. Disponível em: <<http://www.chicagoclimatex.com/content.jsf?id=72>>. Acesso em: 26 ago. 2009d.

- CHIAVENATO, Idalberto. Administração – Teoria, Processo e Prática. 4ª Ed. Campus, 2006. 450p.
- CHIARINI, Adriana. CVM analisará se crédito de carbono é valor mobiliário. **Revista Exame**, Rio de Janeiro, jun. 2009. Disponível em: <<http://portalexame.abril.com.br/ae/financas/cvm-analisara-se-credito-carbono-valor-mobiliario-441169.shtml>>. Acesso em: 14 set. 2009.
- CUNHA, C. B. **Do fundo de desenvolvimento limpo ao programa de atividades: uma análise da evolução do mecanismo de desenvolvimento limpo. 2007**. Disponível em: <http://www.interfacehs.sp.senac.br/br/secao_interfacehs.asp?ed=5&cod_artigo=97>. Acesso em: 01 set. 2009.
- DCP da AMBEV. Documento de Concepção do Projeto: Queima de biomassa sólida para geração de vapor de processo na fabricação de cervejas em substituição ao óleo combustível na Filial águas Claras do Sul da AMBEV. 2007. Disponível em <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/57967.html>>. Acesso em: 07 set. 2009.
- DCP da KLABIN. Documento de Concepção do Projeto: Substituição de óleo combustível por gás natural nas caldeiras de Piracicaba da Klabin. 2005. Disponível em <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/57967.html>>. Acesso em: 07 set. 2009.
- ECX (EUROPEAN CLIMATE EXCHANGE). Bolsa de Clima Européia. Disponível em: <<http://www.climateexchangeplc.com/home/about-ecx>>. Acesso em: 21 ago. De 2009.
- EIA (Energy Information Administration). Disponível em: <<http://www.eia.doe.gov/cabs/Brazil/Background.html>> Acesso em: 30 ago. 2009a.
- EIA (Energy Information Administration). Disponível em: <<http://www.eia.doe.gov/cabs/China/Background.html>> Acesso em: 28 ago. 2009b.
- EIA (Energy Information Administration). Disponível em: <<http://www.eia.doe.gov/cabs/India/Background.html>> Acesso em: 28 ago. 2009c.
- EIA (Energy Information Administration). Disponível em: <http://www.eia.doe.gov/cabs/South_Korea/Background.html> Acesso em: 28 ago. 2009d.

- EPA (U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY). Disponível em: <www.epa.gov/climatechange>. Acesso em: 13 ago. 2009.
- EPE (Empresas de Pesquisas Energéticas). Balanço Energético 2008. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/mme/menu/todas_publicacoes.html>. Acesso em: 09 de set. 2009.
- FOLHA ONLINE. Al Gore e IPCC ganham o Prêmio Nobel da Paz. 12 out. 2007. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/folha/ambiente/ult10007u336176.shtml>>. Acesso em: 14 ago. 2009.
- GRECO et al. Análise Quantitativa dos Projetos MDL na Região Amazônica. Trabalho publicado na XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Universidade Federal do Amazonas, jul. 2008. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/9/352.pdf>>. Acesso em 27 de set. 2009.
- GONÇALVEZ, J. A. Como transformar ar em dinheiro. **Revista Exame**, nov. 2007. Disponível em: <http://portalexame.abril.com.br/servicos/guiadesustentabilidade.>>. Acesso em: 01 set. 2009.
- HAMILTON, K. ET AL. **Fortifying the Foundation: State of the Voluntary Carbon Markets 2009**. Disponível em: <http://ecosystemmarketplace.com/documents/cms_documents/StateOfTheVoluntaryCarbonMarkets_2009.pdf>. Acesso em: 01 de set. 2009.
- INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY. Projeto regulamenta mercado de carbono no Brasil. Dez. 2007. Disponível em: <http://www.internationalrenewablesenergy.com/index.php?pag=conteudo&id_conteudo=2865&idmenu=196&projeto-regulamenta-mercado-de-carbono-no-brasil>. Acesso em: 09 set. 2009.
- IPCC (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE IPCC). Apresenta informações sobre a organização institucional do IPCC. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/organization/organization.htm>>. Acesso em: 13 ago. 2009.

