



**MANUAL DE CAPACITAÇÃO**

# Mudança Climática e Projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo



## MANUAL DE CAPACITAÇÃO

# Mudança Climática e Projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo



cgEE

Brasília - DF  
2008

# Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE)

## **Presidenta**

*Lucia Carvalho Pinto de Melo*

## **Diretor Executivo**

*Marcio de Miranda Santos*

## **Diretores**

*Antonio Carlos Filgueira Galvão*

*Fernando Cosme Rizzo Assunção*

**Edição e revisão** / *Tatiana de Carvalho Pires*

**Projeto gráfico** / *André Scofano, Felipe Lopes da Cruz, Paulo Henrique Gurjão*

**Diagramação e gráficos** / *Paulo Henrique Gurjão*

**Capa** / *Felipe Lopes da Cruz*

C389c

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos

Manual de Capacitação sobre Mudança do Clima e Projetos de  
Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) - Brasília, DF: 2008

276 p. ; il. ; 24 cm.

ISBN - 978-85-60755-08-0

1. Mudança do Clima 2. Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. 3.  
Manual de Capacitação. I. CGEE. II. Título.

CDU 551.588.7

*Centro de Gestão e Estudos Estratégicos  
SCN Qd 2, Bl. A, Ed. Corporate Financial Center sala 1102  
70712-900, Brasília, DF  
Telefone: (61) 3424.9600  
<http://www.cgEE.org.br>*

Esta publicação é parte integrante das atividades desenvolvidas no âmbito do Contrato de Gestão CGEE/MCT/2007.

Todos os direitos reservados pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). Os textos contidos nesta publicação poderão ser reproduzidos, armazenados ou transmitidos, desde que citada a fonte.



## MANUAL DE CAPACITAÇÃO

# Mudanças do Clima e Projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

### **Coordenador Geral Técnico/Científico:**

Marcelo Khaled Poppe

### **Assistente Técnico:**

Ana Carolina Silveira Perico

### **Consultor Técnico/Acadêmico:**

Jörgen Michel Leeuwestein

### **Parceria institucional:**

Confederação Nacional da Indústria (CNI)

Responsável: Maurício Otávio Mendonça Jorge

Adjunto: Alexandre Valadares Mello

### **Autoria do material didático**

Revisores técnicos: Luiz Gylvan Meira Filho e Flavia Witkowski Frangetto

Módulo I: Luiz Gylvan Meira Filho e Flavia Witkowski Frangetto

Módulo II: Gustavo Barbosa Mozzer, Danielle de Araújo Magalhães e Sofia Nicoletti Shellard

Módulo III: Marcelo Theoto Rocha

Módulo IV :

Módulo IV.1: Adelino Ricardo Jacintho Esparta

Módulo IV.2: Carlos Henrique Delpupo

Módulo IV.3: Osvaldo Stella Martins,  
Magno Botelho Castelo Branco e  
Fernanda Cristina Massaro



# LISTAS

1. Figuras
2. Tabelas
3. Anexos
4. Acrônimos



## Lista de Figuras

---

Figura 1.1 – Evolução da concentração atmosférica	32
Figura 1.2 – Evolução da temperatura média global	33
Figura 1.3 – Evolução da temperatura média global sem gases de efeito estufa	34
Figura 1.4 – Aumento do nível do mar	35
Figura 1.5 – Evolução da concentração de gases de efeito estufa	36
Figura 1.6 – Potencial de aquecimento	37
Figura 1.7 – Cenário de estratégias globais de reduções de emissões	39
Figura 1.8 – Atribuição de causa de aumento da temperatura por gás de efeito estufa	41
Figura 1.9 – Estrutura institucional de projetos de MDL	49
Figura 2.1 – Conceito de adicionalidade.	61
Figura 2.2 – Síntese do trâmite de projetos de MDL na CIMGC	74
Figura 2.3 – Ciclo de Projeto de MDL	84
Figura 2.4 – Distribuição relativa do número de projetos no sistema MDL	86
Figura 2.5 – Redução de emissões projetadas para o primeiro período de obtenção de créditos	87
Figura 2.6 – Distribuição das atividades de projeto no Brasil por tipo de GEE	87
Figura 2.7 – Distribuição das atividades de projeto no Brasil por escopo setorial	88
Figura 2.8 – Contribuição em toneladas de CO <sub>2</sub> e na redução de emissões de GEE durante o primeiro período de compromisso das atividades de projeto no Brasil por escopo setorial	89
Figura 2.9 – Composição do cenário nacional de projetos de MDL de grande e pequena escala	89
Figura 2.10 – Composição dos investimentos de Partes Anexo I na elaboração de projetos de MDL no Brasil	90
Figura 2.11 – Situação em fevereiro de 2008 dos projetos MDL na Autoridade Nacional Designada Brasileira (CIMGC)	91
Figura 2.12 – Situação em maio de 2007 dos projetos MDL no Conselho Executivo do MDL	91
Figura 2.13 – Distribuição das atividades DO MDL entre as regiões brasileiras	92

Figura 2.14 – Relação entre o número de atividades de projeto MDL por Estado (eixo da abscissa inferior) e a quantidade absoluta de redução de emissões de GEE em milhões de toneladas de CO <sub>2</sub> e (eixo da abscissa superior)	93
Figura 2.15 – Capacidade instalada (MW) das atividades de projeto de MDL aprovadas na CIMCC	94
Figura 3.1 – Participação no mercado de carbono, 2006	103
Figura 3.2 – Participação do Brasil, México, China e Índia no mercado de carbono	104
Figura 3.3 – Preços observados no mercado de carbono	105
Figura 3.4 – Preço das EUA	106
Figura 3.5 – Compradores de projetos (participação baseada no volume)	107
Figura 3.6 – Vendedores de projetos (participação baseada no volume)	108
Figura 3.7 – Carteira de projetos (participação baseada no volume)	109
Figura 3.8 – Carteira de projetos (em número de projetos)	109
Figura 3.9 – Carteira de projetos no Brasil (em número de projetos)	111
Figura 3.10 – Potencial de mitigação das atividades de projeto de MDL e principais barreiras	115
Figura 3.11 – Tempo médio para a decisão final desde a data inicial de submissão da metodologia	117
Figura 3.12 – Custos de transação de um projeto de MDL	118
Figura 3.13 – Escopos de um inventário de emissões	125
Figura 4.1.1 – Emissões de GEEs (em CO <sub>2</sub> e) entre 1970 e 2004	140
Figura 4.1.2 – Eletricidade marginal na operação	148
Figura 4.1.3 – Exemplo de curva de duração de carga	152
Figura 4.1.4 – Sistema interligado nacional brasileiro	155
Figura 4.1.5 – Evolução dos limites de transmissão nas interligações inter-regionais entre Jan./2003 e Jul./2006	157
Figura 4.1.6 – Projeto MDL 0228: Koblitz - Piratini Energia S.A.	160
Figura 4.1.7 – Fluxo de informação na aplicação da Ferramenta de adicionalidade	162
Figura 4.2.1 – Exemplo de limite de um aterro retirado de um PDD real	183
Figura 4.2.2 – Disposição final de resíduos por municípios no Brasil	187

## Lista de Tabelas

---

Tabela 2.1 – Principais diferenças entre o MDL de pequena e o de grande escala	77
Tabela 2.2 – Síntese da situação de MDL no Brasil	95
Tabela 2.3 – Síntese da situação do MDL no Brasil – metodologias utilizadas	96
Tabela 3.1 – Mercado de carbono: volume e valores, 2005 e 2006	102
Tabela 3.2 – Metodologias de linha de base e de monitoramento aprovadas (20 de novembro de 2007)	116
Tabela 3.3 – Impacto do custo de transação nas atividades de projeto de MDL	119
Tabela 3.4 – Incremento na taxa interna de retorno das atividades de projeto de florestamento e reflorestamento decorrente da venda das RCE	127
Tabela 4.1.1 – Emissões mundiais de gases de efeito estufa em 2000	139
Tabela 4.1.2 – Emissões e remoções de dióxido de carbono	142
Tabela 4.1.3 – Fatores e coeficientes para combustíveis	143
Tabela 4.1.4 – Exemplos de fatores de emissão na geração de eletricidade	147
Tabela 4.1.5 – Capacidade instalada Brasileira	151
Tabela 4.1.6 – Eficiências médias de conversão para o cálculo da margem de construção	156
Tabela 4.1.7 – Fatores de emissão na geração de eletricidade para os subsistemas S-SE-CO e N-NE segundo a metodologia aprovada ACM0002	158
Tabela 4.1.8 – Distribuição das atividades de projeto no Brasil	159
Tabela 4.2.1 – Projetos de tratamento de resíduos (líquidos e sólidos)	170
Tabela 4.2.2 – Participantes do projeto	182
Tabela 4.2.3 – Exemplo de parâmetro disponível para a validação	198
Tabela 4.2.4 – Exemplo de parâmetro que deve ser monitorado durante o período de crédito do projeto	199
Tabela 4.3.1 – Metodologias de florestamento/reflorestamento de grande escala aprovadas pelo Painel Executivo até 25/10/2007	213
Tabela 4.3.2 – Dados a serem coletados ou utilizados de modo a monitorar as mudanças nos estoques de carbono nos reservatórios de carbono dentro das fronteiras das atividades do projeto A/R MDL proposto e como esses dados serão arquivados	236

Tabela 4.3.3 – Dados a serem coletados ou utilizados para estimar o vazamento e como esses dados serão arquivados	237
Tabela 4.3.4 – Abreviações e parâmetros (em ordem de aparição)	238
Tabela 4.3.5 – Tabela 3.4.2 do GPG LULUCF: Estimativas padrão para biomassa de pasto/gramíneas (matéria seca) e produtividade primária líquida, classificada por zonas climáticas	245
Tabela 4.3.6 – Dados para rebanhos típicos para o cálculo das necessidades brutas diárias de energia gado	246
Tabela 4.3.7 – Cálculo das necessidades diárias de energia e matéria seca	248

## Lista de Anexos

---

<b>Anexo I</b> – Entidades Operacionais Designadas pelo Conselho Executivo do MLD em 23 de novembro de 2007	263
<b>Anexo II</b> – Diagrama da aplicabilidade de metodologias por setor	264
<b>Anexo III</b> – Currículo dos autores e coordenadores	272

## Lista de Acrônimos

---

**AAU** (*Assigned Amount Unit*) – Unidade de Quantidade Atribuída

**Allowances** – Permissões

**AND** – Autoridade Nacional Designada

**AOD** – Assistência Oficial ao Desenvolvimento

**BAU** (*Business-as-usual*) – A expressão *Business-as-usual Scenario* equivale a Cenário de Referência

**BNDES** – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

**CCX** – *Chicago Climate Exchange*

**CDM** (*Clean Development Mechanism*) – Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

**CDP** - Carbon Disclosure Project

**CER** (*Certified Emission Reductions*) – Reduções Certificadas de Emissões

**CFC** – Clorofluorcarbonetos

**CGEE** – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos

**CIMGC** – Comissão Interministerial sobre Mudança Global do Clima

**CNI** – Confederação Nacional da Indústria

**CO<sub>2</sub>** – Dióxido de carbono

**CO<sub>2e</sub>** – Carbono Equivalente

**COP** (*Conference of the Parties*) – Conferência das Partes

**COP/MOP** (*Conference of the Parties serving as the Meeting of the Parties to the Kyoto Protocol*) – Conferência das Partes na qualidade de Reunião das Partes do Protocolo de Quioto

**CPMDL** – Capacitação em Projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

**CQNUMC** – Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima

**DCP** – Documento de Concepção do Projeto

**DNA** (*Designated National Authority*) – Autoridade Nacional Designada

**DOE** (*Designated Operational Entity*) – Entidade Operacional Designada

**EB** – *Executive Board*

**EOD** – Entidade Operacional Designada

**ERPA** – (*Emissions Reduction Purchase Agreement*) - Acordo de Aquisição da Redução

**ERU** (*Emission Reduction Unit*) – Unidade de Redução de Emissões

**ETS** – *European trading scheme*

**EUA** – Estados Unidos da América

**EUA** – European Union Allowances

**EU ETS** (*Europe Union's Emissions Trading Scheme*) – Mercado Europeu de Emissões

**Finep** – Financiadora de Estudos e Projetos

**GEE** – Gases de efeito estufa

**GHG** (*Greenhouse Gases*) – Gases de Efeito Estufa

**GWP** (*Global Warming Potential*) – Potencial de Aquecimento Global

**GWP100** – Potencial de aquecimento global em horizonte de 100 anos

**HFC** – Hidrofluorcarbonetos

**IPCC** (*Intergovernment Panel on Climate Change*) – Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática

**IIEB** – Instituto Internacional de Educação do Brasil

**MCT** – Ministério de Ciência e Tecnologia

**MDL** – Mecanismo de desenvolvimento limpo

**NOX** – Óxidos de nitrogênio

**NSW** – *New South Wales*

**OCDE** – Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico

**ODA** (*Official Development Assistance*) – Assistência Oficial ao Desenvolvimento

**OMM** – Organização Meteorológica Mundial

**ONU** – Organização das Nações Unidas

**PDD** (*Project Design Document*) – Documento de Concepção do Projeto

**PFC** – Perfluorocarbonetos

**PNUMA** - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

**ppmv** – Partes por milhão por volume

**Proinfra** – Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica

**QELROS** (*Quantitative Emissions Limitation and Reduction Objectives*) – Limitação Quantificada de Emissão e Objetivos de Redução)

**RCE** – Reduções Certificadas de Emissões

**RCEl** – Reduções Certificadas de Emissões longo prazo

**RCET** – Reduções Certificadas de Emissões temporária

**RMU** (*Removal Unit*) – Unidade de Remoção

**SBSTA** – *Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice*

**SBI** – *Subsidiary Body for Implementation*

**SMIC** – *Study of Man's Impact on Climate*

**TIR** – Taxa interna de retorno

**UE** – União Européia

**UK** (*United Kingdom*) – Reino Unido

**UNFCCC** (*United Nations Framework Convention on Climate Change*) – Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima

**UQA** – Unidade de Quantidade Atribuída

**URE** – Unidade de Redução de Emissões

**URM** – Unidade de Remoção

**LULUCF** – Land Use, Land-Use Change and Forestry

**ERU** – Emission Reduction Units

**CDM** – Clean Development Mechanism

**IC** – Implementação Conjunta

**JI** – Joint Implementation

**CE** – Comércio de Emissões

**ET** – Emissions Trade

**POA** – Programa de Atividades

**CRED** – Créditos da Redução de Emissões Decorrentes do Desmatamento e da Degradação

**CMP** – Reunião das Partes

## Sumário

---

Listas	5
Apresentação	17
Introdução	19
<b>MÓDULO I</b>	
Mudança do clima e acordos internacionais	23
Conceitos de clima e de sistema climático	25
Efeito estufa natural	27
Aquecimento global	29
Método científico	31
Concentração de gases de efeito estufa na atmosfera	32
Variação do clima a longo prazo	35
Efeito relativo dos gases de efeito estufa e de outros fatores	37
Previsões da mudança do clima	38
Efeito das emissões dos diferentes gases sobre o clima	39
Acordos internacionais: opções de resposta à mudança do clima	42
O Protocolo de Quioto no âmbito da <i>United Nations Framework Convention on Climate Change</i> (UNFCCC)	46
Protocolo de Quioto e o regime futuro	52
Referências bibliográficas	55
Leitura complementar	56
<b>MÓDULO II</b>	
Trâmite, institucionalidade e introdução ao ciclo de projetos	57
Introdução	59
Conceitos básicos e estrutura institucional	60
Conceitos	60
Instituições envolvidas	63
Estrutura – Autoridade Nacional Designada (AND)	67
Atividades de projeto no âmbito do MDL	75
Trâmites	80

Metodologias	80
Ciclo de projeto do MDL	82
Resultados	86
Referências bibliográficas	97

## **MÓDULO III**

<b>Oportunidades de negócios e avaliação de atratividade</b>	<b>99</b>
O mercado de carbono	101
Compradores, vendedores e carteiras de projetos	107
Oportunidades de mitigação no Brasil	112
Potenciais barreiras ao aproveitamento das oportunidades	114
Metodologias de linha de base e de monitoramento	115
Custos de transação	117
Titularidade dos créditos	120
Atratividade	121
Governança climática	122
Inventário de emissões	123
Norma ISO 14.064	125
Taxa interna de retorno (TIR)	126
Conclusões	128
Referências bibliográficas	129

## **MÓDULO IV**

<b>Projetos de MDL por setor/atividade produtiva</b>	<b>131</b>
Desenvolvendo um Documento de Concepção de Projeto	133
Seções do PDD	133
Cenário de linha de base e adicionalidade do projeto	135

## **MÓDULO 4.1 – Energia** **137**

Introdução	139
Metodologias aprovadas ou em análise pelo conselho executivo	143
Exemplos de metodologias de linha de base e monitoramento aprovadas no setor de energia	144
Simulação de cálculo do fator de emissão de GEE	146
Cálculo do fator de emissão de um sistema de geração de eletricidade segundo ACM0002	148
Fator de emissão na geração de eletricidade para o Brasil	154

Oportunidades de desenvolvimento de projetos de MDL no Brasil	158
Caso prático para estimar os RCE e seu respectivo rendimento: simulação da elaboração de um PDD	160
Referências bibliográficas	165
<b>MÓDULO 4.2 – Resíduos e efluentes</b>	<b>167</b>
Introdução	169
Metodologias atualmente aprovadas – visão geral	172
Caso prático de projeto	181
Resíduos domésticos – aterros sanitários	181
Participantes do projeto	182
Referência da metodologia de linha de base e monitoramento aprovada aplicada à atividade de Projeto	182
Limite do projeto	183
Descrição do cenário de linha de base	183
Definição da adicionalidade do projeto	184
Quantificação dos CER do projeto	187
Dados e parâmetros disponíveis para validação	198
Dados e parâmetros monitorados	198
Descrição do plano de monitoramento	199
Comentários dos atores	201
Referências bibliográficas	203
<b>MÓDULO 4.3 – Florestamento e reflorestamento</b>	<b>205</b>
Introdução	207
As florestas no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)	207
As mudanças no uso do solo e os projetos de MDL	208
Escalas de projetos	210
Definições associadas aos projetos de MDL florestal	211
Períodos de creditação	212
Metodologias A/R de grande escala aprovadas pelo Painel Executivo	213
Projetos brasileiros submetidos ao Painel Executivo	214
Metodologias	215
Metodologias simplificadas de linha de base e de monitoramento para atividades de florestamento e reflorestamento de pequena escala no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo implementadas em pastos ou terras agrícolas AR-AMS0001 (versão 4)	215
I. Condições de aplicabilidade, reservatórios de carbono selecionados e emissões de GEE pelas atividades do projeto	215
Metodologias simplificadas de linha de base para atividades de projeto A/R de pequena escala sob o MDL	216
II. Remoções líquidas de GEE por sumidouros na linha de base	216

III. Remoção real líquida de GEE por sumidouros (ex-ante)	221
IV. Vazamento (ex-ante)	225
V. Estimativa das remoções antropogênicas líquidas de GEE por sumidouros	226
VI. Metodologia simplificada de monitoramento para projetos A/R MDL de pequena escala	228
Apêndice A	239
Apêndice B	240
Apêndice C	242
Apêndice D	244
<b>Leituras recomendadas</b>	<b>249</b>
<b>Glossário</b>	<b>253</b>
<b>Anexos</b>	<b>261</b>



## Apresentação

---

Como é amplamente conhecido, o aquecimento do sistema climático é inequívoco, e se mostrou evidente pelas observações do aumento da temperatura média global da atmosfera e dos oceanos, da aceleração do derretimento da neve e do gelo, e da elevação do nível médio do mar. Desde meados do século 20, o aumento da temperatura média global do planeta é seguramente uma consequência do crescimento da concentração de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera, de origem antropogênica.

O tema da mudança do clima e suas consequências para a vida das pessoas, para as atividades econômicas e para o próprio equilíbrio dos recursos da biodiversidade ocupa um espaço cada vez maior nas preocupações das sociedades. Assim, trata-se de um dos problemas mais relevantes da agenda internacional, com impacto direto sobre a vida humana no planeta e sobre a exploração e aproveitamento dos recursos naturais, renováveis e finitos.

A partir da Conferência do Rio, em 1992, a Comunidade Internacional tem se debruçado sobre esse amplo complexo científico-econômico-tecnológico-diplomático relacionado à mudança do clima. Foi estabelecida a Convenção do Clima, e no seu âmbito, o Protocolo de Quioto, que define mecanismos de mercado que, de forma inédita no cenário internacional, tentam enquadrar responsabilidades e obrigações das diversas partes, abrindo oportunidades de desenvolvimento social e econômico sustentável. Tais mecanismos, para serem plenamente aproveitados, necessitam de ferramentas e instrumentos institucionais adaptados ao novo regime. Um dos mecanismos de flexibilização estabelecido é o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), o único aplicável a países em desenvolvimento, como o Brasil.

Este Manual de Capacitação sobre Mudança do Clima e Projetos de MDL foi elaborado no âmbito do Contrato de Gestão firmado entre o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) e a União, sob a supervisão do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), e em parceria com a Confederação Nacional da Indústria (CNI). O conteúdo se baseia nos cursos de capacitação em mudanças climáticas e projetos de MDL realizados entre setembro de 2006 e dezembro de 2007. O objetivo é conscientizar e habilitar dirigentes e técnicos de empresas, e responsáveis municipais sobre o tema. O Manual busca, assim, contribuir para o incremento das atividades voltadas à mitigação dos efeitos das mudanças climáticas e à elaboração de atividades de projetos de MDL viáveis para o país.

O Manual traz informações relevantes sobre a mudança global do clima, o arcabouço jurídico e os

aspectos institucionais referentes ao assunto. Além disso, explora as oportunidades de negócios de projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo para os setores produtivos relacionados à energia, resíduos e reflorestamento, que constituem hoje os principais domínios de aplicação do MDL.

Entre os compromissos assumidos pelo Brasil junto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima está o de promover e facilitar a conscientização pública e o acesso público a informações sobre a mudança do clima. Assim, o MCT acredita que tanto este Manual quanto os cursos de capacitação em MDL corroboram esse acordo internacional ratificado pelo governo brasileiro no que tange ao cumprimento de obrigações. O ministério também entende que essa contribuição para uma maior conscientização sobre os projetos de MDL aumenta as possibilidades reais para a implementação de atividades que gerem reduções de emissões de gases de efeito de forma sustentável.

O processo de preparação deste Manual contou com o irrestrito apoio da CNI, que desde o primeiro momento se dispôs, em conjunto com o MCT e o CGEE, a organizar e patrocinar cursos de capacitação em MDL nas diversas federações do país. Tais atividades, realizadas em conjunto com as federações de indústria, possibilitaram o aprimoramento do material didático e o esclarecimento de pontos específicos e dúvidas dos participantes. Da mesma forma, os cursos serviram para sensibilizar a classe empresarial e identificar oportunidades concretas de projetos de MDL na indústria brasileira.

Dando continuidade ao seu envolvimento no tema de mudança do clima, o CGEE mobiliza nessa ocasião um grupo seletivo de especialistas para elaborar o presente trabalho, que será disponibilizado amplamente, de modo a contribuir para uma maior compreensão dos desafios e oportunidades associadas às mudanças climáticas.

*José Domingos Gonzalez Miguez, MCT  
Maurício Otávio Mendonça Jorge, CNI  
Lucia Carvalho Pinto de Melo, CGEE*



## Introdução

O tema de mudança do clima já faz parte da realidade política e econômica internacional, com repercussão nas diversas áreas do conhecimento, e demandando desenvolvimentos científicos e tecnológicos, bem como a adoção de inovações. A entrada em vigor do Protocolo de Quioto e a possibilidade de utilização do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) atraem cada vez mais a atenção do mundo dos negócios e do setor empresarial. Para além das oportunidades de caráter econômico, as mudanças globais e, em particular, os riscos associados ao crescimento da vulnerabilidade climática, induzem um aumento do compromisso e da responsabilidade corporativa com medidas de mitigação e adaptação dos processos produtivos e dos padrões de consumo.

Com efeito, as análises sistemáticas do Painel Intergovernamental de Mudança do Clima (IPCC) indicam que o aumento da temperatura média global do planeta será ainda maior no futuro e demonstram que esse aquecimento é causado pelas emissões antrópicas acumuladas de gases do efeito estufa (GEE), principalmente o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), oriundo da queima de combustíveis fósseis, o metano ( $\text{CH}_4$ ) e o óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), sobretudo proveniente das atividades agropecuárias. Prevê-se um aumento das temperaturas médias globais entre 2 e 4,5 °C, até o final do século.

No Brasil, a vulnerabilidade climática pode se manifestar em diversas áreas: aumento da frequência e intensidade de enchentes e secas; perdas na agricultura e ameaças à biodiversidade; mudança do regime hidrológico, com impactos sobre a capacidade de geração hidrelétrica; expansão de vetores de doenças endêmicas. Além disso, a elevação do nível do mar pode afetar regiões da costa brasileira, em especial as metrópoles litorâneas.

Contudo, a captação de recursos proporcionada pelo MDL representa uma oportunidade ímpar para promover o desenvolvimento sustentável e contribuir para os objetivos da Convenção do Clima. Por esse mecanismo, os países industrializados podem comprar reduções certificadas de emissões geradas por projetos nos países em desenvolvimento e utilizá-las no cumprimento de suas metas.

O setor produtivo brasileiro é um importante ator no processo de resposta da sociedade brasileira aos desafios das mudanças climáticas, atuando como promotor de projetos que geram reduções certificadas de emissões e contribuindo para mudanças nos padrões de consumo e produção.

Observa-se, atualmente, que as grandes empresas já despertaram para esse tema e diversas delas estão ativas na concepção e implantação de projetos de MDL. No entanto, a inserção das pequenas

e médias empresas (PME) no mercado internacional de crédito de carbono precisa ainda ser ampliada e incrementada. Para atingir esse objetivo, é necessária uma maior difusão do conhecimento a respeito das oportunidades concretas desse mecanismo e uma capacitação técnica acurada desse segmento para elaborar, contratar, implantar e monitorar os projetos de MDL.

Nesse contexto, em 2005 o governo brasileiro através do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) realizou um estudo sobre as mudanças climáticas, publicado nos Cadernos NAE nº3 e nº4 Mudança do Clima (Vol. 1 e 2) e na Revista Parcerias Estratégicas de dezembro 2005, que indicou a relevância desse tema para o desenvolvimento do país, tratando de assuntos estratégicos como: negociações internacionais, mercado internacional de crédito de carbono, oportunidades de negócios em seguimentos produtivos nacionais e as ferramentas para sua viabilização.

Em 2006, o CGEE elaborou, no âmbito do Contrato de Gestão firmado com o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e em parceria com a Confederação Nacional da Indústria (CNI), um programa de capacitação sobre mudança climática e projetos de MDL (CPMDL). O Programa foi concebido a partir da identificação das experiências brasileiras com capacitação em mudanças climáticas e das oportunidades de mercado de carbono para os principais setores e processos produtivos brasileiros, bem como da experiência adquirida com a implementação de quatro cursos-piloto nas capitais Rio de Janeiro, São Paulo, Recife e Porto Alegre, realizados pelo CGEE em parceria com a CNI e as federações estaduais da indústria, no final de 2006.

O Programa de Capacitação tem como objetivo geral treinar gerentes e técnicos do setor produtivo, e de entidades públicas e privadas brasileiras, direta e indiretamente envolvidas no assunto de mudanças climáticas e mercado de carbono, a fim de agilizar os processos de elaboração, aprovação e validação de projetos de MDL. Nesse Programa prevê-se, entre 2007 e 2008, a realização de 20 cursos de capacitação em mudanças climáticas e MDL, de quatro módulos, com carga horária de 24 horas.

A CNI e as federações estão fornecendo as condições necessárias à implementação dos cursos de capacitação, contemplando a mobilização do sistema estadual da indústria e do empresariado e todos os aspectos relativos a infra-estrutura, serviços e suporte técnico, financeiro e administrativo.

Este documento apresenta o Manual de Capacitação sobre Mudança do Clima e Projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), elaborado no âmbito dessa experiência de capacitação. O Manual tem como objetivo geral apresentar o tema mudança do clima e o potencial de negócios no mercado internacional de crédito carbono, examinar a viabilidade e a atratividade de projetos de



carbono nos setores produtivos e nos municípios, e apresentar aspectos básicos a responsáveis e empresariais municipais sobre a elaboração de projetos de MDL.

Para tal, foi mobilizado no início de 2007 um grupo de instrutores que, com base nos seus conhecimentos e nas experiências adquiridas com a implementação dos cursos realizados, ficou responsável pela elaboração do material didático do seu respectivo módulo.

Portanto, este Manual reflete os temas abordados nos cursos de capacitação que têm sido ministrados em várias capitais do país, constituindo documento de referência no assunto. Seguindo a estrutura dos cursos presenciais, este documento contempla três módulos gerais e um quarto módulo prático, onde são detalhados os procedimentos para elaboração de um projeto de MDL específico para os segmentos produtivos mais relevantes, com foco nas metodologias aprovadas de MDL, sendo:

- (a) Módulo I: Mudança do clima e acordos internacionais;
- (b) Módulo II: Trâmite, institucionalidade e introdução ao ciclo de projetos;
- (c) Módulo III: Oportunidades de negócios e avaliação de atratividade;
- (d) Módulo IV: Projetos de MDL por setor/atividade produtivos:
  - IV.1: Energia
  - IV.2: Resíduos
  - IV.3: Reflorestamento

Os principais acrônimos são apresentados no começo do Manual, e no final encontram-se um glossário e os demais anexos e apêndices, .

Assim, este documento oferece informações relevantes e aprofundadas sobre o arcabouço jurídico, o mercado de carbono, e os procedimentos administrativos e técnicos referentes aos projetos de MDL, propiciando ao leitor uma ferramenta para identificar a oportunidade e os meios para implementar esse tipo de projetos.



# MÓDULO I

Mudança do clima e  
acordos internacionais







## Conceitos de clima e de sistema climático

Clima refere-se às estatísticas das variáveis que descrevem o estado instantâneo da atmosfera. Normalmente essas variáveis são a temperatura, a pressão, as três componentes do vento (nos sentidos norte-sul, leste-oeste e vertical), a concentração de vapor d'água, de água líquida e de água sólida. Em meteorologia, faz-se uma diferença entre tempo e clima, considerando o primeiro o valor instantâneo dessas variáveis num determinado local e o segundo, seus valores médios. O clima inclui a variação diurna e sazonal e, além disso, a variância e outros momentos de ordem superior. O clima é um sistema dinâmico, dito caótico, palavra que não significa que a sua evolução seja aleatória, mas que obedece a leis que tornam o sistema excessivamente sensível às condições iniciais. O sistema climático apresenta não-linearidades internas que lhe conferem essa característica.

Em prazos mais longos que umas poucas semanas, a evolução do estado da atmosfera é ditada pelos oceanos. Em linhas gerais, a atmosfera influencia os oceanos pelo arrasto dos ventos sobre sua superfície, o que provoca movimentos das águas superficiais que, por sua vez, se comunicam com as águas mais profundas; os oceanos influenciam a atmosfera pela temperatura da superfície que determina a evaporação de suas águas. Em prazos mais longos, o comportamento é determinado também pela interação da atmosfera com a biosfera – conjunto de toda a matéria viva do planeta. Essa interação tem como componente principal o fato de a fotossíntese transferir dióxido de carbono da atmosfera para a biosfera, e o fato de a decomposição da matéria orgânica transferir o carbono da biosfera para a atmosfera, na forma de dióxido de carbono ou monóxido de carbono ou, ainda, metano.

Outras interações da biosfera com a atmosfera dizem respeito ao fato de o atrito, ou a resistência oferecida pela vegetação aos ventos de superfície, depender da rugosidade da superfície, sendo maior, por exemplo, para uma floresta do que para um deserto. A refletividade da superfície (chamada de albedo) depende do tipo de cobertura do solo: muito alta para uma cobertura de neve ou gelo e mais baixa para diferentes tipos de vegetação. A capacidade de liberação de vapor d'água para a atmosfera depende também da cobertura vegetal: além da evaporação em superfícies de água, existe a transpiração das plantas, influenciada pelas condições de temperatura e de vento, e da superfície das folhas, maior em florestas do que em gramíneas, por exemplo.

O ciclo do nitrogênio é também um elemento importante das interações entre a biosfera e atmosfera, denominados ciclos biogeoquímicos. A interação entre a atmosfera e a biosfera se faz sentir em escalas de tempo de alguns meses e são muito importantes em escalas de tempo mais longas.

Tomem-se como exemplo os registros detalhados da concentração de dióxido de carbono na atmosfera. No hemisfério norte, esses registros mostram uma variação sazonal da concentração de dióxido de carbono na atmosfera devido ao fato de que no período mais frio do ano as extensas florestas boreais daquele hemisfério deixam de crescer e, em conseqüência, o nível de dióxido de carbono na atmosfera aumenta, voltando a diminuir nos períodos mais quentes, quando as florestas voltam a crescer.

Por essas razões, a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC) define o sistema climático como o conjunto da atmosfera, oceanos e biosfera.

A fonte de energia para o sistema climático é a radiação solar, energia na forma de radiação eletromagnética emitida pela superfície do Sol que atravessa nossa atmosfera e esquenta a superfície da Terra. Essa energia é compensada pela radiação da superfície e da atmosfera. A superfície do Sol está a cerca de 6000 graus Kelvin ou 5727 graus Celsius (já que o zero absoluto de temperatura corresponde a -273 graus Celsius). A freqüência da radiação eletromagnética emitida por um corpo depende de sua temperatura – quanto mais quente maior a freqüência ou menor o comprimento de onda. A radiação emitida pelo Sol tem um espectro com o máximo no comprimento de onda correspondente ao espectro visível, da cor verde. A radiação emitida pela Terra, a uma temperatura de cerca de 300 graus Kelvin, tem um comprimento de onda correspondente ao espectro infravermelho. Embora invisível para nossos olhos, essa radiação pode ser sentida na forma de calor. É conhecido o fato de que as noites de inverno, quando o céu está sem nuvens, são mais frias do que quando há nuvens – isso porque o céu limpo permite a passagem da radiação infravermelha e, portanto, há um maior resfriamento da superfície da Terra.

Tanto a energia do Sol quanto a perda de energia da superfície da Terra por radiação infravermelha, distribuída pelo planeta não uniformemente, aquecem alguns locais – os trópicos – mais do que outros – os pólos. O ar mais quente se expande e tende a mover-se para os locais mais frios. Em conjunto com o movimento de rotação da Terra, que introduz fatores de inércia no sistema, gera-se todo o complexo de movimento da atmosfera, que obedece a leis físicas conhecidas. Cada vez mais é possível fazer previsões acuradas desse movimento, usando-se supercomputadores que integram numericamente as equações diferenciais correspondentes às leis físicas.

A título de analogia, tomemos uma panela com um líquido sobre um fogão. O movimento da água dentro da panela é conseqüência do seu aquecimento e segue leis conhecidas. Esse movimento pode, portanto, ser previsto em grande medida, embora os detalhes sejam por vezes imprevisíveis na medida em que o sistema dinâmico é excessivamente sensível às condições iniciais. Esses sistemas



dinâmicos são ditos caóticos, o que significa que uma parte de seu comportamento é imprevisível, embora a sua evolução seja perfeitamente previsível na média. O sistema climático é também um sistema caótico.

## Efeito estufa natural

Uma estufa é um recinto com paredes ou teto que permitem a entrada de energia na forma de radiação no espectro visível e impedem, parcialmente, a saída da energia na forma de radiação no espectro infravermelho. As estufas são usadas na agricultura, especialmente em climas mais frios, para permitir estender o período agrícola: as mudas são criadas em estufas até que a temperatura externa seja suficiente para permiti-lo ao ar livre. São construídas com cobertura de vidro ou de plástico transparente, já que ambos são relativamente opacos à radiação infravermelha.

A Terra, como de resto todos os planetas – astros sem fonte interna de energia – está em equilíbrio radiativo: esquenta pela absorção da energia de radiação do Sol no espectro visível e esfria pela emissão de energia própria no espectro infravermelho. O planeta Terra é uma estufa natural, pois há gases na atmosfera transparentes à radiação visível do Sol e que não permitem, ainda que parcialmente, a passagem da radiação infravermelha, que tem a função de resfriar a superfície terrestre. Se não fosse o efeito estufa natural, a temperatura média da superfície da Terra seria de cerca de 33 graus Celsius mais fria do que realmente é. A absorção de radiação infravermelha pelos gases de efeito estufa ocorre porque a radiação nessa faixa do espectro excita o modo de vibração das moléculas (modulado pela rotação da Terra).

Essa absorção não pode ocorrer quando as moléculas não têm um dipolo elétrico, como nos casos dos gases raros (hélio, neônio, argônio, etc.) que existem na atmosfera na forma de moléculas monoatômicas; tampouco no caso do nitrogênio e oxigênio moleculares que existem na atmosfera na forma de moléculas diatômicas, ou seja, compostas de dois átomos ( $N_2$  e  $O_2$ , respectivamente), porque os dois átomos são idênticos e, portanto, não há dipolo elétrico. A exceção nesse caso ocorre se um dos átomos for um isótopo com peso molecular diferente do outro, caso que não é importante na prática devido à raridade desses isótopos.

Todos os outros gases da atmosfera são gases de efeito estufa. Alguns, por razões explicadas a seguir, não são importantes para a mudança do clima. Assim, os gases que não causam o efeito estufa

representam cerca de 99% da atmosfera da Terra. Em consequência, o efeito estufa é causado por gases minoritários e que – não fosse o efeito estufa – não seriam muito relevantes para a composição química da atmosfera.

Dentre esses gases, o vapor d'água merece uma atenção especial, pois é o principal GEE na atmosfera, devido à sua grande quantidade – se comparada a outros gases de efeito estufa (GEE) – em conjunto com a sua alta capacidade de absorção da radiação infravermelha. A quantidade de um determinado gás na atmosfera é normalmente expressa pela sua concentração em unidades de partes por milhão em volume (ppmv), ou micromol por mol. No entanto, a concentração do vapor d'água na atmosfera não é determinada pelo homem, mas pelo balanço entre a evaporação e transpiração, por um lado, e pela precipitação, por outro. Por essa razão, não é levado em consideração na análise da mudança do clima. Ele é o único gás da atmosfera que existe nas três fases – gasosa, líquida e sólida – dependendo das condições de temperatura e pressão, e exerce um papel muito importante graças ao ciclo hidrológico, diretamente associado à vida na superfície da Terra. Com a mudança do clima, temperaturas mais altas resultarão em ligeiro aumento da concentração do vapor d'água na atmosfera.

Muitos gases minoritários, porém importantes como poluentes atmosféricos locais, são também desprezados quando se examina a mudança do clima porque apresentam uma grande reatividade química e, portanto, uma vez emitidos para a atmosfera, desaparecem rapidamente como resultado de reações químicas. É o caso, por exemplo, de poluentes como o monóxido de carbono, os óxidos ímpares de nitrogênio (NO e NO<sub>2</sub>, ou NO<sub>x</sub>) e o dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>).

Cabe ainda uma menção à existência hoje de gases industriais, que normalmente não existiam na atmosfera e que foram criados para uso na indústria, como os clorofluorocarbonos, ou outros que resultam de processos industriais, muitos deles com elevado poder de aquecimento.

A questão central no que se refere à preocupação com a mudança do clima é que a concentração de GEE na atmosfera aumentou e continua a aumentar pela ação do homem, o que provoca um aquecimento global, já que a estufa do planeta torna-se mais pronunciada. A mudança do clima resultante desse aquecimento global é objeto da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima e de seu Protocolo de Quioto.



## Aquecimento global

A física do processo do aquecimento global é bem conhecida há muitas décadas. O aumento da eficiência da estufa da Terra produz um aquecimento que pode ser expresso em termos da potência (energia por unidade de tempo) equivalente. Atualmente, esse aquecimento corresponde a cerca de 2 watts por metro quadrado da superfície: é como se ligássemos um aquecedor de radiação, com potência de 2 watts, para cada metro quadrado da superfície do planeta e os deixássemos ligados por muitas décadas. É relativamente fácil estimar o aumento de temperatura resultante, pois tal aumento é igual ao total de energia (potência multiplicada pelo tempo do aquecimento, expressa em watt/hora) dividido pela capacidade calorífica do objeto que está sendo aquecido. No caso do planeta Terra, e considerando que o solo é mau condutor de calor, serão aquecidos essencialmente os oceanos. A capacidade calorífica é igual ao volume de água dos oceanos multiplicado pelo seu calor específico, ambos bem conhecidos.

Esse raciocínio permitiu que a Academia de Ciências da Suécia, em 1971, em relatório intitulado *Study of Man's Impact on Climate*, recentemente republicado pela MIT Press, apresentasse uma estimativa da magnitude do aumento de temperatura da superfície do planeta como resultado do aumento da concentração do dióxido de carbono na atmosfera pela ação do homem. No entanto, o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima das Nações Unidas, que avalia periodicamente o estado do conhecimento sobre o tema (1990, 1995, 2001 e 2007), só em fevereiro de 2007 concluiu de forma inequívoca a mudança do clima.

Ocorre que a mudança do clima não pode ser observada diretamente. Podemos observar o clima em sua totalidade. O clima observado inclui o efeito do aumento da concentração dos GEE pela ação do homem, mas inclui também muitos outros efeitos, alguns naturais e outros devidos ao homem, mas que não são devidos a GEE. Esses outros efeitos são os seguintes:

- O efeito de erupções vulcânicas que, ao injetarem cinzas na estratosfera, onde permanecem poucos anos, causam um resfriamento da superfície terrestre;
- O efeito da variabilidade da radiação solar;
- O efeito de material particulado (aerossóis) colocados na atmosfera pela ação do homem. Dependendo do espectro de tamanho das partículas, os aerossóis resfriam ou aquecem a superfície da Terra. Como exemplos do primeiro caso podemos citar os aerossóis resultantes da queima de combustíveis fósseis que contêm enxofre, as cinzas de queimadas,

etc. e como exemplo do segundo temos o negro de fumo resultante do uso de diesel em motores mal regulados, etc;

- O efeito de GEE não controlados pela Convenção do Clima ou por seu Protocolo de Quioto, mas pelo Protocolo de Montreal, porque, apesar de serem GEE, também destroem a camada de ozônio, como os Clorofluorocarbonos e os Hidroclorofluorocarbonos – CFC e HCFC;
- As mudanças no ozônio estratosférico devido à ação do homem, tanto ao produzir o buraco na camada de ozônio, o que causa resfriamento, quanto ao eliminá-lo, o que causa aquecimento;
- O ozônio troposférico resultante da ação do homem, mas de duração muito breve na atmosfera;
- Variações do clima como resultado das instabilidades decorrentes da não linearidade do sistema climático e que produzem oscilações com periodicidade não bem definida, como aquelas que constituem o efeito do fenômeno El Niño.

É importante mencionar a definição de mudança do clima adotada no Artigo 2º da Convenção, que é portanto aplicável ao Protocolo de Quioto. Mudança do clima é a diferença entre o clima com e sem o aumento – produzido pelo homem – da concentração atmosférica dos GEE não controlados pelo Protocolo de Montreal.

Assim, o Protocolo de Quioto e, portanto, o seu Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, trata, principalmente, da emissões dos seguintes gases de efeito estufa, entre outros:

Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

Metano (CH<sub>4</sub>)

Óxido nitroso (N<sub>2</sub>O)

Perfluorocarbonos (PFC)

Hidrofluorocarbonos (HFC)

Hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>)

As principais atividades humanas que geram emissões de GEE são: geração de energia pela queima de combustíveis fósseis (carvão mineral, petróleo e gás natural), desmatamento e produção de cimento, que produzem emissões de dióxido de carbono; decomposição anaeróbica de matéria orgânica, que produz emissões de metano em aterros sanitários e na pecuária; uso de fertilizantes nitrogenados, que produz emissões de óxido nitroso; e processos industriais que produzem emissões de perfluorocarbonos, hidrofluorocarbonos e hexafluoreto de enxofre.



Sob o ponto de vista da detecção da mudança do clima, e já que o fenômeno não pode ser observado diretamente, a única opção que resta, para efeito de comparação com as observações, é entender e simular a evolução do clima com todos os efeitos mencionados acima. Ao longo dos anos, e como resultado de um intenso esforço mundial de pesquisa, foi possível aperfeiçoar de forma significativa a capacidade de modelagem do clima. A maior dificuldade ocorreu no caso dos aerossóis, porque o seu efeito depende muito do espectro de tamanho de suas partículas, altamente variável, e de sua distribuição espacial e temporal, também muito variável. E o efeito dos aerossóis está longe de ser desprezível no balanço de radiação da atmosfera. Com o aperfeiçoamento da capacidade de simulação do clima com modelos, foi possível reproduzir com maior fidelidade o clima do século passado, levando-se em conta a mudança do clima e todos os demais fatores relevantes.

O primeiro relatório de avaliação científica do IPCC, de 1990, continha a afirmação de que a detecção inequívoca da mudança do clima ainda tardaria mais de uma década – e foi isso que realmente ocorreu. Essa previsão pôde ser feita porque, uma vez conhecida a previsão da mudança do clima – meio grau Celsius até o final do século 20 –, e conhecendo-se a variabilidade do clima, concluiu-se que a detecção inequívoca somente ocorreria quando a mudança do clima fosse maior do que a variabilidade natural, o que só ocorreria por agora. E assim foi, conforme a literatura científica resumida no Quarto Relatório de Avaliação Científica do IPCC, publicado em 2007.

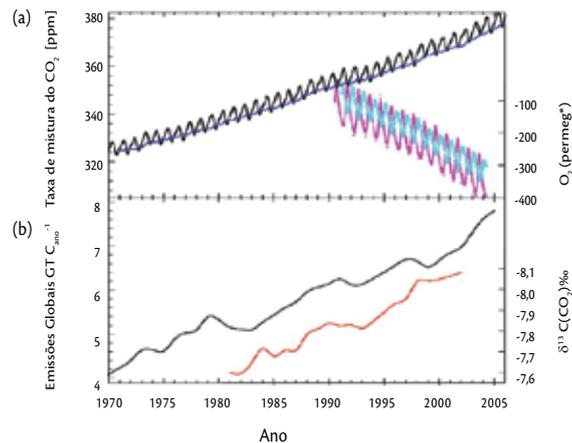
## Método científico

A principal dificuldade na detecção da mudança do clima tem origem no próprio método científico. A codificação das regras da lógica científica foi descrita por René Descartes (*Discurso sobre o Método*, 1637) e Karl Popper (*A Lógica da Descoberta Científica*, 1934). Trata-se de uma lógica aplicável à exploração das leis da natureza que, por sua vez, consiste na formulação de uma hipótese e da definição de um experimento apropriado tal que, dependendo de seu resultado, a hipótese possa ser negada ou aceita. O experimento ideal para testar a hipótese de que há uma mudança do clima como resultado do aumento da concentração de GEE na atmosfera consistiria em observar, por exemplo, durante cem anos, o clima de dois planetas no laboratório, idênticos em tudo, exceto no fato de que, em um deles, a concentração daqueles gases seria aumentada. Como isso não pode ser feito, resta a simulação do clima por modelos que, por sua vez, são validados com dados observados. Assim, os modelos são e serão, para sempre, parte integrante da consideração da mudança do clima.

Além disso, e em geral em geofísica, o método científico precisa ser aplicado por partes e sempre acompanhado da observação da natureza.

## Concentração de gases de efeito estufa na atmosfera

A Figura 1.1 mostra a evolução da concentração atmosférica de dióxido de carbono observada em Mauna Loa, no Havaí, longe de qualquer contaminação local. Essa série foi iniciada por Keeling, em 1958. As observações mostram claramente um aumento daquela concentração, modulado por uma variação sazonal devido ao fato de que o crescimento das árvores das grandes florestas do hemisfério norte ocorre somente nos meses mais quentes do ano, retirando dióxido de carbono da atmosfera por meio da fotossíntese.



**Figura 1.1 – Evolução da concentração atmosférica**

Fonte: Quarto Relatório de Avaliação do IPCC, Grupo I, 2007

\*Permeg: equivalente a ppm

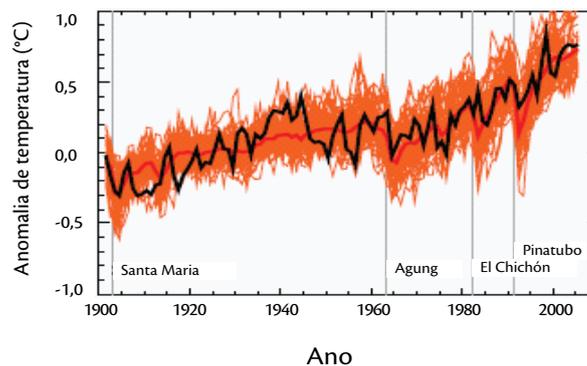
A origem desse aumento está associada ao uso de combustíveis fósseis, como evidenciado pela diminuição da concentração de oxigênio na atmosfera. Cada átomo fóssil colocado na atmosfera na forma de dióxido de carbono corresponde à diminuição de uma molécula de oxigênio. Como a concentração de oxigênio na atmosfera é da ordem de 200.000 ppmv, a diminuição é irrelevante em termos do oxigênio em si, porém importante para comprovar a origem fóssil do carbono responsável pelo aumento da concentração de dióxido de carbono.



As curvas na parte inferior da Figura 1.1 representam a evolução das emissões de dióxido de carbono devidas ao homem e à sua composição isotópica. O carbono de origem fóssil tem uma proporção isotópica diferente daquela do carbono que participa do ciclo da atmosfera e biosfera. Em conjunto, a Figura 1.1 representa evidência de que a concentração de dióxido de carbono na atmosfera está aumentando; o aumento tem origem fóssil; e a emissão fóssil é devida à ação do homem e, portanto, não é devida, por exemplo, à liberação de gás carbônico por atividade vulcânica. O aquecimento resultante desse aumento pode ser estimado com experimentos de laboratório, como realizados inicialmente por (Fleming, 1998).

Por último, o efeito do aquecimento sobre o clima deve ser incluído, junto com os outros fatores, na simulação do clima. Para que seja possível uma comparação com observações da natureza, isso deve ser feito não como uma previsão do futuro, mas como uma “previsão” a posteriori do clima do passado. É importante ressaltar que essas previsões do passado são feitas realmente como previsões, ou seja, a partir das condições iniciais em 1900, e com as condições de contorno variando de acordo com o conhecimento observacional da evolução dos diferentes fatores – radiação solar, vulcões, aerossóis, etc.

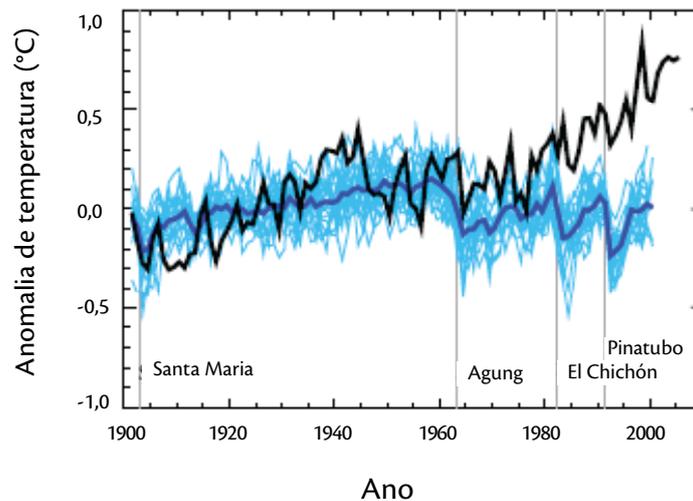
A Figura 1.2 mostra a evolução da temperatura média global da superfície da Terra, como observada, junto com o resultado de várias “previsões” para o século passado. Foram usados resultados de vários centros de modelagem do clima em diversos países. Os modelos são ligeiramente diferentes. Em conjunto, representam o estado atual do conhecimento e da capacidade de modelagem do clima. Como o clima, por definição, refere-se a médias, conclui-se que a capacidade de modelagem do clima hoje é satisfatória, já que o conjunto dos resultados representa razoavelmente bem as observações.



**Figura 1.2 – Evolução da temperatura média global**

Fonte: Quarto Relatório de Avaliação do IPCC, Grupo I, 2007

A Figura 1.3 mostra, além das observações, o resultado das “previsões” quando é removido dos modelos o efeito do aumento da concentração atmosférica dos GEE. Nota-se que, apesar da variabilidade do clima, não há forma de argumentar que a diferença entre a temperatura observada e a “prevista” seja devido à variabilidade natural, a não ser invocando uma probabilidade extremamente baixa.

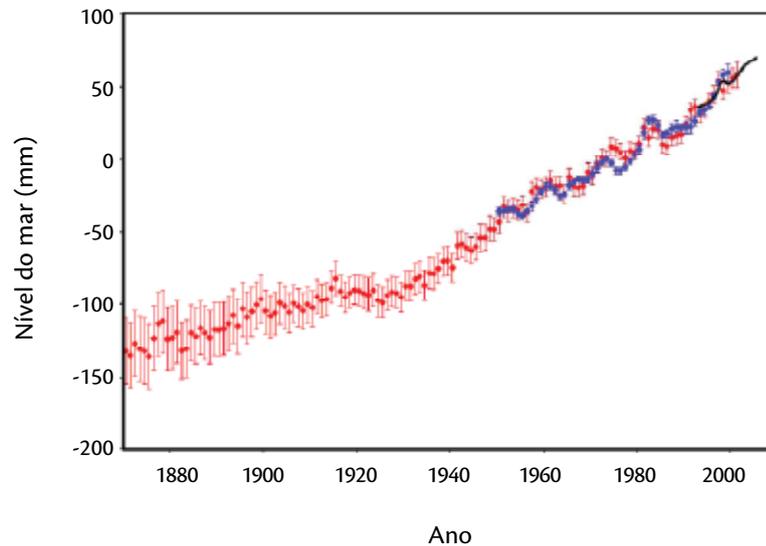


**Figura 1.3 – Evolução da temperatura média global sem gases de efeito estufa**

Fonte: Quarto Relatório de Avaliação do IPCC, Grupo I, 2007

Essas duas curvas permitiram ao Grupo de Trabalho Científico do IPCC concluir, em seu Quarto Relatório de Avaliação, anunciado em Paris em 2 de fevereiro 2007, que a mudança do clima já foi detectada de forma inequívoca. Isso porque o clima já mudou o suficiente em relação à variabilidade natural, como previsto em 1990, e também porque a capacidade de simulação do clima com todos os fatores relevantes aumentou substancialmente nos últimos anos.

A Figura 1.4 mostra o aumento do nível médio do mar nos últimos 130 anos. Como a principal causa do aumento do nível médio do mar é a expansão térmica das águas dos oceanos, seguida do derretimento das geleiras continentais, a evidência ajuda a consubstanciar a mudança secular do clima.

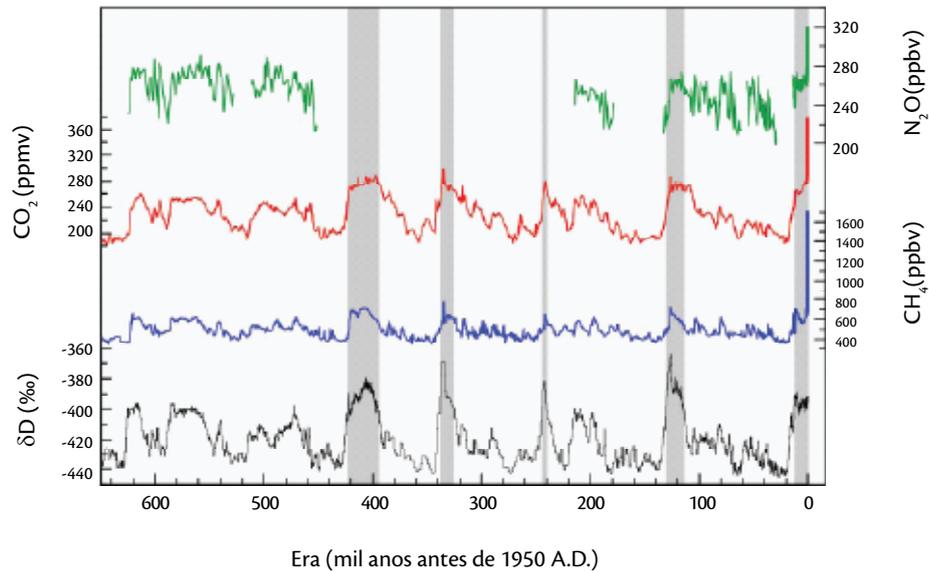


**Figura 1.4 – Aumento do nível do mar**

Fonte: Quarto Relatório de Avaliação do IPCC, Grupo I, 2007

## Variação do clima a longo prazo

As considerações anteriores são válidas para uma escala de tempo de poucos séculos. Além disso, o clima varia em escalas de tempo milenares. A paleoclimatologia produziu avanços importantes no entendimento da variabilidade nessas escalas de tempo mais longas. A Figura 1.5 mostra a evolução, por um período de 600.000 anos antes do presente, de algumas variáveis que podem ser usadas como medidas indiretas da concentração de dióxido de carbono na atmosfera (segunda curva) e da temperatura (última curva). Os resultados foram obtidos com o uso de testemunhos de gelo na Antártida. Perfurações permitem extrair cilindros de gelo formados pela acumulação anual de neve. Sua idade é facilmente definida. O gelo contém bolhas de ar que, analisadas com métodos isotópicos, permitem estimar a concentração de dióxido de carbono e a temperatura no passado.



**Figura 1.5 – Evolução da concentração de gases de efeito estufa**

Fonte: Quarto Relatório de Avaliação do IPCC, Grupo I, 2007

A análise das curvas permite concluir, primeiro, que há uma correlação clara entre o dióxido de carbono e a temperatura, o que seria de se esperar de um sistema dinâmico acoplado. A simples correlação não permite uma conclusão sobre causa e efeito. De fato, há evidência de que, no passado, o aumento da temperatura ocorreu antes do aumento do dióxido de carbono.

O fato é, no entanto, que no presente a concentração atmosférica de dióxido de carbono está aumentando – e de forma vertiginosa, se considerada nessa escala de tempo de centenas de milhares de anos –, tendo já atingido níveis sem precedentes durante o período.

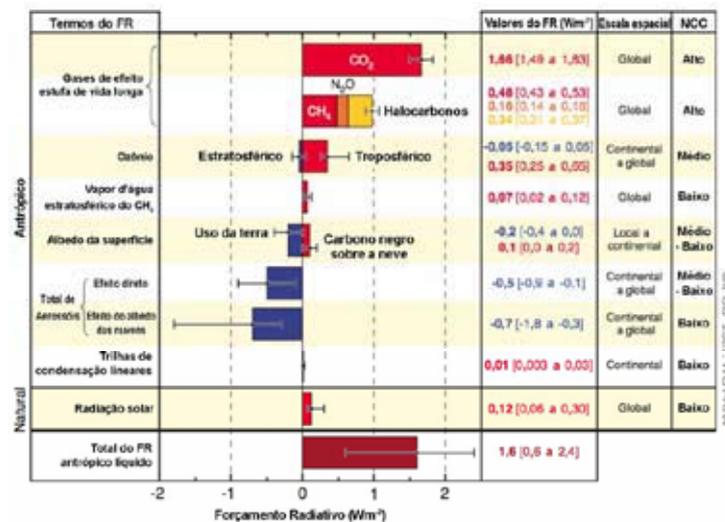
Como o sistema dinâmico é acoplado, a temperatura deverá aumentar de forma correspondente, embora com atraso. A distribuição do aumento de temperatura nos oceanos é lenta, com uma escala de tempo da ordem de 20 a 30 anos para as águas da superfície e de muitas centenas de anos para as camadas profundas, isso porque o movimento das correntes oceânicas é relativamente lento.



## Efeito relativo dos gases de efeito estufa e de outros fatores

O efeito dos diferentes gases e outros fatores que afetam o balanço de radiação e, portanto, o aquecimento da atmosfera, é representado pela estimativa da potência de aquecimento associada a cada um deles. Os outros fatores são: os aerossóis, a variação da refletividade da superfície (albedo), a variabilidade solar, os vulcões e a variação do ozônio na estratosfera.

A Figura 1.6 mostra a magnitude das estimativas, e respectivas incertezas, do aquecimento devido a cada gás ou fator, expressos em termos da forçante radiativa, em watt por metro quadrado. Note-se que a expressão correta é forçante radiativa, derivada de radiação, e não radioativa, palavra usada para designar o efeito da radioatividade em física nuclear.



**Figura 1.6 – Potencial de aquecimento**

Fonte: Quarto Relatório de Avaliação do IPCC, Grupo I, 2007

O maior efeito é devido ao dióxido de carbono, razão pela qual esse gás é usado como referência, inclusive para estimar a equivalência de emissões.

Nessa Figura, estão representados os efeitos globais, e não por unidade de concentração. Ocorre que alguns GEE têm um efeito, por molécula, muito maior do que aquele do dióxido de carbono, porém

a sua quantidade é muito pequena. A emissão de dióxido de carbono e, portanto, o aumento de sua concentração, é muito maior do que o dos outros gases. Assim, o seu efeito sobre o clima é o mais importante.

Os halocarbonos incluem notadamente os CFC e HCFC, controlados pelo Protocolo de Montreal e, portanto, não controlados pela Convenção, e também os hidrofluorocarbonos controlados pela Convenção porque são GEE que não destroem a camada de ozônio.

Halocarbonos são compostos derivados dos hidrocarbonetos pela substituição de um ou mais átomos de hidrogênio por um átomo de um halogênio. Os halogênios são, em ordem de peso atômico, o flúor, o cloro, o bromo, o iodo e outros menos importantes. Note-se que o flúor não afeta a camada de ozônio. Em consequência, os compostos de flúor estão incluídos na Convenção e no Protocolo. Os compostos de cloro e bromo destroem a camada de ozônio e estão, portanto, incluídos no Protocolo de Montreal e não na Convenção ou no Protocolo de Quioto.

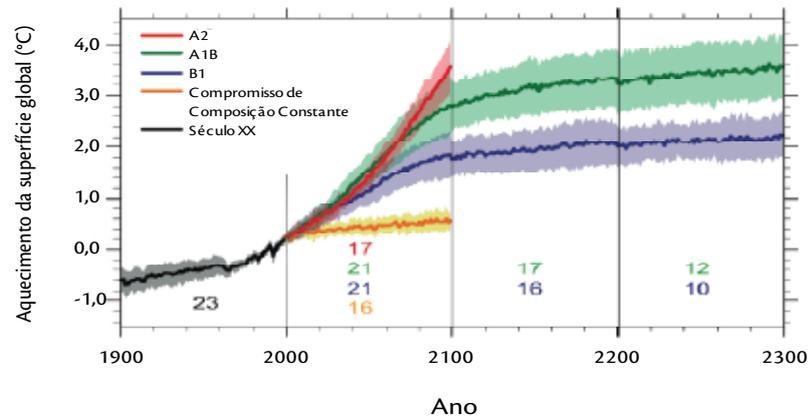
## Previsões da mudança do clima

A confiança adquirida nos modelos com o êxito na “previsão” a posteriori da evolução do clima no século passado permitiu reduzir de forma significativa a incerteza associada às previsões para o futuro, com relação aos relatórios anteriores do IPCC.

A Figura 1.7 mostra a evolução da temperatura média da superfície no século passado e a previsão para os próximos 300 anos.

Cada uma das quatro curvas é acompanhada de uma indicação da incerteza associada. As diferentes curvas não correspondem a uma incerteza de previsão, mas ao resultado do arbítrio humano em termos de escolha das emissões no futuro.

A curva inferior corresponde a uma situação hipotética (e inverossímil) em que a concentração atmosférica dos GEE fosse mantida constante no futuro, no seu valor atual. Note-se que a temperatura continuaria subindo, embora lentamente, porque os GEE já presentes na atmosfera ainda continuarão lá por um bom tempo.



**Figura 1.7 – Cenário de estratégias globais de reduções de emissões**

Fonte: Quarto Relatório de Avaliação do IPCC, Grupo I, 2007

As outras curvas correspondem a cenários de emissões futuras, desenvolvidos pelo IPCC, com base em certas premissas sobre o crescimento populacional, intensidade de uso de energia e intensidade de uso de combustíveis fósseis.

A primeira curva corresponde à simples extrapolação da trajetória de emissões que vem sendo seguida pelo mundo hoje, na ausência de medidas para conter tais emissões.

A terceira curva corresponde à proposta da União Europeia (UE) de um consenso mundial, visando limitar a mudança do clima a 2 graus Celsius em meados do século 21. A segunda curva corresponde a um cenário intermediário.

A mudança do clima não é nem será uniforme em todo o mundo. O aumento de temperatura será maior nas latitudes mais elevadas do hemisfério norte. Haverá mudanças na frequência e intensidade de eventos climáticos extremos e haverá mudanças no regime de precipitação.

## Efeito das emissões dos diferentes gases sobre o clima

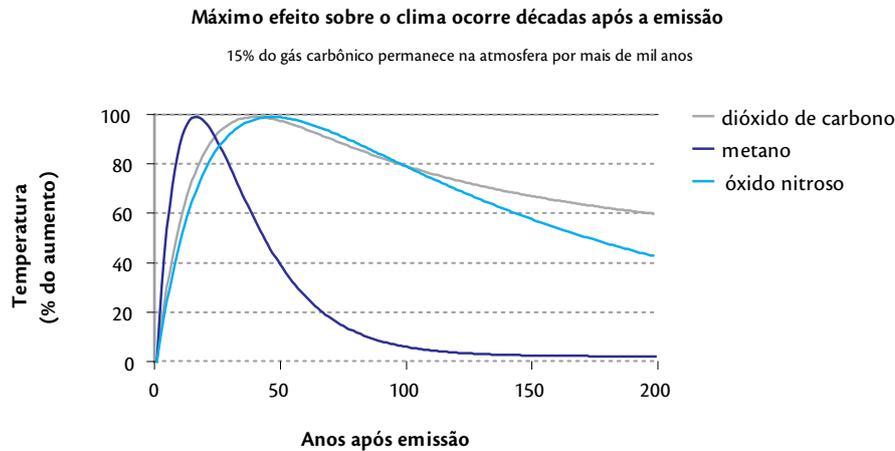
Uma vez emitido um gás de efeito estufa, a sua concentração atmosférica aumenta instantaneamente e depois diminui até voltar ao seu estado anterior. Como visto anteriormente, para alguns gases muito reativos quimicamente, a concentração volta ao estado anterior muito rapidamente, o que os torna irrelevantes para a mudança do clima e, portanto, ignorados pelo Protocolo de Quioto. Outros gases, por sua vez, ficam na atmosfera por um tempo suficientemente longo, provocando aquecimento, embora com uma concentração tendente ao normal em escalas de tempo diferentes para cada gás.

Por exemplo, o metano emitido pelo homem para a atmosfera desaparece com um decaimento exponencial em uma escala de tempo de 11 anos, e o óxido nitroso em uma escala de tempo de 114 anos. O dióxido de carbono começa a voltar ao normal rapidamente no início, devido à fotossíntese, mas esse decaimento torna-se mais lento com o tempo, de forma que uma fração da ordem de 15 a 20% do dióxido de carbono de origem humana pode tardar alguns milhares de anos para ser removida da atmosfera.

Esse efeito constitui uma primeira “memória” do sistema climático em relação às emissões de GEE pelo homem. A sua consideração para cada gás, em conjunto com a segunda “memória” representada pelo tempo de mistura das águas dos oceanos, permite estimar o efeito de emissões individuais de GEE, ou um pulso de emissões representado por tonelada de cada gás emitido num instante zero, sobre o aumento de temperatura a partir do instante da emissão.

A Figura 1.8 representa esse efeito de um pulso de emissões (simulação do efeito de perturbação, ou marginal, de emissões) sobre a temperatura. Para facilidade de leitura, o gráfico mostra o efeito normalizado, de 0 a 100%, da emissão dos três principais gases de efeito estufa. O efeito real seria obtido multiplicando-se os valores de cada curva pela eficiência de estufa de cada gás, que é diferente.

O aumento da temperatura média da superfície terrestre resultante de uma emissão tem um máximo que ocorre algumas décadas após a emissão: cerca de 20 anos para o metano, 40 para o dióxido de carbono e 50 para o óxido nitroso. Essa decalagem no tempo, entre o momento da emissão e o máximo de aumento de temperatura, é resultado da composição de dois fatores: o tempo de permanência de cada gás na atmosfera e o tempo necessário para a distribuição do calor pelas camadas dos oceanos (poucas décadas para as camadas superficiais e alguns séculos para as camadas profundas).



**Figura 1.8 – Atribuição de causa de aumento da temperatura por gás de efeito estufa**

Fonte: Luiz Gylyan Meira Filho, 2005, comunicação pessoal

Ao prever que o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) pode contemplar reduções de emissões de diferentes GEE, foi definida uma equivalência que permite expressar as emissões de qualquer outro GEE em termos de toneladas de dióxido de carbono equivalente. Essa equivalência é denominada Potencial de Aquecimento Global em horizonte de 100 anos (GWP100). A equivalência é obtida pela estimativa do valor relativo do total de energia de aquecimento resultante da emissão de uma tonelada de um gás e de uma tonelada de dióxido de carbono, cem anos após a emissão. A energia total por sua vez é calculada como a integral durante cem anos da forçante radiativa correspondente à emissão do gás e do dióxido de carbono. Os Potenciais de Aquecimento Global para os principais GEE são:

CO <sub>2</sub>	1 (por definição)
CH <sub>4</sub>	21
N <sub>2</sub> O	310

Dos tópicos apresentados, pode-se concluir que o aumento da temperatura relacionado à mudança do clima – diferentemente da variabilidade natural do clima – é fenômeno provocado pelo homem sob a forma de emissões de GEE na atmosfera, por força da combustão no uso dos combustíveis fósseis.

## Acordos internacionais: opções de resposta à mudança do clima

Considerando a origem antrópica da mudança do clima, cabe inquirir que alternativas tem o ser humano perante a evidência desse fenômeno e seus efeitos negativos, sendo que, segundo a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, em seu Artigo 1-1, são efeitos negativos da mudança do clima “as mudanças no meio ambiente físico ou biota resultantes da mudança do clima que tenham efeitos deletérios significativos sobre a composição, resiliência ou produtividade de ecossistemas naturais e administrados, sobre o funcionamento de sistemas socioeconômicos ou sobre a saúde e o bem-estar humanos.”

