

Mudança do Clima

Volume II



Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República

Cadernos NAE

Processos estratégicos de longo prazo

Número 4 2005
© NAE-Secom/PR, 2005

Mudança do Clima

Volume II

Mercado de Carbono

Cadernos NAE: nº 4, abril 2005

Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República
Presidente: Luiz Gushiken, Ministro-Chefe da Secretaria de Comunicação de Governo e Gestão Estratégica (SECOM)

Coordenador: Glauco Arbix, Presidente do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea)
Secretário-Executivo: Oswaldo de Oliva Neto – *Coronel EB*

Projeto Gráfico e Diagramação: Anderson Moraes

SCN Q 2 Bl. A, Corporate Financial Center, sala 1102
70712-900 Brasília, DF – Tel: (55.61) 424 9600 – FAX (55.61) 424 9661
<http://www.planalto.gov.br/secom/nae/>
e-mail: cadernosnae@planalto.gov.br ou nae@planalto.gov.br

As opiniões, argumentos e conclusões apresentadas nos documentos que compõem este Caderno são de inteira responsabilidade dos autores não representando as posições do Governo Brasileiro.

Cadernos NAE / Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. – nº 4, (abril 2004). – Brasília: Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, Secretaria de Comunicação de Governo e Gestão Estratégica, 2005 –

Irregular

ISSN

1. Estudos Estratégicos – Brasil. 2. Mudança do clima. 3. Créditos de carbono.

CEU: 35 (81)

Impresso em Brasília, 2005

Sumário

Apresentação	7
Resumo executivo	13
Introdução geral	35
1 - Mudança do clima: situação atual e perspectivas	35
2 - Estudo prospectivo em mudança do clima	43
3 - Organização dos dois volumes Mudanças do Clima dos Cadernos NAE	50
Parte III – Mercado de carbono	53
Parte III A – Mercado internacional de créditos de carbono	55
1 - A Convenção do Clima e o advento do mercado de carbono	57
2 - A Formação do mercado de créditos de carbono	62
3 - Os fundos de financiamento do mercado	92
4 - As perspectivas do mercado de carbono	100
5 - Comentários sobre o mercado internacional de créditos de carbono	106
6 - Referências	110
Parte III B – Oportunidades de negócios em segmentos produtivos nacionais	115
Introdução	117
1 - Panorama do setor de energia no Brasil	121
2 - Panorama do setor de resíduos sólidos urbanos no Brasil	141
3 - Linha de base para o setor elétrico e de resíduos sólidos	161
4 - Oportunidades de projetos enquadráveis no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – energia, resíduos sólidos e eficiência energética	171
5 - Outras oportunidades: Agropecuária e florestas	227
6 - Linha de base para projetos de florestamento e reflorestamento	237
7 - Potencial para Projetos de Florestamento e Reflorestamento no Brasil	242
8 - O mercado de exportação de álcool combustível	268

9 - Consolidação das oportunidades em segmentos produtivos nacionais	275
10 - Barreiras ao aproveitamento das oportunidades	284
Comentários	288
Bibliografia	293
Parte III C – Ferramentas para viabilização das oportunidades	303
Introdução	305
Instrumentos Legais e Regulamentares	313
1 - Internalização dos marcos legais internacionais no âmbito das mudanças climáticas globais na ordem jurídica nacional	313
2 - Quadro regulatório internacional	315
3 - Quadro regulatório nacional	321
4 - Abordagem conjunta das questões e lacunas	329
5 - Necessidade de aprimoramento de instrumentos regulamentares	358
6 - Comentários	373
Incentivos Econômico-Financeiros	375
1 - Introdução	375
2 - Pressupostos gerais para uma política de incentivos	375
3 - Condicionantes relacionados ao protocolo de Quioto	379
4 - Incentivos econômico-financeiros: sugestões preliminares	381
5 - Comentários	384
Desenvolvimento Científico, Tecnológico e Inovação	387
1 - Eficiência Energética	390
2 - Combustíveis renováveis para transporte	392
3 - Geração de eletricidade para os sistemas interligados	395
4 - Geração de eletricidade para os sistemas isolados	400
5 - Resíduos rurais	408
6 - Resíduos sólidos urbanos	413
7 - Florestas e reflorestamentos	418
8 - Redução de gás de <i>flaring</i> em refinarias e plataformas petrolíferas	420
9 - Alternativas de seqüestro de carbono	421

Sistema institucional para tramitação de projetos	423
1 - O mecanismo de desenvolvimento limpo	423
2 - O ciclo de um projeto de mecanismo de desenvolvimento limpo	424
3 - A comissão Interministerial de Mudança Global do Clima	430
4 - Condições políticas, econômicas e institucionais para trâmite de projetos	433
5 - Considerações sobre o estabelecimento de um ambiente institucional competitivo para tramitação de projetos de MDL	449
Comentários	454
Leituras complementares	458
Considerações finais	461
Anexo I – Prospecção e avaliação de impactos	463
1 - Princípios	463
2 - Características do processo	464
3 - Ambiente de prospecção	465
4 - Etapas do trabalho	468
Anexo II – Considerações sobre uma política brasileira para migração de emissões	471
Coordenadores técnico-científicos	477
Autores	485
Especialistas consultados	497
Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República	499

Apresentação

O conteúdo deste número dos “Cadernos NAE” aborda um dos problemas mais relevantes da agenda internacional, com impactos diretos sobre a vida humana no planeta e na exploração e aproveitamento dos recursos naturais, renováveis e finitos, nele existentes. Com efeito, o tema da mudança do clima e suas conseqüências para a vida humana, para as atividades econômicas e para o próprio equilíbrio dos recursos da biodiversidade vem ocupando um espaço cada vez maior nas preocupações das sociedades humanas desde que, algumas décadas atrás, eventos difusos e ameaças concretas despertaram a consciência de ativistas e responsáveis políticos quanto ao potencial de risco envolvido no curso “natural” da exploração humana sobre aqueles recursos.

Mais um empreendimento do Núcleo de Estudos Estratégicos da Presidência da República, este caderno integra a Série Mudança do Clima dos Cadernos NAE. Ele apresenta os estudos realizados por 27 especialistas de reconhecida competência no assunto, mobilizados pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), oferecendo uma análise acurada da situação das mudanças climáticas no planeta e suas implicações para o Brasil. Esta avaliação prospectiva oferece, também, um diagnóstico da conjuntura atual e traça as perspectivas futuras, com ênfase nas áreas potencialmente

relevantes do ponto de vista nacional. O essencial do trabalho está voltado para a descrição, análise e simulação dos impactos para o Brasil, nas grandes áreas desse amplo complexo científico-econômico-tecnológico-diplomático que constitui a mudança do clima.

Este Volume II de Mudança do Clima está diretamente dirigido aos 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 para o país que, para serem plenamente aproveitadas, necessitam de ferramentas adaptadas e mecanismos institucionais ajustados ao novo regime. Os comentários e as considerações finais retomam, com base nas áreas analisadas, as alternativas oferecidas ao Brasil, efetuam algumas sugestões quanto ao tratamento do tema e indicam prioridades a ele vinculadas.

O Brasil tem grandes possibilidades neste novo cenário – sobretudo em termos de mercado de créditos de carbono e de exportações de produtos e serviços e este estudo faz o mapeamento da situação e das perspectivas que se apresentam ao país no quadro nacional e internacional.

Como no caso dos números precedentes, o presente caderno se insere no conjunto de contribuições que o NAE vem efetuando no sentido de oferecer subsídios técnicos para a formulação de políticas em áreas estratégicas.

Brasília, abril de 2005

José Dirceu de Oliveira e Silva
Ministro-Chefe da Casa Civil

Celso Luiz Nunes Amorim
Ministro das Relações Exteriores

Antonio Palocci Filho
Ministro da Fazenda

Alfredo Pereira do Nascimento
Ministro dos Transportes

Roberto Rodrigues
Ministro da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Luiz Fernando Furlan
Ministro do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior

Dilma Vana Roussef
Ministra de Minas e Energia

Nelson Machado
Ministro do Planejamento, Orçamento e Gestão

Eduardo Accioli Campos
Ministro da Ciência e Tecnologia

Marina Silva
Ministra do Meio Ambiente

Luiz Pinguelli Rosa
Secretário Executivo do Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas

Luiz Gushiken
Ministro-Chefe da Secretaria de Comunicação de Governo e Gestão Estratégica

Série Mudança do Clima

Volume II – Mercado de Carbono

Mercado internacional de créditos de carbono

Oportunidades de negócios em segmentos produtivos nacionais

Ferramentas para viabilização das oportunidades

Coordenadores técnico-científicos

Marcelo Khaled Poppe

Emilio Lèbre La Rovere

Os coordenadores contribuíram igualmente para este trabalho.

Resumo executivo

Durante a Terceira Conferência das Partes (COP 3) da Convenção do Clima, realizada em Quioto, Japão, em 1997, foi adotado o Protocolo de Quioto, pelo qual os países industrializados deverão reduzir de 5,2%, em média, suas emissões de GEE em relação às emissões de 1990, nos anos de 2008 a 2012. Em seqüência à sua ratificação pela Rússia no final de 2004, o Protocolo entrou em vigor em 16 de fevereiro de 2005, apesar da ausência de alguns países, com destaque para os Estados Unidos (EUA) e a Austrália. O Protocolo estabeleceu três mecanismos internacionais de mercado inovadores, conhecidos como Comércio de Emissões (CE), Implementação Conjunta (IC) e Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Esses mecanismos têm por objetivo ajudar os países industrializados a minimizar o custo para alcançar suas metas de redução de emissões, diminuindo as emissões de GEE em países cujo custo marginal de abatimento seja menor do que em seus próprios territórios. No caso do MDL, também existe a finalidade de contribuir para o desenvolvimento sustentável dos países em desenvolvimento.

O comércio de emissões é um sistema global de compra e venda de emissões de carbono pelos países industrializados. Por esse modelo, são distribuídas cotas (ou permissões) de emissão que podem ser comercializadas, ou seja, aqueles países (ou firmas) que conseguem emitir menos do que suas cotas de emissão podem vender as cotas não utilizadas àqueles que não conseguem (ou

não desejam) limitar suas emissões ao número de suas cotas. Pelo mecanismo de implementação conjunta, qualquer país industrializado pode adquirir de outro unidades de redução de emissões resultantes de projetos destinados a diminuir as emissões, ou unidades de remoção de gases de efeito estufa (GEE) provenientes de sumidouros, e computar essas unidades em suas cotas de redução de emissões. Já o mecanismo de desenvolvimento limpo, que evoluiu a partir de uma proposta apresentada pelos negociadores brasileiros em Quioto, destina-se a auxiliar os países em desenvolvimento a atingir o desenvolvimento sustentável, além de contribuir para o objetivo final da Convenção. 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 MDL é portanto o instrumento de mercado da Convenção aplicável ao Brasil.

Esses mecanismos de comércio internacional de carbono podem ser classificados em (1) transações baseadas em projetos e (2) comércio de permissões de emissão. Até o momento, verifica-se uma nítida preferência do mercado pelo carbono transacionado via projetos, se considerarmos o período 1998–2004, quando somente 2,5% das operações foram realizadas por intermédio do comércio de permissões de emissões. No entanto, deve-se ressaltar que, com a entrada em vigor do Protocolo de Quioto e do Esquema de Comércio de Emissões da União Européia (*ETS*) em 2005, deve haver uma alteração significativa de preferências. É importante

ressaltar que o Protocolo de Quioto estabelece que esses mecanismos são suplementares, ou seja, os compromissos de redução de emissões devem ser alcançados prioritariamente com reduções domésticas, o que, no caso particular do Brasil, abre uma outra perspectiva, relativa à exportação de biocombustíveis para a substituição do consumo de combustíveis fósseis nos países industrializados. Devido à inexistência de limites expressos concernentes ao conceito de complementar, pode-se supor que 50% das reduções deverão ser efetuadas domesticamente e os restantes 50% poderiam ser realizadas por intermédio dos três mecanismos de flexibilização, que concorreriam entre si no mercado. Por fim, deve-se acrescentar que o mercado de carbono integra também diversas iniciativas voluntárias de diferentes países, de vários estados americanos e de grandes corporações.

De menos do equivalente a 30 milhões de toneladas de dióxido de carbono (MtCO_2e) no período entre 1996-2002, o mercado de projetos evoluiu para 78 MtCO_2e em 2003 e 65 MtCO_2e contratadas de janeiro a maio de 2004. Firms japonesas, o governo da Holanda (por meio de programas específicos e/ou instituições intermediárias) e o *Carbon Finance Business – CBF* (por meio do *Prototype Carbon Fund – PCF* e do *Community Development Carbon Fund – CDCF*) do Banco Mundial são os principais compradores que, juntos, representam 88% do volume transacionado no período 2003-2004. Nos primeiros meses de 2004, 93% do volume transacionado foram provenientes de países em desenvolvimento e de países em processo de transição para economia de mercado. Em 2003-2004,

a maior parte da oferta total –51% – foi de países da Ásia, revelando uma mudança quando se compara com 2002-2003, período em que a América Latina liderava as vendas, sendo que agora ela responde por apenas 27% da oferta. Juntos, Brasil, Chile e Índia representam 56% do total de 2001 a 2004. Observa-se também que a grande maioria dos projetos é do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), cujas reduções de emissão foram adquiridas pelo setor privado. Mesmo antes da ratificação do Protocolo de Quioto estar garantida, os primeiros projetos MDL começaram a ter suas metodologias de linha de base aprovadas pelo *Executive Board* (Conselho Executivo) do MDL. Segundo *CDMWatch* (2004), apenas seis desses projetos perfazem 48 milhões de *CERs*, sendo que a maior parte é localizada em países em desenvolvimento de grande extensão territorial (como são os casos de China, Índia e Brasil). Os 75 projetos MDL que submeteram suas linhas de base à aprovação no *Executive Board* localizam-se em 26 países de cinco regiões do globo. A principal região “hospedeira” do globo é a América Latina com 35 projetos, seguida pela Ásia com 29, África com 6, Europa (Leste Europeu) com 3, e Caribe com 2. Segundo Esparta (2004), até julho de 2004, o Brasil já hospedava 29 projetos de MDL, em diferentes fases de desenvolvimento, dos quais 12 com carta de intenção assinada. Desses, 24 projetos relacionam-se à geração de eletricidade via emprego de energias renováveis, 2 projetos referem-se à captação/ destruição de gases gerados em aterros sanitários, 2 projetos referem-se a modificações em unidades industriais, e 1 à redução de emissão na área de transporte, perfazendo cerca de US\$ 80 milhões até 2012.

Na maioria das vezes, as transações de carbono baseadas em projetos seguem um padrão de *commodities*, onde o comprador adquire as reduções de emissão geradas pelos projetos como se estivesse comprando qualquer outro bem ou serviço. Em algumas poucas transações, segue-se um modelo de investimento onde o comprador se associa ao empreendimento e recebe as emissões evitadas como parte do retorno do investimento. Desde a adoção dos Acordos de Marraqueche, na COP 7 em 2001, a maioria dos negócios é realizada de forma que o comprador adquire safras futuras de carbono evitado a serem produzidas pelo projeto (especialmente as safras de 2008-2012). Em se tratando de projetos negociados entre firmas privadas, os termos da transação nem sempre são públicos. Quando o comércio envolve pelo menos um governo, geralmente em razão dos compromissos do Protocolo de Quioto, as informações são públicas, mesmo que em seus totais e não por projetos. Nesse caso, referindo-se a 55% do volume total de carbono transacionado via projeto, os preços até meados de 2004 variavam de US\$ 0,37 a US\$ 6,37/tCO₂e. Naturalmente, quanto menor o risco de registro da redução de emissão por parte do comprador, maior o preço pago na transação. Cabe ressaltar que nessa época, anterior à ratificação do Protocolo pela Rússia, as incertezas e a falta de regras sobre como o mercado iria se comportar vinham interferindo negativamente no valor do crédito de carbono transacionado.

O valor dos contratos efetuados pode ser estimado entre US\$ 330 milhões em 2003 e US\$ 260 milhões de janeiro a maio de 2004. Na

hipótese conservadora de se manter até o final do ano o ritmo de crescimento constatado até maio chegar-se-ia a um volume da ordem de US\$ 624 milhões em 2004, com um crescimento cerca de 80 % em relação ao ano de 2003. Por outro lado, uma evidência de que o mercado apresenta liquidez é o fato de que as firmas estão começando a transacionar as reduções já adquiridas, vendendo parte de seus *portfolios* a outros compradores.

Com relação às perspectivas futuras do mercado, segundo estimativas do Banco Mundial, do *Massachusetts Institute of Technology (MIT)* e da *United Nations Conference on Trade and Development (UNCTD)*, a demanda por créditos de emissões de carbono poderá chegar a US\$ 10 bilhões por ano em 2010 (*PointCarbon, 2004*), com valores estimados por diferentes fontes variando entre US\$ 8 e US\$ 32/tCO₂e. O Brasil tem a possibilidade de ocupar um papel de destaque no mundo em termos de exportação de créditos de carbono, podendo ter uma participação de até 10% no mercado global, segundo estimativas do Banco Mundial (*PointCarbon, 2004*). O tamanho futuro do mercado internacional de carbono é ainda muito incerto, pois, além das variáveis tradicionais que afligem os mercados em geral, esse em particular depende de muitas variáveis políticas e econômicas que ampliam ou restringem as possibilidades de negócios entre as partes interessadas. No entanto, as decisões de negócios não podem ser retardadas por muito tempo. Muitos projetos de MDL podem levar de 5 a 7 anos, desde a fase inicial do *Project Idea Note (PIN)*, até a fase de geração efetiva de créditos, especialmente

grandes projetos que geram volumes substanciais de reduções certificadas (*PointCarbon*, 2004). Nessas condições, e na medida em que se aproxima o ano de 2012, quando finda o primeiro período de compromisso estabelecido pelo Protocolo de Quioto, para o qual existem metas estabelecidas, o momento atual é decisivo para a negociação de créditos de carbono. Os (ainda baixos) preços atualmente praticados para a tonelada de CO₂e inibem o desenvolvimento de projetos, sobretudo de pequeno porte. No entanto, Frente à ratificação do Protocolo de Quioto pela Rússia – fato que o fez entrar em vigor em fevereiro 2005 – e em vista da constituição, igualmente em 2005, do *European Trading Scheme*, que impõe pesadas multas às empresas européias que não reduzirem suas emissões, deverá haver um incremento no volume de transações e uma pressão de demanda que poderá resultar em um aumento significativo do preço do carbono. O mercado de carbono está em franco desenvolvimento e é improvável considerar seu desaparecimento no futuro. Afinal, já existe todo um arcabouço de infra-estrutura de comércio internacional suficientemente avançado que permite confirmar a expectativa de um progressivo fortalecimento deste mercado.

Em síntese, o potencial de oportunidades de projetos MDL para o Brasil no âmbito do mercado internacional de carbono pode ser visualizado na matriz a seguir.

Matriz consolidada de oportunidades de projetos MDL

	Geração elétrica a partir de fontes renováveis de energia	Resíduos sólidos urbanos	Eficiência energética	Florestas	Combustíveis líquidos renováveis	Total
Potencial de iniciativas em andamento	1,75 a 4,2 MtCO ₂ e/ano US\$ 8,75 a 21 milhões/ano	2,3 MtCO ₂ e/ano US\$ 11,4 milhões/ano	6,5 a 12,2 MtCO ₂ /ano US\$ 33,1 a 61,2 milhões/ano	2,92 MtCO ₂ /ano US\$ 5,4 milhões/ano	- -	13,5 a 21,6 MtCO ₂ e/ano US\$ 58,6 a 99,0 milhões/ano
Potencial de iniciativas tecnicamente viáveis em curto e médio prazo	10,0 a 19,6 MtCO ₂ e/ano US\$ 49,9 a 98,1 milhões/ano	11,5 a 12,1 MtCO ₂ e/ano US\$ 57,7 a 60,1 milhões/ano	0,154 MtCO ₂ /ano US\$ 0,771 milhões/ano	- -	5,5 a 6,2 MtCO ₂ e/ano US\$ 27,2 a 30,7 milhões/ano	27,2 a 38,1 MtCO ₂ e/ano US\$ 135,6 a 189,7 milhões/ano
Potencial teórico de projetos de florestamento e reflorestamento	- -	- -	- -	47,7 MtCO ₂ /ano US\$ 47,7 a 242,5 milhões/ano	- -	47,7 MtCO ₂ /ano US\$ 47,7 a 242,5 milhões/ano
Total	11,75 a 23,8 MtCO ₂ e/ano US\$ 58,7 a 119,1 milhões/ano	13,8 a 14,4 MtCO ₂ e/ano US\$ 69,1 a 71,5 milhões/ano	6,7 a 12,4 MtCO ₂ /ano US\$ 33,9 a 62,0 milhões/ano	50,6 MtCO ₂ /ano US\$ 53,1 a 247,9 milhões/ano	5,5 a 6,2 MtCO ₂ e/ano US\$ 27,2 a 30,7 milhões/ano	88,3 a 107,4 MtCO ₂ e/ano US\$ 241,9 a 531,2 milhões/ano

Pode-se verificar que, para as iniciativas em andamento, o potencial de redução das emissões de gases de efeito estufa é em torno de 13,5 a 21,6 MtCO₂e/ano, correspondendo a uma receita conservadora de US\$ 58,6 a 99,0 milhões/ano, destacando-se o Procel e a primeira fase do Proinfa. O potencial de iniciativas adicionais, tecnicamente viáveis em curto e médio prazo, já identificadas neste estudo, seria de 27,2 a 38,1 MtCO₂e/ano, correspondendo a uma receita adicional, também conservadora, de US\$ 135,6 a 189,7 milhões/ano. Assim, estima-se factível atingir em curto e médio prazo uma captação de recursos externos da ordem de US\$ 200 a 300 milhões, com base em um preço de mercado de US\$ 5,00/tCO₂, fluxo que pode ser

consideravelmente ampliado pelo aproveitamento do enorme potencial teórico de florestamento e reflorestamento no país, que poderia fornecer receitas de US\$ 47,5 a 242,5 milhões, com preços variando de US\$ 1,00 a 5,00/tCO₂, e pela provável valorização do preço da tonelada de carbono.

Entre as iniciativas tecnicamente viáveis no curto e médio prazo, além das energias alternativas e da eficiência energética, merece destaque a coleta de biogás de aterros sanitários realizados com resíduos sólidos urbanos, que apresenta um potencial importante, sendo necessário incentivar e aprimorar os mecanismos de disseminação desse tipo de projeto. Graças ao potencial de redução das emissões de metano, gás de elevado poder de aquecimento global, esse tipo de projeto se torna atrativo financeiramente com a venda das reduções certificadas de emissões, mesmo sem a geração de eletricidade. Com efeito, um dos primeiros projetos registrados no MDL é um projeto brasileiro de captura de metano de aterro sanitário.

O potencial de enquadramento no MDL de projetos de geração a partir de fontes de energias renováveis para suprimento à rede de energia elétrica é significativo. Neste estudo calcula-se conservadoramente que a venda de RCEs teria um potencial de receita de US\$ 0,53 a 1,30/MWh. Esse valor pode ajudar a melhorar a rentabilidade dos projetos e reduzir o repasse ao consumidor final, na tarifa de energia elétrica, do incentivo de preço concedido à

geração de energia renovável. É importante salientar que a quantificação do potencial desses projetos, e também dos de aumento da eficiência no uso de energia elétrica, é altamente sensível ao conteúdo em carbono das fontes de geração de eletricidade que alimentam o sistema interligado. A faixa dos valores estimados ilustra essa grande variação, que chega a 150%. No caso dos projetos MDL de geração elétrica a partir de fontes renováveis em sistemas isolados, o cálculo é bem mais simples e o aumento de rentabilidade proporcionado pela venda das RCEs é muito mais elevado, calculado também conservadoramente aqui neste trabalho em US\$ 4,33/MWh, em função da linha de base ser dada pela geração termelétrica a óleo diesel.

O potencial de redução de emissões proporcionada por projetos de florestamento e reflorestamento é extremamente significativo, mas é preciso atentar para o fato de que o cálculo da redução de carbono para esse tipo de projeto, neste trabalho, não chegou a quantificar as remoções líquidas, em função da complexidade do cálculo da linha de base, que depende de inúmeras variáveis, conforme comentado neste texto. Além disso, o preço das RCEs tem variado até agora de US\$ 1,00 a 3,50/tCO₂ (preços pagos por CCX e PCF, respectivamente), podendo eventualmente chegar a (ou mesmo ultrapassar) US\$ 5,00 (valor adotado como referência para este estudo), com a ratificação do Protocolo de Quioto. De todo modo, esses projetos configuram uma oportunidade real para o país, que já vem sendo explorada por diversos projetos em andamento

(projetos já negociados na Bolsa de Chicago, Projeto Plantar e Projeto V&M).

Entre os combustíveis líquidos renováveis, o biodiesel produzido a partir de óleos vegetais apresenta excelentes possibilidades de enquadramento no MDL, por ser um programa de governo em fase inicial e por existirem barreiras financeiras e estruturais que justificam sua adicionalidade. De acordo com as hipóteses adotadas neste trabalho, a venda das RCEs geradas com a produção de 800 milhões de litros/ano de biodiesel, para adição ao óleo diesel, poderia proporcionar uma receita superior a US\$ 10,00/m³.

Além da capacidade de captação de recursos decorrente do enquadramento de iniciativas já em andamento ou tecnicamente viáveis para implantação no curto prazo, ilustrada na matriz, o potencial de exportação do álcool é uma oportunidade relevante relacionada com a mudança do clima, pois a demanda proveniente dos países industrializados que aderiram ao Protocolo de Quioto pode aumentar significativamente, como forma de atingir suas metas de reduções de emissão pela substituição de combustíveis fósseis. As estimativas disponíveis indicam que o Brasil poderia atender uma demanda externa de 4,4 bilhões de litros anuais em 2013. No entanto, há muitas incertezas quanto à real abertura desse mercado, considerando-se as políticas agrícolas internas de cada país. Com efeito, em vários países que têm programas

estabelecidos formalmente para a produção de biocarburantes, as políticas protecionistas têm sido explícitas, impedindo ou restringindo fortemente a importação de etanol (o que afeta diretamente o etanol brasileiro, que tem custo de produção muito inferior ao dos concorrentes).

Enfim é importante destacar que este exercício preliminar de quantificação do potencial de oportunidades de negócios proporcionadas ao país no campo das mudanças climáticas se limitou a iniciativas concretas já identificadas, sem explorar a formulação de novos projetos. Naturalmente trata-se apenas de uma pequena parte do enorme potencial de negócios que poderá se materializar em diversos segmentos produtivos nacionais com o desenvolvimento e consolidação do mercado de carbono.

Por outro lado, foram identificadas algumas barreiras que dificultam o pleno aproveitamento do potencial de oportunidades oferecidas ao país pelo MDL.

- Os projetos MDL apresentam em geral altos custos de transação, principalmente nessa fase inicial em que o processo de aprendizagem está em curso e que as metodologias estão ainda em fase de consolidação, onerando particularmente os projetos de pequeno porte. Para superar obstáculos dessa natureza, seria conveniente o exame de mecanismos de incentivo adequados.
- Ainda não existem linhas de base definidas para o setor elétrico, aos níveis regionais e nacional. Para que essas linhas

de base possam ser construídas e permanentemente atualizadas, é fundamental disponibilizar para o mercado dados oficiais sobre o despacho da energia gerada pelas usinas conectadas à rede, segundo a fonte primária de energia (hidroeletricidade, nuclear, gás natural, derivados de petróleo e carvão mineral). Com efeito, a metodologia consolidada (ACM0002), aprovada pelo Conselho Executivo do MDL para esse tipo de projetos no final de 2004, faculta a consideração no cálculo apenas das usinas que não seriam despachadas caso se reduzisse em 10 % a energia demandada à rede. No caso brasileiro, isso permite obter quantidades de RCEs mais elevadas para as modalidades de projetos MDL, próximas ao limite superior da faixa apresentada neste estudo, pois pode-se excluir do cômputo do conteúdo em carbono da rede as usinas nucleares e boa parte da hidroeletricidade, que é majoritariamente despachada na base da curva de carga do sistema. Entretanto, esse cálculo deve ser feito hora a hora, exigindo que se conheça os dados de despacho para as 8.760 horas do ano, que para tal precisariam ser disponibilizados pelo Operador Nacional do Sistema (ONS). Sem acesso a esses dados desagregados, os projetos MDL de economia ou substituição de energia elétrica da rede terão de optar por outro método, e usar coeficientes de carbono na rede bem inferiores, no limite inferior da faixa apresentada neste estudo, devido à elevada participação da hidroeletricidade na matriz energética brasileira.

- É necessário garantir a adicionalidade dos projetos que integrem programas nacionais, como por exemplo o Proinfa e o Probiodiesel, reiterando claramente seu caráter de estímulo a

iniciativas que atendem aos objetivos da Convenção do Clima. É recomendável que, no futuro, todos os programas de eficiência energética e fontes renováveis de energia, quando de sua regulamentação, explicitem como um de seus objetivos a redução das emissões de GEE.

- É preciso também uma clara definição da titularidade dos créditos de carbono gerados por projetos MDL, no caso de programas governamentais. Atualmente, essa dúvida existe para os projetos de captura de metano em aterros sanitários e é objeto de questionamento pelos empreendedores de projetos no âmbito do Proinfa. No novo modelo do setor elétrico, o estabelecimento dos direitos de comercialização dos créditos de carbono para os vencedores de licitações promovidas pelo governo, embutindo-se seu cálculo nos parâmetros de referência dos editais, pode contribuir para a modicidade tarifária.
- Para o aproveitamento do grande potencial de oportunidades identificado neste trabalho, e que pode ser realizado dentro em breve com a entrada em vigor do Protocolo de Quioto, é preciso dispor de uma estrutura capaz de garantir a tramitação ágil de um grande fluxo de projetos MDL.
- A atual conjuntura macroeconômica (alta taxa de juros) acarreta dificuldades relativas ao financiamento para investimentos iniciais em projetos MDL, demandando a mobilização de mecanismos adequados para fazer face esse tipo de obstáculo.
- A baixa institucionalização do mercado de carbono gera insegurança jurídica quanto à titularidade dos créditos negociados e ao regime fiscal aplicável à receita das vendas de RCEs. Atualmente os créditos de carbono estão sendo

negociados como “pré-pagamento de exportação”, sem haver expectativa de incidência de taxaço sobre sua transação. O estabelecimento de regras pelo Banco Central, Receita Federal, CVM etc (como por exemplo uma clara definição sobre a isenção de impostos para projetos MDL) ajudaria a dar maior segurança ao mercado.

- A ausência de conhecimento do potencial de oportunidades de projetos MDL pelo setor privado, nos diversos segmentos, indica a necessidade de se estabelecer mecanismos de promoção do MDL para disseminar o conhecimento, promover estudos que conduzam a elaboração de uma carteira de projetos, desenvolver capacidades locais, oferecer assistência técnica aos promotores de projetos etc, de modo a proporcionar um aprendizado inicial e reduzir os custos de transação.
- Inúmeras dificuldades de natureza científica e tecnológica, inerentes a atividades pioneiras, tais como a produção de energia a partir de fontes alternativas e outras oportunidades de atividades de projetos MDL, precisam ser adequadamente equacionadas, para permitir essas oportunidades sejam aproveitadas. Nesse rol pode-se incluir, por exemplo: a falta de informação consistente sobre a base de recursos energéticos renováveis no nível local, regional e nacional; o alto investimento inicial; as dificuldades de despacho na rede elétrica devido à natureza intermitente das fontes; o pouco conhecimento das implicações relativas à conexão das unidades de geração à rede elétrica de distribuição; as dificuldades na obtenção de licenciamento ambiental.

Para o pleno aproveitamento das oportunidades identificadas neste estudo, é necessário implementar ações que conduzam à remoção

das barreiras e ao preenchimento das lacunas mapeadas, em termos de ajustes e complementação no quadro legal e regulamentar relacionado com o tema da mudança do clima, e nos dispositivos de incentivos econômicos e financeiros disponíveis para apoiar as iniciativas de empreendedores se iniciando neste mercado, assim como no que diz respeito ao desenvolvimento relacionado com os temas de conhecimento, ciência, tecnologia e inovação, e quanto ao sistema institucional para trâmite de projetos MDL.

Nesse sentido, a Parte III deste trabalho examina as principais ferramentas que necessitam ser mobilizadas, em maior ou menor intensidade, visando proporcionar (a) aperfeiçoamentos legais e regulamentares, (b) ajustes nos mecanismos de incentivos econômico-financeiros, (c) desenvolvimentos científicos e tecnológicos, e (d) dinamismo no sistema institucional relacionado à tramitação de projetos MDL, com o objetivo de se obter processos mais eficientes e serviços e produtos finais mais baratos e competitivos. Como todos esses aspectos devem respeitar as características nacionais e se adaptar às peculiaridades brasileiras, o ferramental imprescindível à sua implementação precisa necessariamente ser desenvolvido no país.