- IPCC (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE IPCC). **Climate Change 1995: The Science of Climate Change-Summary for Policymakers and Technical Summary of the Working Group I Report.** Cambridge Univ. Press. 1996. 56 p.
- IPCC (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE IPCC). **Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M.Tignor and H.L. Miller (eds.)].** Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- KLABIN. Apresenta informações sobre a empresa Klabin. Disponível em: <<http://www.klabin.com.br/pt-br/klabin/default.aspx>>. Acesso em: 07 set. 2009.
- MARTINS ET AL. **Levantamento dos recursos de energia solar no Brasil com o emprego de satélite geostacionário.** Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, vol.26, n.2, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010247442004000200010> Acesso em: 12 ago. 2009.
- MCT (Ministério da Ciência e Tecnologia). O MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO: Guia de orientação./ [coordenação geral Isaura Maria de Rezende Lopes Frondizi] – Rio de Janeiro: Imperial Novo Milênio: FIDES, 2009. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php>>. Acesso em: 07 ago. 2009a.
- MCT (Ministério da Ciência e Tecnologia). Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/57967.html>>. Acesso em: 16 ago. 2009b.
- MDIC (Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior). Projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo no Brasil: Novas Perspectivas do Setor Produtivo. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl_1247494464.pdf>. Acesso em: 14 set. 2009.
- MEIRA, R. Efeito estufa. 2002. Disponível em: <<http://www.rudzerhost.com/ambiente/estufa.htm>>. Acesso em 12 ago. 2009.
- MOREIRA. J. C.; **Geografia Geral e do Brasil: espaço geográfico e globalização.** São Paulo: Scipione, 2001. 560p.

- NASA'S CLIMATE CHANGE. Apresenta informações sobre as causas da mudança no clima. Disponível em: <<http://climate.nasa.gov/causes>>. Acesso em: 13 ago. 2009a.
- NASA'S CLIMATE CHANGE. Apresenta dados sobre a mudança do clima. Disponível em: <<http://climate.nasa.gov/effects/>>. Acesso em: 14 ago. 2009b.
- NASA'S CLIMATE CHANGE. Apresenta informações sobre as conseqüências do aquecimento global. Disponível em: <<http://climate.nasa.gov/>>. Acesso em: 14 ago. 2009c.
- NOVAGERAR. Apresenta informações sobre o projeto de MDL da Novagerar na Central de Tratamento de Resíduos de Nova Iguaçu. Disponível em: <<http://www.novagerar.com.br/novagerar.html>>. Acesso em 16 de ago. 2009.
- ONU (Organizações das Nações Unidas). Situação da população mundial 2007. São Paulo 2007. Relatório técnico.
- PROCÓPIO, A. S. **Notas de aula: Poluição atmosférica**. Rio de Janeiro, 2008. 82 p.
- SSP Reciclagem. Apresenta informações sobre os créditos de carbono. Disponível em: <<http://sspreciclagem.com/gpage.html>>. Acesso em: 01 set. 2009.
- UNFCCC (THE UNITED FRAMEWORK CONVENCION ON CLIMATE CHANGE). Apresenta informações básicas sobre o aquecimento global. Disponível em: <http://unfccc.int/essential_background/feeling_the_heat/items/2917.php>. Acesso em: 16 ago. 2009a.
- UNFCCC (THE UNITED FRAMEWORK CONVENCION ON CLIMATE CHANGE). Apresenta estatísticas sobre os projetos de MDL. Disponível em: <<http://cdm.unfccc.int/Statistics/index.html>>. Acesso em: 16 ago. 2009b.
- UNFCCC (THE UNITED FRAMEWORK CONVENCION ON CLIMATE CHANGE): banco de dados. Disponível em: <<http://cdm.unfccc.int/Projects/projsearch.html>>. Acesso em: 16 ago. de 2009c.
- WORLD BANK: banco de dados. Disponível em:< <http://web.worldbank.org>>. Acesso em: 13 de agosto de 2009.
- WORLD VIEW OF GLOBAL WARMING. Apresenta informações sobre o aquecimento global e fotos sobre suas conseqüências. Disponível em: <<http://www.worldviewofglobalwarming.org/index.html>>. Acesso em 14 ago. 2009.