Com base na capacidade humana de transformar o meio ambiente, face à evidência da mudança do clima, há três principais atitudes possíveis: inação, adaptação e mitigação.

Além dessas três alternativas, há algumas idéias sobre como evitar a mudança do clima por meio de grandes projetos de engenharia, por exemplo, alterando a refletividade da superfície ou providenciando para que haja na atmosfera aerossóis que reflitam a radiação solar. Todas essas idéias de engenharia planetária, no entanto, apresentam efeitos inconvenientes e são desprezadas pela presente análise.

Há de se notar fatores que intensificam danos efetivos decorrentes de um certo fenômeno – como ocorre em uma dada região que, por força de eventos meteorológicos extremos, é sobrecarregada por impactos negativos, havendo, nesse caso, uma incerteza associada à previsão de danos relacionados à mudança do clima. Um bom exemplo é o caso dos furacões. Há evidência de que a intensidade dos furacões no Oceano Atlântico aumentou nas últimas décadas como resultado da mudança do clima. Não é possível, no entanto, afirmar que um furacão em particular, como o Katrina, foi resultado absoluto da mudança do clima.

A realização de ações que acarretam mudança do clima exige uma decisão sobre como atribuir um valor hoje a um dano futuro (com a avaliação dos possíveis efeitos negativos conseqüentes da mudança do clima), por exemplo, escolhendo uma taxa de desconto para calcular o valor presente líquido dos danos futuros. A incerteza sobre os detalhes dos danos exige ainda a escolha de um fator de aversão ao risco, com o que as margens de incerteza sobre exatamente que impactos certa ação de emissões de GEE provoca serão objeto de análise de variáveis. Essas variáveis integrarão os parâmetros a serem construídos para efeito de avaliação sobre o quanto vale o bem-estar daqui a



40 anos (no caso da emissão de dióxido de carbono), para que seja dada preferência por um comportamento mais limpo, em um processo de decisão pela escolha de certa conduta mais ou menos emissora de gases de efeito estufa.

A inação consiste em não fazer nada e pode significar a aceitação dos danos decorrentes da mudança do clima. É importante ressaltar que a inação é uma opção consciente, uma vez que a consequência óbvia das emissões são os danos dela resultantes, na hipótese de que haja omissão em amortizar o dano consequente do aumento da concentração de GEE na atmosfera. Além disso, o fato de a incerteza a respeito da magnitude da mudança global do clima ser hoje muito pequena, quando a mudança do clima é medida em termos do aumento da temperatura média da superfície do planeta, leva a crer que os atos de emissões estejam cada vez mais associados a processos de tomada de decisões que levam em consideração seus possíveis efeitos negativos.

Já a adaptação à mudança do clima consiste em tomar medidas para enfrentar os seus efeitos negativos, adaptando-se ao novo clima, de acordo com os limites das capacidades de ajustamento, sejam as humanas, sejam as tecnológicas. Um bom exemplo é o caso da agricultura e o desenvolvimento de novas variedades de plantas agrícolas que sejam mais adaptadas ao novo clima. Obras de engenharia para fazer face a uma elevação do nível médio do mar são outro bom exemplo de medidas de adaptação.

A mitigação da mudança do clima, por sua vez, consiste em evitar essa mudança por meio da realização de atividades, visando a reduções das emissões líquidas de GEE (isto é, as emissões antrópicas de GEE não controlados pelo Protocolo de Montreal, menos as remoções antrópicas de dióxido de carbono), ou seja, pela eliminação ou atenuação de suas causas, prevenindo-se a própria mudança do clima e os danos que dela poderiam sobrevir.

Observa-se que, nas situações de emissões, atitudes de prevenção dos efeitos negativos sobrevividos da mudança do clima que esteja por vir podem minimizar seus danos. Dado o fato de o dano da mudança do clima ocorrer poucas décadas após a emissão dos GEE, como visto anteriormente, é possível haver substituição de um comportamento emissor realizado no passado por ações de reduções de emissão que venham a representar uma diminuição proporcional da concentração de GEE na atmosfera, diminuindo os impactos ambientais negativos.

Na realidade, a escolha de somente uma das três opções está descartada – há de existir uma composição entre todas elas. O ideal seria abrir mão da opção pela inação, mas isso não é factível, con-

siderando a realidade de a humanidade ainda ter necessidade de acesso às fontes energéticas causadoras de mudança do clima.

A opção única pela adaptação também está descartada, uma vez que, em muitos casos, ela tem um limite prático, como no caso das ações na agricultura mencionadas anteriormente. Além disso, tem-se o fato de os efeitos da mudança do clima sobre os ecossistemas naturais não serem passíveis, em geral, de medidas de adaptação.

A opção única pela mitigação, igualmente, está descartada. Por um lado, a mudança do clima resultante de emissões já realizadas é um fato previsível e que causará danos e exigirá medidas de adaptação. Por outro, a mitigação completa, que exigiria eliminar totalmente as emissões, é também opção que se torna inviável por afastar qualquer forma de emissão em uma realidade que ainda precisa de energia e não consegue produzi-la apenas com fontes limpas.

Resta, portanto, a escolha judiciosa de um conjunto de ações envolvendo a inação, a adaptação e a mitigação. As medidas de adaptação, de mitigação e, por sua vez, os danos causados ou a serem evitados em função da inação têm um custo. Nesse contexto de gerenciamento da comunidade internacional ao problema da mudança do clima, o advento dos tratados internacionais serve para pactuar a repartição desses custos entre os países.

O Relatório Stern (2006) sobre os aspectos econômicos da mudança do clima estima que medidas para limitar a mudança do clima a um aumento da concentração de 550 partes por milhão em volume até o ano 2050 envolverão uma movimentação econômica da ordem de 1% do Produto Interno Bruto (PIB) do mundo até aquela data.

As Nações Unidas (ONU) descartaram a inação como sendo a única opção quando, em 1990, editou a resolução da Assembleia Geral da ONU, pela qual os países decidiram proteger o clima em benefício das futuras gerações. A Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, tratado em vigor desde 1994, e de caráter praticamente universal, tem como objetivo estabilizar a concentração atmosférica dos GEE, intentando que a mudança perigosa do clima seja evitada. Embora a Convenção não especifique claramente o que significa uma mudança perigosa do clima (apenas afirma, em seu Artigo 1-2, significar mudança do clima “uma mudança do clima que possa ser direta e indiretamente atribuída à atividade humana que altere a composição da atmosfera mundial e que se some àquela provocada pela variabilidade climática natural observada ao longo de períodos comparáveis”, ela é clara ao registrar o compromisso de todos os países de realizar ações de mitigação, sobretudo ao definir o objetivo final acima mencionado).



A história recente das iniciativas internacionais na área de mudança do clima inclui os seguintes eventos e acordos:

- 1971** – a Academia de Ciências da Suécia organiza um Estudo do Impacto do Homem sobre o Clima (*Study of Man's Impact on Climate*-SMIC reeditado pela MIT Press). Pretendia-se que o relatório influenciasse a conferência da ONU no ano seguinte.
- 1972** – A Conferência de Estocolmo de 1972 (*United Nations Conference on Man and the Environment*) teve grande importância ao resultar na criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), que, por sua vez, influenciou os países no estabelecimento de organismos de várias naturezas em suas estruturas executivas encarregados de temas ambientais.
- 1988** – Criação do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (*Intergovernmental Panel on Climate Change*), pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) e PNUMA, da ONU. O IPCC foi encarregado de realizar uma avaliação do estado do conhecimento sobre mudança do clima. O primeiro relatório de avaliação foi publicado em 1990. Novos relatórios foram publicados em 1995, 2001 e 2007.
- 1990** – Resolução da Assembleia Geral da ONU sobre a proteção do clima para as futuras gerações e mandato de negociação de uma Convenção sobre Mudança do Clima.
- 1992** – Adoção da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (*United Nations Framework Convention on Climate Change*-UNFCCC) e sua abertura a assinaturas por ocasião da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, a Rio-92.
- 1994** – Entrada em vigor da Convenção, ao ser ratificada pelo número suficiente de Partes.
- 1995** – Primeira Conferência das Partes da Convenção (COP1). Adoção do Mandato de Berlim, com mandato de negociação de um Protocolo à Convenção. Estabelecimento do Grupo de Trabalho *Ad-hoc* sobre o Mandato de Berlim, encarregado da negociação daquele protocolo.
- 1997** – Adoção do Protocolo de Quioto e sua abertura a assinaturas.
- 2005** – Entrada em vigor do Protocolo de Quioto, ao ser ratificado pelo número suficiente de Partes.

Deve-se mencionar que, sendo tratados-quadro, em consequência da UNFCCC e do Protocolo de Quioto, periodicamente são realizadas Conferências das Partes que, por sua vez, no âmbito regulatório fixado pelas primeiras, editam uma série de novas normas a comporem os detalhes do sistema normativo anteriormente instituído. Hoje, os Estados Unidos da América (EUA), embora sejam Parte da UNFCCC, ainda não ratificaram o Protocolo de Quioto.

Quando a Convenção adota a nova engenharia normativa do direito internacional, que é o das Convenções-Quadro, possibilitando, conforme aludido antes, sua regulamentação posterior por meio de outros instrumentos jurídicos sucessivos, como, por exemplo, o Protocolo de Quioto (que, sendo igualmente um tratado-quadro, também repete a oportunidade de legislar consecutivamente), ela permite que a evolução normativa continue a ocorrer, revelando-se um modo dinâmico de implementação das responsabilidades e maneiras da consecução dos seus objetivos, como o compromisso de reduções de emissões. Observa-se que essa agilidade que caracteriza os dois tratados em comento representou uma expansão do uso desse conceito pela Convenção de Viena sobre a Proteção da Camada de Ozônio, de 1985.

O tratado fundamental em vigor é a Convenção, seguida do Protocolo de Quioto. Sobre esse parâmetro a discussão internacional sobre o regime a ser adotado após o término de seu primeiro período de compromissos, em 2012. É importante considerar que o Protocolo não é do tipo normativo que expira com o advento de uma data pré-determinada; porém, o seu primeiro período termina para supostamente ingressar em etapas seguintes que demandam ainda uma definição temporal.

A Convenção, contudo, já estabeleceu a meta de longo prazo de estabilização da concentração de GEE na atmosfera, bem como alguns princípios que devem sempre nortear os seus instrumentos subsidiários, ou protocolos. Entre os princípios, inclui-se o das responsabilidades comuns, porém diferenciadas entre os países, e o reconhecimento da responsabilidade histórica devido às emissões passadas, a serem explicados a seguir.

## O Protocolo de Quioto no âmbito da *United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)*

O regime criado pelo Protocolo de Quioto caracteriza-se pelo estabelecimento de metas quantitativas de limitação e redução de emissões nacionais (*Quantitative Emissions Limitation and Reduction Objectives-QELROS*) para os países incluídos no Anexo I da Convenção, totalizando uma redução média global de GEE de 5,2% abaixo das emissões de 1990, entre 2008 e 2012, período conhecido como o primeiro período de compromisso. Os países constantes no Anexo I são os membros da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE) mais os países do Leste Europeu e a antiga União Soviética. Para os países não incluídos no Anexo I são mantidos os compromissos



gerais constantes da Convenção, que incluem o desenvolvimento de programas nacionais de mitigação de emissões.

Uma característica importante e inovadora do Protocolo de Quioto foi a previsão de mecanismos, às vezes ditos de flexibilização, pelos quais as reduções de emissões podem ocorrer em diferentes países ou projetos. O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo é um desses mecanismos, sendo o único aplicável no caso do Brasil.

A lógica do MDL é que, sob a óptica do empresário e de governos dos países do Anexo 1 que negociam essas Reduções Certificadas de Emissões (RCE), essa é uma opção financeiramente mais atrativa do que as alternativas de efetuar ele próprio a redução de emissões (sem que isso isente esses países de também realizar internamente programas de reduções de emissões), ou pagar uma eventual multa prevista pelos órgãos competentes de seu país ou região (como ocorre no mercado do bloco europeu).

Para o empresário do país não incluído no Anexo I, o desenvolvimento do projeto de MDL é interessante porque os recursos da venda das RCE representam um recurso adicional para obter tecnologias para reduzir as emissões de GEE e promover a sustentabilidade do seu empreendimento.

Sob o ponto de vista dos governos do Anexo I envolvidos, os recursos associados à transação das RCE são vistos como forma de expressão da cooperação internacional para o cumprimento da obrigação de transferir recursos financeiros, visando auxiliar a implementação de programas de mitigação de emissões em países que não constam do Anexo I.

Há uma diferença conceitual entre as reduções de emissões de GEE nos países do Anexo I e nos países que não constam do Anexo I.

Nos países do Anexo I, o Protocolo de Quioto registrou o consenso de que as reduções de emissões seriam medidas, considerando-se a soma das emissões nacionais de todos os gases e em todos os setores de atividade. As reduções são expressas em relação a uma referência fixa expressa em termos absolutos, em unidades de toneladas de dióxido de carbono equivalente por ano. A referência adotada toma por base as emissões de 1990, e as metas quantitativas são expressas em termos de porcentagens. Como as emissões em 1990 são conhecidas, existe uma referência fixa para as emissões nacionais.

Nos países que não constam do Anexo I, as reduções de emissões são consideradas em projetos ou programas individuais. Além disso, a referência adotada é a das emissões que ocorreriam na ausência do projeto de MDL, ou no cenário hipotético, denominada a linha de base. O conceito adotado por consequência gera a necessidade de regulamentação detalhada sobre a escolha da linha de base, a partir da qual são contadas as reduções de emissões. Há ainda o conceito de adicionalidade. Pelos acordos de Marraqueche, uma atividade de projeto do MDL é “adicional” se suas emissões forem menores do que no cenário de linha de base e, portanto, a adicionalidade resume-se à escolha do cenário de linha de base. Um projeto de MDL deve ainda contabilizar as “fugas” ou “leakages”, que são as emissões atribuíveis que venham a ocorrer alhures como resultado de sua implantação, isto é, relacionadas a impactos fora da fronteira, ou limite físico, da atividade de projeto.

Quando o MDL foi criado pelas disposições do Artigo 12 do Protocolo de Quioto, ficou definido, como grandes linhas de sua aplicação, que serão aceitas para fins de demonstração de conformidade com a limitação de emissões de países industrializados as reduções de emissões em relação ao que seriam na ausência da atividade de projeto.

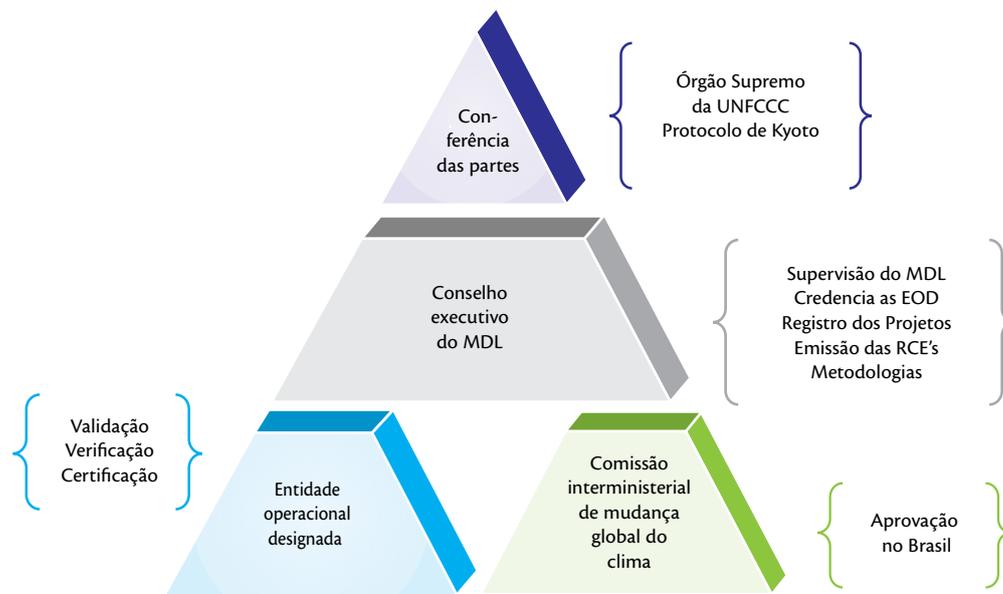
A redução de emissões é a diferença entre uma hipótese (a linha de base) e um fato (as emissões verificadas). Nesse contexto, convém esclarecer que o Protocolo exige que as reduções sejam adicionais às que ocorreriam na ausência do projeto, ou seja, se as reduções já estivessem ocorrendo, seria necessário que o projeto produzisse reduções ainda maiores.

O conceito de adicionalidade, porém, vem sendo interpretado erroneamente como se significasse que é necessário demonstrar a linha de base, o que é logicamente impossível. Esse fato é responsável pelas dificuldades de desenvolvimento de metodologias e, portanto, pela pouca penetração do MDL no setor industrial brasileiro – quando se nota que a quantidade de reduções de emissões por meio do MDL (levando-se em conta o potencial relativo aos compromissos de redução ou limitação quantificada de emissões constantes do Anexo B do Protocolo) poderia, na utilização correta dos conceitos, ser muito maior caso envolvesse mais categorias de projetos (segundo a lista de GEE e de setores/categorias de fontes, discriminadas no Anexo A do Protocolo) e menos preocupações em “demonstrar” adicionalidade.

Diante desse problema de possíveis vícios de interpretação quanto ao que efetivamente o Protocolo de Quioto exige, assinala-se a propriedade de acessar os órgãos legitimados para atuar de modo a corrigir os eventuais equívocos ao longo de sua implementação. Nesse sentido, para efeito de correção, são oferecidos, pelo sistema institucional da UNFCCC, acessos a várias autoridades que se conjugam aos foros já existentes (a exemplo da Corte Internacional de Justiça e Ramos Facilitador



e Coercitivo do Protocolo de Quioto) e esperados (como esferas arbitrais para o clima, inclusive no âmbito das Nações Unidas). Nessa linha, como descrito adiante, pode-se visualizar a estrutura institucional por meio da qual esse instrumento financeiro funciona, de acordo com a representação da Figura 1.9.



**Figura 1.9 – Estrutura institucional de projetos de MDL**

Fonte: Ikotema/Frangetto, 2003

Sendo a Conferência das Partes o órgão superior da UNFCCC, o MDL é implementado sob a sua égide, tendo que respeitar as regras que advenham do exercício de seu poder normativo em consonância com o que fora estabelecido em seus princípios e legitimidade de ações visando à sua efetivação.

No tocante à execução do MDL, em conjugação com o Secretariado da UNFCCC, mais ligado a atos que envolvem o relacionamento administrativo e comunicacional com os países, sua praticidade se distribui na realização de atribuições entre seu Conselho Executivo, que é central e decisivo para efeito de supervisão do MDL; aprovação de metodologias; registro dos projetos; emissão de RCE e credenciamento de Entidades Operacionais Designadas (EOD) – que conferem ao sistema de aplicação do MDL a avaliação particular dos projetos de MDL com relação às suas capacidades de atingirem os seus objetivos. As EOD realizam, assim, a validação dos projetos em seu primeiro estágio e ao final são responsáveis pela verificação dos projetos, com o que se torna possível, junto ao Conselho Executivo, ocorrer a autorização para a emissão das RCE.

O formato da estrutura institucional do MDL é ainda enriquecido pelo exercício especial da atribuição das autoridades nacionais designadas respectivamente nos países. Eis que dessas depende a aprovação dos requisitos sustentabilidade do projeto e confirmação de seu caráter voluntário no âmbito da exigibilidade de um país para com outro, no que se refere à espontaneidade governamental pela opção de reduzir emissões por via da implementação do MDL. Convém aduzir que se requer ainda, no sistema jurídico brasileiro, ato normativo típico (edição de lei estrito senso) por meio do qual a atuante no Brasil como Autoridade Nacional Designada (AND), no caso, a atribuição da Comissão Interministerial sobre Mudança Global do Clima (prevista no Decreto de 7 de julho de 1999, alterado pelo Decreto de 10 de janeiro de 2006) possa receber o respaldo legal que lhe confira legitimidade no âmbito dessa tão relevante competência.

Analisado o MDL, ressalta-se a existência de outros mecanismos incluídos no Protocolo de Quioto, que são: a Implementação Conjunta, pela qual países do Anexo I podem desenvolver projetos de redução de emissões e essas reduções serem contabilizadas por outro; e o comércio de emissões, pelo qual um país do Anexo I pode transferir o excesso de reduções de emissões para outro país do Anexo I que ainda esteja em vias de alcançar a meta de redução.

De volta à Convenção, convém aduzir que ela é um tratado essencialmente universal, pois foi firmada e ratificada por quase todos os países, tendo completado o total de 171 instrumentos de ratificação até 15 de Outubro de 1997<sup>1</sup>.

A meta da Convenção de estabilizar a concentração dos GEE na atmosfera só pode ser atingida pela estabilização das emissões líquidas antrópicas desses gases. A expressão emissão líquida refere-se à diferença entre as emissões antrópicas de GEE e as remoções antrópicas desses gases. A emissão ocorre quando um GEE é colocado na atmosfera, por exemplo, na queima de combustível fóssil, na decomposição anaeróbica de matéria orgânica e no desmatamento. A remoção ocorre quando o GEE é retirado da atmosfera. Na realidade, essa remoção somente é possível para o dióxido de carbono. Os exemplos mais comuns são a remoção (ou seqüestro) de dióxido de carbono pela fotossíntese no plantio de árvores onde a vegetação existente tem menor densidade de carbono e, ainda, em estágio de desenvolvimento tecnológico, as atividades de captura e armazenamento geológico de dióxido de carbono. A meta da convenção, de estabilização da concentração atmosférica de GEE, somente será atingida quando as emissões líquidas antrópicas de GEE for reduzida ao ponto de se tornarem iguais as remoções naturais desses gases<sup>2</sup>.

---

1. Para verificar status de ratificação da UNFCCC e lista de países, consulte [http://unfccc.int/cop3/fccc/climate/fc1\\_toc.htm](http://unfccc.int/cop3/fccc/climate/fc1_toc.htm)

2. Emissões líquidas antrópicas referem-se as emissões antrópicas menos as remoções antrópicas.



A redução das emissões líquidas de GEE implica uma transformação econômica e mudança de comportamentos. É importante aduzir que o efeito dessas alterações de paradigma não necessariamente trazem uma perda total das economias. Ao longo do processo de diminuição da mudança do clima, haverá perdas para alguns setores e ganhos para outros. Mas, ao final, o contingenciamento de danos será menor para todos, se levados em conta os custos ambientais dos impactos negativos que podem advir da mudança perigosa do clima.

Nesse contexto de esforços possíveis para melhorar o panorama da proteção do clima global, o Brasil tem uma posição única devido à vantagem comparativa no setor de energia, a partir de hidrelétricas e de biocombustíveis renováveis, como o etanol, o bagaço de cana, o biodiesel e o carvão vegetal, produzido a partir de biomassa renovável. Cabe aos governos administrar as transições necessárias, com incentivos e compensações, quando necessário.

Algumas mudanças de padrões de consumo e de uso de recursos naturais afetam a competitividade relativa dos países, o que resulta em uma razão adicional para justificar a necessidade de tratados internacionais. Em matéria de cooperação entre os países, o objeto central das negociações internacionais é a repartição dos ônus associados à redução de emissões líquidas de GEE, aos danos causados pela mudança do clima e aos custos de adaptação à mudança do clima.

Os princípios da Convenção sobre a responsabilidade comum, porém diferenciada, dos países no que diz respeito à mudança do clima, e sobre a responsabilidade histórica dos países, são um reconhecimento do fato de que a mudança do clima resultante da emissão de GEE ocorre algumas décadas após a emissão, e de que as emissões e, portanto, a mudança do clima causada por cada país é diferente. Sob o ponto de vista objetivo, o Brasil, com cerca de 3% da população mundial, tem hoje emissões da ordem 3,5% das emissões mundiais. Observa-se que, como a mudança do clima hoje é resultado de emissões há algumas décadas, quando o nível de industrialização do Brasil, bem como a taxa anual de desmatamento, eram significativamente menores do que hoje, a responsabilidade objetiva do Brasil pela mudança do clima é da ordem de 2,6% do total mundial.

## Protocolo de Quioto e o regime futuro

O Protocolo de Quioto estabelece metas quantitativas de limitação e redução de emissões de GEE para os países do Anexo I, para o período de 2008 a 2012, chamado primeiro período de compromissos. Como já indicado, essa expressão subentende haver uma expectativa de que esse primeiro período seja seguido de outros períodos.

Assim, uma vertente das atuais negociações sobre o regime futuro sobre mudança do clima trata exatamente do segundo período de compromissos do Protocolo de Quioto. Outra vertente das negociações diz respeito a aspectos além do Protocolo de Quioto nos quais não sejam necessariamente utilizados os seus instrumentos financeiros, mas que venham, por meio de correlatas regulamentações da UNFCCC, trazer alternativa capaz de catalisar as atividades de reduções de emissões. Nesse contexto, as RCE, previstas no âmbito do Protocolo, poderão vir a receber nova roupagem, ou mesmo transitarem para novos mecanismos de mercado.

No debate sobre o regime futuro, um dos pontos considerados importantes é o fato de alguns países, notadamente Estados Unidos e Austrália, terem optado por não buscar de pronto a ratificação do Protocolo de Quioto. As indicações eram de que esses países não ratificariam o Protocolo de Quioto acarretando efeitos negativos sobre a demanda por RCE – mas, graças à recém ratificação do Protocolo de Quioto pela Austrália, esse risco foi minimizado.

A postura dos Estados Unidos no sentido de indicar que preferem promover o desenvolvimento de novas tecnologias visando à redução de emissões de GEE, suscita devaneios quanto à possibilidade de diferentes estratégias de reduções de emissões serem cumuladas – enquanto, na realidade, o modelo de consecução de metas quantitativas não supõe um afastamento de desenvolvimento de novas tecnologias. Com isso, a fungibilidade entre diferentes sistemas, novos e aqueles já estabelecidos, é ponto crucial para a promoção das capacidades de eficácia da UNFCCC.

Vale notar, ademais, que vários sistemas internacionais, inclusive o comércio de emissões, têm-se desenvolvido internacionalmente. Alguns desses regimes, embora não aplicáveis ao Brasil, têm importância para o desenvolvimento de projetos de MDL no Brasil, pois a sua existência afeta diretamente a demanda por RCE.

O esquema europeu de comércio (de emissões), ou *European Trading Scheme* (ETS), consiste em um sistema de restrição de emissões no âmbito europeu, efetuado por regulamentação regional e nacio-



nal na Europa, pelo qual as empresas recebem um limite de emissões e uma quantidade equivalente de permissões de emissão. Essas permissões podem ser negociadas entre as empresas, criando-se assim um mercado de ETS. As RCE do MDL são também aceitas pelos governos da Europa, o que leva a uma tendência de os dois regimes influenciarem mutuamente os seus preços de mercado.

O *Chicago Climate Exchange* (CCX) é um regime voluntário pelo qual são comercializadas em bolsa reduções de emissões de acordo com certas regras que são diferentes daquelas do regime do Protocolo de Quioto. Notadamente, no setor florestal, o CCX não exige que projetos de florestamento ou reflorestamento demonstrem que na área considerada não houvesse floresta em 1989. Por outro lado, o regime do CCX exige que sejam demonstrados aumentos do estoque de carbono na área do projeto e que a empresa interessada adote metas ou de redução de emissões ou de seqüestro de carbono.

Em Nova York e em São Paulo foram introduzidos índices de sustentabilidade (*Dow Jones* e *Bovespa*, respectivamente), sistemas pelos quais as empresas de capital aberto recebem uma classificação que, de forma crescente, vem influenciando os investidores. Os investidores institucionais, notadamente administradores de fundos de pensão, tendem cada vez mais a levar em consideração as políticas relativas à mudança do clima das empresas de capital aberto em suas decisões de investimento. Por sua vez, os clientes das empresas, de forma crescente, levam em conta as políticas sobre mudança do clima em suas decisões de compra.

O ambiente regulatório está em evolução não somente na esfera internacional, mas também no âmbito nacional nos níveis federal, estadual e municipal, com a introdução de normas de abrangência variável e que de alguma forma afetam as emissões de GEE.

A experiência do Protocolo de Quioto quanto aos regimes de emissões tem sido, em geral, positiva. Das três alternativas sobre a regulação das emissões: tributação, mercado de emissões ou regulação pura e simples, parece haver uma preferência pelo mecanismo de mercado de emissões, como constatado recentemente no Fórum Econômico Mundial.

O regime futuro sobre mudança do clima deverá incluir uma continuação do Protocolo de Quioto, mas também outros regimes integrados à UNFCCC. Enquanto não houver uma especificação de um sistema universal, é inevitável uma certa fragmentação dos regimes, na medida em que, por exemplo, alguns estados dos EUA introduziram legislação específica que representam atividades de reduções de emissões contabilizáveis em esferas distintas (locais, regionais e multilaterais) de poder e governança na gestão do problema da mudança global do clima.

Em síntese, face às indefinições ou posicionamentos mais ou menos pró-ativos por parte dos países que são parte da UNFCCC, um fato que não tem como ser afastado por nenhum dos países que dele faça parte (nem o Brasil, cuja posição revela-se tal como em outros países, por ora mais, por ora menos, intensificada em especificar ações que possam otimizar as capacidades de eficácia do sistema jurídico de proteção ao clima global para as presentes e futuras gerações) é o comprometimento já assumido por todos no tocante à necessidade, constante de seu objetivo final, de estabilização das concentrações de GEE. Com efeito, essa meta geral vincula todos a empreenderem esforços globais de reduções de emissões.



## Referências bibliográficas

- FLEMING, J.R. Historical perspectives on climate change. New York and Oxford: Oxford University Press, 1998.
- FRANGETTO, F.W. Mecanismo de desenvolvimento limpo: direito ao futuro. In: BATISTA, E.; CAVALCANTI, R.; FUJIHARA, M.A. et al. (Coord.) Caminhos da Sustentabilidade Brasil. São Paulo: Terra das Artes Editora, 2005.
- FRANGETTO, F.W.; GAZANI, F.R. Viabilização jurídica do mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL) no Brasil: o Protocolo de Kyoto e a cooperação internacional. São Paulo: Peirópolis; Brasília, DF: Instituto Internacional de Educação do Brasil (IIEB), 2002. (Apoiado pelo IIEB, Embaixada dos Países Baixos e Ministério da Ciência e Tecnologia).
- FRANGETTO, F.W.; MEIRA FILHO, L.G. Closing ranks for mitigating climate change and achieving energy efficiency? Challenges and opportunities for global action. In: Global Governance in flux - Closing ranks for mitigating climate change and achieving energy efficiency? Challenges and opportunities for global action. Berlin: Inwent Capacity Building International, 2007.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Quarto relatório do painel intergovernamental sobre mudança do clima, AR4 – IPCC. 2007.
- SMIC. Inadvertent climate modification: report of the study of man's impact on climate (SMIC), Cambridge: MIT Press, 1971. 308 p. ilus.
- SOLOMON, S.; QIN, D.; MANNING, M.; MARQUIS, M.; AVERYT, K.; TIGNOR, M.M.B.; MILLER, JR., H.L.R.; CHEN, Z. (EDS.) Climate Change 2007: the physical science basis, contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom (UK): Cambridge University Press, 2007.
- STERN, N. The economics of climate change – the stern review. Cambridge: Cambridge University Press, 2006.

## Leitura complementar

FRANGETTO, F.W.; GAZANI, F.R. Viabilização jurídica do mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL) no Brasil. 1. ed. São Paulo: Peirópolis, 2002. 2. ed. (no prelo), Campinas: Millennium, 2008.

HENSON, R. The rough guide to climate change. New York: Rough Guides, 2006.

NORTHCOTT, M. A moral climate – the ethics of global warming. London: D.L.T., 2007.

PEARCE, F. The last generation how nature will take her revenge for climate change. London: Eden Project Books, 2007.

REPORT OF THE STUDY OF MAN'S IMPACT ON CLIMATE. Inadvertent climate modification. 3rd ed. Massachusetts: SMIC, 1974.

SWEET, W. Kicking the carbon habit global warming and the case for renewable and nuclear energy. New York: Columbia University Press, 2006.

VICTOR, G.D. The collapse of the Kyoto Protocol and the struggle to slow global warming. 6th ed. New Jersey: Princeton University Press, 2004.

# MÓDULO II

Trâmite, institucionalidade e  
introdução ao ciclo de projetos







## Introdução

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) é um importante instrumento para a participação de países em desenvolvimento no esforço global para a mitigação dos impactos causados pelos gases de efeito estufa. Para que um empresário obtenha sucesso, maximizando o retorno de seu investimento e reduzindo os prazos envolvidos no processo, é fundamental conhecer os trâmites e procedimentos para elaboração de projetos de MDL.

Ao empresário que ainda não tenha clareza sobre as potencialidades de seu empreendimento, serão apresentados aqui os conhecimentos necessários para que possa proceder a uma análise setorial e avaliar qual a melhor forma de investir seu tempo e capital.

A fim de facilitar essa tarefa, foram elaborados diagramas contendo os escopos setoriais das metodologias aprovadas pelo Conselho Executivo de MDL da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, subdividindo-os em áreas de aplicação e apresentando as principais metodologias aprovadas.

Visando o empresário que já tenha clareza sobre o tipo de atividade de MDL que deseja empreender, serão apresentados fatores que potencialmente poderiam representar barreiras para o desenvolvimento de projetos durante a fase inicial de estudo de viabilidade e a fase de elaboração e implementação de uma atividade de projeto de MDL.

A primeira dificuldade é a definição de uma metodologia apropriada para o desenvolvimento de uma atividade de projeto. Ter clareza acerca das etapas e peculiaridades do ciclo de tramitação dos projetos de MDL, além de compreender as responsabilidades e competências dos órgãos e atores envolvidos nesse processo é fundamental para maximizar os resultados, minimizando os custos e o tempo necessário para o registro, a entrada em operação da atividade de projeto e a conseqüente obtenção de Reduções Certificadas de Emissões (RCE).

Este módulo foi elaborado com o objetivo de auxiliar os responsáveis brasileiros de projetos de MDL e apresentar à classe empresarial princípios e conceitos básicos relacionados ao tema, mostrando, de forma sistemática, os passos envolvidos na tramitação dos projetos de MDL, descrevendo as principais atribuições dos atores e órgãos envolvidos nesse processo e apresentando as metodologias disponíveis até o presente momento para elaboração de projetos de MDL, bem como sua aplicabilidade.

Por fim, este módulo apresenta uma análise da situação do MDL no Brasil e no mundo, assim como uma noção geral da importância desse mecanismo no cenário mundial e sua aplicação regional nos vários setores produtivos brasileiros.

## Conceitos básicos e estrutura institucional

### Conceitos

São, fundamentalmente, dois conceitos trazidos pelo Protocolo de Quioto que sintetizam a ideia do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, sendo eles a adicionalidade e a linha de base.

O conceito de **adicionalidade** está definido conforme a Decisão 3/CMP.1, “Modalidades e procedimentos para um Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, conforme definido no Artigo 12 do Protocolo de Quioto, parágrafo 43 de seu anexo”:

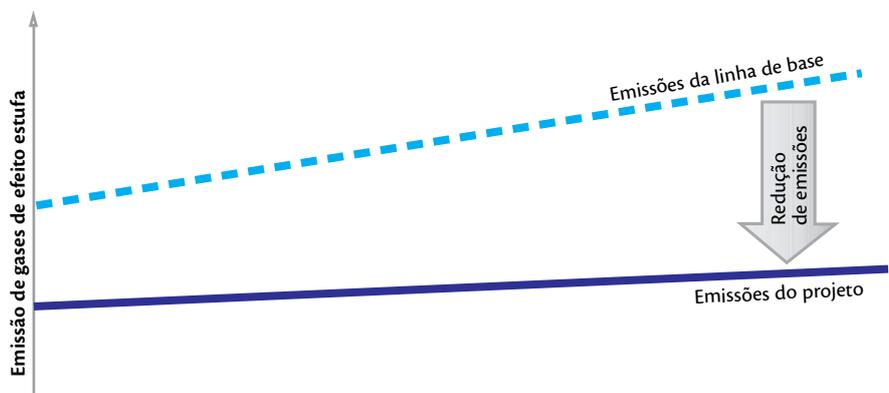
“Uma atividade de projeto de MDL é adicional se reduzir emissões antrópicas de gases de efeito estufa por fontes para níveis inferiores aos que teriam ocorrido na ausência da atividade de projeto de MDL registrada.”

Em outras palavras, um projeto será considerado adicional quando puder comprovar ou demonstrar que não teria sido implementado na ausência dos incentivos relacionados ao MDL, sejam eles de cunho econômico ou tecnológico, conforme pode ser observado na Figura 2.1.

Durante a 36ª Reunião do Conselho Executivo do MDL, em novembro de 2007, foi apresentada a quarta versão da “Ferramenta para demonstração e avaliação da adicionalidade” (doravante chamada apenas “Ferramenta”). Essa Ferramenta representa alguns importantes meios para demonstrar a adicionalidade de uma gama de atividades de projetos. Desenvolvedores de projetos são incentivados a utilizar a Ferramenta no desenvolvimento de uma nova metodologia. Sua utilização é obrigatória para as metodologias aprovadas do Conselho Executivo que explicitamente a exigirem; para as demais, seu uso é facultativo. Além dela, outra ferramenta de auxílio pode ser utilizada, a “Ferramenta combinada para a identificação da linha de base e demonstração da adicionalidade”<sup>1</sup>.

---

1. Essas duas ferramentas, além de outras mais específicas, podem ser encontradas na página da Convenção-Quadro referente às metodologias aprovadas de linha de base e monitoramento: <http://cdm.unfccc.int/methodologies/PAMethodologies/approved.html>



**Figura 2.1 – Conceito de adicionalidade.**

O conceito de **linha de base** também está definido conforme a Decisão 3/CMP.1 “Modalidades e procedimentos para um Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, conforme definido no Artigo 12 do Protocolo de Quioto”, Parágrafo 44 de seu anexo:

“A linha de base de uma atividade de projeto de MDL é o cenário que representa, de forma razoável, as emissões antrópicas de gases de efeito estufa por fontes que ocorreriam na ausência da atividade de projeto proposta. A linha de base deve cobrir as emissões de todos os gases, setores e categorias de fontes listadas no Anexo I que ocorram dentro do limite do projeto. Deve considerar-se que a linha de base representa, de forma razoável, as emissões antrópicas por fontes que ocorreriam na ausência da atividade de projeto proposta.”

Assim, a linha de base pode ser entendida como o nível de emissões de gases de efeito estufa que uma determinada empresa estaria emitindo para a atmosfera caso a atividade de projeto de MDL não tivesse sido implementada.

Desse conceito decorre a própria idéia de reduções de emissões de gases de efeito estufa, uma vez que se trata do abatimento do nível de emissões efetivamente alcançado pela atividade de projeto, daquele que hipoteticamente teria ocorrido na situação de linha de base.

Dois aspectos são ainda exigidos para que uma atividade de projeto MDL seja considerada pelo Conselho Executivo: a participação voluntária das partes envolvidas e a contribuição para o desenvolvimento sustentável, conforme definido pelo país anfitrião.

O requerimento de **participação voluntária** das partes envolvidas em uma atividade de projeto de MDL foi definida no Artigo 28 da Decisão 3/CMP.1. O Artigo 40, alínea (a) dessa mesma decisão estabelece que a Autoridade Nacional Designada é a responsável por atestar a participação voluntária das partes envolvidas em uma atividade de projeto.

O conceito de **desenvolvimento sustentável** está presente no Artigo 12 do Protocolo de Quioto como um requisito para o desenvolvimento de atividades de projeto no âmbito do MDL em países não incluídos no Anexo I. Coube à AND – 3/CMP.1 Artigo 40, alínea (a) – a tarefa de definir os critérios nacionais de desenvolvimento sustentável e atestar o seu cumprimento nas atividades nacionais de projetos de MDL.

Um outro aspecto fundamental para o desenvolvimento de qualquer atividade de projeto de MDL é a definição de **Gases de Efeito Estufa**, tratados pela CQNUMC, que são aqueles emitidos em decorrência de atividades antrópicas, como a queima de combustíveis fósseis ou o desmatamento. Desde a Revolução Industrial, a atividade humana tem acarretado o acúmulo desses gases na atmosfera, provocando o aumento de sua concentração. O dióxido de carbono, por exemplo, teve o seu volume em partes por milhão aumentado de 280 ppm, antes da Revolução Industrial, para quase 360 ppm atualmente.

Abaixo segue uma lista dos Gases de Efeito Estufa (GEE) de origem antrópica considerados pelo Protocolo de Quioto:

Os principais gases são os seguintes:

CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono (gás carbônico)
CH <sub>4</sub>	Metano
N <sub>2</sub> O	Óxido nitroso
SF <sub>6</sub>	hexafluoreto de enxofre
HFCs	hidrofluorcarbonos
PFCs	perfluorocarbonos

Seguem os gases contidos nos grupos dos hidrofluorcarbonos e perfluorocarbonos:

HFC-23	CHF <sub>3</sub>	trifluorometano
HFC-32	CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	difluorometano (fluoreto de metileno)
HFC-41	CH <sub>3</sub> F	fluorometano (fluoreto de metila)
HFC-125	CHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	pentafluoroetano
HFC-134	CHF <sub>2</sub> CHF <sub>2</sub>	1,1,2-tetrafluoroetano
HFC-134a	CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub>	1,1,1,2-tetrafluoroetano



HFC-143	$\text{CH}_2\text{FCHF}_2$	1,1,2-trifluoroetano
HFC-143a	$\text{CH}_3\text{CF}_3$	1,1,1-trifluoroetano
HFC-152	$\text{CH}_2\text{FCH}_2\text{F}$	1,2-difluoroetano
HFC-152a	$\text{CHF}_2\text{CH}_3$	1,1-difluoroetano
HFC-161	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{F}$	monofluoroetano (fluoreto de etila)
HFC-227ca	$\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CHF}_2$	1,1,1,2,2,3,3-heptafluoropropano
HFC-227ea	$\text{CF}_3\text{CHF}_2\text{CF}_3$	1,1,1,2,3,3,3-heptafluoropropano
HFC-236ca	$\text{CHF}_2\text{CH}_2\text{CHF}_2$	1,1,2,2,3,3-hexafluoropropano
HFC-236cb	$\text{CH}_2\text{FCH}_2\text{CF}_3$	1,1,1,2,2,3-hexafluoropropano
HFC-236ea	$\text{CHF}_2\text{CHF}_2\text{CF}_3$	1,1,2,3,3,3-hexafluoropropano
HFC-236fa	$\text{CF}_3\text{CH}_2\text{CF}_3$	1,1,1,3,3,3-hexafluoropropano
HFC-245ca	$\text{CH}_2\text{FCF}_2\text{CHF}_2$	1,1,2,2,3-pentafluoropropano
HFC-245fa	$\text{CHF}_2\text{CH}_2\text{CF}_3$	1,1,1,3,3-pentafluoropropano
HFC-365mfc	$\text{CH}_3\text{CF}_2\text{CH}_2\text{CF}_3$	1,1,1,3,3-pentafluorobutano
HFC-43-10mee	$\text{CF}_3\text{CHFCH}_2\text{CF}_2\text{CF}_3$	1,1,1,2,2,3,4,5,5,5-decafluoropentano
HFC-c-447ef	$\text{c-C}_5\text{H}_3\text{F}_7$	heptafluorociclopentano
PFC-14	$\text{CF}_4$	tetrafluorometano tetrafluoreto de carbono
PFC-116	$\text{C}_2\text{F}_6$	hexafluoroetano perfluoroetano
PFC-218	$\text{C}_3\text{F}_8$	octafluoropropano perfluoropropano
PFC-c318	$\text{c-C}_4\text{F}_8$	octafluorociclobutano perfluorociclobutano
PFC-3-1-10	$\text{C}_4\text{F}_{10}$	perfluorobutano
PFC-5-1-14	$\text{C}_6\text{F}_{14}$	perfluorohexano
PFC-6-1-16	$\text{C}_7\text{F}_{16}$	perfluoroheptano
PFC-7-1-18	$\text{C}_8\text{F}_{18}$	perfluorooctano

## Instituições envolvidas

A fim de viabilizar a operacionalização do MDL, foi necessário estabelecer regras claras e órgãos competentes para regulamentar, administrar, implementar e também executar os procedimentos necessários. A regulamentação e a operacionalização ocorreram tanto no nível internacional como na estrutura governamental de cada país signatário do Protocolo de Quioto.

Abaixo, segue uma breve explanação acerca das responsabilidades das principais instituições envolvidas no ciclo do MDL.

A **Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC)** é uma das convenções abertas para assinatura durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92). Seu principal objetivo é estabilizar a concentração dos GEE em um nível que impeça uma interferência antrópica perigosa no sistema climático.

O **Protocolo de Quioto** é um instrumento jurídico vinculado à CQNUMC. O texto do Protocolo, acordado durante a COP 3 em Quioto, Japão, em 1997, estabelece que os países industrializados devem reduzir suas emissões combinadas de gases de efeito estufa em pelo menos 5% em relação aos níveis de 1990 no período entre 2008 e 2012, primeiro período de compromisso.

A **Conferência das Partes (COP)** é o órgão supremo da CQNUMC, ou seja, a autoridade mais alta de tomada de decisões.

A **Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes do Protocolo de Quioto (COP/MOP)** é a instância máxima decisória no âmbito do Protocolo, à qual compete, inclusive, manter o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL sob sua autoridade e sujeito às suas orientações, bem como outras responsabilidades.

Compete ao **Órgão Subsidiário de Assessoramento Científico e Tecnológico (SBSTA)** assessorar a COP em questões científicas, tecnológicas e metodológicas relativas à Convenção, além de elaborar estudos específicos sempre que solicitado. Por meio do SBSTA, informações provenientes da comunidade científica, como por exemplo o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima, são internalizadas e influenciam a tomada de decisão política das COPs.

O **Órgão Subsidiário de Implementação (SBI)** auxilia na avaliação e na revisão da implementação da CQNUMC. Compete ao SBI avaliar as Comunicações Nacionais e os Inventários de Emissões submetidos pelas Partes.

O **Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC)** foi estabelecido em 1988 pela Organização Meteorológica Mundial e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente para revisar a literatura científica sobre a mudança do clima. É composto por cientistas de elevado nível técnico e renomada expertise acerca do tema e que periodicamente publicam revisões sobre mudança do clima conhecidas como Relatórios do IPCC. O Primeiro Relatório de Avaliação, em 1990, ajudou a iniciar as negociações da Convenção. As descobertas do Segundo Relatório de Avaliação, aprovado em 1995, incentivaram muitos governos a intensificar as negociações sobre o que veio a ser o Protocolo de Quioto. O Terceiro Relatório de Avaliação foi lançado em 2001 e apresentou cenários futuros dos efeitos da mudança do clima sobre os biomas terrestres. O Quarto Relatório do IPCC foi publicado em 2007. Antes do relatório final, foram divulgados Sumários para Formuladores de Políticas dos Grupos de Trabalho I, II e III do IPCC. Esses documentos são resumos do Relatório Científico do IPCC, traduzidos para uma linguagem mais acessível à comunidade política e ao público em geral. O quarto Relatório refina conceitos já apresentados nos relatórios anteriores, como por



exemplo, a idéia de que a mudança do clima tem origem antrópica, e que alguns de seus efeitos são inevitáveis. Também incorporou novos estudos científicos, agregando mais dados e aumentando a certeza estatística de suas análises.

O **Conselho Executivo do MDL** deve supervisionar o MDL, sob a autoridade e a orientação da COP/MOP e tem como atribuições:

- (a) Fazer recomendações à COP/MOP sobre modalidades e procedimentos adicionais para o MDL, conforme o caso; sobre quaisquer emendas ou adições às regras de procedimento para o Conselho Executivo, conforme o caso;
- (b) Relatar suas atividades em cada sessão da COP/MOP;
- (c) Aprovar novas metodologias relacionadas, *inter alia*, com linhas de base, planos de monitoramento e limites de projeto;
- (d) Ser responsável pelo credenciamento das entidades operacionais, e fazer recomendações à COP/MOP para a designação das entidades operacionais;
- (e) Rever os padrões de credenciamento e fazer recomendações sobre o assunto para consideração da COP/MOP, conforme o caso;
- (f) Relatar à COP/MOP a distribuição regional e sub-regional das atividades de projeto de MDL;
- (g) Tornar públicas informações sobre as atividades de projeto de MDL que necessitem de financiamento e sobre investidores que estejam buscando oportunidades;
- (h) Disponibilizar ao público qualquer relatório técnico encomendado e conceder um período de pelo menos oito semanas para o recebimento de comentários do público sobre as metodologias e orientações preliminares, antes que os documentos sejam finalizados e qualquer recomendação submetida à consideração da COP/MOP;
- (i) Desenvolver e manter o registro do MDL e uma base de dados acessível ao público acerca desses projetos;
- (j) Tratar das questões relativas à observância das modalidades e dos procedimentos do MDL pelos participantes dos projetos e/ou pelas entidades operacionais e relatá-las à COP/MOP;
- (k) Elaborar e recomendar para a adoção da COP/MOP, em sua próxima sessão, procedimentos para conduzir as revisões, incluindo, *inter alia*, procedimentos para simplificar os procedimentos do MDL.

As **Entidades Operacionais Designadas (EOD)** devem prestar contas à COP/MOP, por intermédio do Conselho Executivo, devendo:

- (a) Validar as atividades de projeto de MDL propostas;
- (b) Verificar e certificar as reduções das emissões antrópicas de gases de efeito estufa por fontes;
- (c) Cumprir as leis aplicáveis das Partes anfitriãs das atividades de projeto de MDL e verificar seu cumprimento no processos de validação e verificação realizados;
- (d) Demonstrar que ela e seus subcontratantes não têm conflitos de interesse reais ou potenciais com os participantes das atividades de projeto de MDL para as quais tenha sido selecionada para desempenhar funções de validação ou verificação e certificação;
- (e) Manter uma lista disponível para o público de todas as atividades de projeto de MDL para as quais tenha realizado validação, verificação e certificação;
- (f) Apresentar um relatório anual das suas atividades ao Conselho Executivo;
- (g) Tornar públicas as informações obtidas dos participantes de projeto de MDL que não tenham sido identificadas como proprietárias ou confidenciais, exceto se exigido por lei, conforme requisitado pelo Conselho Executivo.

Uma lista das EODs credenciadas pelo Conselho Executivo do MDL encontra-se no Anexo I deste Módulo.

O **Painel de Metodologias** desenvolve recomendações ao Conselho Executivo sobre diretrizes para metodologias de linha de base e planos de monitoramento. Compete ao Painel de Metodologias:

- (a) Elaborar recomendações sobre as propostas de novas metodologias de linha de base e monitoramento;
- (b) Elaborar versões reformatadas de novas metodologias propostas de linha de base e monitoramento aprovadas pelo Conselho Executivo;
- (c) Elaborar recomendações sobre opções de expansão da aplicabilidade das metodologias e fornecer ferramentas para que os participantes possam escolher entre metodologias aprovadas de natureza similar;
- (d) Manter uma lista de especialistas e selecionar especialistas para realizar revisões com o objetivo de avaliar a validade das novas metodologias propostas.

Quando recebe uma nova metodologia, o Painel de Metodologias seleciona especialistas da lista para que façam uma revisão e forneçam uma avaliação da validade da nova metodologia proposta.



O **Painel de Credenciamento** do MDL prepara a tomada de decisão do Conselho Executivo em relação ao credenciamento das entidades operacionais. O Painel de Credenciamento escolhe uma equipe de avaliação criada para esse fim, que efetua uma avaliação das entidades operacionais candidatas e/ou designadas e produz um relatório de avaliação para o painel.

O **Painel de Pequena Escala** funcionou de abril a agosto de 2002 e teve como missão elaborar modalidades e procedimentos simplificados para atividades de projetos de pequena escala no âmbito do MDL para o Conselho Executivo.

O **Grupo de Trabalho de Pequena Escala** foi estabelecido para auxiliar o Conselho Executivo a revisar as categorias de projeto e as metodologias propostas para atividades de pequena escala no âmbito do MDL, de acordo com as modalidades e procedimentos simplificados para essas atividades.

O **Grupo de Trabalho de Florestamento e Reflorestamento** para atividades de projetos no âmbito do MDL foi estabelecido para elaborar recomendações sobre as propostas de novas metodologias de linha de base e monitoramento para as atividades de projetos de florestamento e reflorestamento no âmbito do MDL. Desde a sua primeira reunião, em julho de 2004, o grupo de trabalho tem atuado em cooperação com o Painel de Metodologias para avaliar as novas metodologias propostas de linha de base e monitoramento.

Todas as Partes signatárias da CQNUMC devem estabelecer uma **Autoridade Nacional Designada (AND)** que é responsável por analisar as atividades de projeto MDL no país, emitindo Carta de Aprovação para aqueles que atendem aos critérios nacionais de desenvolvimento sustentável e voluntariedade, além de definir normas e critérios locais específicos.

## **Estrutura – Autoridade Nacional Designada (AND)**

No Brasil, as competências de Autoridade Nacional Designada (AND) são exercidas pela **Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima (CIMGC)**. A comissão foi criada em 1999, com o intuito de realizar a coordenação e a articulação julgadas adequadas para implementação das ações necessárias no que diz respeito ao cumprimento dos compromissos em vigor para o Brasil, assumidos por força da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Assim, a Comissão tem atribuições que vão além daquelas relativas ao MDL. São atribuições da CIMGC (em negrito aquelas específicas ao MDL):

- (a) emitir parecer, sempre que demandado, sobre propostas de políticas setoriais, instrumentos legais e normas que contenham componente relevante para a mitigação da mudança global do clima e para a adaptação do país aos seus impactos;
- (b) fornecer subsídios às posições do Governo nas negociações sob a égide da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima e instrumentos subsidiários de que o Brasil seja Parte;
- (c) definir critérios de elegibilidade adicionais aos considerados pelos organismos da Convenção, encarregados do MDL, previsto no Artigo 12 do Protocolo de Quioto da CQNUMC, conforme estratégias nacionais de desenvolvimento sustentável;
- (d) apreciar pareceres sobre projetos que resultem em reduções de emissões e que sejam considerados elegíveis para o MDL, e aprová-los, se for o caso;
- (e) realizar articulação com entidades representativas da sociedade civil, no sentido de promover as ações dos órgãos governamentais e privados, em cumprimento aos compromissos assumidos pelo Brasil perante a Convenção-Quadro e instrumentos subsidiários de que o Brasil seja parte.

Legalmente, a CIMGC foi estabelecida por meio do Decreto de 7 de julho de 1999, alterado pelo Decreto de 10 de janeiro de 2006, cabendo ao Ministério da Ciência e Tecnologia, a Presidência e a Secretaria Executiva, e ao Ministério do Meio Ambiente, a Vice-Presidência. Ao todo, atualmente, onze ministérios compõem a CIMGC, sendo eles:

- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
- Ministério dos Transportes
- Ministério de Minas e Energia
- Ministério do Meio Ambiente
- Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
- Ministério das Cidades
- Ministério das Relações Exteriores
- Ministério da Ciência e Tecnologia
- Ministério de Planejamento, Orçamento e Administração
- Ministério da Fazenda
- Casa Civil da Presidência da República

A CIMGC define seus critérios e procedimentos relativos ao MDL por meio de resoluções publicadas no Diário Oficial da União. Atualmente, já foram publicadas seis resoluções. A primeira (Resolução nº 01), datada de 11 de setembro de 2003, foi publicada antes da entrada em vigor do Protocolo de Quioto (16 de fevereiro de 2005) e estabelece as bases jurídicas para o desenvolvimento de projetos no âmbito do MDL no Brasil.



A Resolução nº 01 estabelece cinco critérios para definir se uma atividade de projeto contribui para o desenvolvimento sustentável no Brasil e estabelece um procedimento específico para convidar atores regionais a tecer comentários acerca desses projetos.

Os critérios utilizados pela Comissão para avaliar a contribuição da atividade de projeto ao desenvolvimento sustentável no país encontram-se listados abaixo:

- (a) Contribuição para a sustentabilidade ambiental local;
- (b) Contribuição para o desenvolvimento das condições de trabalho e a geração líquida de empregos;
- (c) Contribuição para a distribuição de renda;
- (d) Contribuição para a capacitação e desenvolvimento tecnológico;
- (e) Contribuição para a integração regional e a articulação com outros setores.

É importante destacar que o foco da análise da CIMGC é a atividade de projeto e não a empresa ou entidade proponente, assim, os desenvolvedores devem ater-se a descrever as contribuições específicas de sua atividade de projeto para o desenvolvimento sustentável de acordo com os critérios estabelecidos, evitando apresentar dados ou resultados genéricos referentes à empresa como um todo.

As informações fornecidas pelo Anexo III da Resolução nº 01 complementam a análise da contribuição para o desenvolvimento sustentável da atividade de projeto. Entretanto, essa análise é realizada de maneira fundamentalmente subjetiva. Assim, outros aspectos do projeto serão levados em consideração, em especial as respostas encaminhadas pelos atores regionais e a conformidade com a legislação ambiental e trabalhista.

Os proponentes de projetos não devem se preocupar em responder de forma exaustiva aos cinco critérios de desenvolvimento sustentável. Basta que demonstrem de forma suficientemente convincente que o projeto apresenta contribuição para o desenvolvimento sustentável e que ateste sua conformidade com a legislação brasileira.

A Resolução nº 01 estabelece que os documentos encaminhados para apreciação da CIMGC deverão vir no formato digital (cópia em CD) e impresso (no formato A4), em português e em inglês.

É necessário encaminhar os seguintes documentos:

- (1) *Project Design Document* (PDD), e sua tradução para o português - Documento de Concepção de Projeto;

- (2) A contribuição do projeto para o desenvolvimento sustentável, em conformidade com os critérios estabelecidos pelo Anexo III da Resolução nº 01;
- (3) Cópias das cartas-convite encaminhadas para os atores regionais e respectivos comprovantes de recebimento;
- (4) O *Validation Report* e sua respectiva tradução para o português – Relatório de Validação;
- (5) Uma declaração assinada pelos participantes nacionais do projeto, indicando o responsável e o modo de comunicação com a Secretaria Executiva da Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima;
- (6) Documentos que assegurem a conformidade da atividade de projeto com a legislação ambiental e trabalhista em vigor, quando for o caso;
- (7) Comprovação da legitimidade dos participantes do projeto para subscreverem os documentos encaminhados para a CIMGC.

Para que um projeto seja considerado submetido à CIMGC, é necessário que todos os documentos exigidos sejam encaminhados à Secretaria Executiva da CIMGC. Após conferência da documentação, a Secretaria Executiva fará a publicação formal dos seguintes documentos no site [www.mct.gov.br/clima](http://www.mct.gov.br/clima), na categoria “novos projetos submetidos”: (i) PDD/DCP; (ii) *Validation Report* / Relatório de Validação; e (iii) a contribuição do projeto para o desenvolvimento sustentável, em conformidade com os critérios estabelecidos pelo Anexo III da Resolução nº 01.

A Resolução nº 02 foi aprovada em 10 de agosto de 2005 e concentrou-se na definição dos requisitos para o desenvolvimento das atividades de projetos de florestamento e reflorestamento no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo no Brasil, além de atualizar documentos publicados nos anexos da Resolução nº 01.

Assim, ficou decidido que um projeto de MDL florestal poderia ser desenvolvido no Brasil se envolvesse uma vegetação com cobertura de área foliar das copas superior a 30%; uma área plantada mínima de 1 (um) hectare; e altura das árvores superior a 5 (cinco) metros.

O objetivo desses critérios é maximizar os resultados das atividades de MDL florestais, por meio da redução dos custos de monitoramento. Uma vez que somente árvores maiores se enquadram nos critérios brasileiros de elegibilidade, apenas elas deverão ser monitoradas e, assim, os custos serão significativamente reduzidos e a rentabilidade maximizada. No momento em que as árvores alcançarem os critérios de elegibilidade, elas passarão a ser incorporadas à atividade de projeto, adicionando sua biomassa à parcela monitorada pelo projeto.

A Resolução nº 03, de 24 de março de 2006, esclarece quais os procedimentos adotados pela CIMGC



durante a análise dos projetos de MDL, além de atualizar vários documentos publicados nos anexos das Resoluções nº 01 e 02. Segundo o parágrafo 15 (b) da Decisão 14/CP.10, “Modalidades e procedimentos simplificados para atividades de projetos de pequena escala de florestamento e reflorestamento no âmbito do MDL”, os projetos de MDL florestal de pequena escala somente poderão ser desenvolvidos por comunidades de baixa renda. Foi estabelecido que são consideradas comunidades de baixa renda aquelas “cujos membros envolvidos no desenvolvimento e implementação das atividades de projeto tenham renda mensal familiar *per capita* de até meio salário mínimo.”

A Resolução nº 04 de 06 de dezembro de 2006 estabelece os procedimentos a serem adotados no caso do surgimento de fatos novos envolvendo ilegalidade ou que sejam contrários aos interesses públicos. Também altera a Resolução nº 01, restringindo aos participantes nacionais das atividades de projeto a obrigação de subscrever os documentos encaminhados à CIMGC. Estabelece que os convites aos atores regionais definidos no Art. 3º II, da Resolução nº 1 deverão ser enviados antes do início do período de validação, a fim de garantir que eventuais comentários sejam incorporados à documentação. Além do mais, define o prazo de 30 dias, contados a partir da emissão das reduções certificadas de emissão pelo Conselho Executivo do MDL, como prazo máximo para encaminhamento dos comprovantes de emissões dos RCE à CIMGC.

A Resolução nº 05, de 11 de abril de 2007, revisa as definições das atividades de projetos de pequena escala no âmbito do mecanismo de desenvolvimento limpo, de acordo com alteração feita pelo Conselho Executivo. Assim, as atividades de projetos de Tipo I (energia renovável) passam a ter uma capacidade máxima de produção equivalente a 15 MW (ou um equivalente adequado); as atividades de projetos de Tipo II, (eficiência energética), passam a ter um limite máximo de produção de 60 GWh por ano (ou um equivalente adequado); e as atividades de projetos de Tipo III, (outras atividades de projetos), ficarão limitadas àquelas atividades que resultam em reduções de emissões menores ou equivalentes a 60 kt. CO<sub>2</sub> equivalente anualmente. A Resolução também dispõe sobre prazos para submissão de documentos, ao passo que a Resolução nº 06, de 06 de junho de 2007, atualiza a versão do modelo de documento de concepção de projeto disponibilizado pelo Conselho Executivo.

A Resolução nº 07 da CIMGC altera as Resoluções nº 01 e 04 no que se refere aos procedimentos de consulta aos atores regionais. A nova Resolução distingue projetos de MDL no âmbito nacional e no âmbito regional, listando especificamente os atores que devem ser contatados em cada caso. Passa também a exigir que as cartas-convite sejam encaminhadas aos atores regionais com 15 dias de antecedência do início do processo de validação<sup>2</sup>. A Resolução nº 07 determina ainda que a versão em

---

2. Entendido como a publicação do *Project Design Document* – PDD para comentários no processo de consulta pública no site das Entidades Operacionais Designadas, acessível por meio do site da CQNUMC.

português dos Documentos de Concepção de Projeto-DCP deve estar disponível para consulta em um site previamente informado aos atores regionais.

Os projetos MDL no âmbito regional são, conforme o artigo 3º da Resolução nº 07 em seu parágrafo segundo, aqueles contidos em um ou vários municípios dentro de apenas um só ente Federativo (Estado/Distrito Federal). Neste caso, as cartas-convite deverão ser encaminhadas a, pelo menos, os seguintes atores (*stakeholders*):

- (a) Prefeitura de cada município envolvido, respeitando-se, no caso do Distrito Federal, a sua competência cumulativa estabelecida na Constituição Federal;
- (b) Câmara dos vereadores de cada município envolvido, respeitando-se, no caso do Distrito Federal, a sua competência cumulativa estabelecida na Constituição Federal;
- (c) Órgão ambiental estadual;
- (d) Órgão ambiental(is) municipal(is);
- (e) Fórum Brasileiro de ONGs e Movimentos Sociais para o Meio Ambiente e Desenvolvimento-FBOMS (<http://www.fboms.org.br>), atualmente no seguinte endereço:  
SCS – Quadra 08 – Bloco B-50 – Edifício Venâncio 2000 – Sala 105  
CEP 70333-900 – Brasília-DF
- (f) Associações comunitárias cujas finalidades guardem relação direta ou indireta com a atividade de projeto;
- (g) Ministério Público estadual do Estado envolvido ou, conforme o caso, o Ministério Público do Distrito Federal e Territórios;
- (h) Ministério Público Federal.

Os projetos no âmbito nacional são, conforme o artigo 3º da Resolução 07 em seu parágrafo quarto, aqueles que se estendem pelos limites geográficos de mais de um Estado da Federação ou do Distrito Federal, e não o seja por meio de agrupamento. Neste caso, as cartas-convite deverão ser encaminhadas a, pelo menos, os seguintes atores (*stakeholders*):

- (a) Governo de cada Estado ou Distrito Federal envolvido;
- (b) Assembléia Legislativa de cada Estado envolvido ou, no caso do Distrito Federal, Câmara Legislativa;
- (c) Órgão ambiental federal;
- (d) Órgãos ambientais estaduais envolvidos;
- (e) Fórum Brasileiro de ONGs e Movimentos Sociais para o Meio Ambiente e Desenvolvimento-FBOMS (<http://www.fboms.org.br>), atualmente no seguinte endereço:  
SCS – Quadra 08 – Bloco B-50 – Edifício Venâncio 2000 – Sala 105  
CEP 70333-900 – Brasília-DF



- (f) Entidades nacionais cujas finalidades guardem relação direta ou indireta com a atividade de projeto;
- (g) Ministério Público estadual dos Estados envolvidos e/ou, conforme o caso, o Ministério Público do Distrito Federal e Territórios;
- (h) Ministério Público Federal.

A CIMGC se reúne com frequência bimestral, podendo, extraordinariamente, reunir-se a pedido do Secretário Executivo.

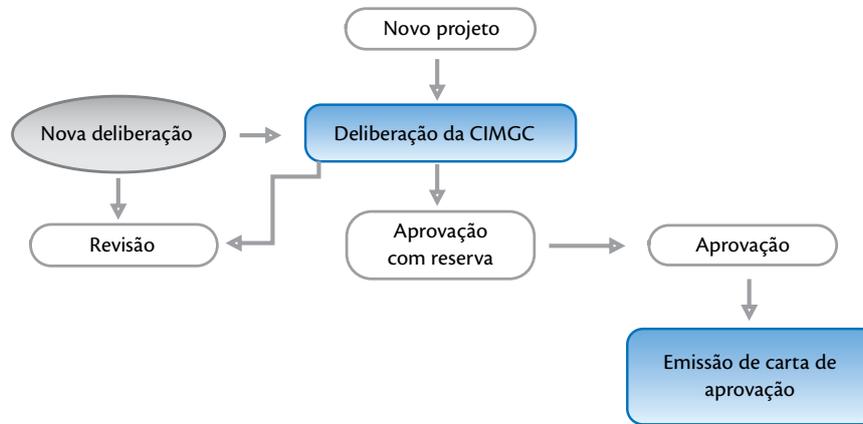
Os procedimentos de tramitação de projetos MDL na CIMGC estão sintetizados na Figura 2.2. Novos projetos de MDL serão considerados submetidos assim que apresentados formalmente durante uma reunião ordinária da CIMGC. Os membros da CIMGC têm 60 dias para proferir sua decisão acerca dos projetos submetidos.

Durante a reunião ordinária subsequente à submissão de uma atividade de projeto, a CIMGC deve proferir sua deliberação, enquadrando-a em uma das seguintes categorias: “Aprovado”; “Aprovado com ressalvas”; e “Em revisão”.

Um projeto de MDL é enquadrado na categoria “Aprovado” quando atende a todos os requisitos exigidos pela CIMGC, ou seja, contribui com o desenvolvimento sustentável e está em conformidade com a legislação brasileira.

Enquadra-se na categoria “Aprovado com ressalvas” quando os preceitos de contribuição com o desenvolvimento sustentável da atividade de projeto tiverem sido completamente atendidos, restando pendências menores e que possam ser verificadas de forma sistemática pela Secretaria Executiva da CIMGC ou por algum dos ministérios membros. Nesse caso, não há a necessidade de nova consideração da CIMGC acerca desses projetos, pois eles serão aprovados assim que as respostas encaminhadas pelos proponentes forem analisadas e consideradas satisfatórias.

A categoria “Em revisão” significa que restam dúvidas da CIMGC quanto a algum aspecto de uma atividade de projeto que não pode ser verificada de forma sistemática pela Secretaria Executiva ou algum dos ministérios membros, exigindo uma nova apreciação colegiada acerca do projeto. Nesse caso, o proponente deverá encaminhar suas considerações com antecedência mínima de 10 (dez) dias úteis à data da reunião ordinária subsequente, a fim de assegurar que sejam apreciadas durante essa reunião.



**Figura 2.2 – Síntese do trâmite de projetos de MDL na CIMGC**

Um projeto “Aprovado com ressalvas” pode voltar à apreciação da CIMGC caso o proponente faça alguma alteração significativa em sua substância. Essa análise é eminentemente subjetiva e deve ser realizada pela Secretaria Executiva, que incluirá um projeto “Aprovado com ressalvas” na pauta da reunião ordinária subsequente, sempre que julgar necessário.

Assim que um projeto de MDL for considerado aprovado, o Presidente da CIMGC – o Ministro da Ciência e Tecnologia – assinará uma carta de aprovação, atestando que o projeto contribui para o desenvolvimento sustentável e que foi submetido de forma voluntária pelos seus proponentes.

A Carta de Aprovação é específica para a versão do DCP/PDD e do Relatório de Validação/*Validation Report* que foram encaminhados para apreciação da CIMGC. Caso qualquer alteração dessa documentação seja feita antes do registro da atividade de projeto, será necessário requisitar a emissão de uma nova Carta de Aprovação, sob pena de a Autoridade Nacional Designada pedir a suspensão da análise do projeto junto ao Conselho Executivo.