O capítulo relativo aos instrumentos legais e regulamentares mostra a necessidade de se realizar um levantamento detalhado do arcabouço legal hoje existente no país, com vistas a identificar o interesse de se propor ajustes em alguns deles para facilitar a implantação de projetos MDL. O texto discute, por exemplo, indefinições e incertezas quanto à elegibilidade ao MDL e à titularidade dos créditos, de projetos de fontes

renováveis para fornecimento à rede elétrica, no âmbito de programas governamentais de incentivo, como o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa). Também examina as implicações relacionadas ao fato do Sistema Elétrico Interligado brasileiro ser fortemente hídrico, e possuir hidroelétricas já amortizadas, com baixo custo de geração, em comparação aos novos empreendimentos de geração no país e no exterior. Outro tema abordado é o efeito da prioridade governamental acordada à hidroeletricidade na expansão do parque gerador e da extensão do sistema nacional interligado de transmissão sobre a definição da linha de base e da adicionalidade dos projetos de eletricidade. Comenta também fragilidades relativas à regulamentação do fornecimento para as concessionárias de excedente de co-geração e de geração distribuída, e dificuldades vinculadas ao recém iniciado processo de implantação do novo modelo institucional do setor elétrico para o sistema interligado. No que se refere aos sistemas isolados, a situação é particularmente crítica, pois seu modelo institucional permanece indefinido.

O tópico referente a incentivos econômico-financeiros examina aspectos macro e micro-econômicos do MDL, como a captação de recursos externos não reembolsáveis e o desenvolvimento sustentável, e discute alguns princípios a serem considerados, como neutralidade fiscal, premiação *a posteriori*, e apoio a atividades meio. Também identifica fontes preferenciais de recursos, como os fundos setoriais de ciência e tecnologia (C&T) existentes no país, em perfeita sintonia com esse tipo de atividade.

Os temas de desenvolvimento científico, tecnológico e inovação, são analisados para um grande número de atividades de projeto, enumerando-se para cada uma delas os principais gargalos tecnológicos ainda existentes, assim como as perspectivas de evolução tecnológica nos diferentes domínios. Também se informa sobre a capacidade nacional de fornecer os equipamentos necessários para a viabilização das atividades de projetos, de forma a reduzir custos, facilitar a operação e a manutenção das plantas, evitar desequilíbrios na balança de pagamentos provocados pela sua importação e aproveitar as oportunidades proporcionadas pelo aumento das exportações de produtos e serviços.

Finalmente, o sistema institucional brasileiro para tramitação de projetos MDL é descrito em detalhe, ressaltando-se os progressos alcançados até o presente, e atenciosamente avaliado, com foco na identificação dos óbices ainda existentes, visando a sugestão de medidas que permitam ampliar o conhecimento, aumentar a credibilidade e dar segurança, transparência e agilidade aos processos, conduzindo assim à criação de condições favoráveis às operações dos proponentes de atividades de projeto e demais entidades envolvidas, a fim de reduzir os custos operacionais e incrementar a atratividade dos projetos MDL.

Na tabela a seguir encontram-se resumidos os principais achados relativos aos instrumentos legais e regulamentares, aos incentivos econômico-financeiros, ao desenvolvimento científico e tecnológico, e ao sistema institucional de tramitação de projetos MDL, necessários ao pleno aproveitamento das oportunidades de desenvolvimento econômico e social do país decorrentes da mudança global do clima.

Principais achados do Estudo “Ferramentas para Viabilização das Oportunidades”

	Energia	Agricultura e florestas	Resíduos sólidos urbanos
Instrumentos legais e regulamentares	<p>Internalização na ordem jurídica nacional</p> <p>Conformidade brasileira às obrigações inseridas na Convenção – inventário/comunicação.</p> <p>Linha de base, voluntariedade, adicionalidade, titularidade e contribuição para o desenvolvimento sustentável.</p> <p>Participação em mercados conformes e não conformes à Quioto: mercados europeu e americano.</p> <p>Adequação da legislação nacional – critérios MDL..</p> <p>Geração descentralizada para o sistema interligado</p> <p>Substituição de derivados de petróleo nos sistemas isolados e no atendimento individual</p> <p>Conservação e eficiência energética</p> <p>Redução dos custos de pesquisa, desenvolvimento, transferência de tecnologia e produção mais limpa.</p>	<p>Política de utilização de organismos geneticamente modificados.</p> <p>Sequestro de carbono, uso da terra, processos de exploração e transformação agropecuários e florestais.</p>	<p>Política nacional de resíduos sólidos.</p> <p>Situação de ilegalidade da maioria dos depósitos de lixo urbano e competências concorrentes.</p>
Incentivos econômico-financeiros	<p>Premiação de projetos que emitiram certificados: premiação a posteriori para a empresa.</p> <p>Assistência técnica para redução dos custos de implementação de projetos: seleção de projetos de micro e pequena empresa onde se subvencionaria os custos de serviços de engenharia, advocacia e assistência técnica, além da formação de pessoal qualificado tanto para a gestão empresarial quanto ambiental.</p>		

<p>Desenvolvimento científico e tecnológico, e inovação</p>	<p>Eficiência Energética: indústria e geração diesel isolada. Etanol: <i>commodity</i>; expansão da produção; processo + eficiente; novos usos. Biodiesel: matérias primas; redução de custos; produção com etanol; craqueamento. Microcentrais hídricas: automação; baixa queda. Microcentrais à biomassa: caldeiras eficientes; motores para óleos vegetais; gaseificação de biomassa; motores <i>Stirling</i>. Motores diesel e micro turbinas a gás. Aerogeradores: gerador; sistemas de controle. Células a combustível; reformadores. Silício solar e fabricação de sistemas fotovoltaicos.</p>	<p>Etanol: mudas geneticamente modificadas; produção da cana Biodiesel: redução de custos da produção agrícola; mecanismos de gestão; Biodigestores eficientes. Manejo: equipamentos rurais eficientes Liquefação de biomassa. Florestas energéticas: processos avançados de carvoejamento Conversão de gás pobre em metano Quantificação de emissões de gás metano pelo setor pecuário.</p>	<p>Coefficiente térmico de reciclagem. Aterros sanitários controlados: captura, estocagem e uso do metano. Mecanismos de gestão. Queima direta do gás do lixo. Queima direta de RSU. Compostagem seca anaeróbica. Pré-hidrólise ácida.</p>
<p>Sistema Institucional para tramitação de projetos</p>	<p>Credenciamento de entidades operacionais brasileiras no Conselho Executivo do MDL. Identificação/desenvolvimento de metodologias apropriadas. Registro interno e internacional das atividades de projeto. Seguro de performance para projetos de carbono. Apoio à capacitação e ao início das atividades de projeto. Funcionamento: Comissão Nacional, Fórum Nacional, Mercado financeiro, Escritório de projetos. Inserção no mercado de carbono pós-Quito - créditos/débitos de carbono. Aperfeiçoamento do ambiente político-econômico e institucional.</p>		

Em síntese, o potencial brasileiro cobre um largo espectro de possibilidades de oferta, em larga escala e a baixo custo, de atividades de projeto MDL, tanto em termos de redução de emissões quanto de seqüestro de carbono, assim como de oferta de produtos, em particular biocombustíveis (líquidos e sólidos), com destaque para o álcool carburante (além de equipamentos para sua produção). No futuro, por meio do emprego de instrumentos adequados de apoio à capacitação empresarial, como abordado neste trabalho, pode-se esperar um incremento da oferta de produtos tecnológicos e de serviços diversos de consultoria: assistência técnica, pesquisa e desenvolvimento, certificação, monitoramento e verificação de atividades de projeto etc.

Com efeito, deve-se considerar que o Brasil possui recursos naturais abundantes, um acervo científico e tecnológico considerável e um parque industrial abrangente, além de um sistema institucional e financeiro sofisticado, e um ambiente legal e regulamentar relativamente estável. Essas características colocam o país numa situação privilegiada entre os países em desenvolvimento no que tange à praticamente todas as atividades de projeto elegíveis no âmbito do mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL), do Protocolo de Quioto. Em boa parte dos casos, as vantagens comparativas do Brasil são substanciais.

Introdução geral

1. Mudança do clima: situação atual e perspectivas

A mudança global do clima vem se manifestando de diversas formas, destacando-se o aquecimento global, a maior frequência e intensidade de eventos climáticos extremos, alterações nos regimes de chuvas, perturbações nas correntes marinhas, retração de geleiras e a elevação do nível dos oceanos. Desde a Revolução Industrial a temperatura média do planeta aumentou cerca de 0,6 graus Celsius (°C) e recentemente o fenômeno tem se acelerado: as maiores temperaturas médias anuais do planeta foram registradas nos últimos anos do século XX e nos primeiros anos do século XXI.

A comunidade científica especializada no tema já não tem mais dúvidas de que este fenômeno, chamado de ampliação do “efeito estufa”, é causado principalmente pelo aumento da concentração na atmosfera de certos gases, ditos de efeito estufa. Eles impedem a liberação para o espaço do calor emitido pela superfície terrestre, a partir de seu aquecimento pelo sol, tal qual ocorre numa estufa. Dentre os gases de efeito estufa (GEE), os mais significativos são o dióxido de carbono (CO₂) e o metano (CH₄), emitidos pela intensificação da atividade antrópica (humana). A concentração de CO₂ na atmosfera, que era de 280 ppm (partes por milhão) na era pré-industrial, já atinge hoje o nível de 375 ppm. Este aumento da concentração de CO₂ na atmosfera, responsável por mais da metade

do aquecimento global, é causado principalmente pelas emissões acumuladas desde a Revolução Industrial na queima de combustíveis fósseis (carvão mineral, petróleo e gás natural) e em menor escala, pelo desmatamento da cobertura vegetal do planeta.

Apesar de haver muitas incertezas quanto aos impactos futuros da mudança do clima, importantes estudos científicos¹ apontam para um aumento da temperatura média global na faixa de 1,4 a 5,8 °C, no final deste século, conforme ilustrado na figura 1, constituindo-se, atualmente, em uma das principais preocupações da comunidade científica e da sociedade, em nível planetário.

¹ Painel Intergovernamental em Mudanças Climáticas (IPCC, 2001).

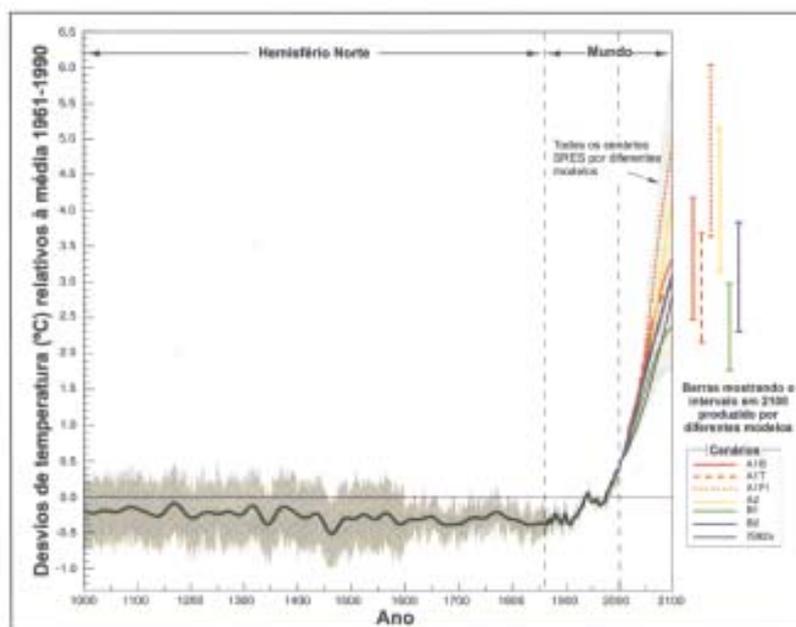


Figura 1. Variação da temperatura na superfície terrestre (IPCC, 2001)

Os efeitos adversos do aquecimento global e da maior frequência e intensidade de eventos climáticos extremos podem provocar um

aumento da vulnerabilidade do planeta em diversas áreas, como, por exemplo, perdas na agricultura e ameaça à biodiversidade, expansão de vetores de doenças endêmicas, aumento da frequência e intensidade de enchentes e secas, mudança do regime hidrológico, com impactos sobre a capacidade de geração hidrelétrica. Além disso, a elevação do nível do mar pode vir a afetar regiões costeiras, em particular grandes regiões metropolitanas litorâneas. Estas perspectivas são particularmente preocupantes para os países em desenvolvimento, que deverão sofrer mais fortemente os impactos das mudanças climáticas e poderão ter comprometidos seus esforços de combate à pobreza e os demais objetivos de desenvolvimento do milênio (*PCC*, 2001).

Portanto, a questão da mudança do clima deve considerar, de um lado, a vulnerabilidade a que os biomas globais estão expostos, face aos impactos decorrentes da mudança do clima, e conseqüente necessidade de se definir estratégias de adaptação a esses impactos e, de outro lado, a questão da mitigação da mudança do clima, por meio de medidas que visam reduzir² as emissões de gases, ou “seqüestrar” o carbono existente na atmosfera.

² A expressão “redução de emissões” deve ser entendida sempre numa perspectiva dinâmica, ou seja, em relação à evolução futura das emissões em um cenário de referência. Assim, o termo abarca não só a redução de níveis absolutos de emissões registrados no presente, mas também a limitação de seu crescimento futuro (redução de sua taxa de crescimento).

Em decorrência dos riscos acarretados pelas mudanças climáticas, foi estabelecida, no âmbito da Organização das Nações Unidas, a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, aberta para adesões em 1992, durante a Cúpula da Terra no Rio de Janeiro, com o objetivo de estabelecer as diretrizes e condições para estabilizar os níveis destes gases na atmosfera. A Convenção do Clima entrou em vigor em 21 de março de 1994 e, até novembro de

2004, havia sido assinada por 189 “Partes” (países), que assumem assim um compromisso internacional com os termos da Convenção.

Dentre as obrigações assumidas no Artigo 4 da Convenção por todas as Partes signatárias, levando em conta suas responsabilidades comuns mas diferenciadas, merece destaque o que estabelecem os itens 5 e 7:

“5. As Partes países desenvolvidos e outras Partes desenvolvidas incluídas no Anexo II devem adotar todas as medidas possíveis para promover, facilitar e financiar, conforme o caso, a transferência de tecnologias e de conhecimentos técnicos ambientalmente saudáveis, ou o acesso aos mesmos, a outras Partes, particularmente às Partes países em desenvolvimento, a fim de capacitá-las a implementar as disposições desta Convenção. Nesse processo, as Partes países desenvolvidos devem apoiar o desenvolvimento e a melhoria das capacidades e tecnologias endógenas das Partes países em desenvolvimento. Outras Partes e organizações que estejam em condições de fazê-lo podem também auxiliar a facilitar a transferência dessas tecnologias.”

“7. O grau de efetivo cumprimento dos compromissos assumidos sob esta Convenção das Partes países em desenvolvimento dependerá do cumprimento efetivo dos compromissos assumidos sob esta Convenção pelas Partes países desenvolvidos, no que se refere a recursos financeiros e transferência de tecnologia, e levará plenamente em conta o fato de que o desenvolvimento econômico e social e a erradicação da pobreza são as prioridades primordiais e absolutas das Partes países em desenvolvimento.”

A Convenção do Clima tem como órgão supremo a Conferência das Partes (COP), composta pelos países signatários, que se reúne anualmente para operacionalizar a Convenção e cuja primeira reunião ocorreu em Berlim, Alemanha, em 1995. Durante a COP 3, realizada em Quioto, Japão, em 1997, foi adotado o Protocolo de Quioto, pelo qual os países industrializados deverão reduzir suas emissões de GEE 5,2%, em média, em relação às emissões de 1990, nos anos de 2008 a 2012.

O Brasil não tem por enquanto compromissos formais com a redução ou com a limitação de suas emissões antrópicas de gases de efeito estufa, conforme estabelecido na Convenção e confirmado no Protocolo de Quioto.

No entanto, o Protocolo de Quioto é importante para os países em desenvolvimento porque possibilita, na prática, a aplicação do princípio de responsabilidades comuns, porém diferenciadas, adotado na Convenção, pelo qual cabe aos países industrializados, maiores emissores históricos, assumirem os compromissos relativos ao controle do aquecimento global. Nesse sentido, além do esforço doméstico de controle das emissões pelos países industrializados (relacionados no Anexo I da Convenção), o Protocolo prevê mecanismos suplementares de flexibilização de suas metas de redução das emissões, por meio de três instrumentos:

- i – o comércio de permissões de emissões (CE), que permite a uma Parte visada no Anexo I do Protocolo vender uma parcela de sua quota de emissão a uma outra Parte visada no Anexo I;

- ii – a implementação conjunta (IC), que permite às Partes visadas no Anexo I realizar “projetos limpos” no território de outras Partes visadas no Anexo I, a fim de obter unidades de redução de emissões para cumprir uma parcela de seus compromissos quantificados de limitação das emissões;
- iii – o mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL), que permite às Partes visadas no Anexo I financiar “projetos limpos” no território de Partes que não figuram no Anexo I, a fim igualmente de obter as unidades suplementares de redução de emissões.

Para que o Protocolo de Quioto entrasse em vigor era necessário que o acordo fosse ratificado por, pelo menos, 55 Partes da Convenção-Quadro, incluindo, entre essas, países industrializados que respondessem por, pelo menos, 55% das emissões totais de dióxido de carbono desse grupo de países, contabilizadas em 1990. Os Estados Unidos (EUA), responsável por 36,1% das emissões totais dos países industrializados, apesar de signatários da Convenção e de terem participado da Terceira Conferência das Partes em Quioto, anunciaram em março de 2001 que não iriam ratificar o Protocolo.

Não obstante, ambas condições se encontram hoje satisfeitas, pois 128 países já ratificaram o Protocolo (dezembro de 2004) e, com a recente ratificação pela Federação Russa (Rússia), responsável por 17,4% das emissões, se atinge mais de 60% das emissões totais de dióxido de carbono dos países industrializados, contabilizadas em 1990. Com isso, o Protocolo de Quioto entrou em vigor em 16 de fevereiro de 2005.

A ratificação e a entrada em vigor do Protocolo de Quioto se reveste de uma dimensão estratégica para o Brasil na medida em que, por um lado, trata-se de um primeiro passo de grande relevância para o início do combate ao aumento do efeito estufa, que deve ser saudado na medida em que poderá contribuir para limitar os impactos adversos das mudanças climáticas e, por outro lado, fortalece as decisões multilaterais e as iniciativas de regulamentação internacional sobre o tema, contra a prevalência da posição unilateral dos EUA, aumentando assim a eficiência das ações de limitação das emissões.

Além disso, deve-se considerar uma pressão crescente da comunidade dos países industrializados para que China, Índia e Brasil, os maiores países em desenvolvimento, assumam também compromissos de limitação ou redução de emissões, como condição prévia para o retorno dos EUA às negociações que serão iniciadas a partir de 2005, com vistas à definição das metas do segundo período de compromisso do Protocolo, a partir de 2012.

Este último aspecto pode ter implicações sérias para o país, na medida em que já houve, em 1990, quando da elaboração do primeiro relatório de avaliação do *IPCC*, painel de cientistas sobre mudança do clima das Nações Unidas, patrocinado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e Organização Meteorológica Mundial (OMM), tentativa de responsabilizar o Brasil como um dos principais causadores do aquecimento global, por causa dos desmatamentos que acontecem anualmente na Amazônia. Em virtude dos estudos que se seguiram a estes debates e do estabelecimento do sistema para monitoramento do desmatamento

na Amazônia (Prodes), pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), ficou provado que a responsabilidade do aquecimento global é principalmente decorrente da queima de combustíveis fósseis nos países industrializados.

Deve-se ter em mente também que essa tentativa internacional de responsabilizar os grandes países em desenvolvimento poderá retornar, sob o pretexto de serem estes também atuais e futuros grandes emissores – sem levar em conta que essas emissões, por serem recentes, não contribuíram na mesma magnitude para o problema – conduzindo a uma mobilização internacional para que estes países assumam uma parcela – indevida – do ônus do combate ao aumento do efeito estufa. Obviamente, há implicações de ordem econômica e de competitividade relacionadas a essa interpretação, que pode reger o interesse dos países industrializados. Aliás, isso já ficou evidente em decisão do senado norte-americano de 25 de julho de 1997, quando uma resolução passada pelos senadores Byrd e Hagel foi aprovada por maioria absoluta. Esta resolução afirma que os Estados Unidos não devem ser signatários de nenhum protocolo que crie novos compromissos vinculantes nesta matéria, a menos que se criem também compromissos específicos de limitação ou redução de emissões de gases de efeito estufa para países em desenvolvimento, citando, nesse sentido, China, Índia, Brasil, México e Coréia do Sul.

Com efeito, a eventual adoção de metas de limitação de emissões teria seguramente um impacto direto sobre o desenvolvimento socioeconômico brasileiro, na medida em que, para o mesmo produto, seria necessário mais capital, com o objetivo de reduzir

emissões de gases de efeito estufa. Isso equivaleria a um aumento da relação capital-produto em um país onde o capital é um fator escasso, com conseqüentes impactos na geração de renda e no emprego.

Inversamente, o aporte de capital a projetos de mitigação do efeito estufa desenvolvidos no país, por meio do mecanismo de desenvolvimento limpo previsto no Protocolo de Quioto, representa uma oportunidade para a promoção do desenvolvimento econômico e social. De fato, apesar de o Brasil não ter compromissos internacionais relativos a emissões, são desenvolvidos no país programas e ações que implicam em redução considerável das emissões de gases de efeito estufa. Essas iniciativas são responsáveis pelo fato do Brasil ter uma matriz energética relativamente “limpa”, com menores emissões de gases de efeito estufa por unidade de energia produzida ou consumida³. Porém, apesar dos benefícios globais evidentes dessas iniciativas, os custos incorridos são atualmente assumidos integralmente pela sociedade brasileira. Cabe ressaltar ainda que, não obstante esta situação de avanço em termos de baixos níveis de emissões, o país ainda dispõe de vantagens comparativas consideráveis e de um vasto potencial de oportunidades a serem valorizadas neste campo.

³ 1,66 tCO₂ / tep (toneladas de gás carbônico por toneladas de equivalente-petróleo) no Brasil, enquanto a média mundial é de 2,32 tCO₂ /tep, em 2000 (MME, 2003).

2. Estudo prospectivo em mudança do clima

2.1. Objetivos

A situação instável quanto às posições dos principais países emissores de gases de efeito estufa é propícia à realização de estudos

prospectivos (ver Anexo I – Prospecção) que analisem as várias alternativas que se colocam, com vistas a antecipar situações e posicionar o país, de modo a obter melhores resultados das oportunidades de negócios e das negociações internacionais em curso.

Desse modo, este exercício prospectivo em mudança do clima diz respeito à vulnerabilidade do país em relação aos impactos adversos da mudança do clima, em especial nos setores de saúde, agropecuária, florestas, energia, recursos hídricos, zonas costeiras, regiões semi-áridas e biodiversidade, e respectivas estratégias de adaptação; e à mitigação da mudança do clima, como oportunidade para o desenvolvimento sustentável, em especial nos setores de agropecuária, floresta, energia renovável, conservação de energia, resíduos sólidos e em projetos de seqüestro de carbono, levando em conta a evolução das negociações internacionais neste domínio.

As principais questões que estão sendo enfocadas no estudo são:

Adaptação à Mudança do Clima, que demanda a formulação e a implementação de um conjunto de estratégias setoriais, a partir da identificação da vulnerabilidade dos biomas brasileiros ao aumento da concentração de gases de efeito estufa, e dos impactos decorrentes na sociedade brasileira, particularmente nas áreas de saúde, agropecuária, florestas, energia, recursos hídricos, zonas costeiras, semi-árido e biodiversidade;

Mitigação, que visa tornar menos severa a perspectiva de mudança do clima, por meio da redução das emissões de gases de efeito estufa, onde são considerados, dentre outros, as oportunidades em

termos de projetos de desenvolvimento sustentável em temas como: desmatamento/ reflorestamento, agropecuária, energias renováveis (álcool, biodiesel e biomassa em geral, eólica, solar e hídrica), redução da intensidade do uso de carbono na produção e uso de energia, conservação de energia, resíduos sólidos e seqüestro de carbono, levando em conta a evolução do posicionamento internacional sobre a questão da obrigatoriedade de redução das emissões.

Os principais objetivos específicos deste estudo prospectivo são:

1. Levantar o conhecimento existente sobre os impactos causados pela mudança global do clima sobre os biomas brasileiros e identificar as lacunas existentes, com o objetivo de obter um conjunto de informações técnico-científicas para subsidiar a tomada de decisão, visando priorizar o desenvolvimento e aprofundamento dos estudos de impacto em áreas e setores mais vulneráveis e contribuir para a elaboração/ adoção de estratégias de adaptação;
2. Analisar a evolução recente do panorama político internacional e suas tendências futuras relativas à mudança global do clima, com vistas a contribuir para reforçar a articulação do governo brasileiro com organizações internacionais de relevância: Secretariado da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC, ou *UNFCCC* em inglês), Banco Mundial, *Global Environment Facility (GEF)*, Organização Mundial do Comércio (OMC), *Food and Agriculture Organization (FAO)*, entre outras;
3. Mapear as iniciativas em nível internacional de desenvolvimento de projetos para o mercado de créditos de carbono;
4. Desenvolver estudos setoriais para segmentos produtivos selecionados, particularmente os de agronegócio, energia e

resíduos sólidos, com maiores probabilidades de desenvolver projetos para enquadramento no mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL) via redução de emissões e seqüestro de carbono, e os de exportação de produtos e serviços relativos à mudança do clima;

5. Identificar necessidades de aprimoramento do conhecimento científico e de desenvolvimento tecnológico voltados para mitigação – redução de emissões e seqüestro de carbono – e de mecanismos e instrumentos legais, regulamentares e econômico-financeiros para o fomento, suporte e desenvolvimento de projetos enquadráveis no MDL, particularmente nos segmentos produtivos de agronegócio, energia e resíduos sólidos, e para promoção da exportação de bens e serviços relativos à mudança do clima;
6. Identificar os requisitos para a implantação de um sistema institucional para tramitação adequada de projetos de redução de emissões e de seqüestro de carbono, objetivando estabelecer mecanismos para o aproveitamento das oportunidades de promoção do desenvolvimento sustentável do país oferecidas pela mitigação da mudança do clima.

2.2. Aspectos metodológicos

O trabalho de prospecção foi feito em sintonia com os órgãos governamentais relacionados ao conjunto de temas enfocados, envolvendo consultas a representantes dos ministérios, e em interação com representantes selecionados nos meios empresarial e acadêmico, de modo a permitir um melhor entendimento da situação atual e dos cenários futuros, em termos de ameaças e oportunidades, particularmente diante do panorama internacional.

⁴ *United Nations Development Program. The Adaptation Policy Framework User's Guidebook. Final draft*. UNDP: nov.2003. Disponível em: http://www.undp.org/cc/pdf/APF/TP%20final/APF_UGB_final%20draft_compiled.pdf. Acesso em: 03/03/2004.

Os potenciais impactos econômicos, sociais e ambientais associados à mudança do clima foram analisados com vistas à busca de estratégias adequadas de adaptação, considerando, quando pertinente, as orientações do *User's Guidebook for the Adaptation Policy Framework*⁴. Por outro lado, os estudos específicos relacionados à mitigação, particularmente na linha do MDL preconizado pelo Protocolo de Quioto, permitiram identificar as principais oportunidades relacionadas com o apoio desse mecanismo à promoção do desenvolvimento sustentável do Brasil.

Para a consecução dos objetivos do exercício prospectivo, o tema da mudança do clima foi organizado em seis blocos, dando lugar aos seis estudos abaixo descritos, abordando questões relacionadas à adaptação e à mitigação, com o concurso de especialistas de reconhecida competência no assunto.

Estudo 1: Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima

Levantamento do conhecimento existente sobre a vulnerabilidade dos biomas brasileiros ao aumento da concentração de gases de efeito estufa, e sobre os impactos decorrentes na sociedade brasileira, particularmente nas áreas de saúde, agropecuária, florestas, energia, recursos hídricos e zonas costeiras. Identificação das necessidades de aprimoramento deste conhecimento com vistas à priorização de áreas e setores mais vulneráveis e à elaboração e adoção de políticas e estratégias de adaptação que propiciem a preservação da vida no futuro e, em particular, a salvaguarda dos principais agroecossistemas nacionais.

Estudo 2: Negociações internacionais sobre a mudança do clima

Análise da evolução recente da política internacional referente à mudança do clima e suas tendências futuras, destacando o papel do Brasil nas negociações ligadas à Convenção do Clima, e identificando cenários exploratórios, particularmente no que se refere ao Protocolo de Quioto e negociações posteriores à COP 9 (Nona Conferência das Partes). Levantamento e síntese dos resultados dos diversos diálogos internacionais sobre possíveis regimes de limitação de emissões de gases de efeito estufa pós-Quioto, a serem negociados no âmbito da Convenção.

Estudo 3: Mercado internacional de créditos de carbono

Mapeamento do conjunto de iniciativas em nível internacional que propiciam oportunidades de desenvolvimento de projetos para o mercado de créditos de carbono que se abre para as organizações brasileiras. Levantamento da carteira de projetos dos principais operadores no mercado de créditos de carbono (volume, preços, países demandadores e receptores). Perspectivas de evolução futura do mercado para projetos de MDL (volume, competição com implementação conjunta e comércio de permissões de emissões, preços, fluxo de investimentos).

Estudo 4: Oportunidades de negócios em segmentos produtivos nacionais

Identificação de oportunidades para projetos com maiores probabilidades de enquadramento no MDL, seja por meio da redução

de emissões como do seqüestro de carbono, em segmentos produtivos selecionados, particularmente agronegócio (agropecuária, floresta, aproveitamento da biomassa), energia (álcool, biodiesel e biomassa em geral, eólica, solar, hídrica e eficiência energética) e resíduos sólidos. Mapeamento das lacunas e obstáculos científicos, tecnológicos, econômico-financeiros e regulamentares existentes, obstruindo o pleno aproveitamento das oportunidades e potenciais identificados.

Estudo 5: Desenvolvimento tecnológico e instrumentos legais e regulamentares, e econômico-financeiros

A partir da análise dos resultados do Estudo 4, em particular do mapeamento de lacunas e obstáculos para aproveitamento das oportunidades de negócio, identificação das necessidades de aprimoramento do conhecimento científico, de desenvolvimento tecnológico e de adoção de inovações para incrementar a elaboração e implantação de projetos elegíveis no MDL (redução de emissões e seqüestro de carbono), e para promover a exportação de bens e serviços nacionais. Examinar a necessidade de criação e aperfeiçoamento de mecanismos e instrumentos regulamentares e econômico-financeiros relativos à mudança do clima, em segmentos produtivos selecionados, particularmente agronegócio, energia e resíduos sólidos.

Estudo 6: Sistema institucional para tramitação de projetos MDL

Levantamento das competências institucionais brasileiras, das interações entre os diferentes organismos, dos gargalos existentes

e das necessidades de criação ou aprimoramento de mecanismos que facilitem a tramitação de projetos candidatos ao MDL. Em particular, análise da possibilidade de criação e operacionalização de um balcão de oferta de projetos de redução de emissões e de seqüestro de carbono para potenciais investidores, assim como das formas de divulgação destes projetos na esfera nacional e internacional. Sugestão de sistema institucional integrado para tramitação adequada de projetos de redução de emissões e de seqüestro de carbono.

3. Organização dos dois volumes Mudança do Clima dos Cadernos NAE

Diante da quantidade e da qualidade das contribuições recolhidas ao longo deste estudo, por meio da elaboração de notas técnicas pelos especialistas envolvidos, sua discussão por outros especialistas convidados, em oficinas temáticas de trabalho, a consolidação do conjunto de seus resultados nos seis estudos efetuados (ver Etapas do trabalho, no Anexo I) e, considerando-se ainda as perspectivas de desdobramento futuro, optou-se por adotar a Série Mudança do Clima dos Cadernos NAE, desdobrando a publicação do presente estudo em dois volumes.

No Volume I são apresentados os dois estudos iniciais.

A Parte I inclui três textos a respeito das negociações internacionais sobre a mudança do clima:

- As negociações internacionais ambientais no âmbito das Nações Unidas e a posição brasileira
- A Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima
- Síntese dos diálogos pós-Quito

A Parte II apresenta o estudo consolidado sobre vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima, abrangendo diversos setores:

- Saúde humana
- Agricultura
- Florestas
- Semi-árido
- Zonas costeiras
- Biodiversidade
- Recursos hídricos

No Volume II são apresentados os resultados dos demais estudos realizados, reagrupados na Parte III, que trata do mercado de carbono, abordando este assunto em quatro etapas:

Parte III A – Mercado internacional de créditos de carbono

Parte III B – Oportunidades de negócios em segmentos produtivos nacionais

- Energia
- Resíduos sólidos
- Agropecuária e florestas

Parte III C – Ferramentas para viabilização das oportunidades

- Instrumentos legais e regulamentares
- Incentivos econômico-financeiros
- Desenvolvimento científico e tecnológico e inovação
- Sistema institucional brasileiro para tramitação de projetos

Completam estes dois volumes algumas considerações finais, um anexo metodológico sobre prospecção e avaliação de impactos, e informações biográficas sobre coordenadores técnico-científicos, autores e especialistas consultados, assim como uma breve apresentação do Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República.