Apêndice A.1 - Partes da CQNUMC (MCT, 2009a)

Não-Anexo I				
Afeganistão	Chipre	Ilhas Comores	Namíbia	São Tomé e Príncipe
África do Sul	Cingapura	Ilhas Cook	Nauru	São Vicente e Granadinas
Albânia	Colômbia	Ilhas Marshall	Nepal	Senegal
Angola	Congo	Ilhas Salomão	Nicarágua	Serra Leoa
Antiga República Iugoslava da Macedônia	Costa do Marfim	Índia	Niger	Sérvia
Antígua e Barbuda	Costa Rica	Indonésia	Nigéria	Seychelles
Arábia Saudita	Cuba	Irã (República Islâmica do)	Niue	Somália
Argélia	Djibouti	Israel	Omã	Sri Lanka
Argentina	Dominica	Jamaica	Palau	Suazilândia
Armênia	Egito	Jordânia	Panamá	Sudão
Azerbaijão	El Salvador	Kiribati	Papua-Nova Guiné	Suriname
Bahamas	Emirados Árabes Unidos	Kuaite	Paquistão	Tadjiquistão
Bahrein	Equador	Lesoto	Paraguai	Tailândia
Bangladesh	Eritreia	Líbano	Peru	Timor Leste
Barbados	Etiópia	Libéria	Qatar	Togo
Belize	Fiji	Madagascar	Quênia	Tonga
Benin	Filipinas	Malásia	Quirguistão	Trinidad e Tobago
Bolívia	Gabão	Maláui	República Árabe da Síria	Tunísia
Bósnia e Herzegovina	Gâmbia	Maldivas	República Árabe Líbia	Turcomenistão
Botsuana	Gana	Mali	República Centro-Africana	Tuvalu
Brasil	Geórgia	Malta	República da Coreia	Uganda
Burkina Fasso	Granada	Marrocos	República da Moldávia	Uruguai
Burundi	Guatemala	Maurício	República Democrática do Congo	Uzbequistão

Butão	Guiana	Mauritânia	República Democrática Popular da Coreia	Vanuatu
Cabo Verde	Guiné	México	República Democrática Popular do Laos	Venezuela
Camarões	Guiné-Bissau	Mianmar	República Unida da Tanzânia	Vietnam
Camboja	Guiné Equatorial	Micronésia (Federação dos Estados da)	Ruanda	Zâmbia
Cazaquistão	Haiti	Moçambique	Samoa	
Chile	Honduras	Mongólia	Santa Lúcia	
China	Iêmen	Montenegro	São Cristóvão e Nevis	

Anexo I		
Alemanha	Federação Russa	Nova Zelândia
Austrália	Finlândia	Países Baixos
Áustria	França	Polónia
Bielo-Rússia	Grécia	Portugal
Bélgica	Hungria	Reino Unido da Grã Bretanha
Bulgária	Irlanda	Irlanda do Norte
Canadá	Islândia	República Checa
Comunidade Económica Europeia	Itália	República Eslovaca
Croácia	Japão	Romênia
Dinamarca	Letónia	Suécia
Eslováquia	Liechtenstein	Suíça
Eslovênia	Lituânia	Turquia
Espanha	Luxemburgo	Ucrânia
Estados Unidos da América	Mônaco	
Estónia	Noruega	