Informações adicionais sobre a submissão de projetos no âmbito do MDL para a CIMGC podem ser consultadas no Manual para Submissão de Projetos de MDL à CIMGC, no site do MCT ([www.mct.gov.br/clima](http://www.mct.gov.br/clima))



## Atividades de projeto no âmbito do MDL

Inicialmente, o MDL foi pensado como uma cooperação entre uma Parte Anexo I e outra Não Anexo I, onde ambas seriam beneficiadas, uma vez que a Parte Anexo I teria a possibilidade de cumprir parte das suas metas de reduções de emissões com custos reduzidos, e a Parte Não Anexo I receberia investimentos adicionais que, de alguma forma, contribuiriam com o desenvolvimento sustentável local. Partindo dessa premissa, o Protocolo de Quioto sacramentou o MDL.

Assim, o MDL foi concebido originalmente com a intenção de necessariamente envolver no mínimo dois atores, um Anexo I e outro Não Anexo I. Ocorre que, por várias razões, entre elas a demora para entrada em vigor do Protocolo de Quioto e o anseio dos empresários de países Não Anexo I, a CQNUMC foi pressionada para permitir a elaboração de projetos de MDL envolvendo apenas um participante. Assim, surgiu o **MDL unilateral**, que envolve apenas participantes de Partes Não Anexo I. Nesse caso, o projeto de MDL é desenvolvido sem qualquer apoio tecnológico e financeiro de Partes Anexo I.

Atualmente existem quatro tipos de atividades de projeto no âmbito do MDL, todas visando a obtenção de reduções de emissões de GEE, mas com certas peculiaridades entre elas.

O primeiro tipo de atividade de MDL é o chamado **MDL de grande escala** ou de larga escala. Esse tipo de atividade de projeto caracteriza-se pelo fato de não haver limites para sua extensão.

Outro aspecto importante é que as metodologias utilizadas nesse tipo de projeto devem ser submetidas pelo proponente, tornando-se públicas após sua aprovação. Atualmente existem 49 metodologias aprovadas e 14 metodologias consolidadas para projetos de grande escala aprovadas pelo Conselho Executivo do MDL. Caso não haja, entre as metodologias aprovadas, uma que se aplique à atividade de projeto proposta, o proponente pode optar por elaborar e submeter uma nova metodologia.

Um projeto de grande escala também pode ter seu limite fragmentado entre inúmeras atividades, unidas em um único projeto de MDL. Não há limites para o número ou tamanho das atividades produtivas que se pretende unir em uma única atividade de projeto de MDL.

A validação e a verificação de projetos no âmbito do MDL de grande escala devem, necessariamente, ser realizadas por Entidades Operacionais Designadas distintas, sem exceção. O objetivo dessa norma é permitir que o trabalho de validação executado por uma EOD possa ser certificado por uma

consultoria externa – outra EOD – que, em tese, poderia, durante um ciclo de verificação, detectar falhas ou erros não observados pela primeira EOD.

As metodologias para atividades de MDL de grande escala são mais conservadoras e bastante restritivas. Assim, aspectos como fugas, transporte de matéria-prima, emissões durante a fase de construção, emissões decorrentes da disposição de resíduos, calibração de equipamentos e registro de informações são tratados em maior detalhe.

Os projetos de **MDL de pequena escala** surgiram a partir da percepção de que os custos de procedimento envolvidos no desenvolvimento de uma atividade de MDL de grande escala inviabilizariam sua aplicação em uma série de empresas de menor porte. Assim, visando reduzir os custos transacionais, alguns procedimentos foram simplificados, criando os seguintes tipos de projetos:

- (a) Atividades de projetos do tipo I: atividades de projetos de energia renovável com uma capacidade máxima de produção de 15 MW (ou um equivalente adequado);
- (b) Atividades de projetos do tipo II: atividades de projetos de melhoria da eficiência energética que reduzam o consumo de energia, no lado da oferta e/ou da demanda, em até o máximo de 60 GWh por ano (ou um equivalente adequado);
- (c) Atividades de projetos do tipo III: outras atividades de projetos que resultem em reduções de emissão inferiores ou equivalentes a 60 kt de equivalentes de CO<sub>2</sub> anualmente.

Conceitualmente, um projeto de MDL de pequena escala assemelha-se a um de grande escala, porém com limitação de tamanho estabelecida em sua metodologia e restrição quanto à subdivisão de uma atividade em várias de pequena escala. Além de maior facilidade na aplicação, essas metodologias são mais simples e flexíveis do que as metodologias de grande escala quanto aos aspectos anteriormente citados.

As metodologias de pequena escala são desenvolvidas pelo Conselho Executivo e disponibilizadas ao público. Caso um desenvolvedor de projeto tenha necessidade de uma metodologia específica ou uma alteração em uma metodologia de pequena escala, ele deve encaminhar suas solicitações ao Conselho Executivo, sugerindo alteração na metodologia existente ou nova metodologia, conforme Anexo II da decisão 4/CMP.1 da CQNUMC.

Atividades de projeto de MDL de pequena escala podem, caso seja autorizado pelo Conselho Executivo, ser validadas e monitoradas pela mesma EOD.



A Tabela 2.1 sintetiza as principais diferenças entre atividades de projeto de Pequena e Grande Escala.

**Tabela 2.1 – Principais diferenças entre o MDL de pequena e o de grande escala<sup>3</sup>**

	Pequena escala	Grande escala
Tamanho	Há limitação	Não há limitação
Metodologias	Elaboradas pela CQNUMC	Elaboradas por proponentes de projeto
Desagrupamento	Pode ser autorizado pelo Conselho Executivo	Não é permitido <sup>3</sup>
Validação e Verificação	Pode ser autorizado uma única EOD	EOD diferentes

Outra categoria de projetos de MDL com especificidades próprias é o **MDL florestal**. Esse tipo de projeto diferencia-se do MDL tradicional ou convencional<sup>4</sup> por envolver exclusivamente atividades de uso da terra, mudança no uso da terra e florestas (sumidouros de GEE). Assim, o MDL florestal restringe-se às atividades de florestamento e reflorestamento. Porém, não contempla nem o manejo florestal nem a regeneração de florestas como atividades no âmbito do MDL.

O florestamento é a conversão direta induzida pelo homem de solo sem cobertura florestal por um período de, pelo menos, 50 anos em solo com cobertura florestal por meio de plantio, semeadura e/ou a promoção de fontes naturais de semeadura.

O reflorestamento é a conversão direta induzida pelo homem de área não-florestal em área florestal por meio de plantio, semeadura e/ou promoção de fontes naturais de semeadura, ou área que era de floresta, mas foi convertida em área não-florestal. Para o primeiro período de compromisso, as atividades de reflorestamento ficarão limitadas ao reflorestamento que ocorra em áreas que não continham florestas desde 31 de dezembro de 1989.

Assim, como as atividades de projetos no âmbito do MDL convencional, aquelas no âmbito do MDL

<sup>3</sup>. O desagrupamento de uma atividade de projeto do MDL de grande escala não será permitido quando as atividades de projeto resultantes enquadrarem-se como atividades de projeto de pequena escala, ou seja, um projeto de grande escala não pode ser subdividido em dois ou mais projetos de pequena escala.

<sup>4</sup>. Essa nomenclatura não é oficial. Oficialmente este tipo de atividade chama-se simplesmente MDL. Entretanto, após a aprovação do MDL florestal, as outras categorias de projetos MDL (grande escala e pequena escala) passaram a ser chamadas de projetos MDL tradicionais ou convencionais.

florestal estão divididas em grande escala e pequena escala. No caso das atividades de projetos de pequena escala no âmbito do MDL florestal, foi estabelecido pelo Conselho Executivo do MDL que elas somente poderão ser desenvolvidas por comunidades de baixa renda.

As atividades no âmbito do MDL florestal geram ao final do ciclo do MDL unidades de reduções de emissões específicas, as chamadas Reduções Certificadas de Emissões Temporárias (RCET) e Reduções Certificadas de Emissões de Longo Prazo (RCEL). Os proponentes de projetos MDL florestal devem selecionar um dos dois modos de quantificação das reduções de emissões de GEE, o modo RCET ou o modo RCEL.

A escolha do modo RCET implica quantificações da biomassa estocada em cada período de compromisso, de maneira independente em relação aos demais períodos, ou seja, a cada novo período de compromisso deve-se realizar uma verificação, quantificando o montante de RCE estocado na biomassa e emitindo RCET equivalente a essa quantia. Paralelamente, as RCET emitidas no período de compromisso anterior deverão ser substituídas por outros tipos de unidades ou por RCET válidas. A escolha pelo modo RCEL implica verificações incrementais ao longo da vida útil do projeto. Todos os RCEL emitidos pelo projeto expirarão ao término da sua vida útil.

Do ponto de vista do desenvolvedor do projeto, a opção pelo modo RCET implica ciclos relativamente rápidos de emissões e substituições de RCET, mas, fundamentalmente, não gera obrigações de manutenção da biomassa plantada entre os períodos de compromisso. Em outras palavras, cada período de compromisso pode ser considerado um ciclo fechado, no qual a quantia total de biomassa estocada deve ser quantificada para a emissão de RCET. No caso do modo RCEL, as verificações serão feitas de forma incremental ao longo da vida útil do projeto, ou seja, a biomassa quantificada em uma verificação gerará RCEL, que deverão ser abatidos da quantia verificada no futuro. Desse modo, cabe ao desenvolvedor assegurar a manutenção da biomassa estocada em seu projeto ao longo de toda a sua vida útil, sob pena de ser obrigado a ressarcir-la caso ocorra perda no estoque dessa biomassa.

Abaixo, seguem alguns conceitos específicos para atividades de MDL florestal:

- (1) Reservatório de carbono refere-se a biomassa acima do solo, biomassa abaixo do solo, serapilheira, madeira morta e carbono orgânico do solo.
- (2) Remoções líquidas de GEE por sumidouros na linha de base são a soma das mudanças nos estoques de carbono dos reservatórios de carbono dentro do limite do projeto que teriam ocorrido na ausência da atividade de projeto de florestamento e reflorestamento no âmbito do MDL.



- (3) Remoções líquidas reais de gases de efeito estufa por sumidouros são a soma das mudanças verificáveis nos estoques de carbono dos reservatórios de carbono dentro do limite do projeto, menos o aumento das emissões de GEE, medidas em equivalentes de CO<sub>2</sub>, pelas fontes que tenham aumentado em consequência da execução da atividade de projeto de florestamento ou reflorestamento dentro do limite do projeto, evitando-se dupla contagem, ou sejam atribuíveis à atividade de projeto de florestamento e reflorestamento no âmbito do MDL.
- (4) Remoções antrópicas líquidas de GEE por sumidouros são as remoções líquidas reais de GEE por sumidouros, menos as remoções líquidas de GEE por sumidouros na linha de base, menos as fugas.
- (5) Redução certificada de emissão temporária, ou RCET, é uma RCE emitida para uma atividade de projeto de florestamento e reflorestamento no âmbito do MDL, que perde a validade no final do período de compromisso subsequente àquele durante o qual foi emitida. Por exemplo, cem toneladas de RCET emitidas no primeiro período de compromisso do Protocolo de Quioto (2008-2012) perderão a validade no final do segundo período de compromisso do Protocolo<sup>5</sup>.
- (6) Redução certificada de emissão de longo prazo (RCEL) é uma RCE emitida para uma atividade de projeto de florestamento e reflorestamento no âmbito do MDL que perde a validade no final do período de obtenção de créditos da atividade de projeto de florestamento e reflorestamento no âmbito do MDL para a qual tenha sido emitida, ou seja, a vida útil das RCEL está vinculada à vida útil do projeto da qual a RCEL foi originada.
- (7) Data de início de uma atividade de projeto de florestamento e reflorestamento no âmbito do MDL. Uma atividade de projeto de florestamento e reflorestamento no âmbito do MDL que tenha tido início após 1º de janeiro de 2000 também poderá ser validada e registrada após 31 de dezembro de 2005, desde que a primeira verificação da atividade do projeto ocorra após a data de registro dessa atividade de projeto. Como o período de obtenção de créditos tem início na mesma data de início da atividade do projeto, os projetos com início a partir do ano 2000 podem fazer jus a RCET/RCEL a partir da data de início.

---

5. O segundo período de compromisso do Protocolo de Quioto está em processo de negociação no âmbito da CQNUMC, tendo sido acordado durante a COP 13 COP/MOP 3 em Bali, Indonésia, que o processo de negociação deverá estar concluído até a COP 15 COP/MOP 5 em Copenhague, Dinamarca, em 2009.

## Trâmites

### Metodologias

O primeiro ponto a ser considerado, antes do desenvolvimento de qualquer atividade de projeto MDL, é a avaliação da disponibilidade de uma metodologia aprovada compatível com o projeto que se pretende desenvolver. Esse aspecto é extremamente relevante do ponto de vista dos custos e das dificuldades surgidas no desenvolvimento de novas metodologias e, conseqüentemente, pelo tempo investido no processo.

Metodologias de quantificação de RCE no âmbito do MDL são aprovadas pelo Conselho Executivo e produzidas de duas maneiras: preparadas por grupos técnicos do próprio Conselho (abordagem *top-down*) ou propostas por terceiros (abordagem *bottom-up*). A abordagem *top-down* é utilizada essencialmente para atividades de pequena escala. Novas metodologias para projetos de grande escala são necessariamente submetidas ao Conselho Executivo por terceiros (abordagem *bottom-up*) e passam por um processo de aprovação que pode durar em média 12 meses. Quando há várias metodologias similares de grande escala aprovadas, elas podem ser consolidadas pelo Conselho Executivo (abordagem *top-down*).

Vale destacar que a utilização de uma metodologia já aprovada reduz substancialmente os custos do desenvolvimento de uma atividade de projeto do MDL. Assim, é fundamental que um desenvolvedor de projeto faça uma análise minuciosa das metodologias aprovadas durante a fase de tomada de decisão da implementação de um projeto do MDL.

Objetivando auxiliar o desenvolvimento de novas metodologias, algumas iniciativas vêm sendo adotadas. No cenário internacional, a COP-MOP 1 declarou reconhecer a necessidade de incentivar e encorajar o desenvolvimento de novas metodologias por organizações intergovernamentais, ONG, indústrias e outros setores. Ressaltou ainda a necessidade da aprovação de metodologias com aplicação mais genérica, orientando explicitamente o Conselho Executivo a aprovar esse tipo de metodologia. Por fim, determinou que o Conselho Executivo procurasse aumentar a aplicabilidade das metodologias já aprovadas.

No cenário nacional, iniciativas como as adotadas pela Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), que criou uma linha de crédito específica para o desenvolvimento de metodologias de projetos de



MDL. O Pró-MDL<sup>6</sup> financia o pré-investimento e o desenvolvimento científico e tecnológico associados a atividades de projeto no âmbito do MDL. Com o Pró-MDL, médias e grandes empresas, consórcios de empresas e cooperativas brasileiras têm acesso a diferentes linhas de financiamento, reembolsáveis e não-reembolsáveis. Além da Finep, são exemplos de ações motivadoras para a expansão do número e abrangência dos projetos MDL no Brasil, o financiamento disponibilizado pelo Banco Nacional de desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e a Caixa Econômica Federal.

Antes de abordar os procedimentos para a elaboração de uma nova metodologia, será apresentado um diagrama da aplicabilidade de metodologias por setor, a fim de facilitar a escolha das metodologias já aprovadas disponíveis no Anexo II. O diagrama foi construído de forma a abranger todos os escopos setoriais definidos pela UNFCCC com metodologias aprovadas. Assim, os escopos nº 6 – Construção, e nº 12 – Uso de Solventes, não serão apresentados por não terem metodologias aprovadas.

Cada chave do diagrama representa um escopo setorial e subdivide-se em áreas de aplicabilidade e metodologias aprovadas. As áreas de aplicabilidade foram identificadas pela Secretaria Executiva da CIMGC e adaptadas para esta publicação. Elas não são uma subdivisão formal dos escopos setoriais definidos pela UNFCCC, mas uma forma didática de separar as metodologias aprovadas. Sendo assim, a subdivisão adotada nesta publicação não deve ser tomada como absoluta, uma vez que algumas metodologias podem ser bastante plásticas quanto à sua aplicabilidade, podendo ser aplicadas em diferentes áreas, dependendo das condições específicas de cada projeto.

Em alguns casos, foram apresentadas breves descrições e/ou exemplos de aplicabilidade para as metodologias apresentadas no diagrama. Esses comentários não suprem a necessidade de uma análise pormenorizada das metodologias caso haja intenção de verificar sua aplicabilidade em uma atividade de projeto específica. O proponente de projeto deve atentar para as condicionantes de aplicabilidade de cada metodologia, prestando especial atenção à sua versão e validade. No Anexo II está apresentado o diagrama das metodologias.

Caso a atividade de projeto que se pretende desenvolver não se encaixe em nenhuma metodologia já aprovada, o desenvolvedor de projeto poderá optar por submeter uma nova metodologia para aprovação.

Em síntese, o proponente de projeto deve submeter ao Painel de Metodologias do Conselho Executivo do MDL uma proposta de nova metodologia acompanhada de minuta do DCP (apenas par-

<sup>6</sup> [http://www.finep.gov.br/programas/pro\\_md1.asp](http://www.finep.gov.br/programas/pro_md1.asp)

tes relacionadas à análise da metodologia devem ser preenchidas) com prazo de pelo menos dez semanas antes de sua reunião subsequente. Caso mais de dez novas metodologias propostas sejam propostas nesse prazo, o presidente do Painel de Metodologias pode decidir adiar a análise de algumas delas até a próxima reunião. As metodologias recebidas, consideradas completas pelo Conselho Executivo, devem ser analisadas por ordem de recebimento.

Assim que a metodologia for aprovada pelo Painel de Metodologias do Conselho Executivo do MDL, inicia-se o trâmite convencional da atividade de projeto no Ciclo de Projeto (Figura 2.3).

A análise aprofundada do ciclo de tramitação e aprovação de novas metodologias foge ao objetivo deste documento. Informações mais detalhadas podem ser obtidas na página da CQNUMC, no seguinte endereço: <http://cdm.unfccc.int/methodologies/PAMethodologies/index.html>.

## Ciclo de projeto do MDL

O Ciclo de Projeto do MDL pode ser subdividido em sete passos, sendo:

- (1) Elaboração do Documento de Concepção de Projeto, usando uma metodologia de linha de base e um plano de monitoramento aprovados;
- (2) Validação (verifica se o projeto está em conformidade com a regulamentação do Protocolo de Quioto);
- (3) Aprovação pela Autoridade Nacional Designada, que, no caso do Brasil, é a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima (verifica a contribuição do projeto para o desenvolvimento sustentável no país anfitrião e confirma a participação voluntária);
- (4) Submissão ao Conselho Executivo para registro;
- (5) Monitoramento;
- (6) Verificação/certificação;
- (7) Emissão e distribuição de RCE conforme acordado entre as partes do projeto no DCP.

O primeiro passo do ciclo consiste na elaboração do Documento de Concepção de Projeto. Esse documento deverá incluir a descrição:

- (1) Das atividades de Projeto;
- (2) Dos participantes da atividade de Projeto;
- (3) Da metodologia da linha de base;



- (4) Das metodologias usadas para o cálculo da redução de emissões de GEE e para o estabelecimento dos limites da atividade de Projeto e das fugas;
- (5) Do plano de monitoramento.

Deve conter, ainda, a definição do período de obtenção de créditos, a justificativa para a adicionalidade da atividade de projeto, o relatório de impactos ambientais, os comentários dos atores e informações quanto à utilização de fontes adicionais de financiamento. Os responsáveis por essa etapa do processo são os participantes do projeto.

No Brasil, a validação é o segundo passo e corresponde ao processo de avaliação independente de uma atividade de projeto (DCP) por uma Entidade Operacional Designada, no tocante aos requisitos do MDL (Anexo I).

O terceiro passo do ciclo é a aprovação, processo pelo qual a AND da(s) Parte(s) envolvida(s) confirma a participação voluntária e a AND do país onde serão implementadas as atividades de projeto de MDL atesta que a atividade contribui para o desenvolvimento sustentável do país anfitrião. No caso do Brasil, os projetos são analisados pelos integrantes da Comissão Interministerial, que avaliam o relatório de validação e a contribuição da atividade de projeto para o desenvolvimento sustentável do país, segundo cinco critérios básicos:

- (1) Distribuição de renda;
- (2) Sustentabilidade ambiental local;
- (3) Desenvolvimento das condições de trabalho e geração líquida de emprego;
- (4) Capacitação e desenvolvimento tecnológico;
- (5) Integração regional e articulação com outros setores.

O registro, que é a aceitação formal pelo Conselho Executivo da CQNUMC de um projeto validado como atividade de projeto de MDL, é o quarto passo do ciclo. Esse registro de projetos no Conselho Executivo do MDL é o passo subsequente à aprovação pela Autoridade Nacional Designada. A aprovação pela CIMGC é necessária para a aceitação dos projetos, mas não é suficiente para seu registro no Conselho Executivo, que analisa também a metodologia escolhida e a adicionalidade do projeto, entre outros aspectos. O registro é o pré-requisito para o monitoramento, a verificação/certificação e a emissão das RCE relativas à atividade de projeto.

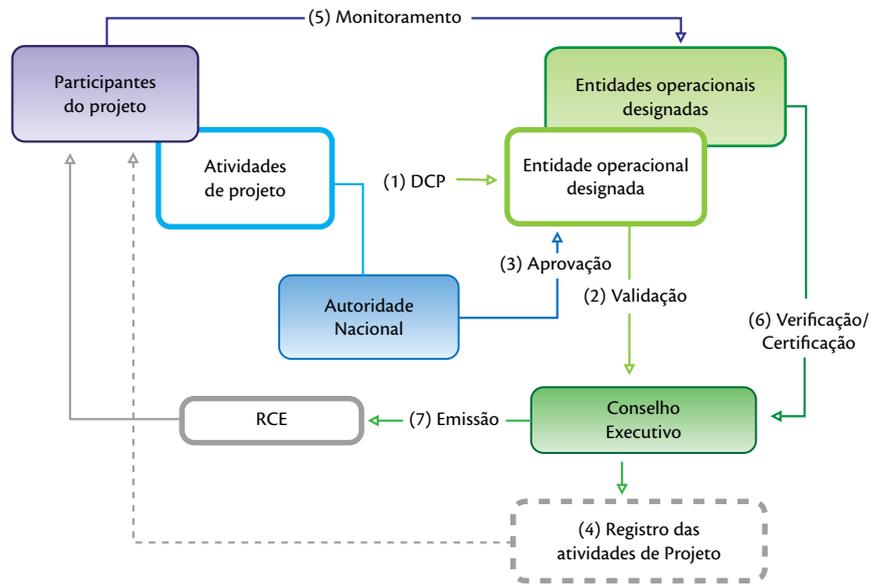
O quinto passo é o processo de monitoramento da atividade de projeto, que envolve a coleta e o armazenamento de todos os dados necessários para calcular a redução das emissões de GEE, de acordo com plano de monitoramento estabelecido no DCP. Os participantes do projeto são os responsá-

veis pelo processo de monitoramento. Não existe frequência definida para a realização do processo de monitoramento, ou seja, o desenvolvedor realiza quantos monitoramentos achar convenientes ao longo da existência do projeto.

O sexto passo é a verificação/certificação, processo de auditoria periódico e independente para revisar os cálculos relacionados à redução de emissões de GEE ou à remoção de CO<sub>2</sub> resultantes de uma atividade de projeto do MDL. Uma EOD deverá ser contratada para elaborar um Relatório de Verificação a ser encaminhado ao Conselho Executivo. O objetivo dessa etapa é quantificar as reduções de emissões de GEE que ocorreram até a data da realização do relatório e na qual ocorre a comprovação do montante de reduções de emissões efetivamente realizadas por uma atividade de projeto.

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

De maneira didática, é interessante subdividir o Ciclo de Projeto MDL em duas partes (Figura 2.3).



**Figura 2.3 – Ciclo de Projeto de MDL**

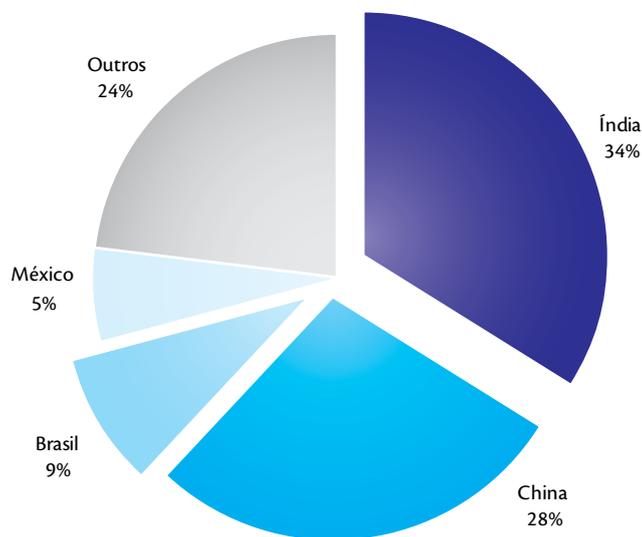


A primeira vai desde a submissão (passo 1) até o registro (passo 4). Nessa parte, o proponente de projeto ainda não desenvolve uma atividade de MDL propriamente dita. Ele está buscando o reconhecimento da UNFCCC de que a atividade proposta pode reduzir emissões de GEE e contribui com o desenvolvimento sustentável na parte anfitriã. Esse reconhecimento é dado no momento do registro do projeto. Desse momento em diante, a atividade de projeto passa a ser, de fato e de direito, uma atividade de projeto no âmbito do MDL.

A segunda parte vai do monitoramento (passo 5) até a emissão das RCE (passo 7). Essa parte do ciclo é também conhecida como Ciclo de Verificação (em alusão ao relatório de verificação, que deve ser elaborado por uma EOD) ou Ciclo de Emissão de RCE. Esse ciclo é teoricamente infinito e se repetirá na frequência em que o proponente do projeto quiser fazer jus às RCE a que tem direito. Dessa forma, o Ciclo de Verificação/Ciclo de Emissão de RCE ocorrerá quando o proponente de projeto contratar uma EOD para elaborar o relatório de verificação, quantificando e certificando as reduções de emissões alcançadas pelo projeto naquele dado período, e requisitar ao Conselho Executivo do MDL a emissão das RCE a que o projeto tem direito.

## Resultados

Neste item serão apresentados os resultados alcançados no desenvolvimento de projetos de MDL no Brasil e no mundo. Um enfoque maior será dado para a informação nacional em virtude do objetivo específico desta publicação. Informações mais aprofundadas e atualizadas poderão ser encontradas no site da Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima do MCT ([www.mct.gov.br/clima](http://www.mct.gov.br/clima)). Até fevereiro de 2008, um total de 2.999 projetos encontrava-se em alguma fase do ciclo de projetos de MDL, sendo 879 já registrados pelo Conselho Executivo do MDL e 2.120 em outras fases do ciclo. O Brasil ocupava o 3º lugar em número de atividades de projeto, com 268 projetos (9%), sendo que em primeiro lugar estava a China, com 1010, e em segundo, a Índia, com 845 projetos (Figura 2.4).



**Figura 2.4 – Distribuição relativa do número de projetos no sistema MDL**

Em termos de reduções de emissões projetadas para o primeiro período de obtenção de créditos<sup>7</sup>, o Brasil ocupava a terceira posição, sendo responsável pela redução de aproximadamente 274 milhões de t CO<sub>2</sub>e, o que corresponde a 6% do total mundial. A China ocupava o primeiro lugar, com 2.186 milhões de t CO<sub>2</sub>e a serem reduzidas (49%), seguida pela Índia, com 1.007 milhões de t CO<sub>2</sub>e (23%) de reduções de emissões projetadas para o primeiro período de obtenção de créditos (Figura 2.5).

<sup>7</sup> Período de obtenção de créditos renováveis (sete anos) e não-renováveis (dez anos), conforme definido em cada atividade de projeto. No caso dos projetos com período renovável, foram contabilizados somente os RCE estimados para o primeiro período. No caso de projeto com período não-renovável, a totalidade dos RCE estimados foi contabilizada.

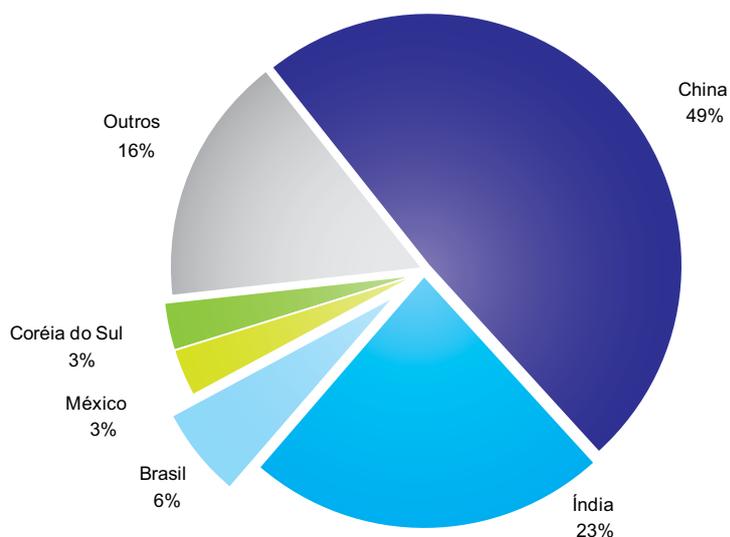


Figura 2.5 – Redução de emissões projetadas para o primeiro período de obtenção de créditos

Considerando-se a importância relativa dos GEE para o cenário nacional, o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) envolvia o maior número de atividades de MDL, correspondendo a 67% do total, seguido pelo metano ( $\text{CH}_4$ ), que envolvia 85 atividades de projeto (32%), pelo óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), 4 atividades de projeto brasileiras (1%) e PFC com apenas uma atividade de projeto, representando menos de 1% (Figura 2.6).

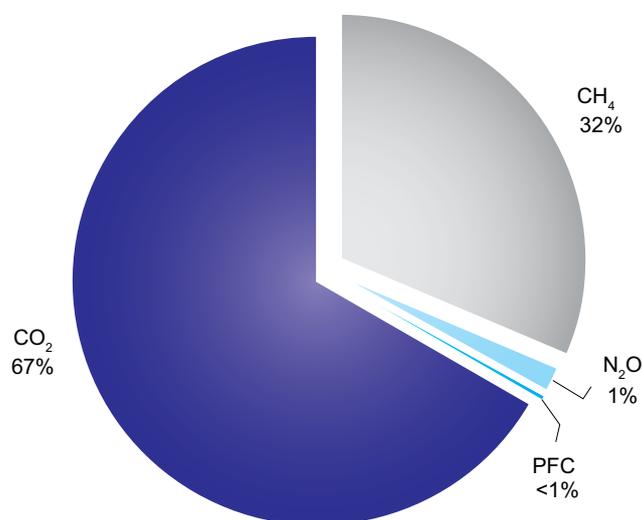
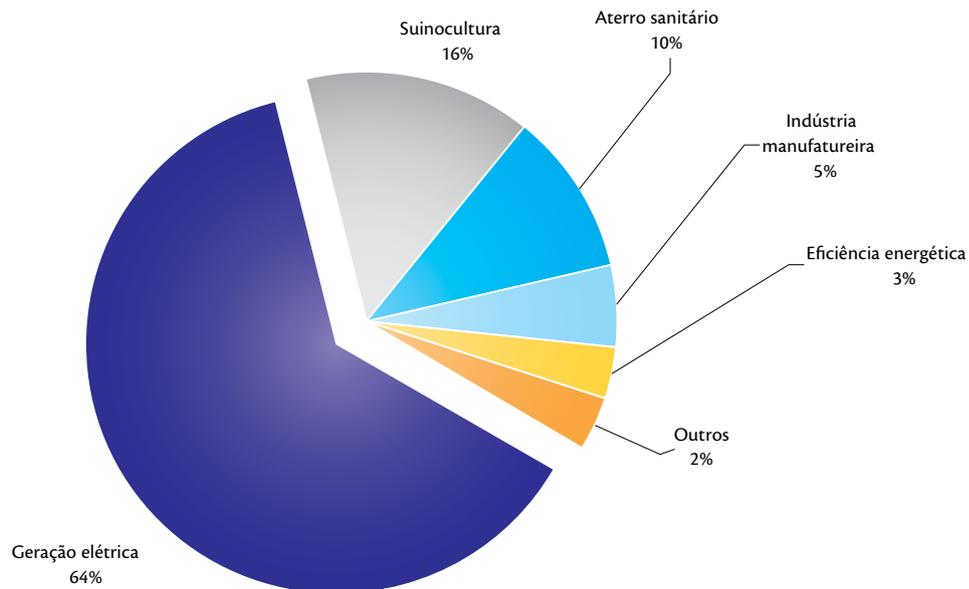


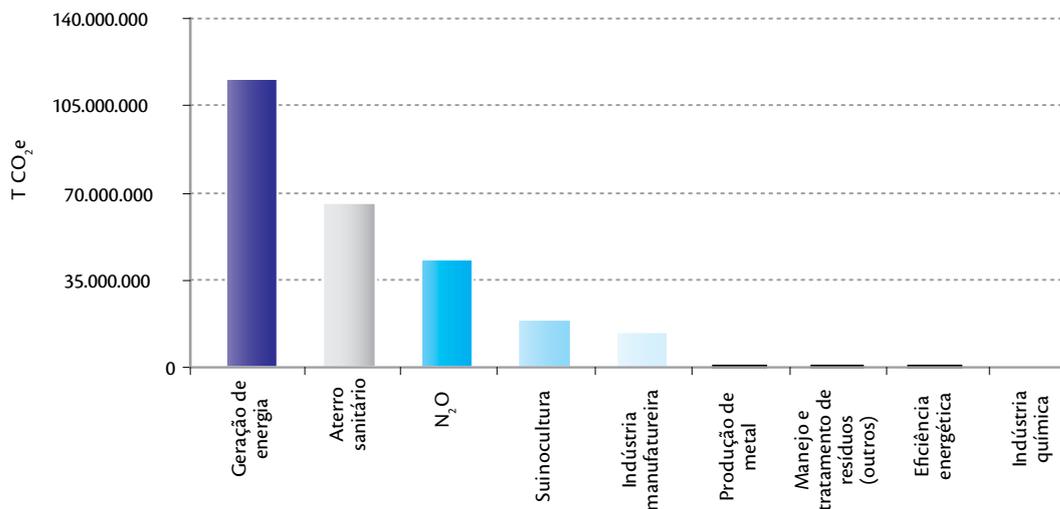
Figura 2.6 – Distribuição das atividades de projeto no Brasil por tipo de GEE

Em termos da composição do portfólio brasileiro de projetos de MDL até então, o que se observa é uma distribuição desequilibrada. A maior parte das atividades de projeto de MDL concentra-se no setor de geração de energia (64%), o que explica a predominância do CO<sub>2</sub> no balanço de reduções de emissões brasileiro (Figura 2.7).



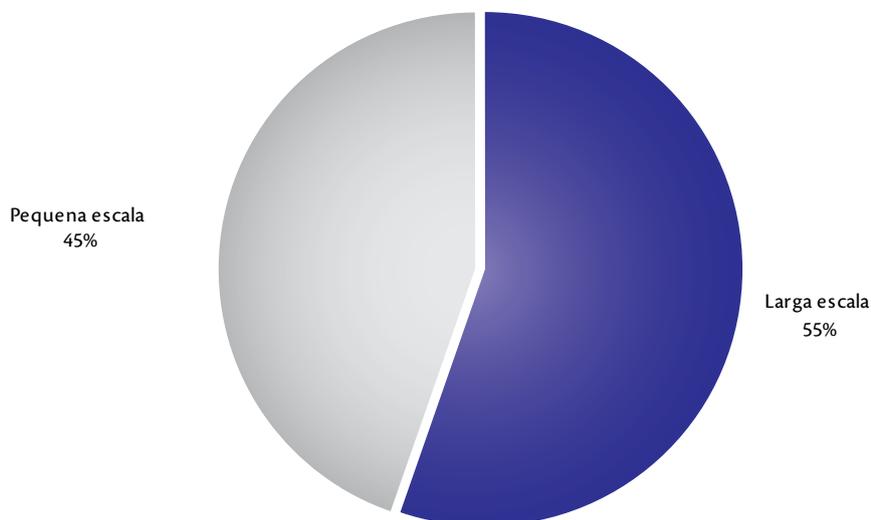
**Figura 2.7 – Distribuição das atividades de projeto no Brasil por escopo setorial**

Entretanto, devido a diferenças no porte das atividades de projeto de MDL desenvolvidas nos diversos escopos setoriais e também devido a diferenças no Potencial de Aquecimento Global - *Global Warming Potential* (GWP) dos GEE, as áreas que mais contribuem com reduções de emissões de GEE (Figura 2.8) não são necessariamente as mesmas onde há maior concentração de projetos.



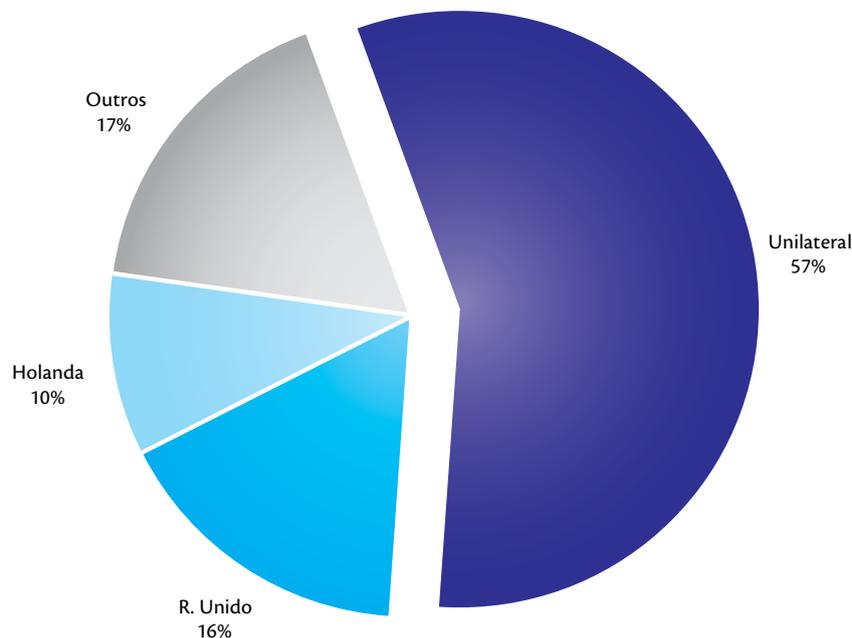
**Figura 2.8 – Contribuição em toneladas de CO<sub>2</sub>e na redução de emissões de GEE durante o primeiro período de compromisso das atividades de projeto no Brasil por escopo setorial**

Em termos da preferência nacional pelo desenvolvimento de projetos de pequena ou grande escala, o que se observa é a predominância de projetos de grande escala, correspondendo a 55% do total das atividades desenvolvidas no Brasil (Figura 2.9).



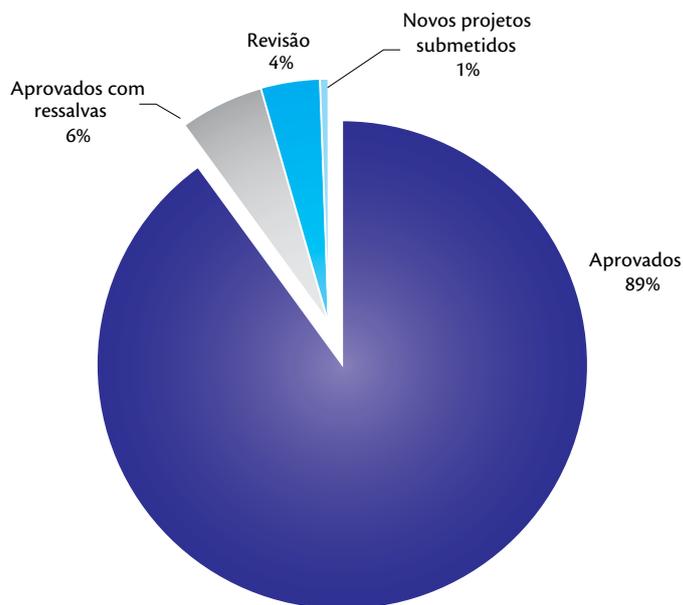
**Figura 2.9 – Composição do cenário nacional de projetos de MDL de grande e pequena escala**

Outro dado importante refere-se à composição do quadro de participantes dos projetos brasileiros (Figura 2.10). No Brasil, cerca de 57% dos projetos de MDL são unilaterais desenvolvidos exclusivamente por proponentes brasileiros, não envolvendo outra parte Não Anexo I. A importância desse tipo de projeto no cenário nacional deve-se, provavelmente, à capacidade tecnológica e de financiamento, e à estratégia de negociação futura das RCE. Conforme pode ser observado na Figura 2.10, as Partes Anexo I que mais investiram em projetos brasileiros de MDL são o Reino Unido (16%) e Holanda (10%).



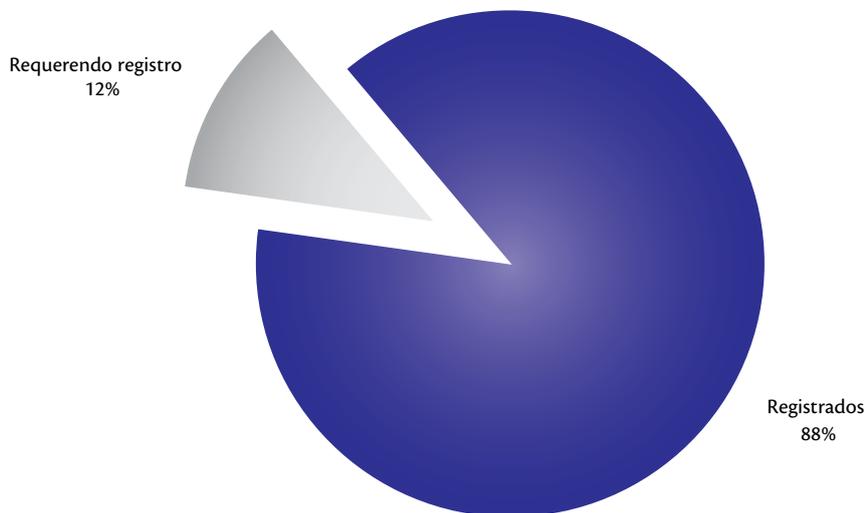
**Figura 2.10 – Composição dos investimentos de Partes Anexo I na elaboração de projetos de MDL no Brasil**

Em fevereiro de 2008, 198 atividades de projeto do MDL brasileiras passaram ou estão em análise pela Autoridade Nacional Designada brasileira (Figura 2.11). Dessas, 178 já foram aprovadas, 11 estão aprovadas com algumas ressalvas, 8 estão em revisão e 1 está sendo submetida.



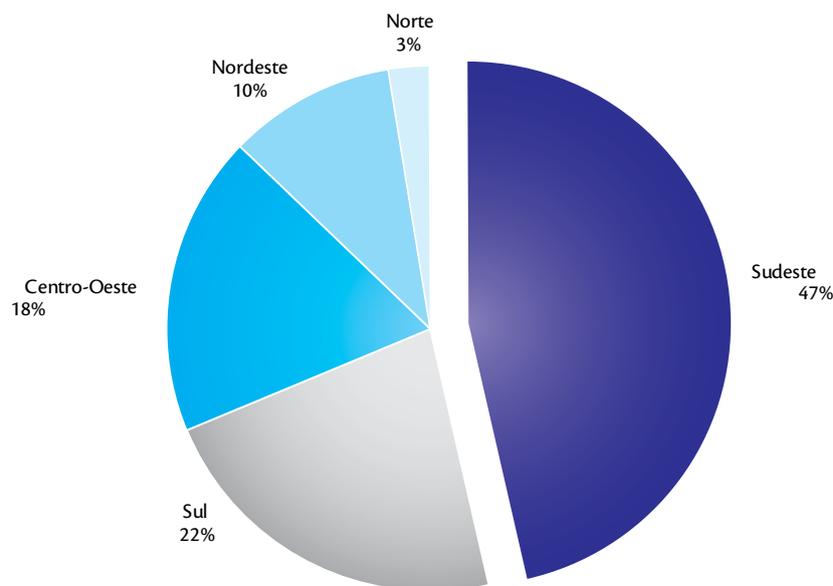
**Figura 2.11 – Situação em fevereiro de 2008 dos projetos MDL na Autoridade Nacional Designada Brasileira (CimGC)**

No Conselho Executivo do MDL, 121 projetos brasileiros estão registrados e 16 estão requerendo o registro. Outros 41 projetos já foram aprovados pela AND, porém ainda não requereram o registro junto ao Conselho (Figura 2.12).



**Figura 2.12 – Situação em maio de 2007 dos projetos MDL no Conselho Executivo do MDL**

No âmbito nacional, a maior parcela das atividades de projeto MDL está concentrada nas regiões Sudeste (47%), Sul (22%) e Centro Oeste (18%). As regiões Norte e Nordeste juntas representam apenas 13% do total de atividades de MDL desenvolvidas no país. Esses dados sugerem que a distribuição de esforços e capacitação técnica não estão bem distribuídas no país e que existe um grande potencial ainda não explorado para o desenvolvimento de projetos MDL, principalmente nas regiões Norte e Nordeste (Figura 2.13).



**Figura 2.13 – Distribuição das atividades DO MDL entre as regiões brasileiras**

A distribuição das atividades de projeto por Estado segue a mesma proporção que a distribuição por região. Assim, o Estado de São Paulo é responsável por 51% das reduções de emissões estimadas para o primeiro período de obtenção de créditos. Em número de atividades de projetos, São Paulo também se destaca, sendo responsável por 24% dos projetos de MDL desenvolvidos no país.

Minas Gerais segue em segundo lugar, tanto em número de projetos (13,7%) quanto em termos de redução de GEE. Porém, nos demais Estados brasileiros, a proporção entre o número de projetos e a quantidade de reduções e emissões de GEE não é mantida. O Estado do Amazonas, por exemplo, possui apenas três atividades de projeto do MDL, mas é responsável por redução de emissões da ordem de 10 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>e, ou seja, coloca-se como o quinto estado em termos de reduções de emissões de GEE (Figura 2.14).

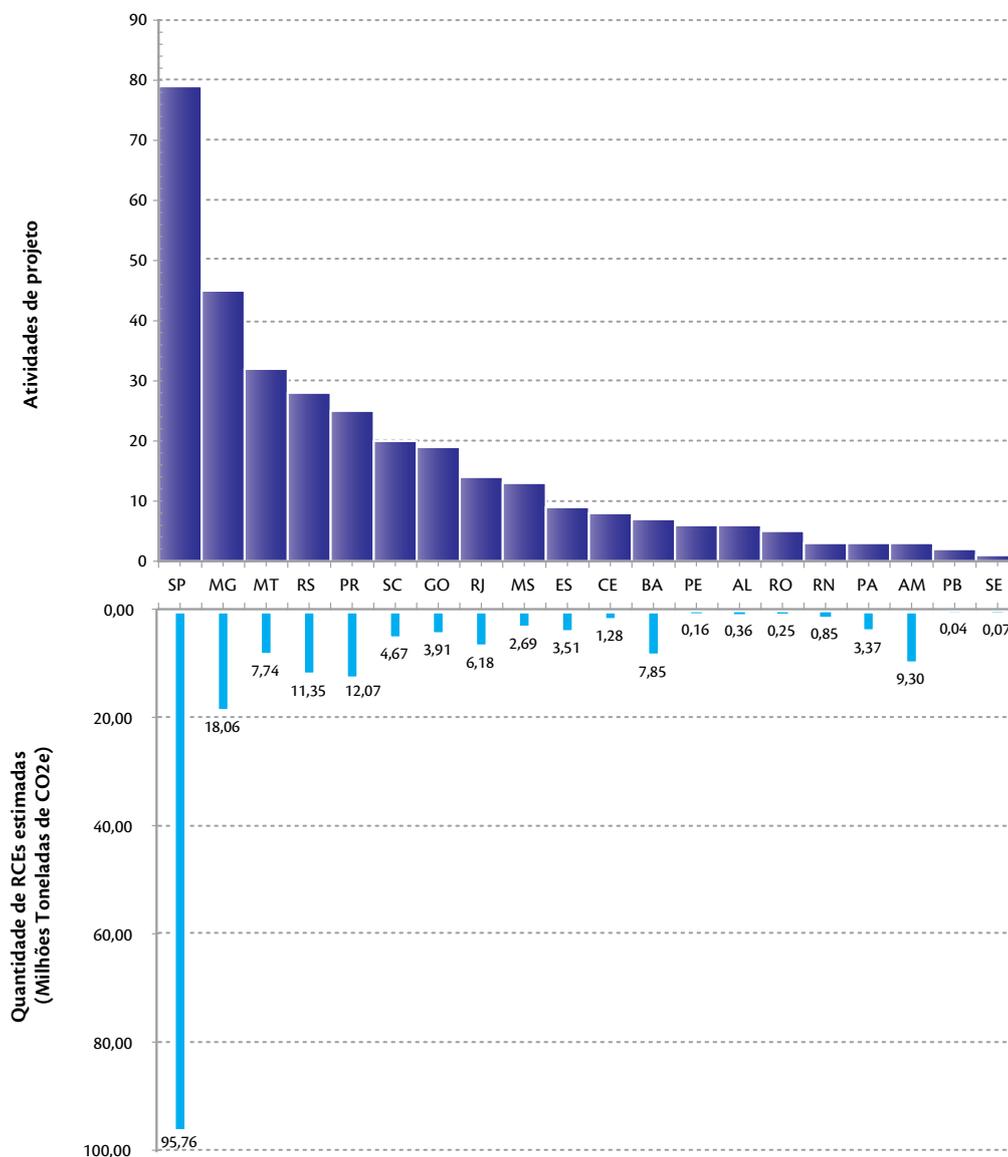
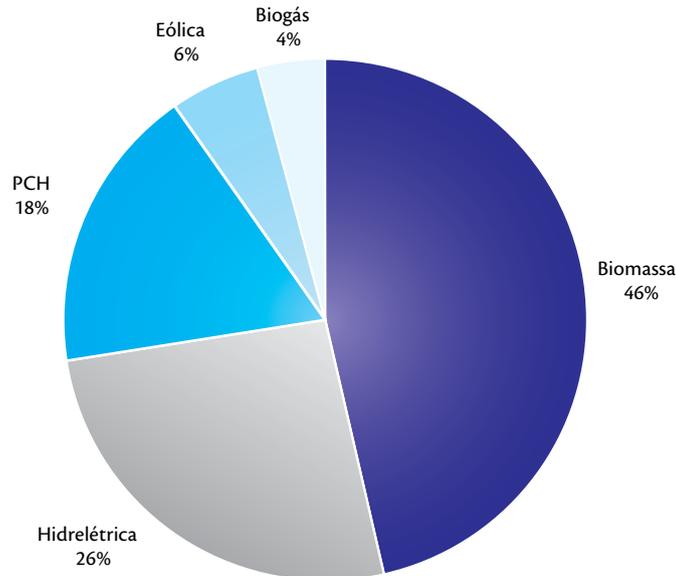


Figura 2.14 – Relação entre o número de atividades de projeto MDL por Estado (eixo da abscissa inferior) e a quantidade absoluta de redução de emissões de GEE em milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>e (eixo da abscissa superior)

A Figura 2.15 apresenta a capacidade total instalada das atividades de projeto no âmbito do MDL aprovadas pela CIMGC, na área energética. Ela mostra também a distribuição dessas áreas energéticas, sendo a primeira biomassa, com 1409,5 MW; a segunda, hidrelétricas, com 800 MW; e a terceira, pequenas centrais hidrelétricas, com 542,5 MW.



**Figura 2.15 – Capacidade instalada (MW) das atividades de projeto de MDL aprovadas na CIMGC**

Entre os 268 projetos de MDL desenvolvidos no Brasil até fevereiro de 2008, 67% envolveram atividades que reduzem CO<sub>2</sub> como principal objetivo, ao passo que atividades que visam à redução de CH<sub>4</sub> representam 32% dos projetos nacionais (Tabela 2.2). Uma das características brasileiras é a diversidade de áreas e oportunidades para o desenvolvimento de atividades de projeto: ao todo nove escopos setoriais já foram envolvidos.

Entre as metodologias de grande escala utilizadas nos projetos brasileiros, as mais comuns foram a AM0015 e a ACM002. A metodologia AM0015 foi substituída em 28 de novembro de 2005 pela metodologia consolidada ACM0006 – metodologia consolidada de linha de base para a geração de eletricidade conectada à rede a partir de resíduos de biomassa (17 atividades de projeto). Entre os projetos de pequena escala, a metodologia mais utilizada foi a I.D. – geração de energia elétrica renovável conectada à rede (34 atividades de projeto) (Tabelas 2 e 3).



Tabela 2.2 – Síntese da situação de MDL no Brasil

<b>Projetos MDL no Brasil</b>		
<b>Número de projetos</b>	268	
<b>Posição do país em número de projetos</b>	3º no mundo	
<b>Total de CO<sub>2</sub>e a ser reduzido</b>	Anual	37.107.316
	1º período de obtenção de crédito	274.033.398
	Início do projeto até 31/12/2012	224.731.273
<b>Posição do país em total de CO<sub>2</sub>e a ser reduzido</b>	Anual	3º no mundo
	1º período de obtenção de crédito	3º no mundo
<b>Gases</b>	CO <sub>2</sub>	178
	CH <sub>4</sub>	85
	N <sub>2</sub> O	4
	PFC	1
<b>Escopos setoriais</b>	Geração elétrica	169
	Aterro sanitário	28
	Suinocultura	40
	Eficiência energética	10
	Manejo e tratamento de resíduos	3
	Indústria manufatureira	12
	Redução de N <sub>2</sub> O	4
	Produção de metal	1
Indústria química	1	

**Tabela 2.3 – Síntese da situação do MDL no Brasil – metodologias utilizadas<sup>8</sup>**

Larga Escala		Pequena Escala	
ACM0001	22	I.A	1
ACM0002	29	I.C	16
ACM0003	1	I.D	34
ACM0004	1	I.B	1
ACM0005	2	I.D / III.E	14
ACM0002 / ACM0006	17	II.D	1
ACM0009	3	III.B	6
ACM0012	1	III.D	20
ACM0013	1	II.E	8
AM0002	1	III.E	4
AM0003	2	II.F	1
AM0004	2	III.H	1
AM0005	3	III.I	1
		AM0030	1
		AM0033	1
		AM0034	2
		AM0036	2
		AM0041	1
		AM0045	2
		AM0021	1
		AM0025	2
		AM0027	1
		AM0016	16
		AM0015	29
		AM0011	2
		AM0008	3

8. Para informações mais atualizadas, visite a página da Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima [www.mct.gov.br/clima](http://www.mct.gov.br/clima) e também o site da Convenção-Quadro das Nações Unidas para a Mudança do Clima [www.unfccc.int](http://www.unfccc.int).



## Referências bibliográficas

- BRASIL. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. COORDENAÇÃO-GERAL DE MUDANÇA GLOBAL DE CLIMA BRASÍLIA. DISPONÍVEL EM: [HTTP://WWW.MCT.GOV.BR/CLIMA/](http://www.mct.gov.br/clima/).
- CDM/JI. MANUAL FOR PROJECT DEVELOPERS AND POLICY MAKERS. MINISTRY OF ENVIRONMENT / GLOBAL ENVIRONMENT CENTRE FOUNDATION. JAPAN: 2006.
- FINEP. PRÓ-MDL. DISPONÍVEL EM: [HTTP://WWW.FINEP.GOV.BR/PROGRAMAS/PRO\\_MD.L](http://www.finep.gov.br/programas/pro_mdL.asp).  
ASP. ACESSO EM: 2008 MAR 01
- MAGALHÃES, D. DE A.; MOZZER, G.B.; SHELLARD, S.N. AS ATIVIDADES DE PROJETO NO ÂMBITO DO MECANISMO DO DESENVOLVIMENTO LIMPO NO BRASIL. IN: SOUZA, R.P. DE S. AQUECIMENTO GLOBAL E CRÉDITOS DE CARBONO – ASPECTOS JURÍDICOS E TÉCNICOS. SÃO PAULO: QUARTIER LATIN, 2007.
- MOZZER, G.B.; MAGALHÃES, D. DE A.; SHELLARD, S.N. CICLO DE SUBMISSÃO DE PROJETOS MDL E EMISSÃO DE RCE (REDUÇÕES CERTIFICADAS DE EMISSÕES). IN: SOUZA, R.P. DE S. AQUECIMENTO GLOBAL E CRÉDITOS DE CARBONO – ASPECTOS JURÍDICOS E TÉCNICOS. SÃO PAULO: QUARTIER LATIN, 2007.
- SHELLARD, S.N.; MOZZER, G.B.; MAGALHÃES, D. DE A. ESTRUTURA INSTITUCIONAL DO MECANISMO DO DESENVOLVIMENTO LIMPO. IN: SOUZA, R.P. DE S. AQUECIMENTO GLOBAL E CRÉDITOS DE CARBONO – ASPECTOS JURÍDICOS E TÉCNICOS. SÃO PAULO: QUARTIER LATIN, 2007.
- UNFCCC. BONN. DISPONÍVEL EM: [HTTP://UNFCCC.INT/](http://unfccc.int/).



# MÓDULO III

Oportunidades de negócios e  
avaliação de atratividade







## O mercado de carbono

Durante a 3ª Conferência das Partes (COP-3) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima<sup>1</sup> propôs-se, no Protocolo de Quioto, a utilização de instrumentos de mercado (mecanismos de flexibilização) com o objetivo de flexibilizar o cumprimento das metas de redução das emissões de gases de efeito estufa dos países do Anexo I.

Os mecanismos de flexibilização existentes no Protocolo de Quioto são:

- (1) Mecanismo de Desenvolvimento Limpo ou *Clean Development Mechanism* (CDM), descrito no Artigo 12 do Protocolo;
- (2) Implementação Conjunta (IC) ou *Joint Implementation* (JI), descrito no Artigo 6 do Protocolo;
- (3) Comércio de Emissões (CE) ou *Emissions Trade* (ET), descrito no Artigo 17 do Protocolo.

Esses mecanismos foram importantes indutores para a formação de um novo mercado ambiental: o chamado mercado de carbono. Antes do Protocolo de Quioto, a idéia de comercializar emissões de gases poluentes já estava sendo colocada em prática em nível regional, em especial nos Estados Unidos, por meio do *Acid Rain Program*<sup>2</sup>. Porém, o Protocolo de Quioto criou um mercado internacional, onde as reduções de emissões de GEE e a remoção atmosférica de CO<sub>2</sub> poderiam ser comercializadas entre países por meio de créditos de carbono. Com a entrada em vigor do Protocolo, em 16 de fevereiro de 2005, o mercado evoluiu, aumentando consideravelmente os volumes e os valores negociados.

Além do mercado de Quioto, foram também criados outros mercados em países que não ratificaram o Protocolo, como por exemplo a *Chicago Climate Exchange*<sup>3</sup> e o *New South Wales Greenhouse Gas Abatement Scheme* (NSW)<sup>4</sup>, nos Estados Unidos. Contudo, os principais mercados de carbono são o de Quioto e, em especial, o *European Union Emissions Trading Scheme* (EU ETS)<sup>5</sup>, onde são comercializadas permissões para emissão entre os países da União Européia. O mercado de carbono

---

1. <http://unfccc.int/2860.php>

2. <http://www.epa.gov/airmarkets/progsregs/arp/index.html>

3. <http://www.chicagoclimatex.com/>

4. <http://www.greenhousegas.nsw.gov.au/>

5. <http://ec.europa.eu/environment/climat/emission.htm>

comercializa as transações baseadas em Reduções Certificadas de Emissões (RCE)<sup>6</sup> ou *Certified Emission Reductions* (CER) provenientes de atividades de projeto de MDL (Tabela 3.1 e Figura 3.1).

**Tabela 3.1 – Mercado de carbono: volume e valores, 2005 e 2006**

	2005		2006	
	Volume MtCO <sub>2</sub>	Valor MUS\$	Volume MtCO <sub>2</sub>	Valor MUS\$
<b>Permissões</b>				
EU ETS	321	7.908	1.101	24.357
NSW	6	59	20	225
CCX	1	3	10	38
UK-ETS	0	1	na	na
<i>Sub-total</i>	328	7.971	1.131	24.620
<b>Transações baseadas em projetos</b>				
MDL primário	341	2.417	450	4.813
MDL secundário	10	221	25	444
J1	11	68	16	141
Outros	20	187	17	79
<i>Sub-total</i>	382	2.894	508	5.477
<b>TOTAL</b>	<b>710</b>	<b>10.864</b>	<b>1.639</b>	<b>30.098</b>

Fonte: Capoor & Ambrosi (2007)

6. Uma "redução certificada de emissão" ou "RCE" é uma unidade emitida em conformidade com o Artigo 12 (do Protocolo de Quioto) e os seus requisitos, bem como as disposições pertinentes destas modalidades e procedimentos, e é igual a uma tonelada métrica equivalente de dióxido de carbono, calculada com o uso dos potenciais de aquecimento global, definidos na decisão 2/CP.3 ou conforme revisados subsequentemente de acordo com o Artigo 5.

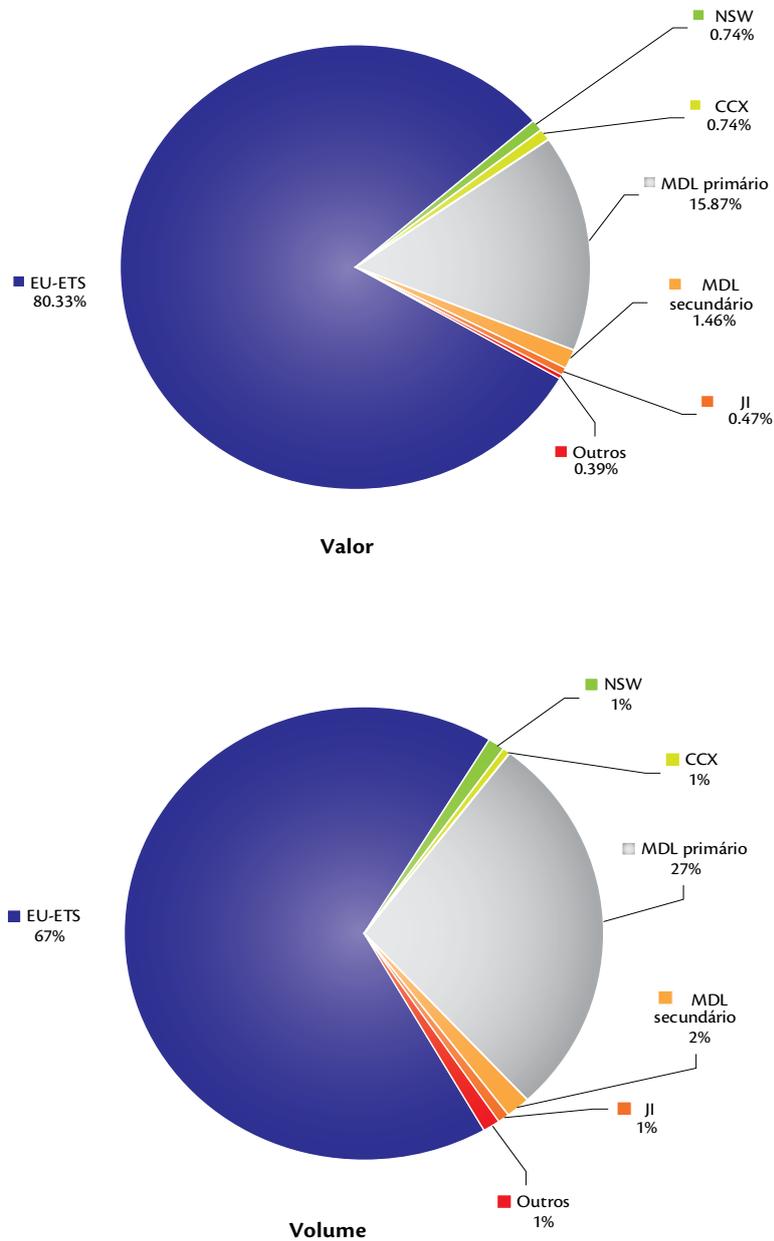
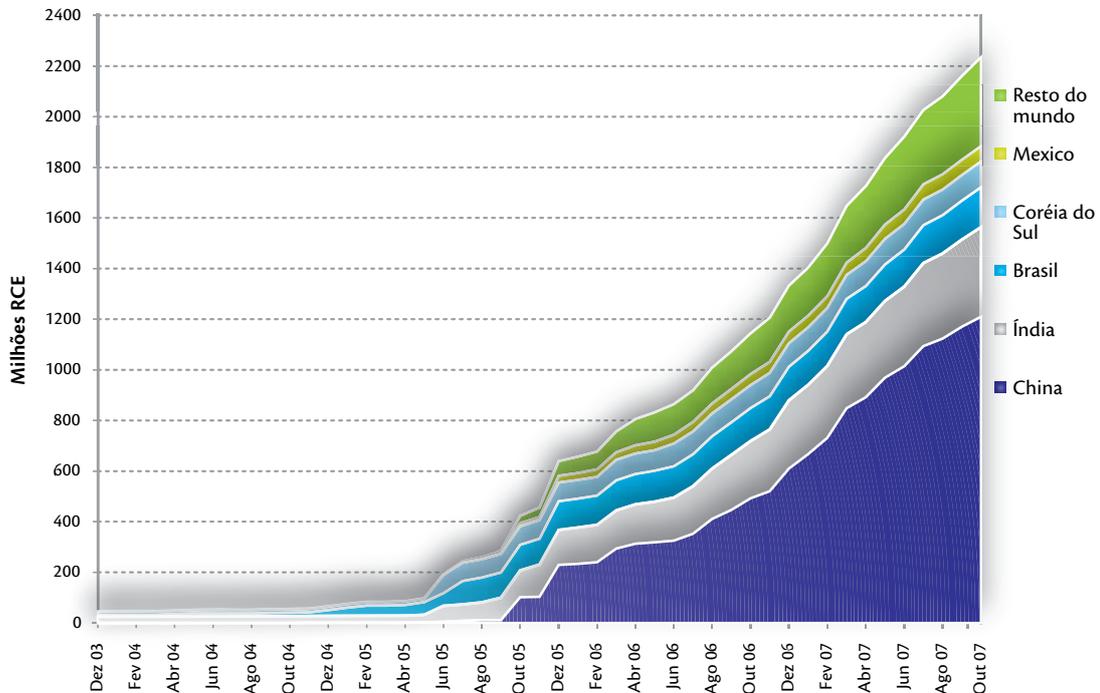


Figura 3.1 – Participação no mercado de carbono, 2006

Fonte: Capoor & Ambrosi (2007) / Elaborado pelo autor

Observa-se a predominância de poucos países entre os principais ofertantes de projetos e RCE, sendo eles: China, Índia, Brasil, Coréia do Sul e México. Esses cinco países respondem por cerca de 82% das RCE a serem geradas até 2012. (Figura 3.2).



**Figura 3.2 – Participação do Brasil, México, China e Índia no mercado de carbono**

Fonte: UNEP Risø Centre 01-11-07

A explicação para a concentração dos projetos e das RCE em poucos países e a distribuição desses países no ranking pode ser explicada pelos seguintes fatores:

- (1) Ambiente político-institucional adequado: os países precisam dispor de uma Autoridade Nacional Designada estabelecida e funcionando adequadamente para a aprovação dos projetos; o governo e/ou setor privado precisam estar engajados na elaboração de projetos; é preciso haver uma cultura de investimentos externos estabelecidas no país, entre outros fatores;
- (2) Características das matrizes energéticas dos países: países que utilizam predominantemente combustíveis fósseis (China e Índia - carvão mineiral) levam vantagem em relação aos países que utilizam predominantemente fontes renováveis (Brasil – hidroelétrica);

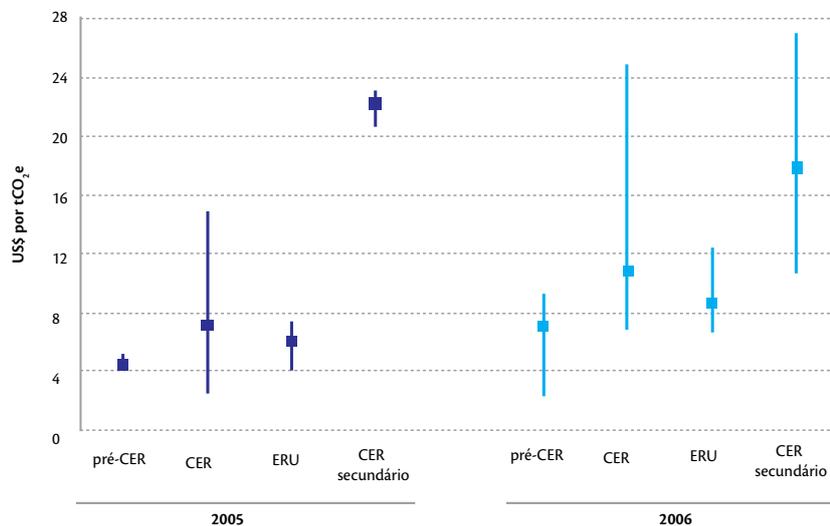


- (3) Características dos projetos: países que possuem projetos que reduzem as emissões de GEE com elevado potencial de aquecimento global, como, por exemplo, HFC-23 (cujo GWP é de 11.700), geram muito mais RCE que os que não usam esses gases.

No que se refere aos preços pagos pelas RCE, observa-se uma variação bastante grande em função da posição em que o projeto se encontra no ciclo de aprovação e registro (Figura 3.3). Os projetos que ainda não obtiveram a emissão das RCE (*pre-CER*) são comercializados com preços bastante inferiores aos projetos que já obtiveram as RCE. Esse deságio explica-se, uma vez que no estágio anterior à emissão das RCE ainda existem riscos associados à validação, aprovação, registro e também verificação e certificação.

O mercado secundário de RCE (*2ndary CER*) consiste primordialmente de portfólios de RCE com entrega garantida, oferecidos por vendedores *blue-chip*, ou seja, empresas com alta credibilidade no mercado. Uma vez que existe a garantia da entrega, ou seja, o comprador está isento dos riscos de performance do projeto, os preços cobrados tendem a ser maiores.