Parte III

Mercado de carbono

III A – Mercado internacional de créditos de carbono

III B – Oportunidades de negócios em segmentos produtivos nacionais: energia, resíduos sólidos, agropecuária e florestas

III C – Ferramentas para viabilização das oportunidades:
instrumentos legais e regulamentares
incentivos econômico-financeiros
desenvolvimento científico, tecnológico, e inovação
sistema institucional para tramitação de projetos

Parte III A

Mercado internacional de créditos de carbono

Carolina Burle Schmidt Dubeux

André Felipe Simões

Colaboração

José Deocleciano de Siqueira Silva Junior

Orientação, coordenação e supervisão geral

Roberto Schaeffer

Marcelo Khaled Poppe

1. A Convenção do Clima e o advento do mercado de carbono

Como explicado na introdução deste estudo, a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (*UNFCCC* em inglês), adotada em 1992, tem como por objetivo estabilizar as concentrações atmosféricas dos gases de efeito estufa (GEE) de forma a impedir que atividades antrópicas levem a uma “interferência perigosa” no clima do planeta. A Convenção do Clima entrou em vigor em 21 de março de 1994, e até fevereiro de 2004¹ havia sido assinada por 188 “Partes” (países), das quais somente aquelas incluídas em seu Anexo I (os países industrializados), têm compromissos de reduzir suas emissões de GEE².

¹ Em www.unfccc.int – em 15 de junho de 2004.

² Nesse primeiro período de redução de emissões (2008-2012), os países em desenvolvimento não têm obrigação de reduzir suas próprias emissões. Com relação ao período subsequente (2013-2017 provavelmente), existe a possibilidade de serem adotados limites de emissões para estes países também.

A Convenção do Clima tem como órgão supremo a Conferência das Partes (COP, sigla em inglês), composta pelos países signatários, que se reúne anualmente para operacionalizar a Convenção e cuja primeira reunião ocorreu em Berlim, Alemanha, em 1995. Durante a COP 3, realizada em Quioto, Japão, em 1997, foi adotado o Protocolo de Quioto, pelo qual os países industrializados deverão reduzir de 5,2%, em média, suas emissões de GEE em relação às emissões de 1990, nos anos de 2008 a 2012, conforme a Tabela 1, a seguir:

Tabela 1. Países incluídos no Anexo B do Protocolo de Quioto e respectivas metas de emissão³

País	Meta (1990** - 2008/2012)
União Européia*, Bulgária, República Tcheca, Estônia, Letônia, Liechtenstein, Lituânia, Mônaco, România, Eslováquia, Eslovênia, Suíça	- 8%
Estados Unidos ***	- 7%
Canadá, Hungria, Japão, Polônia	- 6%
Croácia	- 5%
Nova Zelândia, Federação Russa, Ucrânia	0
Noruega	+ 1%
Austrália	+ 8%
Islândia	+ 10%

* Os membros da União Européia redistribuirão suas metas entre si.

** Alguns países em economia de transição para o sistema de mercado têm outra referência que não 1990.

*** Os Estados Unidos (EUA) indicaram intenção de não ratificar o Protocolo.

Em seqüência à ratificação pela Rússia no final de 2004, o Protocolo entrou em vigor em 16 de fevereiro de 2005, apesar da ausência de alguns países industrializados, com destaque para os EUA e a Austrália⁴.

O Protocolo estabeleceu três mecanismos inovadores, conhecidos como Comércio de Emissões – CE (*Emissions Trading – ET*), Implementação Conjunta – IC (*Joint Implementation – JI*) e Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL (*Clean Development Mechanism – CDM*). Esses mecanismos têm por objetivo ajudar os países Anexo I a minimizar o custo para alcançar suas metas de emissão⁵, reduzindo as emissões de GEE em países cujo custo marginal de abatimento seja menor do que em seus próprios territórios. No caso do MDL, também existe a finalidade de contribuir para o desenvolvimento sustentável dos países em desenvolvimento.

³ Fonte: *Guide to Climate Change Process* (versão preliminar) em www.unfccc.org

⁴ No Brasil, o Protocolo foi ratificado pelo Senado no dia 19 de julho de 2002.

⁵ No caso da Implementação Conjunta e do MDL poderá haver seqüestro de carbono além da redução de emissões.

⁶ A aquisição de cotas de emissão no mercado é interessante do ponto de vista econômico, quando o valor da cota é inferior ao custo de abatimento das emissões. A situação inversa é aplicável, ou seja, quando o valor da cota é superior ao custo de abatimento, torna-se interessante vender as cotas e efetuar as reduções.

O comércio de emissões é um sistema global de compra e venda de emissões de carbono. Baseia-se no esquema de mercado *cap-and-trade*, já usado nos EUA para a redução do dióxido de enxofre (SO₂), responsável pela chuva ácida. Por esse modelo, são distribuídas cotas (ou permissões) de emissão que podem ser comercializadas, ou seja, aqueles países (ou firmas) que conseguem emitir menos do que suas cotas de emissão podem vender as cotas não utilizadas àqueles que não conseguem (ou não desejam⁶) limitar suas emissões ao número de suas cotas. No caso do mercado de quotas de carbono do Protocolo de Quioto, as permissões são denominadas *AAUs* (sigla em inglês para *Assigned Amount Units* ou Unidades Equivalentes Atribuídas) e podem ser transacionadas sob regras específicas.

Pelo mecanismo de Implementação Conjunta, inicialmente proposto pelos EUA, qualquer país do Anexo I da Convenção pode adquirir, de outro país desse Anexo, Unidades de Redução de Emissões – *ERUs* (sigla em inglês para *Emission Reduction Units*) – resultantes de projetos destinados a diminuir as emissões ou *RMUs* (sigla em inglês para *Remove Units*, Unidades de Remoção) para remoções, por sumidouros, dos gases de efeito estufa, e computar as *ERUs* e *RMUs* em suas cotas de redução de emissões.

O MDL, que evoluiu a partir de uma proposta apresentada pelos negociadores brasileiros em Quioto, destina-se a auxiliar os países em desenvolvimento a atingir o desenvolvimento sustentável e contribuir para o objetivo final da Convenção. Por esse Mecanismo, os países industrializados que não consigam (ou não queiram) atingir suas metas de redução podem comprar os *CERs* (sigla em inglês

para *Certified Emission Reduction*, Redução Certificadas de Emissões – RCEs) gerados por projetos nos países em desenvolvimento e utilizá-los no cumprimento de suas metas.

O MDL é, portanto, o instrumento de mercado da Convenção aplicável ao Brasil. Os principais projetos que podem ser certificados como redutores da emissão de carbono no seio do MDL são: projetos de aterros sanitários e de esgotamento sanitário, projetos de eficiência energética, de substituição de combustíveis e de energias renováveis, projetos de melhoria de processos produtivos e projetos no setor de uso do solo e florestas.

É importante ressaltar que o Protocolo de Quioto estabelece que esses mecanismos de comércio internacional de carbono são suplementares, ou seja, os compromissos de redução de emissões devem ser alcançados prioritariamente com reduções domésticas. Igualmente importante é o fato de que não há, nos documentos pertinentes à Convenção do Clima, qualquer definição do que sejam, em termos percentuais, essas reduções a serem realizadas domesticamente. Assim, dada à inexistência de limites expressos, pode-se supor que, teoricamente, suplementar significa algo menor que 50%, com base na aceção da palavra. Assim, no mínimo 50% das reduções deverão ser efetuadas domesticamente, e os restantes 50% poderiam ser realizadas por intermédio dos três mecanismos de flexibilização do Protocolo de Quioto anteriormente mencionados, que concorreriam entre si no mercado.

⁷ No seio dos agentes que atuam no mercado de carbono há uma acirrada discussão em torno de se admitir (ou não) o crédito de carbono como uma *commodity*. De fato, os limites de "direito de poluir", estabelecidos por meio da troca de créditos entre países desenvolvidos (via mecanismos de implementação conjunta e/ ou comércio de emissões), podem ser transformados em títulos comercializáveis em mercados de balcão (os chamados contratos de gaveta – *side letters*), ou em mercados estabelecidos (intergovernamentais, interbancários, bolsas etc). Entretanto, filosoficamente, não seria conveniente classificar poluição como mercadoria (mesmo que assim seja tratada pelo mercado), ainda mais quando se objetiva eliminá-la. Nesse contexto, talvez não seja adequado chamar crédito de carbono de *commodity* ambiental. Possivelmente, a grande diferenciação reside nos próprios princípios embutidos no MDL, onde os créditos gerados auxiliam tanto no alcance de metas de redução de emissão de GEE quanto de promover o desenvolvimento sustentável em países em desenvolvimentos (hospedeiros de projetos MDL). Desta forma, não se deve "enxergar" um crédito de carbono tão somente como uma *commodity*, força-motriz para a captação ou geração de recursos financeiros. A visualização dos créditos como *commodity* ambiental sugere que a poluição seja incluída na contabilidade como ativo/ investimento e não como passivo/ prejuízo, o que não seria adequado eticamente, quando se sabe (via comprovações científicas – IPCC, 2001) que o aumento do efeito estufa está aquecendo o planeta, o que pode provocar prejuízos relevantes.

⁸ Não conformidade com Quioto.

⁹ Uma tonelada-equivalente de dióxido de carbono (tCO₂e) corresponde a um crédito de carbono.

Desde antes da entrada em vigor do Protocolo de Quioto, o carbono vem se tornando uma *commodity*⁷ mundialmente negociada em mercados visando tanto a implementação futura do próprio Protocolo quanto outros mercados denominados *non-compliance* Quioto⁸, que vêm se consolidando nos últimos anos. No entanto, esses mercados geralmente procuram atender às exigências técnicas do Protocolo de Quioto como forma de garantir a qualidade dos investimentos e de conhecer a procedência do carbono adquirido.

Um levantamento elaborado recentemente pelo Banco Mundial indica um crescente aumento no volume de créditos de carbono transacionado, conforme ilustra a Figura 1.

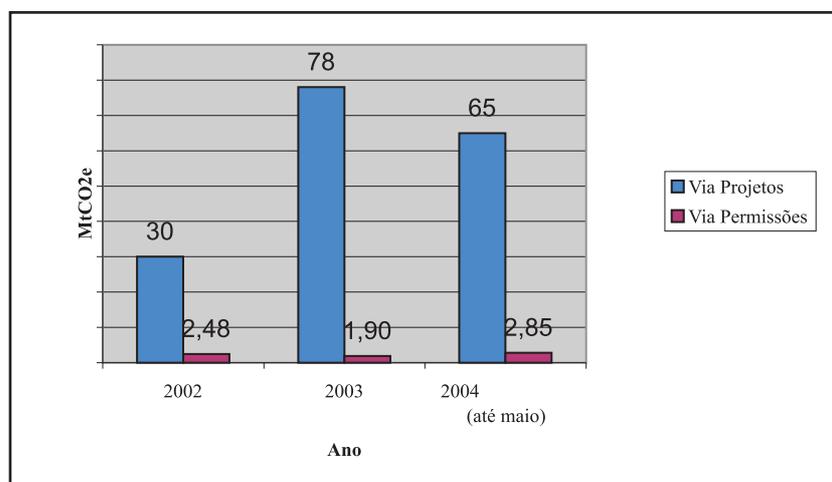


Figura 1. Evolução do mercado de créditos de carbono

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de Lecocq, F., *State and Trend of the Carbon Market – PCF*, Banco Mundial (2004)⁹

Nota: Os valores para o carbono comercializado via projetos para o ano de 2002 incluem valores de anos anteriores, devido aos dados originais não permitirem uma contabilização apenas para esse ano, como é o caso dos anos mais recentes.

As incertezas e a falta de conhecimento sobre como o mercado irá se comportar têm ainda interferido no valor do crédito de carbono transacionado, com variação em 2004 de US\$ 0,37 a US\$ 15 por tonelada de gás carbônico equivalente (tCO₂e)¹⁰. Por outro lado, a principal razão para o movimento ascendente do mercado refere-se a uma posição firme por parte dos países membros da União Européia de adotar medidas para controlar a emissão de gases de efeito estufa, à semelhança do fixado no Protocolo de Quioto.

Com relação às perspectivas futuras do mercado, segundo estimativas do Banco Mundial, do *Massachusetts Institute of Technology (MIT)*¹¹ e da *United Nations Conference on Trade and Development (UNCTD)*¹², a demanda por créditos de emissões de carbono poderá chegar a US\$ 10 bilhões por ano em 2010 (*PointCarbon*, 2004). Grande parte desse valor deve ser transacionada dentro da União Européia e o Brasil poderá ser responsável por até 10% dessa quantia, segundo estimativas do Banco Mundial (*PointCarbon*, 2004). Uma análise mais detalhada das possibilidades do mercado futuro de carbono está apresentada no item 4.

2. A Formação do mercado de créditos de carbono¹³

2.1. Estrutura do mercado

Conforme anteriormente mencionado, o mercado de carbono vem se formando tanto em torno dos compromissos do Protocolo de Quioto, o chamado mercado *Kyoto Compliance* (Conformidade com

¹⁰ Valores para o período de janeiro a abril. Fonte: Lecocq, F. (2004), *State and Trends of the Carbon Market – Development Economics Research Group*, Banco Mundial, baseado em *Natsource LLC* e *PointCarbon*.

¹¹ Instituto de Tecnologia de Massachussets.

¹² Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento.

¹³ Este item é fortemente baseado no documento *State and Trends of the Carbon Market 2004*, Lecocq, F., *Development Economics Research Group*, Banco Mundial, baseado em *Natsource LLC* e *PointCarbon*.

Quioto), quanto dele desvinculado, o mercado *Non-Kyoto Compliance*. Entre esses extremos pode-se também identificar mercados que têm a perspectiva de, no futuro, se integrar ao mercado de Quioto, e os que não a têm, sendo motivados por outros interesses.

Em termos gerais, esses outros interesses são função de:

- Conformidade imediata com restrições e obrigações legais (ex. regime de comércio de emissões do Reino Unido e o Fundo – *Trust* – do Clima do estado americano de Oregon);
- Conformidade pré-Quioto (ex. projetos de IC e MDL do *PCF*, *Cerupt*, *Erupt*, transações de diversos *brokers*)¹⁴
- Conformidade voluntária (ex. CCX¹⁵)
- Esquemas de varejo (ex. companhia e indivíduos que não necessariamente emitem, mas querem demonstrar responsabilidade social ou promover certa marca comercial).

¹⁴ Estas siglas se referem a financiadores de projetos que estão apresentados nos itens seguintes.

¹⁵ Sigla da Bolsa de Chicago, também apresentada em item seguinte.

Independentemente do mercado em que estejam inseridas, as transações comerciais de carbono podem ser agrupadas em duas categorias principais.

Transações baseadas em projetos, que geram créditos como *ERUs* e *RMUs* do IC, *CERs* do MDL etc. Elas podem ser:

- para atender os compromissos do Protocolo de Quioto ou outros compromissos mandatários;

- de adesão voluntária onde firmas, por razões estratégicas de mercado, pactuam metas de emissão;
- de varejo onde firmas e indivíduos, numa demonstração de atitude correta ou no desejo de promover marcas de produtos e serviços amigáveis ao clima, negociam em geral pequenas quantidades de carbono.

Comércio de permissões de emissão (*emission allowances*), caso em que as permissões são distribuídas sob um regime de *cap-and-trade*, tais como as AAUs do Protocolo de Quioto, as do regime de comércio de emissões do Reino Unido e as permissões sob o Esquema Europeu de Comércio de Emissões (*European Trade Scheme – ETS*) de GEE, denominadas EUAs (sigla em inglês para *Emissions Units Allowances* ou Permissões de Emissão). Esse tipo de ativo tem tido menor participação no mercado até o momento (junho de 2004).

A Tabela 2, a seguir, apresenta os volumes transacionados pelas categorias acima, onde se pode perceber a nítida preferência do mercado, até o momento, pelo carbono transacionado via projetos, se considerarmos todo o período 1998-2004, quando somente 2,5% das operações foram realizadas por intermédio do comércio de permissões de emissões.

Tabela 2. Volumes de carbono transacionados no mercado até 2004

	Volume transacionado safra de carbono até 2012 (em tCO ₂ e)		Número de transações		Volume médio por transação (em tCO ₂ e)
	1998-2004	2004	1998-2004	2004	1998-2004
	Total via projetos	293.611.881	64.870.588	360	44
• Conformidade com Quioto	151.890.882	61.394.093	126	27	1.234.885
• Voluntários	139.148.129	2.299.050	124	9	1.209.984
• Varejo	1.493.870	98.445	108	6	14.093
Total via permissões	7.218.183	2.088.408	765	97	9.436
Total geral	300.830.064	66.958.996	1.125	141	267.405

Fonte: Lecocq, F., *State and Trend of the Carbon Market – PCF* (2004).

Ressalte-se que com a entrada em vigor do Protocolo de Quioto e do Esquema de Comércio de Emissões da União Européia em 2005 pode haver uma inversão de preferências. Os esquemas de comércio são examinados no item 2.1.2.

2.2. Transações via projetos

Esse é um mercado crescente, geralmente para atender a alguma conformidade.

Evolução do mercado de projetos

De menos de 30 milhões tCO₂e no período entre 1996-2002, o mercado evoluiu para 78 milhões tCO₂e em 2003 e 65 milhões de tCO₂e contratadas de janeiro a maio de 2004. A Figura 2, a seguir, apresenta a evolução desse mercado.

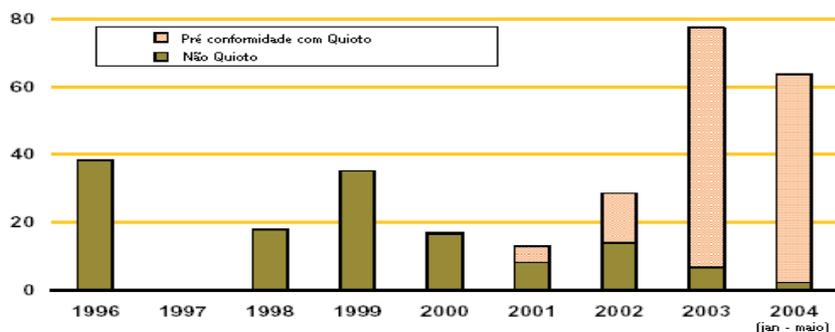


Figura 2. A evolução do mercado de carbono realizado via projetos (milhões de tCO₂e – safra até 2012)

Fonte: Lecocq, F., *State and Trend of the Carbon Market – PCF*, Banco Mundial (2004)

Principais compradores

Firmas japonesas, o governo da Holanda (por meio de programas específicos e/ ou instituições intermediárias¹⁶) e o *Carbon Finance Business – CBF* (por meio do *Prototype Carbon Fund – PCF* e do *Community Development Carbon Fund – CDCF*) são os principais compradores que, juntos, representam 88% do volume transacionado no período 2003-2004. A Figura 3 apresenta a repartição (*share*) do mercado nos períodos 2002-2003 e 2003-2004.

¹⁶ Os recursos são alocados via *Senter* (programa governamental), *Rabobank* (instituição financeira), *Corporação Financeira Internacional (CFI)*, *Banco Internacional para a Reconstrução e o Desenvolvimento (BIRD)* e *Corporação Andina de Fomento (CAF)*.

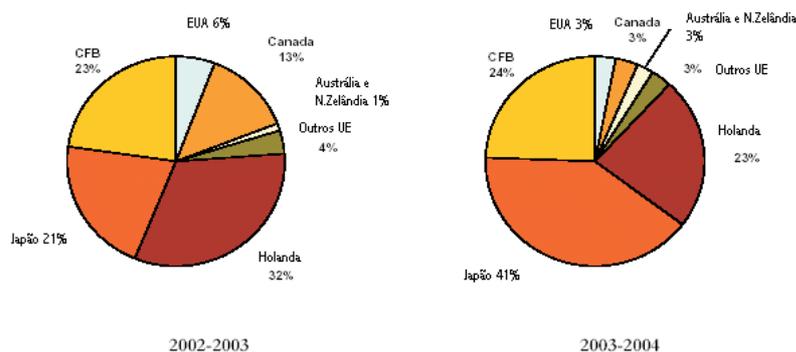


Figura 3. Repartição do mercado de projetos – volume comprado de reduções de emissão

Fonte: Lecocq, F., *State and Trend of the Carbon Market – PCF*, Banco Mundial (2004).

Observa-se uma participação tímida da União Européia (exclusive a Holanda) na Figura 3, acima. Isto se deve ao fato de que a maioria dos países que a compõem (instituições públicas e privadas que operam no mercado) o fazem por intermédio do CFB (*Carbon Finance Business* do Banco Mundial). Quando comparada em separado, a União Européia (exclusive a Holanda) alcança 15% do total

Principais vendedores

Nos primeiros meses de 2004, 93% do volume transacionado foram provenientes de países em desenvolvimento (não Anexo B do protocolo de Quioto) e economias em transição (países do Anexo B do Protocolo de Quioto que estão em processo de transição para economia de mercado). Em 2003-2004, a maior parte da oferta total – 51% – é de países da Ásia, revelando uma mudança quando se compara com 2002-2003, período em que a América Latina liderava as vendas, sendo que agora ela responde por apenas 27% da oferta. Juntos, Brasil, Chile e Índia representam 56% do total de 2001 a 2004. A Figura 4, a seguir, apresenta a dinâmica da oferta de carbono via projeto, no mercado internacional.

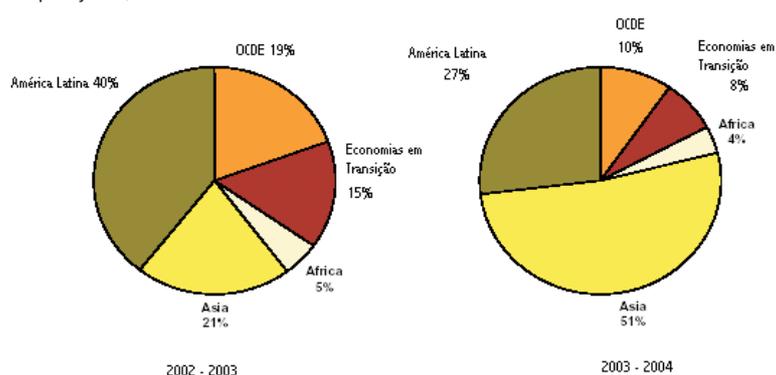
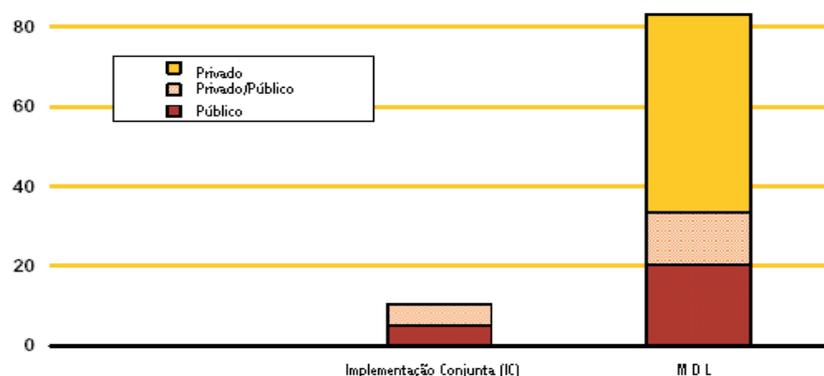


Figura 4. Localização dos projetos – volume vendido de reduções de emissão

Fonte: Lecocq,F., *State and Trend of the Carbon Market – PCF*, Banco Mundial (2004).

Outra abordagem interessante é o cruzamento entre o tipo de projeto e a natureza do comprador. Observa-se, na Figura 5, a seguir, que de janeiro de 2003 a maio de 2004 a grande maioria dos projetos é do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, cujas reduções de emissão foram adquiridas pelo setor privado¹⁷.



¹⁷ Grande parte da demanda do setor privado é proveniente de firmas japonesas.

Figura 5. Localização dos projetos por tipo de comprador em milhões de tCO₂e (janeiro 2003- maio 2004)

Fonte: Adaptado de Lecocq,F., *State and Trend of the Carbon Market – PCF*, Banco Mundial (2004).

Tipologia de projetos

Diferentemente do período 2002-2003, quando os projetos mais negociados foram os de captura e destruição de metano de aterros sanitários, no período 2003-2004 o maior volume negociado diz respeito aos projetos de destruição de HFC₂₃¹⁸, que representaram 35% do volume total ofertado. A repartição do mercado por tipo de projeto está apresentada na Figura 6, a seguir.

¹⁸ Isto pode ser parcialmente explicado pelo fato de que a mitigação das emissões de HFC₂₃ é comparativamente mais barata por tCO₂e devido ao seu alto poder de aquecimento global. Ressalte-se, também, que somente dois projetos são responsáveis por todas estas emissões de HFC₂₃ evitadas.

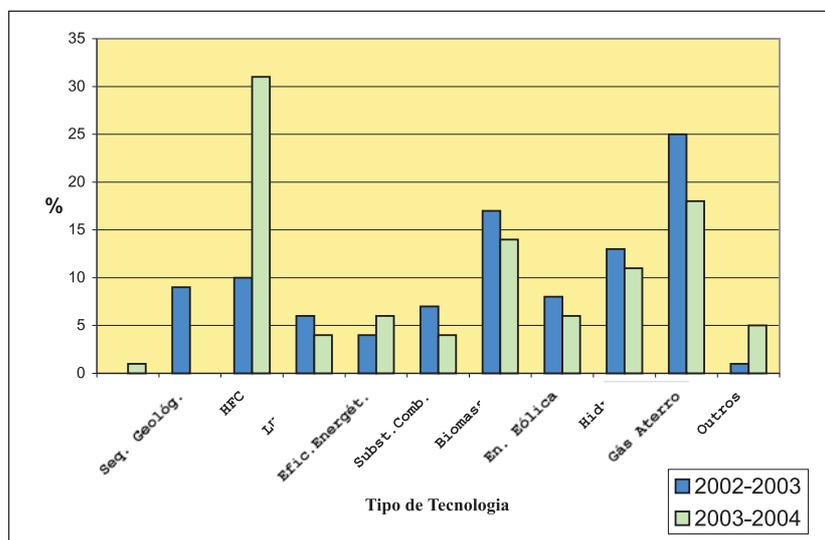


Figura 6. Projetos de redução de emissões por tipo de tecnologia (% de volume contratado)

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de Lecocq,F., *State and Trend of the Carbon Market – PCF*, Banco Mundial (2004).

Nota: O volume transacionado por projeto varia de 500 mil a 5 milhões de tCO₂e, com uma exceção, referente a um projeto de mais de 20 milhões de tCO₂e.

Preços praticados

Na maioria das vezes, as transações de carbono baseadas em projetos seguem um padrão de *commodities*, onde o comprador adquire as reduções de emissão geradas pelos projetos como se estivesse comprando qualquer outro bem ou serviço. Em algumas poucas transações identificadas, seguiu-se um modelo de investimento onde o comprador se associa ao empreendimento e recebe as emissões evitadas como parte do retorno do investimento. Desde a adoção dos Acordos de Marraqueche (COP 7, 2001), a maioria dos negócios é realizada de forma que o comprador adquire safras futuras de carbono evitado a serem produzidas pelo projeto (especialmente as safras de 2008-2012).

Em se tratando de projetos negociados entre firmas privadas, os termos da transação nem sempre são públicos. Quando o comércio envolve pelo menos um governo, as informações são públicas, mesmo que em seus totais e não por projetos. Nesse caso, as transações ocorrem geralmente em razão dos compromissos do Protocolo de Quioto. As informações apresentadas a seguir na Figura 7 referem-se a 55% do volume total de carbono transacionado via projeto¹⁹, cujos preços variaram de US\$ 0,37 a US\$ 6,37 / tCO₂e.

¹⁹ Para os 45% restantes, os preços não foram identificados.

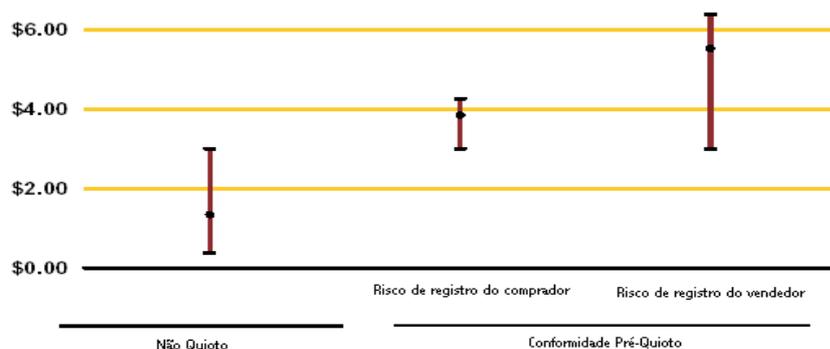


Figura 7. Preços praticados no período 2003-2004 para redução de emissões de projetos (em US\$ / tCO₂e)

Fonte: Lecocq,F., *State and Trend of the Carbon Market – PCF*, Banco Mundial (2004).

Como pode ser observado na Figura anterior, quanto menor o risco de registro da redução de emissão por parte do comprador, maior o preço pago na transação. Os principais fatores que, de acordo com Lecocq 2004, influenciam o preço são:

- Confiabilidade do responsável e viabilidade do projeto;
- Confiança na capacidade de gestão do projeto e na entrega dos créditos ao longo do projeto;

²⁰ Há, na realidade, muitas opções de contrato. No caso de alguns projetos negociados para atender a alguma conformidade, o pagamento se encerra se as reduções de emissão não obtiverem *CERs* ou *ERUs*. Há, inclusive, transações em que, se tal fato ocorrer, o vendedor deverá adquirir reduções equivalentes àquelas que originaram o compromisso de venda no mercado, para fazer frente ao compromisso assumido com o comprador.

- Estrutura do contrato²⁰ (pagamentos antecipados, pagamentos contra-entrega, taxas de desconto aplicadas a pagamentos antecipados, penalidades que o vendedor possa aceitar etc);
- Safra do carbono evitado, já que somente algumas safras são elegíveis em casos de obrigações de conformidades;
- Custo da validação e da certificação;
- Apoio do país onde o projeto se desenvolve;
- Benefícios ambientais e sociais subjacentes ao projeto.

Ainda com relação à estrutura do contrato, outra questão que influenciava preços nesse período de incertezas relativas ao quadro legal internacional, de acordo com fontes do setor privado identificadas²¹, era o fato da eficácia do contrato estar ou não condicionada à ratificação do Protocolo de Quioto. No caso desse condicionante existir, os preços praticados eram menores.

Magnitude do mercado de projetos

O valor dos contratos efetuados pode ser estimado entre US\$ 330 milhões em 2003 e US\$ 260 milhões de janeiro a maio de 2004, demonstrando um crescimento acentuado a partir de 2003, conforme a Figura 8 a seguir.

²¹ Conforme apresentação da *MGM International* (empresa de desenvolvimento de projetos MDL e comercialização de créditos de carbono) na *CarbonExpo* realizada em Colônia, Alemanha, em junho de 2004 e *Carbon Point* em *CDM Monitor* (Boletim mensal sobre o mercado CDM, *PointCarbon*, www.pointcarbon.com), julho de 2004, (Título: *View Point: B-CERs?*) que, citando o caso brasileiro, onde as regras para o MDL previam a aprovação de projetos condicionada à ratificação do Protocolo, afirmava que as *CERs* brasileiras eram consideradas do tipo B, com preços inferiores, pois encerravam um risco inerente de serem canceladas, caso a Rússia rejeitasse o Protocolo.

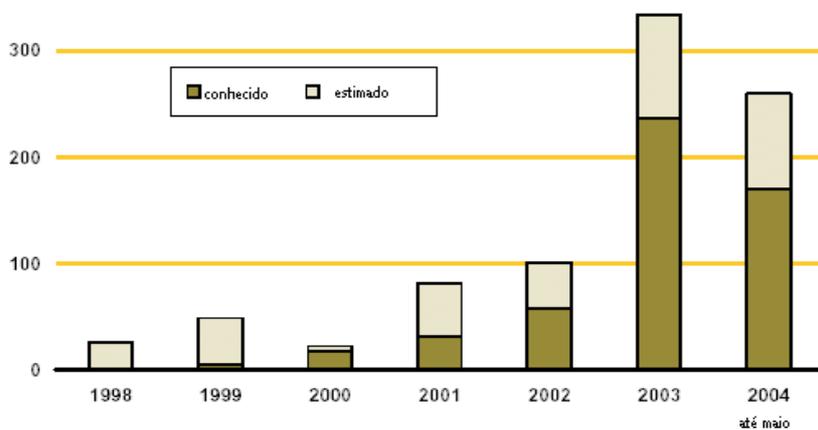


Figura 8. Magnitude do mercado de carbono via projetos (em milhões de US\$)

Fonte: Lecocq,F., *State and Trend of the Carbon Market – PCF*, Banco Mundial (2004).

Por outro lado, uma evidência de que o mercado apresenta liquidez é o fato de que as firmas estão começando a transacionar as reduções já adquiridas, vendendo parte de seus *portfolios* a outros compradores.

Na hipótese conservadora de se manter até o final do corrente ano o ritmo de crescimento constatado até maio chegar-se-ia a um volume da ordem de US\$ 624 milhões em 2004, com um crescimento cerca de 80 % em relação ao ano de 2003.

Mercado de projetos MDL

Mesmo antes da ratificação do Protocolo de Quioto estar garantida, os primeiros projetos MDL começaram a ter suas metodologias de linha de base aprovadas pelo *Executive Board* (Conselho Executivo) do MDL. Segundo *CDMWatch* (2004), apenas seis desses projetos perfazem 48 milhões de *CERs*, sendo que a maior parte é localizada

em países em desenvolvimento de grande extensão territorial (como são os casos de China, Índia e Brasil). Os 75 projetos MDL que submeteram suas linhas de base à aprovação no *Executive Board* localizam-se em 26 países de cinco regiões do globo. A principal região “hospedeira” do globo é a América Latina com 35 desses projetos, seguida pela Ásia com 29, África com seis, Europa (Leste Europeu) com três, e Caribe com dois (ver Figura 9).