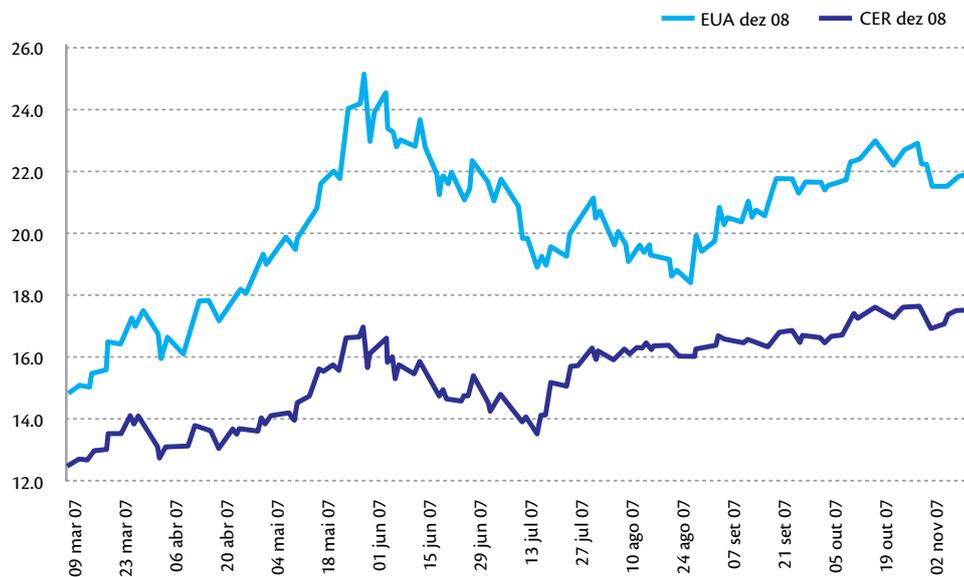
O valor médio das RCE, em 2006, foi de US\$ 10,90 (52% de aumento em relação a 2005) enquanto que o preço das *Emission Reduction Units* (ERU), provenientes de projetos de Implementação Conjunta, foram de US\$ 8,70 (aumento de 45% em relação a 2005). Os aumentos podem ser explicados pelo aumento da demanda, que ocorre devido ao aumento das emissões dos países desenvolvidos.



**Figura 3.3 – Preços observados no mercado de carbono**

Fonte: Capoor & Ambrosi (2007)

Ainda em relação aos preços, é importante explicar as diferenças entre os preços das RCE e das permissões do EU ETS EUA<sup>7</sup> (Figura 3.4). Apesar de no EU ETS ser permitido o uso das RCE provenientes de atividades de projetos de MDL, ainda são dois mercados distintos, portanto os preços não são completamente alinhados. Espera-se que com o tempo a diferença de preços observada seja reduzida, porém ainda deverão persistir diferenças em função dos diferentes riscos associados a cada mercado.



**Figura 3.4 – Preço das EUA**

Fonte: ABN AMRO – Banco Real (2007)

7. EUA - European Union Allowances. São as permissões de emissões dadas aos países membros da União Européia dentro do esquema de comércio criado, o EU ETS (European Union Emission Trade Scheme)



## Compradores, vendedores e carteiras de projetos

No mercado de carbono de Quioto, a demanda por RCE depende do aumento das emissões de GEE (em relação a 1990) nos países Anexo I, das metas de redução de cada país, do custo das reduções domésticas e das estratégias adotadas em cada país para o cumprimento das metas. O Protocolo de Quioto estabeleceu que os mecanismos de flexibilização devem ser utilizados de forma complementar às ações domésticas. Cada país pode determinar o que entende por suplementar. Já no mercado não-Quioto (voluntário), a demanda por projetos de mitigação das emissões de GEE depende das características do programa adotado.

Os principais compradores de RCE ou créditos de carbono, têm variado ao longo dos anos, como pode ser visto na Figura 3.5. Tal variação pode ser explicada pela existência de programas governamentais de compra em andamento em um ano específico.

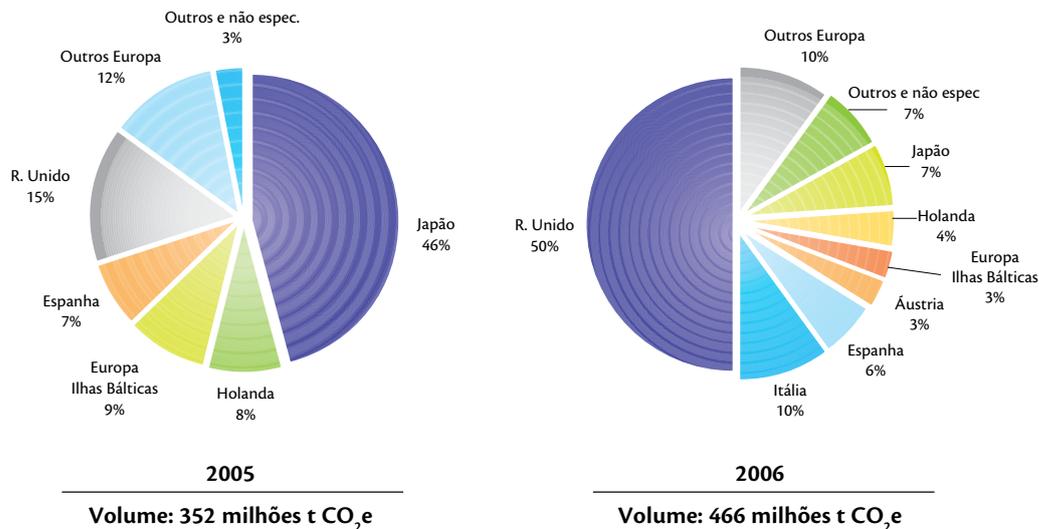
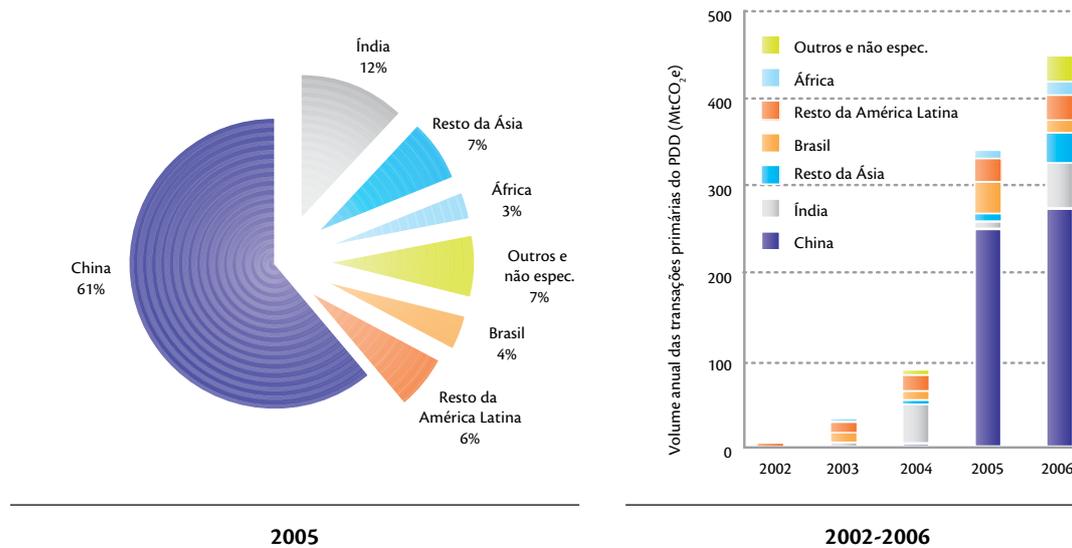


Figura 3.5 – Compradores de projetos (participação baseada no volume)

Fonte: Capoor & Ambrosi (2007)

Quanto aos vendedores de RCE ou créditos de carbono, a posição no ranking depende do andamento das negociações de contrato, assim como das características do país ofertante, conforme discutido anteriormente (Figura 3.6).



**Figura 3.6 – Vendedores de projetos (participação baseada no volume)**

Fonte: Capoor & Ambrosi (2007)

Quanto aos tipos de projetos comercializados, percebe-se claramente uma predominância de captura e destruição de HFC-23 (Figura 3.7). Observa-se predominância desse tipo de projeto no mercado devido ao potencial de aquecimento global desse gás (11.700), ou seja, uma tonelada de HFC-23 corresponde a 11.700 toneladas de CO<sub>2</sub>. Porém, quanto ao número de projetos, esse tipo só representa 19 de um total de 2.647 (Figura 3.8).

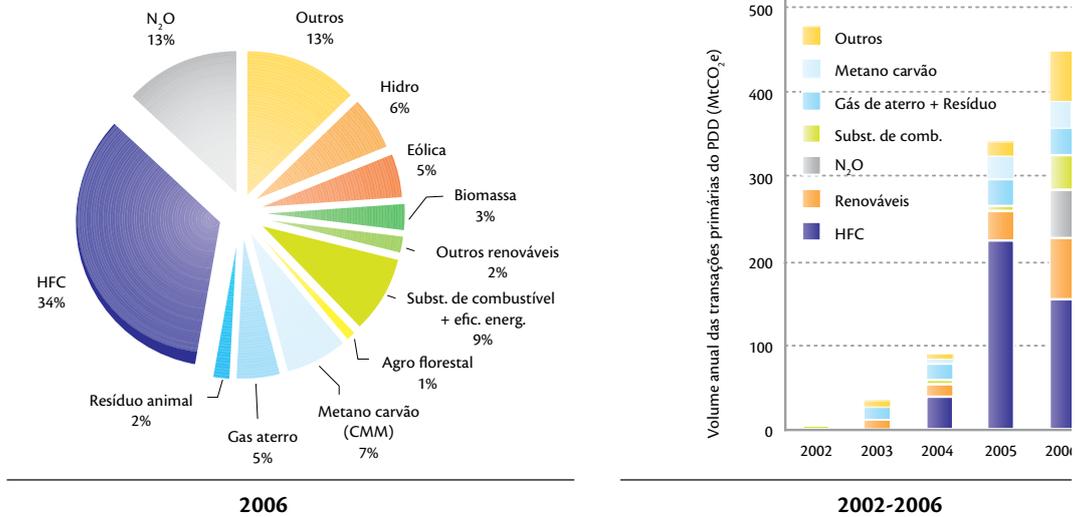


Figura 3.7 – Carteira de projetos (participação baseada no volume)

Fonte: Capoor & Ambrosi (2007)

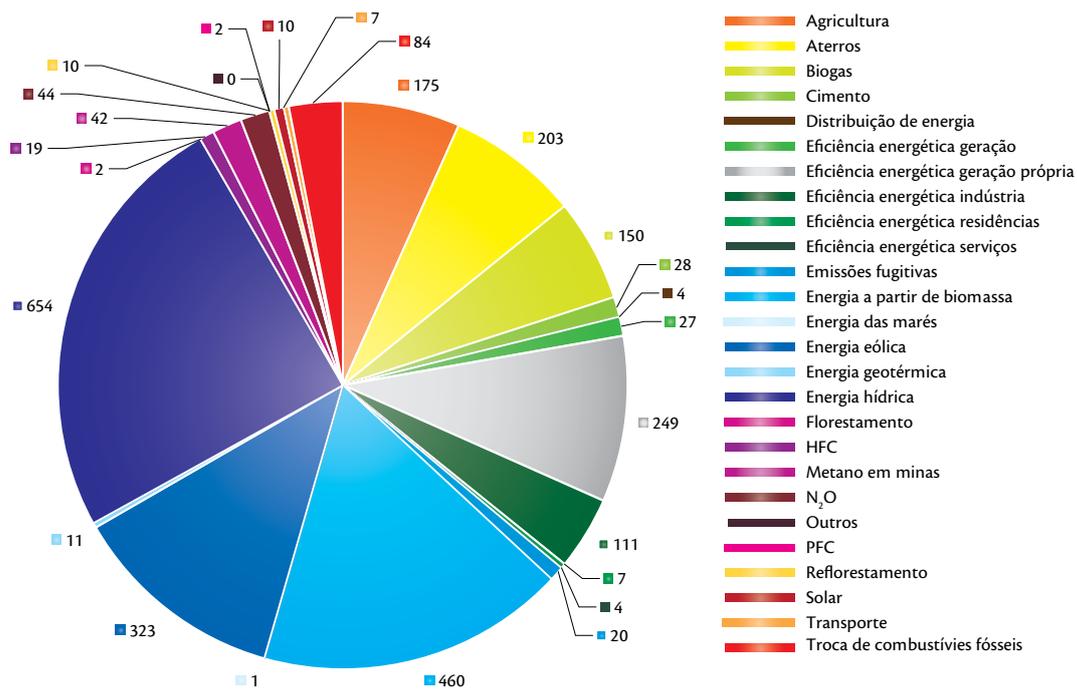


Figura 3.8 – Carteira de projetos (em número de projetos)

Fonte: UNEP Risø Centre 01-11-07

No portfólio de projetos propostos (Figura 3.8), observa-se predominância de projetos relacionados à redução das emissões de GEE e não de remoção atmosférica de CO<sub>2</sub> (seqüestro de carbono). Uma série de fatores explica tal situação:

- (1) Histórico das negociações sobre o tema do uso da terra, mudança do uso da terra e florestas (LULUCF) na Convenção do Clima e no Protocolo de Quioto: esta negociação tomou bastante tempo, por isso as modalidades e procedimentos para as atividades de reflorestamento/florestamento só foram definidas em 2003, ou seja, dois anos após a definição das modalidades procedimentos para projetos de MDL;
- (2) Falta de conhecimento e complexidade das metodologias de linha de base e de monitoramento aprovadas no Comitê Executivo do MDL<sup>8</sup>: apesar de já existirem dez metodologias aprovadas para atividade de projeto de reflorestamento/florestamento, tais metodologias ainda não são suficientemente conhecidas e compreendidas. Muitas vezes as metodologias são consideradas complexas e de difícil utilização;
- (3) Créditos temporários: o fato de os projetos florestais de MDL gerarem Reduções Certificadas de Emissões Temporárias (RCET ou RCEL)<sup>9</sup> leva a uma baixa demanda por esse tipo de projeto, uma vez que as empresas/investidores estão em busca de soluções definitivas, ou seja, de reduções certificadas permanentes. Em outras palavras, as empresas e investidores não querem ter que se preocupar com a renovação e/ou substituição das RCE e os possíveis custos de transação decorrentes. As RCE provenientes dos projetos não-florestais não precisam ser renovadas ou trocadas, portanto seu custo de transação é menor e apresentam maior segurança;
- (4) Limite para a utilização de RCE provenientes da floresta: de acordo com a decisão 16/CMP.1<sup>10</sup>, para o primeiro período de compromisso, o total de RCE resultantes de atividades de projeto de reflorestamento ou florestamento a serem utilizadas por um país para cumprir suas metas não deve exceder 1% das emissões do ano base do país, vezes cinco. De acordo com Bernoux et al. (2002), isso significa que deverá haver uma demanda total por apenas 110 milhões de toneladas de RCE provenientes de projetos florestais.

8. <http://cdm.UNFCCC.int/methodologies/ARmethodologies/index.html>

9. Ambas são temporárias: a que tem duração de tempo menor recebe o nome de RCE temporária, e a de longo prazo, apesar do nome, também perde a validade, portanto também é temporária.

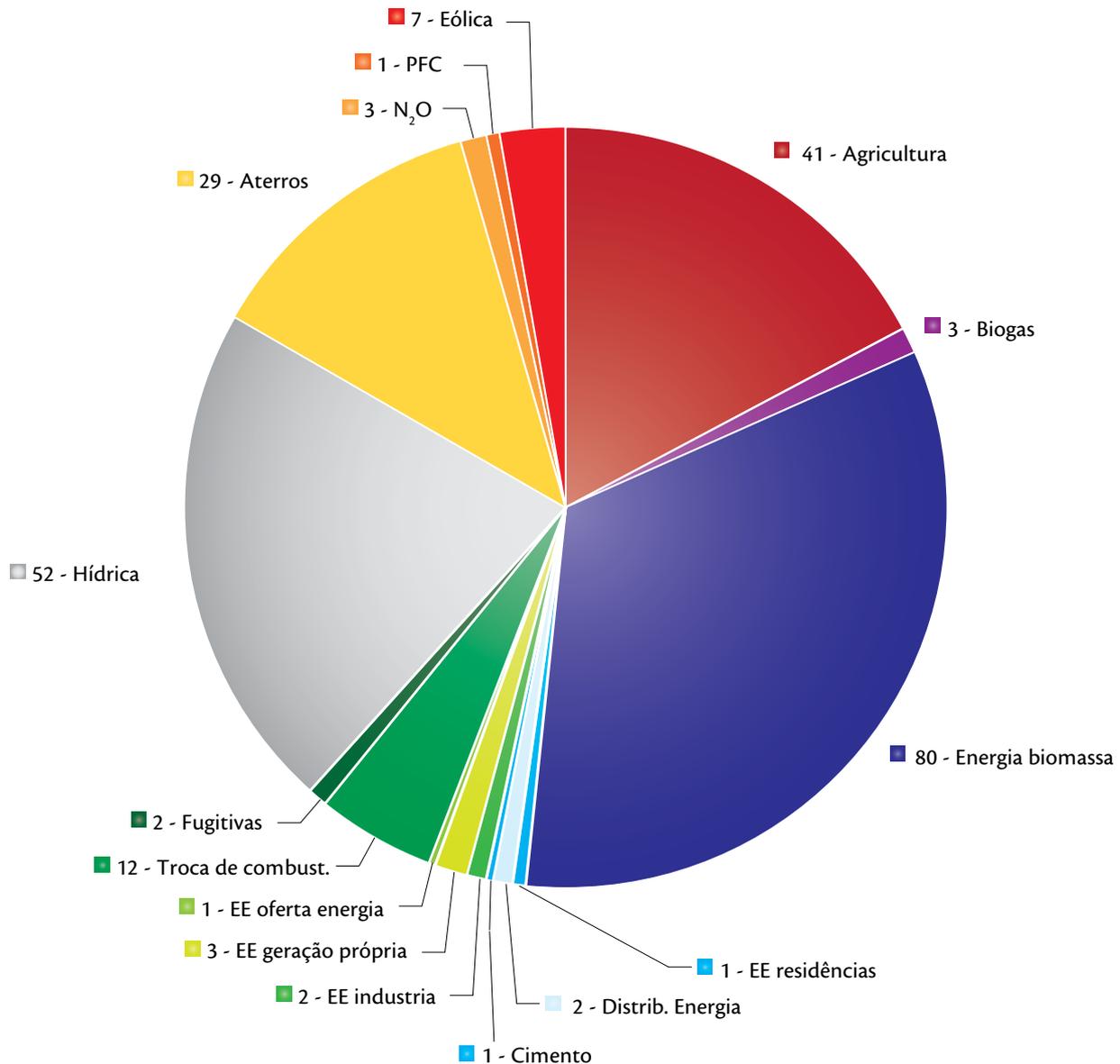
“RCE temporária” ou RCET é uma RCE emitida para uma atividade de projeto de florestamento ou reflorestamento no âmbito do MDL que perde a validade no final do período de compromisso subsequente àquele em que tenha sido emitida.

“RCE de longo prazo” ou RCEL é uma RCE emitida para uma atividade de projeto de florestamento ou reflorestamento no âmbito do MDL que perde a validade no final do período de obtenção de créditos da atividade de projeto de florestamento ou reflorestamento no âmbito do MDL para o qual tenha sido emitida.

10. Disponível em: <http://UNFCCC.int/resource/docs/2005/cmp1/eng/08a03.pdf#page=3>



No caso do Brasil (Figura 3.9), predominam os projetos relacionados ao setor agropecuário (co-geração a partir da biomassa (80) mais os projetos de suinocultura (41)), seguido pelos projetos de energia hídrica (52) e de aterros sanitários (29).



**Figura 3.9 – Carteira de projetos no Brasil (em número de projetos)**

Fonte: UNEP Risø Centre 01-11-07

## Oportunidades de mitigação no Brasil

Além das oportunidades que já estão sendo aproveitadas, listadas na Figura 3.9, existem no Brasil outras atividades de projeto que poderiam ser enquadradas dentro do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. Entre elas merecem destaque:

- (1) **Atividades de florestamento/reflorestamento:** o Brasil dispõe de inúmeras áreas que seriam elegíveis ao florestamento e ao reflorestamento. Além disso, as metodologias atualmente aprovadas<sup>11</sup> podem ser utilizadas no país, bastando apenas que as atividades de projeto estejam de acordo com as condições de aplicabilidade de cada metodologia;
- (2) **Atividades de utilização de bio-combustíveis (em especial o biodiesel):** a substituição de combustíveis fósseis por combustíveis renováveis é uma atividade elegível ao MDL. No caso do Programa Nacional do Biodiesel, haveria a possibilidade de enquadrar os projetos dentro do MDL, desde que a adição de biodiesel ao diesel fosse feita acima dos patamares estabelecidos pelo Programa<sup>12</sup>;
- (3) **Transporte:** nos grandes centros urbanos brasileiros, o transporte público não é muito eficiente. Uma atividade de projeto que vise à construção e operação de um sistema de ônibus rápidos (*Bus Rapid Transit*) poderia ser considerada elegível ao MDL, sendo que, para tal atividade, já existe metodologia de linha de base e de monitoramento aprovada pelo Comitê Executivo<sup>13</sup>;
- (4) **Outras energias renováveis (ou energias alternativas):** atividades de projeto para a utilização de energia solar, energia a partir de biomassa, entre outras, ainda podem ser mais exploradas no país. Para tanto, além dos desafios inerentes de cada fonte de energia, existe também o desafio relacionado ao coeficiente de emissão da matriz brasileira<sup>14</sup> que, por já ser predominantemente renovável, é bastante reduzido, o que limita a geração de RCE;
- (5) **Programa de Atividades (PoA):** como será explicado a seguir, existem grandes oportunidades de realização de diversas atividades de projeto dentro de um único programa. Conhecida também como MDL Programático (*Programatic CDM*), essa situação poderá ser utilizada em especial nos projetos de eficiência energética e nas atividades de reflorestamento ou florestamento de pequena escala, em que a viabilidade econômica de tais atividades isoladamente pode não ser satisfatória. Ao agregar diversas atividades em um mesmo programa, a viabilidade econômica pode ser melhorada.

11. [http://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/approved\\_ar.html](http://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/approved_ar.html)

12. A Lei nº 11.097 (janeiro de 2005), estabelece a obrigatoriedade da adição de um percentual mínimo de biodiesel ao óleo diesel comercializado ao consumidor, em qualquer parte do território nacional. Esse percentual obrigatório será de 5%, oito anos após a publicação da Lei, e um percentual obrigatório intermediário de 2%, três anos após a publicação da Lei (<http://www.biodiesel.gov.br/>).

13. AM0031 Versão 1 – disponível em <http://cdm.unfccc.int/methodologies/PAMethodologies/approved.html>

14. Para os cálculos do coeficiente de emissão veja: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/50862.html>



Existem também tópicos que estão sendo discutidos atualmente no Comitê Executivo do MDL e na UNFCCC que poderiam gerar novas oportunidades para o Brasil, tanto na forma de atividades de projeto de MDL, como eventualmente fora do conceito do MDL. As principais discussões são:

Registro de atividades de projeto de um programa como uma única Atividade de Projeto do MDL: A COP/MOP, na sua segunda sessão (Nairóbi-2006), decidiu que uma política local/regional/nacional não pode ser considerada atividade de projeto de MDL, mas as atividades de projeto dentro de um programa podem ser registradas como uma única atividade de projeto. Uma Atividade de Projeto é uma ação voluntária coordenada por uma entidade privada ou pública, responsável pela implementação de qualquer política ou medida, que leve à redução das emissões de GEE ou a um aumento da remoção de CO<sub>2</sub> que sejam adicionais às que teriam ocorrido na ausência do PoA, em um número ilimitado de atividades. Para tanto, um PoA deve: utilizar metodologias de linha de base e de monitoramento aprovadas; definir uma fronteira apropriada (que pode ser estendida a mais de um país); evitar a dupla contagem; considerar os vazamentos; garantir que suas reduções de emissões sejam reais, mensuráveis e verificáveis, e adicionais aquelas que teriam ocorrido na ausência da atividade de projeto<sup>15</sup>. No Brasil, possíveis PoAs são o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa) e o Programa Nacional de Biodiesel.

Incentivos positivos para a redução das emissões decorrentes do desmatamento: As emissões GEE decorrentes do uso da terra, mudança do uso da terra e florestas ou LULUCF sempre foram os pontos mais polêmicos da negociação internacional dentro da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Na regulamentação do Protocolo de Quioto, foi definido que somente as atividades de reflorestamento e/ou florestamento seriam elegíveis ao MDL no primeiro período de compromisso (2008-2012). Com o início, em 2005, das negociações sobre o regime climático pós-2012, a questão da redução das emissões decorrentes do desmatamento em países em desenvolvimento foi novamente colocada na pauta das negociações. Pode-se afirmar que existem basicamente duas abordagens distintas relacionadas aos incentivos positivos para a redução das emissões decorrentes do desmatamento:

- (I) Estabelecimento de um fundo voluntário para a captação de recursos financeiros e distribuição a posteriori para países que comprovarem a efetiva redução das taxas de desmatamento em relação a um período de referência;
- (II) Estabelecimento de instrumentos de mercado para a comercialização de “créditos da redução de emissões decorrentes do desmatamento e da degradação (CRED)”.

15. Para saber mais sobre PoA veja o Anexo 15 do Executive Board 28 Report – disponível em: [http://cdm.unfccc.int/EB/028/eb28\\_repan15.pdf](http://cdm.unfccc.int/EB/028/eb28_repan15.pdf).

Independente do resultado dessa discussão (fundo ou instrumentos de mercado), o Brasil poderá ser um dos grandes beneficiários, visto que 75% das emissões de CO<sub>2</sub> são decorrentes do setor de LULUCF.

## Potenciais barreiras ao aproveitamento das oportunidades

As atividades de projeto de MDL apresentam significativo potencial para contribuir com a mitigação do efeito estufa, ou seja, reduzir as emissões de GEE e/ou remover da atmosfera CO<sub>2</sub>. O aproveitamento do potencial de cada uma das atividades, já em andamento no Brasil ou que ainda podem ser desenvolvidas, depende da superação de uma série de barreiras, conforme ilustrado na Figura 3.10. Cada uma das caixas se referem à barreiras para atingir o potencial imediatamente superior.

Pode-se afirmar que, com as tecnologias atualmente disponíveis no mercado (ex: carros *flex-fuel*), existe um potencial de mitigação crescente, porém limitado à linha vermelha (potencial de mercado). As barreiras associadas a esse primeiro potencial são as falhas de mercado que podem existir, tais como monopólio e assimetria de informação. Com a entrada de novas tecnologias no mercado, que do ponto de vista técnico-científico já são conhecidas, porém ainda de custos elevados (ex: energia eólica e solar), o potencial se eleva (linha azul - potencial econômico). Caso tudo seja mantido constante, o potencial econômico também será crescente ao longo do tempo, uma vez que tais tecnologias tendem a ser utilizadas por um número maior de indivíduos e empresas. Porém, o potencial econômico também enfrenta barreiras associadas a falhas de mercado. Para se atingir o patamar seguinte de mitigação (linha laranja - potencial socioeconômico), é preciso trabalhar as barreiras associadas aos valores e atitudes, ou seja, é preciso alterar os padrões de consumo e produção de indivíduos e empresas. Em outras palavras, tornar a produção e consumo mais sustentáveis, de forma que indivíduos e empresas optem por produtos e serviços menos intensivos na emissão de GEE (ex: transporte coletivo). O passo seguinte seria o desenvolvimento de novas tecnologias (linha cinza - potencial tecnológico), cujas barreiras seriam os altos custos e a falta de conhecimento técnico-científico (ex: célula de combustível).

Além das questões gerais, existem também potenciais desafios específicos, a saber: metodologias de linha de base e de monitoramento, custos de transação e titularidade das RCE.

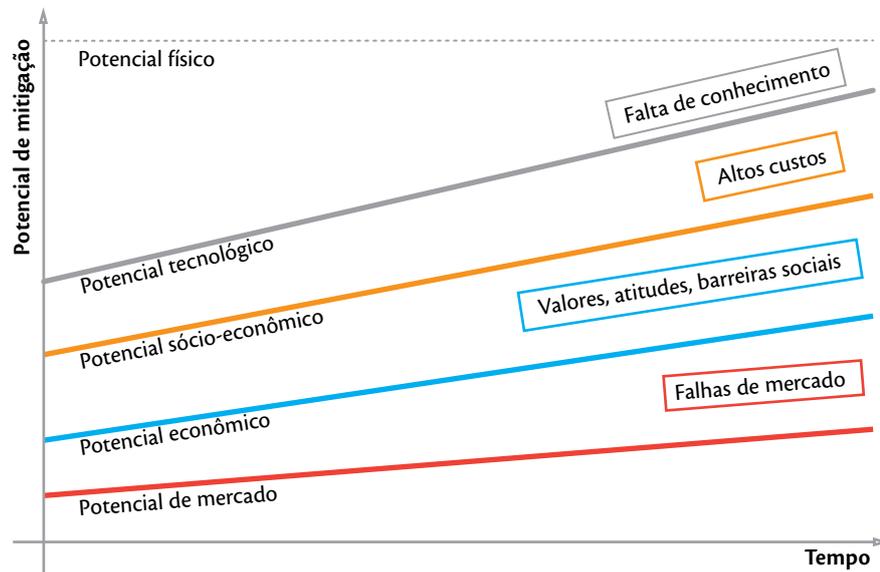


Figura 3.10 – Potencial de mitigação das atividades de projeto de MDL e principais barreiras

## Metodologias de linha de base e de monitoramento

O principal desafio para a correta elaboração e comercialização de atividades de projetos de MDL é a aplicação das metodologias de linha de base e de monitoramento. Nas metodologias ou nas ferramentas, aprovadas pelo Comitê Executivo do MDL<sup>16</sup>, existem a descrição de todos os passos necessários para a determinação do cenário de linha de base e a comprovação da adicionalidade. Porém, muitas vezes os proponentes de um projeto de MDL não determinam corretamente a linha de base e tampouco conseguem comprovar adequadamente a adicionalidade da atividade proposta. As causas vão desde a escolha inapropriada e interpretação incorreta da metodologia, passando pela falta de conhecimento sobre as modalidades e procedimentos do MDL e a utilização de dados incorretos, até a má-fé.

16. <http://cdm.unfccc.int/methodologies/index.html>.

Outra barreira possível é a falta de metodologias aprovadas para as atividades de projeto propostas. Como pode ser observado na Tabela 3.2, não são todas as atividades de projeto que têm suas metodologias aprovadas.

**Tabela 3.2 – Metodologias de linha de base e de monitoramento aprovadas (20 de novembro de 2007)**

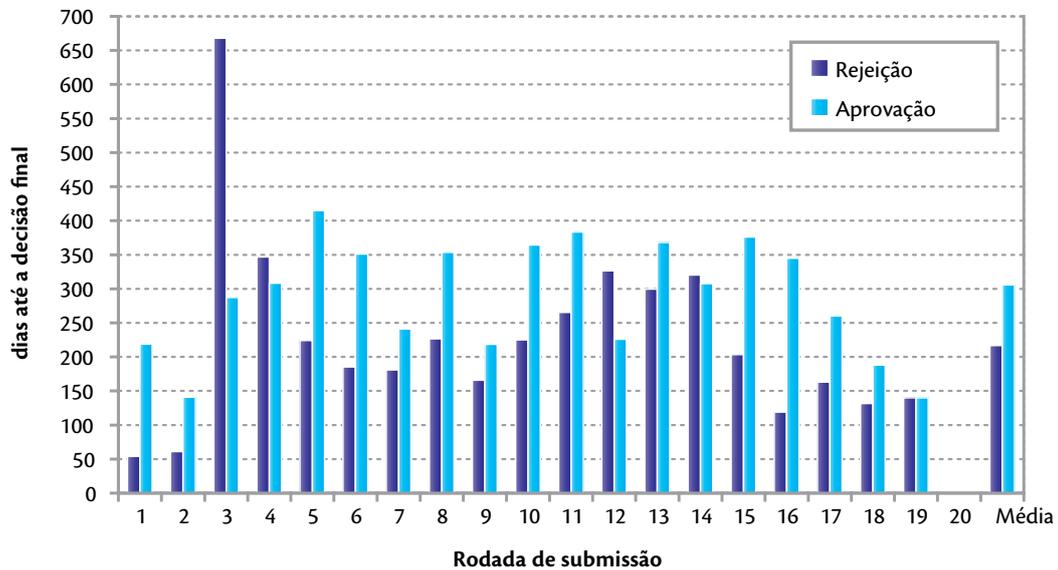
<b>Escopo</b>	<b>Número de metodologias*</b>
Energia na indústria (fontes renováveis / não-renováveis) (1)	34
Distribuição de energia (2)	1
Demanda de energia (3)	7
Indústrias de manufatura (4)	19
Indústrias químicas (5)	12
Construção (6)	0
Transporte (7)	2
Produção mineral e mineração (8)	1
Produção de metais (9)	3
Emissões fugitivas de combustíveis (10)	5
Emissões fugitivas de da produção e consumo de halocarbonos e hexafluoreto de enxofre (11)	2
Uso de solventes (12)	0
Disposição e tratamento de resíduos (13)	13
Florestamento e reflorestamento (14)	12
Agricultura (15)	3

\* Larga-escala, pequena escala e consolidadas

Fonte: UNFCCC (<http://cdm.unfccc.int/Statistics/Methodologies/ApprovedMethPieChart.html>)

Para submeter uma proposta de metodologia é preciso seguir os procedimentos estabelecidos pelo Comitê Executivo<sup>17</sup>. Tais procedimentos têm sido objeto de críticas por parte dos proponentes, em especial devido à complexidade e ao tempo entre a submissão da proposta de metodologia e sua aprovação ou rejeição (Figura 3.11). Existem alternativas à submissão de novas metodologias, como, por exemplo, o pedido de revisão de uma metodologia, que pode ser feito por um proponente de projeto, e o processo de consolidação de metodologias, que está a cargo do Comitê Executivo do MDL.

17. *Procedures for submission and consideration of a proposed new methodology (version 11) (Annex 17, EB25)* – [http://cdm.unfccc.int/Reference/Procedures/Pnm\\_proced\\_ver11.pdf](http://cdm.unfccc.int/Reference/Procedures/Pnm_proced_ver11.pdf) & *Procedures for submission and consideration for a proposed new baseline and monitoring methodology for afforestation and reforestation project activities (version 5) (Annex 24, EB25)* - [http://cdm.unfccc.int/Reference/Procedures/AR\\_PNMs\\_proced\\_ver05.pdf](http://cdm.unfccc.int/Reference/Procedures/AR_PNMs_proced_ver05.pdf).

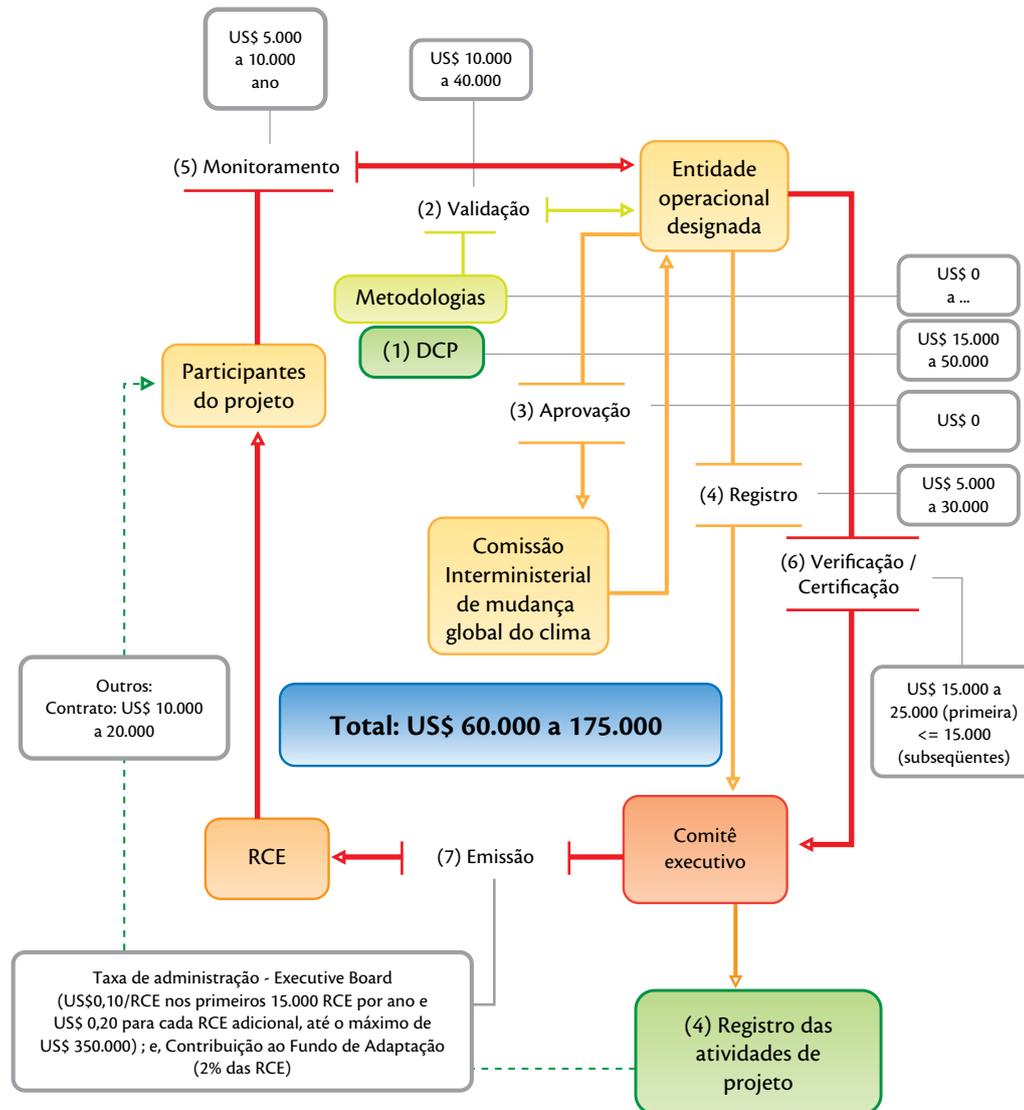


**Figura 3.11 – Tempo médio para a decisão final desde a data inicial de submissão da metodologia**

Fonte: UNEP Risø Centre 01-11-07

## Custos de transação

Os custos de transação envolvidos no ciclo de aprovação e registro de uma atividade de projeto de MDL (Figura 3.12) são também considerados com uma das principais barreiras. Esses custos têm diminuído nos últimos anos devido ao aumento da competição entre os atores privados envolvidos no ciclo (EOD e empresas de consultoria). A curva de aprendizado também tem evoluído, ou seja, no exercício de aprender fazendo, os atores envolvidos no ciclo do MDL têm aprendido com as experiências passadas e não têm repetido os mesmos erros, o que leva a um processo mais eficiente. Ainda existe espaço para aperfeiçoamentos e, portanto, potenciais reduções de custos.



**Figura 3.12 – Custos de transação de um projeto de MDL**

Fonte: UNDP, 2006 (layout: adaptado de Ikotema/Frangeto)

O impacto dos custos de transação sobre a viabilidade econômica dos projetos varia bastante conforme o tipo, tamanho do projeto e preço da RCE, como pode ser visto na Tabela 3.3. No caso dos



projetos de aproveitamento energético a partir do lixo (*waste to energy*) de pequena escala (150 kW), o custo de transação pode representar até 46% da receita da comercialização das RCE. Caso o projeto seja de larga escala (2 MW), o custo de transação representaria 17% da receita. O aproveitamento da energia em aterros sanitários de larga escala (11 MW) teria um custo de transação de apenas 11% da receita da comercialização das RCE.

Nos projetos de energia hídrica, os custos de transação representariam 8,9% e 34,7%, respectivamente, para larga escala (155 MW) e pequena escala (5,8 MW). Em um projeto de energia eólica (larga escala - 20 MW), o custo de transação poderia chegar a 23,7% da receita da comercialização das RCE e, no caso de um projeto de energia solar de pequena escala (155 kW), o custo poderia ser superior a 640% da receita.

**Tabela 3.3 – Impacto do custo de transação nas atividades de projeto de MDL**

	Energia de resíduos (larga escala)			Energia de resíduos (pequena escala)			Gás de aterro (extração de metano)		
	2MW	150kW	11MW						
Dimensão do projeto - capacidade instalada									
RCE/ reduções verificadas	50.000	8.000	330.000						
Custo total de desenvolvimento dos projetos	\$3.600.000	\$180.000	\$3.600.000						
Custo de transação pré-registro	\$90.000	\$60.000	\$240.000						
Preço do carbono (\$/ton)	\$5	\$10	\$15	\$5	\$10	\$15	\$5	\$10	\$15
Custo de transação pós-registro x10 <sup>3</sup>	\$210	\$245	\$280	\$67,2	\$72,1	\$79,4	\$1.043	\$1.274	\$1.505
Custo de transação pós-registro (% de renda do carbono)	12,0%	7,0%	5,3%	24,5%	13,3%	9,1%	9,0%	5,5%	4,3%
Custo total de transação x10 <sup>3</sup>	\$300	\$335	\$370	\$127,2	\$132,1	\$139,4	\$1.283	\$1.514	\$1.745
Custo total de transação (% de renda do carbono)	17,1%	9,6%	7,0%	45,9%	24,1%	17,3%	11,1%	6,6%	5,0%
<i>Payback</i> para os custos totais de transação (anos)	1,20	0,67	0,49	3,18	1,66	1,16	0,78	0,46	0,35
Receita do carbono (% do custo total)	44,9	88,9	132,3	97,8	191,9	282,4	236,5	451,7	648,3

	Hidro (larga escala)			Hidro (pequena escala)			Eólica (larga escala)			Solar (pequena escala)		
Dimensão do projeto - capacidade instalada	155MW			5,8MW			20MW			155kW		
RCE/ reduções verificadas	470.000			20.000			50.000			500		
Custo total de desenv. dos projetos	\$154.000.000			\$7.700.000			\$19.000.000			\$592.000		
Custo de transação pré-registro	\$120.000			\$75.000			\$100.000			\$80.000		
Preço do carbono (\$/ton)	\$5	\$10	\$15	\$5	\$10	\$15	\$5	\$10	\$15	\$5	\$10	\$15
Custo de transação pós-registro x10 <sup>3</sup>	\$1.337	\$1.666	\$1.995	\$243	\$257	\$271	\$315	\$350	\$385	\$36,7	\$38,05	\$38,4
Custo de trans. pós-reg. (% de renda do C)	8,1%	5,1%	4,0%	34,7%	16,4%	12,9%	18,0%	10,0%	7,3%	204,0%	103,0%	69,3%
Custo total de transação x10 <sup>3</sup>	\$1.457	\$1.788	\$2.115	\$243	\$257	\$271	\$415	\$450	\$485	\$95,7	\$98,05	\$98,4
Custo total de trans. (% de renda do C)	8,9%	5,4%	4,3%	34,7%	18,4%	12,9%	23,7%	12,9%	9,2%	546,9%	274,4%	183,6%
Payback para os custos totais de transação (anos)	0,62	0,38	0,30	2,43	1,29	0,90	1,66	0,90	0,65	38,28	19,21	12,85
Receita do C (% do custo total)	10,6	21,1	31,6	8,8	17,6	26,3	9,0	18,0	26,9	2,5	5,1	7,6

## Titularidade dos créditos

Outra barreira potencial é o correto estabelecimento da titularidade das reduções certificadas de emissões. Em alguns casos, pode haver divergências ou dificuldades para o estabelecimento da titularidade. Caso as divergências não sejam corrigidas a tempo, o projeto pode se tornar inviável, visto que o comprador ou os proponentes não terão interesse em desenvolver o projeto.

Para ilustrar a barreira, pode-se citar o exemplo do Proinfa. Conforme o Decreto nº 5.025, de 30 de março de 2004<sup>18</sup>, compete à Eletrobras “desenvolver, direta ou indiretamente, os processos de

18. [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5025.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5025.htm).



preparação e validação dos Documentos de Concepção de Projeto, registro, monitoramento e certificação das reduções de emissões, além da comercialização dos créditos de carbono obtidos no Proinfra”. Ainda segundo o Decreto, os recursos advindos do MDL ou de outros mercados de carbono serão destinados à redução dos custos do Proinfra. Alguns desenvolvedores de projeto não concordam com o Decreto, uma vez que em alguns casos já iniciaram os preparativos do projeto de MDL. Além disso, há dúvidas sobre a eficácia da Eletrobras como desenvolvedora de projetos de MDL.

## Atratividade

No que diz respeito à atratividade, cada vez mais os projetos de carbono se inserem nas estratégias de sustentabilidade das empresas e são utilizadas ferramentas que permitem a sua fácil e rápida identificação, assim como a redução dos seus custos e o aumento da sua credibilidade no mercado internacional.

Entre as ferramentas que podem auxiliar no incremento da atratividade dos projetos de carbono no mercado nacional e internacional merecem destaque:

- (a) A governança climática das empresas, em especial o *disclosure* de informações sobre esse tema por parte das empresas. Nesse caso, a principal ferramenta que pode ser utilizada pelas empresas é o *Carbon Disclosure Project* (CDP);
- (b) Os inventários de emissões, elaborados a partir de protocolos internacionalmente conhecidos e aceitos, como o *GHG Protocol*<sup>19</sup>;
- (c) Procedimentos e normas para verificação e certificação, como é o caso da Norma ISO 14.064;
- (d) A própria viabilidade econômico-financeira do projeto, medida por meio da utilização de diversos indicadores, como a taxa interna de retorno.

19. “O *GHG Protocol* é uma parceria entre todas as partes interessadas (*multi-stakeholder*), organizações não-governamentais, governos e outras entidades, reunidos pelo *World Resources Institute* (WRI), um órgão ambiental, e pelo *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD), uma coligação de 170 empresas internacionais. Com início em 1998, a missão desta iniciativa é desenvolver normas internacionalmente aceitas de monitoramento e comunicação das emissões de GEE e promover a sua aceitação global”. Fonte: GHG Protocol ([www.ghgprotocol.org](http://www.ghgprotocol.org))

## Governança climática

Atualmente, as empresas são cobradas não apenas por seus retornos financeiros, mas também por suas responsabilidades sócio-ambientais. Tal cobrança não se restringe apenas ao cumprimento das leis, assim como ocorre com governos e organizações não-governamentais. Investidores e consumidores são hoje importantes atores que contribuem para a criação e o estabelecimento de políticas corporativas de sustentabilidade.

Dentro das estratégias de sustentabilidade adotadas pelas empresas, os desafios e oportunidades decorrentes das mudanças climáticas devem ocupar um papel central, devido à dimensão e às inter-relações que o efeito estufa representa. Torna-se necessário, portanto, o estabelecimento de uma estratégia de governança climática.

Dessa forma, as atividades de projeto de MDL devem ser consideradas como mais um componente da estratégia de sustentabilidade e não podem ser concebidas e implementadas de forma isolada, pois as potenciais sinergias com outros projetos da empresa não são aproveitadas.

As empresas brasileiras estão iniciando um processo de internalização dos projetos de MDL dentro de suas estratégias de sustentabilidade, em resposta à demanda de investidores nacionais e internacionais. De acordo com o *Carbon Disclosure Project 2006 - Brasil*<sup>20</sup>, as empresas consultadas têm a seguinte percepção:

- (a) Geral: 91% das empresas questionadas identificaram nas mudanças climáticas riscos e/ou oportunidades para seus negócios. Os riscos apontados são bastante variados: possíveis regulamentações futuras, quedas na produtividade, aumento do custo da energia, eventos climáticos que possam afetar a logística e/ou disponibilidade de recursos, prejuízos na reputação, processos por corresponsabilidade. Quanto às oportunidades mencionadas, essas vão desde projetos de MDL e/ou outros projetos de mitigação, passando por oferta de energias renováveis e/ou alternativas, desenvolvimento de novas tecnologias, novos produtos e serviços financeiros, até projetos de eficiência energética.
- (b) Regras: Devido ao fato de o Brasil não estar sujeito a metas quantitativas de redução de suas emissões no primeiro período de compromisso do Protocolo de Quioto (2008 a

---

<sup>20</sup>. No Brasil, o CDP consultou as 50 empresas com maior liquidez na Bolsa de Valores de São Paulo (IBrX - Índice Brasil é um índice de preços que mede o retorno de uma carteira teórica composta por 100 ações selecionadas entre as mais negociadas na BOVESPA, em termos de número de negócios e volume financeiro). Para maiores informações sobre o CDP veja [www.CDPproject.net](http://www.CDPproject.net) e [www.fabricaethica.com.br](http://www.fabricaethica.com.br).



2012), ainda que podendo ofertar projetos de MDL, as empresas brasileiras não vêem risco regulatório decorrente do atual regime climático, mas sim oportunidades. Entretanto, 64% das empresas demonstraram algum tipo de preocupação quanto às discussões do regime pós-2012.

- (c) Riscos físicos: 85% das empresas acreditam que podem ter suas operações e/ou instalações afetadas por eventos climáticos extremos, direta ou indiretamente (devido a impactos na sua cadeia de valor).
- (d) Inovação: 91% das empresas utilizam ou estão desenvolvendo tecnologias, produtos, processos ou serviços, com potencial para mitigar as emissões de GEE. A motivação para a utilização de tais tecnologias, produtos, processos ou serviços não está relacionada apenas às mudanças climáticas, mas também a aspectos econômicos (redução de custos e/ou aumento de receitas), ambientais (outros benefícios ecológicos) e sociais (melhoria do capital humano).
- (e) Responsabilidade: 79% das empresas delegaram a responsabilidade do tema das mudanças climáticas para cargos de diretoria e/ou comitês de sustentabilidade. 58% das empresas divulgam alguma informação sobre o tema nos seus relatórios anuais.
- (f) Emissões: 61% das empresas forneceram algum tipo de informação sobre suas emissões (diretas) de GEE, porém poucas delas realizam inventários regulares de emissões.
- (g) Produtos e serviços: apenas 6% das empresas dispõem de algum tipo de informação sobre as emissões do uso e/ou disposição dos seus produtos ou das emissões das suas cadeias de valor. Várias empresas afirmam que o uso de seus produtos e/ou serviços não gera emissões significativas.
- (h) Redução de emissões: 73% das empresas implementam alguma estratégia de redução de suas emissões, seja relacionada a projetos de MDL ou a projetos de eco-eficiência.
- (i) Instrumentos de mercado: 63% das empresas estão, de alguma forma, envolvidas com projetos de mitigação de emissões de GEE, em especial projetos de MDL. Os projetos encontram-se nos mais diversos estágios, desde estudos de viabilidade até projetos já registrados no Comitê Executivo do MDL.

## Inventário de emissões

Um inventário de emissões é ferramenta útil para a identificação de oportunidades de redução e mitigação das emissões de GEE. Várias são as formas de se estruturar um inventário de emissões, entre elas merece destaque o *Greenhouse Gas Protocol Initiative* (GHG Protocol - [www.ghgprotocol.org](http://www.ghgprotocol.org)).

O *GHG Protocol* é uma parceria *multi-stakeholder* de empresas, organizações não-governamentais (ONGs) e governos, liderada pelo *World Resources Institute* (WRI), ONG ambiental norte-americana, e pelo *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD), coalização de 170 empresas internacionais.

Lançado em 1998, a missão do *GHG Protocol* é desenvolver padrões de contabilização e divulgação de GEE que sejam internacionalmente aceitos e promover a sua ampla aplicação. O *GHG Protocol Corporate Standard* foca apenas a contabilização e divulgação das emissões e cobre 6 GEE do Protocolo de Quioto — dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), hidrofluorcarbonos (HFCs), perfluorcarbonos (PFCs), e hezafluoreto de enxofre ( $\text{SF}_6$ ).

De acordo como o *GHG Protocol*, os princípios a serem adotados na estruturação de um inventário de emissões são:

- (a) Relevância: garante que o inventário de emissões reflita apropriadamente as emissões e sirva para a tomada de decisão dos seus usuários (internos e externos);
- (b) Completude: identifica e reporta todas as fontes e atividades de emissão dentro das fronteiras estabelecidas. Justifica as exclusões;
- (c) Consistência: utiliza metodologias consistentes a fim de permitir comparações das emissões ao longo do tempo. Documenta, de forma transparente, todas as modificações de dados, fronteiras, métodos e outros fatores relevantes;
- (d) Transparência: aborda todos os fatos relevantes de forma coerente, baseando-se em uma seqüência lógica. Declara todas as hipóteses relevantes e faz referências apropriadas para todas as metodologias de cálculo utilizadas;
- (e) Precisão: garante que a quantificação das emissões de GEE não está sistematicamente sub ou superestimada, na medida do que pode ser julgado, e que as incertezas estão reduzidas na medida do praticável. Permite que os usuários possam tomar decisões com razoável certeza.

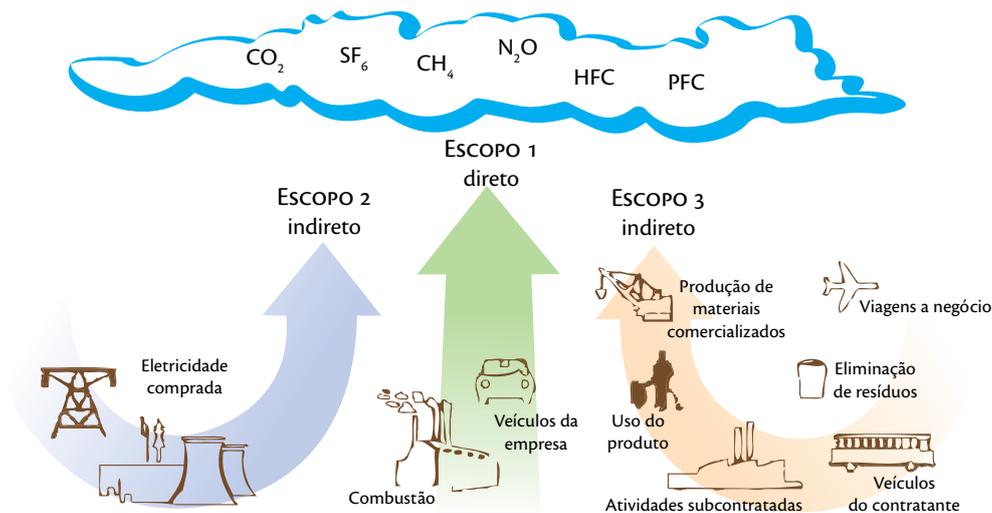
As emissões de GEE que serão mensuradas pelo *GHG Protocol* estão divididas em três escopos (Figura 3.13):

**Escopo 1** (mensuração obrigatória): Emissões diretas de GEE provenientes de fontes que são de propriedade ou controladas pela empresa, como por exemplo, emissões da combustão em equipamentos da empresa, veículos, etc.;



**Escopo 2** (mensuração obrigatória): Emissões indiretas de GEE provenientes por exemplo da geração da energia elétrica comprada e consumida pela empresa;

**Escopo 3** (mensuração opcional): Outras emissões indiretas de GEE que ocorrem em outras empresas, porém são decorrentes da demanda por produtos e serviços e/ou da utilização dos produtos e serviços gerados.



**Figura 3.13 – Escopos de um inventário de emissões**

Fonte: GHG Protocol ([www.ghgprotocol.org](http://www.ghgprotocol.org))

## Norma ISO 14.064

Outra ferramenta útil para aumentar a credibilidade dos projetos de carbono é a norma ISO 14064, composta pelas seguintes partes:

- Parte 1:** Especificações com orientações no nível organizacional para quantificação e divulgação de emissões e remoções de GEE;
- Parte 2:** Especificações com orientações no nível de projeto para quantificação, monitoramento e divulgação de reduções de emissões e remoções de GEE;
- Parte 3:** Especificações com orientações para a validação e verificação de GEE.

Mello (2006) realizou pesquisa entre os proponentes de projetos de MDL no Brasil sobre a percepção e aplicabilidade da Parte 2 da Norma ISO 14.064. Os resultados mostram que, inicialmente, as empresas brasileiras não adotarão a ISO 14.064 em função da falta de conhecimento sobre a norma e dos altos custos associados à sua implementação (em especial os custos relacionados à validação e verificação). Entretanto, as empresas consultadas compreendem a importância de procedimentos padronizados para quantificar, monitorar e verificar as reduções de emissões dos projetos de MDL. Tais procedimentos podem aumentar a transparência e a credibilidade dos projetos de MDL, assim como também atrair investidores.

Ainda segundo Mello (2006), empresas menores estariam mais interessadas em implementar a norma ISO 14.064 - Parte 2 do que grandes empresas, em função da necessidade de procedimentos padronizados que poderiam minimizar os riscos associados aos seus projetos.

## Taxa interna de retorno (TIR)

A receita da venda das RCE pode aumentar a taxa interna de retorno de uma atividade de projeto e, assim, aumentar sua atratividade. Porém, é desejável que a atividade proposta já tenha por si mesma uma taxa interna de retorno, ou seja, o projeto, sem a venda das RCE, tenha algum tipo de receita. É importante ressaltar que a existência de uma taxa interna de retorno atrativa não inviabiliza a adicionalidade do projeto. De acordo com o teste de adicionalidade<sup>21</sup> proposto pelo Comitê Executivo do MDL, uma das possíveis análises a ser feita para demonstrar a adicionalidade de uma atividade de projeto de MDL é a análise financeira, porém existe a alternativa de se demonstrar a adicionalidade via análise de outras barreiras.

A fim de ilustrar os possíveis incrementos na taxa interna de retorno de um projeto, decorrentes da venda de RCE, apresenta-se na Tabela 3.4 um estudo para as atividades de projeto de florestamento e reflorestamento. Neste estudo observa-se que em alguns casos o incremento na TIR é bastante modesto (apenas 1.0 ponto percentual), enquanto que em outros o incremento é bastante significativo, chegando a 9.7 pontos percentuais.

---

21. Disponível em: [http://cdm.UNFCCC.int/methodologies/PAMethodologies/AdditionalityTools/Additionality\\_tool.pdf](http://cdm.UNFCCC.int/methodologies/PAMethodologies/AdditionalityTools/Additionality_tool.pdf).



**Tabela 3.4 – Incremento na taxa interna de retorno das atividades de projeto de florestamento e reflorestamento decorrente da venda das RCE**

<b>Projeto</b>	<b>TIR sem a venda das RCE</b>	<b>TIR com a venda das RCE</b>	<b>Preço das RCE considerado (US\$)</b>	<b>Tempo considerado (anos)</b>
Moldova Soil Conservation Project	4.2%	5.8%	3,5	100
Facilitating reforestation for Guangxi watershed management in Pearl River Basin, China	8,4%	15.8%	3.00	20
The Mountain Pine Ridge Reforestation Project	< 15 %	> 15%	NA	NA
'Treinta y Tres' afforestation combined with livestock intensification	10.8%	NA	NA	30
Rio Adquidaban Reforestation Project (RA)	8.0%	11.5%	15.00	24
Kikonda Forest Reserve Reforestation Project	7.6%	14.0%	5.00	24
"Los Eucaliptus" afforestation project	8.4%	10.0%	3.50	52
Mexico Seawater Forestry Project	11.9%	12.9%	3.00	20
Afforestation for Combating Desertification in Aohan County, Northern China	4.1%	13.8%	3.00	20
Carbon Sequestration in Small and Medium Farms in the Brunca Region, Costa Rica (COOPEAGRI Project)	14.4%	21.0%	3.80	20
Treinta y tres afforestation on grassland	10.3%	12.5%	NA	20
Reforestation on degraded land for sustainable wood production of woodchips in the eastern coast of the Democratic Republic of Madagascar	5.1%	10.0%	10.00	30

Fonte: Neeff (2007)

## Conclusões

O mercado de carbono (Quioto e Não-Quioto) é uma realidade que tende a crescer. Independente do resultado das negociações do regime climático pós-2012, existe a certeza científica de que as mudanças climáticas são uma realidade e que as metas de redução das emissões de GEE deverão aumentar significativamente, para que efetivamente o problema seja solucionado. Nesse contexto, o mercado continuará contribuindo para a mitigação do efeito estufa pela simples razão de que, por meio dos instrumentos de mercado, é possível reduzir os custos do abatimento das emissões; em outras palavras, é possível obter maior eficiência econômica.

É claro que o mercado de carbono sozinho não solucionará todos os problemas decorrentes das mudanças climáticas. Serão necessários instrumentos de comando de controle (leis e metas mandatórias); políticas públicas para adaptação; mudanças no padrão de consumo, etc. O mercado é apenas mais um dos elementos da complexa e integrada rede de soluções necessárias.

No caso particular das atividades de projetos de MDL, existem possibilidades de melhorias no processo de aprovação e registro de projetos; no processo de submissão de novas metodologias de linha de base e de monitoramento; nas metodologias aprovadas e no processo de verificação e certificação. Porém os projetos em andamento também estão demonstrando que vários elementos estão funcionando a contento, portanto não seria razoável descartar o MDL no regime climático pós-2012, mas de aprimorá-lo.

Os projetos não devem ser elaborados fora do contexto da estratégia de sustentabilidade das empresas e precisariam ser avaliados pelo mercado também pelos possíveis benefícios ou riscos associados. Bons projetos terão uma atratividade maior no mercado (tanto nacional como internacional).

Dessa forma, o mercado e seus projetos contribuirão efetivamente para o objetivo da UNFCCC: “estabilização das concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera num nível que impeça uma interferência antrópica perigosa no sistema climático”.



## Referências bibliográficas

- BERNOUX, M.; ESCHENBRENNER, V.; CERRI, C.C.; MELILLO, J.M., FELLER, C. LULUCF-based CDM: too much ado for . . . a small carbon market. *Climate Policy* 2, 2002. 379–385.
- CAPOOR, K.; AMBROSI, P. State and trends of the carbon Market. The World Bank. 2007. Disponível em: <http://carbonfinance.org>.
- MELLO, A.V. Environmental management on climate change investigating the attitude of Brazilian organisations with CDM projects towards ISO 14064. MSc in Climate Change and Sustainable Development. De Montfort University, UK. 2006.
- NEEFF, T. Guidebook to markets and commercialization of forestry CDM projects. Turrialba, C.R.: CATIE, 2007. 42 p. – (Serie técnica. Manual técnico / CATIE ; no. 65). Disponível em: <http://www.proyectoforma.com>.
- UNDP. The Clean Development Mechanism – an assessment of progress. November, 2006. Disponível em: <http://www.undp.org/climatechange>.



# MÓDULO IV

Projetos de MDL por setor/  
atividade produtiva







## Desenvolvendo um Documento de Concepção de Projeto

O documento que serve de base para todo o fluxo de aprovação de um projeto de MDL é o Documento de Concepção de Projeto (*Project Design Document-PDD*). Um projeto de MDL deve estar relacionado a uma metodologia previamente aprovada pelo Comitê Executivo do MDL (*Executive Board-EB*) ou desenvolver sua própria metodologia e submetida à aprovação prévia. Em geral, essas metodologias estão divididas em metodologias de grande escala, metodologias de pequena escala e metodologias de florestamento e reflorestamento.

Uma vez selecionada uma Metodologia Aprovada pelo Conselho Executivo da CQNUMC que será utilizada no projeto, o PDD deve ser construído seguindo essa metodologia.

A estrutura de um PDD é apresentada a seguir:

### Seções do PDD

- (a) Descrição geral da atividade de projeto
- (b) Aplicação da metodologia de linha de base e monitoramento
- (c) Duração da atividade de projeto / período de creditação
- (d) Impactos ambientais
- (e) Comentários das Partes Interessadas

### Anexos

- Anexo 1: Informação de contato dos participantes da atividade de projeto
- Anexo 2: Informação relativa a financiamento público
- Anexo 3: Informação da Linha de Base
- Anexo 4: Plano de Monitoramento

As seções são subdivididas em itens específicos. Uma breve explicação de pontos relevantes de cada seção é dada a seguir:

## Seção A – Descrição geral da atividade de projeto

- (a) Título, descrição, participantes do projeto;
- (b) Descrição técnica:
  - Localização detalhada do projeto
  - Categoria do projeto
  - Tecnologia empregada
  - Quantidade de redução de emissões estimada
  - Financiamento público

## Seção B – Aplicação da metodologia de linha de base e monitoramento

- (a) Título, referência e justificativa da metodologia aplicada e descrição das fontes e dos GEE relativos aos limites do projeto;
- (b) Descrição de como o cenário de Linha de Base é identificado (sub item B.4 do PDD);
- (c) Descrição de como as emissões do projeto serão inferiores ao cenário de linha de base (sub item B.5 do PDD, onde deve ser descrita a avaliação de adicionalidade do projeto);
- (d) Redução de emissões: explicação das escolhas metodológicas, datas e parâmetros disponíveis na validação do projeto, cálculo das estimativas de redução de emissões, parâmetros a serem monitorados e descrição do plano de monitoramento.

## Seção C – Duração da atividade de projeto / período de creditação

- (a) Duração da atividade de projeto
- (b) Data de início do projeto
- (c) Vida útil do projeto
- (d) Escolha do período de creditação

## Seção D – Impactos ambientais

Nesta seção busca-se comprovar que o projeto contempla ações de mitigação de impactos ambientais associados a ele, sendo necessária sua comprovação documental. Como exemplo: caso o governo local determine a necessidade de um processo de licenciamento ambiental para o projeto, a comprovação efetiva da obtenção da licença deve ser contemplada nessa seção.



## Seção E – Comentários das Partes Interessadas

O participante do projeto deve demonstrar como o projeto foi comunicado às partes interessadas. Nesse sentido, deve-se demonstrar:

- (a) Como as partes interessadas locais foram convidadas a conhecer e opinar sobre o projeto
- (b) Quais foram os comentários dessas partes interessadas
- (c) Quais procedimentos foram adotados para tratar e responder esses comentários

No caso específico do Brasil, a Comissão Interministerial de Mudanças Climáticas, por meio da Resolução nº 01, de 11 de setembro de 2003, estabelece como partes interessadas mínimas que devem ser convidadas a conhecer e opinar sobre o projeto, as seguintes partes:

- (a) Prefeitura e câmara dos vereadores
- (b) Órgãos ambientais estadual e municipal
- (c) Fórum Brasileiro de ONGs e Movimentos Sociais para o Meio Ambiente e Desenvolvimento ([www.fboms.org.br](http://www.fboms.org.br))
- (d) Associações comunitárias
- (e) Ministério Público

## Cenário de linha de base e adicionalidade do projeto

O estabelecimento do cenário de linha de base de um projeto de MDL e a comprovação da sua adicionalidade são etapas críticas para sua elaboração e registro no Comitê Executivo.

As metodologias existentes levam em conta a Ferramenta de Adicionalidade (*Tool for demonstration and assessment of additionality – Version 03*). Essa ferramenta fornece a estrutura para demonstração de adicionalidade de um projeto e também possibilita a definição do cenário de linha de base.

Recentemente foi criada uma ferramenta unificada para definir o cenário de linha de base e demonstrar a adicionalidade. Ela segue a mesma linha da ferramenta mencionada acima, porém identifica mais claramente onde será estabelecido o cenário de linha de base e onde se demonstra a adicionalidade de um projeto. Ambas as ferramentas prescrevem os seguintes principais passos na demonstração da adicionalidade e na definição do cenário de linha de base:

- Passo 1 – Identificação de cenários alternativos
- Passo 2 – Análise de barreiras
- Passo 3 – Análise de investimento (se aplicável)
- Passo 4 – Análise de prática comum





IV

## Módulo IV

---

### IV.1 – Energia





## Introdução

O uso de energia pós-revolução industrial pela queima de combustíveis fósseis é a principal causa do aumento da concentração atmosférica de gases de efeito estufa (GEE). Hoje o setor energético global é o maior responsável por esse aumento com 61,3 % das emissões mundiais de GEE (Tabela 4.1.1).

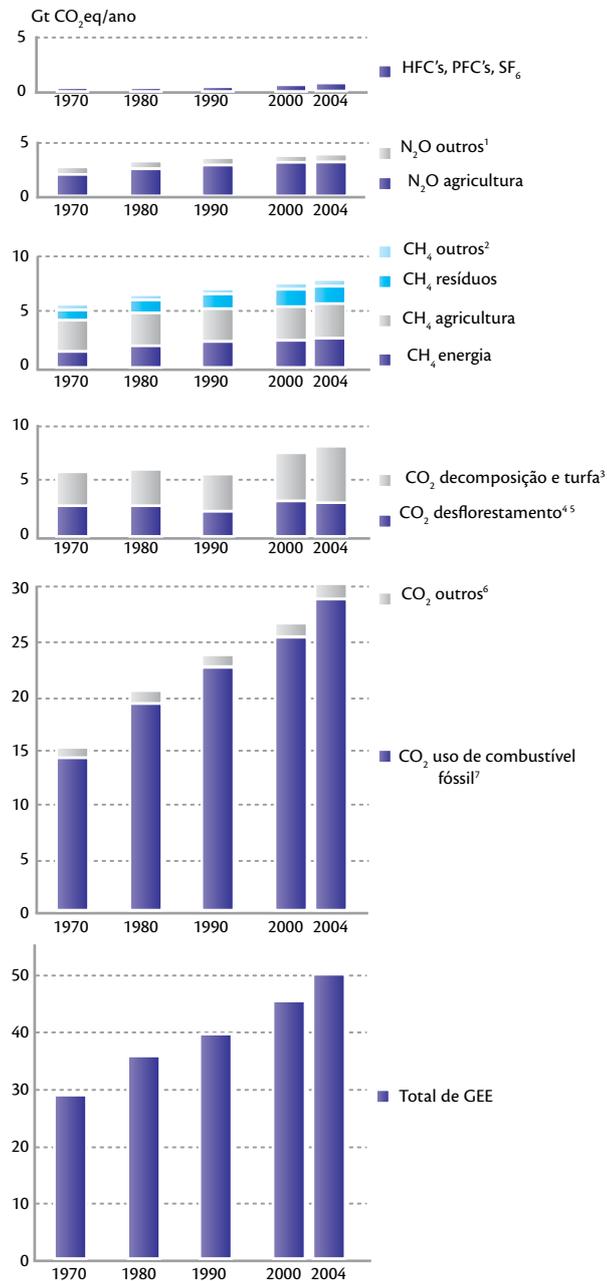
**Tabela 4.1.1 – Emissões mundiais de gases de efeito estufa em 2000**

<b>Setor</b>	<b>MtCO<sub>2</sub>e</b>	<b>%</b>
Energia	20.929	61,3
Transporte	4.536	13,5
Calor e Eletricidade	8.265	24,6
Combustão de outros combustíveis	3.024	9,0
Indústria	3.494	10,4
Emissões fugitivas	1.310	3,9
Processos industriais	1.142	3,4
Mudança do uso da terra	6.115	18,2
Agricultura	4.536	13,5
Resíduos	1.210	3,6
<b>Total</b>	<b>33.631</b>	<b>100,0</b>

Fonte: Baumert *et al.*, 2005

O maior crescimento em emissões de GEE globais entre 1970 e 2004 é o do setor de suprimento de energia (aumento de 145%, IPCC, 2007a). O crescimento de emissões diretas no mesmo período para o setor de transporte foi de 120%; no setor industrial, de 65% e no setor de uso da terra, mudança do uso da terra e florestas, de 40% (Figura 4.1.1).

Apesar dos esforços iniciados com a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, as emissões de dióxido de carbono fóssil aumentaram de 23,5 GtCO<sub>2</sub> na década de 1990 para 26,4 GtCO<sub>2</sub> no período 2000-2005 (IPCC, 2007). E os cenários mais recentes estimam um crescimento da demanda mundial de energia primária da ordem de 1,8% ao ano entre 2005 e 2030 (total de 55% de crescimento no período), com 84% de participação dos combustíveis fósseis (IEA, 2007).



1. Outros N<sub>2</sub>O abrange processos industriais, desflorestamento/queimadas nas savanas, águas residuárias e incineração de resíduos.

2. "Outros" é o CH<sub>4</sub> dos processos industriais e das queimadas nas savanas.

3. Emissões de CO<sub>2</sub> provenientes da decomposição da biomassa acima do solo que sobra após a exploração madeireira e o desflorestamento e o CO<sub>2</sub> da queima da turfa e decomposição de solos tufosos drenados.

4. Bem como o uso tradicional da biomassa em 10% do total, supondo-se que 90% seja proveniente da produção sustentável de biomassa. Corrigido em relação a 10% de carbono da biomassa que se supõe permaneça como carvão vegetal após a combustão.

5. Para dados médios da queima em grande escala de biomassa de florestas e savanas, referentes ao período de 1997 a 2002, com base nos dados de satélite da base de dados de Emissões Globais de Incêndios (Global Fire Emissions Data Base).

6. Produção de cimento e queima de gás natural.

7. O uso de combustíveis fósseis abrange as emissões de matérias-primas.

**Figura 4.1.1 – Emissões de GEEs (em CO<sub>2</sub>e) entre 1970 e 2004<sup>1</sup>**

Fonte: IPCC, 2007<sup>9</sup>

1. Ponderadas com os potenciais de aquecimento global (GWP) de 100 anos.



Enquanto esses dados apontam o setor energético como aquele em que há maiores oportunidades e desafios relativos à mitigação da mudança do clima, no Brasil a situação é diversa, com cerca de três quartos das emissões de GEE relacionados à mudança do uso da terra e florestas enquanto que o setor energético é responsável por apenas 23% do total (Tabela 4.1.2). Isso se deve a elevadas taxas de desmatamento resultantes da expansão da fronteira agrícola e à matriz energética relativamente limpa do Brasil, com cerca de 45% de oferta interna de energia renovável, em comparação com o resto do mundo, com aproximadamente 13,2% (MME-EPE, 2007). É pouco provável, entretanto, que o cenário brasileiro mantenha-se dessa forma.

Hoje já há indicações consistentes de que esse perfil mudou significativamente nos últimos anos e provavelmente continuará mudando nos próximos anos. Dados oficiais disponíveis, cobrindo apenas o período de 1990 a 1994, indicam um aumento absoluto das emissões relativas à mudança do uso da terra e florestas (758,3 para 776,3 milhões de toneladas de dióxido de carbono,  $\text{MtCO}_2$  – um aumento de 2,4%), mas com redução da participação (de 77,5% para 75,4%). Esse fato se deve essencialmente ao aumento percentual (de 20,8% para 23,0%) e absoluto (de 203,4 para 236,5  $\text{MtCO}_2$ , aumento de 16,3%) das emissões de GEE no setor energético. Se considerarmos que o aumento do consumo de petróleo (a principal fonte de energia fóssil do país) foi de 35,3% no período de 1994 a 2005 (MME-EPE, 2006), é razoável acreditar que o aumento das emissões no setor tenha crescido proporcionalmente.

Tabela 4.1.2 – Emissões e remoções de dióxido de carbono

Setor	1990		1994		Variação 90/94
	[10 <sub>3</sub> tCO <sub>2</sub> ]	%	[10 <sub>3</sub> tCO <sub>2</sub> ]	%	%
<b>Energia</b>	<b>203.353</b>	<b>20,8%</b>	<b>236.505</b>	<b>23,0%</b>	<b>16,3%</b>
Queima de combustíveis fósseis	197.972	20,2%	231.408	22,5%	16,9%
Subsetor energético	22.914	2,3%	25.602	2,5%	11,7%
Subsetor industrial	61.260	6,3%	74.066	7,2%	20,9%
Siderurgia	28.744	2,9%	37.887	3,7%	31,8%
Química	8.552	0,9%	9.038	0,9%	5,7%
Outros	23.964	2,4%	27.141	2,6%	13,3%
Subsetor transporte	82.020	8,4%	94.394	9,2%	15,0%
Aéreo	5.818	0,6%	6.204	0,6%	6,6%
Rodoviário	71.150	7,3%	83.302	8,1%	17,1%
Outros	5.051	0,5%	4.818	0,5%	-4,6%
Residual	13.750	1,4%	15.176	1,5%	10,4%
Agricultura	9.998	1,0%	12.516	1,2%	25,2%
Outros	8.030	0,8%	9.723	0,9%	21,1%
Emissões fugitivas	5.381	0,5%	5.096	0,5%	-5,3%
Mineração do carvão	1.653	0,2%	1.355	0,1%	-18,0%
Extração e transporte de petróleo e gás natural	3.728	0,4%	3.741	0,4%	0,3%
<b>Processos industriais</b>	<b>16.949</b>	<b>1,7%</b>	<b>16.870</b>	<b>1,6%</b>	<b>-0,5%</b>
Cimento	10.220	1,0%	9.340	0,9%	-8,6%
Cal	3.740	0,4%	4.150	0,4%	11,0%
Amônia	1.297	0,1%	1.301	0,1%	0,3%
Alumínio	1.510	0,2%	1.892	0,2%	25,3%
Outros	182	0,0%	187	0,0%	2,7%
<b>Mudança no uso da terra e florestas</b>	<b>758.281</b>	<b>77,5%</b>	<b>776.331</b>	<b>75,4%</b>	<b>2,4%</b>
Mudanças nos estoques de biomassa em florestas e outras formações lenhosas	-45.051	-4,6%	-46.885	-4,6%	4,1%
Conversão de florestas para outros usos	882.477	90,2%	951.873	92,4%	7,9%
Abandono de terras cultivadas	-189.378	-19,4%	-204.270	-19,8%	7,9%
Emissões e remoções pelos solos	110.233	11,3%	75.613	7,3%	-31,4%
<b>Total</b>	<b>978.583</b>	<b>100,0%</b>	<b>1.029.706</b>	<b>100,0%</b>	<b>5,2%</b>

Fonte: MCT, 2004



## Metodologias aprovadas ou em análise pelo conselho executivo

Dentro dos escopos definidos no MDL, quatro são explicitamente ligados ao uso da energia (1 - indústria energética, fontes renováveis e não-renováveis; 2 - distribuição de energia; 3 - demanda de energia; 7 - transportes) e uma à exploração de fontes de energia (10 - emissões fugitivas de combustíveis). Nesses escopos estão incluídos essencialmente a substituição de combustíveis de diferentes intensidades de emissão de GEE (emissões por unidade de energia utilizada, vide Tabela 4.1.3), o uso mais eficiente da energia (menos energia utilizada para realizar um mesmo trabalho) e a redução de perdas.

**Tabela 4.1.3 – Fatores e coeficientes para combustíveis**

Energético	Fator de emissão	Massa específica	Poder calorífico inferior	Fator de emissão
	tCO <sub>2</sub>	kg/m <sup>3</sup>	kJ/kg	kgCO <sub>2</sub> /litro
Petróleo	69,7	867	42.705	3,43
Gás natural	53,3	-	35.818	-
Óleo diesel	70,4	851	42.622	3,53
Óleo combustível	73,5	999	39.971	2,94
Gasolina	65,8	7,38	44.196	3,94
GLP	59,9	552	46.164	-
Coque de carvão mineral	102,8	-	28.889	-
Carvão vegetal	104,2	250	25.602	-
Álcool etílico	58,5	791	26.796	1,98

Fonte: SERHS-SP, 2006

A linha de base (em Inglês *baseline*) de uma atividade de projeto de 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, incluindo as emissões de todos os GEE relevantes à CQNUMC (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, SF<sub>6</sub>, CF<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>, HFC) que ocorram dentro dos limites do projeto (FGV, 2002). Serve de base tanto para verificação da adicionalidade quanto para a quantificação das Reduções Certificadas de Emissões (RCE) decorrentes das atividades de projeto do MDL. As RCE serão calculadas justamente pela diferença entre as emissões da linha de base e as emissões verificadas em decorrência das atividades de projeto do MDL, incluindo as fugas.

A grande maioria das metodologias aprovadas até outubro de 2007 (59 metodologias de grande escala, 13 metodologias consolidadas e 28 de pequena escala aprovadas desde novembro de 2002) tem alguma relação com o setor energético.

## Exemplos de metodologias de linha de base e monitoramento aprovadas no setor de energia

Nos parágrafos a seguir, encontram-se informações sobre as condições de aplicabilidade de metodologias de grande escala (*AM* do inglês *approved methodology*), de grande escala consolidadas (*ACM* - *approved consolidated methodology*) e de pequena escala (*AMS* - *approved methodology small-scale*) selecionadas aplicáveis ao setor de energia.

A lista completa e versão mais recente de todas as metodologias podem ser encontradas em <http://cdm.unfccc.int/methodologies/index.html>.

- AMS-I.A** – Geração de eletricidade pelo consumidor: projetos que envolvam o acréscimo de unidades ou a modificação/modernização de usinas existentes. A energia gerada deve ser usada pelo consumidor no próprio local.
- AMS-I.D** – Geração de eletricidade renovável conectada à rede: compreende as unidades de geração de energia renovável, como fotovoltaicas, hidrelétricas, de marés/ondas, eólicas, geotérmicas e de biomassa renovável, que forneçam eletricidade para um sistema de distribuição e/ou substituam a eletricidade de um sistema de distribuição que seja ou tenha sido abastecido por pelo menos uma unidade geradora de energia a partir da queima de combustíveis fósseis. Se a unidade acrescentada tiver componentes renováveis e não-renováveis, o limite de elegibilidade de 15 MW para uma atividade de projeto de pequena escala no âmbito do MDL aplicar-se-á somente ao componente renovável. Se a unidade acrescentada também queimar combustíveis fósseis, a capacidade de toda a unidade não deverá exceder o limite de 15 MW.
- AMS-II.C** – Programas de eficiência energética do lado da demanda para tecnologias específicas: programas que incentivem a adoção de equipamentos eficientes do ponto de vista energético, lâmpadas, reatores, refrigeradores, motores, ventiladores, condicionadores de ar, eletrodomésticos, etc. em muitos locais. Essas tecnologias podem substituir os equipamentos existentes ou serem instaladas em novos locais. As economias de ener-



gia agregadas realizadas por um único projeto não podem exceder o equivalente a 60 GWh por ano.

- AMS-III.B** – Substituição de combustíveis fósseis: substituição de combustíveis fósseis em aplicações industriais, residenciais, comerciais, institucionais ou de geração de eletricidade existentes. A substituição de combustíveis pode alterar também a eficiência. Se a substituição de combustíveis fizer parte de uma atividade de projeto com ênfase principalmente na eficiência energética, a atividade do projeto se enquadra nas categorias II.D ou II.E. As medidas se limitam às que acarretem reduções de emissões inferiores ou iguais a 60 kt de equivalente de CO<sub>2</sub> anualmente.
- AMS-III.E** – Produção evitada de metano da decomposição da biomassa por meio de combustão controlada: compreende medidas que evitem a produção de metano pela biomassa ou outra matéria orgânica que, (a) de outra forma teria sido abandonada até se decompor em condições claramente anaeróbicas ao longo do período de obtenção de créditos em um local de disposição de resíduos sólidos sem recuperação de metano; ou (b) já esteja depositada em um local de disposição de resíduos sólidos sem recuperação de metano. Em razão da atividade do projeto, evita-se a decomposição por meio da combustão controlada dos resíduos.
- AM0010** – Projetos de captação de gás de aterro e geração de eletricidade em que a captação de gás de aterro não é obrigatória por lei: o aterro sanitário está sujeito à regulamentação da concentração de metano (CH<sub>4</sub>), mas a captação do gás do aterro não é obrigatória por lei; o gás captado é usado para gerar eletricidade e a intensidade das emissões de CO<sub>2</sub> dessa eletricidade seja inferior à intensidade da eletricidade substituída e a capacidade de geração de eletricidade do projeto não ultrapassa 15 MW.
- AM0036** – Substituição de combustíveis fósseis por resíduos de biomassa em caldeiras para a geração de calor: substituição total ou parcial de combustíveis fósseis por resíduos de biomassa para fins térmicos em plantas existentes (substituição e/ou reforma de caldeiras). É necessário um histórico de uso de combustíveis de pelo menos três anos para comprovação do aumento de uso de biomassa.
- AM0045** – Conexão à rede de sistemas elétricos isolados: interconexão de sistemas isolados a sistemas interligados de eletricidade com a desativação de geração termelétrica menos eficiente (o sistema interligado tem fator de emissão de GEE menor que o isolado).
- ACM0002** – Metodologia consolidada para a geração de eletricidade conectada à rede, a partir de fontes renováveis: acréscimos de capacidade de eletricidade de usinas hidrelétricas a fio de água; projetos de energia hidrelétrica com reservatórios existentes em que o volume do reservatório não aumente; novos projetos de energia hidrelétrica com reservatórios cujas densidades de energia (capacidade instalada de geração elétrica dividida pela área da superfície no nível máximo do reservatório) sejam superiores a 4 W/m<sup>2</sup>; fontes de

energia eólica; fontes de energia geotérmica; fontes de energia solar e fontes de energia de ondas e marés. Esta metodologia não se aplica às atividades de projetos que envolvam a mudança de combustíveis fósseis para energia renovável na área da atividade do projeto. Os limites geográficos e do sistema da rede elétrica pertinente podem ser claramente identificados. É aplicável à geração de eletricidade a partir da captação de gás de aterro, em conjunto com a “metodologia consolidada aprovada de linha de base para atividades de projetos com gás de aterro - ACM0001”.

**ACM0006** – Metodologia consolidada para a geração de eletricidade conectada à rede a partir de resíduos de biomassa: somente resíduos de biomassa podem ser utilizados como fonte de energia; no caso de plantas industriais com geração de resíduos, o projeto MDL não pode levar a um aumento da capacidade de produção; não pode haver estocagem de combustível e nenhuma quantidade significativa de energia pode ser utilizada na preparação para utilização dos resíduos de biomassa como combustível.

## Simulação de cálculo do fator de emissão de GEE

A base de todo o processo de quantificação da emissão ou da redução de emissão de GEE está ligada ao cálculo dos fatores de emissão dos processos antrópicos que levam a essas emissões. No caso do setor de energia, esses fatores são diretamente determinados da origem e, quando aplicável, da composição química das fontes de energia utilizadas. Para exemplificar o processo, a seguir é apresentado um cálculo simplificado das emissões resultantes de um processo energético, a geração de eletricidade a partir do gás natural (GN).

A geração de eletricidade a partir do GN é realizada pela transformação da energia química contida no gás através da combustão em calor. O calor por sua vez pode ser utilizado para gerar diretamente trabalho mecânico na expansão dos gases de combustão, por exemplo, em uma turbina a gás ou em máquinas de combustão interna e/ou gerar vapor que então acionará uma turbina a vapor (Lora e Nascimento, 2004). O próximo passo no processo é a transformação do trabalho mecânico em eletricidade em um gerador. Nesse processo há perdas e nem toda a energia química da combustão é transformada em eletricidade. A razão entre quantidade final de energia elétrica produzida pela energia química total do combustível indica a eficiência termodinâmica da geração de eletricidade.

No exemplo aqui apresentado, será utilizado o gás natural que tem o fator de emissão de 15,3 kgC/GJ (GJ = gigajoule =  $10^9$  Joule) de energia térmica liberada na sua combustão completa (vide



Tabela 4.1.4). Esse valor indica a quantidade de emissão de carbono para uma combustão completa (100% de oxidação). A seguir, são descritas conversões para unidades mais comuns:

- Carbono (C) para dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>): lembrando que a massa atômica do carbono é 12 e do oxigênio 16, ou seja, a massa atômica do CO<sub>2</sub> é 44 (12+ 2×16). Portanto, para converter C para CO<sub>2</sub>, o fator é 44/12.
- 1 mwh = 3.600.000 kJ = 3.600 MJ = 3,6 GJ
- (o índice térmico é utilizado para diferenciar o mwh de calor gerado na combustão do mwh elétrico)

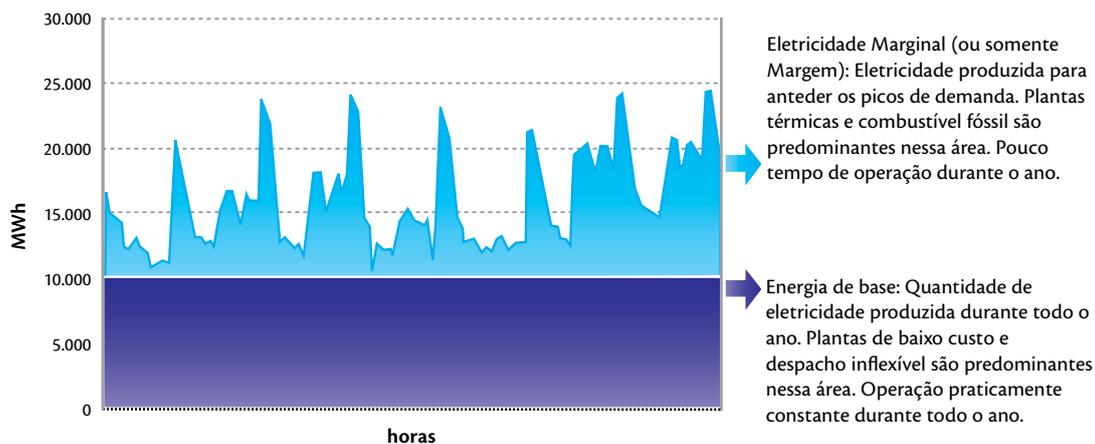
$$15,3 \frac{\text{kgC}}{\text{GJ}} \times \frac{44 \text{ kgCO}_2}{12 \text{ kgC}} \times 3,6 \frac{\text{GJ}}{\text{MWh}_{\text{térmico}}} = 201,96 \frac{\text{kgCO}_2}{\text{MWh}_{\text{térmico}}}$$

**Tabela 4.1.4 – Exemplos de fatores de emissão na geração de eletricidade**

	Fator de emissão*		Emissão na geração de eletricidade [kgC/mwh]						
	tC/tj	kgC/mwh							
$\zeta_1$ = eficiência termodinâmica (calor para eletricidade)	100%		20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%
Nafta	20,0	72,0	356,4	285,1	237,6	203,7	178,2	158,4	142,6
Gás natural	15,3	55,1	274,0	219,2	182,7	156,6	137,0	121,8	109,6
Óleo diesel	20,2	72,7	360,0	288,0	240,0	205,7	180,0	160,0	144,0
Óleo combustível	21,1	76,0	376,0	300,8	250,7	214,9	188,0	167,1	150,4
Carvão	29,5	106,2	520,4	416,3	346,9	297,4	260,2	231,3	208,3
			Emissão na geração de eletricidade [kgCO <sub>2</sub> /mwh]						
Nafta	20,0	72,0	1306,8	1045,4	871,2	746,7	653,4	580,8	522,7
Gás natural	15,3	55,08	1004,8	803,8	669,8	574,1	502,4	446,6	401,9
Óleo diesel	20,2	72,72	1319,9	1055,9	879,9	754,2	659,9	586,6	527,9
Óleo combustível	21,1	75,96	1378,7	1102,9	919,1	787,8	689,3	612,7	551,5
Carvão	29,5	106,2	1908,1	1526,4	1272,0	1090,3	954,0	848,0	763,2
$\epsilon_2$ = oxidação do combustível	gás = 99,5%		líquido = 99,0%		sólido = 98,0%				

## Cálculo do fator de emissão de um sistema de geração de eletricidade segundo ACM0002\*

O princípio para estimar o fator de emissão nas metodologias aprovadas que lidam com despacho de eletricidade gerada a partir de fontes renováveis de energia (ACM0002, AMS I.D, entre outras)<sup>2</sup> é essencialmente o mesmo, baseado no trabalho de Sathaye *et al.* (2002). O “fator de emissão da linha de base” ( $EF_y$ ) é calculado como uma combinação do “fator de emissão da margem de operação” ( $EF_{OM,y}$ ) e do “fator de emissão da margem de construção” ( $EF_{BM,y}$ ). A idéia é que, ao se adicionar uma nova usina de geração de eletricidade ao parque instalado, haverá um impacto na operação (a eletricidade com o maior custo de operação, que representa a margem de operação, vide Figura 4.1.2, será deslocada) e na construção de novas usinas (considerando a tendência de construção observada nos últimos anos, a margem de construção será alterada).



**Figura 4.1.2 – Eletricidade marginal na operação**

\* (Esparta *et al.*, 2006)

2. As versões mais recentes das metodologias aprovadas no âmbito do MDL do Protocolo de Quioto podem ser obtidas em <http://cdm.unfccc.int/methodologies>.



O fator de emissão da linha de base  $EF_y$  é calculado como uma média ponderada do fator da margem de operação ( $EF_{OM,y}$ ) e do fator da margem de construção ( $EF_{BM,y}$ ):

**Equação 1**

$$EF_y = w_{OM} \cdot EF_{OM,y} + w_{BM} \cdot EF_{BM,y}$$

Onde os valores dos pesos  $w_{OM}$  e  $w_{BM}$ , que ponderam qual a influência de cada uma das margens consideradas são por definição 50% (i.e.,  $w_{OM} = w_{BM} = 0,5$ ). Pesos alternativos podem ser usados, contanto que  $w_{OM} + w_{BM} = 1$ , e evidências apropriadas justificam os pesos alternativos apresentados.

As fronteiras da atividade de projeto são definidas pela extensão espacial do sistema interligado para o qual a energia gerada pela usina pode ser despachada sem restrições significativas. Analogamente o sistema elétrico interligado é definido como aquele no qual a atividade de projeto é conectada por linhas de transmissão e no qual as usinas despacham a energia gerada sem restrições significativas de transmissão.

Dependendo da escala do projeto (normal ou pequena escala) e da composição das usinas que formam o sistema elétrico estudado, há quatro maneiras diferentes de calcular o fator de emissão da margem de operação.

O primeiro método, indicado como o preferencial, é aquele que utiliza informações de *mérito de despacho* (*fator de emissão da margem de operação da análise da informação do despacho*, que leva em conta o custo marginal de operação das usinas na precedência de entrega de eletricidade para a rede, ou seja, pelo mérito de despacho). O caso do Brasil é peculiar pela predominância de geração a partir de fonte hidráulica e pelos múltiplos usos dos reservatórios hidrelétricos. Além disso, programas governamentais de apoio à geração de eletricidade a partir de fontes fósseis, o despacho fora da ordem de mérito em situações de risco hidrológico, entre outros fatores, distorcem o sentido econômico do mérito de despacho, dificultando a aplicação do método. Finalmente e mais importante, nem toda informação necessária ao método está publicamente disponível para avaliação e cálculo de fatores de emissão de GEE<sup>3</sup>.

3. Em abril de 2007, a Autoridade Nacional Designada publicou resultados preliminares do cálculo da margem de operação por mérito de despacho (somente resultados consolidados finais sem a publicação dos dados utilizados no cálculo). Até outubro de 2007 esses valores ainda não eram considerados como oficialmente adotados pela Autoridade Nacional Designada.

O segundo método, o mais simples, é aquele que faz o cálculo da média aritmética dos totais de emissão por eletricidade despachada na rede (*fator de emissão médio da margem de operação*). Aqui também a predominância de geração a partir de fonte hidráulica faz que o valor do fator de emissão da margem de operação calculado por esse método não represente adequadamente o impacto potencial do acréscimo de uma nova geração a partir de uma fonte renovável de energia na margem de operação do sistema.

Um terceiro método é o chamado *fator de emissão simples da margem de operação* (Método MO-simples). Esse fator é calculado como a média ponderada pela geração das emissões por unidade de eletricidade ( $tCO_2/MWh$ ) de todas as unidades despachando no sistema, sem incluir as unidades utilizando fontes de energia de baixo custo e de despacho inflexível<sup>4</sup>.

#### Equação 2

$$EF_{OM,y} = \frac{\sum_{i,j} F_{i,j,y} \cdot COEF_{i,j}}{\sum_j GEN_{j,y}}$$

Onde:

$\sum_{i,j} F_{i,j,y}$  é o total de combustível  $i$  (em unidade de massa ou volume) consumido pelas usinas “ $j$ ” no anos “ $y$ ”,

$COEF_{i,j}$  é o coeficiente de emissão de dióxido de carbono ( $CO_2$ ) do combustível “ $i$ ” ( $tCO_2$ /unidade de massa ou volume de combustível), levando-se em conta o potencial de emissão de dióxido de carbono dos combustíveis usados pelas usinas “ $j$ ” e a eficiência de oxidação do combustível no ano “ $y$ ” e,

$\sum_j GEN_{j,y}$  é a eletricidade (em  $MWh$ ) despachada para o sistema pela usina “ $j$ ”.

Nesse caso, o fator a ser utilizado pode ser calculado da média trienal dos dados mais recentes existentes ou simplesmente baseado nos valores do ano no qual a geração da atividade de projeto ocorrer.

O fator de emissão de margem de operação simples também pode ser utilizado para projetos de pequena escala, definidos como aqueles com capacidade instalada inferior a 15MW. Para projetos com

4. Geração por fontes hidráulica, geotérmica, eólica, biomassa de baixo custo, nuclear e solar são tipicamente consideradas de baixo custo.



capacidade instalada acima desse limite, esse método só pode ser utilizado em países com geração a partir de unidades utilizando fontes de energia de baixo custo ou de despacho inflexível. No caso brasileiro, pode-se assegurar, a partir da capacidade instalada (Tabela 4.1.5), que essa condição não é cumprida.

**Tabela 4.1.5 – Capacidade instalada Brasileira**

Empreendimento em operação							
Tipo		Capacidade instalada		%	Total		%
		N.º de Usinas	(kW)		N.º de Usinas	(kW)	
Hidro		662	76.821.261	76,62	662	76.821.261	76,62
Gás	Natural	78	10.193.502	10,17	108	11.344.480	11,31
	Processo	30	1.150.978	1,15			
Petróleo	Óleo diesel	576	2.918.314	2,91	598	4.388.208	4,38
	Óleo residual	22	1.469.894	1,47			
Biomassa	Bagaço de cana	237	2.986.641	2,98	281	4.044.615	4,03
	Licor Negro	13	794.817	0,79			
	Madeira	26	224.207	0,22			
	Biogás	2	20.030	0,02			
	Casca de arroz	3	18.920	0,02			
Nuclear		2	2.007.000	2,00	2	2.007.000	2,00
Carvão Mineral		7	1.415.000	1,41	7	1.415.000	1,41
Eólica		16	247.050	0,25	16	247.050	0,25
<b>Total:</b>		<b>1.674</b>	<b>100.267.614</b>	<b>100</b>	<b>1.674</b>	<b>100.267.614</b>	<b>100</b>

Fonte: ANEEL, 2007

Portanto, no Brasil, somente a quarta opção de método, o *fator de emissão simples ajustado da margem de operação* (Método MO-simples-ajustado,  $EF_{OM,adjusted,y}$ ) pode hoje ser calculada a partir de informações publicamente disponíveis para a margem de construção.

Nesse método, um fator de ajuste é utilizado para quantificar uma possível participação das usinas “baixo-custo/despacho-inflexível” na margem de operação. Esse método é uma variação da margem de operação simples, em que as usinas (agora incluindo importação de outros sistemas como uma usina virtual) são separadas em usinas utilizando fontes de energia de baixo custo e de despacho inflexível ( $k$ ) e outras usinas ( $j$ ):

### Equação 3

$$EF_{OM,adjusted,y} = (1 - \lambda_y) \frac{\sum_{i,j} F_{i,j,y} \cdot COEF_{i,j}}{\sum_j GEN_{j,y}} + \lambda_y \cdot \frac{\sum_{i,k} F_{i,k,y} \cdot COEF_{i,k}}{\sum_k GEN_{k,y}}$$

Onde:

$\lambda_y$  é a estimativa da razão do número de horas no ano “y” (em %) para o qual plantas baixo-custo/despacho-inflexível despacham na margem.

$\sum_{i,k} F_{i,k,y}$ ;

$COEF_{i,k}$ ;

$\sum_k GEN_{k,y}$

são análogas às variáveis descritas no método de margem de operação simples para as usinas “k”.

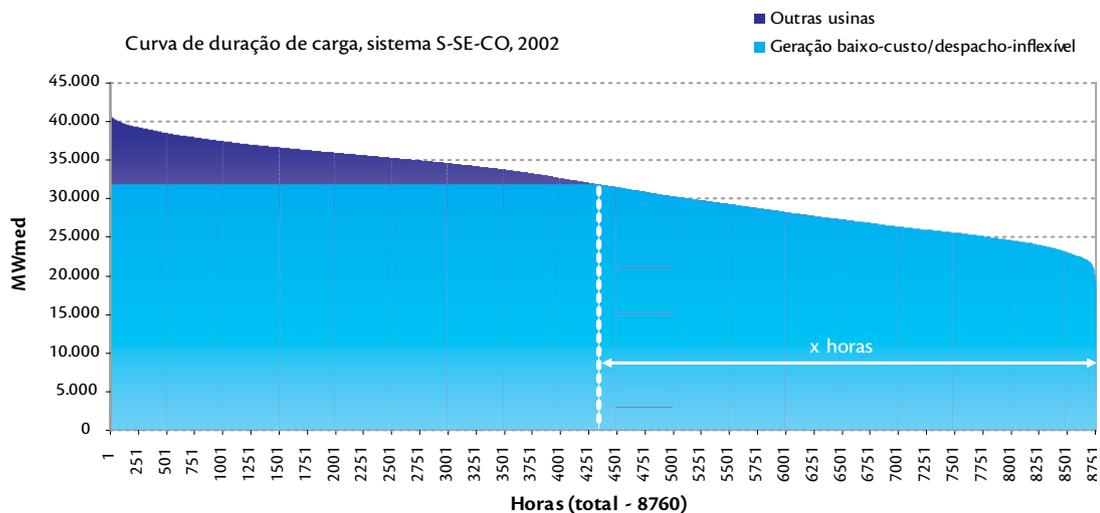


Figura 4.1.3 – Exemplo de curva de duração de carga

O fator  $\lambda_y$  é calculado a partir dos gráficos da curva de duração de carga (Meyers *et al.*, 1999), como segue:



- Desenhe a curva de duração de carga, distribuindo a informação sobre a carga horária de despacho durante todo tempo em ordem decrescente;
- Diferencie e calcule a geração “baixo-custo/despacho-inflexível” ( $\sum_k GEN_{k,y}$ ) e outras fontes ( $\sum_j GEN_{j,y}$ );
- Desenhe uma linha horizontal cruzando a curva de duração de carga de forma que a área abaixo dessa linha seja igual à geração “baixo-custo/despacho-inflexível”;
- Trace uma linha vertical do ponto de intersecção da linha horizontal com a curva de duração de carga.

A estimativa do número de horas em que a geração “baixo-custo/despacho-inflexível” estará na margem de operação (“x”, vide Figura 4.1.3) é igual ao número total de horas no ano menos o valor em horas do ponto onde a linha vertical cruzar a abscissa. O fator lambda para o ano “y” é calculado como esse valor “x” dividido pelo número total de horas no ano ( $\lambda y = x/8760$ ).

O fator de emissão da margem de construção é calculado como a média ponderada pela geração das emissões por unidade de eletricidade ( $tCO_2/MWh$ ) de uma amostra de usinas  $m$ , como segue:

**Equação 4**

$$EF_{BM,y} = \frac{\sum_{i,m} F_{i,m,y} \cdot COEF_{i,m}}{\sum_m GEN_{m,y}}$$

Onde  $F_{i,m,y}$ ,  $COEF_{i,m}$  e  $GEN_{m,y}$  são análogos às variáveis descritas para o método MO-simples para usinas  $m$ , com base nas informações mais recentes disponíveis sobre as usinas já construídas. O grupo de amostra  $m$  consiste:

- Das cinco usinas que foram construídas mais recentemente, ou
- Da capacidade adicional das usinas no sistema elétrico que compreende 20% da geração do sistema (em mwh) e que foi construído mais recentemente.

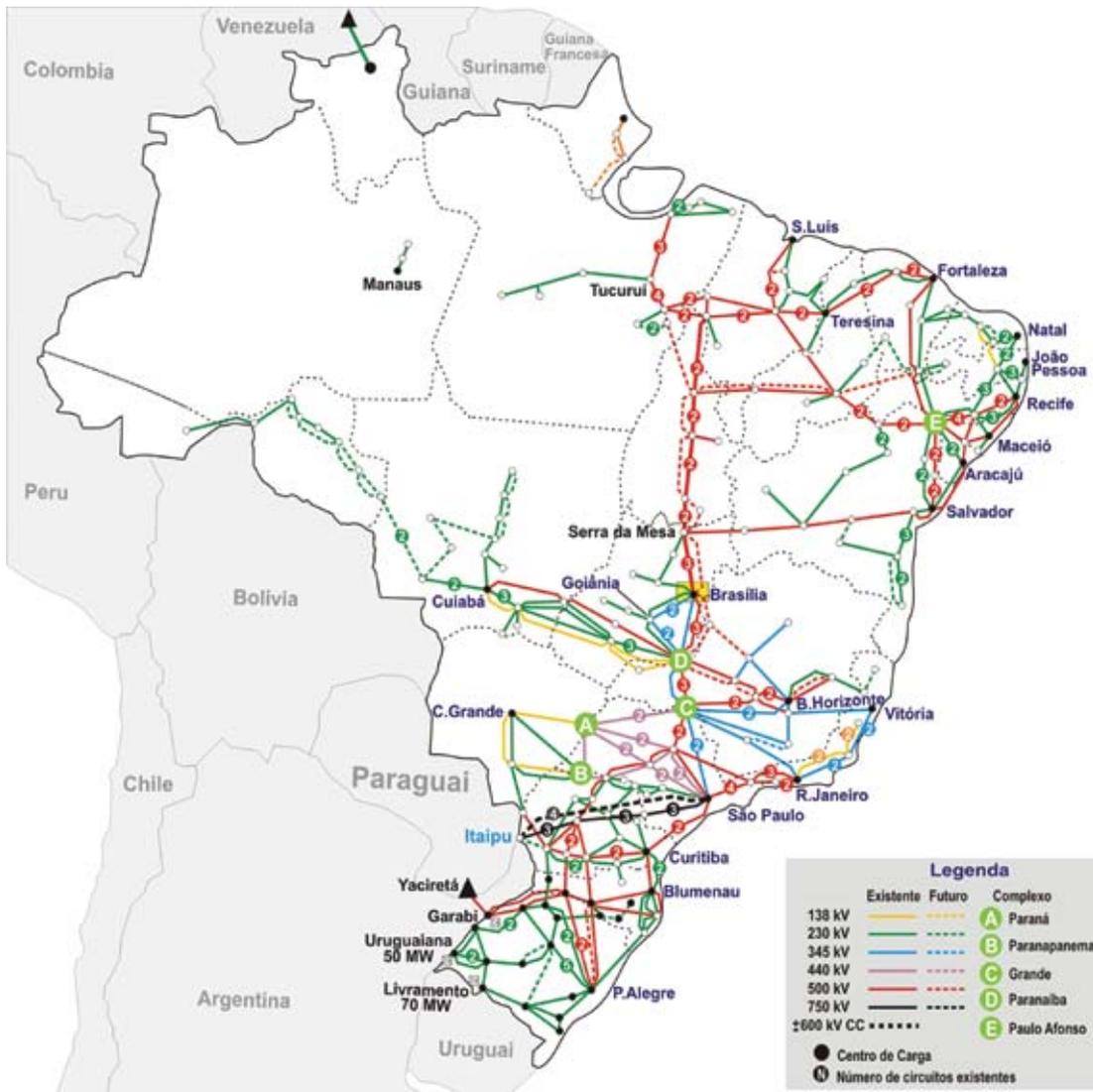
A opção a ser utilizada é aquela cujo grupo de amostra compreenda a maior geração anual.

## Fator de emissão na geração de eletricidade para o Brasil

Para o cálculo dos fatores de emissão de GEE para o Sistema Interligado Nacional (SIN), de acordo com a metodologia ACM0002, foram obtidos do Operador Nacional do Sistema relatórios diários (ONS-ADO, 2005) com informações horárias agregadas por subsistemas (Sul, Sudeste-Centro-Oeste, Norte e Nordeste, vide Figura 4.1.4) e diárias médias por unidade de geração.

As fronteiras do subsistema a ser considerado para cada atividade de projeto foram definidas a partir de dados de limites de transmissão entre os subsistemas. O critério utilizado foi, a partir da evolução da capacidade de transmissão entre os sistemas, identificar se esses limites foram atingidos em algum momento no período analisado. Por exemplo, em 5 de janeiro de 2004, houve transferência de uma carga média de 1682 MW-médios na interligação SE-CO para N-NE, ou seja, 93,44% da capacidade de transmissão naquele momento (Figura 4.1.4). Além disso, a Figura 4.1.5 mostra que a capacidade de transmissão entre os subsistemas aumentou significativamente no período 2003-2006, reforçando a ausência de restrições significativas de transmissão entre os submercados Sul e Sudeste/Centro-Oeste. Dessa análise resultou que somente a interligação SE-CO e N-NE apresentou restrição à capacidade de transmissão e, portanto, as fronteiras dos subsistemas considerados para efeito de fatores de emissão subdividiram o SIN em dois subsistemas, S-SE-CO e N-NE.

No cálculo do fator de emissão da margem de operação, por exemplo, para o subsistema S-SE-CO, foram utilizados dados de operação de 121 unidades de geração, mais importação e exportação do subsistema N-NE, assim como importação e exportação internacional do Uruguai e Argentina. Devido à indisponibilidade de consumo de combustível para as usinas utilizando combustíveis fósseis, foram utilizadas eficiências médias de conversão de calor em eletricidade de Bosi et al. (2002) e fatores de emissão de combustíveis de IPCC (1996).



**Figura 4.1.4 – Sistema interligado nacional brasileiro**

Fonte: ONS

Como as metodologias aprovadas no âmbito do MDL não previam o uso de fatores de emissão médios/teóricos, o assunto foi tema de uma decisão do Conselho Executivo do MDL (CDM-EB, 2005). A decisão aceita para o Brasil o uso dos fatores de emissão médios da literatura (Bosi et al., 2002) no cálculo do fator de emissão da margem de operação, mas, para o cálculo do fator de emissão da margem de construção, determina o uso de valores-padrão conservadores (Tabela 4.1.6).

**Tabela 4.1.6 – Eficiências médias de conversão para o cálculo da margem de construção**

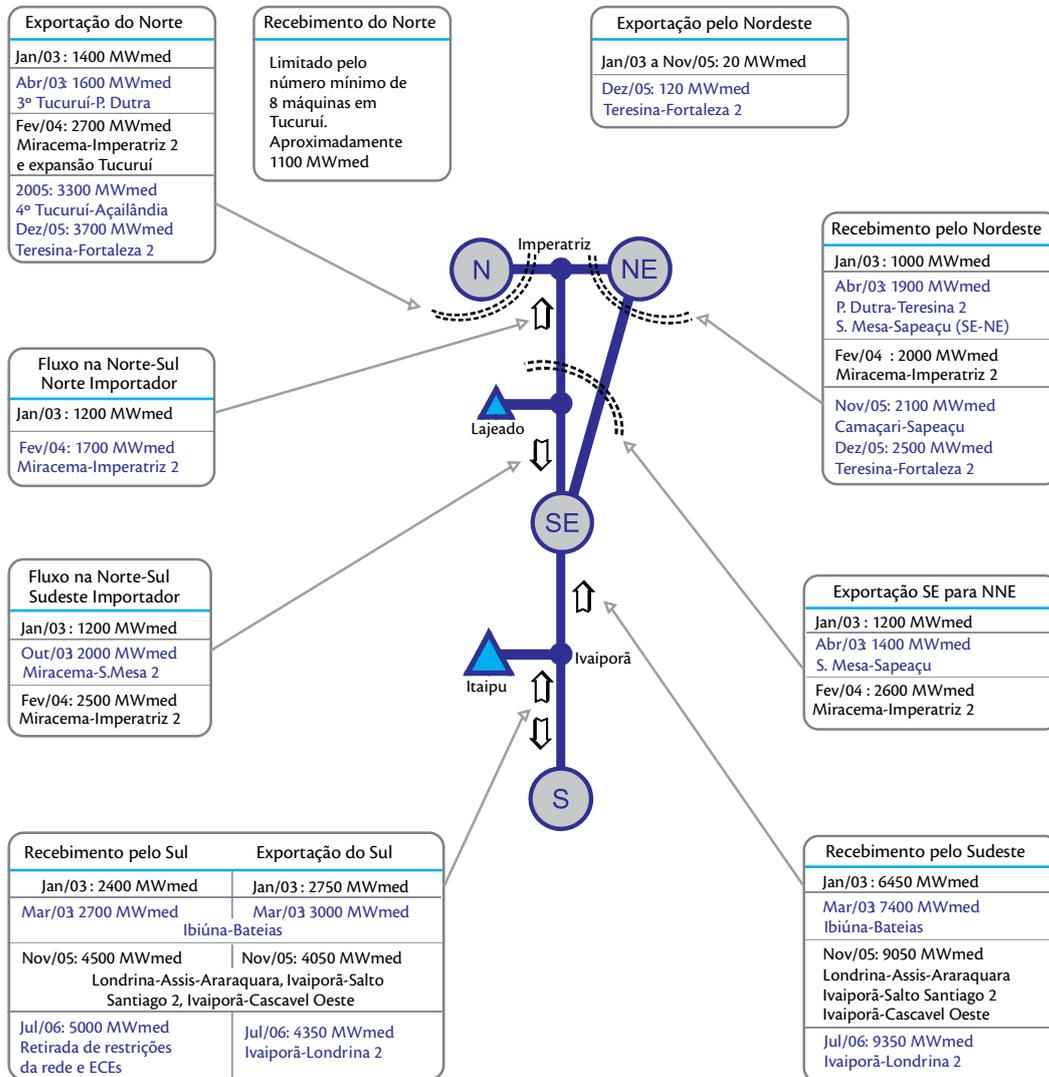
Turbina a gás em ciclo combinado	50,0%
Turbina a gás em ciclo simples	32,0%
Geração a carvão	33,0%
Geração a óleo	33,0%

Fonte: CDM-EB, 2005

A partir dessas premissas e dos métodos descritos na metodologia ACM0002 apropriados ao sistema brasileiro (vide descrição mais detalhada do processo em Esparta, 2006, e Esparta *et al.*, 2006), foram obtidos para o ano de 2005 os resultados apresentados na Tabela 4.1.7. Planilhas validadas completas, com indicação das fontes e cálculos realizados, estão publicamente disponíveis na documentação de projetos brasileiros registrados na página do MDL na internet (<http://cdm.unfccc.int/Projects/registered.html>), por exemplo, na página do projeto *PCH Garganta da Jararaca*, registrado em 31 de julho de 2007<sup>5</sup>.

---

5. <http://cdm.unfccc.int/Projects/DB/SGS-UKL1166188356.77/view>.



**Figura 4.1.5 – Evolução dos limites de transmissão nas interligações inter-regionais entre Jan./2003 e Jul./2006**

Fonte: ONS

**Tabela 4.1.7 – Fatores de emissão na geração de eletricidade para os subsistemas S-SE-CO e N-NE segundo a metodologia aprovada ACM0002**

<b>Fatores de emissão para o Sul, Sudeste e Centro-Oeste brasileiro para a rede interligada (baseline - incluindo importações - 2005)</b>				
<b>EF<sub>OM,2005</sub> [tCO<sub>2</sub>/mwh]</b>		<b>λ<sub>2005</sub></b>		<b>EF<sub>y</sub> padrão</b>
0,9653		0,5130		<b>[tCO<sub>2</sub>/mwh]</b>
<b>EF<sub>OM, simples ajustado</sub> [tCO<sub>2</sub>/mwh]</b>		<b>EF<sub>BM,2005</sub></b>		<b>0,279</b>
0,4701		0,0872		
<b>Peso alternativo</b>		<b>Peso padrão</b>		<b>EF<sub>y</sub> alternativo</b>
W <sub>OM</sub> =	0,75	W <sub>OM</sub> =	0,5	[tCO <sub>2</sub> /mwh]
W <sub>BM</sub> =	0,25	W <sub>BM</sub> =	0,5	0,374

<b>Fatores de emissão para o Norte e Nordeste brasileiro para a rede interligada (baseline - incluindo importações - 2005)</b>				
<b>EF<sub>OM,2005</sub> [tCO<sub>2</sub>/mwh]</b>		<b>λ<sub>2005</sub></b>		<b>EF<sub>y</sub> padrão</b>
0,4231		0,5572		<b>[tCO<sub>2</sub>/mwh]</b>
<b>EF<sub>OM, simples ajustado</sub> [tCO<sub>2</sub>/mwh]</b>		<b>EF<sub>BM,2005</sub></b>		<b>0,118</b>
0,1874		0,0491		
<b>Peso alternativo</b>		<b>Peso padrão</b>		<b>EF<sub>y</sub> alternativo</b>
W <sub>OM</sub> =	0,75	W <sub>OM</sub> =	0,5	[tCO <sub>2</sub> /mwh]
W <sub>BM</sub> =	0,25	W <sub>BM</sub> =	0,5	0,153

EF = Fator de emissão  
 OM = Margem de operação  
 BM = Margem de construção  
 λ = Estimativa da razão do número de horas no ano

## Oportunidades de desenvolvimento de projetos de MDL no Brasil

O setor energético no Brasil pode ser considerado um dos pioneiros no mundo na utilização de MDL para viabilização de projetos, por exemplo, na geração de eletricidade a partir de bagaço de cana-de-açúcar, resíduos do processamento de madeira e de pequenas centrais hidrelétricas. Com projetos iniciados desde 2000, havia, em 15 de junho de 2007, cento e trinta e sete (137) projetos de geração



de eletricidade a partir de fontes renováveis de energia em diferentes fases de desenvolvimento, perfazendo 61% do total dos projetos brasileiros (Tabela 4.1.8).

Com relação à relevância de MDL para implantação de projetos, Esparta & Moreira (2006) demonstraram que o incentivo econômico de MDL, apesar de não representar uma variação muito grande na rentabilidade de projetos de energia<sup>6</sup>, pode significar a diferença entre realizar ou não um projeto.

Além disso, não se pode deixar de reconhecer o grande potencial que os biocombustíveis (etanol em menor escala e, pela adicionalidade, principalmente o biodiesel) têm de contribuir para redução de emissões de GEE. Por várias dificuldades, principalmente no monitoramento, ainda não há metodologias aprovadas aplicáveis ao cenário brasileiro. Entretanto, é bastante provável que essa lacuna seja preenchida em breve, ainda mais com o grande empenho demonstrado pelo governo brasileiro na internacionalização e padronização dos biocombustíveis em nível internacional.

**Tabela 4.1.8 – Distribuição das atividades de projeto no Brasil**

Projetos em validação/aprovação	Número de projetos	Redução anual de emissão	Redução de emissões no 1º período de obtenção de crédito	Número de projetos	Redução anual de emissão	Redução de emissão no 1º período de obtenção de crédito
Geração elétrica	137	7.503.256	56.774.326	61%	29%	29%
Suínocultura	38	1.964.633	19.152.149	17%	8%	10%
Aterro sanitário	25	8.680.463	65.286.700	11%	33%	33%
Indústria manufatureira	10	1.557.935	11.168.537	4%	6%	6%
Eficiência energética	9	48.440	406.496	4%	0%	0%
Manejo e tratamento de resíduos (outros)	4	315.112	2.904.653	2%	1%	1%
N <sub>2</sub> O	2	6.041.274	42.288.918	1%	23%	21%
Indústria química	1	17.137	119.960	0%	0%	0%
<b>Total</b>	<b>226</b>	<b>26.128.250</b>	<b>198.101.739</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Fonte: MCT, 2007

6. Variação da taxa interna de retorno do acionista de 12,7% sem o incentivo econômico do MDL até 16,0% com a RCE cotada a USD 20,00.

## Caso prático para estimar os RCE e seu respectivo rendimento: simulação da elaboração de um PDD

Este caso prático é baseado em um projeto MDL registrado e com reduções certificadas de emissões já verificadas e emitidas pelo Conselho Executivo de MDL, o projeto “Piratini Energia S. A – Central de Biomassa – Projeto de MDL de Pequena Escala” (ou simplesmente “Projeto MDL Piratini”). O Projeto MDL Piratini reduz as emissões de GEE, vendendo eletricidade gerada a partir de fonte renovável de energia (resíduos de biomassa) e evitando emissões de metano da degradação de resíduos orgânicos.

 <b>Project 0228 : Koblitz - Piratini Energia S. A - Biomass Power Plant – Small Scale CDM Project</b>		
CDM Home	Project title	
Executive Board (EB)	Host Parties	
Panels / Working Groups / Teams	Other Parties Involved	
Programme of Activities	Activity Category (ies)	
<b>Project Activities</b>	Activity Scale	
Guide to do a CDM project activity	Methodologies Used	
Project Search	Amount of Reductions	
- Registered	Fee level	
- Requesting registration	<b>Validation Report</b> <a href="#">Explanation of taking due account of comments</a> (12 KB) <a href="#">List of documents</a> (23 KB) <a href="#">List of interviewed persons</a> (16 KB) <a href="#">Modalities of communication</a> (3251 KB)  Other documents (descriptions provided by the DOE) <a href="#">Validation Report</a> (228 KB) <a href="#">Annex D to Validation Report</a> (327 KB) <a href="#">additional confirmation</a> (22 KB) <a href="#">PDD as in stakeholder process</a> (1563 KB)  Public availability information upon request of registration on <a href="http://cdm.unfccc.int">cdm.unfccc.int</a> and on <a href="http://www.netinform.net/KE/Wegweiser/Guide2.aspx?ID=983&amp;Ebene1_ID=26&amp;Ebene2_ID=229&amp;mode=1">http://www.netinform.net/KE/Wegweiser/Guide2.aspx?ID=983&amp;Ebene1_ID=26&amp;Ebene2_ID=229&amp;mode=1</a> <a href="#">Compilation of all comments received</a> (12 KB)	
- Requesting crediting period renewal		Registration Date
- Review requested		Crediting Period
- Under review		
- Corrections requested		
- Rejected		
- Withdrawn		
Requests for deviations		
Validation		
Interactive Map		
Issuance of CERs		
Methodologies		
Specific Call for Public Inputs		
Designated National Authorities (DNA)		
Designated Operational Entities (DOE)		
Reference / Documentation		
CDM Statistics		
CDM News		
Extranets		

**Figura 4.1.6 – Projeto MDL 0228: Koblitz - Piratini Energia S.A.**

Fonte: UNFCCC<sup>7</sup>

7. <http://cdm.unfccc.int/Projects/DB/TUEV-SUED1135872521.94/view>.



O projeto consiste na geração de eletricidade em uma central termelétrica que usa resíduos de madeira de empresas de processamento de madeira no entorno da cidade de Piratini, no estado do Rio Grande do Sul. Antes da implementação do projeto, as serrarias não tinham opção de descarte dos resíduos de madeira gerados no processo de produção a não ser a simples disposição a céu aberto. Nesse sentido, um segundo componente do projeto está relacionado a reduções nas emissões de metano da degradação natural dos resíduos de madeira dispostos.

O primeiro passo na preparação de um projeto de MDL é a confirmação da elegibilidade. Isso pode ser realizado, avaliando-se três pontos a seguir:

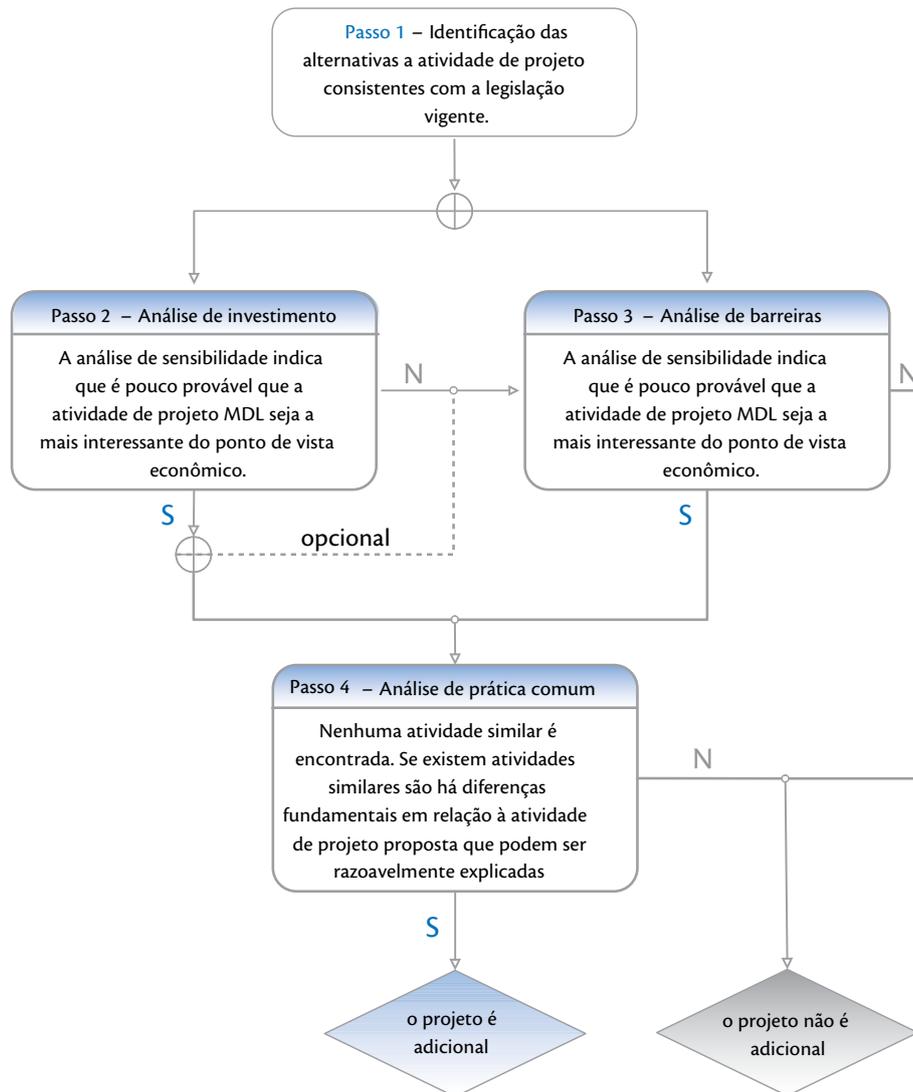
- (1) Adicionalidade - redução de emissões de GEE deve ser adicional àquelas que ocorreriam na ausência da atividade certificada de projeto;
- (2) Aprovação Nacional - a atividade de projeto deve assistir a Parte não incluída no Anexo I a atingir o desenvolvimento sustentável;
- (3) Metodologia aplicável - a atividade de projeto deve levar a benefícios reais, mensuráveis e de longo prazo relacionados com a mitigação da mudança do clima.

O primeiro item, a adicionalidade, está relacionado à indicação da adicionalidade do projeto. Infelizmente a adicionalidade é um conceito puramente conjectural, e por isso necessariamente subjetivo, visto que a existência do projeto impede a demonstração do cenário na ausência do projeto e vice-versa. Portanto, a adicionalidade somente poderá ser indicada pela aplicação de regras determinadas pelo Conselho Executivo de MDL. Apesar disso, pode-se tentar indicar a adicionalidade de uma atividade de projeto essencialmente pela existência de (Figura 4.1.7):

- (a) Alternativas de suprimento do mesmo “serviço” oferecido pelo projeto de que sejam economicamente mais atrativas (conceito somente plenamente aplicável a economias de mercado)
- (b) Barreiras que dificultem a implementação do projeto como, por exemplo, econômicas, tecnológicas e culturais
- (c) Prática comum para oferta do mesmo “serviço” diversa da atividade proposta

No caso do Projeto MDL Piratini, a única alternativa realista ao suprimento de eletricidade pela usina termelétrica a biomassa é a continuidade do suprimento pela rede e o descarte dos resíduos de biomassa em áreas licenciadas com degradação a céu aberto.

Com relação ao descarte do resíduo, a alternativa ao projeto, a disposição em áreas licenciada, tem retorno financeiro negativo ao gerar apenas custos e, portanto, a atividade de projeto proposta, a venda dos resíduos à termelétrica com queima controlada, ao gerar renda é inequivocamente adicional.



**Figura 4.1.7 – Fluxo de informação na aplicação da Ferramenta de adicionalidade**

Fonte: UNFCCC<sup>8</sup>

8. Tool for the demonstration and assessment of additionality, version 03.



No caso da geração de eletricidade, a avaliação econômica dependeria de comparação com projetos similares em outras regiões e/ou com taxas de retorno padronizadas consideradas razoáveis para investimentos semelhantes no país, já que a alternativa de continuidade do suprimento de eletricidade pela rede não é uma ação diretamente comparável ao projeto. Devido à subjetividade desse tipo de análise, os proponentes do projeto preferiram realizar somente uma análise de barreiras incluindo o fator econômico entre elas. De maneira simplificada, as barreiras apresentadas para indicar a adicionalidade do projeto foram:

- (a) **Econômicas** – em um momento em que a taxa Selic variava durante o período em que o investimento no projeto foi avaliado de 45% (março de 1999) a 15% (janeiro de 2001), o projeto apresentava uma taxa interna de retorno estimada em 11% ao ano, indicando claramente a baixa atratividade do investimento
- (b) **Institucional** – o país apresentou, na década imediatamente anterior ao início do projeto, três marcos regulatórios diferentes. Cem por cento estatal até o início da década de 1990, privatização a partir da metade da década e um misto de planejamento estatal com investimento privado a partir de 2002. Além disso, o país passou por um período de forte racionamento em 2001 com acentuada redução no consumo de eletricidade e, consequentemente, aumento da oferta de eletricidade nos anos seguintes
- (c) **Cultural** – o projeto enfrentou resistências de ONGs preocupadas com desmatamento, apesar de o projeto ser implementado em uma área de reflorestamento e da não viabilidade econômica do uso de resíduos de outras regiões
- (d) O projeto foi um dos primeiros empreendimentos independentes de produção de energia a utilizar resíduos florestais. No momento da implementação do projeto, não havia evidência de projetos semelhantes no Brasil que não tivessem considerado o incentivo econômico do MDL para sua viabilização

Com base nesses argumentos, o Projeto MDL Piratini foi considerado adicional por uma Entidade Operacional Designada pelo Conselho Executivo do MDL e validado em 2005.

Em relação ao segundo item, a aprovação nacional, no caso do Brasil o projeto deve estar validado e será avaliado, inclusive com relação à aplicação da metodologia, pela Autoridade Nacional Designada, a Comissão Interministerial sobre Mudança Global do Clima (CIMGC).

Os seguintes documentos são exigidos pela CIMGC para avaliar se a atividade de projeto assiste o país a atingir o desenvolvimento sustentável:

- (a) Tradução para o português do PDD e do relatório de validação finais

- (b) Consulta aos seguintes atores locais, anterior à validação:
  - Prefeitura(s), Câmara(s) dos vereadores, Órgãos ambientais estaduais, Órgãos ambientais municipais, Fórum Brasileiro de ONGs e Movimentos Sociais para o Meio Ambiente e desenvolvimento, Associações comunitárias, Ministério Público.
- (c) Verificação da aplicação da metodologia e da adicionalidade
- (d) Declarações de conformidade trabalhista e ambiental
- (e) Declaração de ponto focal de comunicação
- (f) Compromisso de comunicar à CIMGC quando houver emissões de RCE pelo projeto
- (g) Descrição da contribuição do projeto para o desenvolvimento sustentável incluindo os seguintes itens:
  - Sustentabilidade ambiental local;
  - Condições de trabalho e geração de empregos;
  - Distribuição de renda;
  - Capacitação e desenvolvimento tecnológico;
  - Integração regional e articulação com outros setores.

Como o projeto contribui para a estabilidade do suprimento de eletricidade em uma região ponta de linha, possibilita um descarte ambientalmente correto e sustentável para resíduos de uma indústria importante na cidade, cria empregos e traz no seu bojo uma novidade para o setor de eletricidade, foi aprovado pela Autoridade Nacional Designada em dezembro de 2005<sup>9</sup>.

Finalmente, no que tange a metodologias aplicáveis, o projeto tem capacidade instalada menor do que 15 MW e emite diretamente menos do que 15.000 toneladas de dióxido de carbono e, portanto, é uma atividade de pequena escala. Nesse caso, a metodologia AMS-I.D é aplicável para a geração de eletricidade para a rede por fonte renovável de energia e AMS-III.E por evitar a produção de metano da decomposição da biomassa por meio de combustão controlada. Logo, existem metodologias aprovadas que quantificam benefícios reais, mensuráveis e de longo prazo relacionados com a mitigação da mudança do clima.

Aplicando as metodologias AMS-I.D e AMS-III.E ao projeto tem-se o potencial de atingir reduções certificadas de emissões anuais estimadas em 172.763 toneladas de CO<sub>2</sub>.

Em 11 de fevereiro de 2006, o projeto foi registrado pelo Conselho Executivo do MDL e emitiu, em 3 de janeiro de 2007, após a primeira verificação relacionada ao período de 1º de fevereiro de 2002 a 31 de março de 2006, 564.804 Reduções Certificadas de Emissões<sup>10</sup>.

---

9. <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/14743.html>

10. <http://cdm.unfccc.int/Projects/DB/TUEV-SUED1135872521.94/iProcess/DNV-CUK1155573002.77/view>



## Referências bibliográficas

- ANEEL. Banco de Informações da Geração: Matriz de Energia Elétrica. Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=15>. Acesso em: 30 de Novembro de 2007.
- BAUMERT, K.A.; HERZOG, T.; PERSHING, J. Navigating the numbers: greenhouse gas data and international climate change policy. Washington: World Resources Institute. 122 p. 2005
- BOSI, M.; LAURENCE, A.; MALDONADO, P.; SCHAEFFER, R. SIMOES, A.F.; WINKLER, H.; LUKAMBA, J.-M. Road testing baselines for greenhouse gas mitigation projects in the electric power sector. International Energy Agency/Organization for the Economic Cooperation and Development. 2002
- BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Comunicação Nacional Inicial do Brasil à Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima: Parte II - Inventário de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa não Controlados pelo Protocolo de Montreal. Brasília: 2004.
- BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Status Atual das Atividades de Projeto no Âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) no Brasil e no Mundo (versão 15/06/07). Brasília. 2007.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. EPE. Balanço Energético Nacional 2006: Ano Base 2005. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética. 2006.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. EPE. Balanço Energético Nacional 2007: Ano Base 2006 (Resultados Preliminares). Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética. 2007.
- CDM-EB. Answer to the Request for guidance: Application of AM0015 (and AMS-I.D) in Brazil. Clean Development Mechanism Executive Board, November 29, 2005.
- ESPARTA, A.R.J. Emission factor calculations: the transparency challenge. IN: Greenhouse Gas Market Report 2006 – Financing Response to Climate Change: Moving to Action. Genève (Switzerland): International Emissions Trade Association, 2006.
- ESPARTA, A.R.J.; MOREIRA J.R. Potential impacts of the Kyoto Protocol for Renewable Energy sources in the Brazilian Power Sector. In: WORLD RENEWABLE ENERGY CONGRESS, 9. Florence (Italy), 2006.
- ESPARTA, A.R.J.; FERNANDEZ, P.; COSTA, D.F. da. Fator de emissão de gases de efeito estufa para o sistema interligado brasileiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA, 11. Rio de Janeiro, 2006.

- FGV. O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL: Guia de Orientação. Fundação Getúlio Vargas. 2002.
- IEA. World Energy Outlook 2007. OECD/IEA: Paris, 2007
- IPCC. Revised 1996 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Intergovernmental Panel on Climate Change, 1996.
- IPCC. Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report. Intergovernmental Panel on Climate Change: 2007.
- IPCC. Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report. Intergovernmental Panel on Climate Change: 2007.
- LORA, E.E.S.; NASCIMENTO, M.A.R. Geração termelétrica: projeto e operação. Rio de Janeiro: Editora Interciência. 2004.
- ONS-ADO. Acompanhamento Diário da Operação do Sistema Interligado Nacional. ONS-CNOS. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Operação do Sistema (1/Jan./2003 a 31/Dez./2005). 2003, 2004, 2005.
- SATHAYE, J.; MURTISHAW, J.S.; PRICE, L.; LEFRANC, M.; ROY, J.; WINKLER, H.; SPALDING-FECHER, R. Multiproject baselines for evaluation of electric power projects. Lawrence Berkeley National Laboratory (paper LBLN-51917). 2002.
- SERHS-SP. . Balanço Energético do Estado de São Paulo 2006: Ano Base 2005. São Paulo: Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento. 2006.



IV

## Módulo IV

---

### IV.2 - Resíduos e efluentes





## Introdução

A gestão de resíduos e tratamento de efluentes tem sido por muitas décadas um grande desafio de diversos setores produtivos, e ênfase nesse tema vem sendo dada na busca de soluções que envolvam adequação de efluentes líquidos aos padrões de qualidade aceitáveis e um tratamento de resíduos que garanta o menor impacto ambiental possível.

Inicialmente, foram buscadas soluções internas, em que o gerador do resíduo procurava dar destinação interna por meio de construção de depósitos ou aterros de resíduos. Em um segundo momento, buscou-se também minimizar a geração dos resíduos por meio de análise do processo produtivo e aumento de sua eficiência no uso das matérias-primas e reuso dos resíduos. Finalmente, os resíduos ganharam status de co-produtos, que, quando bem manejados e desenvolvidos, ainda atendem a demanda de outros processos ou empresas como sendo insumos desses.

O tratamento de efluentes vem evoluindo e ganhando contribuições tecnológicas importantes, uma vez que as restrições legais para o seu lançamento são cada vez maiores. Grande foco na reutilização desses efluentes tem sido dada, tanto para evitar o lançamento no meio ambiente, como para diminuir custos das empresas com captação de água ou mesmo para contribuir para a segurança industrial, uma vez que diminui a dependência da empresa no que se refere à água que, cada vez mais, torna-se mais escassa e cara para as empresas.

Apesar de todo esse avanço, o foco ambiental não era voltado para os potenciais impactos dos gases de efeito estufa (GEE) das mudanças climáticas.

Existe um potencial de emissão de GEE para o tratamento anaeróbico de efluentes com alta carga orgânica, causado pela geração de metano ( $\text{CH}_4$ ) e mesmo pela destinação final do lodo orgânico gerado.

No caso de resíduos sólidos com alta carga orgânica, a sua destinação pode gerar formação de GEE ( $\text{CH}_4$ ) por sua estocagem final, o que é o caso dos aterros sanitários ou dos resíduos de biomassa de empresas destinados a aterros próprios ou de terceiros.

Com a ratificação do Protocolo de Quioto e a criação do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), que visam diminuir a geração de GEE, um maior incentivo foi possível para buscar soluções adequadas para aterros e efluentes. Na medida em que a redução de emissões pode ser transforma-

da em projetos de MDL, passou a haver um maior incentivo para a busca de soluções alternativas na gestão de resíduos e efluentes.

A transformação de emissões de GEE em projetos de MDL, por meio da redução dessas emissões, é possível a partir do atendimento das regras estabelecidas no Artigo 12 do Protocolo de Quioto, e em documentos correlatos, conforme o capítulo 2 desse trabalho. A Tabela 4.2.1 apresenta algumas sugestões e possibilidades de projetos relacionados a resíduos sólidos ou líquidos. Outras oportunidades podem existir, mas a tabela serve como um bom guia para identificação de oportunidades.

**Tabela 4.2.1 – Projetos de tratamento de resíduos (líquidos e sólidos)**

<p><b>Aterros domésticos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metano gerando biogás;</li> <li>• Aplicação do metano em processos de geração de energia térmica ou elétrica;</li> </ul>	<p><b>Cogeração com biomassa</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deslocamento de energia;</li> <li>• Deslocamento de energia fóssil;</li> <li>• Metano evitado;</li> </ul>
<p><b>Dejetos de animais</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metano gerando biogás;</li> <li>• Aplicação do metano em processos de geração de energia térmica ou elétrica;</li> </ul>	<p><b>Tratamento de esgoto</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metano gerando biogás;</li> <li>• Aplicação do metano em processos de geração de energia térmica ou elétrica;</li> </ul>
<p><b>Compostagem e outros sistemas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metano evitado;</li> </ul>	<p><b>Geração de calor / energia com biomassa / resíduos;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deslocamento de energia;</li> <li>• Deslocamento de fóssil;</li> <li>• Metano evitado;</li> </ul>
<p><b>Tratamento de efluentes industriais</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metano gerando biogás;</li> <li>• Aplicação do metano em processos de geração de energia térmica ou elétrica;</li> </ul>	

Uma vez identificada a possibilidade de projeto, a atividade selecionada deve ser enquadrada em um dos escopos setoriais existentes, conforme as regras estabelecidas. Esses escopos podem ser consultados no site da Convenção-Quadro das Nações Unidas para Mudanças Climáticas (UNFCCC) (<http://unfccc.int>).