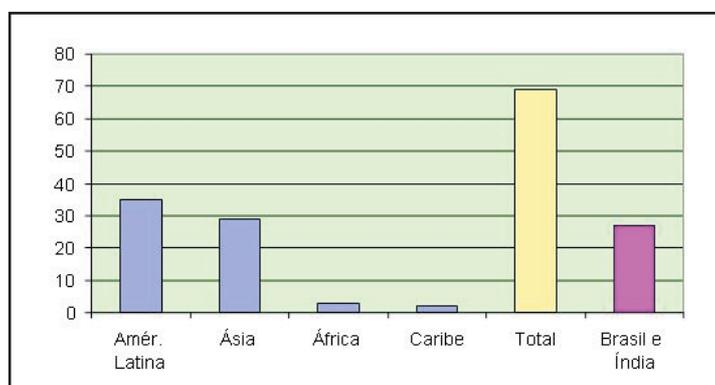


Figura 9. Número de projetos

Fonte: a partir de *CDMWatch* (2004).

Algumas das principais características da situação atual dos projetos MDL são descritas a seguir:

- Apenas dois países, Índia e Brasil, hospedam 27 projetos MDL, os quais respondem por 73 milhões, de um total de 131 milhões, de *CERs* gerados por todos os 75 projetos MDL;
- Dois grandes projetos de redução de emissão de HFC_{23} , já mencionados, localizados na Coreia do Sul e na Índia, respondem por 40 milhões de *CERs*. Caso o Banco Mundial aprove liberação de

recursos para três novos projetos MDL no Brasil (dois relativos à substituição de combustíveis e um relativo ao aproveitamento de biogás em Salvador, Bahia), os cinco projetos mencionados responderão por cerca de 50% dos *CERs* gerados por todos os projetos MDL no mundo;

- Projetos relativos a energias renováveis constituem-se no tipo mais comum de projetos MDL desenvolvidos (ou em desenvolvimento) no mundo. Cerca de 39% desses projetos referem-se ao desenvolvimento de unidades de geração baseadas em energias renováveis.

Determinados projetos segmentam-se em duas ou três atividades de projetos, como é o caso do projeto Plantar no Brasil. Com isto, o número real de projetos MDL em desenvolvimento no mundo é de 86. Tais projetos podem ser agrupados em 7 diferentes tipos (ver Figura 10), da seguinte forma:

- 34 projetos ligados a energias renováveis (39% do número total de projetos)
 - respondendo por 13 milhões de *CERs* (ou 10% do total de *CERs*);
- 20 projetos de captura ou destruição de GEE (tais como o metano gerado em aterros sanitários, e o CO₂ gerado nas mais diversas atividades antropogênicas) e destruição de HFC₂₃ (23% do número total de projetos)

- respondendo por 71 milhões de *CERs* (ou 54% do total de *CERs*);
- 13 projetos ligados à eficiência energética (15% do número total de projetos)
 - respondendo por 14 milhões de *CERs* (ou 11% do total de *CERs*);
- 10 projetos de grandes usinas hidroelétricas (7% do número total de projetos)
 - respondendo por 9,5 milhões de *CERs* (ou 7% do total de *CERs*);
- 6 projetos ligados a substituição de combustíveis (7% do número total de projetos)
 - respondendo por 15 milhões de *CERs* (ou 11% do total de *CERs*);
- 2 projetos de seqüestro (sumidouro) de carbono (2% do número total de projetos)
 - respondendo por 6 milhões de *CERs* (ou 5% do total de *CERs*);
- 1 projeto de incineração de lixo (1% do número total de projetos)
 - respondendo por 561.931 *CERs* (ou pouco menos de 1% do total de *CERs*).

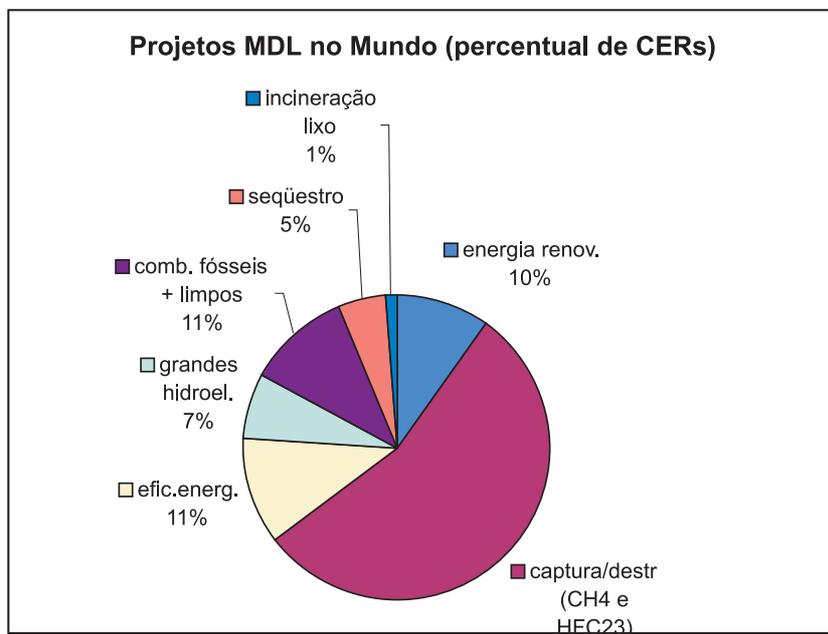


Figura 10. Repartição do volume de redução de emissões por categoria de projetos MDL

Em julho de 2004, o Brasil hospedava 29 projetos MDL, em diferentes fases de desenvolvimento, dos quais 12 com carta de intenção assinada²². Desses, 24 projetos relacionam-se à geração de eletricidade via emprego de energias renováveis, 2 projetos referem-se à captação/ destruição de gases gerados em aterros sanitários, 2 projetos referem-se a modificações em unidades industriais, e 1 a redução de emissão na área de transporte (Esparta, 2004). De acordo com a Ecoinvest (Esparta, 2004), esses projetos possuem potencial de redução de emissão da ordem de 11 a 15 milhões de tCO₂e, até o final de 2012. Com relação ao valor médio dos créditos relativos a cartas de intenções assinadas nos últimos 12 meses, a Ecoinvest (Esparta, 2004) aponta • 4,50 / tCO₂e (ou US\$ 5,40 / tCO₂e).

²² A assinatura do *Emission Reductions Purchase Agreement (ERPA)* estava condicionada ao posicionamento do governo brasileiro em relação à aceitação/ aprovação de projetos MDL, tanto no âmbito da Convenção do Clima quanto no âmbito do Mercado Europeu.

Os primeiros projetos aprovados pela Comissão Interministerial foram o da Nova Gerar (geração de 11,8 milhões de *CERs*), em Nova Iguaçu (Rio de Janeiro), que também foi o primeiro projeto MDL aprovado pelo *Executive Board*, em novembro 2004, e o projeto da Vega (geração de 16.102.938 *CERs*, ao longo de 17 anos), em Salvador (Bahia), ambos na área de captação/ destruição de gases gerados em aterros sanitários (*CDMWatch*, 2004).

2.3. Permissão de emissões (*Allowance market*)

Os principais mercados que operaram com um sistema de *cap and trade*²³ em 2003-2004 estão considerados a seguir: (1) Esquema de Comércio do Reino Unido, (2) Esquema de Comércio de Emissões da União Européia, (3) Bolsa do Clima de Chicago (*CCX*) e (4) o Esquema de Abatimento de GEE de *New South Wales (NSW)*.

Esquema de Comércio do Reino Unido

Esse é o maior programa nacional de comércio de emissões. A maioria das empresas participa em troca de um desconto de 80% no valor da taxa de consumo de energia comercial e industrial (taxa de mudança climática). Para obter o desconto, as empresas devem reduzir as emissões ou o consumo energético. O tipo de limitação adotado define as regras a serem observadas para participar do comércio, bem como a quantidade de permissões de emissão transacionáveis que a empresa recebe do governo. O volume transacionado de janeiro a maio de 2004 foi de 300 mil tCO₂e para entrega imediata, com preços variando entre £ 2 e £ 4 por tonelada²⁴ (*Lecocq* 2004).

²³ Em termos gerais, por este sistema, os poluidores devem adquirir no mercado as permissões correspondentes às emissões que estiverem acima de sua cota ou vender as permissões não utilizadas. Dependendo da regra específica de cada mercado, os poluidores podem ou não guardar as permissões não utilizadas como um ativo a ser negociado no futuro.

²⁴ Especialistas afirmam que esse mercado terá dificuldade em se integrar com os demais. Isso, porém, não significa dizer que as empresas que hoje atuam no mercado inglês não terão interesse em buscar *CERs* de projetos de MDL, a fim de diversificar seus *portfolios*.

Esquema de Comércio de Emissões da União Européia

Sob esse esquema, regulado pela Diretiva Européia nº 87/2003, cerca de 10 mil empresas européias, a partir de janeiro de 2005, devem começar a vender e comprar suas permissões para emissões de GEE. Cerca de 45% das emissões totais da União Européia (UE) participam do *ETS* que engloba as grandes fontes fixas de CO₂ (prevê-se sua extensão para outras fontes). Poderá se constituir no maior mercado de carbono a partir de janeiro de 2005, quando se inicia o primeiro período do esquema que irá até 2007. Nesse primeiro período, as emissões que vierem a ser realizadas sem as correspondentes permissões resultarão em uma multa de • 40 / tCO₂e. A segunda fase cobrirá o período 2008-2012, quando então a multa passará a • 100 /tCO₂e. Os Estados membros elaboraram (março 2004) planos²⁵ indicando como planejam distribuir as permissões de emissões entre os diversos setores econômicos. Esses planos terão de ser notificados e supervisionados pela Comissão Européia. As relações entre esse mercado e o Protocolo de Quioto estão regidas por uma Diretiva de abril de 2004, pela qual *CERs* poderão utilizados já partir de 2005 e os *ERUs* a partir de 2008. Cada país membro deverá limitar a utilização desses certificados não havendo, entretanto, um limite geral pré-estabelecido²⁶. Até 2003, estima-se que tenha havido transações de 650 mil tCO₂e e, até maio de 2004, mais 200 mil tCO₂e para safras de carbono de 2005, 2006 e 2007. O preço da tonelada de CO₂e encontrava-se entre • 7 e • 8 em maio de 2004 (US\$ 8,5 e US\$ 10) (Lecocq 2004).

²⁵ Em relação a tais planos, cabe mencionar a não inclusão de mata nativa nos programas de crédito.

²⁶ Seqüestro está excluído até 2006, quando esta posição poderá ser revista. Energia nuclear está definitivamente excluída.

Bolsa do Clima de Chicago

Nos EUA, a despeito da posição do governo contrário ao Protocolo de Quioto, existem diversas iniciativas de organizações não-governamentais (ONGs) e empresas privadas para criar um mercado nacional de carbono. Nesse contexto, pode-se citar iniciativas de estados norte-americanos (ver item 3.2), de empresas do país (ver item 3.3) e, principalmente, o projeto *Chicago Climate Exchange (CCX)* (Lecocq 2004).

Por meio da CCX, as empresas fazem um comprometimento voluntário para reduzir as suas emissões de GEE e assinam um acordo que proíbe o desligamento da bolsa até 2006, prazo estipulado para o encerramento da bolsa. As que não conseguirem baixar os índices pré-estabelecidos no período de um ano, podem compensar com a aquisição de créditos de carbono. Empresas como *Rolls-Royce, Ford Motor Company, Bayer, Motorola, International Paper, Stora Enso North América e Dow Corning* entraram na CCX. As empresas participantes devem reduzir suas emissões em 4% abaixo da média dos anos de 1998-2001, até 2006²⁷.

Desde que foi criada, em outubro do ano passado, a CCX vem registrando um aumento significativo no número de negociações²⁸. Em dezembro do ano passado, foram negociadas 30 mil toneladas em créditos de carbono. Em janeiro de 2004, o número subiu para 80 mil toneladas e atingiu 400 mil toneladas em fevereiro. O preço médio praticado pela CCX em março de 2004 era de US\$ 0,88 por tonelada de CO₂. Estima-se que 850 mil tCO₂e tenham sido

²⁷ Metas de redução em relação à média de emissões dos membros da CCX do período 1998-2001: 1% em 2003, 2% em 2004, 3% em 2005 e 4% em 2006.

²⁸ O Brasil é considerado na CCX o país mais adequado para a aquisição de créditos de carbono (por projetos de compensação) (Ecoplan, 2004). O caso da empresa brasileira Klabin – projeto de reflorestamento (área de 10.000 hectares de florestas plantadas no Paraná) – é pioneiro nesse sentido. A Klabin assinou a carta de adesão para integrar a CCX. Tal inclusão está em vias de ocorrer até fins de junho de 2004. A oferta inicial da empresa brasileira poderá chegar a uma ordem de grandeza de 0,5 milhão de toneladas de créditos de carbono, a serem negociadas até 2006 (Recicláveis, 2004). Os estudos foram conduzidos pela Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS). Além de projetos como o da Klabin (de seqüestro de carbono em reflorestamento e/ou de manejo sustentável), são considerados projetos elegíveis pela CCX aqueles relacionados ao emprego de energia renovável e a florestamentos.

negociadas em 2004 a um preço entre US\$ 0,75 e US\$ 1 / tCO₂e (Lecocq 2004).

Esquema de Abatimento de GEE de New South Wales (NSW)

O esquema australiano NSW, iniciado em janeiro de 2003 e que deve continuar atuante até 2012, consiste em um programa que impõe padrões às empresas de energia elétrica para emissões de GEE cujas metas são estabelecidas anualmente. Às emissões acima das metas devem corresponder permissões a serem adquiridas no mercado, sob pena de uma multa de US\$ 10,5 / tCO₂e. O sistema requer que distribuidores de energia com participação compulsória reduzam as emissões de GEE em 5% abaixo do nível de 1990 *per capita* e mantenham as emissões nesse novo nível, ou abaixo dele, até 2012. Devido ao aumento da população haverá um aumento nas metas de 2007 até 2012. Somente em 2004 foi negociada 1,5 milhão de tCO₂e (MtCO₂e) e prevê-se que as reduções totais em 2012 serão de aproximadamente 13 MtCO₂e e abaixo das emissões do cenário “BAU²⁹”. Já há algumas transações iniciais nesse mercado. Os volumes são baixos, e os preços variaram entre A\$ 6 e A\$ 7/tCO₂e (ou entre US\$ 3 e US\$ 4 / tCO₂e), em 2003. Com relação a 2004, não se obteve informação.

2.4. Outros mercados³⁰

Iniciativas nacionais

Essa categoria de mercados refere-se às iniciativas nacionais (públicas e privadas) que estão sendo desenvolvidas, independentemente de estarem ou não visando o Protocolo de Quioto.

²⁹ Cenário *business as usual* ou linha de base.

³⁰ Alguns destes mercados podem estar mais detalhados que outros devido à disponibilidade de informações ser diferente.

Alemanha – Atualmente há um sistema piloto de *cap and trade* com a intenção de introduzir essa sistemática no país tendo em vista a proximidade da entrada em vigor do sistema europeu de comércio de emissões. Esse sistema terá duração de 3 anos, a partir de 2005, e *ERUs* e *CERs* de projetos IC e MDL poderão vir a serem incluídos. Por razões técnicas espera-se começar apenas com o CO_2 e posteriormente incluir os demais GEE. A princípio, todos os setores devem integrar gradualmente o sistema³¹.

³¹ Fonte: www.pointcarbon.com/schemes.php em 25/06/2004.

Canadá 1 – O *Pilot Emissions Reduction Trading Project* (*Pert*), agora chamado de *CleanAir*, é uma organização sem fins lucrativos que permite aos membros que dela participam voluntariamente registrarem e comercializarem créditos de carbono. O *Pert* começou em 1996 e o *CleanAir* se tornou operacional em setembro de 2000. Não existem relações pré-estabelecidas com outros mercados. O *Pert* abrange vários GEE (CO_2 , CO, VOC, SO_2 , Ozônio NO_x e Não-Ozônio NO_x)³².

³² Fonte: www.pointcarbon.com/schemes.php em 25/06/2004.

Canadá 2 – O *Tradable Permits Working Group* (*TPWG*) entregou seu relatório final em abril de 2000, apresentado proposta para um sistema de comércio doméstico de emissões para o Canadá. O estudo feito pelo *TPWG* continuou por intermédio do *Domestic Emissions Trading Working Group* (*DETWG*), que realizou até agora três reuniões para definição das características do sistema canadense de comércio de emissões.³³

³³ Fonte: http://www.nrtee-trnee.ca/EmissionsTrading/en/Summary_Report_E.htm em 25/06/2004.

Dinamarca – Sistema *cap and trade*, onde as permissões são alocadas por empresas (e não por planta) de acordo com a média das emissões históricas de 1994-1998 das empresas participantes

(30,3 MtCO₂e = média anual para o período). O sistema está aberto, a princípio, para a inclusão de créditos IC ou MDL, o que ainda não ocorreu. Um manual detalhando os procedimentos para aprovação dos créditos foi publicado pela *Danish Energy Agency* em maio de 2002 e está disponível na internet. A primeira transação ocorreu entre a *Shell* (Reino Unido) e *Elsam* (Dinamarca), em maio de 2002. As metas de redução desse sistema são: 22 MtCO₂e para 2001, 21 MtCO₂e para 2002 e 20 MtCO₂e para 2003.

O sistema é para CO₂, cobrindo o setor elétrico como um todo e excluindo as empresas de energia que produzem menos de 100 mil tCO₂e por ano. O número total de empresas é 8. Mais de 90% do total das emissões de CO₂ decorrentes da produção de eletricidade – aproximadamente 30% das emissões totais do país – são cobertas pelo sistema. A participação é obrigatória para todas as empresas que produzem mais de 100 mil tCO₂e por ano.³⁴

EUA – O governo dos EUA, por intermédio da administração federal, vem buscando implementar práticas alternativas às explicitadas no Protocolo de Quioto. Diferentemente dos limites absolutos estabelecidos pelo Protocolo, os Estados Unidos propõem estabilizar as emissões de GEE por meio de uma redução na intensidade de carbono do Produto Interno Bruto (PIB) da ordem de 18% para o ano de 2012. Os esforços na busca dessa meta devem ser voluntários e já existe uma lista de compromissos assumidos por parte de organizações industriais, em especial aquelas ligadas aos setores automotivo, químico, petrolífero e de mineração³⁵.

³⁴ Fonte: www.pointcarbon.com/schemes.php em 25/06/2004.

³⁵ De acordo com <http://www.rso.cornell.edu/kyotonow/uspolicies.html>, a meta americana é reduzir a intensidade de GEE de 183 para 151 toneladas por milhão de dólares do PIB no período entre 2002 a 2012, o que representa 17,5% de redução. Como o PIB projetado aumenta, uma redução da intensidade de GEE deste porte corresponde, na verdade, a um aumento de 14% nas emissões de GEE em 2012.

França – A indústria e governo têm um acordo voluntário fechado em julho de 2003 para a redução das emissões de GEE, que foi estabelecido como alternativa frente a uma taxa nacional de energia. Os participantes podem alcançar suas metas de redução de 14% (em valores absolutos ou em termos relativos à produção) em relação a 1990, em 2007, por meio de créditos obtidos via mecanismos de flexibilização de Quioto, bem como revisar suas metas em casos de “circunstâncias econômicas excepcionais” ou mudanças legais³⁶.

³⁶ Fonte: www.pointcarbon.com/schemes.php em 25/06/2004.

³⁷ Fonte: www.cdmwatch.org em 18/06/2004.

Holanda (1) – *Cerupt / Erupt*³⁷ De acordo com o Protocolo de Quioto, a Holanda precisa reduzir suas emissões em 6% no período 2008-2012. Para tanto, o governo holandês pretende que pelo menos 50% dessas reduções sejam feitas domesticamente. A outra parte poderá ser alcançada por meio da utilização dos mecanismos de flexibilização do Protocolo de Quioto.

Com o *Certified Emission Reduction Unit Procurement Tender (Cerupt)*³⁸, a Holanda vem investindo no MDL em projetos de energia renovável, eficiência energética, substituição de combustível e gerenciamento de lixo, na Ásia, África e América Latina. De um total de 26 projetos, 13 são na América Latina e dois no Brasil – Usina Catanduva e Aterro Sanitário Onyx – que, juntos, totalizam 959.506 *CERs* para o período de compromisso 2008-2012. A compra de *CERs* é feita por meio de leilão onde as empresas proponentes de projetos ofertam preços.

³⁸ Leilão para aquisição de unidade de redução de emissões certificada.

³⁹ Leilão para aquisição de unidade de redução de emissões.

Com o *Emission Reduction Unit Procurement Tender (Erupt)*³⁹, o governo holandês investe em projetos de Implementação Conjunta

(IC) em países do Anexo I da Convenção que ratificaram o Protocolo de Quioto. Até o momento, já investiu em projetos na Europa Oriental e Central e na Nova Zelândia.

Holanda (2) – Foi assinado em junho de 2002 acordo entre a Holanda e a Corporação Andina de Fomento (CAF) para facilitar a compra de créditos. A CAF vai investir em projetos cujos créditos gerados serão usados no período de 2008-2012. Os créditos podem ser usados em sistemas internacionais sujeitos a regras para a inclusão de créditos MDL nesses sistemas e no Protocolo de Quioto. A meta é gerar créditos no volume superior a 10 MtCO₂e nos próximos três anos. A participação se dará no setor público e privado localizado em qualquer país membro da CAF, mas também aceitará projetos de países da América Latina e do Caribe que não sejam membros do CAF⁴⁰.

⁴⁰ Fonte: www.pointcarbon.com/schemes.php em 25/06/2004.

Holanda (3) – Um outro acordo foi estabelecido entre a Holanda e o *Prototype Carbon Fund (PCF)*, do Banco Mundial, para facilitar a compra de créditos relativos à redução de emissões de GEE. Vai operar por dois anos, com a possibilidade de renovação por mais dois anos. Os créditos gerados serão usados para o período de 2008-2012 e podem ser utilizados em outros sistemas internacionais. Mais de US\$ 68 milhões serão alocados em projetos de redução de emissões de aproximadamente 16 MtCO₂e. Um montante semelhante pode ser aplicado no período subsequente. O sistema vai comprar créditos de projetos de energia renovável, eficiência energética, substituição de combustíveis, mas não de florestamento e reflorestamento⁴¹.

⁴¹ Fonte: www.pointcarbon.com/schemes.php em 25/06/2004.

Japão – Um sistema, já em fase de preparação, será adotado para a compra de créditos de países estrangeiros. Vai operar com uma mistura de comércio de emissões e de projetos, IC e MDL. Os projetos MDL serão operados pela *New Energy and Industrial Technology Development Organization* (Organização para o Desenvolvimento Tecnológico Industrial e Energia Renovável). O Japão tem a meta de reduzir em 6% suas emissões de acordo com o Protocolo de Quioto e planeja que cerca de 1/3 dessas reduções seja por meio de mecanismos de flexibilização⁴².

⁴² Fonte: www.pointcarbon.com/schemes.php em 25/06/2004.

Noruega – O sistema norueguês, a partir de 2005, será do tipo *cap and trade*. Inicialmente, será exigida uma conformidade para um período de 3 anos (2005-2007) e de 2008 em diante o sistema irá seguir o Protocolo de Quioto. A meta é de 20% de redução dos níveis de 1990 (1,6 MtCO₂e para o período inicial de 3 anos). A participação será obrigatória para as indústrias que não pagam a taxa norueguesa de CO₂. Serão aceitos créditos de projetos internacionais⁴³.

⁴³ Fonte: www.pointcarbon.com/schemes.php em 25/06/2004.

República Tcheca – O programa de IC tcheco abrange todos os GEE. Aproximadamente 2 MtCO₂e foram alocados anualmente para o período de 2008-2012 (+10 MtCO₂e no total). As áreas prioritárias para projetos são: utilização de energia renovável, conservação de energia em aquecimento de prédios públicos, economia de energia em prédios residenciais, aproveitamento de biogás de aterros e transporte público limpo.⁴⁴

⁴⁴ Fonte: www.pointcarbon.com/schemes.php em 25/06/2004.

Suécia – Haverá um sistema de comércio para substituir a taxa de CO₂ a ser encerrada em 2005. Pretende ser compatível com o sistema da União Européia e irá aceitar créditos MDL e IC. A *National Energy Agency* é responsável pelos projetos IC e MDL e tem um orçamento de • 20 milhões para o período de 1998-2004. A Suécia participa também do *Prototype Carbon Fund*, contribuindo com US\$ 10 milhões. Apenas o CO₂ será contemplado no período inicial (2005-2007)⁴⁵.

⁴⁵ Fonte: www.pointcarbon.com/schemes.php em 25/06/2004.

Iniciativas de estados norte-americanos

Até meados de 2004, 28 estados americanos já haviam desenvolvido planos de ação para redução de emissões de GEE, bastante diferentes entre si. A maioria está focalizada em inventários e planos muito gerais. Alguns estados já regulamentaram um sistema *cap and trade*, enquanto outros têm a perspectiva de vir a fazê-lo. Essas políticas climáticas dos estados americanos vêm paulatinamente contribuindo para o fortalecimento do mercado de carbono global, seja porque esses mercados locais já interagem com o mercado internacional, seja porque têm a perspectiva de interagir no futuro, criando uma expectativa que fomenta o desenvolvimento de parcerias, de tecnologias e de formação de quadros de pessoal especializado, ou simplesmente porque disseminam, no seio empresarial e da comunidade em geral, a problemática do clima e as formas mais eficientes do ponto de vista econômico de se contribuir para a solução.

Para se ter uma magnitude da dimensão potencial de mercados já constituídos ou ainda por se constituírem nos EUA, pode-se comparar o volume de emissões de GEE de alguns estados americanos com o

volume de alguns dos principais países emissores, conforme ilustra a Figura 11, a seguir.

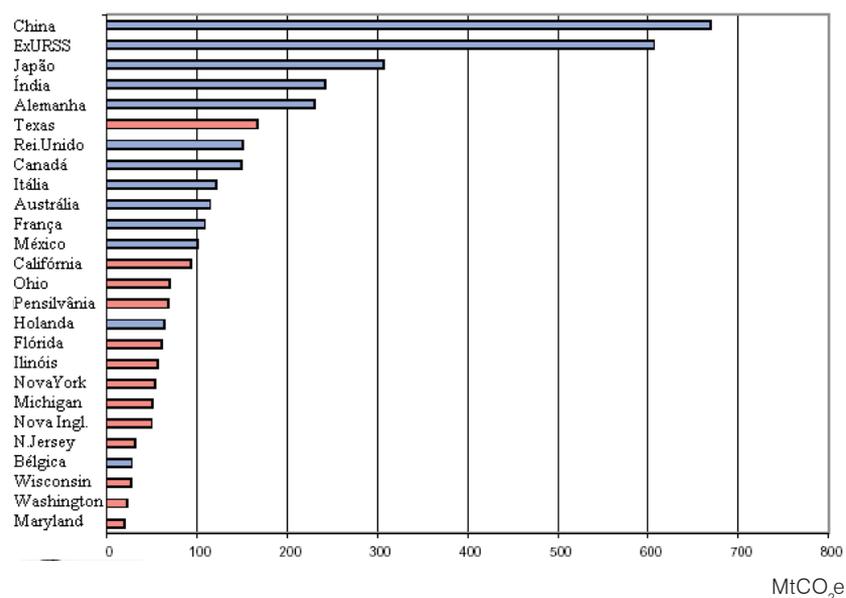


Figura 11. Alguns dos maiores emissores mundiais de CO₂ em 1998

Fonte: *Center for Clean Air Police* – www.ccap.org, em 18/06/2004.

A ausência de um compromisso federal americano para redução de emissões de GEE não impediu, no entanto, o estabelecimento de práticas mandatórias de redução de tais emissões realizadas voluntariamente por estados norte-americanos. Nesse contexto, cabe mencionar (Eguren, 2004):

- Limites obrigatórios para fontes fixas. Como exemplo, pode-se citar o caso de Massachusetts, que foi o primeiro estado norte-americano a impor limites para a emissão de CO₂ em antigas usinas termoelétricas. As restrições foram impostas a seis usinas, visando

um percentual de redução de 10% nas emissões de CO₂ que deve ser atingido em 2006 (em relação ao período base de 1997 a 1999).

- Desenvolvimento de medidas de redução de emissão de CO₂ no setor de transportes, como é o caso da Califórnia.
- Discussão de iniciativas de seqüestro de carbono em vários estados norte-americanos.
- Estabelecimento de regulamentação para o comércio de emissões de CO₂, como é o caso de New Jersey.
- Estabelecimento de fundos para projetos de redução de emissão de CO₂, como é o caso do *Oregon Climate Trust Fund*. No *Oregon*, novas usinas de geração elétrica têm de incorporar em seus planejamentos operacionais metas de redução de emissões de CO₂. A condição para obter permissão para operação depende de a empresa emitir 17% menos do que a usina a ciclo combinado de gás natural mais eficiente. Para cumprir essa meta, promulgada em 1997, as usinas podem utilizar a compra de créditos de carbono, pagando US\$ 0,85 / tCO₂e para o *Climate Trust Fund*. Com o montante arrecadado, o fundo busca investir em projetos de redução de emissão de GEE. Esse fundo já gastou cerca de US\$ 1 milhão em projetos, entre eles o de seqüestro de carbono no Equador, que irá gerar a redução de 765 mil tCO₂e num período de 10 anos. A segunda fase do *Climate Trust Fund*, iniciada em 2002, deve gerar investimentos da ordem de US\$ 5,5 milhões em projetos dessa natureza.

Iniciativas corporativas

Diversas grandes corporações têm, voluntariamente, estabelecido metas de redução de emissão de gases de efeito estufa. Companhias como *Dupont*, *Ontario Power*, *Toyota (EUA)*, *ABB*, *TransAlta*, *Shell*, *British Petroleum (BP)*, *Exxon Mobil* vêm atuando no mercado de carbono como forma de atingir tais objetivos. Companhias multinacionais como a *Shell* e a *BP* têm implementado esquemas corporativos de comércio para internalizar o custo das emissões de carbono em suas operações. Na maioria dos casos, essas companhias estão tomando decisões com base em exercícios de investigação do futuro, que consideram aspectos diversos, tais como evolução provável das taxas de câmbio, responsabilidade sócio-ambiental da empresa, etc. Em muitos casos, tais companhias já estão investindo em projetos de redução de carbono localizados nos países em desenvolvimento ou em países com economias em transição (fundamentalmente países do leste europeu, em especial antigas repúblicas da extinta União Soviética). A decisão para investir nessas regiões do globo fundamenta-se na busca de redução do custo de mitigação. Apesar de que tais iniciativas ainda não encerrem reduções de emissão de GEE de grandes proporções, há de se considerar que as mesmas constituem elementos fortalecedores (ou estimuladores) do mercado internacional de carbono.

Estudo realizado pela *EcoSecurities* indica que 100 das maiores companhias do planeta que, em 1999, emitiram mais de um bilhão de toneladas de CO₂e, já se comprometeram a reduzir suas emissões de GEE até o ano de 2010 (*EcoSecurities*, 2002). O resultado preciso

da demanda por compra de créditos de carbono devido a tais comprometimentos depende da linha de base adotada para cada um dos projetos geradores de tais créditos. Se a linha de base fosse baseada nas emissões de 1999, seria possível definir uma demanda da ordem de 500 milhões de toneladas de CO₂e durante a próxima década. Cerca de 1/3 dessas empresas anunciaram que pretendem apoiar projetos cujos mecanismos sejam semelhantes ou iguais ao MDL e à IC, definidos no âmbito do Protocolo de Quioto.

De acordo com o Banco Mundial, o mercado de carbono gerado por iniciativas das grandes companhias está em franco processo de crescimento, a despeito de ainda não ser expressivo. Nesse mercado voluntário, os fundos, em geral, são de curto prazo (cerca de três anos) e ONGs tem sido freqüentemente empregadas como verificadoras e aprovadoras de projetos passíveis de receberem apoio financeiro em troca dos créditos de carbono, e que também satisfaçam a determinados critérios ambientais e sociais. Companhias norte-americanas têm se constituído nos principais compradores de tais créditos que, em geral, provêm de projetos localizados em países em desenvolvimento. Os preços praticados têm sido considerados acima da média, na faixa de US\$ 5 a US\$ 10 / tCO₂e. Os projetos apoiados ainda são de pequeno porte, produzindo menos de 10 mil toneladas de CO₂e. Estima-se que esse mercado deve atingir cerca de 150 mil tCO₂e / ano (ano base = 2003) (Eguren, 2004).

Para ilustrar a inserção de grandes corporações na constituição de mercados de carbono, a Tabela 3 a seguir apresenta algumas das

principais características da atuação nesse contexto de duas empresas multinacionais do setor petrolífero selecionadas.

Tabela 3. Características da atuação da *BP* e da *Shell* no mercado de créditos de carbono

Multinacional	Características
<i>British Petroleum – BP</i>	Envolve unidades da <i>BP</i> ao redor do mundo. Abrange CO ₂ e CH ₄ , excluindo as emissões de compra de energia e calor.
	Sistema de comércio interno à empresa.
	Iniciou em janeiro de 2000 após um período de experiência em 12 unidades, de setembro de 1998 até dezembro de 1999.
	Metas anuais para o período de 2000-2010.
	Metas: redução de 10% até 2010 em relação aos níveis de 1990, o que equivale a uma redução de 9 MtCO ₂ e. Uma taxa de redução anual de 2% foi estabelecida para 2001, a fim de distribuir as permissões.
	Participação obrigatória para todas as unidades da <i>BP</i> no mundo.
	Cada unidade de negócios recebeu permissões referentes às emissões do grupo em 2001, baseadas na redução anual de 2%.
<i>Shell</i>	Sistema interno à empresa, cobrindo Austrália, Canadá, Europa e EUA. Abrange CO ₂ e CH ₄ .
	<i>Shell Tradable Emission Permit System (Steps)</i> , de <i>cap and trade</i> .
	Períodos anuais de compromisso.
	Previsto sistema para MDL, onde companhias da <i>Shell</i> em países Não-Anexo I podem comprar <i>CERs</i> e participar do <i>Steps</i> .
	Metas: 10% de redução das emissões de CO ₂ comparada com os níveis de 1990.
	Participação voluntária. Seis unidades estão participando, baseadas na Austrália, Canadá, Europa e EUA, representando 30% das emissões – 32 MtCO ₂ e por ano. <i>Operado pela Shell Energy</i> .
	Aloca 98% das emissões de GEE de 1998. A porcentagem de permissões é leiloadas a fim de incentivar o desenvolvimento do sistema. Cada permissão corresponde a 100 tCO ₂ e.

Fonte: *PointCarbon*, 2004.

3. Os fundos de financiamento do mercado

3.1. *Prototype Carbon Fund (PCF)*

O Fundo Protótipo de Carbono, constituído pelo Banco Mundial em 1999, foi o primeiro fundo de investimento de fomento de projetos MDL nos países em desenvolvimento e IC nos países em transição para economia de mercado. Ele tem como objetivo auxiliar na mitigação das mudanças climáticas, promovendo o desenvolvimento sustentável, demonstrando as possibilidades de relacionamento do setor privado e público, e oferecendo oportunidades de aprendizado (*learning by doing*) para as partes interessadas (*stakeholders*).

Os recursos do *PCF* montam a US\$ 180 milhões que são usados na compra de *CERs* e *ERUs* para serem distribuídos entre seus investidores, que irão receber um *pro rata share* de reduções de emissões obtidas pelos projetos financiados. O Fundo tem seis participantes do setor público – governos da Holanda, Finlândia, Suécia, Noruega e Canadá, além do Banco Japonês para Cooperação Internacional – e 17 privados – *RWE*, *Gaz de France*, *Tokyo Electric Power*, *Deutsche Bank*, *Chubu Electric*, *Chugoku Electric*, *Kyushu Electric*, *Shikoku Electric*, *Tohoku Electric*, *Mitsui*, *Mitsubishi*, *Electrabel*, *NorskHydro-Norway*, *Statoil-Norway*, *BP-Almoco*, *Fortum* e *Rabobank* (*Carbon Finance*, 2004).

Em meados de 2004, no âmbito do *PCF*, havia 13 projetos assinados ou em fase de negociação de contrato (*Emission Reductions Purchase Agreements – Erpa*) e 16 projetos em fase de

desenvolvimento da linha de base e do plano de monitoramento e verificação (*Project Design Document – PDD*). A Tabela 4, a seguir, lista tais projetos.

Tabela 4. Projetos aprovados pelo PCF

País: nome da empresa ou localidade → tipo de projeto	Valor do contrato (US\$ milhões)	Redução de emissões negociadas (tCO ₂ e)	Redução total de emissões do projeto (tCO ₂ e)
Brasil: Plantar → seqüestro de carbono e uso da biomassa	6,00	1.514.286	1.252.151
Bulgária: <i>Srilosa</i> → biomassa	1,75	500.000	1.007.723
Chile: <i>ChacabuQuioto</i> → hidroelétrica	6,69	1.750.000	2.520.000
Colômbia: <i>Jepirachi</i> → eólica	3,20	800.000	1.680.000
Costa Rica: <i>Chorotega</i> → eólica	0,92	262.660	328.350
Costa Rica: <i>Cote</i> → hidroelétrica	0,60	172.110	215.138
República Tcheca: <i>CEA</i> → eficiência energética	2,0	500.000	500.000
Guatemala: <i>El Canadá</i> → hidroelétrica	7,50	2.000.000	3.827.520
Hungria: <i>Parmongreen Pécs</i> → co-geração	5,01	1.193.000	2.645.500
Letônia: <i>Liepaja Solid</i> → resíduos sólidos	2,48	387.933	864.600
Moldávia → conservação do solo	5,10	1.455.744	1.775.298
Romênia → florestamento de áreas públicas	3,08	854.985	2.594.437
Uganda: <i>West Nile</i> → hidroelétrica	3,90	1.300.000	2.736.000
Subtotal	48,23	12.690.718	21.946.717
Até aqui, projetos PCF assinados e em fase de negociação de contrato. A seguir, os projetos em fase de desenvolvimento de linha de base e do plano de monitoramento e verificação.			
Bulgária → aquecimento urbano	6,00	1.500.000	2.961.438
China → captação de metano (minas de carvão)	12,75	3.000.000	29.000.000
China → hidroelétrica (em substituição à termoeétrica)	8,50	2.000.000	3.706.600
Costa Rica: <i>Vara Blanca</i> → eólica	1,00	284.660	355.825

República Tcheca: <i>SEF</i> → eficiência energética	0,72	180.000	180.000
Índia → resíduos sólidos	5,63	1.500.000	3.624.057
Índia → biomassa (em co-geração)	12,00	4.000.000	7.337.435
Indonésia: <i>Indocemente</i> → indústria de cimento	15,00	5.000.000	11.000.000
México: <i>Inelec 3</i> → hidroelétrica	3,63	1.036.050	3.040.464
México: <i>Inelec 3 Benito Juarez</i> → hidroelétrica	1,00	285.383	856.144
México: <i>Cruz Azul</i> → eólica	7,50	2.000.000	2.240.000
Filipinas → co-geração	7,50	2.000.000	2.499.998
África do Sul: <i>Durban</i> → recuperação de metano (e geração de eletricidade)	15,01	3.800.000	8.780.034
Uzbequistão: <i>Andijan</i> → sistema de aquecimento	0,63	210.000	1.070.000
Uzbequistão: <i>Tashkent</i> → sistema de aquecimento	7,00	2.000.000	3.135.000
Vietnam: <i>Grentmji</i> (em <i>Ho Chi Minh City</i>) → recuperação de metano (e geração de eletricidade)	8,75	2.500.000	2.932.600
Subtotal	112,62	31.296.093	82.719.595
Total Geral	160,85	43.986.811	148.653.123

Fonte: *Carbon Finance*, 2004 (atualizado até 14 de junho de 2004).

A Figura 12 a seguir apresenta, para o caso dos projetos apoiados pelo *PCF*, a segmentação por região dos contratos assinados (em milhões de dólares).

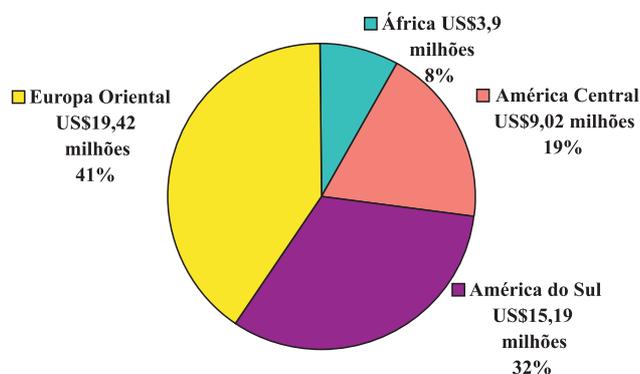


Figura 12. Projetos PCF – Contratos em milhões de dólares por regiões do globo (até 14 de junho de 2004)

Fonte: *Carbon Finance*, 2004.

3.2. *BioCarbon Fund (BioCF)*

O *BioCF* iniciou suas operações em 14 de maio de 2004, sendo que a primeira reunião entre os participantes ocorreu entre 10 e 11 de junho, em Colônia, na Alemanha. Esse fundo tem como objetivo financiar projetos agro-florestais de seqüestro de carbono, com enfoque também na conservação da biodiversidade, no combate à desertificação e no desenvolvimento socioeconômico. O Banco Mundial espera com isso criar uma relação entre três convenções ambientais internacionais: do Clima, da Biodiversidade e do Combate à Desertificação. Em outras palavras, o *BioCF* irá gerar créditos que possam financiar atividades que contribuam conjuntamente com os objetivos das três convenções.

Esse fundo possui duas frentes de atuação:

- a) Projetos elegíveis no Protocolo de Quioto, tais como todas as atividades de *Land Use, Land Use Change and Forestry*

(*LULUCF*)⁴⁶ em economias em transição por intermédio de IC, e florestamento e reflorestamento em projetos MDL;

⁴⁶ Uso do Solo, Mudança do Uso do Solo e Floresta.

- b) Outros projetos que hoje não são elegíveis no Protocolo, mas que poderiam trazer benefícios sócio-ambientais, além da mitigação do efeito estufa; os “créditos” gerados nesse caso poderiam ser transacionados em mercados *non-Quito Compliance* ou até mesmo em períodos futuros de compromisso da Convenção do Clima.

As principais categorias de projetos financiáveis são: manejo florestal; plantações e sistemas agro-florestais que contribuam para a conservação da biodiversidade; desmatamento evitado; manejo agrícola; e manejo de bacias hidrográficas.

A perspectiva do Banco Mundial é criar um fundo de aproximadamente US\$ 100 milhões até fins de 2004, com a participação de governos, ONGs e empresas privadas. Os recursos iniciais montam a US\$ 10 milhões provenientes dos governos da Canadá e Itália e de uma empresa franco-suíça e duas empresas japonesas⁴⁷.

⁴⁷ <http://carbonfinance.org/biocarbon/> em 17/06/2004.

3.3. *Italian Carbon Fund*

Em fins de 2003, o Banco Mundial firmou um acordo com o Ministério do Território e Meio Ambiente da Itália no sentido de criar um fundo específico para incentivo de projetos de redução de emissão de GEE. Esse Fundo, cunhado de *Italian Carbon Fund*, direciona-se a projetos localizados em países em desenvolvimento e países com economias em transição. Os projetos devem seguir

os preceitos MDL e IC do Protocolo de Quioto. Objetiva também financiar projetos que reduzam emissões no Esquema Europeu de Comércio de Emissões (*ETS*). O Fundo atualmente é do porte de 15 milhões. A contribuição mínima para cada integrante adicional é de US\$ 1,5 milhão (*Carbon Finance*, 2004).

O foco de investimentos está em projetos na América Latina, China, Oriente Médio e nos países da região dos Bálcãs. Os contratos com empresas brasileiras poderão contemplar, já no presente ano, receita de US\$ 6 milhões, com perspectiva de acordos para a compra de créditos de carbono de 11 empresas brasileiras (Rios, 2004). Os projetos envolvem sete usinas de cana-de-açúcar de São Paulo (Central Álcool Lucélia Ltda, Usina Colombo S.A., Usina Nova Cerradinho Açúcar e Álcool S.A., Usina Santa Cândida, Equi-pav S.A. Açúcar e Álcool e Usina Corona), uma de Mato Grosso (Usina Barrácool S.A.), duas empresas de tratamento de resíduos, uma em São Paulo (Estre Empresa de Saneamento e Tratamento de Resíduos) e outra na Bahia (Vega Bahia Tratamento de Resíduos S.A.), e uma empresa de reflorestamento de Mato Grosso (Floresteca).

3.4. *The Netherlands Clean Development Facility (NCDF)*

O Banco Mundial anunciou a celebração de um acordo com o governo da Holanda em maio de 2002, no sentido de estabelecer um fundo facilitador para projetos geradores de créditos devido à redução de emissões de GEE. *ONCDF* visa apoiar projetos MDL em países em desenvolvimento.

Em fevereiro de 2003, por intermédio desse fundo, o governo holandês pagou US\$ 15 milhões à empresa brasileira V&M do Brasil, para reduzir 5 milhões de toneladas de dióxido de carbono (CO₂). A referida empresa irá, de acordo com o projeto, evitar que o carvão vegetal atualmente utilizado seja substituído por carvão mineral na produção de tubos de aço. O negócio é um dos maiores do mundo dentro do sistema de comércio de *early credits* (créditos transacionados antes de o Protocolo de Quioto entrar em vigor).

3.5. *Community Development Carbon Fund (CDCF)*

Trata-se de uma iniciativa multilateral, iniciada em setembro de 2002, do Banco Mundial em colaboração com a *International Emissions Trading Association*. O Fundo irá auxiliar projetos de pequena escala em países em desenvolvimento e em áreas rurais. Os créditos gerados pelo *CDCF* seguem as regras do Protocolo de Quioto e a meta é que o fundo financie até US\$ 100 milhões em projetos.

Mais de 12 companhias e governos assinaram um Memorando de Entendimento com o *CDCF* a fim de ajudar a desenvolver o Fundo. Entre eles, os governos da Holanda e Noruega, e as companhias *Swiss Re*, *Rabobank*, *Chugoku Electric*, *Idemitsu Kosan*, *TransAlta*, o *Commonwealth Bank* da Austrália, *Industrikraft Midt-Norge*, e *RATP*.

A Tabela 5, a seguir, lista os sete projetos que atualmente estão em fase de desenvolvimento de linha de base no âmbito do *CDCF*. Para tais projetos, ainda não foram definidos possíveis valores dos contratos e as conseqüentes reduções de emissões de CO₂.

Tabela 5. Projetos em desenvolvimento no âmbito do *CDCF*

País	Projeto
Colômbia	Eficiência energética e desenvolvimento de práticas sustentáveis no meio rural
Índia	Eficiência energética em projeto de mineração
Quênia	Combustível de biomassa (a partir de plantações de chá)
Mongólia	Reconstrução e modernização de sistemas de aquecimento doméstico (apenas "boilers") em 40 distritos
Nepal	Biogás
África do Sul	Geração de energia elétrica via geradores eólicos e usina hidroelétrica
Vietnam	Biogás (a partir de dejetos de animais)

Fonte: www.worldbank.org (atualizado até 14 de junho de 2004).

3.6. Programa Latinoamericano del Carbono (PLAC)

A Corporação Andina de Fomento (CAF) é uma instituição financeira multilateral que apóia o desenvolvimento sustentável dos países acionistas e a integração regional. Oferece produtos e serviços financeiros múltiplos a uma ampla carteira de clientes, constituída por governos, instituições financeiras, e empresas públicas e privadas. Sua política de atuação considera as variáveis sociais e ambientais, incluindo em suas operações critérios de eco-eficiência e sustentabilidade.

Em maio de 1999, a CAF criou o Programa Latino-americano de Carbono, com o propósito de apoiar a participação de seus clientes e países membros no mercado de carbono. Essa iniciativa tem como objetivo principal contribuir para o desenvolvimento desse mercado e promover a participação nele do setor empresarial e produtivo, de modo a posicionar os países membros de forma competitiva no mercado. Para isso, a CAF já estabeleceu e opera uma carteira de • 45 milhões com o governo holandês.

4. As perspectivas do mercado de carbono

Ao se pensar nas perspectivas do mercado de carbono para o Brasil, a primeira questão que se apresenta refere-se a qual seria o tamanho desse mercado global, para em seguida tentar se estimar o potencial de negócios para o país. No entanto, dimensionar o tamanho do mercado não é uma tarefa simples. As metas para Quioto são de redução de emissões 5,2 % em média relativo ao ano de 1990. Como as emissões futuras de GEE são um produto de sistemas dinâmicos muito complexos, determinados por forças motrizes tais como desenvolvimento demográfico, desenvolvimento sócio-econômico e mudança tecnológica, o volume de reduções a ser realizado pode variar enormemente em função do desempenho de cada país e, por conseguinte, o preço do carbono. Além disto, há mercados voluntários que se formam, tornando essa estimativa mais complexa ainda.

Alguns cenários realizados estimam quantidades e preços para o carbono em períodos diferentes. Eyckmans J. (2001) realizou uma projeção quantitativa das emissões de GEE para a implementação do Protocolo de Quioto com base na não adesão dos EUA e com os acordos de Bonn⁴⁸ e Marraqueche⁴⁹. A análise utilizou o modelo *MacGem*, baseado em funções de custo marginal de abatimento de emissões de fontes fósseis derivadas do modelo de equilíbrio geral *Gem-E3-World*.

As conclusões de Eyckmans apontam para um crescimento das emissões globais de 30,1% em comparação a 1990, em uma situação *business-as-usual*, ou seja, na ausência de acordos internacionais

⁴⁸ COP 6, onde se selaram acordos políticos importantes referentes à implementação do Protocolo de Quioto tais como inexistência de percentuais de reduções obrigatoriamente domésticos (restando uma perspectiva apenas qualitativa sobre a questão); limites para comercialização do *hot air* (que se refere à redução no volume de emissões de GEE – transacionáveis no esquema de comércio de emissões – gerada por retração econômica e diminuição de atividades industriais em países do Leste Europeu e em ex-Repúblicas da União Soviética); regras para *LULUCF*; entre outros.

⁴⁹ COP 7, onde se estabeleceram novas regras referentes à implementação do Protocolo de Quioto, conhecidas como Acordos de Marraqueche. As questões principais referem-se a sumidouros (favorecendo à Rússia), criação das *removal units (RMUs)* – unidades de remoção – provenientes de projetos *LULUCF*, permissão de uso livre de *AAUs* e restrito de *CERs* e *ERUs* provenientes do primeiro período de compromisso no segundo período de compromisso (vetado a *RMUs*) e regras do MDL que permitiram seu início antes mesmo da ratificação do Protocolo de Quioto, entre outras.

de redução de emissões. Com o Protocolo de Quioto em sua forma original de 1997, as emissões cresceriam apenas 15,5%. No entanto, a não participação dos EUA resultaria em um aumento de 25,5% em 2010, conforme ilustra a Figura 13, a seguir.

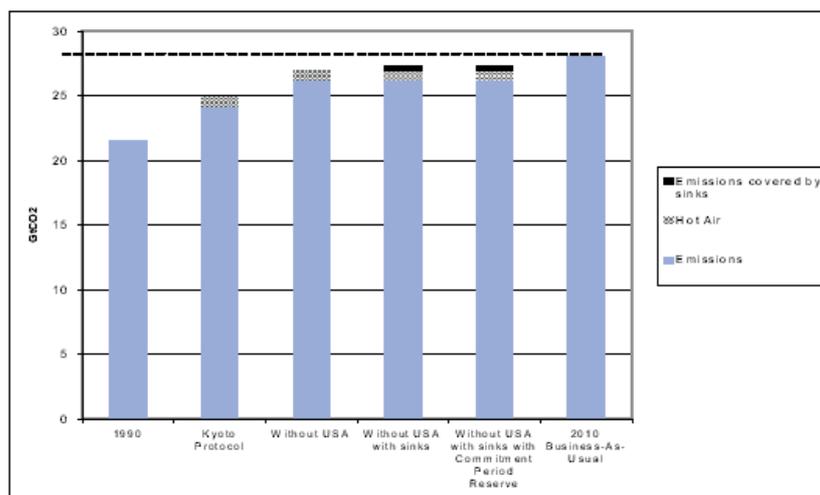


Figura 13. Emissões globais de GEE em 2010

Fonte: Eyckmans (2001).

Em termos absolutos, analisando-se os dados de Eyckmans, pode-se estimar que os países do Anexo B (excluindo-se os EUA e a ex-União Soviética) deveriam reduzir 1,76 bilhão de tCO₂e em 2010. Apenas para se ter um parâmetro, extrapolando-se esses valores para os cinco anos do compromisso de Quioto, tem-se uma redução de emissões estimada em 8,78 bilhões tCO₂e. Admitindo-se que, teoricamente, pelo menos 50% das emissões seriam feitas domesticamente, pode-se supor que poderiam ser comercializadas 4,39 bilhões tCO₂e via mecanismos de flexibilização, conforme valores constantes da Tabela 6, a seguir.

Tabela 6. Emissões de GEE evitadas com o Protocolo de Quioto⁵⁰ – (bilhões de tCO₂e)

a	Emissões em 1990	5,08
$b = a \times 0,9296$	AAUs 2010 (Quioto)	4,72
c	Appendix Z* - 2008-2012	0,57
d	Artigo 3.3** - 2008-2012	0,19
$e = b \times 5$	AAUs 2008-2012(Quioto)	23,62
$f = e + c + d$	AAUs 2008-2012 + Ap. Z + Art. 3.3	24,38
g	BAU em 2010	6,51
$h = g \times 5$	BAU 2008-2012	32,56
$i = h - f$	Reduções em 2008-2012 (Anexo B)	8,18
$j = i \times 0,5$	Reduções em 2008-2012 via comércio	4,09

* somente manejo florestal, incluindo acordos de Marraqueche.

** Artigo 3.3 do Protocolo de Quioto.

A *EcoSecurities*⁵¹ estima que, do total de reduções a serem realizadas, haveria uma demanda de 1,02 bilhões de tCO₂e a serem adquiridas anualmente em cada ano do período de compromisso do Protocolo de Quioto, ou uma demanda total de 5,1 bilhões de tCO₂e (excluindo-se os EUA que sozinhos teriam uma demanda por 2 bilhões de tCO₂e).

Jotzo e Michaelowa (2001)⁵² estimam, também a partir de curvas de custo marginal de abatimento, que o MDL poderá absorver cerca de 32% da demanda do mercado, que corresponderiam a 300 milhões de tCO₂e anualmente ou 1,5 bilhão tCO₂e no período de compromisso do Protocolo de Quioto.

Com relação a preços há várias estimativas. A Figura 14 a seguir apresenta valores estimados por diferentes fontes⁵³, que variam entre US\$ 8 e US\$ 32 / tCO₂e.

⁵⁰ Cálculos realizados a partir de Eyckmans (2001).

⁵¹ De acordo com Cepal 2004.

⁵² De acordo com Cepal 2004.

⁵³ As fontes utilizadas são: *PointCarbon*, União Européia (UE), Agência Internacional de Energia (AIE), *McKinsey&Company*, Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), *Institute for Economy and the Environment (IWOe)* e Banco Mundial.

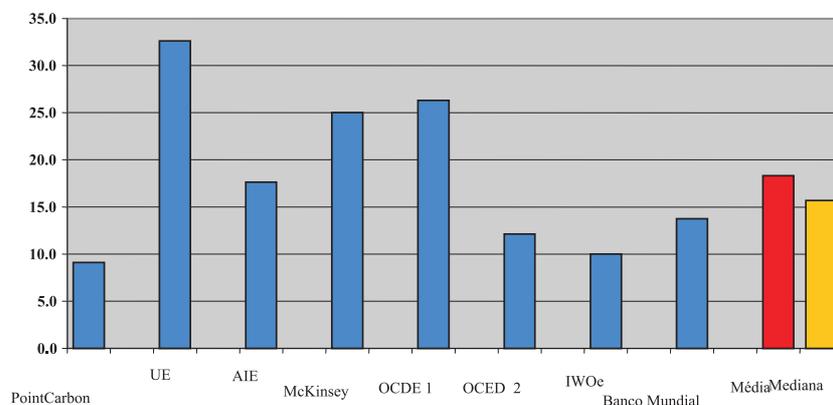


Figura 14. Preços médios estimados no período 2008-2012 em US\$/tCO₂e

Fonte: *PriceWaterHouseCoppers* – Apresentação no II Simpósio Latino Americano sobre Fixação de Carbono, Curitiba, 24 abril de 2004.

No que se refere à repartição do MDL, o estudo de Jotzo e Michaelowa (Cepal 2004) sugere que, de acordo com os custos marginais de mitigação, a China e a Índia tenderiam a ter uma maior participação no mercado – 52% e 12%, respectivamente – em razão de seus baixos custos de mitigação, devido ao uso atual de tecnologias muito velhas e intensivas em carbono. No Brasil e em muitos países da América Latina, as oportunidades de projetos no setor energético são mais escassas, pelo uso corrente de energias de fontes mais limpas. No entanto, ainda segundo a CEPAL, China e Índia também têm demonstrado uma certa prudência, e tido uma participação ainda tímida nesse mercado, em função de que os preços de *CERs* estariam relativamente baixos. Com efeito, a manutenção dos preços nos níveis que vêm sendo praticados até o momento serve principalmente para subsidiar a redução de emissões de GEE dos países ricos⁵⁴, favorecendo pouco a transferência de tecnologia e de recursos para

⁵⁴ O estabelecimento de uma política nacional para comércio de carbono deve considerar a hipótese de que os países Não-Anexo B do Protocolo de Quioto poderão vir a ter compromissos de redução de emissões em um segundo período de compromisso da Convenção (regime pós-Quito). Nesta perspectiva, a questão que se coloca para os países Não-Anexo B é: qual o volume de reduções de carbono de baixo custo seria interessante vender aos atuais preços de mercado?

atender à dimensão desenvolvimento sustentável dos países onde os projetos se instalam.

Nessa perspectiva, considerando as fatias de mercado da China e da Índia da ordem de 64% do volume a ser transacionado via MDL, o restante dos países Não-Anexo B do Protocolo dividiria entre si 36% mercado MDL, o que representaria entre US\$ 4,3 bilhões e US\$ 17,3 bilhões, considerando a estimativa dos autores sobre volume e as faixas de preços da apresentação da *PriceWaterHouseCoopers*⁵⁵.

A partir das estimativas de volume e de valor do carbono anteriormente apresentadas, pode-se chegar aos valores totais apresentado na Tabela 7, para o primeiro período de compromisso do Protocolo de Quioto. É importante frisar que essas estimativas visam apenas dar uma ordem de grandeza do tamanho do mercado, não sendo resultado da aplicação de nenhum modelo específico de cálculo. Vale mencionar ainda que não estão incluídos outros mercados, além do mercado definido pelo Protocolo de Quioto.

⁵⁵De acordo com Kossoy (2004), o Brasil, cujo principal mote para o MDL seriam projetos ligados a aterros sanitários, responderia por uma demanda da ordem de 10% do volume de *CERs*. Segundo este especialista do Banco Mundial, tal percentual corresponderia à cerca de US\$ 1,5 bilhão até 2010.

Tabela 7. Estimativas de possível dimensão do mercado de carbono para 2008-2012 (5 anos)

Fonte	Demanda global por créditos (CE, IC e MDL)	Demanda global por créditos (MDL)	Dimensão do mercado em US\$ bilhão	
			Preço mínimo	Preço máximo
	bilhão tCO ₂ e	bilhão tCO ₂ e	US\$ 8 / tCO ₂ e	US\$ 32 / tCO ₂ e
Eyckmans*	4,1		32,8	131,2
<i>EcoSecurities</i>	5,1		40,8	163,2
Jotzo		1,5	12,0	48,0

Fonte: Elaboração própria.

*somente CO₂

Considerando as projeções realizadas a partir dos inventários nacionais encaminhados à Convenção do Clima, a *EcoSecurities* (Cepal 2004) calculou a distribuição do mercado entre os países do Anexo B do Protocolo de Quioto, conforme apresentado na Figura 15 a seguir, que permite uma visualização do fluxo futuro da demanda por créditos de carbono. Destacam-se como futuros principais compradores o Japão, o Canadá e a Itália, seguidos da Espanha, França e Alemanha. Pode-se observar também os principais concorrentes do MDL, por meio de CE e IC, que seriam Ucrânia, Rússia e Polônia.

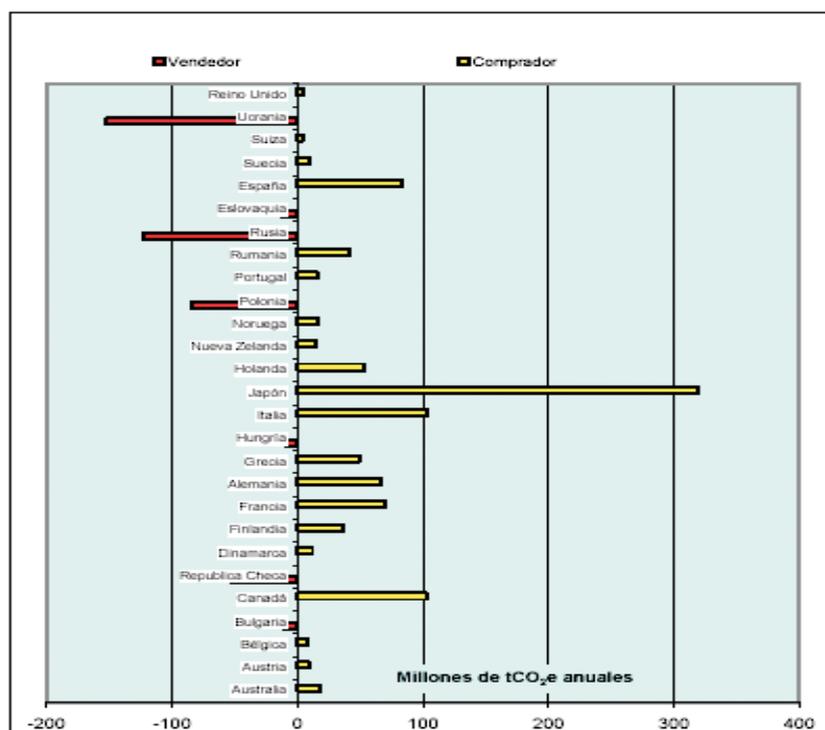


Figura 15. Compradores e vendedores de créditos de carbono em 2010 (países do Anexo B do Protocolo de Quioto).

Fonte: CEPAL (2004).

Outro aspecto do mercado futuro de carbono a se considerar é o que diz respeito a fontes estacionárias de GEE não contempladas no Protocolo. Alguns países, entre eles os Estados Unidos, Canadá e Austrália, estão propondo medidas alternativas ou adicionais para a redução das emissões, que dizem respeito à captura de CO₂ diretamente das fontes emissoras e o seu armazenamento definitivo em estruturas geológicas ou mesmo no fundo dos oceanos. Nesse sentido, há um fórum internacional sobre o tema (*Carbon Sequestration Leadership Forum – CSLF*), que conta com a participação brasileira, criado em 25 de junho de 2003, cuja página eletrônica – www.cslforum.org – reúne vários documentos e informações relevantes sobre esse assunto. Essa nova perspectiva de mercado pode se constituir em uma atividade promissora na questão a mudança climática.

5. Comentários sobre o mercado internacional de créditos de carbono

O tamanho futuro do mercado internacional de carbono é ainda muito incerto, pois além das variáveis tradicionais que afligem os mercados em geral, esse mercado em particular depende de muitas variáveis políticas e econômicas que ampliam ou restringem as possibilidades de negócios entre as partes interessadas.

No entanto, as decisões de negócios não podem ser retardadas por muito tempo. Muitos projetos MDL podem levar de 5 a 7 anos, desde a fase inicial do *Project Idea Note (PIN)*, até a fase de geração efetiva

de créditos, especialmente grandes projetos que geram volumes substanciais de reduções certificadas (*PointCarbon*, 2004). Nessas condições, e na medida em que se aproxima o ano de 2012, quando finda o primeiro período de compromisso estabelecido pelo Protocolo de Quioto, para o qual existem metas estabelecidas, o momento atual é decisivo para a negociação de créditos de carbono. Com efeito, o prazo para a negociação de créditos MDL que possibilitem o alcance de metas “sólidas” – reconhecidas internacionalmente e fruto de intensos debates nos fóruns globais – está se reduzindo. Para o período 2013-2017 (segundo período de compromisso, de acordo com o Protocolo), as incertezas são muito maiores, o que dificulta muito mais a realização de projeções e de negócios.

Alguns pontos-chave sobre as condicionantes do mercado de carbono estão listados por tópicos a seguir⁵⁶:

- O mercado de carbono na América Latina é uma realidade. Já existem 46 projetos MDL na Região (cerca de 56% do total), perfazendo montante de US\$ 210,6 milhões em contratos, e respondendo por uma redução da ordem de 55 milhões de tCO₂e. Em parte, isto se deve ao fato de os governos desses países apoiarem institucionalmente a implementação do Protocolo de Quioto;
- O Brasil ocupa um papel de destaque no mundo em termos de exportação de créditos de carbono. Na América Latina, o país responde por cerca de 20% do total de créditos de carbono negociados. Em seguida, os principais vendedores na região são Chile, Colômbia, Costa Rica, Panamá e Peru⁵⁷;

⁵⁶ Com base em *El Mercado de Carbono en América Latina y el Caribe: balance y perspectiva*, elaborado por Lorenzo Eguren C., Cepal 2004.

⁵⁷ Em termos mundiais, os principais vendedores são China e Índia, juntamente com o Brasil.