Antes de iniciar um projeto, é importante avaliar sua titularidade. Em um sentido geral, a titularidade de um projeto é definida a partir de quem tem o poder de tomada de decisão sobre o investimento ou atividade de projeto que resultará na redução de emissões de GEE.



A partir do conhecimento da titularidade do projeto e da estruturação contratual que viabiliza o investimento, são definidos os participantes do projeto. O próximo passo é a elaboração do documento de concepção de projeto (*Project Design Document-PDD*), documento base para aprovação de projeto de MDL.

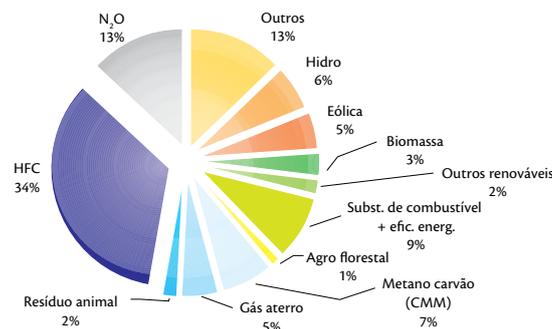
Como parte da etapa da construção do PDD, é importante a identificação de metodologia compatível com a atividade de projeto proposta. Caso não exista uma metodologia aprovada, pode ser conduzida a submissão de uma nova metodologia.

Após seguir todas as etapas formais de projeto até o seu registro no Conselho Executivo do MDL (*Executive Board-EB*), o projeto é implementado e monitorado, possibilitando a geração das Emissões Reduzidas Certificadas (CER).

Um forte impulsionador desses projetos são os mercados existentes para comercialização das CER.

O mercado de emissões de GEE reduzidas vem crescendo significativamente de ano para ano, conforme dados do Banco Mundial. Em seu relatório de 2007, o banco identifica um crescimento de aproximadamente 30% nas transações de redução de emissões em geral de 2005 para 2006 (passando de 378 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> em 2005 para 493 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> em 2006).

No mesmo relatório é apresentado um detalhamento das transações realizadas por classe de projeto. Esse detalhamento leva em conta os volumes transacionados e posicionam como principais projetos geradores de emissões reduzidas de GEE transacionadas os projetos de HFC<sub>23</sub>, N<sub>2</sub>O e eficiência energética/substituição de combustível. Os projetos relacionados a resíduos e efluentes líquidos aparecem com: gás de aterro com 5%, biomassa 3% e resíduo animal 2%. Os dados são apresentados no gráfico a seguir<sup>1</sup>.



1. Fonte: Carbon Trends 2007 – Banco Mundial

## Metodologias atualmente aprovadas – visão geral

As Metodologias Aprovadas de grande e pequena escalas diretamente relacionadas com resíduos e efluentes estão listadas a seguir:

### Resíduos (aterros)

#### *ACM0001 – Consolidated Methodology for landfill gas project activities – Version 4*

- (a) Metodologia utilizada para a captura e a queima de gás de aterro. O conceito básico da metodologia é a geração de metano na decomposição anaeróbica de resíduos orgânicos, o que ocorre normalmente em aterros domésticos. Nesse sentido, a metodologia contempla a captura e a queima do gás ( $\text{CH}_4$ ), gerando  $\text{CO}_2$ . Como o potencial de aquecimento global do metano é 21 vezes maior que o do  $\text{CO}_2$ , a conversão traz uma redução de emissões e gera os CER;
- (b) Cogeração de energia pode ser contemplada. O metano tem um poder calorífico suficiente para gerar energia térmica, que por sua vez pode gerar energia elétrica, considerada sem emissões por ser oriunda do aproveitamento de calor do gás do aterro. Um maior detalhamento desse cálculo pode ser obtido na metodologia ACM0002, considerada na seção referente ao setor de energia;
- (c) Fórmula básica de cálculo contempla:
  - Diferença entre metano recuperado e queimado pela atividade de projeto em relação à linha de base;
  - Aumento da energia elétrica gerada e da intensidade de  $\text{CO}_2$  deslocada na linha de base;
  - Abate das emissões de GEE pela queima de combustíveis fósseis pela atividade de projeto.



## Reaproveitamento de resíduos (cimento)

### *ACM0003 – Emissions reduction through partial substitution of fossil fuels for alternative fuels in cement manufacture - Version 4*

- (a) Metodologia utilizada para o uso de resíduos como fonte de energia e para a redução de emissões na produção de cimento. Essa metodologia considera o deslocamento do consumo de combustível fóssil na geração de energia do processo;
- (b) Resíduos de fontes fósseis e biomassa podem ser considerados, desde que seja gerado um ganho em termos de redução de emissão;
- (c) Fórmula básica de cálculo contempla:
  - Diferença entre o poder calorífico do combustível utilizado no cenário de linha de base e o poder calorífico do resíduo utilizado na atividade de projeto;
  - Considerando as diferenças de consumo e tipo de combustível, calculam-se as emissões de GEE nos cenários de linha de base e atividade de projeto;
  - As emissões reduzidas serão calculadas pela diferença das emissões entre os cenários considerados.

## Reaproveitamento de resíduos (insumo para cimento)

### *ACM0005 – Consolidated methodology for increasing the blend in cement production - Version 3*

- (a) Metodologia utilizada para substituir o clínker na produção de cimento. Diferentemente da metodologia anterior, essa metodologia reduz a emissão de GEE no processo produtivo pela substituição do insumo utilizado;
- (b) Resíduos, como gesso, escória, etc;
- (c) Fórmula básica de cálculo contempla:
  - Diferença das emissões entre o cenário de linha de base e a atividade de projeto que considera as emissões do uso do clínker;
  - Diferença da emissão devido ao consumo de combustíveis fósseis nos dois cenários;
  - Diferença da emissão de GEE relativa ao consumo de energia elétrica da rede.

## Cogeração de energia com resíduos de biomassa

### *ACM0006 – Consolidated methodology for grid-connected electricity generation from biomass - Version 4.*

- (a) Metodologia aplicável para novas unidades de geração de energia, que incrementam a produção de energia a partir de biomassa e que substituam combustível fóssil por biomassa em unidades existentes;
- (b) Biomassa: material orgânico não fossilizado e biodegradável originário de plantas, animais e microorganismos, incluindo gases e líquidos da decomposição de material orgânico;
- (c) Fórmula básica de cálculo contempla:
  - Há 15 possíveis cenários de utilização de resíduos de biomassa, como cenários de expansão de capacidade de geração, novas unidades de co-geração, eficiência energética e substituição de combustível;
  - Os cálculos consideram as emissões dos diferentes cenários.

## Sistemas de tratamento de dejetos de animais

### *ACM0010 – Consolidated methodology for GHG emission reductions from manure management systems.*

- (a) Metodologia aplicável para resíduos de animais, em que existe um sistema de tratamento anaeróbico, que o substitua por um sistema de tratamento (biodigestor) com menor emissão de GEE, onde será captado e queimado o  $\text{CH}_4$ , gerando, ou não, energia elétrica;
- (b) Para que essa metodologia seja aplicável, os animais (suínos, gado, búfalos, ovelhas, cabras e aves) devem estar confinados. O cenário de linha de base não pode ser o lançamento de efluentes em corpos d'água sem tratamento prévio. As lagoas anaeróbicas originais devem ter mais de 1 metro de profundidade, com certos limites de temperatura e tempo de retenção do resíduo nas lagoas anaeróbicas;
- (c) Fórmula básica de cálculo contempla:
  - Para o cenário de linha de base, consideram-se as emissões do metano gerado nas lagoas anaeróbicas abertas, a geração de  $\text{N}_2\text{O}$  no processo, bem como as emissões associadas ao consumo de energia elétrica;
  - No cenário de projeto considera-se o sistema de tratamento (somente anaeróbico ou anaeróbico e aeróbico) e sua emissão correspondente, eficiência de captação e queima de metano, as fugas causadas por vazamentos no sistema de distribuição do biogás e outras fugas, além das emissões de  $\text{N}_2\text{O}$  no processo e as emissões associadas ao consumo de energia elétrica.



## Emissão de metano em tratamento de efluentes orgânicos

### *AM0013 – Avoided methane emissions from organic waste-water treatment – Version 3*

- (a) Metodologia aplicável para substituir um sistema de tratamento anaeróbico existente composto por lagoas abertas anaeróbicas. O foco desta metodologia é como o da ACM0001, ou seja, a captura e a queima do metano. O cenário do projeto não deve contemplar a estocagem do lodo;
- (b) Os cálculos são baseados nos parâmetros Demanda Química de Oxigênio (DQO) e vazão do efluente. No cenário de linha de base são considerados as emissões do sistema de tratamento anaeróbico existente, o consumo de energia elétrica e as emissões pela energia térmica.
- (c) No cenário de projeto devem ser considerados as emissões diretas do lodo gerado, o consumo da energia elétrica, o consumo do combustível fóssil, as fugas na captura e o transporte do metano e a eficiência da queima do metano.

## Tratamento de efluentes anaeróbicos em lagoas existentes

### *AM0022 – Avoided wastewater and onsite energy use emissions in the industrial sector – Version 3*

- (a) Metodologia aplicável para a implantação de sistemas industriais de tratamento de efluentes anaeróbicos em lagoas anaeróbicas existentes;
- (b) Cálculo das emissões do cenário de linha de base e do cenário de projeto leva em consideração as emissões oriundas de metano, consumo de energia e geração de energia térmica. Não inclui emissões de  $N_2O$ .

## Emissão evitada em resíduos orgânicos por tratamento alternativo de efluentes

### *AM0025 – Avoided emissions from organic waste through alternative waste treatment processes – Version 5*

- (a) Metodologia aplicável para projetos que visam tratar resíduos orgânicos que de outra forma seriam depositados em aterros sanitários;
- (b) Tecnologias contemplam: compostagem, gaseificação, digestão anaeróbica e processos mecânicos para a produção de combustíveis;

- (c) O cálculo das emissões do cenário de linha de base inclui as emissões referentes ao metano que seria gerado em um aterro, as emissões devido ao consumo de energia elétrica e as emissões relativas à geração de energia térmica;
- (d) As emissões de projeto envolvem o metano e  $N_2O$  no sistema de tratamento adotado, as emissões relativas ao consumo de energia elétrica e à geração de energia térmica, bem como as fugas e ineficiências dos processos.

## Substituição de combustível fóssil por resíduos de biomassa em caldeiras para geração de calor

### *AM0036 – Fuel switch from fossil fuels to biomass residues in boilers for heat generation*

- (a) Metodologia aplicável para novas caldeiras ou caldeiras existentes que utilizem resíduos orgânicos para geração de calor;
- (b) A metodologia pode ser aplicada em vários tipos de atividades de projetos e diferentes condições de geração de energia, encontrados em uma tabela e condições adicionais;
- (c) O conceito biomassa é definido como material orgânico não fóssil e biodegradável originado de plantas, animais e microorganismos. Estão incluídos ainda produtos, co-produtos e resíduos de agricultura, florestas e atividades relacionadas, assim como a fração orgânica não fóssil e biodegradável de resíduos industriais e municipais. O termo biomassa também inclui gases e líquidos recuperados na decomposição de material orgânico não fóssil e biodegradável;
- (d) Resíduos de biomassa são co-produtos ou resíduos de atividades agrícolas, florestais ou associadas. Não estão considerados os resíduos municipais ou outros resíduos que contenham material fóssil ou não-biodegradável. Pequenas frações de material inorgânico como solo ou materiais arenosos podem ser incluídos. Para todos os cálculos considerados nessa metodologia, a quantidade de resíduos sólidos de biomassa refere-se ao peso seco do resíduo;
- (e) O cálculo da emissão do cenário de linha de base considera as emissões do combustível fóssil utilizado para a geração de calor e o metano pelo decaimento ou pela queima incompleta do resíduo orgânico;
- (f) O cálculo das emissões de projeto considera as emissões causadas pelo consumo de energia elétrica, transporte do resíduo de biomassa e pelas emissões de metano causadas pelo decaimento ou pela queima incompleta do resíduo orgânico.



## Redução de emissão de metano em efluentes orgânicos e lixo sólido orgânicos usando compostagem

### *AM0039 – Methane emissions reduction from organic waste water and bioorganic solid waste using composting*

- (a) Metodologia aplicável para projetos que evitam a geração de metano em lagoas abertas ou tanques de estocagem, e o decaimento natural de sólidos orgânicos em aterros;
- (b) O cálculo das emissões da linha de base considera as emissões de  $\text{CH}_4$  provenientes de matéria orgânica em aterros não controlados, lagoas abertas anaeróbicas, assim como as emissões pelo transporte e em equipamentos auxiliares;
- (c) O cálculo das emissões do projeto considera as emissões de  $\text{CH}_4$  na compostagem e no efluente final, bem como as emissões causadas pelo incremento de transporte e pelos equipamentos auxiliares.

## Produção de biodiesel a partir de óleo de cozinha

### *AM0047 – Production of waste cooking oil-based biodiesel for use as fuel*

- (a) Metodologia aplicável para projetos de produção de biodiesel a partir de resíduos de óleo de cozinha. A metodologia aplica-se a adição de biodiesel em petrodiesel. Essa metodologia não considera outras fontes de biodiesel;
- (b) A titularidade dos créditos, conforme consta da metodologia, é do produtor do biodiesel e não do gerador do resíduo;
- (c) O cálculo das emissões da linha de base considera as emissões originárias das fontes móveis (veículos) ou fontes fixas que consomem o diesel de petróleo (fóssil);
- (d) O cálculo das emissões do projeto considera as emissões provenientes do transporte do resíduo de óleo de cozinha, as emissões da produção do biodiesel, as emissões do transporte do biodiesel até seu ponto de utilização, bem como as emissões da fonte móvel (veículos) ou da fonte fixa que consumirá a mistura de diesel de petróleo com o biodiesel.

## Aumento de eficiência de caldeira pelo uso de emulsão de resíduos de água e óleo

### *AM0054 – Energy efficiency improvement of a boiler by introducing oil/water emulsion technology*

- (a) Metodologia aplicável para projetos que utilizam a tecnologia de emulsão água/óleo em caldeira que previamente operam com resíduos de óleo combustível, objetivando aumentar a sua eficiência energética;
- (b) O cálculo das emissões do cenário de linha de base considera as emissões referentes ao consumo de resíduo de óleo combustível na caldeira;
- (c) O cálculo das emissões do cenário de projeto considera as emissões oriundas do consumo dos resíduos de óleo combustível na caldeira, do consumo de energia elétrica adicionada pelo projeto e as emissões do aditivo a ser consumido na caldeira.

## Emissão de metano evitada de resíduos de biomassa com seu uso como insumo na produção de papel e celulose

### *AM0057 – Avoided emissions from biomass wastes through use as feed stock in pulp and paper production*

- (a) Metodologia aplicável para projetos que envolvem a construção de novas unidades de produção de papel e celulose que utilizem resíduos agrícolas como insumos;
- (b) O cálculo das emissões no cenário de linha de base considera as emissões referentes à geração de metano na decomposição do resíduo agrícola em aterro;
- (c) O cálculo das emissões do cenário de projeto considera as emissões oriundas do consumo de combustível fóssil no projeto, do consumo de energia elétrica e do transporte de resíduos até a fábrica.

## Metodologias de pequena escala:

### *AMS-III.– Agriculture*

O Comitê Executivo reconhece que atividades nessa categoria são possíveis, porém nenhuma metodologia foi submetida e, portanto, mais trabalho necessita ser feito de forma a estabelecer uma metodologia para tal.



### *AMS-III.D. - Methane recovery in agricultural and agro industrial activities*

A metodologia contempla projetos que mitigam as emissões de metano geradas por resíduos e dejetos agrícolas. A metodologia define:

- (a) A atividade de projeto consiste na captura e queima do metano no sistema existente ou a implantação de um sistema de tratamento que prevê a captura e queima do metano.

### *AMS-III.E. - Avoidance of methane production from biomass decay through controlled combustion*

A metodologia contempla a atividade de projeto que evita a geração de metano de biomassa ou outra matéria orgânica que, de outra forma, passaria por um processo de decaimento em condições anaeróbicas ou seria disposta em aterros sanitários sem recuperação de metano. A metodologia inclui:

- (a) A queima de biomassa ou matéria orgânica para evitar a geração de metano;
- (b) Caso a combustão da matéria orgânica ou biomassa seja usada para gerar energia ou calor, essa atividade de projeto deve se referenciar à metodologia apropriada.

### *AMS-III.F. - Avoidance of methane production from biomass decay through composting*

A atividade de projeto contemplada nessa metodologia visa evitar a geração de metano de biomassa ou matéria orgânica que de outra forma seria degradada anaerobicamente em um local de disposição de resíduos sólidos sem recuperação de metano. Possíveis atividades de projeto são:

- (a) A implantação de um sistema de compostagem aeróbica com correta aplicação dos resíduos no solo;
- (b) A construção e expansão de instalações de compostagem ou o aumento da capacidade da instalação existente;
- (c) Aplicável também para sistemas de co-compostagem, que tratam resíduos sólidos e efluentes que, de outra forma, seriam enviados a sistemas de tratamento anaeróbicos sem recuperação do metano.

### *AMS-III.G. - Landfill methane recovery*

Similar à metodologia ACM0001, porém bastante mais simplificada. Considera a captura e combustão do metano gerado em aterros de resíduos das atividades humanas.

### *AMS-III.H. - Methane recovery in wastewater treatment*

Metodologia similar à AM0013, porém bastante mais simplificada. A metodologia contempla:

- (a) Substituição de um sistema de tratamento aeróbico por um sistema de tratamento anaeróbico com recuperação e queima de metano;
- (b) Introdução de um sistema anaeróbico de tratamento de lodo com recuperação e queima de metano;
- (c) Introdução da recuperação e queima de metano em um sistema de tratamento de lodo existente;
- (d) Introdução de um sistema de coleta e queima de metano em um sistema de tratamento anaeróbico existente;
- (e) Introdução de um sistema de tratamento de efluente anaeróbico com recuperação e queima de metano, com ou sem tratamento do lodo, para um efluente anteriormente não tratado;
- (f) Introdução de uma etapa de tratamento do efluente com recuperação e queima do metano, com ou sem tratamento do lodo, em um sistema de tratamento existente sem recuperação de metano.

### *AMS-III.I. - Avoidance of methane production in wastewater treatment through replacement of anaerobic lagoons by aerobic systems*

A metodologia contempla a implantação de um sistema de tratamento de efluentes aeróbico em substituição a um sistema de tratamento aeróbico sem recuperação de metano.

### *AMS-III.J. - Avoidance of fossil fuel combustion for carbon dioxide production to be used as raw material for industrial processes*

A metodologia prevê evitar a combustão de combustíveis fósseis para a produção de CO<sub>2</sub>, utilizando o carbono contido em uma biomassa como insumo para essa produção.

### *AMS-III.L. - Avoidance of methane production from biomass decay through controlled pyrolysis*

A metodologia é usada para evitar a geração de metano pela degradação anaeróbica de matéria orgânica em local sem recuperação de metano. A emissão de metano será evitada pela pirólise do mesmo.



### *AMS-III.M. - Reduction in consumption of electricity by recovering soda from paper manufacturing process*

A metodologia é usada para recuperar a soda do efluente (licor negro) para ser reusado no processo de produção de papel. A soda recuperada demanda menos energia do que a fabricação de soda, resultando na redução de emissões de GEE.

## Caso prático de projeto

Os resíduos sólidos e tratamento de efluentes são fontes potenciais importantes para projetos de MDL, conforme mencionado na introdução deste capítulo.

Considerando a grande variedade existente de projetos de MDL relativos aos temas de resíduos e efluentes, e as diversas metodologias existentes, é escolhido um caso específico para ilustrar o presente trabalho. A seguir será apresentado um projeto de recuperação e queima de metano em aterro doméstico a partir da metodologia Aprovada ACM 0001.

### **Resíduos domésticos – aterros sanitários**

Projetos dessa natureza estão, geralmente, atrelados a iniciativas públicas municipais. Nesse sentido, os primeiros pontos a serem tratados são os riscos políticos e a titularidade desses projetos, uma vez que a responsabilidade de coletar e destinar resíduos domésticos de cidades é do município.

O objetivo deste exemplo é capturar e queimar o biogás produzido no aterro, para evitar as emissões de metano para a atmosfera. A prática corrente no aterro é a coleta e queima do biogás por meio de um sistema de ventilação passiva, sem nenhum monitoramento sistemático dos flares. O metano é emitido para a atmosfera, por meio dos drenos de gases existentes no aterro, e parte desse gás é queimado para garantir condições de segurança e odor. Assim, é necessário um incentivo extra para que o aterro realize investimentos adicionais de modo a aumentar a quantidade de gás coletado e instalar a infra-estrutura necessária para queimar o metano produzido no local.

A atividade de projeto envolve a instalação de uma rede de coleta de gás e de um sistema de queima em flares. O sistema de coleta será construído utilizando os drenos existentes. Esses drenos serão co-

bertos e conectados a um ramal coletor central para transportar o biogás para o flare. Um soprador será instalado para aumentar a quantidade de biogás coletada.

Neste projeto, toda a energia necessária para a atividade de projeto será gerada em moto-geradores a biogás, e nenhuma redução de emissão será requisitada pelo deslocamento de energia de outras fontes. O fator de emissão será calculado *ex-post* de acordo com a metodologia ACM0002 Versão 06, em caso de emissões não desejadas pela necessidade forçada de utilização de energia da rede.

## Participantes do projeto

**Tabela 4.2.2 – Participantes do projeto**

<b>Nome das partes envolvidas* (anfitrião) indica uma parte anfitriã)</b>	<b>Entidade(s) pública e/ou privada(s) Participantes do projeto* (se aplicável)</b>	<b>Indicar se parte envolvida deseja ser considerada como participante do projeto (Sim/Não)</b>
Brasil (País onde o projeto está sendo desenvolvido)	Empresa responsável pelo projeto	Não
(País onde se localiza o comprador dos créditos)	Empresa compradora dos créditos	Não

\* De acordo com CDM Modalities and Procedures, quando da publicação para comentários durante o estágio de validação, uma parte envolvida pode não aprovar o projeto de MDL. Quando do pedido de registro, a aprovação pelas partes envolvidas é necessária.

## Referência da metodologia de linha de base e monitoramento aprovada aplicada à atividade de Projeto

Metodologia de base consolidada e aprovada ACM0001 (versão 05): Metodologia de base consolidada para atividades de projeto de gás para aterros sanitários.

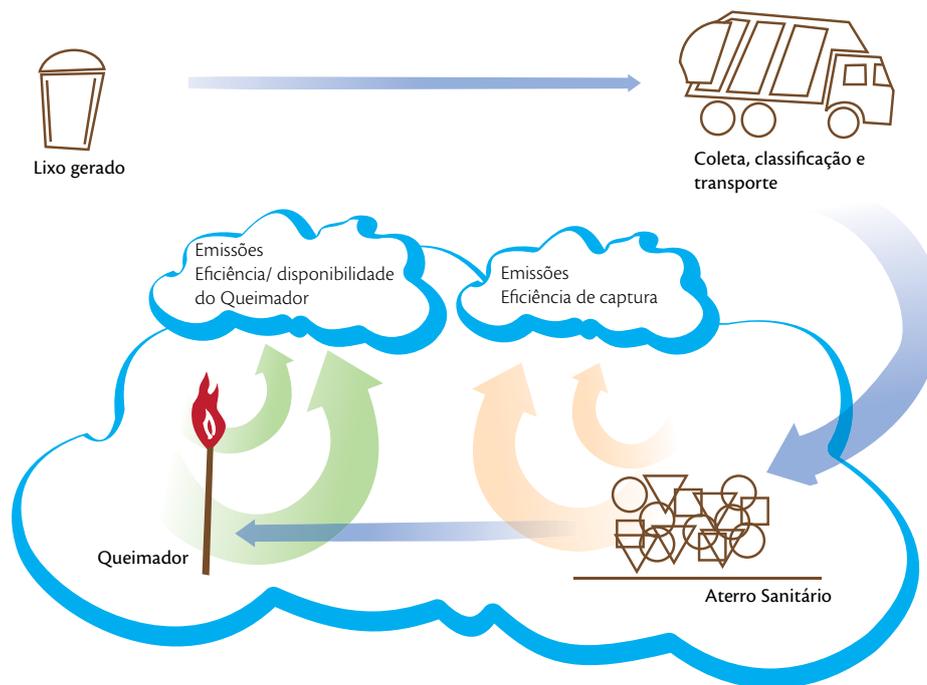
A ACM0001 usa como fonte:

- Ferramenta para demonstração e avaliação da última versão de adicionalidade (versão 03) (*Tool for demonstration and assessment of additionality*);
- Ferramenta para determinar as emissões do projeto de gases combustíveis contendo metano. (*Tool to determine project emissions from flaring gases containing methane*).



## Limite do projeto

O limite do projeto está dentro da área ocupada pelo aterro sanitário e o local de captura e queima/ uso do biogás (Figura 4.2.1).



**Figura 4.2.1 – Exemplo de limite de um aterro retirado de um PDD real**

## Descrição do cenário de linha de base

Para o desenvolvimento de um projeto de MDL, o cenário de linha de base deve ser claramente identificado, sendo este cenário o que ocorreria na ausência do projeto. Isto é, o cenário de linha de base representa o cenário mais provável de acontecer, ou seja, o cenário que enfrenta menos barreiras à sua implantação sendo, portanto, a escolha lógica.

O primeiro passo é identificar os cenários possíveis de atividade de projeto. No presente caso teremos:

**Alternativa 1:** O operador do aterro sanitário investiria na captura e queima do biogás como atividade de projeto CDM. Devido à legislação brasileira atual, a localização e as condições do aterro sanitário, a realização utilizando esta alternativa é pouco provável. Não seria uma alternativa economicamente atraente para o proprietário da terra, nem para o operador do aterro sanitário. Portanto, sua adoção é pouco plausível.

**Alternativa 2:** O operador do aterro sanitário manteria as atividades atuais de acordo com a prática comum, ou seja, não queimar o gás do aterro sanitário, pois não há regulamentações para as emissões de metano. Este é o curso de ação mais plausível, se a atividade do projeto não for considerada.

Uma vez que a atividade de projeto não acarretará comercialização de bens ou serviços (p.e. eletricidade ou energia térmica) e nenhum outro incentivo será obtido com a captura e queima de metano, e levando em consideração que a legislação brasileira não obriga os aterros a queimarem o metano, o aterro continuaria com o seu negócio tradicional (disposição final de resíduos sólidos) e o metano continuaria a ser emitido para a atmosfera, de acordo com o cenário de linha-de-base.

## Definição da adicionalidade do projeto

A adicionalidade do projeto deve ser averiguada, sendo a mesma a demonstração de que o projeto de MDL e as reduções de emissão de GEE foram ou são importantes na tomada de decisão de implantação do projeto.

A análise de investimento visa demonstrar a adicionalidade de um projeto, uma vez que o investimento não seria realizado dado seu insuficiente retorno financeiro. Essa análise pode ser:

- **Custo simples** – Essa análise pode ser considerada caso o projeto não ocasione geração de receita ou redução de custos, sendo somente um investimento sem retorno;
- **Comparação de investimento** – Caso o projeto gere receita e existam mais opções de investimentos para comparação, pode ser feita entre projetos utilizando-se indicadores financeiros tradicionais como Taxa Interna de Retorno (TIR), Valor Presente Líquido (VPL) ou outros;
- **Benchmarking** – Da mesma forma, o projeto pode ser comparado a um índice de referência para a aprovação do projeto na empresa. Como exemplo, caso a empresa utilize uma



TIR mínima de 12% e o projeto apresenta uma TIR inferior sem considerar as receitas com MDL, o projeto de MDL tende a ser adicional.

Para o presente exemplo foram seguidos os seguintes passos:

## **Passo 1 - Identificação se as alternativas à atividade do projeto está consistente com as leis e regulamentações atuais**

### **Sub-passo 1a. Definir alternativas à atividade do projeto:**

As alternativas à atividade do projeto são as identificadas no item “Descrição do cenário de linha de base”.

### **Sub-passo 1b. Consistência com leis e regulamentações obrigatórias:**

**Alternativa 1:** A alternativa está em conformidade com todas as leis e regulamentações aplicáveis, como explicado neste sub-passo, no item Atividade do Projeto, pois esta alternativa é semelhante à atividade do projeto, mas não é empreendida como atividade do projeto CDM.

**Alternativa 2:** As atividades atuais também estão de conformidade com todas as leis e regulamentações aplicáveis.

## **Passo 2 - Análise de investimento**

### **Sub-passo 2a. Determinar um método de análise adequado**

Como não há intenção de produzir eletricidade comercialmente, e não haverá atividades lucrativas, nem redução de custo no projeto, a Opção I – a simples análise de custo – é escolhida.

### **Sub-passo 2b – Opção I. Aplicação de análise de custo simples**

O aterro sanitário opera sem queima eficiente de biogás. Não há razão para acreditar que sistemas de captura e combustão de biogás mais eficientes seriam instalados por segu-

rança, razões operacionais, ou problemas de odor. A instalação de um sistema de captura e combustão de biogás, mesmo ineficiente, exigiria despesas do proprietário do aterro sanitário, sem nenhum tipo de compensação financeira, comprometendo sua viabilidade.

Como a combustão dos gases representa um esforço para melhorar a qualidade ambiental do aterro sanitário, sem a geração de energia ou quaisquer subprodutos da atividade que poderiam trazer lucros ou dividendos, o projeto não apresenta resultados economicamente atraentes.

Como o cenário da linha de base está de acordo com os regulamentos e leis nacionais e como a atividade de projeto não receberá nenhuma receita com a venda de eletricidade ou de metano, a implantação da atividade de projeto não terá nenhum outro benefício financeiro que não sejam as receitas do MDL.

### **Passo 3 - Análise de barreiras**

Não é aplicável, pois foi adotada a análise de investimentos.

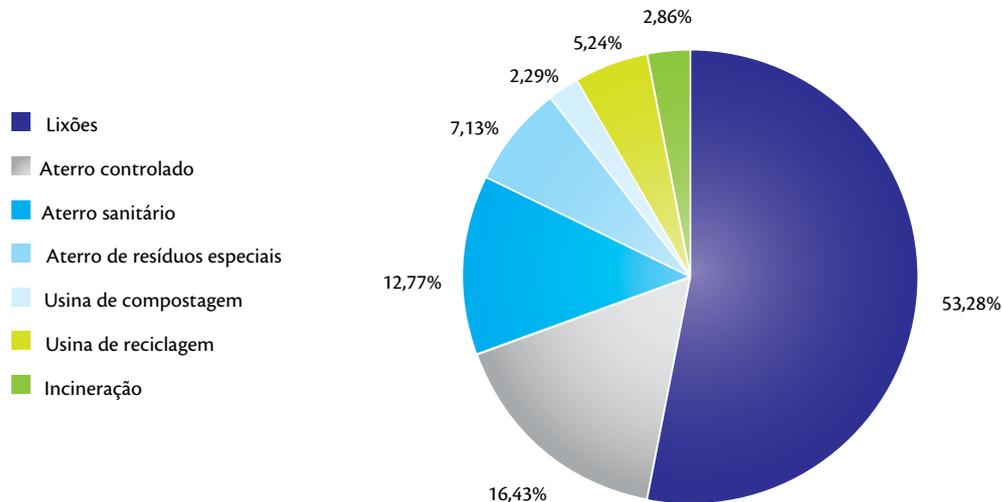
### **Passo 4 - Análise das práticas comuns**

#### **Sub-passo 4a. Análise de outras atividades semelhantes à atividade de projeto proposta:**

No presente momento, não há atividades semelhantes ao projeto, sem considerar outros projetos CDM semelhantes, sendo realizados no Brasil (Figura 4.2.2).

#### **Sub-passo 4b. Discussão de quaisquer opções semelhantes que estão ocorrendo:**

Considerando que não há atividades semelhantes observadas e sendo realizadas comumente, não é possível fazer uma análise a esta altura.



**Figura 4.2.2 – Disposição final de resíduos por municípios no Brasil**

Fonte: PNSB, 2005

## Quantificação dos CER do projeto

A metodologia ACM0001 é aplicável a atividades de projeto de captura de gás de aterro sanitário, em que o cenário de linha de base é a liberação, parcial ou total, do gás na atmosfera e as atividades de projeto incluem situações como:

- O gás capturado é queimado; ou
- O gás capturado é usado para produzir energia (por exemplo, energia elétrica ou térmica), mas nenhuma redução de emissão é exigida para deslocar ou evitar energia de outras fontes; ou
- O gás capturado é usado para produzir energia (por exemplo, energia elétrica ou térmica), e as reduções de emissão são exigidas para deslocar ou evitar a geração de energia de outras fontes.

Na última situação, uma metodologia de linha de base para energia elétrica e/ou térmica deslocada será fornecida, ou uma aprovada será usada, incluindo a ACM0002 "Metodologia Consolidada para

Geração de Energia Conectada à Rede de Fontes Renováveis”. Se a capacidade da eletricidade gerada for menor do que 15MW, e/ou a energia térmica deslocada for menor do que 54TJ (15GWh), podem ser usadas metodologias de pequena escala.

Como a atividade de projeto se enquadra na situação “b”, pois o projeto consiste na simples captura e combustão do gás gerado pelo aterro sanitário e produção de energia apenas para a utilização na atividade de projeto, a metodologia é aplicável a esta atividade de projeto.

Conforme especificado pela metodologia, a redução de emissão de CO<sub>2</sub> será calculada conforme segue:

$$ER_y = (MD_{\text{project},y} - MD_{\text{reg},y}) \cdot GWP_{\text{CH}_4} + EL \cdot CEF_{\text{electricity}} - ET_y \cdot CEF_{\text{thermal}}$$

Em que:

**ER<sub>y</sub>** = Redução da emissão em um dado ano “y”, em toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (tCO<sub>2e</sub>);

**MD<sub>project,y</sub>** = A quantidade de metano que teria sido destruída/queimada pela atividade do projeto durante o ano, em toneladas de metano (tCH<sub>4</sub>);

**MD<sub>reg,y</sub>** = A quantidade de metano que teria sido destruída/queimada durante o ano na ausência do projeto, em toneladas de metano (tCH<sub>4</sub>);

**GWP<sub>CH4</sub>** = O valor do Potencial Global de Aquecimento para o metano para o primeiro período de compromisso é 21 tCO<sub>2e</sub>/tCH<sub>4</sub>;

**EL<sub>y</sub>** = Quantidade líquida de eletricidade exportada durante o ano y, em megawatt horas (MWh);

**CEF<sub>electricity</sub>** = Intensidade das emissões de CO<sub>2</sub> da eletricidade deslocada, em tCO<sub>2e</sub>/MWh. Como toda eletricidade utilizada pelo projeto será produzida pelo biogás a emissão da rede elétrica não é relevante ao projeto;

**ET<sub>y</sub>** = Quantidade incremental de combustível fóssil, definido como a diferença do combustível fóssil usado na linha de base e o fóssil usado durante o projeto, para a energia necessária, no local, para a atividade do projeto durante o ano y, em TJ;

**CEF<sub>thermal</sub>** = Intensidade das emissões de CO<sub>2</sub> do combustível usado para gerar energia térmica/mecânica, em tCO<sub>2e</sub>/TJ.

Neste projeto específico, não haverá produção de energia térmica nem elétrica, de modo que os seguintes componentes da equação não gerarão reduções de emissão:



$$ET_y = 0$$

$EL_y$ , embora não gere redução de emissões, será calculado para descontar o aumento da emissão de  $CO_{2e}$  devido ao aumento do uso de eletricidade, e é calculado da seguinte maneira:

$$EL_y = EL_{EX,LGFG} - EL_{IMP}$$

Em que:

$EL_{EX,LGFG}$  = Quantidade líquida de eletricidade exportada durante o ano  $y$ , produzida usando o gás do aterro sanitário, em megawatt horas (MWh);

$EL_{IMP}$  = Eletricidade importada incremental líquida, definida como a diferença das importações do projeto menos quaisquer importações de eletricidade na linha de base, para atender aos requisitos do projeto, em MWh. Neste projeto, eletricidade não será importada.

Considerando que  $EL_{EX,LGFG} = 0$  pois não há exportação de eletricidade no projeto. Portanto,  $EL_y$  também é 0.

$$EL_{IMP} = EF_{\text{electricity}} \times \text{Consumo de eletricidade durante 7 anos.}$$

Consumo de eletricidade durante os 7 anos = 0.

$$EL_{IMP} = 0\text{MWh}$$

Não há requisitos regulatórios ou contratuais especificando  $MD_{reg,y}$  e o “Fator de Ajustamento” (AF), e a equação a ser usada é:

$$MD_{reg,y} = MD_{project,y} \cdot AF$$

Em relação à verificação da eficiência da combustão, em conformidade com a “Ferramenta para determinar emissões do projeto de gases combustíveis contendo metano”, será monitorada, continuamente, a eficiência da destruição do metano do queimador enclausurado (a eficiência da queima).

A ferramenta envolve os sete seguintes passos:

**Passo 1:** Determinação da taxa do fluxo de massa do gás residual que é queimada;

- Passo2:** Determinação da fração de massa de carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio no gás residual;
- Passo3:** Determinação da proporção do fluxo volumétrico do gás de exaustão em base seca;
- Passo4:** Determinação da proporção do fluxo de massa do metano do gás de exaustão em base seca;
- Passo5:** Determinação da taxa do fluxo de massa do metano do gás residual em base seca;
- Passo6:** Determinação da eficiência da queima por hora;
- Passo7:** Cálculo das emissões anuais da combustão do projeto, com base em valores medidos hora a hora, ou com base na eficiência padrão do queimador.

Os participantes do projeto aplicarão esses passos para calcular as emissões da combustão do projeto ( $PE_{\text{flare},y}$ ) com base na eficiência da combustão medida hora a hora, ou com base nos valores padrão para a eficiência da combustão ( $\eta_{\text{flare},h}$ ).

O procedimento de cálculo, estabelecido por esta ferramenta, determina a taxa de fluxo do metano antes e depois da destruição na queima, levando em conta a quantidade de ar fornecido à reação de combustão e a composição do gás de exaustão (oxigênio e metano). A eficiência da queima é calculada para cada hora do ano com base ou nas mensurações, ou nos valores padrão mais parâmetros operacionais. As emissões do projeto são determinadas multiplicando a taxa de fluxo de metano no gás residual pela eficiência do queimador para cada hora do ano.

## Passo 1 - Determinação da taxa do fluxo de massa do gás residual que é queimado

Este passo calcula a taxa do fluxo de massa do gás residual em cada hora  $h$ , com base na taxa do fluxo volumétrico e na densidade do gás residual. A densidade do gás residual é determinada com base na fração volumétrica de todos os componentes do gás:

$$FM_{\text{RG},h} = \rho_{\text{RG},h} \times FV_{\text{RG},h}$$

Em que:

$FM_{\text{RG},h}$  = taxa do Fluxo de Massa do gás residual na hora  $h$  (kg/h);

$\rho_{\text{RG},h}$  = Densidade do gás residual em condições normais na hora  $h$  (kg/m<sup>3</sup>);

$FV_{\text{RG},h}$  = m<sup>3</sup>/h Taxa do fluxo volumétrico do gás residual em base seca, em condições normais, na hora  $h$ .



e:

$$\rho_{RG,n,h} = \frac{P_n}{\frac{R_u}{MM_{RG,h}} \times T_n}$$

Em que

$\rho_{RG,n,h}$  = Densidade do gás residual em condições normais na hora  $h$  (kg/m<sup>3</sup>);

$P_n$  = Pressão atmosférica em condições normais (Pa: 101.325);

$R_u$  = Constante universal dos gases (Pa.m<sup>3</sup>/kmol.K: 8,314);

$MM_{RG,h}$  = Massa molecular do gás residual na hora  $h$  (kg/kmol);

$T_n$  = Temperatura em condições normais (K: 273,15).

$$MM_{RG,h} = \sum_i (fv_{i,h} * MM_i)$$

Em que:

$MM_{RG,h}$  = Massa molecular do gás residual na hora  $h$  (kg/kmol);

$Fv_{i,h}$  = Fração volumétrica do componente  $i$  no gás residual na hora  $h$ ;

$MM_i$  = Massa molecular do componente  $i$  do gás residual (kg/kmol);

$I$  = Os componentes CH<sub>4</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>.

Em uma abordagem simplificada, os participantes do projeto podem apenas mensurar a fração volumétrica do metano e considerar a diferença para 100% como sendo nitrogênio (N<sub>2</sub>), sendo que este não é um gás de efeito estufa.

## Passo 2 - Determinação da fração de massa de carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio no gás residual

Determinação da fração de massa de carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio no gás residual é calculada a partir da fração volumétrica de cada componente  $i$  no gás residual, conforme segue:

$$fm_{j,h} = \frac{\sum_i fv_{i,h} \cdot AM_j \cdot NA_{j,i}}{MM_{RG,h}}$$

Em que:

$fm_{j,h}$  = Fração da massa do elemento  $j$  no gás residual na hora  $h$ ;

$fv_{i,h}$  = Fração volumétrica do componente  $i$  no gás residual na hora  $h$ ;

$AM_j$  = Massa atômica do elemento  $j$  (kg/kmol);

$NA_{j,i}$  = Número de átomos do elemento  $j$  no componente  $i$ ;

$MM_{RG,h}$  = Massa molecular do gás residual na hora  $h$  (kg/kmol);

$j$  = Os elementos carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio;

$i$  = Os componentes  $CH_4$ ,  $CO$ ,  $CO_2$ ,  $O_2$ ,  $H_2$ ,  $N_2$ .

### Passo 3 - Determinação da taxa de fluxo volumétrico do gás de exaustão em base seca

Este passo é aplicável a este projeto, pois a eficiência da queima do metano é continuamente monitorada.

A determinação da taxa do fluxo volumétrico médio do gás de exaustão em cada hora  $h$  baseia-se num cálculo estequiométrico do processo de combustão, que depende da composição química do gás residual, da quantidade de ar fornecido para queimá-lo e da composição do gás de exaustão, conforme segue:

$$TV_{n,FG,h} = V_{n,FG,h} \times FM_{RG,h}$$

Em que:

$TV_{n,FG,h}$  = Taxa de fluxo volumétrico do gás de exaustão em base seca, em condições normais, na hora  $h$  ( $m^3/h$ );

$V_{n,FG,h}$  = de gás residual – Volume do gás de exaustão da queima em base seca, em condições normais, por kg de gás residual na hora  $h$  ( $m^3/kg$ );

$FM_{RG,h}$  = Taxa de fluxo de massa do gás residual na hora  $h$  (kg gás residual/h).



$$V_{n,FG,h} = V_{n,CO_2,h} + V_{n,O_2,h} + V_{n,N_2,h}$$

Em que:

$V_{n,FG,h}$  = Volume do gás de exaustão da queima em base seca, em condições normais, por kg de gás residual na hora  $h$  ( $m^3/kg$  de gás residual);

$V_{n,CO_2,h}$  = Quantidade de volume de  $CO_2$  livre no gás de exaustão da queima, em condições normais, por kg de gás residual na hora  $h$  ( $m^3/kg$  de gás residual);

$V_{n,N_2,h}$  = Quantidade de volume de  $N_2$  livre no gás de exaustão da queima, em condições normais, por kg de gás residual na hora  $h$  ( $m^3/kg$  de gás residual);

$V_{n,O_2,h}$  = Quantidade de volume de  $O_2$  livre no gás de exaustão da queima ( $m^3/kg$  de gás residual).

$$V_{n,O_2,h} = n_{O_2,h} \times MV_n$$

Em que:

$V_{n,O_2,h}$  = Quantidade de volume de  $O_2$  livre no gás de exaustão da queima, em condições normais, por kg de gás residual na hora  $h$  ( $m^3/kg$  de gás residual);

$n_{O_2,h}$  = Quantidade de moles  $O_2$  no gás de exaustão da queima, por kg de gás residual queimado, na hora  $h$  ( $kmol/kg$  de gás residual);

$MV_n$  = Volume de um mole de qualquer gás ideal, à temperatura e pressão normais (22.4 L/mol).

$$V_{n,N_2,h} = MV_n * \left\{ \frac{fm_{N,h}}{200AM_N} + \left( \frac{1 - MF_{O_2}}{MF_{O_2}} \right) * [F_h + n_{O_2,h}] \right\}$$

Em que:

$V_{n,N_2,h}$  = Quantidade de volume de  $N_2$  livre no gás de exaustão da queima, em condições normais, por kg de gás residual na hora  $h$  ( $m^3/kg$  de gás residual);

$MV_n$  = Volume de um mole de qualquer gás ideal, a temperatura e pressão normais (22.4  $m^3/Kmol$ );

$fm_{N,h}$  = Fração da massa de nitrogênio no gás residual na hora  $h$ ;

$AM_n$  = Massa atômica do nitrogênio ( $kg/kmol$ );

$MF_{O_2}$  = Fração volumétrica de  $O_2$  do ar;

$F_h$  = Quantidade estequiométrica de moles de  $O_2$  necessárias para a completa oxidação de um kg de gás residual, na hora  $h$  kmol/kg de gás residual;

$n_{O_2,h}$  = Quantidade de moles de  $O_2$  no gás de exaustão da queima, por kg de gás residual, na hora  $h$  (kmol/kg de gás residual).

$$V_{n,CO_2,h} = \frac{fm_{C,h}}{AM_C} * MV_n$$

Em que:

$V_{n,CO_2,h}$  = Quantidade de volume de  $CO_2$  livre no gás de exaustão da queima, em condições normais, por kg de gás residual na hora  $h$  ( $m^3/kg$  de gás residual);

$fm_{C,h}$  = Fração da massa de carbono no gás residual na hora  $h$ ;

$AM_C$  = Massa atômica do carbono (kg/kmol);

$MV_n$  = Volume de um mole de qualquer gás ideal, a temperatura e pressão normais ( $22.4 m^3/Kmol$ )

$$n_{O_2,h} = \frac{t_{O_2,h}}{\left\{1 - \left(t_{O_2,h} / MF_{O_2}\right)\right\}} \times \left[ \frac{fm_{C,h}}{AM_C} + \frac{fm_{N,h}}{2AM_N} + \left( \frac{1 - MF_{O_2}}{MF_{O_2}} \right) \times F_h \right]$$

Em que:

$n_{O_2,h}$  = Quantidade de moles de  $O_2$  no gás de exaustão da queima, por kg de gás residual queimado, na hora  $h$  (kmol/kg de gás residual);

$t_{O_2,h}$  = Fração volumétrica de  $O_2$  no gás de exaustão, na hora  $h$ ;

$MF_{O_2}$  = Fração volumétrica do  $O_2$  no ar (0.21);

$F_h$  = Quantidade estequiométrica de moles de  $O_2$  necessárias para a completa oxidação de um kg de gás residual, na hora  $h$  (kmol/kg gás residual);

$fm_{j,h}$  = Fração da massa do elemento  $j$  no gás residual na hora  $h$ ;

$AM_j$  = Massa atômica do elemento  $j$  (kg/kmol);

$j$  = O elemento carbono (índice C) e nitrogênio (índice N).



$$F_h = \frac{fm_{C,h}}{AM_C} + \frac{fm_{H,h}}{4AM_H} + \frac{fm_{O,h}}{AM_O}$$

Em que:

$F_h$  = Quantidade estequiométrica de moles de  $O_2$  necessárias para a completa oxidação de um kg de gás residual, na hora  $h$  kmol  $O_2$ /kg de gás residual;

$fm_{j,h}$  = Fração da massa do elemento  $j$  no gás residual na hora  $h$ ;

$AM_j$  = Massa atômica do elemento  $j$  (kg/kmol);

$j$  = Os elementos carbono (índice C), hidrogênio (índice H) e oxigênio (índice O)

#### Passo 4 - Determinação da taxa de fluxo da massa de metano no gás de exaustão em base seca

O fluxo da massa de metano no gás de exaustão é baseado no fluxo volumétrico do gás de exaustão e na concentração mensurada de metano no gás de exaustão, conforme segue:

$$TM_{FG,h} = \frac{TV_{n,FG,h} * fv_{CH_4,FG,h}}{1000000}$$

Em que:

$TM_{FG,h}$  = Percentagem do fluxo da massa de metano no gás de exaustão da queima, em base seca, em condições normais, na hora  $h$  (kg/h);

$TV_{n,FG,h}$  = Percentagem do fluxo volumétrico do gás de exaustão em base seca, em condições normais, na hora  $h$  ( $m^3/h$  de gás de exaustão);

$fv_{CH_4,FG,h}$  = Concentração de metano no gás de exaustão da queima, em base seca, em condições normais, na hora  $h$  ( $mg/m^3$ ).

#### Passo 5 - Determinação da taxa do fluxo de massa de metano no gás residual em base seca

A quantidade de metano no gás residual que flui para a queima é o produto da taxa de fluxo volumétrica do gás residual ( $FV_{RG,h}$ ), da fração volumétrica do metano no gás residual ( $fv_{CH_4,RG,h}$ ) e da densidade do metano ( $\rho_{CH_4,n,h}$ ), nas mesmas condições de referência (condições normais e base seca ou úmida).

É necessário transferir as duas mensurações (taxa de fluxo do gás residual e fração volumétrica do metano no gás residual) à mesma condição de referência que pode ser base seca ou úmida. Se a umidade do gás residual for significativa (temperatura superior a 60°C), a taxa do fluxo de gás residual medida, que normalmente se refere à base úmida, deveria ser corrigida para base seca, devido ao fato de que a mensuração do metano é usualmente feita em base seca (ou seja, a água é removida antes da análise da amostra).

$$TM_{RG,h} = FV_{RG,h} * fv_{CH_4,RG,h} \times \rho_{CH_4,n}$$

Em que:

$TM_{RG,h}$  = Taxa do fluxo de massa do metano no gás residual na hora  $h$  (kg/h);

$FV_{RG,h}$  = Taxa do fluxo volumétrico do gás residual em base seca, em condições normais, na hora  $h$  (m<sup>3</sup>/h);

$fv_{CH_4,RG,h}$  = Fração volumétrica do metano no gás residual em base seca, na hora  $h$  (Nota: isto corresponde a  $fv_{i,RG,h}$  onde  $i$  se refere ao metano);

$\rho_{CH_4,n}$  = Densidade do metano em condições normais (0,716 kg/m<sup>3</sup>).

## Passo 6 - Determinação da eficiência da queima hora a hora

Como a abordagem selecionada pelos participantes do projeto é para usar um queimador enclausurado e monitorá-lo continuamente, a eficiência da queima na hora  $h$  ( $\eta_{flare,h}$ ) é:

- 0% se a temperatura do gás de exaustão da queima ( $T_{flare}$ ) estiver abaixo de 500°C, durante mais de 20 minutos, durante a hora  $h$ ;
- determinada conforme a equação abaixo, em casos em que a temperatura do gás de exaustão da queima ( $T_{queima}$ ) estiver acima de 500°C por mais de 40 minutos, durante a hora  $h$ ;

$$\eta_{flare,h} = 1 - \frac{TM_{FG,h}}{TM_{RG,h}}$$

Em que:

$\eta_{flare,h}$  = Eficiência da queima na hora  $h$ ;

$TM_{FG,h}$  = Taxa de fluxo de massa de metano no gás de exaustão, calculada a média em determinado período de tempo  $t$  (hora, dois meses ou ano) (kg/h);

$TM_{RG,h}$  = Taxa de fluxo de massa de metano no gás residual na hora  $h$  (kg/h).



## Passo 7 - Cálculo anual das emissões do projeto provenientes da queima

$$PE_{flare,y} = \sum_{n=1}^{8760} TM_{RG,h} \times (1 - \eta_{flare,y}) \times \frac{GWP_{CH_4}}{1000}$$

Em que:

$PE_{flare,y}$  = Emissões do projeto provenientes da queima do fluxo do gás residual no ano y (tCO<sub>2e</sub>);

$TM_{RG,h}$  = Taxa do fluxo de massa de metano no gás residual na hora h (kg/h);

$\eta_{Flare,h}$  = Eficiência da queima na hora h;

$GWP_{CH_4}$  = Potencial de Aquecimento Global de Metano válido para o período de comprometimento (tCO<sub>2e</sub>/tCH<sub>4</sub>).

Que é igual a:

$$PE_{flare,y} = TM_{RG,h} \times (1 - FA) \times (1 - \eta_{flare,h}) \times \frac{GWP_{CH_4}}{1000}$$

**para cálculos ex-ante**

$FA$  = Disponibilidade da queima em percentagem de horas de operação (%), onde há 90% de eficiência da queima. Como o gás do aterro sanitário será queimado, a próxima equação conclui a estimativa de destruição do metano:

$$MD_{flared,y} = (LFG_{flare,y} \cdot W_{CH_4} \cdot D_{CH_4}) - (PE_{flare,y} / GWP_{CH_4})$$

$MD_{flared,y}$  = Quantidade de metano destruída pela queima;

$LFG_{flared,y}$  = é a quantidade de gás de aterro sanitário queimada durante o ano, mensurada em metros cúbicos (m<sup>3</sup>);

$W_{CH_4}$  = É a média da fração de metano do gás do aterro sanitário como mensurada durante o ano, e expressa como uma fração (em m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/m<sup>3</sup> biogás);

$D_{CH_4}$  = Densidade do metano expressa em toneladas de metano, por metro cúbico de metano (tCH<sub>4</sub>/m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>).

Da quantidade de metano destruída ( $MD_{flared,y}$ ), a redução de emissão em tCO<sub>2e</sub> foi obtida usando o  $GWP_{CH_4} = 21$  dado pela metodologia.

## Dados e parâmetros disponíveis para validação

Os dados e parâmetros das formulas acima que estiverem disponíveis durante a validação do projeto, deverão ser relacionados em tabelas padronizadas, conforme exemplo da Tabela 4.2.3.

**Tabela 4.2.3 – Exemplo de parâmetro disponível para a validação**

Dados/ Parâmetros:	$GWP_{CH_4}$
Unidade dos dados:	$tCO_2e/tCH_4$
Descrição:	Potencial de Aquecimento Global (PAG) do $CH_4$
Fonte dos dados:	Definido pela metodologia
Valor aplicado:	21
Justificativa da escolha dos dados ou descrição dos métodos de mensuração e procedimentos realmente aplicados:	O PAG do $CH_4$ é definido pela metodologia ACM0001 como 21 para o próximo período de compromisso.
Comentários:	

## Dados e parâmetros monitorados

Os dados e parâmetros das formulas acima que tiverem necessidade de serem monitorados ao longo do período do projeto deverão ser relacionados em tabelas padronizadas, conforme exemplo da Tabela 4.2.4.



**Tabela 4.2.4 – Exemplo de parâmetro que deve ser monitorado durante o período de crédito do projeto**

<b>Dados/ Parâmetros:</b>	$1.LFG_{total,y} - FV_{RC3h}$
Unidade dos dados:	m <sup>3</sup> (metros cúbicos)
Descrição:	Quantidade total de gás capturado e queimado
Fonte dos dados a usar:	Medidor de Vazão
Valor dos dados aplicados para o propósito de calcular reduções de emissão esperadas na seção B.5:	139.830.506 m <sup>3</sup> do biogás enviado ao queimador entre 2008 e 2014
Descrição dos métodos de mensuração e procedimentos a aplicar:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O fluxo do gás do aterro sanitário será medido logo antes da queima, evitando a mensuração de gás de aterro sanitário que poderia vazer;</li> <li>- Há um baixo nível de incerteza neste tipo de equipamento que é bastante comum na indústria, e bastante preciso. Mesmo assim, o medidor do fluxo será calibrado uma vez por ano;</li> <li>- Todos os dados serão registrados continuamente, numa base de dados eletrônica;</li> <li>- A pessoa/ instituição responsável será definida na verificação do projeto.</li> </ul>
Procedimento QA/QC a aplicar:	Os medidores de fluxo passarão por manutenção regular e regime de testes para assegurar precisão.
Comentários:	Como não existe qualquer outro sistema que usa gás de aterro sanitário que reivindicará RCE, como uma caldeira ou gerador, o único medidor de fluxo será aquele no sistema de queima. O dado será armazenado durante o período de creditação e 2 anos após.

## Descrição do plano de monitoramento

A entidade responsável pelo sistema de monitoramento é a empresa gestora do aterro (Participante do Projeto).

Como toda a energia necessária para a atividade de projeto será gerada em moto-geradores a bio-gás, e nenhuma redução de emissão será requisitada pelo deslocamento de energia de outras fontes, o fator de emissão será calculado *ex-post* de acordo com a metodologia ACM0002 Versão 06, em caso de emissões não desejadas pela necessidade forçada de utilização de energia da rede.

O projeto será iniciado em 01/07/2007 e o período de creditação está previsto para iniciar em 01/07/2008, portanto, nenhuma documentação técnica de monitoramento e manutenção foi desenvolvida até o momento.

Contudo, as ações de garantia de qualidade que serão implementadas no contexto do aterro sanitário são os seguintes:

Plano de manutenção: Os seguintes aspectos são foco dos sistemas de manutenção e monitoramento a fim de assegurar os dados de monitoramento durante o projeto:

- Manutenção preventiva do equipamento
- Peças sobressalentes para evitar paradas indesejadas
- Calibração do equipamento, de acordo com a validade da documentação de calibração

Registro e monitoramento de campo: O monitoramento das variáveis do processo será realizado eletronicamente num sistema completamente automatizado a fim de assegurar o acompanhamento do seu comportamento no tempo, permitindo a verificação de anomalias do processo e o início de ações corretivas e/ou preventivas a tempo de eliminar suas causas.

**Backup:** Toda informação do monitoramento será copiada e armazenada diariamente em 2 locais diferentes do aterro sanitário para assegurar o mínimo de perda de dados.

Calibração do equipamento de medição: A calibração do equipamento de medição e/ou monitoramento será realizada periodicamente, levando em consideração a data de validade de um documento oficial de calibração de, quando aplicável, uma companhia/entidade qualificada.

Inspeção periódica: Inspeções serão realizadas pelos responsáveis técnicos relacionados a: acompanhamento da operação; inspeção do equipamento de análise dos dados coletados; informações de manutenção e; regularidade de funcionamento do equipamento.

Documentação sobre a análise dos impactos ambientais, inclusive impactos transfronteiriços: A operação e instalações do aterro sanitário estão de pleno acordo com a legislação referente ao assunto do estado de São Paulo, o que pode ser constatado pelas licenças:

- Licença de instalação  
# 030000XX – Processo # XX/00XXX/02 – Data 15/03/2002 (dd/mm/yyyy).



- Licença de funcionamento  
# 3000XXX – Processo # XX/00XXX/03 – Data 02/06/2004 (dd/mm/yyyy).

Portanto, impactos ambientais que são responsabilidade do aterro sanitário atendem aos requisitos regulatórios de aterros sanitários.

O sistema de combustão considerado neste projeto permite a redução de emissões de GEE. Além do metano, há outros gases que não são quantificados neste documento, tais como dióxido de enxofre e compostos orgânicos voláteis, que terão sua emissão reduzida pelo projeto.

A captura e queima do biogás reduz os riscos de explosão devido à combustão espontânea no aterro sanitário, ação que pode ser classificada como mitigação de risco de um impacto ambiental negativo.

Além disso, a queima do biogás reduz o impacto dos odores que são especialmente relevantes para as vizinhanças do aterro sanitário.

Reduzir emissões de GHC, riscos de explosão e odores são impactos ambientais positivos que, adicionados aos fatores social e econômico também presentes neste projeto, reforçam a contribuição do projeto para desenvolvimento sustentável local.

A licença ambiental para o projeto será obtida após a construção dos sistemas de captura e queima.

## **Comentários dos atores**

De acordo com a Resolução 1 do DNA brasileiro “Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima”, publicada em 2 de dezembro de 2003, o decreto de 7 de julho de 1999, serão enviados convites para comentar o projeto a instituições listadas no Artigo 3, item II da referida resolução e, adicionalmente, a outras instituições para as quais o assunto poderia interessar, permitindo comentários sobre o projeto.

Os comentários recebidos, bem como o tratamento desses comentários pelas empresas serão apresentados nessa seção do PDD.

Adicionalmente aos pontos expostos neste exemplo, especial atenção deve ser dada ao anexo 4 do PDD, cujas informações adicionais sobre o monitoramento devem ser detalhadas. Vale ressaltar que a qualidade do monitoramento do projeto mitigará riscos futuros de falhas na geração dos CER, quando for realizada a verificação de campo pela Entidade Operacional Designada.



## Referências bibliográficas

- AGÊNCIA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DOS EUA – EPA. Disponível em: <http://epa.gov/climatechange/index.html>.
- BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Brasília. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/clima/>.
- DEPARTAMENTO DE MEIO AMBIENTE, ALIMENTO E ASSUNTOS RURAIS DO REINO UNIDO – DEFRA. Disponível em: <http://www.defra.gov.uk/ENVIRONMENT/climatechange/>.
- PAINEL INTERGOVERNAMENTAL DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS – IPCC. Disponível em: <http://www.ipcc.ph>.
- PROGRAMA AMBIENTAL DA NAÇÕES UNIDAS – UNEP. Disponível em: <http://www.unep.org/themes/climatechange/>.
- UNITED NATIONS FRAMEWORK CLIMATE CHANGE CONVENTION – UNFCCC. Disponível em: <http://www.unfccc.int>.





IV

## Módulo IV

---

### IV.3 - Florestamento e reflorestamento





## Introdução

### As florestas no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)

As modalidades e procedimentos relacionados ao MDL florestal foram estabelecidos durante a 9ª Conferência das Partes (COP9), realizada em Milão, em dezembro de 2003. Diversos debates, principalmente de cunho científico e político, atrasaram a inclusão da parte florestal no MDL, já que esse mecanismo foi concebido originalmente para lidar com reduções de emissões, como destruição de metano e substituição de matrizes energéticas fósseis. A entrada de remoções de CO<sub>2</sub> por meio das atividades de LULUCF<sup>1</sup> foi adotada como um mecanismo auxiliar no cumprimento de metas de redução. Esse tipo de atividade de MDL entrou em curso em novembro de 2005, após a aprovação da primeira metodologia pelo Conselho Executivo.

A principal dificuldade de cunho científico para se aceitar a questão florestal dentro do MDL é a incerteza quanto à permanência do carbono estocado nas florestas se comparado às reduções obtidas nos outros setores. Existem metodologias de monitoramento para garantir, com uma certeza estatisticamente significativa, que uma determinada quantidade de metano foi destruída em um projeto de MDL em um aterro, por exemplo. Mas não se pode garantir que o carbono contido em uma floresta não retornará para a atmosfera. Isso pode ocorrer principalmente durante as queimadas, o que inclusive é um dos fenômenos cuja frequência aumentará em decorrência das mudanças climáticas segundo os relatórios do IPCC. Essa incerteza associada aos estoques de carbono contidos nas florestas ficou conhecida como não-permanência, sendo exclusiva do MDL florestal.

Outros obstáculos metodológicos são as incertezas associadas às metodologias de quantificação dos estoques de carbono nas diferentes formações florestais, associado a uma base de dados relativamente escassa sobre as diferentes formações florestais do globo terrestre. Como exemplo, uma equação alométrica válida para estimar a biomassa de uma determinada espécie de árvore no Estado de São Paulo pode apresentar desvios enormes se aplicada à mesma espécie, mas em outra região do país.

Do ponto de vista político, outro obstáculo foi o fato de que alguns países do Anexo I tentaram incluir nas contabilidades nacionais de reduções/emissões de GEE as remoções de CO<sub>2</sub> de natureza

1. *Land Use, Land Use Change and Forestry* – Uso do Solo, Mudanças no Uso do Solo e Florestas.

não-antropogênica, mas naturais ou indiretamente induzidas pelo homem, como a evolução natural dos estoques de carbono em florestas ainda em crescimento. No tratamento das atividades de LULUCF, foi acordado, na COP-7, a separação de efeitos naturais ou indiretos dos antropogênicos.

Ainda no âmbito político, foi garantido o princípio da reversibilidade, ou seja, no tempo apropriado, a responsabilidade pela emissão dos GEE aos países emissores, sendo um dos fatores que assegurou aos créditos de MDL florestal um caráter temporário, garantindo um tempo para que os países industrializados realizem, em seus territórios, as reduções de emissões de GEE necessárias para o cumprimento das metas estabelecidas. Na prática, isso significa que, como as Reduções Certificadas de Emissões (RCE) que foram emitidas a partir de projetos de MDL florestal perdem a sua validade após um determinado tempo, os países Anexo I terão que repor esses certificados no período pré-estabelecido.

Devido a todos esses fatores, foi estabelecido que os países Anexo I podem utilizar créditos oriundos do MDL florestal em um limite máximo de 1% vezes 5 em relação às suas emissões de CO<sub>2</sub> em 1990, durante o primeiro período de compromisso.

## As mudanças no uso do solo e os projetos de MDL

Embora as mudanças no uso do solo sejam a maior fonte de emissões de GEE no Brasil, em nível mundial existem poucos projetos desse tipo aprovados pelo Conselho Executivo. Esse fato está vinculado principalmente a dois fatores: o primeiro, de ordem econômica; o segundo, de ordem técnica.

Em geral, os projetos de MDL estão vinculados a atividades produtivas que por si só são financeiramente lucrativas, tais como usinas de cana e aterros sanitários. No caso da implantação de florestas nativas onde os serviços ambientais não são contabilizados, o fluxo financeiro desses projetos não é atrativo, porém, essa atividade pode gerar um recurso adicional. Para as florestas homogêneas, esse cenário é um pouco diferente, uma vez que estas, em geral, estão vinculadas a atividades produtivas de mercado.

Quanto à complexidade técnica, um projeto de MDL florestal implica sistemas complexos de contabilização e monitoramento, geralmente mais sofisticados que os utilizados para outros tipos de projeto.

Apesar da complexidade técnica associada a esse tipo de atividade, o princípio básico é simples: pela fotossíntese, as árvores incorporam carbono em seus tecidos durante o seu crescimento, retirado do



CO<sub>2</sub> atmosférico. Logo, as florestas, durante o seu crescimento, promovem o mecanismo conhecido como seqüestro de carbono. Dessa forma, pelo plantio de florestas em terras desflorestadas, todo o carbono seqüestrado nesse processo seria, a princípio, elegível para recebimento de créditos de carbono.

Assim, em uma floresta, são cinco os reservatórios (sumidouros) de carbono que devem ser monitorados em um projeto de MDL florestal:

- (1) **Biomassa acima do solo:** corresponde à parte visível da árvore, ou seja, o conjunto caule, galhos, folhas, etc.;
- (2) **Biomassa abaixo do solo:** corresponde às raízes das árvores. Junto com a biomassa acima do solo, temos o que é chamado de reservatório de biomassa viva;
- (3) **Serapilheira:** é a camada de folhas e gravetos que se acumula no solo da floresta;
- (4) **Madeira morta:** refere-se a árvores e arbustos mortos;
- (5) **Carbono no solo:** é o carbono acumulado no solo, resultado de processos microbianos de mineralização.

Como exemplo, na região tropical, durante o crescimento de florestas o teor de carbono seqüestrado pelo reservatório de biomassa viva (acima e abaixo do solo) pode representar entre 70 a 95% do total de CO<sub>2</sub> seqüestrado. Os dados desses reservatórios de carbono são de extrema importância para o delineamento de um projeto de MDL florestal, pois, como existem custos associados ao monitoramento de cada um, os participantes do projeto devem estabelecer quais deles devem ser monitorados para o recebimento dos créditos, levando em conta os custos e o retorno esperado<sup>2</sup>.

Entretanto, na realização de um projeto de MDL florestal, não ocorre só o seqüestro de carbono. Outros GEE podem ser emitidos em decorrência do projeto de MDL e precisam ser contabilizados de maneira apropriada na estimativa final de redução de emissões. Os principais GEE a serem monitorados ou estimados em um projeto são os seguintes:

- (a) Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>): emitido a partir da queima de biomassa, utilização de máquinas e veículos que utilizam combustíveis fósseis;
- (b) Metano (CH<sub>4</sub>): gás com potencial de aquecimento global 21 vezes maior que o CO<sub>2</sub> (nas florestas é emitido principalmente nas queimadas);

---

2. Entretanto, um reservatório de carbono só poderá ser excluído da contabilização se for demonstrado que sua exclusão não aumentará as remoções antropogênicas líquidas de CO<sub>2</sub> proporcionadas pelas atividades do projeto, ou seja, que esse reservatório não apresentará decréscimo em seus estoques de carbono durante as atividades do projeto.

- (c) Óxido nitroso ( $N_2O$ ): dotado de potencial de aquecimento global 310 vezes superior ao do  $CO_2$ . É emitido principalmente pela utilização de fertilizantes nitrogenados.

## Escalas de projetos

Quanto ao potencial de seqüestro de carbono, os projetos de MDL florestal são divididos em projetos de grande escala e projetos de pequena escala.

O fator determinante da escala de projetos de florestamento e reflorestamento é a remoção anual de GEE. Para ser enquadrado como pequena escala, as remoções líquidas anuais alcançadas por esse tipo de projeto não podem ser superiores a 16 mil toneladas de  $CO_2$ -e/ano. Os valores anuais de redução de  $CO_2$  variam principalmente em função das espécies a serem utilizadas e das condições climáticas na área onde o projeto será implementado. Plantios de eucalipto apresentarão, por exemplo, valores anuais de absorção de  $CO_2$  superiores (até o período de corte) aos alcançados por um reflorestamento em matas ciliares. Como um exemplo simplificado, para promover o seqüestro anual de 16 mil toneladas de  $CO_2$ -e, em um reflorestamento de eucaliptos com ótimas condições de crescimento, seria necessária uma área de aproximadamente 440 hectares. A mesma taxa anual de seqüestro em um reflorestamento de matas ciliares seria alcançada com cerca de 1400 hectares.

Além disso, existem outras diferenças entre os projetos de grande e pequena escala. Projetos de pequena escala existem para simplificar e reduzir os custos transacionais e operacionais na sua implementação. As principais diferenças são listadas a seguir:

- (a) As atividades de projeto poderão ser agrupadas ou combinadas em uma pasta. O tamanho do conjunto total não deve exceder os limites anuais de redução de emissões de 16 mil toneladas de  $CO_2$ e;
- (b) As exigências e quantidade de informações levantadas para o documento de concepção de projeto são reduzidas;
- (c) As metodologias de linhas de base são simplificadas para reduzir o custo do desenvolvimento de uma linha de base para o projeto;
- (d) O monitoramento é mais simples;
- (e) A mesma Entidade Operacional Designada (EOD) poderá realizar a validação, a verificação e a certificação. Para projetos de grande escala deverão ser contratados diferentes EOD para esses serviços;
- (f) Um projeto de MDL florestal de pequena escala tem que ser desenvolvido e/ou implementado por comunidades ou indivíduos de baixa renda.



Para facilitar o entendimento, serão delineadas a seguir as principais definições associadas ao projeto de MDL florestal, bem como apresentada a única metodologia florestal de pequena escala aprovada pelo Painel Executivo. Essa Metodologia Aprovada foi escolhida para esse capítulo por apresentar, de maneira simplificada, todas as etapas envolvidas na definição da linha de base e na realização do monitoramento, incluindo as equações necessárias para quantificação das reduções de emissões, o que, no caso do MDL florestal, corresponde ao seqüestro de carbono.

Vale ressaltar que terras alagáveis e assentamentos não são abordados pela presente metodologia por duas razões: metodologias para terras alagadas ainda estão em desenvolvimento e, dado o estado atual do conhecimento, a simplificação ainda não é possível; conversões de assentamentos ou terras alagadas em florestas são improváveis por várias razões, incluindo os impactos sociais e ambientais que essas atividades podem causar.

## Definições associadas aos projetos de MDL florestal

As Decisões 11/CP.7 e 19/CP.9 do Painel Executivo estabelecem que as seguintes definições devem ser empregadas nos projetos de MDL florestal:

- (a) Reservatórios de carbono são os reservatórios mencionados no parágrafo 21 do anexo à decisão preliminar -/CMP.1 (Uso da terra, mudança no uso da terra e florestas), a saber: biomassa acima do solo, biomassa abaixo do solo, serapilheira, madeira morta e carbono orgânico do solo;
- (b) As fronteiras do projeto delimitam geograficamente a atividade de projeto de florestamento ou reflorestamento que está sob o controle dos participantes do projeto. A atividade de projeto pode conter mais de uma área distinta de terra;
- (c) A linha de base das remoções líquidas de GEE por sumidouros é a soma das mudanças nos estoques dos reservatórios de carbono dentro do limite do projeto que teriam ocorrido na ausência da atividade de projeto de florestamento ou reflorestamento no âmbito do MDL;
- (d) Remoções líquidas reais de GEE por sumidouros são a soma das mudanças verificáveis nos estoques dos reservatórios de carbono, dentro do limite do projeto, menos o aumento das emissões de GEE provenientes das fontes (em equivalentes de CO<sub>2</sub>), em consequência da implementação da atividade de projeto de florestamento ou reflorestamento;

- (e) Vazamento ou fuga é o aumento das emissões de GEE que ocorre fora do limite de uma atividade de projeto de florestamento ou reflorestamento no âmbito do MDL. Deve ser mensurável e atribuível à atividade de projeto de florestamento ou reflorestamento;
- (f) Remoções antrópicas líquidas de GEE por sumidouros são as remoções líquidas reais de GEE por sumidouros, menos as remoções líquidas de GEE da linha de base por sumidouros, menos as fugas;
- (g) RCE temporária ou tCER é uma RCE emitida para uma atividade de projeto de florestamento ou reflorestamento no âmbito do MDL que perde a validade ao final do período de compromisso subsequente àquele em que foi emitida;
- (h) RCE de longo prazo ou lCER é uma RCE emitida para uma atividade de projeto de florestamento ou reflorestamento no âmbito do MDL que perde a validade ao final do período de obtenção de créditos da atividade de projeto de florestamento ou reflorestamento, no âmbito do MDL para o qual tenha sido emitida;
- (i) Atividades de projetos de pequena escala de florestamento ou reflorestamento no âmbito do MDL são as atividades que geram remoções antrópicas líquidas de GEE por sumidouros inferiores a dezesseis quilotoneladas de CO<sub>2</sub> por ano e que são desenvolvidas ou implementadas por comunidades e indivíduos de baixa renda, conforme determinado pela Parte anfitriã. Se uma atividade de projeto de pequena escala de florestamento ou reflorestamento no âmbito do MDL gera remoções antrópicas líquidas de GEE por sumidouros superiores a oito quilotoneladas de CO<sub>2</sub> por ano, as remoções excedentes não serão aceitas para a emissão de tCER ou lCER;
- (j) Reflorestamento é o plantio de florestas em terras que, no passado, estavam cobertas por florestas e que por algum motivo foram derrubadas. Deve ser demonstrado que a terra a ser reflorestada não continha florestas até 31 de dezembro de 1989;
- (k) Florestamento é o plantio de florestas em áreas onde historicamente não existiam florestas. Isto é, em terras que estavam desflorestadas durante os últimos 50 anos.

## Períodos de creditação

Os projetos de MDL florestal podem ser divididos em dois períodos: fixo e renovável. Se for escolhido um período fixo de creditação, esse não pode ultrapassar um limite máximo de 30 anos, enquanto que, na escolha de um período renovável, a duração máxima é de 20 anos, podendo ser renovado até duas vezes. Entretanto, em cada solicitação de renovação, a Entidade Operacional Designada deve informar ao painel Executivo que a Linha de Base informada no Documento de Concepção do Projeto (DCP) original continua válida ou foi atualizada, levando-se em consideração a disponibilidade de dados mais recentes.



## Metodologias A/R de grande escala aprovadas pelo Painel Executivo

Apesar da reconhecida importância da questão florestal nas mudanças climáticas, a primeira metodologia só foi aprovada em novembro de 2005. Após isso, mais quatro metodologias foram aprovadas em 2006 e mais cinco em 2007, totalizando dez metodologias até 25 de outubro de 2007. Cada metodologia foi associada a um PDD. A Tabela 4.3.1 apresenta um sumário das metodologias aprovadas, junto com os potenciais de seqüestro de carbono das atividades de projeto correspondentes e o tipo de RCE escolhida. Devido às dificuldades associadas a uma quantificação precisa da absorção de carbono por florestas, as metodologias florestais têm avançado relativamente pouco no âmbito do MDL. A título de exemplificação, nos outros setores do MDL, até o momento existem 47 metodologias de grande escala, 12 metodologias consolidadas e 28 metodologias de pequena escala. A parte florestal no MDL corresponde a apenas 13% do total de metodologias aprovadas.

**Tabela 4.3.1 – Metodologias de florestamento/reflorestamento de grande escala aprovadas pelo Painel Executivo até 25/10/2007**

Metodologia	País	Duração	Seqüestro	Área (ha)	Reservatórios	CER
AR-AM0001	China	30	986,908.00	4000	biomassa viva	ICER
AR-AM0002	Moldova	20	3,213,526.00	19768	todos	ICER
AR-AM0003	Albania	40	414,919.00	5728	biomassa viva	ICER
AR-AM0004	Honduras	30	824,482.00	2600	biomassa viva	ICER
AR-AM0005	Brasil	30	2,556,757.00	9759	biomassa viva	tCER
AR-AM0006	China	40	140,479.00	3000	biomassa viva	ICER
AR-AM0007	Equador	30	165,997.00	547.67	todos (- C no solo)	ICER
AR-AM0008	Madagascar	30	1,858,053.00	15000	biomassa viva	ICER
AR-AM0009	Colombia	40	1,349,295.00	8730	biomassa viva	tCER
AR-AM0010	Brasil	30	2,733,709.00	8094	biomassa viva	tCER
<b>Total</b>			<b>14,244,125.00</b>	<b>77,226.67</b>		

Fonte: <http://unfccc.int/2860.php>

Até o momento, apenas o projeto chinês *Facilitating Reforestation for Guangxi Watershed Management in Pearl River Basin, China*, baseado na metodologia AR-AM0001 (*Reforestation of degraded land*), foi registrado pelo Painel Executivo. Levando em conta que até a presente data 824 projetos de MDL encontram-se aprovados, o MDL florestal ainda é pouco representativo no mercado de carbono. Considerando a expectativa de reduções alcançadas até 2012 (1,06 bilhão de tonCO<sub>2</sub>-e), o seqüestro de carbono proporcionado por essas atividades em 40 anos serão de aproximadamente 14,2 milhões de tonCO<sub>2</sub>-e, o que equivale a apenas 1,34% das reduções obtidas nos outros setores do

MDL. Dessas 14,2 milhões de tonCO<sub>2</sub>-e seqüestradas, aproximadamente 7,6 milhões serão emitidas na forma de lCER e 6,6 milhões na forma de tCER.

## Projetos brasileiros submetidos ao Painel Executivo<sup>3</sup>

No total, o Brasil submeteu 3 propostas ao Painel Executivo, sendo que duas já se encontram com metodologias aprovadas:

Plantar S/A: Projeto utilizando eucaliptos para uso industrial. Vai ser realizado em uma área de 9.759 hectares e prevê um seqüestro total de 2,5 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> durante um período de creditação fixo de 30 anos. Nesse projeto será monitorado o reservatório de biomassa viva e serão emitidas tCER.

AES Tietê: Esse projeto prevê o reflorestamento das Áreas de Proteção Permanente ao redor dos reservatórios do Rio Tietê. O projeto compreende uma área de 8.094 hectares, onde serão plantadas espécies nativas, exigido pela legislação para uma Área de Proteção Permanente (APP). O seqüestro total de CO<sub>2</sub> será de aproximadamente 2,7 milhões de toneladas ao final de um período de creditação fixo de 30 anos e prevê o recebimento de tCER. O reservatório de carbono a ser monitorado será a biomassa viva.

Soroteca Agroflorestal: Projeto a ser implementado em 2.319 hectares, utilizando apenas uma espécie: a teca (*Tectona grandis*). O projeto espera remover 6,5 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> ao final de um período fixo de creditação de 24 anos. O projeto prevê a emissão de tCER e o monitoramento do reservatório de biomassa viva (biomassa acima e abaixo do solo).

No total, os projetos de MDL florestal brasileiro prevêm uma remoção de aproximadamente 11,7 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> em um período de até 30 anos e uma área total de 20.172 hectares.

Em seguida, é apresentada a 4ª versão traduzida da única metodologia de pequena escala aprovada pelo Conselho Executivo.

---

3. Esse item ilustra de maneira simplificada a concepção inicial dos projetos que estão associados a essas metodologias, incluídos aqui apenas como recurso didático, uma vez que após a aprovação das metodologias os projetos devem ser re-submetidos com base na metodologia aprovada, o que só ocorrerá após validação e aprovação pelo governo brasileiro, o que ainda não ocorreu.



## Metodologias

### Metodologias simplificadas de linha de base e de monitoramento para atividades de florestamento e reflorestamento de pequena escala no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo implementadas em pastos ou terras agrícolas AR-AMS0001 (versão 4)

#### I. Condições de aplicabilidade, reservatórios de carbono selecionados e emissões de GEE pelas atividades do projeto

1. Tais metodologias simplificadas de linha de base e monitoramento são aplicáveis se as seguintes condições abaixo forem satisfeitas:
  - (a) As atividades de projeto serão implementadas em pastos ou terras agrícolas;
  - (b) Essas atividades são implementadas em terras onde a parcela que contém plantações deslocadas devido às atividades do projeto são inferiores a 50% da área total do projeto;
  - (c) As atividades do projeto serão implementadas em áreas onde o número de animais herbívoros pastadores (bovinos, etc) deslocados é inferior a 50% da capacidade média de pastagem<sup>4</sup> da área do projeto;
  - (d) As atividades de projeto serão implementadas onde até 10% da área total sofrem perturbações provocadas pela preparação do solo para o plantio.
2. Os reservatórios de carbono considerados são a biomassa acima e abaixo do solo de árvores, arbustos e biomassa abaixo do solo nas pastagens.
3. As emissões do projeto a serem contabilizadas (ex-ante e ex-post) são limitadas às emissões advindas da utilização de fertilizantes.
4. Antes da utilização de metodologias simplificadas, os participantes do projeto devem demonstrar se:

---

<sup>4</sup>. Veja o apêndice D.

- (a) A terra das atividades do projeto é elegível, utilizando os procedimentos de elegibilidade da terra contidos no Apêndice A;
- (b) A atividade do projeto é adicional, utilizando os procedimentos para verificação de adicionalidade contidos no Apêndice B.

## Metodologias simplificadas de linha de base para atividades de projeto A/R de pequena escala sob o MDL

### II. Remoções líquidas de GEE por sumidouros na linha de base

5. O cenário mais plausível para as atividades do projeto de pequena escala A/R MDL é a terra antes da implementação das atividades do projeto, sejam elas pastos ou terras agrícolas. As atividades do projeto implementadas em áreas povoadas ou terras alagadas não estão incluídas nessa metodologia.

6. Os participantes do projeto devem fornecer documentação obtida na literatura especializada ou opiniões de especialistas, de maneira a justificar quais dos seguintes casos ocorrerão:

- (a) Se as mudanças esperadas nos estoques de carbono – em particular na biomassa viva de vegetação não-arbórea e na biomassa abaixo do solo das pastagens – não forem superiores a 10% das remoções de GEE por sumidouros, calculadas ex-ante, na ausência das atividades do projeto, as mudanças nos estoques de carbono devem ser assumidas como zero;
- (b) Se for esperado, na ausência das atividades do projeto, um decréscimo nos estoques de carbono – em particular na biomassa viva de vegetação não-arbórea e na biomassa abaixo do solo das pastagens –, as remoções líquidas de GEE por sumidouros na linha de base devem ser assumidas como zero. Nesse caso, os estoques de carbono na linha de base nos reservatórios são constantes no nível dos estoques de carbono existentes medidos no início das atividades do projeto;
- (c) Do contrário, as remoções líquidas de GEE por sumidouros na linha de base devem ser iguais às mudanças nos estoques de carbono na biomassa viva de vegetação não-arbórea e na biomassa abaixo do solo das pastagens, que são de ocorrência esperada na ausência das atividades do projeto.

7. A área do projeto deve ser estratificada, com o objetivo de estimar a linha de base, nos seguintes estratos:



- (a) Área agrícola onde as mudanças nos estoques de carbono no reservatório de biomassa viva da vegetação arbustiva e a biomassa abaixo do solo do pasto **não excederem** 10% das remoções líquidas de GEE estimadas ex-ante, multiplicadas pela proporção dessa área na área total do projeto;
- (b) Área de pasto onde as mudanças nos estoques de carbono no reservatório de biomassa viva da vegetação arbustiva e a biomassa abaixo do solo do pasto **não excederem** 10% das remoções líquidas de GEE estimadas ex-ante, multiplicadas pela proporção dessa área na área total do projeto;
- (c) Área agrícola onde as mudanças nos estoques de carbono no reservatório de biomassa viva da vegetação arbustiva e a biomassa abaixo do solo do pasto **excederem** 10% das remoções líquidas de GEE estimadas ex-ante, multiplicadas pela proporção dessa área na área total do projeto;
- (d) Área de pasto onde as mudanças nos estoques de carbono no reservatório de biomassa viva da vegetação arbustiva e a biomassa abaixo do solo do pasto **excederem** 10% das remoções líquidas de GEE estimadas ex-ante, multiplicadas pela proporção dessa área na área total do projeto.

## Estimando a remoção líquida de GEE por sumidouros na linha de base

8. A remoção líquida de GEE por sumidouros na linha de base será determinada pela equação:

$$1) \quad B_{(t)} = \sum_{i=1}^I (B_{A(t)i} + B_{B(t)i}) * A_i$$

Em que:

$B_{(t)}$ : estoques de carbono nos reservatórios de biomassa viva dentro das fronteiras do projeto no tempo t na ausência das atividades do projeto (tC);

$B_{A(t)i}$ : estoques de carbono na biomassa acima do solo no tempo t do estrato i na ausência das atividades do projeto (tC/ha);

$B_{B(t)i}$ : estoques de carbono na biomassa abaixo do solo no tempo t do estrato i na ausência das atividades do projeto (tC/ha);

$A_i$ : área do estrato i na área das atividades do projeto (ha);

i: estrato i

→ **Para biomassa acima do solo**

9.  $B_{A(t)}$  é calculado por estrato  $i$  como a seguir:

$$2) \quad B_{A(t)} = M_{(t)} * 0.5$$

Em que:

$B_{A(t)}$ : estoques de carbono na biomassa acima do solo no tempo  $t$  na ausência das atividades do projeto (tC/ha);

$M_{(t)}$ : biomassa acima do solo no tempo  $t$  que teria ocorrido na ausência das atividades do projeto (t ms/ha) -- ms: matéria seca

0,5: fração de carbono na matéria seca (tC/t m.s<sup>5</sup>).

Os valores para  $M(t)$  devem ser estimados utilizando as taxas médias de incremento de biomassa específicas para a região e a idade da vegetação não-arbórea. Na ausência desses valores regionais, devem ser utilizados valores nacionais. Na ausência deles, os valores devem ser obtidos da Tabela 3.3.2 do IPCC *good practice guidance for LULUCF*.

10. Se for esperado um acréscimo nos estoques de carbono nos reservatórios de biomassa viva de acordo com o parágrafo 6.c, os estoques médios de biomassa acima do solo são estimados como os estoques de biomassa acima do solo na vegetação arbustiva.

$$3) \quad M_{(t=0)} = M_{woody(t=0)}$$

Se:  $M_{woody(t=n-1)} + g * \Delta t < M_{woody\_max}$ , então :

$$4) \quad M_{(t=n)} = M_{woody(t=n-1)} + g * \Delta t$$

Se :  $M_{woody(t=n-1)} + g * \Delta t \geq M_{woody\_max}$ , então :

---

5. m.s: matéria seca.



$$5) \quad M_{(t=n)} = M_{\text{woody\_max}}$$

Em que:

$M(t)$  = Biomassa acima do solo no tempo  $t$  na ausência das atividades do projeto ( $t$  m.s/ha);

$M_{\text{woody}}(t)$  = Biomassa acima do solo na vegetação arbustiva no tempo  $t$  na ausência das atividades do projeto ( $t$  m.s/ha);

$M_{\text{woody\_max}}$  = Biomassa máxima acima do solo da vegetação arbustiva no tempo  $t$  na ausência das atividades do projeto ( $t$  m.s/ha);

$g$  = incremento anual na biomassa da vegetação arbustiva ( $t$  m.s/ha/ano)

$\Delta t$  = incremento de tempo = 1 ano ;

$n$  = variável que aumenta por  $\Delta t=1$  para cada passo iterativo, representando o número de anos que passaram desde o início das atividades do projeto.

11. Devem ser utilizados valores locais documentados para  $g$  e  $M_{\text{woody\_max}}$ . Na ausência desses valores regionais, devem ser utilizados valores nacionais. Na ausência deles, os valores devem ser obtidos do *IPCC good practice guidance for LULUCF*: para  $g$  da tabela 3.3.2 e para  $M_{\text{woody\_max}}$  da tabela 3A.1.8.

### → Para biomassa abaixo do solo

12. Para a biomassa abaixo do solo,  $B_{B(t)}$  é calculado por estrato  $i$  como a seguir :

Se for esperado que os estoques de carbono nos reservatórios de biomassa viva permaneçam constantes de acordo com os parágrafos 6.a e 6.c, os estoques médios de carbono contidos na biomassa abaixo do solo são estimados como os estoques de carbono na biomassa abaixo do solo das gramíneas (pasto) e na biomassa viva da vegetação arbustiva:

$$6) \quad B_{B(t=0)} = B_{B(t)} = 0.5 * (M_{\text{grass}} * R_{\text{grass}} + M_{\text{woody}(t=0)} * R_{\text{woody}})$$

Em que:

$B_{B(t)}$  = estoques de carbono na biomassa abaixo do solo no tempo  $t$  que teria ocorrido na ausência das atividades do projeto ( $tC/ha$ );

$M_{grass}$  = Biomassa acima do solo do pasto/gramíneas no tempo t na ausência das atividades do projeto (t m.s/ha);

$M_{woody(t)}$  = Biomassa acima do solo da vegetação arbustiva no tempo t na ausência das atividades do projeto (t m.s/ha);

$R_{woody}$  = proporção raiz/caule da vegetação arbustiva (t m.s/t m.s);

$R_{grass}$  = proporção raiz/caule nas gramíneas/pasto (t m.s/t m.s).

Se for esperado um aumento nos estoques de carbono nos reservatórios de biomassa viva de acordo com o parágrafo 6.c, os estoques médios de carbono abaixo do solo são estimados como a seguir:

$$7) \quad B_{B(t)} = 0.5 * (M_{grass} * R_{grass} + M_{woody(t=0)} * R_{woody})$$

Se:  $M_{woody(t=n-1)} + g * \Delta t < M_{woody\_Max}$  então,

$$8) \quad B_{B(t=n)} = 0.5 * [M_{grass} * R_{grass} + (M_{woody(t=n-1)} + g * \Delta t) * R_{woody}]$$

Se:  $M_{woody(t=n-1)} + g * \Delta t \geq M_{woody\_Max}$  então,

$$9) \quad B_{B(t=n)} = 0.5 * (M_{grass} * R_{grass} + M_{woody\_max} * R_{woody})$$

Em que:

**BB(t)**: estoques de carbono na biomassa acima do solo no tempo t na ausência das atividades do projeto (tC/ha);

**Mgrass**= estoques de carbono na biomassa acima do solo do pasto/gramíneas no tempo t na ausência das atividades do projeto (t m.s/ha);

**Mwoody(t)**= estoques de carbono na biomassa acima do solo da vegetação arbustiva no tempo t na ausência das atividades do projeto (t m.s/ha).

**Rwoody**= proporção raiz/caule da vegetação arbustiva (t m.s/t m.s);

**Rgrass**= proporção raiz/caule nas gramíneas/pasto (t m.s/t m.s).

**g** = incremento anual na biomassa da vegetação arbustiva (t m.s/ha/ano);



$\Delta t$ = incremento de tempo =1 ano;

$n$ = variável que incrementa  $\Delta t=1$  para cada passo iteração, representando o número de anos que se passou desde o início do projeto;

0.5= fração de carbono na biomassa seca (tC/t m.s).

13. Valores locais documentados para  $R_{grass}$  e  $R_{woody}$  devem ser utilizados. Na ausência desses, valores nacionais padrões devem ser utilizados. Se também não se encontram disponíveis, esses valores devem ser obtidos da tabela 3.4.3. do *IPCC good practice guidance for LULUCF*.

14. A remoção líquida de GEE por sumidouros na linha de base pode ser calculada por:

$$10) \quad \Delta C_{BSL,t} = (B_{(t)} - B_{(t-1)}) * (44/12)$$

Em que:

$\Delta C_{BSL,t}$  = remoção líquida de GEE na linha de base (tCO<sub>2</sub>e);

$B_{(t)}$  = estoques de carbono nos reservatórios de biomassa viva dentro das fronteiras do projeto no tempo  $t$  na ausência das atividades do projeto (tC).

### III. Remoção real líquida de GEE por sumidouros (ex-ante)

15. A estratificação da área das atividades do projeto deve ser implementada para aumentar a precisão das estimativas de biomassa.

16. Para os cálculos ex-ante da biomassa do projeto, a área prevista deve ser estratificada de acordo com o plano de plantio do projeto, isto é, pelo menos por espécies de árvores (ou grupos de espécies quando várias delas apresentam hábitos de crescimento similares) e classe etária.

17. Os estoques de carbono para o cenário do projeto na data<sup>6</sup> de início das atividades ( $t=0$ ) devem ser os mesmos encontrados nos estoques de carbono contidos no cenário de linha de base na data de início das atividades do projeto ( $t=0$ ). Dessa forma:

6. O início das atividades do projeto deve ser o período em que a terra é preparada para o início das atividades do projeto A/R MDL. Em acordo com o parágrafo 23 das modalidades e procedimentos para atividades de projeto A/R MDL, o período de creditação deve começar no começo das atividades do projeto proposto (veja o site da UNFCCC).

$$11) \quad N_{(t=0)} = B_{(t=0)}$$

Para todos os outros anos, os estoques de carbono dentro das fronteiras do projeto ( $N_{(t)}$ ) no tempo  $t$  devem ser calculados como a seguir:

$$12) \quad N_{(t)} = \sum_{i=1}^I (N_{A(t) i} + N_{B(t) i}) * A$$

Em que:

$N_{(t)}$ : estoques totais de carbono na biomassa no tempo  $t$  no cenário do projeto (tC/ha);

$N_{A(t) i}$ : estoques de carbono na biomassa acima do solo no tempo  $t$ , estrato  $i$  no cenário do projeto (tC/ha);

$N_{B(t) i}$ : estoques de carbono na biomassa abaixo do solo no tempo  $t$ , estrato  $i$  no cenário do projeto (tC/ha);

$A_i$ : área da atividade do projeto no estrato  $i$  (ha);

$i$ : estrato  $i$  ( $I$ =número total de estratos).

### → Biomassa acima do solo

18.  $N_{A(t)}$  é calculado por estrato  $i$  como a seguir:

$$13) \quad N_{A(t) i} = T_{(t) i} * 0.5$$

Em que:

$N_{A(t) i}$ : estoques totais de carbono na biomassa no tempo  $t$  no cenário do projeto (tC/ha);

$T_{(t) i}$ : biomassa acima do solo no tempo  $t$  no cenário do projeto (t ms/ha);

0,5: fração de carbono na matéria seca (tC/t ms).

19. Se equações ou tabelas de biomassa estão disponíveis, então devem ser utilizadas para estimar  $T_{(t) i}$ , por estrato  $i$ . Se equações ou tabelas de volume são utilizadas, então:



$$14) \quad T_{(t)i} = SV_{(t)i} * BEF * WD$$

Em que:

$T_{(t)i}$ : Biomassa acima do solo no tempo t no cenário do projeto (t m.s/ha);

$SV_{(t)i}$ : volume do caule no tempo t no cenário do projeto (m<sup>3</sup>/ha);

$WD$ : densidade básica da madeira (t ms/m<sup>3</sup>);

$BEF$ : fator de expansão de biomassa do caule para a biomassa total acima do solo (adimensional);

$WD$ : Densidade básica da madeira (t m.s/m<sup>3</sup>).

20. Valores para  $SV_{(t)i}$  devem ser obtidos de fontes nacionais (como tabelas de produtividade). Valores locais documentados para  $BEF$  devem ser utilizados. Na ausência desses valores, os valores nacionais padrões devem ser utilizados. Se também os nacionais não estão disponíveis, os valores devem ser obtidos da tabela 3A.1.10 do *IPCC good practice guidance for LULUCF*. Valores locais documentados para  $WD$  devem ser utilizados e, na sua ausência, padrões nacionais devem ser consultados. Na ausência de valores nacionais padrões, os valores devem ser obtidos da tabela 3A.1.9 do *IPCC good practice guidance for LULUCF*.

### → Biomassa abaixo do solo

21.  $N_{B(t)i}$  é calculado por estrato i como a seguir:

$$15) \quad N_{B(t)i} = T_{(t)i} * R * 0.5$$

Em que:

$N_{B(t)i}$ : estoques de carbono na biomassa abaixo do solo no tempo t no cenário do projeto (tC/ha);

$T_{(t)i}$ : biomassa acima do solo no tempo t no cenário do projeto (t m.s/ha);

$R$ : proporção raiz/caule (t m.s/t m.s);

0,5: fração de carbono de matéria seca (tC/t m.s).

22. Valores nacionais documentados para  $R$  devem ser utilizados. Na sua ausência, valores apropriados devem ser obtidos na tabela 3A.1.8 do *IPCC good practice guidance for LULUCF*.

23. Se as proporções raiz/caule para as espécies designadas não estão disponíveis, os participantes do projeto devem utilizar a equação alométrica desenvolvida por Cairns et al. (1997)

$$16) \quad N_{B(t)} = \exp(-1.085 + 0.9256 \cdot \ln T_{(t)}) \cdot 0.5$$

Em que:

$N_{(B)t}$  = estoques de carbono na biomassa abaixo do solo no tempo  $t$  no cenário do projeto durante o intervalo de monitoramento (tC/ha);

$T_{(t)}$  = estimativa da biomassa acima do solo no tempo  $t$  no cenário do projeto (t m.s/ha);

**0,5**: fração de carbono de matéria seca (tC/t m.s)

ou uma equação mais geral retirada da tabela 4.A.4<sup>7</sup> do *IPCC good practice guidance for LULUCF*.

24. O componente de remoção das remoções líquidas reais de GEE por sumidouros pode ser calculado como:

$$17) \quad \Delta_{C_{PROJ,t}} = (N_t - N_{t-1}) \cdot (44/12) / \Delta t$$

Em que:

$\Delta_{C_{PROJ,t}}$  = componente de remoção anual das remoções líquidas reais de GEE por sumidouros (tCO<sub>2</sub>-e/ano);

$N_{(t)}$  = estoques totais de carbono na biomassa no tempo  $t$  no cenário do projeto

$\Delta t$  = incremento de tempo (1 ano).

25. Se os participantes do projeto considerarem que a utilização de fertilizantes resultará em emissões significativas de N<sub>2</sub>o (>10% das remoções líquidas reais de GEE por sumidouros), as emissões do projeto (GHG<sub>PROJ(t)</sub>-tCO<sub>2</sub>e/ano) devem ser estimadas de acordo com o *IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories* (referido como *IPCC good practice guidance*)<sup>8</sup>.

7. Cairns, M.A., S. Brown, E.H. Helmer, G.A. Baumgardner (1997). *Root biomass allocation in the world's upland forests*. *Oecologia* (1):1–11.

8. Utilizar a ferramenta : *Estimation of direct nitrous oxide emission from nitrogen fertilization* quando esta estiver disponível.



26. A estimativa ex-ante das remoções líquidas reais de GEE por sumidouros no ano  $t$  ( $t\text{CO}_2\text{-e/ano}$ ) equivale a:

$$18) \quad \Delta C_{ACTUAL,t} = \Delta C_{PROJ,t} - GHG_{PROJ,t}$$

Em que:

$\Delta C_{ACTUAL,t}$  = remoções líquidas reais ex-ante de GEE por sumidouros no ano  $t$  ( $t\text{CO}_2\text{-e/ano}$ );

$\Delta C_{PROJ,t}$  = remoção de GEE por sumidouros das atividades do projeto ( $t\text{CO}_2\text{-e/ano}$ );

$GHG_{PROJ,t}$  = emissões de GEE do projeto ( $t\text{CO}_2\text{-e/ano}$ ).

## IV. Vazamento (ex-ante)

27. De acordo com a decisão 6/CMP.1, anexo, apêndice B, parágrafo 9, que define: “Se os participantes do projeto demonstram que as atividades do projeto A/R MDL de pequena escala não resultam na remoção de atividades ou pessoas, ou não desencadeia atividades fora dos limites do projeto, que seriam atribuíveis às atividades do projeto A/R MDL de pequena escala, de forma que um aumento na emissão de GEE por fontes ocorreria, a estimativa de um vazamento não é requerida. Em todos os outros casos, uma estimativa do vazamento é obrigatória.”

28. Em regiões onde as terras que circundam as fronteiras das atividades do projeto não contêm valores significantes de biomassa (como terra degradada com nenhuma ou poucas árvores ou arbustos por hectare) e pode ser fornecida evidência de que as terras provavelmente receberão as atividades deslocadas sem causar deslocamentos extras de atividades, o vazamento pode ser considerado insignificante. Tais evidências podem ser fornecidas, por exemplo, com demonstrações baseadas no julgamento de especialistas ou da literatura científica de que as terras dispõem de potencial biofísico para receber as atividades pré-projeto deslocadas e que sua condição legal ou a tradição local permite o seu uso para as atividades pré-projeto deslocadas.

29. Em todos os outros casos, os participantes do projeto devem considerar a possibilidade de vazamento devido à remoção de atividades, considerando os seguintes indicadores:

- (a) Área dedicada a agricultura<sup>9</sup>, dentro das fronteiras do projeto, deslocada devido à implementação das atividades do projeto;

9. Como área agrícola também são consideradas terras limpas devido ao ciclo próprio da cultura, como queimada e colheita.

- (b) Número de animais domésticos herbívoros (pastadores) dentro das fronteiras do projeto deslocados devido à implementação das atividades;
- (c) Para animais domésticos errantes, o número médio de animais por hectare deslocados devido à implementação das atividades do projeto.

30. Se a área agrícola deslocada devido à implementação das atividades do projeto for inferior a 10% da área total do projeto, o número de animais domésticos herbívoros (pastadores) deslocados for inferior a 10% da capacidade de pastagem suportada (veja Apêndice D) pela área total das fronteiras do projeto, e a média temporal do número de animais domésticos errantes deslocados for inferior a 10% da capacidade média de suporte de pastagem por hectare da área do projeto, então:

$$19) \quad L_t = 0$$

Em que:

$L_t$  = vazamento atribuível às atividades do projeto no tempo  $t$  ( $t\text{CO}_2\text{-e/ano}$ ).

31. Se o valor de algum desses indicadores for superior a 10% e menor ou igual a 50%, então o valor total do vazamento deve ser assumido como 15% das remoções líquidas reais ex-ante de GEE por sumidouros alcançadas durante o primeiro período de creditação, isto é, o vazamento médio anual é:

$$20) \quad L_t = \Delta C_{ACTUAL,t} * 0.15$$

Em que:

$L_{(t)}$ : vazamento atribuível às atividades do projeto no tempo  $t$  ( $t\text{CO}_2\text{-e/ano}$ );

$\Delta C_{ACTUAL,t}$  = remoções líquidas reais ex-ante de GEE por sumidouros no ano  $t$  ( $t\text{CO}_2\text{-e/ano}$ ).

32. Se o valor de qualquer dos indicadores calculados no parágrafo 28 for superior a 50%, então a metodologia simplificada não pode ser utilizada.

## V. Estimativa das remoções antropogênicas líquidas de GEE por sumidouros

33. As remoções líquidas antropogênicas de GEE por sumidouros para cada ano durante o primeiro período de creditação são calculadas como a seguir:



$$21) \quad E_{RAR\ CDM,t} = \Delta C_{PROJ,t} - \Delta C_{BSL,t} - L_t$$

Em que:

$E_{RAR\ CDM,t}$  = remoções líquidas antropogênicas de GEE por sumidouros ( $tCO_2-e/ano$ );

$\Delta C_{PROJ,t}$  = remoções de GEE por sumidouros pelas atividades do projeto no tempo  $t$  ( $tCO_2-e/ano$ );

$\Delta C_{BSL,t}$  = remoções líquidas de GEE por sumidouros na linha de base ( $tCO_2-e/ano$ );

$L_t$  = vazamento atribuível às atividades do projeto no tempo  $t$  ( $tCO_2-e/ano$ ).

Para os subseqüentes períodos de creditação,  $L_t=0$ .

34. As reduções de emissão certificadas temporárias (tCER) resultantes no ano de verificação  $t_v$  são calculadas como a seguir:

$$tCER_{(t_v)} = \sum_{t=0}^{t_v} ER_{AR\ CDM,t} * \Delta t$$

Em que:

$tCER_{(t_v)}$  = redução de emissão certificada temporária no ano da verificação  $t_v$ ;

$ER_{AR\ CDM,t}$  = remoção antropogênica líquida de GEE por sumidouros;

$T_v$  = ano de verificação (ano);

$\Delta t$  = incremento de tempo = 1 (ano).

35. As reduções de emissão certificadas de longo prazo (lCER) resultantes no ano de verificação  $t_v$  são calculadas como a seguir:

$$lCER_{(t_v)} = \sum_{t=0}^{t_v} ER_{AR-CDM,t} * \Delta t - lCER_{(t-k)}$$

Em que:

$lCER_{(t_v)}$  = redução de emissão certificada de longo prazo no ano da verificação  $t_v$ ;

$ER_{AR\ CDM,t}$  = remoção antropogênica líquida de GEE por sumidouros;

$T_v$  = ano de verificação (ano);

$K$  = intervalo de tempo entre duas verificações (ano).

## VI. Metodologia simplificada de monitoramento para projetos A/R MDL de pequena escala

### A. Estimativa ex-post da remoção líquida de GEE por sumidouros na linha de base

36. De acordo com a decisão 6/CMP.1, apêndice B, parágrafo 6, nenhum monitoramento da linha de base é exigido. A remoção líquida de GEE por sumidouros na linha de base para a metodologia de monitoramento será a mesma, utilizando-se a metodologia simplificada de linha de base na seção II anterior.

### B. Estimativa ex-post da remoção líquida real de GEE por sumidouros na linha de base

37. A estratificação da área das atividades do projeto deve ser realizada para melhorar a precisão das estimativas de biomassa.

38. Para as estimativas ex-post das remoções de GEE pelas atividades do projeto, os estratos devem ser definidos por:

- (i) guias relevantes de estratificação para projetos de florestamento e reflorestamento no MDL aprovados pelo Painel Executivo (se disponível); ou
- (ii) abordagem de estratificação que pode ser demonstrada no PDD para estimar estoques de biomassa de acordo com boas práticas de inventariação florestal no país hospedeiro, em acordo com a Autoridade Nacional Designada; ou
- (iii) outra abordagem de estratificação que pode ser demonstrada no PDD para estimar os estoques de biomassa no projeto com nível de precisão de  $\pm 10\%$  da média em um intervalo de confiança de 95%.

39. Os estoques de carbono ( $tCO_2-e$ ) devem ser estimados seguindo as seguintes equações:



24)

$$P_{(t)} = \sum_{i=1}^I (P_{A(t)i} + P_{B(t)i}) * A_i * (44/12)$$

Em que:

$P_{(t)}$ : estoques de carbono dentro das fronteiras do projeto no tempo  $t$  alcançados pelas atividades do projeto (tCO<sub>2</sub>-e);

$P_{A(t)i}$ : estoques de carbono na biomassa acima do solo no tempo  $t$  do estrato  $i$  alcançados pelas atividades do projeto durante o intervalo de monitoramento (tCO<sub>2</sub>-e/ha);

$P_{B(t)i}$ : estoques de carbono na biomassa abaixo do solo no tempo  $t$  do estrato  $i$  alcançados pelas atividades do projeto durante o intervalo de monitoramento (tCO<sub>2</sub>-e/ha);

$A_i$ : área de atividade do projeto para o estrato  $i$  (ha);

$i$ : estrato  $i$  ( $I$ =número total de estratos).

40. Os cálculos demonstrados nos parágrafos 41-47 devem ser realizados para cada estrato.

#### → Para biomassa acima do solo

41. Para a biomassa acima do solo  $P_{A(t)}$  é calculado por estrato  $i$  como a seguir:

$$P_{A(t)i} = E_{(t)i} * 0.5$$

Em que:

$P_{A(t)i}$ : estoques de carbono na biomassa acima do solo no tempo  $t$  alcançado pelas atividades do projeto durante o intervalo de monitoramento (tCO<sub>2</sub>-e/ha);

$E_{(t)i}$ : estimativa da biomassa acima do solo (t m.s/ha) no tempo  $t$  proporcionado pelas atividades do projeto;

0,5: fração de carbono na biomassa seca (tC/t ms).

42. A estimativa da biomassa acima do solo no tempo  $t$  alcançada pelas atividades do projeto  $E_{(t)}$  deve ser realizada seguindo os passos:

(a) **Passo 1:** Estabelecer e demarcar “plots” (parcelas) permanentes e documentar a localização no primeiro relatório de monitoramento.

- (b) **Passo 2:** Medir o diâmetro à altura do peito (DAP)<sup>10</sup> e/ou a altura da árvore, conforme apropriado. Esta medida deve ser incluída nos relatórios de monitoramento;
- (c) **Passo 3:** Estimar a biomassa acima do solo utilizando equações alométricas desenvolvidas local ou nacionalmente. Na ausência destas equações:
- (i) Opção 1: utilizar as equações alométricas incluídas no apêndice C desse capítulo ou no anexo 4A.2 do *IPCC good practice guidance for LULUCF*;
  - (ii) Opção 2: utilizar os fatores de expansão de biomassa e volume de caule como segue:

$$26) \quad E_{(t)i} = SV_{(t)i} * BEF * WD$$

Em que:

**E(t)i** = estimativa da biomassa acima do solo no tempo *t* alcançado pelas atividades do projeto (tm.s/ha);

**SV<sub>(t)i</sub>** = volume do caule (m<sup>3</sup>/ha);

**WD** = densidade básica da madeira (t ms/m<sup>3</sup>);

**BEF** = fator de expansão de biomassa (sobre a casca) do volume do caule para o volume total (adimensional).

43. O volume do caule  $SV_{(t)i}$  deve ser estimado de medidas *in situ*, utilizando-se os parâmetros apropriados (como DAP e/ou altura). A aplicação consistente de BEF deve ser assegurada na definição do volume do caule (por exemplo, o volume total do caule ou o volume da madeira requerem BEFs diferentes). Valores nacionais para a densidade da madeira devem ser utilizados. Na sua ausência, os valores a serem utilizados devem ser obtidos da tala 3<sup>A</sup>.1.9 do *IPCC good practice guidance for LULUCF*.

44. Os mesmos valores para BEF e WD devem ser utilizados nas estimativas ex-post e ex-ante.

### → Biomassa abaixo do solo

45. Os estoques de carbono na biomassa abaixo do solo no tempo *t* alcançados pelas atividades do projeto durante o intervalo de monitoramento  $P_{B(t)i}$  devem ser estimados para cada estrato *i* como a seguir:

10. DAP: diâmetro à altura do peito - medida do diâmetro do tronco da árvore realizada a 1,3 metro de altura em referência ao solo.



$$27) \quad P_{B(t)i} = E_{(t)i} * R * 0,5$$

Em que:

$P_{B(t)i}$ : estoques de carbono na biomassa abaixo do solo no tempo  $t$  alcançados pelas atividades do projeto durante o intervalo de monitoramento (tC/ha);

$E_{(t)i}$ : estimativa da biomassa acima do solo no estrato  $i$  alcançadas pelas atividades do projeto;

$R$ : proporção raiz/caule (adimensional);

1: fração de carbono na matéria seca (tC/t m.s).

46. Valores nacionais documentados para  $R$  devem ser utilizados. Na sua ausência, os valores devem ser obtidos da tabela 3A.1.8 do *IPCC good practice guidance for LULUCF*.

Se as proporções raiz/caule para as espécies de interesse não estão disponíveis, os participantes do projeto devem utilizar a equação alométrica utilizada por Cairns et al. (1997), ou uma equação mais representativa retirada da tabela 4.A.4 do *IPCC good practice guidance for LULUCF*:

$$P_{B(t)i} = \exp(-1.085 + 0.9256 * \ln E_{(t)i}) * 0,5$$

Em que:

$P_{B(t)i}$ : estoques de carbono na biomassa abaixo do solo no tempo  $t$  alcançado pelas atividades do projeto durante o intervalo de monitoramento (tC/ha);

$E_{(t)i}$ : estimativa da biomassa acima do solo no tempo  $t$  alcançada pelas atividades do projeto (t m.s/ha);

0,5: fração de carbono na matéria seca (tC/t m.s).

47. Se os participantes do projeto considerarem que a utilização de fertilizantes resultará em emissões significativas de  $N_2O$  (>10% das remoções líquidas reais de GEE por sumidouros), as emissões do projeto ( $GHG_{PROJ(t)} - tCO_2-e/ano$ ) devem ser estimadas de acordo com o *IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories* (referido como *IPCC good practice guidance*)<sup>11</sup>.

11. Utilizar a ferramenta : Estimation of direct nitrous oxide emission from nitrogen fertilization quando esta estiver disponível.

## C. Estimativa ex-post do vazamento

48. De maneira a estimar o vazamento, os participantes do projeto devem monitorar, para cada período de monitoramento, os seguintes indicadores:

- (a) Área dedicada a agricultura<sup>12</sup>, dentro das fronteiras do projeto, deslocada devido à implementação das atividades do projeto;
- (b) Número de animais domésticos herbívoros (pastadores), dentro das fronteiras do projeto, deslocados devido à implementação das atividades;
- (c) Para animais domésticos roaming, o número médio por hectare de animais deslocados devido à implementação das atividades do projeto.

49. Se o valor de ambos indicadores no período específico de monitoramento for inferior a 10%, então

$$L_{tv}=0$$

Em que:

$L_{tv}$ : Emissões totais de GEE devido ao vazamento no tempo de verificação (tCO<sub>2</sub>-e).

50. Se o valor de qualquer dos dois indicadores for maior que 10% e menor ou igual a 50% durante o primeiro período de creditação, então o vazamento deve ser determinado no tempo de verificação utilizando-se as seguintes equações:

→ **Para o primeiro período de verificação:**

$$30) \quad L_{tv} = 0.15 * (P_{(tv)} - B_{(t=0)} - \sum_{t=0}^{tv} GHG_{PROJ,(t)})$$

12. Como área agrícola também são consideradas terras limpas devido ao ciclo próprio da cultura, como queimada e colheita.



→ Para os subseqüentes períodos de verificação:

$$31) \quad L_{tv} = 0.15 * (P_{(tv)} - P_{t=0}) - \sum_{tv-k}^{tv} GHG_{PROJ,(t)}$$

Em que:

$L_{tv}$ : emissões de GEE devido ao vazamento no tempo de verificação (tCO<sub>2</sub>-e);

$P_{(t)}$ : estoques de carbono dentro das fronteiras do projeto alcançadas pelas atividades do projeto no tempo t (tCO<sub>2</sub>-e);

$GHG_{PROJ,(t)}$ : emissões do projeto devido ao uso de fertilizantes (tCO<sub>2</sub>-e/ano);

$B_{(t=0)}$ : estoques de carbono na biomassa no tempo 0 que teriam ocorrido na ausência das atividades do projeto (tC/ha);

$tv$ : ano de verificação (ano);

$k$ : intervalo de tempo entre duas verificações (ano).

Como indicado no parágrafo 31, se o valor de algum desses indicadores for superior a 50%, as remoções antropogênicas líquidas de GEE por sumidouros não podem ser estimadas por essa metodologia.

Ao final do primeiro período de creditação, o vazamento total corresponde a:

$$32) \quad L_{CPI} = 0.15 * (P_{(tc)} - B_{(t=0)}) - \sum_{t=0}^{tc} GHG_{PROJ,(t)}$$

Em que:

$L_{CPI}$ : emissões totais de GEE devido ao vazamento ao final do primeiro período de creditação (tCO<sub>2</sub>-e);

$GHG_{PROJ,(t)}$ : emissões do projeto devido ao uso de fertilizantes (tCO<sub>2</sub>-e/ano);

$B_{(t=0)}$ : estoques de carbono na biomassa no tempo 0 que teriam ocorrido na ausência das atividades do projeto (tC/ha);

$tc$ : duração do período de creditação.

## D. Estimativa ex-post da remoção antropogênica líquida de GEE por sumidouros

51. A remoção líquida antropogênica de GEE por sumidouros é a remoção real líquida de GEE por sumidouros menos a remoção líquida de GEE por sumidouros na linha de base menos o vazamento.

52. As tCER resultantes no ano de verificação tv são calculadas conforme:

→ Para o primeiro período de creditação:

$$33) \quad tCER_{tv} = P_{(t)} - \sum_{t=0}^{tv} (GHG_{PROJ,(t)} - \Delta C_{BSL,t})$$

→ Para os períodos subsequentes de creditação:

$$34) \quad tCER_{tv} = P_{(t)} - \sum_{t=0}^{tv} (GHG_{PROJ,(t)} - \Delta C_{BSL,t}) - L_{CPI}$$

Em que:

$P_{(t)}$ : estoques de carbono dentro das fronteiras do projeto alcançadas pelas atividades do projeto no ano de verificação t (tCO<sub>2</sub>-e);

$GHG_{PROJ,(t)}$ : emissões do projeto devido ao uso de fertilizantes (tCO<sub>2</sub>-e/ano);

$\Delta C_{BSL,t}$ : remoção de GEE por sumidouros na linha de base (tCO<sub>2</sub>-e/ano);

$L_{tv}$ : emissões totais de GEE devido ao vazamento no ano de verificação (tCO<sub>2</sub>-e);

$L_{CPI}$ : emissões totais de GEE devido ao vazamento ao fim do primeiro período de creditação (tCO<sub>2</sub>-e);

**tv**: ano de verificação.

53. As lCER resultantes no ano de verificação tv são calculadas conforme:



→ Para o primeiro período de creditação:

$$35) \quad ICER_{tv} = P_{(t)} - \sum_{t=0}^{tv} (GHG_{PROJ,(t)} - \Delta C_{BSL,t}) - L_{tv} - ICER_{(tv-k)}$$

→ Para os períodos subsequentes de creditação:

$$36) \quad ICER_{tv} = P_{(t)} - \sum_{t=0}^{tv} (GHG_{PROJ,(t)} - \Delta C_{BSL,t}) - L_{CPI} - ICER_{(tv-k)}$$

Em que:

$P_{(t)}$ : estoques de carbono dentro das fronteiras do projeto alcançadas pelas atividades do projeto no ano de verificação  $t$  ( $tCO_2-e$ );

$GHG_{PROJ,(t)}$ : emissões do projeto devido ao uso de fertilizantes ( $tCO_2-e/ano$ );

$\Delta C_{BSL,t}$ : remoção de GEE por sumidouros na linha de base ( $tCO_2-e/ano$ );

$ICER_{(tv-k)}$ : unidades de ICER emitidas na última verificação;

$L_{tv}$ : emissões totais de GEE devido ao vazamento no ano de verificação ( $tCO_2-e$ );

$L_{CPI}$ : emissões totais de GEE devido ao vazamento ao fim do primeiro período de creditação ( $tCO_2-e$ );

$tv$ : ano de verificação;

$k$ : intervalo de tempo entre duas verificações (ano).

## E. Frequência de monitoramento

54. A frequência de monitoramento para cada variável deve ser realizada de acordo com as Tabelas 2 e 3. Na Tabela 4.3.4 encontram-se as abreviações e parâmetros.

**Tabela 4.3.2 – Dados a serem coletados ou utilizados de modo a monitorar as mudanças nos estoques de carbono nos reservatórios de carbono dentro das fronteiras das atividades do projeto A/R MDL proposto e como esses dados serão arquivados**

Variável	Fonte	Unidade	Medida calculada, estimada	Frequência (anos)	Proporção	Arquivamento	Comentário
Localização das áreas onde a atividade do projeto foi implementada.	Pesquisa de campo, informação cadastral, imagens aéreas ou de satélites	Latitude e longitude	Medida	5	100%	Eletrônico, papel, fotos	GPS pode ser utilizado para pesquisa de campo
Ai: tamanho das áreas onde a atividade do projeto foi implementada para cada tipo de estrato	Pesquisa de campo, informação cadastral, imagens aéreas ou de satélites e GPS	ha	Medida	5	100%	Eletrônico, papel, fotos	GPS pode ser utilizado para pesquisa de campo
Localização das parcelas permanentes	Mapas e desenho do projeto	Latitude e longitude	Definida	5	100%	Eletrônico, papel	Local do <i>plot</i> é registrado com GPS e marcado no mapa
DAP	<i>Plot</i> permanente	cm	Medida	5	todas as árvores no <i>plot</i>	Eletrônico, papel	Medir o DAP de cada árvore dentro do <i>plot</i> que se aplica aos limites de tamanho
Altura da árvore	<i>Plot</i> permanente	m	Medida	5	todas as árvores no <i>plot</i>	Eletrônico, papel	Medir a altura de cada árvore dentro do <i>plot</i> que se aplica aos limites de tamanho
Densidade básica da madeira	<i>Plot</i> permanente, literatura	Toneladas de matéria seca por m <sup>3</sup> de volume fresco	Estimada	uma vez	3 amostras por árvore, da base, meio e topo do caule de 3 indivíduos	Eletrônico, papel	–
Total CO <sub>2</sub>	Atividade do projeto	Mg	Calculada	5	todos os dados do projeto	Eletrônico	Baseado em dados coletados de todas as parcelas e estoques de carbono



**Tabela 4.3.3 – Dados a serem coletados ou utilizados para  
 estimar o vazamento e como esses dados serão arquivados**

Variável	Fonte	Unidade	Medida calculada, estimada	Frequência (anos)	Proporção	Arquivamento	Comentário
Área agrícola dentro das fronteiras do projeto que foi deslocada devido às atividades do projeto	Pesquisa	Hectares ou outra medida de área	Medida ou estimada	Uma vez após o início do projeto mas antes da primeira verificação	30%	Eletrônica	–
Quantidade de animais herbívoros domesticados dentro das fronteiras do projeto que foram deslocados devido às atividades do projeto	Pesquisa	Número de cabeças	Estimada	Uma vez após o início do projeto mas antes da primeira verificação	30%	Eletrônica	–
Média temporal de animais herbívoros errantes por hectare deslocados devido às atividades do projeto	Pesquisa	Número de cabeças	Estimada	Uma vez após o início do projeto mas antes da primeira verificação	30%	Eletrônica	–

**Tabela 4.3.4 – Abreviações e parâmetros (em ordem de aparição)**

<b>Parâmetro ou abreviação</b>	<b>refere-se a</b>	<b>Unidades</b>
$B_{(t)}$	Estoques de carbono no tempo t que teriam ocorrido na ausência das atividades do projeto.	tC
$B_{A(i)}$	Estoques de carbono no tempo t no estrato i na biomassa acima do solo que teriam ocorrido na ausência das atividades do projeto.	tC/ha
$B_{B(i)}$	Estoques de carbono no tempo t no estrato i na biomassa abaixo do solo que teriam ocorrido na ausência das atividades do projeto.	tC/ha
$A_i$	Área do estrato i no projeto	ha
$I$	Índice do estrato	-
$I$	Número total de estratos	-
$M_{(t)}$	Biomassa acima do solo no tempo t que teria ocorrido na ausência das atividades do projeto	t ms/ha
0.5	Fração de carbono na biomassa seca	tC/t.ms
$M_{\text{woody}(t)}$	Biomassa acima do solo de vegetação arbustiva no tempo t que teria ocorrido na ausência das atividades do projeto	T ms/ha
$M_{\text{woody\_max}}$	Biomassa acima do solo máxima de vegetação arbustiva no tempo t que teria ocorrido na ausência das atividades do projeto	-
$R_{\text{woody}}$	Proporção raiz/caule da vegetação arbustiva	T ms/ t ms
$M_{\text{grass}}$	Biomassa acima do solo de pasto/gramíneas no tempo t que teria ocorrido na ausência das atividades do projeto	T ms/ha
$R_{\text{grass}}$	Proporção raiz/caule do pasto/gramíneas	T ms/ t ms
$g$	Taxa de crescimento anual da vegetação arbustiva	T ms/há/ano
$\Delta t$	Incremento de tempo = 1 (ano)	ano
$n$	Variável que incrementa $\Delta t=1$ para cada passo iteração, representando o número de anos que se passou desde o início do projeto.	anos
$\Delta C_{\text{BSL},t}$	Remoção líquida de GEE por sumidouros no tempo t na linha de base	TCO <sub>2</sub> -e
$N_{(t)}$	Estoques de carbono no tempo t dentro das fronteiras do projeto e no cenário do mesmo	tC
$N_{A(i)}$	Estoques de carbono acima do solo no tempo t e estrato i dentro das fronteiras do projeto e no cenário do mesmo	tC/ha
$N_{B(i)}$	Estoques de carbono abaixo do solo no tempo t e estrato i dentro das fronteiras do projeto e no cenário do mesmo	tC/ha
$T_{(t)}$	Biomassa acima do solo no tempo t no cenário do projeto	t ms/ha
$SV_{(t)}$	Volume do caule no tempo t no cenário do projeto	m <sup>3</sup> /ha
WD	Densidade básica da madeira	t ms/m <sup>3</sup>
BEF	Fator de expansão de biomassa (sobre a casca) do volume do caule para o volume total	adimensional
DAP	Diâmetro à altura do peito (1,30 m em relação ao solo)	metro ou centímetro
$\Delta C_{\text{PROJ},t}$	Componente de remoção das remoções líquidas reais de GEE por sumidouros por ano	tCO <sub>2</sub> -e/ano
$\Delta C_{\text{ACTUAL},t}$	Remoção ex-ante líquida real de GEE por sumidouros no primeiro período de creditação	tCO <sub>2</sub> -e/ano
$t_c$	Duração do primeiro período de creditação	ano
$\text{GHG}_{\text{PROJ},t}$	Emissões de GEE do projeto por fontes não-sumidouro no tempo t	tCO <sub>2</sub> -e/ano
$L_t$	Vazamento no tempo t no cenário do projeto	tCO <sub>2</sub> -e/ano
$L_{tv}$	Emissões totais de GEE pelo vazamento no período de verificação	tCO <sub>2</sub> -e
$L_{\text{CP}}$	Emissões totais de GEE pelo vazamento ao final do primeiro período de creditação	tCO <sub>2</sub> -e
$\text{ER}_{\text{AR\_CDML}}$	Remoção líquida antropogênica de GEE por sumidouros	tCO <sub>2</sub> -e/ano
$\text{tCER}_{(tv)}$	tCER emitidas no ano de verificação tv	tCO <sub>2</sub> -e
$\text{ICER}_{(tv)}$	ICER emitidas no ano de verificação tv	tCO <sub>2</sub> -e
tv	Ano da verificação	-
k	Intervalo de tempo entre duas verificações	anos
$P_{(t)}$	Estoques de carbono dentro das fronteiras do projeto no tempo t alcançado pelas atividades do projeto	tCO <sub>2</sub> -e
$P_{A(i)}$	Estoques de carbono e de biomassa acima do solo dentro das fronteiras do projeto no tempo t e estrato i alcançado pelas atividades do projeto	tC/ha
$P_{B(i)}$	Estoques de carbono e de biomassa abaixo do solo dentro das fronteiras do projeto no tempo t e estrato i alcançado pelas atividades do projeto durante o intervalo de monitoramento	tC/ha
$E_{(t)}$	Biomassa acima do solo no tempo t alcançado pelas atividades do projeto	t ms/ha
$B_{(t=0)}$	Estoques de carbono na biomassa no tempo 0 que teria ocorrido na ausência das atividades do projeto	tC/ha
$L_{\text{CP}}$	Emissões totais de GEE devido ao vazamento ao final do primeiro período de creditação	tCO <sub>2</sub> -e



## Apêndice A

---

### Demonstração da elegibilidade da terra

A elegibilidade da terra para as atividades do projeto A/R MDL sob o Artigo 12 do Protocolo de Quioto deve ser demonstrada com base nas definições fornecidas no parágrafo 1 do anexo da Decisão 16/CMP.1 (*Land use, land use change and forestry*). Em linhas gerais, isso significa que:

A vegetação da terra a ser florestada/reflorestada encontra-se com os indicadores abaixo da definição nacional de floresta. No Brasil isso significa:

- Mínimo de 1 hectare de área com cobertura de copa superior a 30%;
- Árvores com potencial de altura de 5 metros na maturidade;
- Áreas florestais temporariamente destocadas;
- Áreas onde a continuidade do uso da terra excederia os limiares de definição de floresta.

Para atividades de reflorestamento, deve ser demonstrado que a terra a ser reflorestada não continha florestas até 31 de dezembro de 1989.

Para atividades de florestamento, deve ser demonstrado que a terra estava desflorestada durante os últimos 50 anos.

Isso pode ser demonstrado por meio de:

- Imagens de satélite ou fotos aéreas complementadas por dados referenciados no solo;
- Pesquisas baseadas no solo (permissões de uso da terra, planos de uso da terra ou informações de registros locais, como cadastros, escrituras e registros de gerenciamento);
- Na ausência destas evidências, os participantes do projeto devem submeter um testemunho escrito que foi produzido seguindo uma metodologia de julgamento rural.

## Apêndice B

---

### Determinação da adicionalidade

1. Os participantes do projeto devem fornecer uma explicação que mostra que as atividades do projeto não teriam ocorrido devido a, pelo menos, um dos seguintes obstáculos:
2. Obstáculos de investimento, outro que econômico/financeiro, inter alia:
  - (a) Falta de financiamento para este tipo de atividade;
  - (b) Falta de acesso aos mercados internacionais de capital devido aos riscos reais ou percebidos associados ao investimento direto doméstico ou estrangeiro no país onde as atividades do projeto serão implementadas;
  - (c) Falta de acesso ao crédito.
3. Barreiras institucionais, inter alia:
  - (a) riscos relacionados às políticas e leis de governo;
  - (b) falta de regulação da legislação relacionada aos recursos florestais e ao uso da terra.
4. Barreiras tecnológicas, inter alia:
  - (a) falta de acesso aos materiais de plantio;
  - (b) falta de infra-estrutura para implementação da tecnologia.
5. Barreiras relacionadas às tradições locais, inter alia:
  - (a) falta de conhecimento tradicional ou de leis e costumes, condições de mercado ou práticas relacionadas;
  - (b) equipamentos e tecnologias tradicionais.
6. Barreiras devido às práticas dominantes, inter alia:
  - (a) a atividade do projeto é a “primeira do tipo”. Nenhuma atividade desse tipo é atualmente operacional no país ou região hospedeira.



7. Barreiras devido às condições ecológicas locais, inter alia:
- (a) solo degradado (erosão, salinidade, etc.);
  - (b) catástrofes naturais induzidas por humanos (desmoronamento, fogo);
  - (c) condições meteorológicas desfavoráveis (secas);
  - (d) espécies oportunistas que bloqueiam a regeneração de árvores;
  - (e) curso desfavorável da sucessão ecológica;
  - (f) pressão biótica em termos de herbivoria, coleta de pasto, etc.
8. Barreiras devido às condições sociais locais, inter alia:
- (a) pressão demográfica na terra (demanda devido ao crescimento populacional);
  - (b) conflitos sociais entre os grupos de interesse na região onde a atividade do projeto ocorre;
  - (c) práticas ilegais disseminadas (extração ilegal de madeira, etc);
  - (d) falta de mão-de-obra adequadamente treinada;
  - (e) falta de organização das comunidades locais.

## Apêndice C

### Equações alométricas padrão para estimativa de biomassa acima do solo

Pluviosidade anual	Limites de DAP	Equação	R <sup>2</sup>	Autor(es)
<b>Regiões tropicais secas</b>				
<900 mm	3–30 cm	$AGB = 10^{\{-0.535 + \log_{10}(\pi \cdot DAP^2 / 4)\}}$	0,94	Martinez-Yrizar et al. (1992)
900 – 1500 mm	5–40 cm	$AGB = \exp\{-1.996 + 2.32 \cdot \ln(DAP)\}$	0,89	Brown (1997)
<b>Regiões tropicais úmidas</b>				
<1500 mm	5–40 cm	$AGB = 34.4703 - 8.0671 \cdot DAP + 0.6589 \cdot (DAP^2)$	0,67	Brown et al. (1989)
1500 – 4000 mm	< 60 cm	$AGB = \exp\{-2.134 + 2.530 \cdot \ln(DAP)\}$	0,97	Brown (1997)
1500 – 4000 mm	60 - 148 cm	$AGB = 42.69 - 12.800 \cdot (DAP) + 1.242 \cdot (DAP)^2$	0,84	Brown et al. (1989)
1500 – 4000 mm	5 – 130 cm	$AGB = \exp\{-3.1141 + 0.9719 \cdot \ln(DAP^2 \cdot H)\}$	0,97	Brown et al. (1989)
1500 – 4000 mm	5 – 130 cm	$AGB = \exp\{-2.4090 + 0.9522 \cdot \ln(DAP^2 \cdot H \cdot WD)\}$	0,99	Brown et al. (1989)
<b>Regiões tropicais alagadas</b>				
>4000 mm	4 – 112 cm	$AGB = 21.297 - 6.953 \cdot (DAP) + 0.740 \cdot (DAP^2)$	0,92	Brown (1997)
>4000 mm	4 – 112 cm	$AGB = \exp\{-3.3012 + 0.9439 \cdot \ln(DAP^2 \cdot H)\}$	0,90	Brown et al. (1989)
<b>Coníferas</b>				
n.d.	2 – 52 cm	$AGB = \exp\{-1.170 + 2.119 \cdot \ln(DAP)\}$	0,98	Brown (1997)
<b>Palmeiras</b>				
n.d.	> 7,5 cm	$AGB = 10.0 + 6.4 \cdot H$	0,96	Brown (1997)
n.d.	> 7,5 cm	$AGB = 4.5 + 7.7 \cdot WD$	0,90	Brown (1997)

Notas: AGB = biomassa acima do solo, H = altura; WD = densidade básica da madeira



## Referências bibliográficas

- BROWN, S. Estimating biomass and biomass change of tropical forests. A primer . FAO Forestry Paper 134. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1997.
- BROWN, S.; GILLESPIE, A.J.R.; LUGO, A.E. Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data. *Forest Science*, v. 35, p. 881–902. 1989.
- MARTINEZ-Y, A.J., SARUKHAN, J.; PEREZ-J., A.; RINCAN, E.; MAAS, J.M.; SOLIS-M, A.; CERVANTES, I.. Above-ground phytomass of a tropical deciduous forest on the coast of Jalisco, Mexico. *Journal of Tropical Ecology*, v.8, p. 87–96. 1992.

## Apêndice D

---

### A. Conceito

1. A capacidade de pastagem sustentável é calculada assumindo-se que os animais herbívoros (pastadores) não devem consumir mais biomassa do que é produzido anualmente pela área.

### B. Metodologia

2. A capacidade de pastagem sustentável é calculada pela seguinte equação:

$$37) \quad GC = \frac{ANPP * 1000}{365 * DMI}$$

Em que:

**GC**= capacidade de pastagem (cabeças/hectare);

**ANPP**= produtividade primária acima do solo em toneladas de biomassa seca (ton ms/ha/ano);

**DMI**= tomada diária de matéria seca por animal herbívoro (kg ms/cabeça/dia).

3. A produção primária líquida anual (ANPP) pode ser calculada a partir de medidas locais ou valores-padrão retirados da Tabela 3.4.2 do *IPCC good practice guidance LULUCF*. Essa tabela é reproduzida abaixo como Tabela 4.3.1.
4. O consumo diário de biomassa pode ser calculado a partir de medidas locais ou pode ser estimado a partir da entrada bruta de energia calculada e da energia líquida diária estimada da dieta.



38)

$$DMI = \frac{GE}{NE_{ma}}$$

Em que:

**DMI**= entrada de matéria seca (kg ms/cb/dia);

**GE**= entrada diária bruta de energia (MJ/cb/dia);

**NE<sub>ma</sub>**= concentração líquida de energia da dieta (MJ/kg ms).

5. A tomada diária bruta de energia para gado bovino e ovino pode ser calculado utilizando-se as equações 10.3 até 10.16 no *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU)*<sup>13</sup>. Os exemplos de cálculo para rebanhos típicos de várias regiões do planeta são fornecidos na Tabela 4.3.2. Dados de entrada da Tabela 10A.2 do *2006 IPCC Guidelines*. Concentração de energia líquida da dieta como listado na Tabela 4.3.3 pode ser calculada utilizando-se a fórmula listada no rodapé da Tabela 10.8 do *2006 IPCC Guidelines*.

**Tabela 4.3.5 – Tabela 3.4.2 do GPG LULUCF: Estimativas padrão para biomassa de pasto/gramíneas (matéria seca) e produtividade primária líquida, classificada por zonas climáticas**

Zona climática do IPCC	Biomassa máxima viva acima do solo Toneladas ms. ha <sup>-1</sup>			Produtividade primária líquida acima do solo (ANPP) Toneladas ms. ha <sup>-1</sup>		
	Média	n. estudos	erro	Média	n. estudos	erro
Boreal-seca & úmida <sup>2</sup>	1.7	3	±75%	1.8	5	±75%
Temperada-fria e seca	1.7	10	±75%	2.2	18	±75%
Temperada-fria e úmida	2.4	6	±75%	5.6	17	±75%
Temperada-quente e seca	1.6	8	±75%	2.4	21	±75%
Temperada-quente e úmida	2.7	5	±75%	5.8	13	±75%
Tropical- seca	2.3	3	±75%	3.8	13	±75%
Tropical-úmida e alagada	6.2	4	±75%	8.2	10	±75%

1. Representa uma estimativa nominal do erro, equivalente a duas vezes o desvio-padrão, como um percentual da média.

2. Devido a limitação da disponibilidade de dados. Zonas secas e úmidas para o regime boreal temperado e zonas úmidas e alagadas do regime tropical foram combinados.

13. Paustian, K., Ravindranath, N.H., and van Amstel, A., 2007. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).

Dados para biomassa viva acima do solo foram compilados a partir de médias pluri-anuais reportadas em locais de pastagem e registradas na base de dados do ORNL DAAC NPP: ([http://www.daac.ornl.gov/NPP/html\\_docs/npp\\_site.html](http://www.daac.ornl.gov/NPP/html_docs/npp_site.html)).

Estimativas da produtividade primária líquida da biomassa acima do solo são de: Olson, R. J.J.M.O. Scurlock, S.D. Prince, D.L. Zheng, and K.R. Johnson (eds.). 2001. NPP Multi-Biome: NPP and Driver Data for Ecosystem Model-Data Intercomparison. Fontes disponíveis on-line em: ([http://www.daac.ornl.gov/NPP/html\\_docs/EMDI\\_des.html](http://www.daac.ornl.gov/NPP/html_docs/EMDI_des.html)).