- Na América Latina, projetos MDL ligados a manejo de resíduos sólidos possuem grande potencial de expansão. Afinal, são projetos que geram importantes reduções de emissão de GEE a um custo relativamente baixo, o que é um aspecto essencial para uma região em desenvolvimento;
- Os projetos relativos à geração de energia a partir de biomassa são particularmente importantes no contexto dos projetos MDL, em especial devido à valorização de recursos locais, criação de emprego e renda, e possibilidade de substituição de combustíveis fósseis;
- Os fundos de carbono do Banco Mundial, em especial o *PCF* e o *NCDF*, têm grande participação na aquisição de créditos de carbono gerados via projetos MDL. Já em termos de financiamento por meio de apoio governamental direto, cabe mencionar a relevante participação da Holanda (ou de seu principal fundo de carbono, o *Cerupt*). A importância dos fundos do Banco Mundial e do governo da Holanda tem sido decisiva, a ponto desses dois agentes terem balizado até 2004 o preço do crédito de carbono negociado. Enquanto os fundos do Banco Mundial praticam preços da ordem de US\$ 3,5 / tCO₂e, o fundo do governo holandês pratica preços superiores, em torno de • 4,7 (ou cerca de US\$ 5,7 para valores relativos a agosto de 2004);
- Os (ainda baixos) preços atualmente praticados para a tonelada de CO₂e inibem o desenvolvimento de projetos, sobretudo de pequeno porte;

- Há raros projetos de seqüestro de carbono em negociação devido à longa indefinição de regras para a certificação desses projetos no âmbito do MDL, questão só sanada na COP 9 em dezembro 2003. De uma forma geral, os países europeus do Anexo I da Convenção são contrários a esse tipo de projeto. Já o EUA tem sido francamente favorável;
- Frente à ratificação do Protocolo de Quioto pela Rússia – fato que o fez entrar em vigor em fevereiro 2005 – e em vista da constituição, igualmente em 2005, do *European Trading Scheme*, que impõe pesadas multas às empresas européias que não reduzirem suas emissões, deverá haver um incremento no volume de transações e uma pressão de demanda que poderá resultar em um aumento significativo do preço do carbono;
- O mercado de carbono está em franco desenvolvimento e é improvável considerar seu desaparecimento no futuro. Afinal, já existe todo um arcabouço de infra-estrutura de comércio internacional suficientemente avançado que permite confirmar a expectativa de um progressivo fortalecimento desse mercado. Mesmo uma recusa de longo prazo do governo americano em aderir às regras desse mercado não deveria reverter tal previsão, tendo em vista as inúmeras práticas de redução de emissões que já vêm sendo adotadas por estados e empresas dos Estados Unidos. A longo prazo, tal comportamento poderia ser considerado como irrelevante no contexto da evolução futura do mercado de carbono.

6. Referências

6.1. Citadas

CarbonExpo, www.carbonexpo.com (acessado em julho de 2004).

Carbon Finance, www.carbonfinance.org (acessado em 02/06/2004).

Carbon Sequestration Leadership Forum, www.cslforum.org (acessado em 02/07/2004).

Center for Clean Air Policy (CCAP), www.ccap.org (acessado em 06/2004).

Cerupt, www.senter.nl (acessado em junho/2004).

CDMWatch, www.cdmwatch.org (acessado em 22/06/2004).

Ecoplan, www.ecoplan.org.br (acessado em 29/05/2004).

EcoSecurities, www.ecosecurities.com (acessado em 03/06/2004).

Eguren, L., 2004. *El mercado de carbono en América Latina y el Caribe: balance y perspectivas*. División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos – Serie Medio Ambiente y Desarrollo, Cepal, Naciones Unidas. Santiago, Chile.

Esparta, R., Comentários relativos à Oficina de Trabalho sobre Mercado, Oportunidades e Ferramentas em Mudanças do Clima, São Paulo, 08/07/2004.

Eyckmans, J., Van Regemorter, D. e Van Steenberghe, 2001. *Is Kyoto Fatally Flawed – Energy Transport and Environment*, novembro 2001.

Kossoy, A., Comunicação pessoal – Banco Mundial, julho de 2004.

Lecocq, F., Capoor, K., 2004, *State and Trends of the Carbon Market, Based on Data and Insights Provided by Natsource LLC, and PointCarbon. Washington DC*, junho de 2004.

National Round Table on the Environment and the Economy, www.nrtee-trnee.ca/eng/main_e.htm (acessado em 02/07/2004).

PointCarbon, www.pointcarbon.com (acessado em 25/06/2004).

Price WaterhouseCoopers – Apresentação no II Simpósio Latino Americano sobre Fixação de Carbono, Curitiba, Paraná, abril de 2004.

Recicláveis, www.reciclaveis.com.br (acessado em 03/06/2004).

Rios, C., 2004. Extraído de www.abeq.org.br (acessado em 08/06/2004).

UNFCCC, www.unfccc.int (acessado em junho de 2004).

WORLD BANK, www.worldbank.org (acessado em junho de 2004).

6.1. Consultadas

Abeq, www.abeq.org.br (acessado em 03/06/2004).

Ambiente, www.ambiente.sp.gov.br (acessado em 01/06/2004).

Ambiente Notícias, www.ambientebrasil.com.br (acessado em 14/06/2004).

Análise Financeira, www.analisefinanceira.com.br (acessado em 03/06/2004).

Canal Energia, www.canalenergia.com.br (acessado em 03/06/2004).

Carbono Brasil, www.carbonobrasil.com (acessado em 03/06/2004).

Carta Capital, www.cartacapital.terra.com.br (acessado em 02/06/2004).

Ciência Hoje, www.cienciahoje.com.br (acessado em 28/05/2004).

Com Ciência, www.comciencia.br (acessado em 20/05/2004).

Crea-ES, www.creaes.org.br (acessado em 02/06/2004).

EcoSecurities, www.ecosecurities.com (acessado em 03/06/2004).

Environmental Finance Online News, www.environmental-finance.com

Joint Implementation Quarterly, 2003, Magazine on the Kyoto Mechanisms, CDM: Birth or Abortion?, Vol. 9 – No. 2, July 2003, Paterswolde, The Netherlands.

Joint Implementation Quarterly, 2004, Magazine on the Kyoto Mechanisms, Complicated Additionality, Vol. 10 – No. 1, March 2004, Paterswolde, The Netherlands.

Joint Implementation Quarterly, 2004, Magazine on the Kyoto Mechanisms, Games of Poker, Vol. 10 – No. 4, June 2004, Paterswolde, The Netherlands.

Jornal da Ciência, www.jornaldaciencia.org.br (acessado em 03/06/2004).

Jornal do Meio Ambiente, www.jornaldomeioambiente.com.br (acessado em 01/06/2004).

Lecocq, F., Capoor, K., 2003, *State and Trends of the Carbon Market, Based on Data and Insights Provided by Evolution Markets LLC, Natsource LLC, and PointCarbon. Washington DC, December.*

Phylipsen, G. J. M. et. al., 2004, *GHG Mitigation in Latin America and the Caribbean. Phase II: Sectoral Opportunities for GHG Emission Reductions. In: Ecofys, Washington DC.*

Portal das Energias Renováveis, www.energiasrenovaveis.com (acessado em 03/06/2004).

Rocha, M. T., 2003, *Aquecimento Global e o Mercado de Carbono: Uma Aplicação do Modelo Cert. Tese de doutorado, USP, São Paulo, SP, Brasil.*

Valor Econômico, 2002, *Empresas e Tecnologias, Brasil já Lucra com Crédito de Carbono, Ano 3 – nº 640, novembro.*

WRM, www.wrm.org.uy (acessado em 01/06/2004).

Parte III B

Oportunidades de negócios em segmentos produtivos nacionais

*Claudia do Valle Costa
Emilio Lèbre La Rovere*

Energia

*Claudia do Valle Costa
Emilio Lèbre La Rovere*

Resíduos sólidos

*Carolina Burle Schmidt Dubeux
Luiz Edmundo Costa Leite
Claudio Fernando Mahler
Luciano Basto Oliveira*

Agropecuária

Magda Aparecida de Lima

Agropecuária e florestas

Eneas Salati

Florestas

Thelma Krug

Florestas

Carlos Nobre

Orientação, coordenação e supervisão geral

Emilio Lèbre La Rovere

Introdução

Como se sabe, o Protocolo de Quioto, adotado durante a Terceira Conferência das Partes (COP 3) da Convenção do Clima (UNFCCC), determina limites de emissão de gases de efeito estufa para os países do Anexo I (cerca de 95% de suas emissões de 1990) a serem respeitados no período de 2008 a 2012. Para ajudar aos países industrializados a atingir essas metas, foram criados três mecanismos de flexibilização: o Comércio de Emissões (CE), a Implementação Conjunta (IC) e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL, ou *CDM* em inglês).

O MDL é o único dos três mecanismos que permite a participação dos países em desenvolvimento. A realização de projetos de mitigação de gases de efeito estufa nos países em desenvolvimento (países “hospedeiros”) gera créditos oriundos do abatimento de emissões – Reduções Certificadas de Emissões (RCEs) – que podem ser adquiridos por investidores de países desenvolvidos (países “investidores”) e serem computados para ajudar a respeitar seus limites de emissões. A vantagem do MDL para os países “investidores” reside na possibilidade de complementar seu esforço de mitigação a um custo inferior àquele obtido mediante o abatimento doméstico e ao custo de não cumprir sua meta no devido prazo. No caso do país “hospedeiro”, o benefício obtido é a realização de um projeto que contribui para seu desenvolvimento sustentável e a obtenção de uma nova fonte não reembolsável de receita de divisas.

Portanto, o MDL se configura numa oportunidade para que o Brasil promova o desenvolvimento sustentável e ao mesmo tempo aumente

sua capacidade tecnológica e financeira, atraindo recursos para a realização de projetos “limpos”, que não aconteceriam caso não houvesse esses recursos.

Para isso, deve-se demonstrar que os projetos candidatos a enquadramento no MDL propiciarão reduções de emissão reais e mensuráveis. Em particular, deve-se justificar a adicionalidade do projeto, ou seja, que as RCEs pleiteadas não iriam ocorrer na ausência do projeto. Para tal deve-se elaborar um cenário de referência, mostrando qual seria o futuro sem o projeto, e calcular a linha de base correspondendo às emissões de gases de efeito estufa que ocorreriam nesse cenário. Em seguida, calculam-se as emissões no cenário com a realização do projeto. A diferença entre as emissões da linha de base (cenário de referência) e as emissões com o projeto (cenário com o projeto), calculada ano a ano ao longo do período de crédito (10 anos ou até três períodos sucessivos de 7 anos) fornece a quantidade de RCEs que podem ser pleiteadas pelo projeto.

Ao mapear as oportunidades de negócios que se oferecem para o país na área de mudanças climáticas, este estudo identificou o potencial de enquadramento no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo de um conjunto de projetos em energia, resíduos sólidos, agronegócios e florestas. Complementarmente, é ainda mencionado o potencial de exportação de álcool para uso combustível em substituição à gasolina, oportunidade que não se enquadra no MDL, mas também é decorrente do interesse de outros países em reduzirem suas emissões.

Para a avaliação desse potencial de oportunidades, foi necessário examinar o contexto nacional em cada um desses setores, de forma a estabelecer os cenários de referência e as linhas de base correspondentes às diversas modalidades de projetos passíveis de enquadramento no MDL.

O capítulo 1 apresenta um panorama do setor de energia no país, destacando as iniciativas do governo que contribuem para aumentar a participação das fontes renováveis na matriz energética nacional e promover uma maior eficiência no uso da energia no país. Essas iniciativas propiciam a redução de emissões de gás carbônico (CO₂) pelo setor e são passíveis de enquadramento no MDL.

No capítulo 2, a partir do panorama da disposição de resíduos sólidos urbanos no país, se identifica o potencial de iniciativas de coleta e queima de biogás de aterros sanitários, contribuindo para evitar a emissão de gás metano (CH₄), principal componente do biogás, e assim se enquadrar no MDL.

O capítulo 3 discute as hipóteses do cenário de referência para a evolução dos setores de energia e de resíduos sólidos, de forma a calcular a linha de base para projetos MDL nesses setores, demonstrando sua adicionalidade e permitindo o cálculo das emissões de CO₂ e CH₄ evitadas, que darão origem aos RCEs a serem comercializadas no mercado de carbono.

O mapeamento das oportunidades de projetos MDL nos setores de energia e de resíduos sólidos é apresentado no capítulo 4, detalhando-se o potencial das fontes renováveis para suprimento

do sistema elétrico interligado nacional (eólica, pequenas centrais hidroelétricas – PCH – lenha, bagaço de cana, cascas de arroz, biogás de aterro sanitário) e de sistemas elétricos isolados (energia solar e biodiesel, além das anteriormente citadas), os biocombustíveis para uso no setor de transportes (etanol de cana e biodiesel de óleos vegetais) e o aumento da eficiência no uso da energia (elétrica e derivados de petróleo).

Outras oportunidades de projetos MDL, nos setores de agropecuária e de florestas, são exploradas no capítulo 5. As hipóteses de linha de base para projetos de florestamento e reflorestamento são discutidas no capítulo 6. O potencial de enquadramento de projetos desses setores no MDL é mapeado no capítulo 7.

Além do MDL, a principal oportunidade de negócios para o país, estimulada pela questão das mudanças climáticas, é o aumento do potencial de exportação de álcool combustível, que é objeto do capítulo 8.

O capítulo 9 oferece a consolidação do potencial e das oportunidades existentes, apresentando a estimativa anual da redução de emissões de gases de efeito estufa e a receita anual que poderia ser obtida com a venda dos certificados de carbono no mercado, por modalidade de projeto.

Enfim, no capítulo 10 são identificadas as principais barreiras para o aproveitamento das oportunidades de negócios mapeadas, subsidiando a discussão posterior de instrumentos de política pública que podem ser mobilizados para superá-las.

1. Panorama do setor de energia no Brasil

O Brasil tem uma expressiva participação de fontes renováveis na sua matriz energética. Segundo o Balanço Energético Nacional – BEN (2003) –, a oferta interna de energia em 2002 foi de 198 milhões de toneladas equivalentes de petróleo (tep), correspondendo a 2% da demanda mundial. A indústria de energia no Brasil responde pelo abastecimento de 86% do consumo nacional. Os 14% restantes são importados – principalmente petróleo e derivados, carvão mineral, gás natural e, em quantidade menor, energia elétrica.

Tabela 1. Evolução da oferta interna de energia

	1970	1980	1990	2000	2002
TOTAL – 10 ⁶ tep	66,9	114,7	141,9	190,6	197,9
Energias não renováveis (%)	41,6	54,3	50,9	59,0	59,0
Petróleo e derivados (%)	37,7	48,3	40,7	45,5	43,1
Gás natural (%)	0,3	1,0	3,1	5,4	7,5
Carvão mineral e derivados (%)	3,6	5,1	6,7	7,1	6,6
Urânio e outras (%)	0,0	0,0	0,4	0,9	1,9
Energias renováveis (%)	58,4	45,7	49,1	41	41
Hidráulica e eletricidade (%)	5,1	9,6	14,1	15,7	14,0
Lenha e carvão vegetal (%)	47,6	27,1	20,1	12,1	11,9
Produtos da cana (%)	5,4	8,0	13,4	10,9	12,6
Outras (%)	0,3	0,9	1,5	2,3	2,5

Podemos observar que, em relação a 1970, todas as fontes não renováveis apresentaram um aumento, principalmente o petróleo e o gás natural. A lenha e o carvão vegetal foram as fontes renováveis que tiveram o seu uso reduzido, inclusive pela migração da população rural para as cidades.

Em termos setoriais, o consumo de derivados de petróleo na produção de eletricidade é em torno de 3,8%, enquanto o setor de transporte é responsável pelo maior consumo, com 48,5%, vindo em seguida a indústria, responsável por 14,4% (BEN, 2003).

No setor de transportes, o Programa do Álcool (Proálcool) pode ser apontado como um símbolo do esforço do governo brasileiro para atingir a auto-suficiência energética, com efeitos benéficos para o meio ambiente local e global. Criado em 1975, por causa da crise do petróleo, o Programa do Álcool chegou a abastecer cerca de 85% dos veículos, no final dos anos 80. No entanto, problemas relacionados ao aumento do preço do açúcar no mercado internacional e desabastecimento durante safras sucessivas causaram dúvidas no consumidor, comprometendo a confiança no Programa. Além disso, a redução no preço internacional do barril do petróleo observada durante a década de 90 e a redução dos subsídios ao programa do álcool trouxeram problemas financeiros à continuidade do Programa. No ano de 2002, a produção de álcool alcançou 6 milhões de tep, correspondendo a cerca de 11,3 bilhões de litros por ano, para ser adicionado à gasolina (24%) e abastecer 4,2 milhões de carros a álcool.

Tabela 2. Consumo de energia no setor de transporte em 2002

Gás natural	1.006,9	milhões de m ³
Óleo diesel	29.964,1	mil m ³
Óleo combustível	784,6	mil m ³
Gasolina automotiva	16.116,7	mil m ³
Querosene	3.812,2	mil m ³
Álcool etílico	11.294,6	mil m ³

Na geração de energia elétrica, a participação das fontes renováveis é predominante, graças às grandes hidrelétricas. O uso de fontes alternativas de energia (eólica, solar, pequenas centrais hidrelétricas e biomassa) é pequeno, apesar do grande potencial.

Tabela 3. Capacidade instalada de geração elétrica

Hidroeletricidade (maior que 30 MW)	65.128 MW
Termoelétricas	13.474 MW
- Derivados de petróleo	5.652 MW
- Gás natural	6.361 MW
- Carvão mineral	1.461 MW
Nuclear	2.007 MW
Biomassa *	2.556 MW
Pequenas centrais hidrelétricas	2.027 MW
Eólica	22 MW
Solar **	15 MWp
Importação (hidro)	8.000 MW

* 57% Setor sucro-alcooleiro.

**Prodeem 5,8 MWp.

Entre 1988 e 2001, a geração de hidroeletricidade registrou crescimento de 3,2% ao ano enquanto que a geração termoelétrica registrou crescimento de 17,4%. Apesar de o sistema interligado nacional utilizar o parque térmico (tradicionalmente em sua maior parte óleo combustível, diesel e carvão) para complementar a geração de eletricidade proveniente das hidrelétricas, a recente disponibilidade de gás natural conduziu à construção de geração térmica prevista para operar na base (Mousinho, 2002). Essa orientação aumenta as emissões de gases de efeito estufa do setor elétrico e conseqüentemente o teor de carbono da rede de distribuição. Para se ter uma idéia de sua ordem de grandeza, dados do Inventário

Nacional de Emissões (MCT, 1999) estimam em cerca de 6 milhões de toneladas de gás carbônico (MtCO₂) as emissões do setor elétrico nacional no ano de 1997.

1.1. Iniciativas governamentais em curso que contribuem para aumentar a participação das fontes alternativas de energia e a eficiência energética

O Brasil possui uma longa tradição no uso da hidroeletricidade, configurando-se num dos países que possuem a matriz elétrica mais limpa. No entanto, apesar do imenso potencial, a participação das fontes alternativas de energias, compreendidas aqui como solar, eólica, pequenas centrais hidrelétricas, e biomassa ainda é pequena, e está em geral associada a programas estaduais e federais voltados para atender as comunidades rurais e isoladas das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste. Exceção pode ser feita à energia eólica, caso em que o governo do Estado do Ceará, junto com a Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (Chesf), e com recursos externos, financiou algumas poucas pequenas centrais eólicas interligadas à rede elétrica no Estado, e ao bagaço de cana-de-açúcar, que gera energia essencialmente para consumo próprio das usinas de açúcar e álcool, sendo uma pequena parte colocada na rede de distribuição.

Em relação à eficiência energética, podemos destacar alguns programas de governo, entre eles o Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (Conpet), conduzido pela Petrobras, e o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel), conduzido pela Eletrobrás.

Diversas ações merecem também realce, como o Programa Reluz, estabelecido em 2000, por meio do qual a Eletrobrás disponibilizou créditos de baixo custo para municipalidades adotarem sistemas de iluminação pública mais eficientes. Além disso, a legislação brasileira e os contratos de concessão das concessionárias de distribuição de eletricidade impõem que 1% da receita anual das empresas seja investido em programas de eficiência energética e de pesquisa e desenvolvimento, sob controle da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) e do Fundo Setorial de Energia (CT-Energ). Mais recentemente, entrou em vigor a Lei que determina que sejam fixados níveis mínimos de eficiência energética para máquinas, equipamentos e aparelhos que consomem energia, produzidos ou comercializados no país.

No setor de transportes, o Proálcool, cujo objetivo inicial era diminuir a dependência do petróleo, levou a diminuições consideráveis de emissões de CO₂ e outros poluentes.

Abaixo se encontram descritos os principais programas em curso e respectivos incentivos associados.

- a) **Proálcool** – Desde que foi lançado em 1975, o Proálcool se configura na maior aplicação comercial da biomassa para produção de energia no mundo. Ele mostrou a viabilidade técnica da produção em larga escala do etanol a partir da cana-de-açúcar e o seu uso como combustível automotivo. O uso do álcool aconteceu em dois estágios: primeiro como aditivo a gasolina (álcool anidro) e depois como combustível puro (álcool hidratado) nos veículos que tiveram seus modelos

adaptados para esse fim. Esse programa foi uma resposta às crises do petróleo de 1975 e 1979 e uma forma de buscar a autonomia energética do país. O desenvolvimento dessa tecnologia específica conquistou o mercado e a frota nacional de veículos a álcool chegou a ser formada de 85% de veículos movidos a etanol, no final dos anos 80.

Após a queda dos preços do petróleo no final dos anos 80, o uso do álcool como combustível deixou de ser atrativo economicamente. Em 1999, o custo de produção do álcool estava acima do custo da gasolina produzida a partir de petróleo importado (que custava cerca de US\$ 20 o barril, valor que corresponde à metade do preço do barril do petróleo na década de 80). Esse fato ilustra a principal razão para as dificuldades financeiras do programa, pois a produção do álcool, considerando as destilarias no estado de São Paulo, que são mais eficientes, requer que o preço do barril do petróleo seja acima de US\$ 24 (Macedo e Nogueira, 2004) para tornar o álcool competitivo. Além disso, o preço do açúcar no mercado internacional esteve mais atrativo durante um certo tempo, culminando com um problema de desabastecimento no ano de 1989 que minou a confiança dos proprietários dos veículos movido a álcool, trazendo uma crise para o setor.

Assim, somente com os recentes aumentos no preço do barril do petróleo (a partir de 2000), o álcool se tornou novamente atrativo economicamente. O governo brasileiro aproveitando a situação aumentou a participação do álcool na gasolina de

22% para 24% de forma a reduzir os estoques de álcool. No entanto, a possibilidade do preço do açúcar estar mais lucrativo no mercado internacional torna difícil estimular a produção de carros movidos somente a álcool como no passado. Atualmente a produção de álcool é de 11,3 bilhões de litros, podendo se estender a 16 bilhões de litros sem aumento da capacidade instalada (Unica, 2004).

Recentemente, a nova tecnologia de motores *flex fuel* abre nova perspectiva para o álcool combustível. Desde março de 2003, essa nova tecnologia vem ganhando o mercado. De março de 2003 até março de 2004, foram produzidos e vendidos cerca de 94 mil automóveis com tecnologia *flex fuel*. Esse sistema opera com gasolina, álcool hidratado ou qualquer mistura desses combustíveis. Assim, um automóvel pode operar com 100% álcool, 100% gasolina ou qualquer proporção de álcool e gasolina, conforme decisão do proprietário do veículo e a disponibilidade e preço do combustível na bomba. Projeções da União da Agroindústria Canavieira de São Paulo (Unica) em 2004 mostram um aumento na produção dos carros *flex fuel* que corresponderia a 6,3 milhões de veículos em 2010 e a um consumo de álcool da ordem de 18 bilhões de litros.

O Proálcool representou para o Brasil uma economia de divisas da ordem de US\$ 55 bilhões, acumulados em 28 anos, desde 1975 até final de 2003. Contabilizados os juros sobre a dívida externa, esse valor chega a US\$ 118 bilhões, muito significativo quando comparado à dívida externa brasileira, de médio e longo

prazos, de US\$ 187,5 bilhões. O Proálcool foi responsável pela criação de cerca de 1 milhão de empregos diretos e cerca de 200 mil indiretos, na área rural, contribuindo para a fixação do homem no campo (Unica, 2004).

No que diz respeito às emissões de GEE, cada tonelada de cana-de-açúcar cultivada para a fabricação de álcool hidratado e álcool anidro combustível economiza, respectivamente o equivalente à emissão de 0,17 e 0,26 toneladas de dióxido de carbono (tCO₂e), já contabilizadas as emissões desse e de outros gases resultantes do processo industrial de transformação e queima do álcool etílico na propulsão de motores dos veículos. Esses valores correspondem a cerca de 1,7 tCO₂e/m³ para o álcool hidratado e 2,6 tCO₂e/m³ para o álcool anidro (Macedo *et al.*, 2004).

- b) **Conpet** – O Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural foi instituído em 1991, com o objetivo de organizar e operacionalizar projetos voltados para os principais segmentos consumidores de combustíveis fósseis no país, estimulando o uso eficiente da energia no transporte, nas residências, no comércio, na indústria e na agropecuária.

O Conpet é um Programa do Ministério de Minas e Energia coordenado por representantes de órgãos do governo federal e da iniciativa privada (grupo coordenador). Cabe à Petrobras fornecer recursos técnicos, administrativos e financeiros ao

Programa. A Gerência de Conservação de Energia, Energia Renovável e Suporte ao Conpet é o órgão da Companhia que exerce a função de Secretaria Executiva do Conpet, sendo responsável por elaborar projetos, operacionalizar as estratégias, promover a articulação institucional e divulgar as ações do Programa. Essa Gerência é ligada ao diretor da área de Gás e Energia que, conforme decreto presidencial, é o Secretário-Executivo do Conpet.

A meta do Conpet é obter ganhos de eficiência energética de 25% no uso dos derivados do petróleo e do gás natural nos próximos 20 anos, sem afetar o nível das atividades dos diversos setores da economia nacional. Para isso, foram definidos como seus objetivos principais:

- Criar uma mentalidade antidesperdício, educando e conscientizando os indivíduos sobre o uso eficiente dos recursos naturais não-renováveis;
- Reduzir a emissão de gases responsáveis pela poluição local e global (efeito estufa);
- Estimular a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico, para introduzir processos tecnicamente mais avançados, buscando a eficiência energética;
- Contribuir para o aumento da produtividade nos diversos setores consumidores de derivados, otimizando custos.

Entre as principais ações do Conpet, podemos citar o Projeto Ônibus a Gás, o Projeto Transportar e o Projeto Economizar.

c) **Procel** – O Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica foi criado em dezembro de 1985 com o objetivo de reduzir o desperdício de energia elétrica, tanto no lado da demanda (uso da energia no consumo final) como no lado da oferta de energia elétrica (redução de perdas ao longo da geração, transmissão e distribuição). O Programa utiliza recursos da Eletrobrás e da Reserva Global de Reversão (RGR), fundo setorial constituído com recursos recolhidos pelas concessionárias, proporcionais ao mercado de cada uma. Utiliza também recursos captados junto a entidades internacionais. O Procel estabelece metas de conservação de energia que são consideradas no planejamento do setor elétrico, influenciando nas necessidades de expansão da oferta de energia e da transmissão. Entre elas, destacam-se:

- Redução nas perdas técnicas das concessionárias;
- Racionalização do uso da energia elétrica;
- Aumento da eficiência energética em aparelhos elétricos.

O planejamento de longo prazo do setor elétrico (Plano 2015, elaborado nos anos 80), projetava uma necessidade de suprimento em 2015 em torno de 780 TWh/ano. Estabeleceu-se na época uma meta para o Procel de redução de 130 TWh no consumo de energia elétrica em 2015 (correspondente à geração de duas usinas do porte de Itaipu, que tem uma capacidade de 12.600 MW).

O Procel contribui igualmente para a redução das emissões de GEE do setor elétrico. Essa contribuição varia de acordo com a fonte de energia utilizada, que varia de ano a ano em função da hidrologia, ocasionando uma maior ou menor utilização das termelétricas para complementar a energia fornecida pelas hidroelétricas. A hidroeletricidade vem suprimindo mais de 90% da necessidade de energia elétrica no país e, sendo assim, a quantidade de redução de emissões de GEE ainda é modesta, mas poderá crescer no futuro se aumentar a participação da geração termoeletrica na oferta de energia para a rede elétrica.

d) Prodeem – O Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios é um programa do governo federal, criado em 1994, com o objetivo de atender às localidades isoladas, não supridas de energia elétrica pela rede convencional, utilizando para isso principalmente a energia fotovoltaica, uma vez que o suprimento de energia elétrica visava essencialmente atender usos comunitários, como escolas, postos de saúde, iluminação pública e bombeamento d'água. Até o momento, foram instalados cerca de 5,8 MWp, beneficiando cerca de 900 mil pessoas. Uma das principais dificuldades desse programa está relacionada à manutenção dos equipamentos. Desde 2002 o Prodeem encontra-se em fase de avaliação, visando sua revitalização e reestruturação.

e) Luz no Campo – Criado em 1999 pelo governo federal, esse programa tinha como objetivo aumentar a eletrificação rural, por meio da expansão da rede ou de outras fontes (renováveis)

de energia, dependendo da localidade e dos recursos disponíveis. No entanto, apenas conexões à rede foram efetuadas e um número reduzido de sistemas fotovoltaicos instalados. Isso explica-se possivelmente pelos relativamente baixos custos de extensão da rede, em média US\$ 970 por conexão. Até 2002 foram atendidos cerca de 1 milhão de consumidores. Estimativas iniciais mostram investimento da ordem de US\$ 1 bilhão (ou seja, cerca de US\$ 1.000 por consumidor).

- f) **Subrogação da CCC** – A Conta de Consumo de Combustível (CCC) dos Sistemas Isolados foi criada para subsidiar a geração de energia elétrica a partir de combustíveis fósseis onde o Sistema Interligado não chega, visando garantir um preço uniforme e acessível da energia elétrica fornecida às regiões isoladas. A Lei 9.648/98 estendeu esse subsídio aos projetos de energia alternativa que venham a substituir, total ou parcialmente, a geração termelétrica a partir dos derivados do petróleo (na sua maioria diesel). A Resolução Aneel 245/99 regulamentou essa Lei, que estipulou o prazo da CCC para esses projetos de energia alternativa até 2013. Recentemente a Lei 10.438/2002 estendeu esse prazo até 2022. Antes da introdução da CCC, em 1991, cerca de 76% da população da região norte tinha acesso à energia elétrica (IBGE). Em 2002, esse número correspondia a 88% e o consumo de diesel na região era de cerca de 745 mil m³, para uma capacidade instalada de 1.690 MW (Aneel, 2002). A CCC se configura atualmente como o único instrumento para apoiar as fontes

alternativas de energias fora da rede de distribuição, com um orçamento total de R\$ 3 bilhões/ano (ou cerca de US\$ 1 milhão/ano) (MME, 2004). No entanto, não se dispõem de dados suficientes para avaliar quanto da CCC já foi direcionada para projetos de fontes de energias alternativas, em substituição ao diesel.

1.2. Iniciativas governamentais recentes que contribuem para aumentar a participação das fontes alternativas de energia e a eficiência energética

Um marco importante para o setor elétrico veio em 2002, com a aprovação da lei 10.438, que criou o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa) e estabeleceu a obrigação das concessionárias de energia elétrica na universalização do acesso. Com a posse do atual governo, foi dado um foco especial à universalização e assim instituído o programa Luz para Todos. Para o setor de transportes, foi decidido promover o desenvolvimento do biodiesel, para ser adicionado ao diesel, com ênfase na transformação de óleo vegetal obtido a partir da mamona, de modo a gerar empregos particularmente no semi-árido do Nordeste. Abaixo segue uma descrição dessas iniciativas mais recentes.

Proinfa – O Programa de Incentivo as Fontes Alternativas de Energia Elétrica tem por objetivo aumentar a participação das energias alternativas no sistema interligado e diversificar a matriz. A primeira fase do Programa contempla 3.300 MW para entrar em operação até 2006, inicialmente divididos igualmente entre energia eólica, biomassa

e pequenas centrais hidrelétricas. Os contratos de fornecimento são assinados com a Eletrobrás por 20 anos e o custo da energia será pago pelo consumidor final, excluindo-se os consumidores de baixa renda. O índice de nacionalização exigido para a primeira fase é de 60%, entre equipamentos e serviços. Os produtores se beneficiam de um desconto de 50% nas tarifas de acesso às redes de transmissão e distribuição e o preço de compra da energia pela Eletrobrás foi definido como sendo o valor econômico correspondente a cada fonte, sendo diferenciado para eólica, PCH e biomassa. A tabela abaixo mostra os valores econômicos adotados (como referência, o preço da geração hidrelétrica de grande porte se situa entre R\$ 40 e R\$ 70 por MWh e da termelétrica a gás natural é de cerca de R\$ 120 por MWh, podendo atingir mais do dobro em alguns casos) (MME, 2004).

Tabela 4. Valores econômicos para fontes alternativas

Fonte alternativa de energia	Valor econômico R\$/MWh (março 2004)	Valor corrigido pelo IGP-M R\$/MWh (setembro 2004)
Pequenas centrais hidrelétricas	117,02	126,14
Energia eólica	180,18 – 204,35	194,23 – 220,28
Biomassa		
Bagaço de cana	93,77	101,08
Resíduos de madeira	103,20	109,25
Casca de arroz	101,35	111,24
Biogás de aterro sanitário	169,08	182,26

Fonte: MME, Portaria 45 de 30 de março de 2004 e Eletrobrás (2004).

A segunda fase do Proinfa tem como meta assegurar que 15% do crescimento anual do mercado seja atendido pelas fontes eólica, biomassa e PCH, de forma que em 2020 essas fontes forneçam 10% do consumo anual de energia elétrica no Brasil. A compra dessa energia deverá ser feita por intermédio de licitação pública e os contratos de fornecimento serão assinados com a Eletrobrás por 20

¹ O Novo Modelo aumenta o papel do governo no planejamento, cria um *pool* de energia elétrica, onde as concessionárias comprarão a energia para atender seus mercados, e deixa indefinido o papel do produtor independente de energia e o ambiente de contratação da energia fora do *pool*.

anos. O índice de nacionalização exigido passa a 90% e os custos serão pagos pelos consumidores finais, excluindo-se os de baixa renda. No entanto, com a aprovação do Novo Modelo do Setor Elétrico¹, existem dúvidas quanto às condições de implementação dessa segunda fase.