**Tabela 4.3.6 – Dados para rebanhos típicos para o cálculo das necessidades brutas diárias de energia gado**

<b>Gado – África</b>								
	<b>Peso (kg)</b>	<b>Ganho (kg/dia)</b>	<b>Leite (kg/dia)</b>	<b>Trabalho (hrs/dia)</b>	<b>Prenhes</b>	<b>DE</b>	<b>Coefficiente para equação NE<sub>m</sub></b>	<b>Mix (herbivoria)</b>
Fêmeas adultas	200	0,00	0,30	0	33%	55%	0,365	8%
Machos adultos	275	0,00	0,00	0	0%	55%	0,370	33%
Juvenis	75	0,10	0,00	0	0%	60%	0,361	59%
<b>Média ponderada</b>	<b>152</b>	<b>0,06</b>	<b>0,02</b>	<b>0</b>	<b>3%</b>	<b>58%</b>	<b>0,364</b>	<b>100%</b>

<b>Gado – Ásia</b>								
	<b>Peso (kg)</b>	<b>Ganho (kg/dia)</b>	<b>Leite (kg/dia)</b>	<b>Trabalho (hrs/dia)</b>	<b>Prenhes</b>	<b>DE</b>	<b>Coefficiente para equação NE<sub>m</sub></b>	<b>Mix (herbivoria)</b>
Fêmeas adultas	300	0,00	1,10	0	50%	60%	0,354	18%
Machos adultos	400	0,00	0,00	0	0%	60%	0,370	16%
Juvenis	200	0,20	0,00	0	0%	60%	0,345	65%
<b>Média ponderada</b>	<b>251</b>	<b>0,13</b>	<b>0,20</b>	<b>0</b>	<b>13%</b>	<b>60%</b>	<b>0,350</b>	<b>100%</b>



### Gado – Índia

	Peso (kg)	Ganho (kg/dia)	Leite (kg/dia)	Trabalho (hrs/dia)	Prenhes	DE	Coefficiente para equação NE <sub>m</sub>	Mix (herbivoria)
Fêmeas adultas	125	0,00	0,60	0	33%	50%	0,365	40%
Machos adultos	200	0,00	0,00	2,7	0%	50%	0,370	10%
Juvenis	80	0,10	0,00	0	0%	50%	0,332	50%
<b>Média ponderada</b>	<b>110</b>	<b>0,05</b>	<b>0,24</b>	<b>0</b>	<b>13%</b>	<b>50%</b>	<b>0,349</b>	<b>100%</b>

### Gado – América Latina

	Peso (kg)	Ganho (kg/dia)	Leite (kg/dia)	Trabalho (hrs/dia)	Prenhes	DE	Coefficiente para equação NE <sub>m</sub>	Mix (herbivoria)
Fêmeas adultas	400	0,00	1,10	0	67%	60%	0,343	37%
Machos adultos	450	0,00	0,00	0	0%	60%	0,370	6%
Juvenis	230	0,30	0,00	0	0%	60%	0,329	57%
<b>Média ponderada</b>	<b>306</b>	<b>0,17</b>	<b>0,41</b>	<b>0</b>	<b>25%</b>	<b>60%</b>	<b>0,337</b>	<b>100%</b>

### Ovinos

	Peso (kg)	Ganho (kg/dia)	Leite (kg/dia)	Lã (kg/ano)	Prenhes	DE	Coefficiente para equação NE <sub>m</sub>	Mix (herbivoria)
Fêmeas adultas	45	0,00	0,70	4	50%	60%	0,217	40%
Machos adultos	45	0,00	0,00	4	0%	60%	0,217	10%
Juvenis	5	0,11	0,00	2	0%	60%	0,236	50%
<b>Média ponderada</b>	<b>25</b>	<b>0,05</b>	<b>0,28</b>	<b>3</b>	<b>20%</b>	<b>60%</b>	<b>0,227</b>	<b>100%</b>

**Tabela 4.3.7 – Cálculo das necessidades diárias de energia e matéria seca**

<b>Bovinos</b>																			
Região	Características médias							Energia (MJ/cb/dia)										consumo	
	peso (kg)	Ganho de peso (kg/dia)	leite (kg/dia)	trabalho (hrs/dia)	prenhez	DE	CF	manutenção	atividade (nota 1)	crescimento	lactação (nota 2)	força	lã	prenhez	REM	REG	Bruto	NEm (MJ/kg) (nota 5)	DMI (kg/cb/dia)
África	152	0.06	0.02	0.0	3%	58%	0.364	15.7	5.7	1.2	0.0	0.0	0	0.0	0.49	0.26	84.0	5.2	16.2
Ásia	251	0.13	0.20	0.0	9%	60%	0.350	22.1	8.0	2.8	0.3	0.0	0	0.2	0.49	0.28	119.8	5.5	21.9
Índia	110	0.05	0.24	0.3	13%	50%	0.349	11.8	4.3	1.0	0.4	0.3	0	0.2	0.11	0.19	87.6	4.0	21.6
América Latina	306	0.17	0.41	0.0	25%	60%	0.337	24.6	8.9	3.8	0.6	0.0	0	0.6	0.49	0.28	139.5	5.5	25.5

<b>Ovinos</b>																			
Região	Características médias							Energia (MJ/cb/dia)										consumo	
	peso (kg)	Ganho de peso (kg/dia)	leite (kg/dia)	trabalho (hrs/dia)	prenhez	DE	CF	manutenção	atividade (nota 3)	crescimento	lactação (nota 4)	força	lã	prenhez	REM	REG	Bruto	NEm (MJ/kg) (nota 5)	DMI (kg/cb/dia)
Todas	25	0.05	0.28	3.0	20%	60%	0.227	2.5	0.6	1.5	1.29	0	0.2	0.0	0.49	0.28	25	5.5	4.6

**Notas:**

1. Assume pastejamento
2. Assume leite com 4% de gordura
3. Assume pastejamento em terreno inclinado
4. Assume leite com 7% de gordura
5. Calculado utilizando a equação listada na Tabela 10.8

# LEITURAS RECOMENDADAS

## Leituras recomendadas

---

- BOLSA DE MERCADORIAS & FUTURAS. Disponível em: <http://www.bmf.com.br/portal/portal.asp>
- BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT. Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima: um guia para iniciantes. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/49269.html>
- BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT. Efeito Estufa e a Convenção sobre Mudança do Clima. Brasília: MCT e BNDES. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/4072.html>
- BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT. Guia de Orientação - Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/33803.html>
- BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT. Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima - Mudança do Clima 2007 (Quarto Relatório de Avaliação do IPCC). Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/50401.html>
- BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT. Primeira Comunicação Nacional Inicial do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/11352.html>
- BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT. Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa – Relatórios de Referência. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/17341.html>
- BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT. Projetos submetidos à Comissão Interministerial no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. Disponível via: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/4483.html>
- BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT e Ministério das Relações Exteriores. Acordos de Marraqueche. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/17913.html>
- BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT e Ministério das Relações Exteriores. Convenção sobre Mudança do Clima. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/4069.html>
- BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT e Ministério das Relações Exteriores. Protocolo de Quioto à Convenção sobre Mudança do Clima. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/28739.html>



- CLIMATE JUSTICE PROGRAMME. Disponível em: <http://www.climatelaw.org>
- CONSELHO EXECUTIVO DO MDL. Disponível em: <http://cdm.unfccc.int>
- CONVENÇÃO-QUADRO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MUDANÇA DO CLIMA – CQNUMC. (United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC). Disponível em: <http://unfccc.int/2860.php>
- COP-7 - 7ª Conferência das Partes. Os Acordos de Marraqueche, Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas – FBMC. Disponível em: <http://www.forumclimabr.org.br/acordos.htm>
- FÓRUM BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. Disponível em: <http://www.forumclima.org.br>
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Disponível em: <http://www.ipcc.ch>
- INTERNATIONAL EMISSIONS TRADING ASSOCIATION. Disponível em: <http://www.ieta.org/ieta/www/pages/index.php>
- METHANE TO MARKETS PARTNERSHIP. Disponível em: <http://www.methaneto-markets.org>
- NÚCLEO DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS. Cadernos NAE, n. 3, Série Mudança do Clima, v. 1 e 2. Os cadernos NAE são estudos que envolvem as atividades de prospecção do órgão em áreas específicas, como os biocombustíveis, as mudanças do clima e a reforma política. Os trabalhos, que contam com a participação de especialistas de diversas instituições no País, oferecem uma visão profunda sobre os temas tratados. Disponível em: <http://www.nae.gov.br/cadernosnae.htm>
- PEREIRA, A.S. Do Fundo ao Mecanismo: Gênese, Características e Perspectivas para o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo; ao Encontro ou de Encontro à Equidade? Tese de mestrado do Programa de Planejamento Energético/CO-PPE/UFRJ. Disponível em: <http://www.ppe.ufrj.br/>
- UNCTAD. Layperson's Guide to the CDM: Rules from Marrakech. Earth Council Carbon Market Programme. Disponível em: <http://www.unctad.org/ghg>



# GLOSSÁRIO

## Glossário

---

**Acordos de Marraqueche (*Marrakech Accords*)** – Adotados pela Sétima Sessão da Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima – COP-7 em Marraqueche, Marrocos, em 2001, instituíram regulamentações provisórias para o início da implementação do Protocolo de Quioto. Os temas referentes a projetos de florestamento ou reflorestamento foram objeto de acordo adotado na COP-9, em 2003. Esses Acordos foram confirmados durante a primeira sessão da COP/MOP em Montreal no ano de 2005.

**Adicionalidade (*Additionality*)** – Exigência para que uma determinada atividade de projeto seja elegível ao MDL. Prevê que a redução de emissões de gases de efeito estufa (ou aumento de remoções de CO<sub>2</sub>), seja adicional à que ocorreria na ausência de tal atividade de projeto).

**Anexo I / Não Anexo I da Convenção** – O chamado Anexo I da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima inclui os países industrializados que eram membros da OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico) em 1992 e os países da ex-União Soviética e do Leste Europeu. As Partes do Anexo I assumiram os compromissos específicos do Artigo 4.2 da Convenção, além dos compromissos gerais do Artigo 4.1. Os países Não Anexo I incluem todas as outras Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima que não estão listados no Anexo I. As Partes não Anexo I assumiram os compromissos gerais do Artigo 4.1 da Convenção.

**Anexo II da Convenção** – São as Partes incluídas no Anexo I, exceto os países com economias em transição para economias de mercado (ex-União Soviética e Leste Europeu). As Partes do Anexo II assumiram o compromisso de fornecer meios para o cumprimento, pelas Partes não Anexo I de seus compromissos gerais.

**Anexo A do Protocolo** – Lista os gases de efeito estufa - e categorias de setores/fontes - cujas emissões antrópicas agregadas devem ser reduzidas pelas Partes Anexo I.

**Anexo B do Protocolo** – Neste Anexo ao Protocolo de Quioto, estão listados os países industrializados que assumiram metas de redução de emissões de gases de efeito estufa. Coincide com o Anexo I da Convenção.

**Atividades de Projeto (*Project Activities*)** – Atividades que integram um empreendimento ou projeto do MDL, e que proporcione uma redução da emissão de gases de efeito estufa ou o aumento da remoção de CO<sub>2</sub> ao cenário de linha de base.

**Atores (*Stakeholders*)** – São os indivíduos, comunidades e grupos direta ou indiretamente envolvidos com a atividade de projeto do MDL.

**Autoridade Nacional Designada – AND (*Designated National Authority – DNA*)** – Órgão governamental, designado junto à CQNUMC, para exercer localmente as funções de AND, atestando que a participação do país é voluntária e que as atividades contribuem para o desenvolvimento sustentável do país. Além disso, estabelece, quando requisitado pela Convenção, re-



gras e procedimentos nacionais específicos para o desenvolvimento de atividades de projeto. A AND brasileira é a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima – CIMGC.

**Carta de aprovação (Letter of approval)** – Instrumento concedido pela AND a uma atividade de projeto atestando sua contribuição ao desenvolvimento sustentável e seu caráter voluntário sob o ponto de vista do país.

**Cenário de Linha de Base (Baseline Scenario)** – Cenário que quantifica e qualifica as emissões de gases de efeito estufa na ausência da atividade de projeto do MDL.

**Ciclo do Projeto (Project Cycle)** – Etapas que uma atividade de projeto do MDL deve necessariamente percorrer.

**Comércio de Emissões (Emissions Trading)** – Um dos mecanismos do Protocolo de Quioto. Prevê que Partes Anexo I podem participar do comércio de emissões com outras Partes Anexo I, com o objetivo de cumprir os compromissos quantificados de limitação e redução de emissões assumidos. A unidade aplicável a esse mecanismo é a Unidade de Quantidade Atribuída – UQA.

**Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima – CIMGC** – Estabelecida por Decreto Presidencial em 7 de julho de 1999, é a AND do Brasil. Compete à Comissão, entre outras responsabilidades, definir critérios de elegibilidade adicionais àqueles considerados pelos Organismos da Convenção, encarregados do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo,

**Comunicação Nacional** – Entre as obrigações de todas as Partes da Convenção está a elaboração da sua

Comunicação Nacional, que deve conter o inventário das emissões antrópicas por fontes e das remoções por sumidouros de todos os gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal, e uma descrição geral das providências tomadas ou previstas para implementar a Convenção no país.

**Conferência das Partes (Conference of the Parties – COP)** – Órgão máximo da CQNUMC, composta por todos os países que ratificaram a Conferência, responsável pela sua implementação. A COP se reúne anualmente.

**Conferência das Partes na qualidade de Reunião das Partes do Protocolo (Conference of the Parties – COP/Meeting of the Parties – MOP)** – Órgão supremo do Protocolo de Quioto, composto por todos os países que ratificaram o Protocolo. Reúne-se concomitantemente com a COP.

**Conselho Executivo do MDL (CDM Executive Board)** – Sediado em Bonn, Alemanha, e entidade ligada à CQUNMC, supervisiona o funcionamento do MDL. Entre as suas responsabilidades, destacam-se: o credenciamento das Entidades Operacionais Designadas; a validação e registro das atividades de projetos do MDL; a emissão das RCES; o desenvolvimento e operação do Registro do MDL e; o estabelecimento e aperfeiçoamento de metodologias para linha de base, monitoramento e fugas.

**Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima – CQNUMC (United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC)** – Convenção negociada sob a égide das Nações Unidas, adotada durante a Rio-92, cujo principal objetivo é a estabilização dos níveis de concentração de GEE na atmosfera num nível que impeça interferência antrópica perigosa no sistema climático.

**Custos de Transação (*Transaction Costs*)** – No caso específico do MDL, são os custos relacionados ao Ciclo do Projeto e à comercialização das RCE.

**Data de início da atividade de projeto** – É definida como a data em que teve início a execução ou construção ou ação real de uma atividade de projeto. Os participantes do projeto podem escolher e explicar qual data eles consideram como de início da atividade do projeto. Os participantes do projeto também devem informar a vida útil operacional esperada da atividade do projeto, em anos e meses.

**Data de início da obtenção de créditos** – É definida à discricionariedade do participante do projeto, não podendo ser anterior à data de registro da atividade de projeto no Conselho Executivo do MDL, salvo no caso dos projetos que requerem créditos retroativos. Nesse caso não é necessário que a data de início da obtenção de créditos retroativos<sup>1</sup> corresponda à data de início do período de obtenção de créditos para essa atividade de projeto.

**Documento de Concepção do Projeto – DCP (*Project Design Documento – PDD*)** – A elaboração do DCP é a primeira etapa do ciclo do projeto. Todas as informações necessárias para as etapas posteriores deverão estar contempladas no DCP.

**Emissão de RCE (*Emissions of CER*)** – Etapa final do Ciclo do Projeto, quando o Conselho Executivo tem certeza de que, cumpridas todas as etapas, as reduções de emissões de GEE decorrentes das atividades de projetos são reais, mensuráveis e de longo prazo e, portanto, podem dar origem a RCE.

**Entidade Operacional Designada – EOD (*Designated Operational Entity – DOE*)** – Entidade credenciada pelo Conselho Executivo do MDL com as finalidades principais de: validar as atividades de projeto propostas ao MDL e verificar e certificar as reduções das emissões de gases de efeito estufa e/ou remoção de CO<sub>2</sub>. A Entidade Operacional depois de credenciada pelo Conselho Executivo deverá, ainda, ser designada pela COP/MOP.

**Fonte** – Qualquer processo ou atividade que libere um GEE, um aerossol ou um precursor de GEE na atmosfera.

**Fuga (*Leakage*)** – São todas as emissões de GEE mensuráveis e atribuíveis à atividade de projeto que venham a ocorrer fora da fronteira do projeto. O montante desses gases atribuídos como fuga deve ser abatido da quantidade total de RCE obtidas pela atividade de projeto MDL.

**Fronteira de Projeto (*Project boundary*)** – É o limite físico definido pelo proponente do projeto de MDL, no qual está ou será implementada a atividade de projeto. O monitoramento das RCEs decorrente dessa atividade ficará restrito à fronteira do projeto. As emissões significativas e atribuíveis, de forma razoável, às atividades do projeto, mas que estejam fora do limite ou fronteira do projeto, são classificadas como fuga.

**Gases de Efeito Estufa (*Greenhouse Gases – GHG*)** – São os gases da atmosfera, naturais e antrópicos, que absorvem e reemitem radiação infravermelha. Os gases de efeito estufa de origem antrópica contempla-

1. Com os Acordos de Marraqueche e regulamentações posteriores, ficou estabelecido que, atividades de MDL que iniciaram sua operação antes do Registro na UNFCCC poderiam, até dezembro de 2005, requerer RCEs pelas reduções ocorridas antes de seu Registro no Conselho Executivo. Todos os pedidos de registro de atividades MDL requerendo créditos retroativos tiveram até março de 2007 para serem oficialmente aceitas pelo Conselho Executivo do MDL. Atualmente não são mais aceitos novos pedidos de registro com a data de início de obtenção de créditos anterior a data de início de operação.



dos pelo Protocolo de Quioto são: o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o metano (CH<sub>4</sub>), o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), os hidrofluorcarbonos, os perfluorcarbonos, e o hexafluorossulfeto de enxofre.

**Grupo de Trabalho de Florestamento e Reflorestamento** – Foi estabelecido, pela CQNUMC, para elaborar recomendações sobre as propostas de novas metodologias de linha de base e monitoramento para as atividades de projetos de florestamento e reflorestamento no âmbito do MDL. Desde a sua primeira reunião, em julho de 2004, o grupo de trabalho tem atuado em cooperação com o Painel de Metodologias para avaliar as novas metodologias propostas de linha de base e monitoramento.

**Grupo de Trabalho de Pequena Escala** – foi estabelecido, no âmbito da CQNUMC, para elaborar recomendações sobre as propostas de novas metodologias de linha de base e monitoramento para as atividades de projetos de pequena escala no âmbito do MDL.

**Implementação Conjunta (*Joint Implementation*)** – Um dos mecanismos do Protocolo de Quioto, pelo qual uma Parte Anexo I (país desenvolvido) pode transferir para ou adquirir de qualquer outra Parte Anexo I Unidades de Redução de Emissões – URE, a fim de cumprir seus compromissos quantificados de limitação e redução de emissões de GEE.

**Larga ou Grande Escala (*Large Scale*)** – Modalidade convencional de atividade de projeto no âmbito do MDL.

**Linha de Base (*Baseline*)** – 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. Serve de base tanto para verificação

da adicionalidade quanto para a quantificação das RCE da atividade de projeto MDL. As RCE serão calculadas pela diferença entre as emissões da linha de base e as emissões verificadas em decorrência das atividades de projeto do MDL, incluindo as fugas.

**Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL (*Clean Development Mechanism – CDM*)** – Um dos três mecanismos de implementação adicional. O MDL foi definido no Artigo 12 do Protocolo de Quioto. Dispõe sobre atividades de projetos de redução de emissão de GEE ou aumento de remoção de CO<sub>2</sub>, implementadas em Partes Não Anexo I (países em desenvolvimento), que irão gerar RCE.

**Mecanismos de Implementação Adicional** – Conferem um certo grau de flexibilidade e ajudam as Partes Anexo I no cumprimento de suas metas de redução de GEE. São três: Implementação Conjunta, definida no Artigo 6 do Protocolo de Quioto, MDL, definido no Artigo 12, e Comércio de Emissões, definido no Artigo 17.

**Mitigação** – É a ação de atenuar os efeitos causados pela mudança do clima. O desenvolvimento de planos nacionais de mitigação é compromisso de todas as Partes da Convenção que devem formular, implementar, publicar e atualizar regularmente programas nacionais e, conforme o caso, regionais, que incluam medidas para mitigar a mudança do clima, enfrentando as emissões antrópicas por fontes e remoções antrópicas por sumidouros de todos os GEE não controlados pelo Protocolo de Montreal, bem como medidas para permitir adaptação adequada à mudança do clima.

**Monitoramento (*Monitoring*)** – Quarta etapa do Ciclo do Projeto. Consiste no processo de coleta e armazenamento de todos os dados necessários para o cálculo da redução das emissões de GEE o aumento

da remoção de CO<sub>2</sub>, de acordo com a metodologia de linha de base da atividade de projeto. O Plano de Monitoramento deve integrar o DCP e o processo de monitoramento será realizado pelos participantes da atividade de projeto.

**Órgão Subsidiário de Assessoramento Científico e Tecnológico (SBSTA)** – Função de assessorar a COP em questões científicas, tecnológicas e metodológicas relativas à Convenção, além de elaborar estudos específicos sempre que solicitado. É por meio do SBSTA que informações provenientes da comunidade científica, como o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima - IPCC, são internalizadas e influenciam a tomada de decisão política da COP.

**Órgão Subsidiário de Implementação (SBI)** – Auxilia na avaliação e na revisão da implementação da CQNUMC. Compete ao SBI avaliar as Comunicações Nacionais e os Inventários de Emissão submetidos pelas Partes.

**Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)** – Painel constituído por cientistas de diversos países e áreas de conhecimento, com o fim de oferecer suporte científico e interagir com a CQNUMC. É o responsável pela revisão de pesquisas publicadas na literatura técnica e científica mais atual sobre mudança do clima. Desenvolve ainda metodologias para inventários de emissões de GEE que podem ser adotadas oficialmente pela Conferência das Partes da Convenção.

**Painel de Metodologias** – Deve desenvolver recomendações ao Conselho Executivo sobre diretrizes para metodologias de linha de base e planos de monitoramento. Compete ao Painel de Metodologias:

- (a) Elaborar recomendações sobre as propostas de novas metodologias de linha de base e monitoramento;
- (b) Elaborar versões reformatadas de novas metodologias propostas de linha de base e monitoramento aprovadas pelo Conselho Executivo;
- (c) Elaborar recomendações sobre opções de expansão da aplicabilidade das metodologias e fornecer ferramentas para que os participantes possam escolher entre metodologias aprovadas de natureza similar;
- (d) Manter uma lista de especialistas e selecionar especialistas para realizar revisões com o objetivo de avaliar a validade das novas metodologias propostas.

Quando recebe uma nova metodologia, o Painel de Metodologias deve selecionar especialistas da lista para que façam revisão e forneçam avaliação da validade da nova metodologia proposta.

**Painel de Pequena Escala** – Funcionou de abril a agosto de 2002 e elaborou para o Conselho Executivo modalidades e procedimentos simplificados para atividades de projetos de pequena escala no âmbito do MDL. Após a realização de três reuniões, o Painel de Pequena Escala concluiu o seu trabalho com a elaboração de uma recomendação final ao Conselho Executivo.

**Painel de Credenciamento do MDL** – Prepara a tomada de decisão do Conselho Executivo, de acordo com o procedimento de credenciamento das Entidades Operacionais Designadas. O Painel de Credenciamento escolhe uma equipe de avaliação criada com esse fim, a qual efetua avaliação das entidades operacionais candidatas e/ou designadas e produz relatório de avaliação para o painel.



**Países Menos Desenvolvidos (Least Developed Countries - LDC)** – Os países menos desenvolvidos são os países mais pobres do mundo e receberam essa designação da Assembleia Geral das Nações Unidas. Atualmente são 48 países, com uma população de 610,5 milhões, representando 13.2% de todos os países em desenvolvimento e 10.5% do total mundial. Esses países recebem atenção especial porque suas necessidades de desenvolvimento são ainda maiores que as dos países em desenvolvimento.

**Partes** – são os signatários do Protocolo de Quioto e/ou da CQNUMC, que podem ser países ou blocos econômicos, como por exemplo, a União Européia.

**Participantes do Projeto (Project Participants)** – Para efeitos do MDL, são aqueles envolvidos em uma atividade de projeto. Podem ser Partes Anexo I, Partes Não Anexo I, entidades públicas e privadas dessas Partes, desde que por elas devidamente autorizadas.

**Pequena Escala (Small Scale)** – Modalidade específica de projeto do MDL com limitação de tamanho e regras simplificadas para a sua implementação e monitoramento.

**Período de Obtenção de Créditos** – Período definido pelo proponente de projeto, em que as reduções de emissões de GEE decorrentes de atividades de projeto do MDL serão contabilizadas para efeito de cálculo das RCE.

**Plano de Monitoramento (Monitoring Plan)** – Procedimentos listados junto às Metodologias Aprovadas de projeto do MDL para coleta e monitoramento dos dados operacionais da atividade de projeto durante o período de obtenção de créditos. Ainda que o processo de monitoramento faça parte da quarta etapa do Ciclo do Projeto, o Plano de Monitoramen-

to, que define a metodologia para o processo, deve ser descrito na primeira etapa, já que é parte integrante do DCP.

**Potencial de Aquecimento Global (Global Warming Potential, GWP)** – Índice divulgado pelo IPCC e utilizado para uniformizar as quantidades dos diversos GEE em termos de dióxido de carbono equivalente, possibilitando que as reduções de diferentes gases sejam somadas e os seus efeitos comparados.

**Primeiro Período de Compromisso (First Commitment Period)** – O primeiro período de compromisso refere-se ao período compreendido entre 2008-2012, no qual os países incluídos no Anexo I deverão cumprir suas metas de redução de emissão de GEE.

**Protocolo de Quioto** – Instrumento jurídico internacional complementar e vinculado à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, que traz elementos adicionais à Convenção. Entre as principais inovações estabelecidas pelo Protocolo, destacam-se os compromissos de limitação ou redução quantificada de emissões de GEE, definidos em seu Anexo B, bem como os mecanismos de implementação adicional, dentre os quais o MDL.

**Reduções Certificadas de Emissões – RCE** – Representam as reduções de emissões de GEE decorrentes de atividades de projetos elegíveis para o MDL e que tenham passado por todo o Ciclo de Projeto do MDL. As RCE são expressas em toneladas métricas de dióxido de carbono equivalente (tCO<sub>2</sub>) e calculadas de acordo com o Potencial de Aquecimento Global. Uma unidade de RCE é igual a uma tonelada métrica de dióxido de carbono equivalente. As RCE podem ser utilizadas por Partes Anexo I como forma de cumprimento parcial de suas metas de redução de emissão de GEE.

**Reflorestamento/Florestamento (Reforestation/Aforestation)** – Reflorestamento é a conversão, induzida pelo homem, de terra não-florestada em terra florestada, por meio de plantio, sementeira e/ou a promoção induzida pelo homem de fontes naturais de sementes, em área que foi florestada, mas convertida em terra não-florestada. Para o primeiro período de compromisso, as atividades de reflorestamento estão limitadas ao reflorestamento que ocorra nas terras que não continham floresta em 31 de dezembro de 1989. Florestamento é a conversão induzida, diretamente pelo homem, de terra que não foi florestada por um período de, pelo menos, 50 anos, em terra florestada por meio de plantio, sementeira e/ou a promoção induzida pelo homem de fontes naturais de sementes.

**Registro (Registry)** – Parte da quarta etapa do Ciclo do Projeto. Aceitação formal, pelo Conselho Executivo, de um projeto validado como atividade de projeto do MDL. O registro é o pré-requisito para a verificação, certificação e emissão das RCE relativas a uma atividade de projeto. Não confundir com “Registro do MDL”.

**Registro do MDL (CDM Registry)** – Estabelecido e supervisionado pelo Conselho Executivo do MDL para assegurar a contabilização acurada da emissão, posse, transferência e aquisição de RCE. O registro do MDL deve ter a forma de uma base de dados eletrônica padronizada que contenha, *inter alia*, elementos de dados comuns pertinentes à emissão, posse, transferência e aquisição de RCE. Não deve ser confundido com o registro de uma atividade de projeto do MDL, uma das etapas do Ciclo do Projeto.

**Relatório de Validação (Validation Report)** – É o resultado final da avaliação independente de uma atividade de projeto por uma EOD, no tocante aos requisitos do MDL, com base no DCP.

**Relatório de Verificação (Verification Report)** – É o resultado final da auditoria independente realizada por uma EOD, a pedido do proponente de projeto, destinada à revisão dos cálculos da redução de emissões de GEE enviados ao Conselho Executivo, por meio do DCP. Esse processo visa verificar, *ex post*, se a redução de emissões efetivamente ocorreu na magnitude prevista *ex ante* no DCP, e prevê ajustes em casos de diferenças.

**Reservatórios** – Significa um componente ou componentes do sistema climático no qual fica armazenado um GEE ou um precursor de um GEE, como florestas e oceanos.

**Segundo Período de Compromisso (Second Commitment Period)** – O regime pós-2012 ainda não foi definido. A COP/MOP 1, que ocorreu em 2005 em Montreal, deu início à consideração de tais compromissos. RCE, URE e UQA podem ser transferidas do primeiro para o segundo período de compromisso.

**Sumidouro** – Qualquer processo, atividade ou mecanismo que remova um GEE, um aerossol ou um precursor de GEE da atmosfera, como reflorestamento.

**Uso da Terra e Mudança do Uso da Terra e Florestas (LULUCF – Land-Use and Land-Use Change and Forestry)** – No Protocolo de Quioto, as três atividades de mudança no uso da terra e florestas são a florestamento, reflorestamento e desflorestamento e estão incluídas no seu Artigo 3.3. É permitido que as mudanças líquidas resultantes dessas atividades sejam usadas pelas Partes para cumprir suas obrigações com o Protocolo no primeiro período de comprometimento. São conhecidas como ARD. Outras atividades adicionais foram estabelecidas no Artigo 3.4 do Protocolo.

# ANEXOS

- I. Entidades Operacionais Designadas pelo Conselho Executivo do MDL em 23 de novembro de 2007
- II. Diagrama da aplicabilidade de metodologias por setor
- III. Currículo dos autores e coordenadores



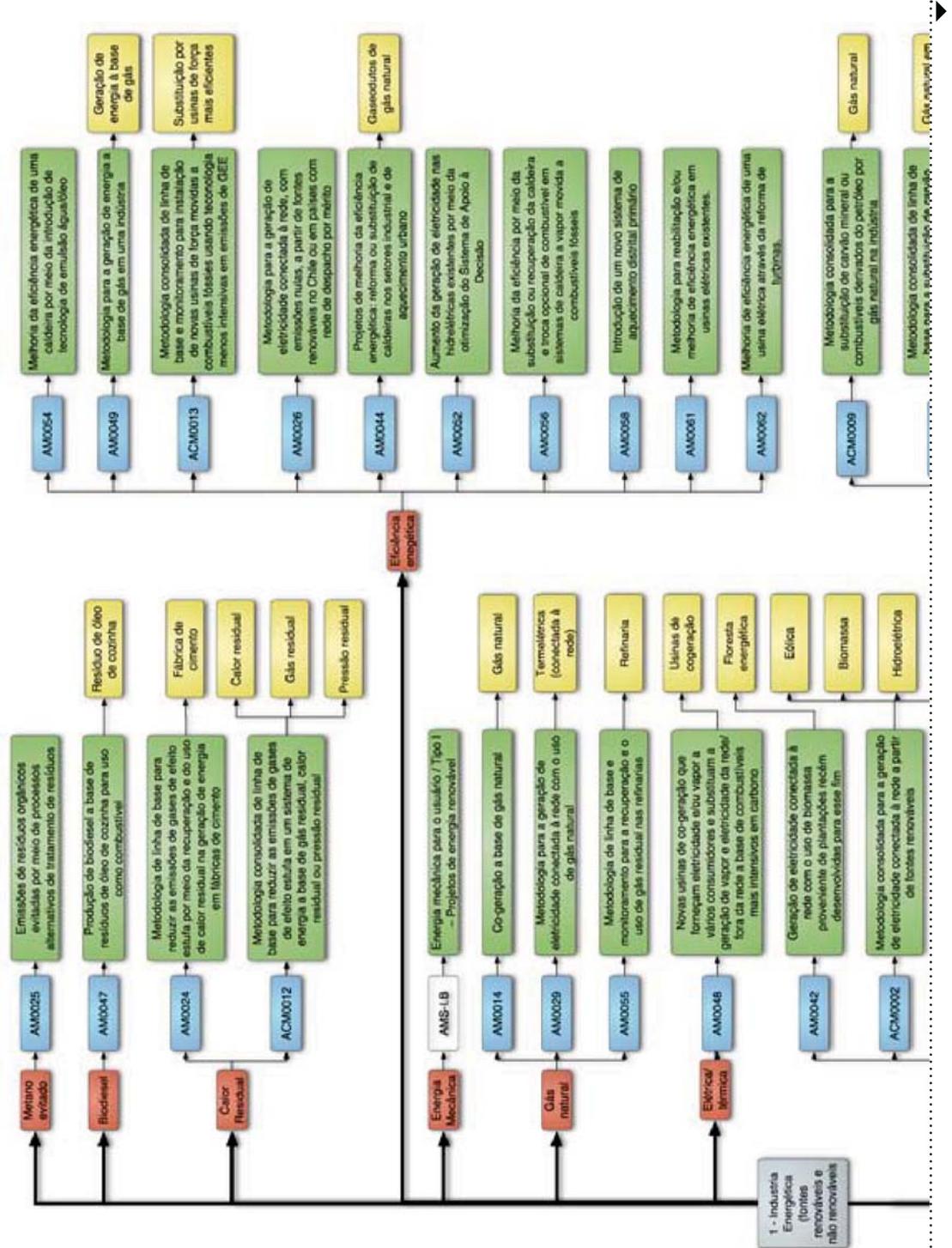


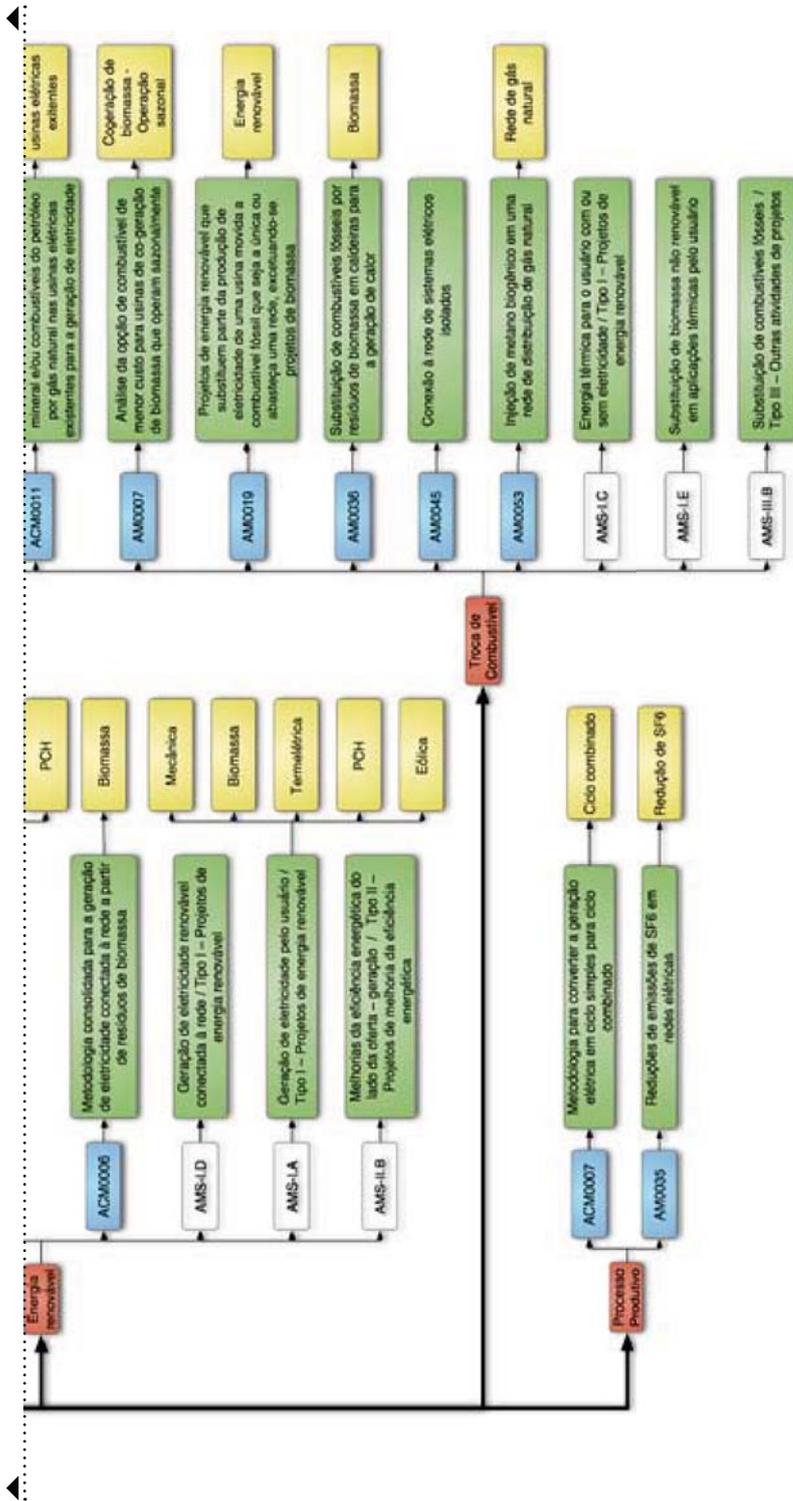
## Anexo I – Entidades Operacionais Designadas pelo Conselho Executivo do MDL em 23 de novembro de 2007

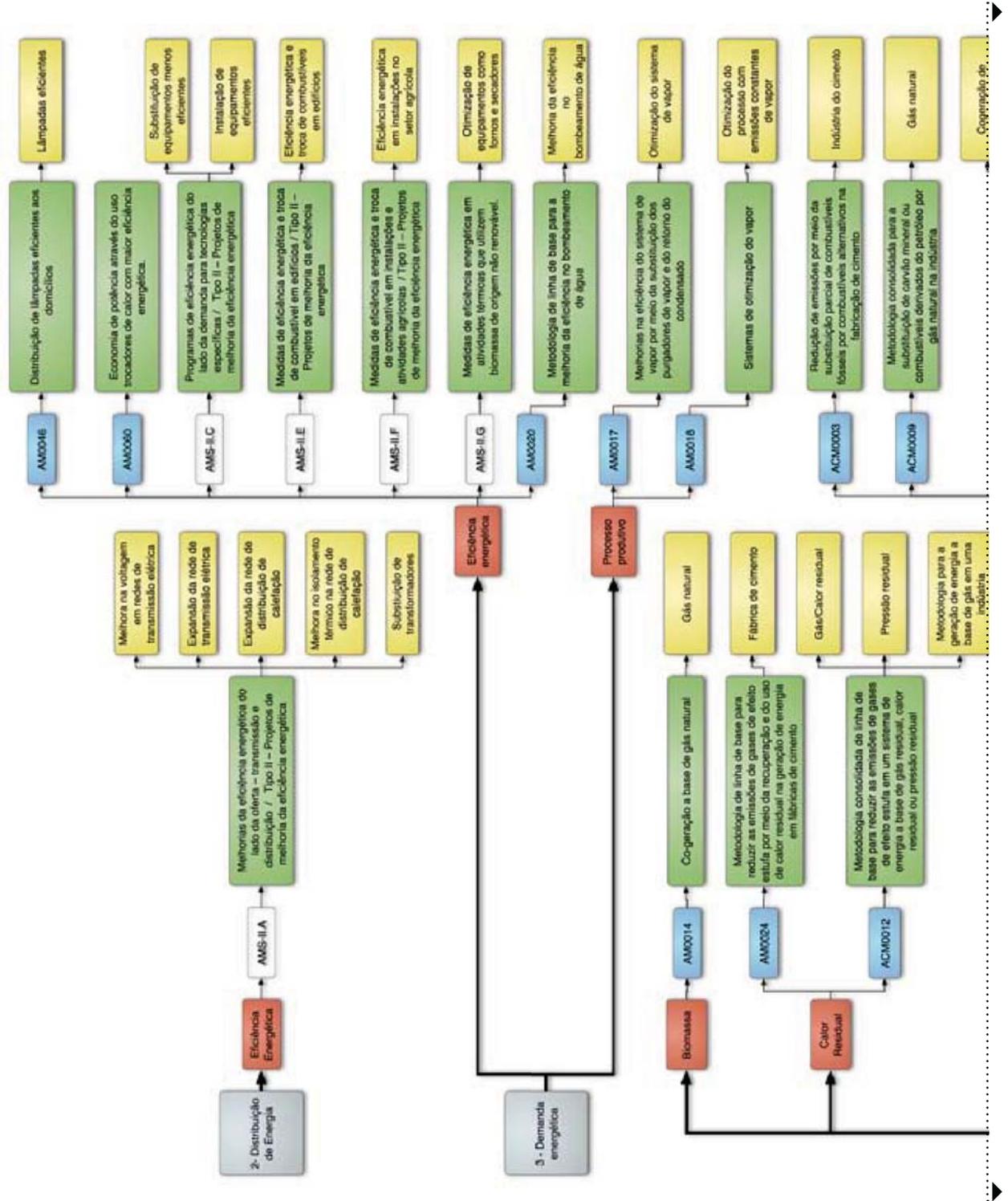
Número de referência	Nome completo da entidade (abreviatura)	Escopos setoriais para validação	Escopos setoriais para verificação e certificação
E-0001	Japan Quality Assurance Organization (JQA)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13	-
E-0002	JACO cDM.,LTD (JACO)	1, 2, 3	1, 2, 3
E-0003	Det Norske Veritas Certification AS (DNV Certification AS)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15
E-0005	TÜV SÜD Industrie Service GmbH (TÜV-SÜD)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15
E-0006	Tohatsu Evaluation and Certification Organization Co., Ltd. (TECO)	1, 2, 3	-
E-0007	Japan Consulting Institute (JCI)	1, 2, 13	-
E-0009	Bureau Veritas Certification Holding S.A. (BVC Holding S.A.)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12	1, 2, 3
E-0010	SGS United Kingdom Ltd. (SGS)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 15	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 15
E-0011	The Korea Energy Management Corporation (KEMCO)	1	-
E-0013	TÜV Rheinland Japan Ltd. (TÜV Rheinland)	1, 2, 3, 13	-
E-0014	KPMG Sustainability B.V. (KPMG)	1, 2, 3, 13	-
E-0018	British Standards Institution (BSI)	1, 2, 3	-
E-0021	Spanish Association for Standardisation and Certification (AENOR)	1, 2, 3	1, 2, 3
E-0022	TÜV NORD CERT GmbH (RWTUV)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13	1, 2, 3
E-0023	Lloyd's Register Quality Assurance Ltd (LRQA)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13	-
E-0024	Colombian Institute for Technical Standards and Certification (ICONTEC)	-	1, 2, 3
E-0025	Korean Foundation for Quality (KFQ)	1, 2, 3	-
E-0029	PricewaterhouseCoopers - South Africa (PwC)	1, 2, 3	

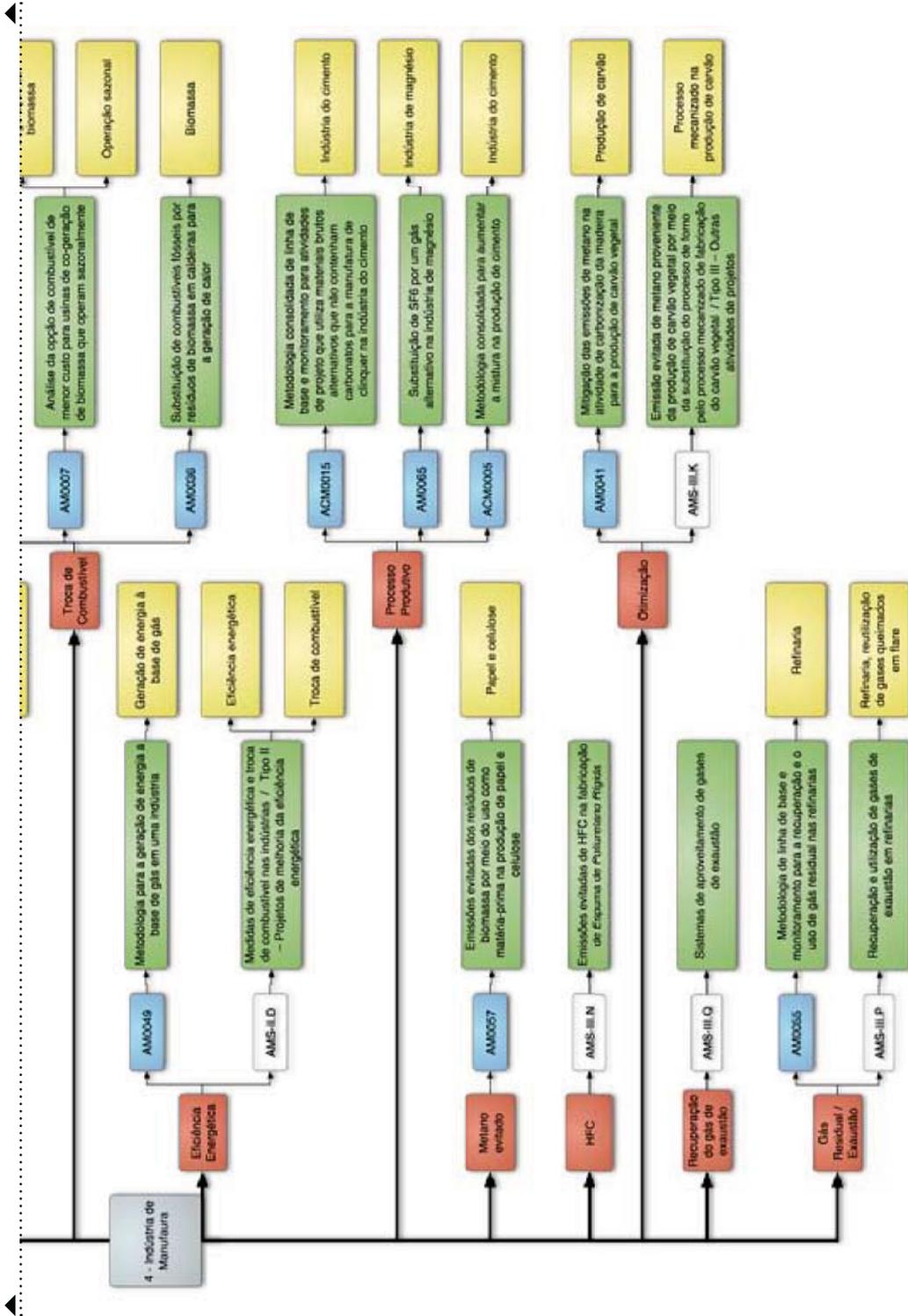
1. O desagrupamento de uma atividade de projeto de MDL de grande escala não será permitido quando as atividades de projeto resultantes enquadrarem-se como atividades de projeto de pequena escala, ou seja, um projeto de grande escala não pode ser subdividido em dois ou mais projetos de pequena escala

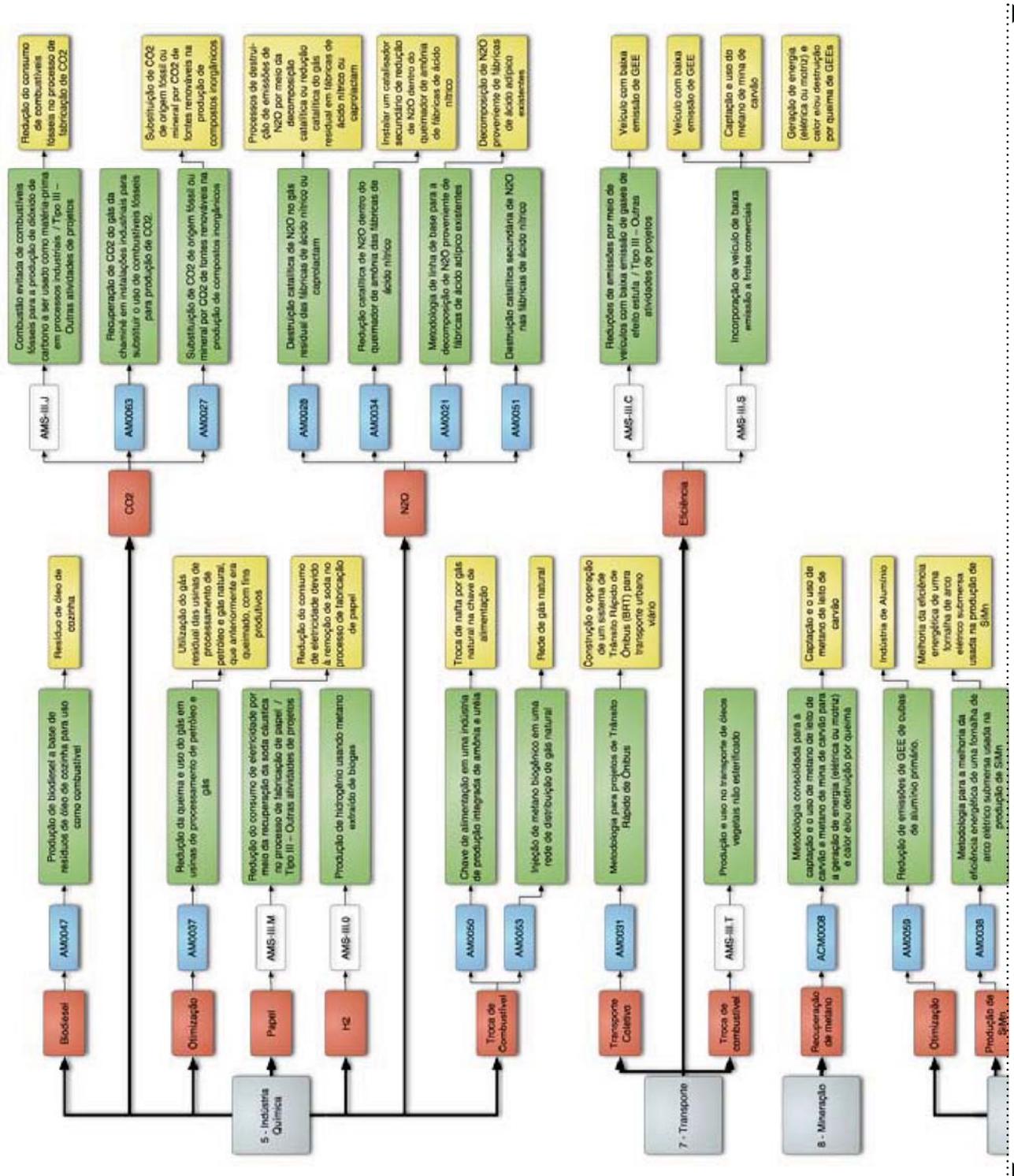
## Anexo II – Diagrama da aplicabilidade de metodologias por setor



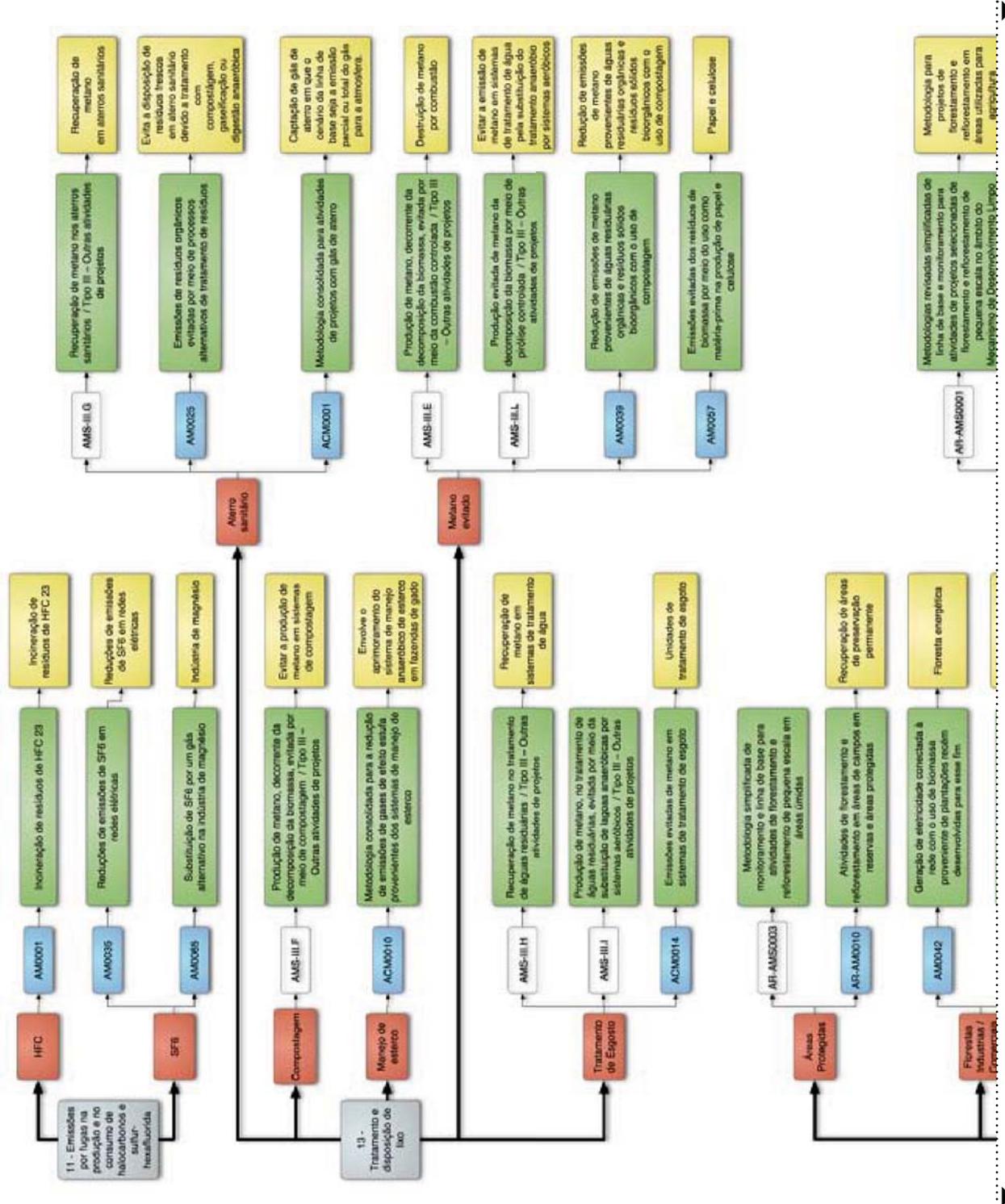


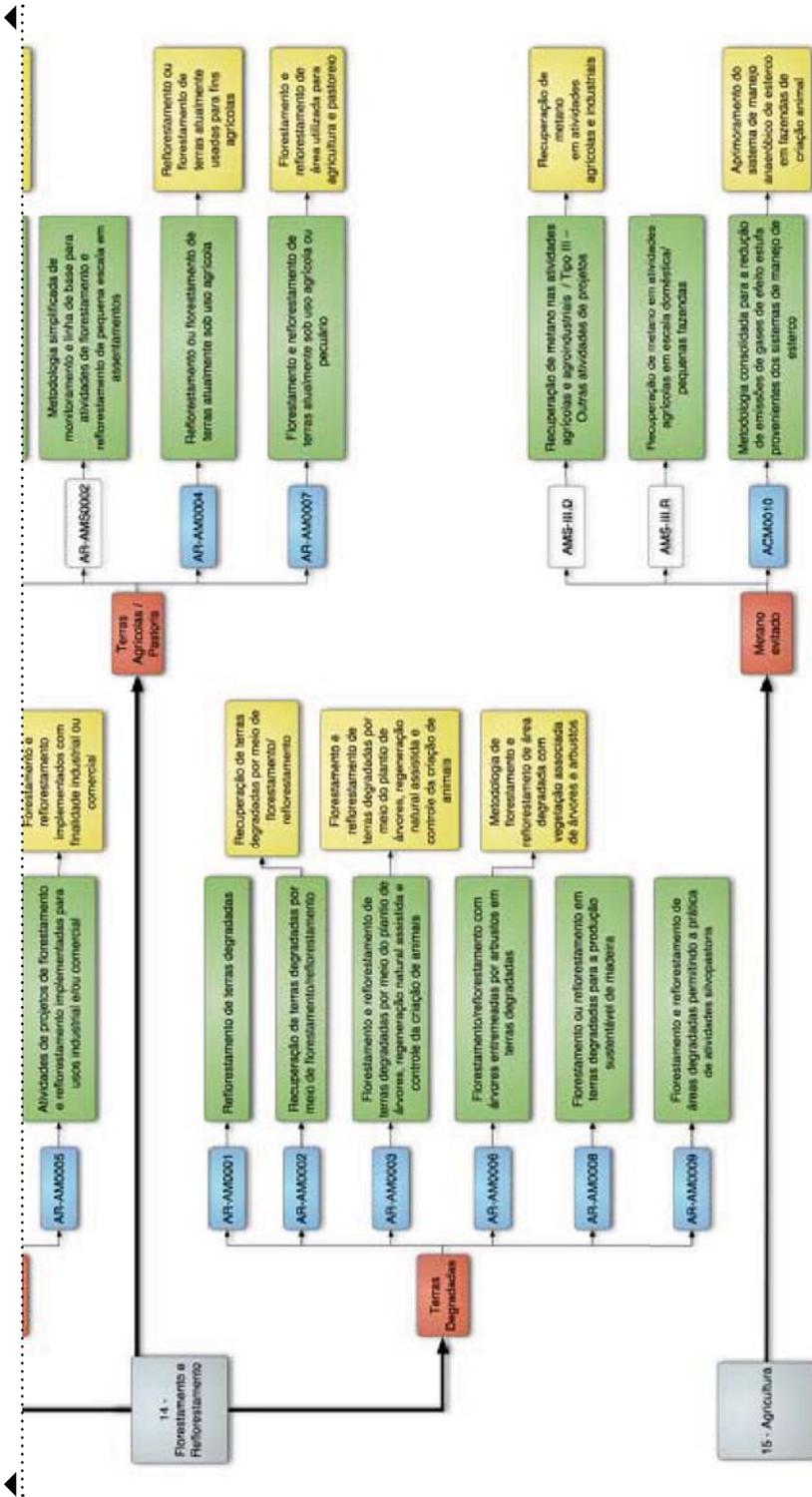












## Anexo III – Currículo dos autores e coordenadores

---

### **ADELINO RICARDO JACINTHO ESPARTA**

Diretor e sócio da Ecoinvest. Ricardo é engenheiro químico e mestre em engenharia pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP) e tem como atribuições principais na Ecoinvest a avaliação de investimentos em energia renovável e eficiência energética e a análise dos aspectos técnicos e políticos do Protocolo de Quioto à Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. É membro do “Registration and Issuance Team” do Conselho Executivo do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo do Protocolo de Quioto. Desenvolve trabalho acadêmico no Instituto de Eletrotécnica e Energia da USP e é professor de pós-graduação em Meio Ambiente e Energia do Instituto Mauá de Tecnologia. Sua experiência prévia está relacionada à pesquisa e desenvolvimento em modelagem, simulação, otimização e controle de processos na USP (1989 a 1991) e na Universidade de Stuttgart, Alemanha (1992 a 1998).

### **ALEXANDRE VALADARES MELO**

Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Minas Gerais e Mestre em Mudança do Clima e Desenvolvimento Sustentável pelo Instituto de Energia e Desenvolvimento Sustentável (IESD) da De Montfort University (Inglaterra). Especialista em: Projetos de Redução de Gases causadores do Efeito Estufa - Mecanismos de Desenvolvimento Limpo - pela JICA/Japão; Auditoria de Qualidade e Ambiental pela JICA/Japão; Implementação de Sistema de Gestão Ambiental – ISO 14001 pela Ryerson University e BRI/Canadá; Engenharia Econômica pela Fundação Dom Cabral/PUC; e Produção Mais Limpa pelo Centro Nacional de Tecnologias Limpas – RS. É coordenador adjunto do Sub-comitê de Mudanças Climáticas do Comitê Brasileiro de Gestão Ambiental - CB-38 da ABNT, responsável pela Norma ISO 14064 sobre Mudanças Climáticas e Delegado brasileiro em diversas reuniões internacionais: ISO, COP e ONU. Atuou como Especialista Sênior de Meio Ambiente e Mudança do clima da Confederação Nacional da Indústria de 2005 a 2008, sendo representante da mesma no Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA. Atualmente é Especialista Sênior de Mudança do Clima da Sustainable Capital Management.

### **ANA CAROLINA SILVEIRA PERICO**

Graduada em Engenharia Hídrica pela Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), em 2004, e Mestre em Ciências em Engenharia da Energia, pela mesma Universidade em 2007, na área de concentração de Energia, sociedade e meio ambiente. Trabalhou, de 2005 a 2006, no Centro de Excelência em Recursos Naturais e Energia (CERNE), Itajubá, onde atuou em projetos de consultoria relacionados aos temas de energia, combustíveis, recursos hídricos, com ênfase em regulação e planejamento. Atualmente, é assistente do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) na área de Energia e Mudanças Climáticas, atuando em projetos de C&T&I



relacionados aos temas de tecnologias energéticas do futuro (etanol, biocombustíveis, energias alternativas renováveis), sustentabilidade do abastecimento energético (matriz energética), mudança do clima (marco regulatório, capacitação em projetos de MDL, análise da vulnerabilidade, estudos de impacto e estratégias de adaptação).

### **CARLOS HENRIQUE DELPUPO**

Há 13 anos na área, atualmente é sócio do Instituto Totum. Formado em Engenharia Metalúrgica pela Escola de Minas de Ouro Preto, com pós-graduação em Análise de Sistemas pela Universidade Federal do Espírito Santo, e Administração de Empresas pela Fundação Dom Carbral de Minas Gerais. Ex-Gerente-Executivo da PricewaterhouseCoopers em sustentabilidade. Com experiência em projetos em sustentabilidade e mudanças climáticas, incluindo estruturação financeira e condução de projetos de MDL.

### **DANIELLE DE ARAUJO MAGALHÃES**

É formada em Relações Internacionais pela Universidade de Brasília. Foi integrante da Delegação Brasileira na 10ª e 11ª Conferência das Partes à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Participou dos cursos Desenvolvimento de Estratégia em Mudança do Clima, pela Agência Internacional de Cooperação do Japão - JICA e Programa Internacional de Treinamento em Mitigação e Adaptação em Mudança do Clima, pela Agência Internacional de Cooperação e Desenvolvimento da Suécia – SIDA. Atualmente é assessora técnica da Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima – Ministério da Ciência e Tecnologia.

### **FERNANDA CRISTINA MASSARO**

É graduada em Ciências Biológicas (Bacharelado e Licenciatura Plena) pela Universidade Federal de São Carlos, e Mestre em Ciências da Engenharia Ambiental pela Universidade de São Paulo. Atualmente é doutoranda em Ciências da Engenharia Ambiental pela Universidade de São Paulo. Participou de importantes eventos e desenvolve diversas atividades técnicas relacionadas à mudanças climáticas, Mecanismo de Desenvolvimento Limpo e créditos de carbono.

### **FLAVIA WITKOWSKI FRANGETTO**

Especialista em Direito Ambiental pela Université Jean Moulin - Lyon III (França), é mestre e doutoranda em Direito Ambiental pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). Autora das obras “Viabilização Jurídica do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) no Brasil – O Protocolo de Kyoto e a cooperação internacional” (Editora Peirópolis, 2002) e “Arbitragem Ambiental: Solução de conflitos (r)estrita ao âmbito (inter) nacional?” (Editora Millennium, 2006), é advogada ambientalista, sócia e coordenadora do

Setor Ambiental da Siqueira Castro Advogados - São Paulo. Professora e Coordenadora de cursos de Direito Ambiental em diversas instituições a exemplo da Escola Paulista da Magistratura e das Faculdades Integradas Rio Branco. Foi Assessora Técnica do Gabinete da Secretaria do Verde e do Meio Ambiente, da Prefeitura Municipal de São Paulo. É Conselheira do Conselho Superior de Meio Ambiente da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo - FIESP e Membro das Comissões de Direito Ambiental da Ordem dos Advogados do Brasil (OAB), do Conselho Federal e de São Paulo, subsecção em que é coordenadora de Assuntos Internacionais Ambientais. Para assuntos de regime futuro em mudança do clima, é consultora da *United Nations Foundation* e *Visiting Fellow no Oxford Institute for Energy Studies* (Inglaterra/Oxford University).

### **GUSTAVO BARBOSA MOZZER**

Bacharel em Ciências Biológicas e mestre em Ecologia pela Universidade de Brasília – UNB. Foi integrante da delegação brasileira na 10ª Conferência das Partes à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Participação em 2004 no Curso de Capacitação para Formuladores de Políticas Relacionadas ao Aquecimento Global (Mecanismos de Quioto) preparado pela Agência Japonesa de Cooperação Internacional (JICA). Atualmente é assessor técnico da Coordenação Geral de Mudanças Globais de Clima – Ministério da Ciência e Tecnologia e Sócio Fundador da ONG PEQUI – Pesquisa e Conservação do Cerrado.

### **JÖRGEN MICHEL LEEUWSTEIN**

É engenheiro Ambiental (Groningen, Holanda) e Mestre em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos pela Universidade de Brasília – UNB. Trabalhou, entre 1997 e 2003, no Ministério de Meio Ambiente, tratando assuntos ligados ao gerenciamento de recursos hídricos. Desde 2003, é Diretor da empresa Ecobusiness, onde desenvolve e executa projetos nas áreas de recursos hídricos e mudanças climáticas. Trabalhou um ano (2005), como consultor, no Banco Mundial, onde forneceu acessória técnica na área de projetos de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo – MDL. Desde 2006, coordena cursos e programas de capacitação sobre projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, em conjunto com o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), a Confederação Nacional da Indústria (CNI) e a Organização das Cooperativas Brasileiras (OCB). É consultor do CGEE, tratando ações relativas ao levantamento de oportunidades de novos negócios de mercado de crédito de carbono e ao mapeamento e análise da vulnerabilidade e adaptação às mudanças climáticas globais. Apóia, ainda, empresas e entidades na implementação de projetos de MDL.

### **LUIZ GYLVAN MEIRA FILHO**

Pesquisador visitante do Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo, é formado em engenharia eletrônica pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, SP. Doutor em Astrofísica pelo *Department of Astro-Geophysics*, da Universidade do Colorado – USA. Foi vice-presidente do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC), Membro do Conselho Executivo do Mecanismo



de Desenvolvimento Limpo do Protocolo de Quioto e Presidente do Painel sobre Metodologias de linhas de base do Conselho Executivo do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo do Protocolo de Quioto.

### **MAGNO BOTELHO CASTELO BRANCO**

Doutor e mestre em Ecologia e Recursos Naturais, pela Universidade Federal de São Carlos. Desenvolve atividades técnicas relacionadas ao MDL, com especialização em projetos de reflorestamento, entre eles, o PDD - Project Design Document - Reflorestamento das Áreas de Proteção Permanente no município de Socorro (SP), e Guia para a Elaboração de um Documento de Concepção de Projeto (DCP) para Projetos de Reflorestamento de Pequena Escala.

### **MARCELO KHALED POPPE**

Graduado em engenharia elétrica pela Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (1972), especializado em conversão de energias renováveis na Faculté de Sciences de l'Université de Perpignan (1983) e em sócio-economia do desenvolvimento na École des Hautes Études en Sciences Sociales (1984) e pós-graduado, com Diplôme d'Études Approfondies (DEA, equivalente a Mestrado), em economia da produção: inovação e sistemas energéticos, pelo Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires e pela Université de Paris IX – Dauphine (1985), na França. Atualmente é assessor do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – CGEE. Exerceu os cargos de Secretário de Desenvolvimento Energético (2003) e de Diretor do Departamento Nacional de Desenvolvimento Energético (2001 e 2002) no Ministério de Minas e Energia, sendo responsável pela formulação e gestão das políticas públicas de universalização do acesso e uso da energia, de energias renováveis, de tecnologias energéticas e de eficiência energética. Antes foi Assessor Especial da Diretoria da Agência Nacional de Energia Elétrica (1998 a 2001), atuando nas áreas de regulação, fiscalização, mediação e outorga de instalações e serviços de energia elétrica. No exterior foi pesquisador associado no Centre International de Recherche sur l'Environnement et le Développement – Cired (1984 a 1998), na França.

### **MARCELO THEOTO ROCHA**

Engenheiro agrônomo, mestre e doutor em economia aplicada pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP). Membro da equipe de negociadores do governo brasileiro na Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC) e no Protocolo de Quioto; Membro do Grupo de Revisão dos Inventários de Emissões de Gases de Efeito Estufa na CQNUMC; Membro do Grupo de Trabalho de Florestamento/Reflorestamento do Comitê Executivo do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL); Membro do Time de Registro e Emissão de CER do Comitê Executivo do MDL. Pesquisador do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - CEPEA (ESALQ/USP), pesquisador Associado da ONG IPÊ (Instituto de Pesquisas Ecológicas) e Sócio Fundador da Fábrica Ética Brasil – Consultoria em Sustentabilidade.

## **MAURÍCIO OTÁVIO MENDONÇA JORGE**

Graduado em Economia pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Mestre em Economia pela Universidade Estadual de Campinas e Doutor em Economia pela Universidade Estadual de Campinas e Université de Paris. Atuou como Pesquisador do Centro de Estudos de Conjuntura e do Núcleo de Estudos de Indústria e Tecnologia do Instituto de Economia da Unicamp (1987-1995), Professor da Universidade Federal de São Carlos (1992-2004), Consultor da CEPAL-ONU (1993-2005), Chefe da Assessoria de Captação de Recursos do Ministério da Ciência e Tecnologia (1999-2001), Presidente do Conselho Fiscal da Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP (2000-2002), Secretário de Política Tecnológica Empresarial do Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT (2001-2002), Presidente dos Comitês Gestores dos Fundos Setoriais de Ciência e Tecnologia de Petróleo, Energia, Recursos Hídricos, Mineral, Transportes, Biotecnologia, Saúde, Agronegócios, Aeronáutico e Espacial (2001-2002), Diretor do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA (2003-2004). Atualmente é Gerente-Executivo da Unidade de Competitividade Industrial da Confederação Nacional Indústria, Conselheiro do Conama - Conselho Nacional de Meio Ambiente, do Conselho Diretor da ABNT e do Conselho Nacional de Recursos Hídricos.

## **OSVALDO STELLA MARTINS**

Graduado em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas (1996), mestre em Planejamento Energético pela Universidade de São Paulo (1999) e Doutor em Ecologia e Recursos Naturais pela Universidade Federal de São Carlos (2004). Atualmente é colaborador do Centro Nacional de Referência em Biomassa (CENBIO/IEE/USP) e diretor da ONG Iniciativa Verde. Experiência na área ambiental, com ênfase em energia, atuando principalmente nos seguintes temas: energia renovável, biomassa, geração de energia e mudanças climáticas.

## **SOFIA NICOLETTI SHELLARD**

É formada em Tradução pela Universidade de Brasília - UNB, com experiência na área de meio ambiente; participou do curso “Desenvolvimento de Estratégias em Mudança do Clima” promovido pela Agência de Cooperação Internacional do Japão - JICA, realizado no Japão. Foi integrante da delegação brasileira na 10ª Conferência das Partes à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Atualmente é assessora técnica da Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima do Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT.