O Proinfa foi regulamentado em 30 de março de 2004, e a chamada pública realizada até 10 de maio do mesmo ano atraiu 6.601 MW em projetos, sendo 3.681 MW de eólica, 1.924 MW de PCH e 995 MW de biomassa. A fase de seleção dos projetos já foi efetuada e em agosto de 2004 o Proinfa já estava na terceira reclassificação dos projetos e em fase de contratação. Alguns projetos de biomassa que foram selecionados desistiram da contratação considerando talvez insuficiente o valor econômico a ser pago pelo Proinfa. Assim, de fato, somente 327 MW de biomassa estavam fazendo parte da 1ª fase do Proinfa. Como na segunda chamada pública, realizada em novembro de 2004, também não foram completados os 1.100MW, o saldo foi dividido pelas outras fontes (PCH e eólica).

O decreto 5.025 de março de 2004, no parágrafo único, Art. 5º, estabelece que o Proinfa visa a redução de gases de efeito estufa, nos termos do Protocolo de Quioto, e na alínea c do Art. 16 que a conta Proinfa, a ser administrada pela Eletrobrás, será composta pelos eventuais benefícios financeiros provenientes do mecanismo de desenvolvimento limpo. No entanto, essa questão precisa ser mais bem examinada, pois ainda há muita indefinição entre os empreendedores e dúvidas no que diz respeito à propriedade dos créditos de carbono.

Além disso, algumas incertezas quanto a adicionalidade podem ser observadas. Se levarmos em consideração que o governo oferece um subsídio para PCH, eólica e biomassa, dúvidas poderiam ser levantadas quanto à adicionalidade dos projetos de cada uma das fontes, sob a ótica dos empreendedores. Por outro lado, se considerarmos o Proinfa como um todo, ele é evidentemente adicional, uma vez que essas fontes representam um custo suplementar para os consumidores finais de energia, ou seja existe uma barreira econômica e financeira, que justifica a adicionalidade.

Para Mousinho (2002), o Proinfa é adicional, uma vez que provoca um custo incremental para o país e existem outras opções tecnológicas mais baratas (que usam combustíveis fósseis). Além disso, o fato de ser previsto em lei não garante a sua implementação e a lei é posterior ao ano de 2000, que é o ano estabelecido pelo Protocolo de Quioto como limite inferior para reconhecer projetos mitigadores dos gases de efeito estufa.

Universalização do acesso – A resolução Aneel 223/2003 regulamentou os aspectos da lei 10.438/2002 relacionados à universalização e estipulou metas para a universalização do acesso à energia elétrica pelas concessionárias. As despesas relacionadas a novas conexões à rede estão a cargo das concessionárias e não mais dos consumidores como no passado. Todas as concessionárias devem submeter a Aneel seus planos e programas para a expansão do acesso a energia elétrica dentro de suas áreas de concessão. As metas foram determinadas considerando o atendimento a todos os consumidores dentro de um prazo que varia em função do atual

nível de eletrificação da área de concessão. As metas foram estabelecidas para as áreas de concessão de cada concessionária (tabela 5) e para os municípios (tabela 6). Em caso de conflito, a meta mais próxima prevalece.

Tabela 5. Metas de universalização por área de concessão

Atual nível de cobertura na área de concessão das concessionárias	Metas para a universalização do acesso
>99,5%	2006
>98% e < 99,5%	2008
>96% e < 98%	2010
>80% e < 96%	2013
< 80%	2015

Fonte: Aneel.

Tabela 6. Metas de universalização por município

Atual nível de cobertura nos municípios	Metas para a universalização do acesso
> 96%	2004
> 90% e < 96%	2006
> 83% e < 90%	2008
> 75% e < 83%	2010
> 65% e < 75%	2012
> 53% e < 65%	2014
< 53%	2015

Fonte: Aneel.

A Lei 10.438/2002, depois alterada pela Lei 10.762/2003, criou também a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), no Art. 13, para promover o desenvolvimento energético dos estados e a competitividade da energia produzida a partir de fontes eólica, PCH, biomassa, gás natural e carvão mineral, além de promover a universalização do acesso. No entanto, a diretriz do governo define o uso da CDE prioritariamente para a universalização do acesso e para subsídio à tarifa para os consumidores de baixa renda.

a) **Luz para Todos** – Lançado em novembro de 2003, em substituição ao Luz no Campo, esse programa tem como objetivo antecipar a meta de universalização para 2008, utilizando os recursos da Conta de Desenvolvimento Energético² para tal fim. Esse programa é coordenado pelo Ministério de Minas e Energia e pela Eletrobrás. Em meados de 2004, o governo federal assinou contratos no valor de R\$ 2,5 bilhões, dos quais R\$ 1,7 bilhões de recursos setoriais federais, R\$ 370 milhões são recursos próprios das concessionárias de energia elétrica e R\$ 350 milhões dos governos estaduais. Os recursos federais saem da CDE e da RGR³.

Com esse investimento pretende-se fazer 667 mil novas ligações, beneficiando 2,8 milhões de pessoas em todo o país e gerando 115 mil empregos diretos e indiretos. A demanda junto à indústria de equipamentos e materiais está estimada em R\$ 1,7 bilhão. Os contratos com 35 concessionárias de energia elétrica (representando 90% do mercado consumidor rural brasileiro) e uma cooperativa de eletrificação rural (Cooperativa de Eletrificação do Vale do Tocantins – Certo) foram assinados por meio da Eletrobrás. O acesso à energia elétrica será gratuito para todos os consumidores atendidos até um determinado nível de consumo e tensão, podendo, em alguns casos, receber gratuitamente as ligações internas de suas residências.

Em sua primeira fase completa, o programa irá levar energia elétrica a 1,4 milhão de famílias – 90% delas em áreas rurais –

² Os recursos da CDE são provenientes dos pagamentos anuais realizados pelos geradores hidrelétricos a título de uso de bem público (recursos hídricos), das multas aplicadas pela Aneel a concessionárias, permissionárias e autorizadas e, a partir do ano de 2003, das quotas anuais pagas por todos os agentes que comercializam energia com o consumidor final.

³ A Reserva Global de Reversão, gerenciada pela Eletrobrás, é um valor a ser pago pelas concessionárias e permissionárias de energia elétrica (até 2,5%, limitado a 3% da renda anual), e transferida para a tarifa. A RGR é destinada a várias áreas, entre elas, a eletrificação rural e a eficiência energética.

até o ano de 2006. O programa será iniciado em todos os estados brasileiros com a instalação dos Comitês Gestores Estaduais de Universalização (CGEU). A comunidade de Nazaré foi a primeira a ser atendida pelo Programa Luz Para Todos. Nazaré está localizada no município de Novo Santo Antônio, Piauí, e foi identificada como a localidade com o menor índice de acesso à energia elétrica do país, onde apenas 8% dos domicílios eram atendidos.

O Programa pretende ainda aproveitar as potencialidades locais. O atendimento nas regiões isoladas da Amazônia Legal é feito, principalmente, por meio de grupo motor-gerador a diesel, a maioria com manutenção precária. O baixo rendimento desses motores e a manutenção deficiente faz com que o custo médio do MWh fique entre R\$ 600 e R\$ 850, sem contar com a manutenção dos equipamentos. Na região de Alto Juruá, o preço fica entre R\$ 1.100 e R\$ 1.600 o MWh. A título de comparação, o custo médio do MWh suprido pela rede convencional é da ordem de R\$ 100 (MME, 2004).

- b) **Probiodiesel** – O governo federal recentemente lançou o Probiodiesel, dando seqüência à iniciativa tomada em dezembro de 2003, quando foi criada por decreto presidencial, a Comissão Executiva do Programa de Biodiesel, coordenada pela Casa Civil e integrada por 14 Ministérios. Esse Programa pretende apoiar a produção de biodiesel no país, para ser adicionado ao diesel, e ao mesmo tempo gerar emprego e renda no campo, procurando ampliar de forma sustentável a

agricultura local, particularmente na região do semi-árido nordestino, onde o óleo de mamona deverá ser o principal insumo para a produção do biodiesel. Assim, numa primeira fase será estimulado o plantio da mamona nas regiões mais pobres do país. Além disso, o programa incentivará a produção e a comercialização do biodiesel, visando num primeiro momento adicionar 2% de biodiesel ao diesel, podendo chegar a 5% em 2010. As ações desse programa têm como objetivos estabelecer a cadeia de plantio, produção e comercialização do biodiesel; garantir a qualidade do biodiesel; e estruturar a formação de preços visando à atratividade.

Recentemente, o governo assinou termo de cooperação técnica entre o governo do Piauí, a Brasil EcoDiesel e os Ministérios de Minas e Energia, do Desenvolvimento Agrário e de Desenvolvimento Social e Combate a Fome. O objetivo é a estruturação de um programa de agricultura familiar auto-sustentável e a inserção social. Caberá ao Ministério de Minas e Energia (MME) promover, incentivar e acompanhar as ações direcionadas a produção e ao uso do biodiesel obtido com o processamento da mamona, e captar os recursos necessários para a produção desse combustível. Esse acordo terá a duração de quatro anos.

Além disso, no Brasil há diversas experiências sobre o uso do biodiesel, oriundo de óleos novos e usados, puros ou misturados ao diesel. Entre elas podemos citar:

- A Coppe/UFRJ apóia a Hidroveg Indústria Química Ltda, na utilização de óleo de fritura da cadeia McDonald's como matéria-prima para produção de biodiesel, que é testado em veículos;
- O Laboratório de desenvolvimento de Tecnologias Limpas (Ladétel) desenvolve projeto do qual obtém o biodiesel por meio da reação química de óleos vegetais com etanol, extraído da cana-de-açúcar;
- A Embrapa vem desenvolvendo em parceria com a Petrobras um projeto para desenvolvimento de biodiesel a partir da mamona;
- Na Bahia, a Universidade Estadual Santa Cruz transforma óleos residuais (de soja, girassol ou outros), depois de utilizados por restaurantes, para obtenção de biodiesel, utilizando metanol;
- A Universidade Federal do Paraná realiza testes em carros com biodiesel à base de óleo de soja.

2. Panorama do setor de resíduos sólidos urbanos no Brasil

A responsabilidade da gestão dos resíduos sólidos urbanos (RSU), além da competência de legislar a respeito é, no Brasil, dos governos municipais, uma vez que, sendo aquelas atividades consideradas de “interesse local”, segundo os incisos I e V do Art. 30 da Constituição Federal⁴, fazem parte das atribuições e competências municipais. Nem todos os resíduos sólidos gerados no município, no entanto,

⁴ Art.30 – Compete aos municípios I – Legislar sobre assuntos de interesse local; V – organizar e prestar, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local, incluído o de transporte coletivo, que tem caráter essencial.

são de responsabilidade municipal, mas somente aqueles de origem nos domicílios domésticos, comerciais e industriais de pequeno porte, além dos resíduos coletados nos espaços públicos.

Na prática, a gestão dos resíduos sólidos urbanos vem sendo tratada pelos municípios com o eventual apoio de políticas de estímulo à gestão mais responsável do destino dos resíduos dos governos estaduais: Pró-lixo, por exemplo, no Estado do Rio de Janeiro; Inventário Estadual de Resíduos Sólidos, em São Paulo; Projeto Baía Azul e Metropolitano, na Bahia; Programa do Imposto de Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) Verde, em Minas Gerais etc; e do governo federal: programas federais com recursos do Fundo Nacional de Meio Ambiente (FNMA) e da Fundação Nacional de Saúde (Funasa).

Os Órgãos ambientais estaduais e federais têm atuado também na gestão dos resíduos sólidos, usando mecanismos coercitivos, impondo diretrizes, regras e exigências de controle ambiental, além da cobrança de responsabilidades aos municípios. Como exemplo, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Cetesb), de São Paulo, desenvolve diversos levantamentos sobre as condições ambientais e sanitárias dos locais de destinação final de resíduos domiciliares nos municípios paulistas que, a partir de 1997, passaram a constituir o Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares. Esse inventário vem, desde então, sendo empregado como ferramenta de orientação e busca de melhoria no trato dos resíduos, o que é feito por intermédio de assinatura de Termos de

Ajuste de Conduta (TACs) com a Cetesb e a Secretaria Estadual do Meio Ambiente.

Apesar da gestão dos RSU ser uma atribuição municipal, a União e os Estados exercem competências legislativas concorrentes e supletivas, especialmente no que se refere à gestão de resíduos especiais, como os de saúde e os industriais. Assim é que, por exemplo, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), expediu regulamento sobre resíduos de estabelecimentos de saúde, e o Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) tem estabelecido diversas resoluções concernentes à disposição de resíduos.

Deve ser mencionado também que, qualquer instalação de tratamento ou destinação de resíduos sólidos, como é o caso dos aterros sanitários, necessita cumprir com as normas e licenças requeridas pelos órgãos de controle ambiental estaduais, como é o caso dos Estudos de Impactos Ambientais e Relatórios de Impacto Ambientais (EIA/Rima). Muitas vezes a obtenção de licença prévia para a instalação de aterros sanitários depende também do zoneamento municipal e de autorizações do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama).

As iniciativas legislativas no âmbito da federação deveriam estar conformes com uma política nacional de resíduos sólidos que, apesar de muitas tentativas no âmbito do Congresso Nacional, ainda não existe. Em 2001 havia no Congresso Nacional mais de 70 projetos sobre resíduos sólidos em tramitação e, naquela época, a Câmara dos Deputados instalou uma Comissão Especial para propor um

projeto de lei que consolidasse todos esses projetos em uma lei que instituiria a Política Nacional de Resíduos Sólidos. O anteprojeto dessa Lei foi então apresentado em 2003, sem obter consenso, o que dificultou sua aprovação, que afinal não aconteceu.

Com o advento da nova administração do governo federal, foi proposto que a Política Nacional de Resíduos Sólidos fosse parte integrante da proposta que o Ministério das Cidades pretende apresentar ao Congresso Nacional ainda esse ano, instituindo a Política Nacional de Saneamento. Essa proposta, que será apresentada brevemente pelo Executivo, considera Saneamento Ambiental o conjunto de ações que compreende o abastecimento de água, a coleta, o tratamento e a disposição final dos esgotos, a limpeza urbana e o controle de vetores e reservatórios de doenças. A nova proposta de política nacional ou, como atualmente se chama, o Marco Regulatório do Saneamento, vem sendo discutida no âmbito de uma Comissão Interministerial, coordenada pelo Ministério das Cidades, em que se procura incorporar ao texto do Marco Regulatório do Saneamento os conceitos, propostas e recomendações oriundas da Conferência Nacional das Cidades, cuja plenária foi instalada no último trimestre de 2003.

Importante mencionar ainda a contribuição da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que não é propriamente um órgão legislativo, mas que tem produzido importantes normas que muito influem sobre a gestão dos RSU, enfocando diversos assuntos técnicos relativos a resíduos sólidos, como, por exemplo, as de apresentação de projetos e a de construção de aterros sanitários, e

⁵ NBR 8419: Apresentação de Projetos de Aterros Sanitários de Resíduos Sólidos Urbanos – Procedimento. NBR 10004/87: Resíduos Sólidos – Classificação. NBR 13896/97: Aterros de Resíduos Não Perigosos – Critérios para Projeto, Implantação e Operação.

⁶ A inexistência de obrigação legal quanto à queima do biogás é um fator importante na definição do cenário de linha de base de projetos a serem negociados no mercado internacional de carbono, principalmente no mercado Quioto "compliance". Isso porque a quantidade de créditos de carbono que podem ser pleiteados por um projeto, corresponde à diferença entre as emissões da linha de base (situação sem as atividades do projeto) e as emissões com as atividades do projeto.

que servem de referência para estabelecer diretrizes e padrões pelos órgãos de controle ambiental. Ressalte-se que as normas brasileiras para apresentação de projeto de aterros sanitários⁵, tratam da captação e drenagem do biogás gerado pela decomposição anaeróbia, mas não exigem a sua queima, o que deixa livre para qualquer empreendedor a possibilidade de implantar sistemas de aproveitamento ou queima de biogás que possam vir a se beneficiar da venda de créditos de carbono⁶.

2.1. Características dos resíduos sólidos urbanos

Os resíduos sólidos urbanos são compostos de uma grande variedade de materiais, quais sejam papeis, restos de alimentos, terra, embalagens de plástico, papelão, vidro, metais ferrosos e não ferrosos, tecidos de peças de vestuário etc, que estão presentes na massa agregada de resíduos segundo uma participação média, geralmente medida em percentual de peso (massa). Essa participação, quantificada por meio de uma classificação gravimétrica, varia ao longo do tempo em cada cidade, e entre as cidades, por força principalmente dos hábitos e do poder econômico da população.

Além da classificação gravimétrica, outras características consideradas básicas para o estudo dos resíduos sólidos urbanos, e o dimensionamento de projetos são:

- Produção *per capita*: 0,8 a 1,2 kg/hab/dia (fonte: PNSB/IBGE);
- Umidade relativa: 50 a 60%;

- Poder calorífico: 1.500 a 2.000 kcal/kg;
- Peso específico aparente na coleta: 200 a 300 kg/m³;
- Peso específico em aterro sanitário: 5 e 7 kN/m³ para resíduos novos, não decompostos e pouco compactados, e entre 9 e 13 kN/m³ após compactação com tratores e após a ocorrência de recalques no maciço (fonte: Carvalho e outros, 2004).

Com base nos levantamentos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a quantidade de resíduos sólidos urbanos domiciliares coletados no país ultrapassa a 125 mil t/dia⁷, segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) de 2000. Essa quantidade, que não inclui o chamado lixo público, é estimada, uma vez que nem todas as instalações para onde são encaminhados os resíduos têm um sistema de controle de peso que permita medir os resíduos recebidos.

⁷ Sem considerar o lixo público correspondente a 169.489.853 habitantes, na época do levantamento (população urbana e rural). Considerando o lixo público, o total encaminhado a sítios de destinação final é 228.413 t/dia.

Essa quantidade de resíduos é muito superior à quantidade estimada pela Cetesb e publicada em 2002 pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) no Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa, no capítulo referente a Emissões de Metano no Tratamento e na Disposição de Resíduos, que era de 54 mil t/dia. Vale observar que nesse trabalho considerou-se que a geração por habitante de uma cidade brasileira variava entre 0,4 e 0,7kg/hab.dia. Na época do trabalho, de acordo com o texto, a disposição e o tratamento de resíduos sólidos distribuíam-se da seguinte forma: 76% depositados em lixões a céu aberto, 22% em aterros controlados e sanitários, 2% têm outra

destinação, como as usinas de compostagem e a incineração. Vale observar que o inventário é de 2002, mas ele se refere muito a estudos no período de 90 a 94.

2.2. Destinação dos resíduos sólidos urbanos: as várias formas praticadas no país

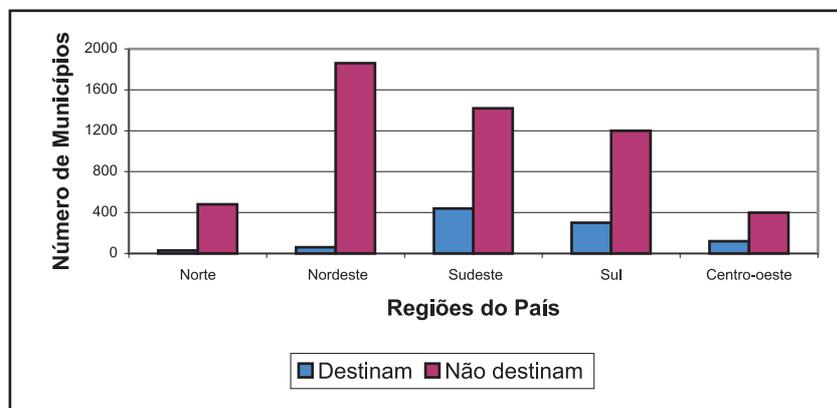
O levantamento feito pela PNSB 2000 mostra que a etapa do manejo de resíduos sólidos urbanos que necessita de mais atenção, por estar com o maior déficit e por representar o maior problema ambiental, é a da destinação correta dos resíduos, uma vez que somente cerca 36% do lixo coletado é encaminhado a aterros sanitários (se considerarmos aterros sanitários e aterros controlados esse percentual sobe para cerca de 70%), como mostra a tabela a seguir.

Tabela 7. Destinação final do lixo em 2000

Grandes regiões, unidades da federação, regiões metropolitanas e municípios das capitais	Quantidade diária de lixo coletado (t/dia)									
	Total	Unidade de destino final do lixo coletado								
		Vazadouro a céu aberto (lixão)	Vazadouro em área alagada	Aterro controlado	Aterro sanitário	Estação de compostagem	Estação de triagem	Incineração	Locais não-fixos	Outra
Brasil	228.413,0	48.321,7	232,6	84.575,5	82.640,3	6.549,7	2.265,0	1.031,8	1.230,2	1.566,2
Norte	11.067,1	6.279,0	56,3	3.139,9	1.468,8	5,0	-	8,1	95,6	20,0
Nordeste	41.557,8	20.043,5	45,0	6.071,9	15.030,1	74,0	92,5	22,4	128,4	50,0
Sudeste	1.414.616,8	13.755,9	86,6	65.851,4	52.542,3	5.437,9	1.262,6	945,2	781,4	953,2
Sul	19.874,8	5.112,3	36,7	4.833,9	8.046,0	347,2	832,6	30,1	119,9	516,1
Centro-Oeste	14.596,5	3.131,0	8,0	4.684,4	5.553,1	685,6	77,0	26,0	104,9	26,5

Fonte: IBGE – Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, 2000.

Considerando-se somente a destinação do lixo em aterros, o panorama de deficiências pode ser visualizado no gráfico seguinte.



Fonte: IBGE – Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, 2000.

Gráfico 1. Destino do lixo para aterro sanitário, segundo as grandes regiões – 2000

No que tange à forma de coleta, a tabela seguinte apresenta dados relativos aos distritos brasileiros e a forma com que eles destinam o lixo coletado, e a tabela 9 a forma de gestão dos aterros em diversas cidades brasileiras.

Tabela 8. Distritos com serviços de limpeza urbana e/ ou coleta de lixo em 2000

Grandes regiões, unidades da federação, regiões metropolitanas e municípios das capitais	Distritos com serviços de limpeza urbana e/ ou coleta de lixo								
	Total	Vazadouro a céu aberto (lixão)	Vazadouro em áreas alagadas	Aterro controlado	Aterro sanitário	Aterro de resíduos especiais	Usina de compostagem	Usina de reciclagem	Incineração
Brasil	8.381	5.993	63	1.868	1.452	810	260	596	325
Norte	512	488	8	44	32	10	1	-	4
Nordeste	2.714	2.538	7	169	134	69	19	28	7
Sudeste	2.846	1.713	36	785	683	483	117	198	210
Sul	1.746	848	11	738	478	219	117	351	101
Centro-Oeste	563	406	1	132	125	29	6	19	3

Fonte: IBGE – Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, 2000.

Tabela 9. Gestão de operação da destinação final do lixo

Cidade	Tipo de disposição final	Gestão	Quantidade (t/dia)
Recife - PE	Aterro Controlado da Muribeca	Municipal	
Biguaçu - SC	Aterro Sanitário da Formaco	Terceirizada	
Rio de Janeiro - RJ	Aterro Controlado de Gramacho	Terceirizada	8.000
Rio de Janeiro - RJ	Aterro Controlado Zona Oeste	Municipal	1.500
Niterói - RJ	Aterro Controlado Morro do Céu	Municipal	750
Rio de Janeiro - RJ	Nova Iguaçu	Concessão	1.500
Rio de Janeiro - RJ	Piraí	Municipal	100
Fortaleza - CE	Aterro Sanitário de Caucaia	Terceirizada	
Fortaleza - CE	Aterro Sanitário de Aquiraz	Terceirizada	
Goiânia - GO	Aterro Controlado	Terceirizada	
Belo Horizonte - MG	Aterro Remediado de BH	Municipal	
Porto Alegre - RS	Aterro Sanitário de Extrema	Municipal	
Porto Alegre - RS	Aterro Sanitário Metropolitano	Municipal	
Itaquaquecetuba -	Aterro Sanitário de Itaquaquecetuba	Terceirizada	
Mauá - SP	Aterro Sanitário de Mauá	Terceirizada	
São Paulo - SP	Aterro Sanitário de São João	Terceirizada	7.000
Santo André - SP	Aterro Sanitário	Municipal	700
Tremembé - SP	Aterro Sanitário	Terceirizada	
União da Vitória - PR	Aterro Sanitário	Municipal	
Salvador - BA	Aterro Sanitário Metropolitano	Municipal	
Palmas - TO	Aterro Sanitário	Municipal	
Araguaína - TO	Aterro Sanitário	Municipal	
Guaraí - TO	Aterro Sanitário	Municipal	
João Pessoa - PB	Aterro Controlado	Municipal	
São Paulo - SP	Aterro Bandeirantes	Terceirizada	7.000

Fonte: IBGE – Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, 2000 ampliada.

2.3. Situação atual e perspectivas dos resíduos sólidos urbanos

Considerando-se que o aterro sanitário é atualmente o método de destinação do lixo mais adequado para a grande maioria dos municípios brasileiros e que, segundo o PNSB 2000, somente em 13,8% dos municípios se encontram esses equipamentos sanitários (13% de municípios com aterros controlados, 63,6% com aterros a céu aberto e somente 3,3% com incineração ou compostagem), existe naturalmente um grande potencial de crescimento na atividade de construção e operação de aterros sanitários no país, para os próximos anos.

Tendo em vista a demanda representada pela exigência de construção e operação de aterros sanitários, e a responsabilidade municipal em atender a essa demanda, cada vez mais vêm se desenvolvendo situações nas quais empresas privadas são contratadas por prefeituras para executar obras de implantação de aterros, e algumas vezes também operá-los, de acordo a uma tarifa fixada por quantidade de resíduos recebidos. Em algumas cidades, principalmente no estado de São Paulo, também se desenham situações em que empresas privadas, por sua própria iniciativa, vêm licenciando, construindo e operando aterros privados, para receber principalmente resíduos de grandes geradores de resíduos, na sua maioria estabelecimentos comerciais e industriais.

Uma novidade empresarial surgida recentemente diz respeito à formação de empresas mistas de capital público e privado para implantar e operar aterros sanitários, como é o caso do aterro sanitário de Nova Iguaçu. O sucesso até agora dessa iniciativa, que poderá ser ainda alavancada pela legislação que vem sendo proposta pelo governo federal para fomentar as parcerias público-privadas, poderá mostrar esse arranjo empresarial como a base de excelentes oportunidades para novos negócios.

Deve ser registrado ainda que, com relação especificamente à implantação de aterros sanitários com dispositivos de aproveitamento de biogás, as oportunidades começam a surgir com os primeiros projetos submetidos aos corretores de negócios de venda de certificados de carbono e já existem projetos brasileiros em

⁸ Os projetos Nova Gerar e Vega já tiveram suas metodologias de linha de base aprovadas pelo *MethPanel* do Conselho Executivo do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo.

andamento com potencial de participação no mercado internacional de carbono. Esses projetos são os seguintes⁸.

- Consórcio Biogás, liderado pelo Unibanco em parceria com a Fininvest e a rede Blockbuster. Nesse projeto, a Usina Termelétrica Bandeirantes está gerando energia elétrica com gás de lixo proveniente de aterro sanitário da Prefeitura de São Paulo. É o maior empreendimento do gênero no mundo, com 22 MW de potência instalada, onde foram investidos US\$ 17 milhões;
- Projeto Nova Gerar, *joint venture* entre as empresas SA Paulista e Ecosecurities para operação dos aterros sanitários em Nova Iguaçu, no Rio de Janeiro com a implantação de uma usina termelétrica (UTE) de 12 MW e negociação de créditos de carbono no mercado internacional;
- Projeto Vega, parceria entre a Vega, operadora do aterro sanitário de Salvador, e a *ICF Consulting*, para destruir 6.250 m³/h de metano em 2000, com ampliação prevista para 46.250 m³/h em 2020, e a instalação de uma UTE de 8 MW até 2005, a ser ampliada paulatinamente até a capacidade de 40 MW.

As oportunidades de negócios decorrentes do biogás gerado pela decomposição de lixo em ambiente anaeróbico referem-se à presença de metano no biogás. Esse gás pode ser utilizado na geração de energia elétrica ou para propulsão veicular, substituindo combustível fóssil. Nesses casos, assim como na simples queima de biogás em aterros, o metano (CH₄), cujo potencial de aquecimento global é 21

vezes maior que o dióxido de carbono (CO_2), é transformado em dióxido de carbono, reduzindo substancialmente o impacto de aquecimento global e permitindo a venda de créditos de carbono. Portanto, a simples recuperação e queima do metano em aterros poderá gerar receita financeira com a negociação de créditos no mercado internacional de carbono⁹.

Além disso, existem as oportunidades de negócios relativas aos aterros sanitários em si mesmos como solução para a destinação dos resíduos sólidos urbanos, sendo no caso a venda de biogás ou de créditos de carbono um mecanismo destinado a otimizar de sua viabilidade econômico-empresarial.

2.4. Produção de metano

O biogás do lixo é gerado em aterros sanitários a partir de processos físicos e bioquímicos em ambiente anaeróbico. A quantidade total de gás produzido depende fundamentalmente das características do lixo, especialmente da composição no que diz respeito à presença de compostos orgânicos biodegradáveis, às condições de anaerobiose no interior do aterro, ao pH predominante, à ocorrência de substâncias tóxicas e à forma construtiva do aterro.

Sobre a forma construtiva, especialmente importante é a espessura da camada de resíduos, ou a altura do aterro: o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (*IPCC*), por exemplo, recomenda valores de fator de correção de metano (FCM) de

⁹ De acordo com a Comunicação Nacional, as emissões de gases de efeito estufa no Brasil foram de 1 bilhão de toneladas de CO_2 equivalente em 1994, sendo cerca de 7% oriundos do biogás do lixo.

acordo com a profundidade do local de disposição de resíduos sólidos sugerindo:

- para profundidade maior ou igual a 5 m: FCM = 80%
- para profundidade menor que 5m: FCM= 40%
- para locais sem classificação: FCM= 60%

Fonte: IPCC, 1996

Além disso, muito importante são fatores ambientais, como a temperatura, a umidade e a “idade” dos resíduos – isto é, o tempo decorrido desde que os resíduos foram depositados no aterro. Nesse ponto, é importante registrar que o Brasil possui, na maior parte de seu território, condições de clima favoráveis para a produção de biogás em termos de umidade e temperatura¹⁰.

¹⁰ Não há formação de metano a baixas temperaturas.

A quantidade de gás em metros cúbicos produzidos por uma quantidade de resíduos em massa varia fortemente. Ham, 1989, *in Handbook for the Preparation of Landfill Gas to Energy Projects in Latin America and the Caribbean*, 2003, indica uma faixa que vai de 0,05 a 0,40 m³ de gás por kg de resíduos.

Diversos modelos matemáticos de geração de biogás do lixo têm sido formulados, sendo que a *Environment Protection Agency (EPA)* americana vem usando o modelo conhecido como *Scholl-Canyon*, que é formulado a partir da seguinte equação de primeira ordem:

$$Q_{\text{CH}_4i} = k * L_o * m_i * e^{-kt}, \text{ onde}$$

Q_{CH_4i} = metano produzido no ano "i"

K = constante de geração do metano

L_o = Potencial da geração de metano

m_i = resíduos depositados no ano "i"

t = anos depois do fechamento

Os valores de k variam de 0,02 a 0,07, sendo que a EPA usa 0,05 nos aterros onde a precipitação anual é superior a 25 polegadas (63,5 cm) e usa o valor *default* de $L_o = 170 \text{ m}^3$ de metano por tonelada de resíduos (EPA, 1996). Para este trabalho, no entanto, será utilizado o valor de 180 m^3 de metano por tonelada de resíduo, conforme dados das metodologias aprovadas no Painel Metodológico (*MethPanel*) do Conselho Executivo (*Executive Board*) do MDL.

O biogás de aterro possui em sua composição quantidades variáveis de CO_2 , CH_4 , H_2O , H_2S e mercaptanos, sendo que em média o metano contribui com 50 % do total. Essa geração de metano é significativa em termos globais e, em resumo, considera-se hoje em dia que o metano gerado a partir dos resíduos sólidos urbanos e dos processos de tratamento de esgotos representem cerca de 20% das emissões antrópicas de metano (IPCC 1999).

2.5. Tecnologias para aproveitamento de resíduos sólidos urbanos¹¹

Existem, principalmente, dois conjuntos disponíveis de sistemas de aproveitamento econômico de resíduos sólidos urbanos e que devem

¹¹ Este item está fortemente baseado em Rosa, L.P. e.t al. *Aproveitamento Energético de Resíduos Sólidos Urbanos e Óleos Vegetais* in: Tolmasquim, M.T. *Fontes Renováveis de Energia no Brasil*. Ed. Interciência. 515p., 2003.

¹² Para efeito deste estudo, será considerado somente a segunda rota tecnológica: transformação de resíduos, mais precisamente no que diz respeito à geração do biogás e às possíveis reduções de emissão de CO_2 associado à destruição do metano ou à sua utilização para gerar energia elétrica.

ser consorciados: (1) a reciclagem e (2) a transformação dos resíduos¹². Em ambas as rotas, que são complementares, há redução da quantidade de resíduos sólidos urbanos a ser depositada em aterros sanitários, o que amplia a vida útil dos mesmos, e soluciona um dos grandes problemas da atualidade, a escassez de áreas a distâncias razoáveis dos centros de geração dos resíduos e economicamente viáveis para novos depósitos de RSU.

Quanto à transformação, é preciso caracterizar as alternativas em função do fato de o lixo já ter sido disposto ou não. No primeiro caso, a rota mais indicada é a recuperação do biogás oriundo da decomposição da matéria orgânica, para abastecer um sistema de geração. Para o lixo ainda não disposto, existem alternativas capazes de reduzir substancialmente a quantidade de resíduos a serem encaminhados para os aterros.

Existem cinco tecnologias bem desenvolvidas para a geração de energia com os resíduos sólidos urbanos: (a) a tecnologia de aproveitamento do gás de lixo, (b) a tecnologia da incineração controlada do lixo, (c) a tecnologia *Dranco* (*dry anaerobic composting* – compostagem seca anaeróbia), (d) a tecnologia BEM (processo de pré-hidrólise ácida, em fase de teste em planta piloto) e (e), a tecnologia *Kompogas*, que visa a produção de composto orgânico e biogás. A tabela abaixo apresenta as principais características de cada tecnologia.

Tabela 10. Principais tecnologias de aproveitamento energético do lixo

Tecnologia	Característica	Uso	Observação
Gás de lixo (GDL)	Alto potencial de aproveitamento energético. Sistema padrão de coleta GDL com três componentes centrais: poços de coleta e tubos condutores, sistema de tratamento e compressor.	Uso direto do gás como um combustível de médio BTU para caldeiras ou para uso em processos industriais; produção de energia em co-geração; venda de gás de qualidade através de gasodutos; uso local do gás para aquecimento de casas, combustível veicular, etc.	Existem várias tecnologias para geração de energia: motores de combustão interna, turbinas de combustão, turbinas com utilização de vapor, ciclo combinado.
Incineração controlada do lixo	Queima extremamente controlada envolvendo tipicamente duas câmaras de combustão: câmara primária, receptora do lixo, e câmara secundária, que recebe o gás; os gases resultantes normalmente precisam de tratamento.	No Brasil é utilizada atualmente somente para resolver a questão da disposição final dos resíduos perigosos e parte dos resíduos hospitalares.	Seriam necessárias melhorias tecnológicas para permitir o aproveitamento energético de forma economicamente viável.
<i>Dranco</i>	Após o recolhimento do lixo é feita a separação da parte orgânica, que segue para um biodigestor com ausência de oxigênio, vidros e metais, que seguem para a reciclagem, e papéis, plásticos e papelões, que são transformados em briquetes.	No Brasil essa tecnologia está sendo implementada em duas cidades do Rio Grande do Sul: Farroupilha e Caxias do Sul.	Tecnologia já testada amplamente no mundo: existem cerca de 10 plantas em funcionamento na Europa.
BEM	A sigla BEM significa Biomassa - Energia-Materiais. Nessa tecnologia, a biomassa presente nos resíduos sólidos é picada e compactada no silo. Uma rosca helicoidal comprime a biomassa dentro do reator e os produtos fundamentais obtidos são a celulignina e uma solução de açúcares (pré-hidrolisada).	Essa tecnologia, cuja patente é brasileira, está sendo desenvolvida desde o final da década de 80.	Tem por objetivo desenvolver as tecnologias dos materiais lignocelulósicos (madeira, bagaço de cana, capim, resíduos agrícolas, parte orgânica do lixo, etc.) e de digestão material (monazita, zirconita, etc).
<i>Kompogas</i>	Processo de fermentação de resíduos orgânicos com controle de temperatura, controle de velocidade e de gases.	Essa tecnologia funciona bem até 700 toneladas diárias.	Tecnologia desenvolvida na Suíça, onde está implantada em 17 cidades, operando em zona urbana.

2.5.1. Análise de viabilidade econômica da geração de energia elétrica

A utilização dessas tecnologias de geração anteriormente descritas apresenta, entre outros, dois aspectos econômicos muito benéficos

ao país. Primeiramente, aumenta a segurança do sistema elétrico com a geração descentralizada a custos competitivos. Além disso, o combustível utilizado é cotado em moeda nacional e normalmente a custo negativo, permitindo uma reversão de parte do fluxo internacional de capitais, a partir da redução da importação de combustíveis fósseis, substituídos pelos resíduos na geração elétrica, e da captação de recursos internacionais decorrentes do Protocolo de Quioto.

¹³ Foram considerados somente os custos de investimento, de operação e manutenção. Como os resíduos são produzidos e dispostos nas proximidades dos grandes centros urbanos, principais consumidores de energia, desconsidera-se o custo de transmissão de energia elétrica. Quanto ao custo de combustível, este será nulo, se for obtido a partir da recuperação do gás dos aterros, pois o custo de disposição final já terá sido pago, mas será negativo no caso dos resíduos serem utilizados por usinas cujas rotas tecnológicas evitem a disposição final da maior parte dos resíduos sólidos urbanos. Algumas das rotas tecnológicas podem gerar sub-produtos que, caso não sejam comercializáveis, virão a onerar o sistema, reduzindo os custos negativos. Entretanto esta análise não será realizada neste trabalho, pois requer uma avaliação de mercado futuro, com vistas a identificar o potencial de escoamento da produção destes materiais. Outra alternativa que poderia ser considerada é a de doação dos sub-produtos, o que não incorre em nenhuma receita, bem como em nenhum custo extra ao empreendimento. Trata-se dos seguintes sub-produtos: o adubo orgânico na *Dranco*, cinzas (que podem ser utilizadas na construção civil) na Incineração e o furfural na BEM.

Para calcular o custo da energia gerada, seja por térmicas a gás natural, seja por tecnologias para geração a partir de RSU, é utilizada a metodologia de “custo nivelado da energia”, elaborado a partir do Índice Custo-Benefício (ICB). Para tanto, é considerado:

$$\text{ICB} = \text{CI} + \text{COM} + \text{CTI} + \text{CC}$$

onde:

CI – custo anual do investimento na usina em \$/MWh

COM – custo anual de operação e manutenção na usina em \$/MWh

CTI – custo anual de investimentos em transmissão em \$/MWh:

CC – custo anual de combustível da usina em \$/MWh

No que se refere às tecnologias de geração a partir do lixo, os custos bem como as quantidades de combustível utilizadas diferem de acordo com a tecnologia, como pode ser visto na tabela seguinte¹³.

Tabela 11. Dados das principais tecnologias

	Celulignina	Digestão acelerada (<i>Dranco</i>)	Gás de lixo	Incineração
Toneladas/dia	1.250	200	300	500
MW	25	3	3	16
Investimento (US\$/kW)	840	1.500	1.000	1.563
Vida útil (anos)	30	30	15	30
Prazo de Instalação (Meses)	18	9	12	18
Custo de Combustível (US\$/MWh)	- 1,30	- 10,66	0	- 8,18
Custo de operação e manutenção (US\$/MWh)	5,99	10,70	7,13	7,67
Custo de transmissão	0	0	0	0

Fonte: Rosa (2003).

Os custos da energia gerada por cada tecnologia estão apresentados na tabela abaixo, que inclui também os valores para térmicas a gás natural.

Tabela 12. Custo da energia produzida nas diferentes tecnologias

	(US\$/MWh), com taxa de desconto de 20% ao ano, sem impostos
Gás de lixo	46,34
<i>Dranco</i>	45,70
BEM	29,09
Incineração	43,61
Térmica a gás natural (em ciclo combinado)	43,32

Fonte: Rosa (2003).

A tabela acima mostra que as três rotas tecnológicas de geração de energia com resíduos já em funcionamento têm custos próximos aos das termelétricas a gás natural em ciclo combinado, com cerca de US\$ 43,32/MWh¹⁴. A tecnologia BEM sinaliza para custos mais atrativos, em função de seu menor custo de investimento e seu alto rendimento de eletricidade por tonelada de lixo, mas ainda não conta com nenhuma planta em funcionamento.

¹⁴ Esse resultado foi obtido aplicando à metodologia a mesma taxa de desconto de 20%, custo de investimento de US\$ 625,00/kW (Scheaffer, 2000), com dois anos de construção e custos de operação e manutenção de US\$ 7,00/MWh (Oliveira, 2004).

Se considerarmos o potencial de emissão evitada, em equivalente de dióxido de carbono (CO₂e), pelo aproveitamento energético de cada rota tecnológica de acordo com as eficiências individuais de cada tecnologia, temos os seguintes valores:

Tabela 13. Emissões evitadas por cada tecnologia

	GDL	Incineração	Dranco	BEM
Toneladas de lixo por MWh	4,2	1,3	2,8	2,1
Emissão evitada pelo consumo do lixo (tCO ₂ e/MWh)	5,41	1,50	3,61	0,55*
Emissão evitada pela substituição do gás natural (tCO ₂ e/MWh)	0,442	0,442	0,442	0,44 ₂
Emissão evitada (tCO ₂ e/MWh) total	5,85	1,94	4,05	1,0

Fonte: Rosa (2003).

* só 20% da matéria-prima é transformada em celulignina.

2.5.2. Algumas outras questões relacionadas com RSU

No que se refere a medidas novas, que em muito podem facilitar a gestão dos RSU, menciona-se:

- Simplificação do sistema de licenciamento ambiental, que hoje em dia é complexo, excessivamente exigente e demorado;
- Adoção de instrumentos fiscais, generalizando e ampliando o Projeto do ICMS Verde implantado no Estado de Minas Gerais, que transfere um maior valor de ICMS aos municípios que se enquadrem em critérios de preservação ambiental, como é o caso da implantação de aterros sanitários licenciados;
- Disseminação de informações técnicas sobre a construção e operação de aterros sanitários com aproveitamento de biogás e

sobre as opções tecnológicas de geração de energia a partir de RSU;

- Estabelecimento de agência ou órgão que, como a *EPA* nos Estados Unidos, venha a ser a responsável pela articulação dos diversos atores para a viabilização dos projetos citados anteriormente;
- Criação de associação brasileira para o aproveitamento energético de resíduos; essa proposta pode se tornar realidade por meio de um centro de referência de aproveitamento de resíduos, apoiado por algum dos fundos setoriais relacionados com o tema, tais como o Verde-Amarelo e o CT-Energ;
- Consideração do potencial do lixo, ou do GDL, para a geração elétrica, sempre que se forem analisar alternativas de empreendimentos de geração de energia;
- Taxação das prefeituras que mantêm lixões sem nenhum controle ambiental ou aproveitamento energético, introduzindo-se no setor o conceito de “poluidor-pagador”; complementarmente, adoção de uma política de incentivos fiscais para a geração de energia a partir do lixo, inovando-se com um conceito de “responsável-premiável”. Nesse novo conceito, os responsáveis por ações construtivas quanto ao aproveitamento energético de resíduos poderiam concorrer a benefícios fiscais, prêmios, ou outras formas de incentivo, os quais seriam financiados com os recursos advindos dos resultados positivos do balanço geral a ser obtido com o uso racional dos RSU.

3. Linhas de base para os setores elétrico e de resíduos sólidos

Conforme estabelecido pelo Protocolo de Quioto (COP 3) e pelos Acordos de Marraqueche (COP 7), todo projeto MDL tem que ser adicional. Para verificar essa adicionalidade é necessária a construção de uma linha de base confiável, uma vez que isso é uma condição necessária à aprovação do projeto pelo Conselho Executivo do MDL.

No caso de projetos de aumento da eficiência no uso de eletricidade e de geração de eletricidade a partir de fontes renováveis para injeção na rede, deve-se estabelecer a proveniência da energia elétrica deslocada pelo projeto. Em outras palavras, deve-se determinar qual tipo de fonte primária (gás natural, óleo combustível, carvão mineral, hidroeletricidade ou nuclear) estaria gerando para a rede, no cenário de referência (ausência do projeto) a energia que virá a ser economizada ou substituída pelo projeto. O conteúdo em carbono dessa geração evitada é que determina a quantidade de RCEs da atividade de projeto e conseqüentemente a receita com a venda de créditos de carbono propiciada pelo projeto.

No entanto, a determinação do coeficiente de emissão de carbono da rede elétrica é um problema complexo, pois envolve a projeção da futura configuração do sistema. Diferentes hipóteses simplificadoras podem ser adotadas, para tratar a incerteza inerente à questão de como se dará realmente a expansão da geração elétrica no Brasil. Mas uma tendência é observada: nos cenários futuros existe um aumento da intensidade de carbono na rede de distribuição

nacional, principalmente pelo aumento da participação do gás natural na matriz energética (La Rovere e Americano, 1999).

Em termos regionais, deve-se levar em conta que a interconexão entre o sistema Norte-Nordeste e o sistema Sul-Sudeste-Centro-Oeste não permite o intercâmbio de grandes blocos de energia, devido a restrições na capacidade das linhas de transmissão, justificando seu tratamento como dois sub-sistemas separados. A rigor, para o cálculo das linhas de base, torna-se necessário obter dados adequadamente desagregados sobre o despacho da energia elétrica e a tendência futura de expansão da oferta nas diferentes regiões.

Com base nos acordos definidos em Marraqueche, o cenário de referência é aquele que representa razoavelmente as emissões antropogênicas, por fonte, de gases de efeito estufa, que ocorreriam na ausência da atividade do projeto proposto. A linha de base também é definida como o cenário de referência (*business-as-usual*), que é o cenário esperado do setor considerando as práticas usuais e as opções economicamente viáveis. O propósito da linha de base é fornecer informações consistentes sobre o que ocorreria na ausência do projeto, em termos de emissão de GEE, além de informações sobre a redução de emissões estimadas do projeto.

Os acordos de Marraqueche estabeleceram três enfoques opcionais para definição de linhas de base:

- Emissões atuais existentes ou históricas;
- Emissões da tecnologia que representa um percurso economicamente atrativo, levando-se em conta as barreiras ao investimento;
- Média de emissões do setor relacionado à atividade do projeto referente aos últimos cinco anos e cujo desempenho esteja entre os 20% melhores de sua categoria.

Para o setor elétrico conectado à rede de distribuição, algumas metodologias e abordagens vem sendo discutidas (baseadas no item c, acima), e o painel metodológico do MDL vem procurando determinar metodologias que possam ser adotadas por categoria de projetos.

Inicialmente foi estabelecida uma metodologia simplificada para os projetos de geração de eletricidade a partir de fontes renováveis de energia (sistema isolado ou conectados à rede), de capacidade de geração até 15 MW, ditos de pequena escala. Ela é detalhada no documento *Indicative Simplified Baseline and Monitoring Methodologies for Selected Small Scale CDM Project Activities Categories* (anexo II Decisão 21/CP.8 contido no documento UNFCCC/CP/2002/7/Add.3).

De modo geral, admite-se que os projetos de pequena escala não deslocarão grandes empreendimentos planejados, ou seja, não serão capazes de influenciar as decisões de investimentos relacionados a novas plantas. A quantidade de energia produzida por eles é muito pequena em relação ao total proveniente do parque gerador.

Para projetos de pequena escala conectados à rede, o cálculo da linha de base pode ser feito por dois métodos alternativos:

- A média da “margem operacional aproximada” e da “margem construtiva”, onde:
 - o Margem operacional aproximada é a média ponderada de emissões de todas as fontes geradoras de energia elétrica do sistema, excluindo as fontes hidráulica, geotérmica, eólica, biomassa de baixo custo, nuclear e solar;
 - o Margem construtiva é a média ponderada de emissões da recente capacidade adicionada ao sistema, definida como as 20% mais recentes ou as 5 usinas mais recentemente construídas.

- A média ponderada de emissões do *mix* de geração atual.

Também não há problemas no cálculo da linha de base para projetos de pequena escala em sistemas isolados, definida como o consumo da quantidade de combustível que é utilizada pela fonte geradora existente. A emissão da linha de base seria a geração da linha de base multiplicada pelo fator de emissão do combustível que será substituído pelo projeto MDL.

Para projetos de grande escala, foi recentemente aprovada pelo Conselho Executivo a Metodologia consolidada de linha de base para projetos de geração de energia renováveis conectados à rede (ACM0002, CDM/UNFCCC, 2004). De acordo com essa metodologia, a linha de base será a Margem Combinada (MC), que consiste na combinação da Margem Operacional (MO) e da Margem Construtiva (MConst).

Existem quatro possibilidades de cálculo da Margem Operacional:

- Margem Operacional Simples: não inclui no cálculo da linha de base as fontes de energias renováveis (hidro, geotérmica, eólica, biomassa de baixo custo, nuclear e solar) e só deve ser utilizada quando as fontes de baixo custo operacional ou de despacho obrigatório (energias renováveis, hidroeletricidade e nuclear) constituem menos de 50% da geração total da rede (não devendo portanto ser aplicada no caso do Brasil);
- Margem Operacional Simples ajustada: é uma variação da anterior sendo que as fontes de energias são separadas em de baixo custo operacional ou de despacho obrigatório (*low cost/must run*) e outras;
- Margem Operacional obtida a partir dos dados do despacho: é a metodologia mais rigorosa, mas também a mais favorável no caso brasileiro, e é a que deve ser escolhida, quando o órgão nacional responsável pelo despacho do sistema elétrico disponibiliza os dados sobre a operação das usinas, hora a hora, ao longo de todo o ano;
- Margem Operacional Média: é calculada como a média da taxa de emissão de todas as usinas, incluindo a geração a partir de fontes renováveis.

Para este trabalho, em função da ausência de disponibilidade dos dados desagregados do despacho dos sistemas elétricos N/NE e S/SE/CO, será realizada uma estimativa com base na Margem

Operacional Média para o cálculo da linha de base do setor elétrico conectado à rede em todo o país.

Utilizando a média dos três últimos anos, a partir dos dados do Balanço Energético Nacional (BEN), conforme estabelecido na metodologia consolidada ACM0002, o cálculo da margem operacional média considera a inclusão de toda a energia nuclear e a hidroeletricidade, conforme item (a) da tabela abaixo. No entanto, antecipando a situação em que os dados desagregados de despacho sejam disponibilizados, pode-se simular uma aproximação excluindo a energia nuclear e a parcela de hidroeletricidade que seria sempre despachada (operando na base). Adotou-se como parâmetro, respectivamente nas hipóteses (b) e (c) da tabela abaixo, que 50% e 90% da geração hidroelétrica se dariam sempre na base e não seriam substituída por um projeto MDL. Portanto, no cálculo da margem operacional dos itens (b) e (c), incluiu-se somente 50% e 10% da geração hidroelétrica, respectivamente.

Tabela 14. Cálculo da margem operacional

Geração elétrica (GWh/ano)	2000		2001		2002		tCO ₂ /GWh
Total do serviço público	323.899	100%	301.318	100%	315.309	100%	
Gás natural	1.571	0,5%	6.942	2,3%	9.786	3,1%	455
Hidroeletricidade	298.563	92,2%	262.665	87,2%	278.656	88,4%	0
Carvão mineral	7.448	2,3%	7.352	2,4%	5.062	1,6%	1.126
Óleo combustível	6.187	1,9%	6.070	2,0%	3.682	1,2%	877
Óleo diesel	4.084	1,3%	4.010	1,3%	4.286	1,4%	844
Nuclear	6.046	1,9%	14.279	4,7%	13.837	4,4%	0
Margem Operacional Média (a)	55,56		66,85		53,9		Fator de Emissão Média: 58,75
(tCO ₂ /GWh)							
Margem Operacional com 50% de hidro na margem (b)	106,62		129,37		104,83		Fator de Emissão Média: 113,61
(tCO ₂ /GWh)							
Margem Operacional com 10% de hidro na margem (c)	365,72		397,8		335,4		Fator de Emissão Média: 366,3
(tCO ₂ /GWh)							

A Margem Construtiva é definida como sendo calculada a partir das cinco últimas usinas construídas, ou das últimas novas usinas adicionadas ao sistema que compreendam pelo menos 20% da geração atual. Deve-se escolher, entre os dois, pelo método que resultar no maior número de usinas. Na ausência de dados disponíveis usina por usina, adotamos a seguinte aproximação, a partir de dados do BEN (2003).

A geração de eletricidade na rede em 2002 foi de 315.309 GWh. Considerando 20% desse valor temos 63.061 GWh. Subtraindo-se esse valor da geração de eletricidade em 2002, obtemos 252.247 GWh. Como os dados do BEN demonstram que esses 20% foram adicionados a partir de 1994, faremos o cálculo da Margem Construtiva a partir de então.

Tabela 15. Cálculo da margem construtiva

	1994	2002	Adição ao sistema 1994-2002 (GWh)		tCO ₂ /GWh
Total (GWh)	245.875	315.309	69.434	100%	
Gás natural	0	9.786	9.786	14,09%	455
Hidroeletricidade	239.467	278.656	39.189	56,44%	0
Carvão mineral	3.105	5.062	1.957	2,82%	1.126
Óleo combustível	1.401	3.682	2.281	3,29%	877
Óleo diesel	1.847	4.286	2.439	3,51%	844
Energia nuclear	55	13.837	13.782	19,85%	0
Margem construtiva (tCO ₂ /GWh)					Fator de Emissão 154,32

A Margem Combinada é definida como a média aritmética simples entre a Margem Operacional e a Margem Construtiva (igual peso para as duas). Os valores calculados na estimativa adotada neste estudo são portanto.

Tabela 16. Cálculo da margem combinada

Margem combinada (a) (margem operacional média)	106,5	tCO ₂ /GWh
Margem combinada (b) (margem operacional com 50% de hidro na margem)	134,0	tCO ₂ /GWh
Margem combinada (c) (margem operacional com 10% de hidro na margem)	260,3	tCO ₂ /GWh

Deve-se ressaltar a alta sensibilidade das quantidades de RCEs e das receitas potenciais da venda de créditos de carbono ao valor desse parâmetro. Torna-se portanto de grande relevância a disponibilização pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) dos dados desagregados de despacho da rede elétrica no país.

Essa metodologia continua em discussão no *MethPanel*, do Conselho Executivo e poderá vir a ser simplificada no futuro. Para países que são ricos em hidroeletricidade, como o Brasil, é estratégica a definição da parcela da hidroeletricidade a ser incluída no cálculo da margem operacional, como passível de ser substituída pelo projeto MDL. Kartha *et al.* (2002) sugerem que seja excluída do cálculo da margem operacional 50% da hidroeletricidade. No entanto, o PDD¹⁵ do Projeto Vale do Rosário, de geração elétrica a partir de bagaço de cana, definiu como hidroeletricidade que opera na base a média da geração mínima mensal das hidrelétricas multiplicada por 12. A diferença entre a energia total anual produzida por hidrelétricas e esse valor

¹⁵ PDD – Project Design Document
– documento de concepção do projeto.

seria a parcela a ser incluída na margem operacional. De acordo com a hipótese proposta no *PDD* Vale do Rosário, somente 8% da geração hidroelétrica seriam incluídas na margem operacional. Além disso, no cálculo da margem construtiva é adotado um valor alto de coeficiente de carbono, baseado em geração termoelétrica, resultando em uma margem combinada de 604 tCO₂/GWh, valor bem mais elevado portanto que o calculado aqui.

Neste trabalho, as hipóteses adotadas visam apenas fornecer uma referência quantificada da ordem de grandeza do potencial de oportunidades de projetos MDL para o país. A disponibilização pelo ONS de dados desagregados do despacho de energia elétrica é fundamental para se definir com maior precisão o conteúdo em carbono da energia elétrica distribuída pela rede interligada no país.

Para projetos de pequena escala, que utilizam fontes de energias renováveis fora da rede de distribuição de energia elétrica (sistemas isolados), em consonância com o apêndice B do anexo II da Decisão 21/CP.8 no item I.A, a linha de base utilizada neste estudo será a utilização do óleo diesel para geração termelétrica no suprimento a essas comunidades isoladas.

No que diz respeito aos projetos de aproveitamento dos resíduos sólidos urbanos para geração de eletricidade, deve ser considerada na linha de base a liberação do metano pelos aterros sanitários. Muitas vezes esses projetos comprovam a adicionalidade somente considerando a redução da emissão de metano por meio da captura e queima desse gás. Pode-se dizer que no cenário atual raramente o metano de lixo é recuperado e queimado no Brasil, e sendo assim

somente a captura e destruição do metano já se configuraria num projeto MDL. O *MethPanel* do Conselho Executivo do MDL aprovou algumas metodologias, entre elas duas de projetos brasileiros. O cálculo das emissões de metano evitadas, neste trabalho, será baseado nessas metodologias¹⁶.

Essas metodologias apresentam como justificativa de linha de base duas abordagens¹⁷:

- Vega Bahia – A adicionalidade do projeto é demonstrada da seguinte forma: Existe um contrato de concessão pública da empresa com o município de Salvador para construção e operação do aterro sanitário. Como a recuperação e queima do metano no Brasil não é requerido por lei, a linha de base adota que cerca de 20% do metano será capturado e queimado (estimativa conservadora baseada nas melhores práticas). Portanto, todo o metano a mais que for capturado e queimado é considerado adicional. Além disso, é demonstrada a barreira ao investimento¹⁸ (por meio do valor do contrato de concessão e da ausência de Lei para o gerenciamento do metano) e assim comprovada a adicionalidade do projeto. A geração de eletricidade é prevista no projeto mas não faz parte da linha de base (com e sem projeto).
- Nova Gerar – A linha de base considerada é a opção (b) dos Acordos de Marraqueche, que é baseada na noção que o cenário futuro mais viável será determinado pela opção econômica mais racional. Sendo assim, alternativas que apresentam alguma barreira ao investimento

¹⁶ Para a geração de eletricidade a partir do biogás será considerada a linha de base da rede elétrica anteriormente definida.

¹⁷ É importante ressaltar que as metodologias para a linha de base foram aprovadas pelo *MethPanel*, mas isso não significa que o projeto tenha sido aprovado.

¹⁸ Conforme item 48 (b) dos Acordos de Marraqueche (opções de linha de base), citado anteriormente neste trabalho.

são consideradas adicionais. No projeto Nova Gerar, foi feita uma análise financeira para o investimento do projeto e se considerou o cenário *business-as-usual* como a única outra alternativa viável.

4. Oportunidades de projetos enquadráveis no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – energia, resíduos sólidos e eficiência energética

4.1. Fontes alternativas de energia no Sistema Interligado Nacional

4.1.1. Energia eólica

A capacidade instalada de energia eólica no Brasil é cerca de 23 MW, o que corresponde a uma participação muito pequena na capacidade de energia elétrica total. Essa tecnologia está disponível no Brasil por intermédio de algumas empresas internacionais. Segundo a Eletrobrás, o potencial de energia eólica é cerca de 28.900 MW ao custo de 40 a 84 US\$/MWh. O melhor potencial está concentrado na costa da região nordeste, e em menor escala na costa sul e sudeste do Brasil. No entanto existem alguns locais localizados longe da região costeira, que possuem boa velocidade de vento (7 m/s), como nos estados da Bahia, de Minas Gerais e do Paraná.

O Proinfa pretende adicionar ao sistema interligado 1.100 MW de energia eólica até 2006, o que corresponderia a cerca de 3.850 GWh/ano (considerando um fator de capacidade de 40%). Conforme as hipóteses para a linha de base temos os valores abaixo indicados.

Tabela 17. Potencial de energia eólica (Proinfa)

Hipóteses	Descrição	Geração	Emissões evitadas	Receita (RCEs a US\$ 5,00)	
1	106,5 tCO ₂ /GWh	Geração eólica	410 mil tCO ₂ /ano	US\$ 2,05 milhões/ano	US\$ 0,53/MWh
2	260,3 tCO ₂ /GWh	Geração eólica em 2006 3.850 GWh/ano	1,0 MtCO ₂ /ano	US\$ 5 milhões/ano	US\$ 1,30/MWh

Considerando o preço das Reduções Certificadas de Emissões como sendo em torno de US\$ 5,00, teremos no ano 2006 uma receita proveniente do MDL de cerca de US\$ 2,05 milhões para a hipótese 1. Isso corresponde a cerca de US\$ 0,53/MWh. Considerando a hipótese 2, teríamos cerca de US\$ 5 milhões, correspondendo a US\$ 1,30/MWh. Esses valores estão muito abaixo do valor necessário para remunerar a energia gerada, mas a receita obtida com os RCEs pode auxiliar na redução do custo da energia e na atratividade do empreendimento. A chamada pública do Proinfa atraiu 3.682 MW de projetos de energia eólica, sendo que 1.100 MW foram contratados (setembro 2004). Portanto, existe um potencial de projetos aguardando condições financeiras favoráveis para sair do papel.

Segundo Nascimento *et al.* (2003), a energia eólica encontra-se próxima de alcançar o custo marginal de expansão, projetado para US\$ 34/MWh nos próximos 10 anos. A situação de competitividade seria obtida nos melhores sítios, utilizando tecnologia de custos de implantação abaixo de US\$ 1.000/kW. No entanto, as análises econômicas tradicionais não exploram características próprias da situação brasileira de geração predominantemente hidroelétrica, onde a energia eólica teria a possibilidade de complementar a energia de base gerada (devido à complementaridade dos regimes de vento e

hidrológicos). Além disso, poderiam ser mais bem analisados os ganhos associados à geração de ponta e redução de perdas pela injeção de potência nas áreas litorâneas próximas aos grandes centros de consumo e em extremidades de redes.

4.1.2. Pequenas centrais hidrelétricas

Nos últimos anos houve um estímulo à construção de PCH em todo o território nacional. Como resultado desse esforço, entre 1995 e 2002, entraram em operação aproximadamente 1.000 MW de potência de PCH. Além disso, os estudos de inventário em análise e aprovados pela Aneel somam 2.837 MW para aprovação e 4.478 MW aprovados, totalizando 7.316 MW para construção de novos projetos de PCH, mostrando assim um mercado promissor.

Algumas das PCH já aprovadas pela Aneel participaram da chamada pública do Proinfa. A chamada pública do Proinfa atraiu 1.924 MW, sendo que 1.099 MW foram contratados (setembro de 2004). Os 1.100 MW previstos correspondem a cerca de 5.780 GWh/ano (para um fator de capacidade de 60%). Considerando as mesmas hipóteses adotadas para a energia eólica, temos os valores abaixo.

Tabela 18. Potencial de pequenas centrais hidrelétricas (Proinfa)

Hipóteses	Descrição	Geração	Emissões evitadas	Receita (RCEs a US\$ 5,00)	
1	106,5 tCO ₂ /GWh	Geração PCH em 2006 de	615,5 mil tCO ₂ /ano	US\$ 3,07 milhões/ano	US\$ 0,53/MWh
2	260,3 tCO ₂ /GWh	5.780 GWh/ano	1,5 MtCO ₂ /ano	US\$ 7,50 milhões/ano	US\$ 1,30/MWh

Portanto, para a hipótese 1 as emissões evitadas seriam de 615,5 mil tCO₂/ano, o que corresponderia a uma receita de US\$ 3,07 milhões (RCEs a US\$ 5,00) e a US\$ 0,53/MWh¹⁹. Para a hipótese 2, seria evitada 1,5 MtCO₂/ano, correspondendo a uma receita de US\$ 7,5 milhões e a US\$ 1,30/MWh.

4.1.3. Biomassa em geral

A capacidade instalada de usinas de biomassa operando atualmente, incluindo bagaço de cana-de-açúcar, casca de arroz e resíduos de madeira é 2.045 MW, sendo que a maior parte opera na região Sudeste. Com relação a novos empreendimentos, existem atualmente mais 163 MW de usinas de casca de arroz e resíduos de madeira em implementação, e cerca de 1.037 MW de bagaço de cana requerendo financiamento no BNDES (Cenbio, 2003). Estimativa do MME (2004) situa o potencial atual de geração de energia elétrica a partir da biomassa em cerca de 4.000 MW, podendo chegar a 12 mil MW dependendo da tecnologia empregada.

No Proinfa, somente se candidataram à chamada pública 995 MW de geração de energia a partir da biomassa²⁰. Conforme comentado anteriormente no item 1.2-c somente foram contratados 327 MW de biomassa devido à desistência da maioria dos empreendedores dos projetos de bagaço de cana²¹. Como na segunda rodada do Proinfa, os 1.100 MW não foram preenchidos e o saldo foi então dividido pelas outras fontes de energias renováveis (PCH e eólica).

Segundo a avaliação do MME, uma das dificuldades da geração de energia a partir do bagaço da cana, é que o setor sucro-alcooleiro

¹⁹ Esse valor depende do fator de emissão da rede de distribuição e portanto será o mesmo para todo empreendimento de energia alternativa no sistema interligado que tenha como linha de base os coeficientes adotados nesse trabalho: 106,5 tCO₂/GWh e 260,3 tCO₂/GWh.

²⁰ Nenhuma geração a partir de biogás.

²¹ Essa desistência seria uma forma de demonstrar insatisfação com o valor econômico fixado para a biomassa. No entanto, parece não haver chances de que esse valor venha a ser alterado pelo governo.

²² A conexão de energia alternativa (biomassa, eólica) ainda é um problema que precisa ser melhorado tecnicamente.

está acostumado a rendimentos mais altos, obtidos com o açúcar e álcool. Além do mais, a geração de energia elétrica para alimentar a rede de distribuição não é a atividade fim do setor, provocando uma inércia inicial. Também existem alguns problemas técnicos que precisam ser resolvidos, tais como a conexão dessa energia na rede²². Apesar disso, para calcular o potencial de redução de gases de efeito estufa da geração de energia a partir da biomassa, serão levados em consideração os 1.100 MW previstos no Proinfa.

Tabela 19. Potencial de biomassa (Proinfa)

Hipóteses	Descrição	Geração	Emissões evitadas	Receita (RCEs a US\$ 5,00)	
1	106,5 tCO ₂ /GWh	Geração biomassa	715,5 mil tCO ₂ /ano	US\$ 3,57 milhões/ano	US\$ 0,53/MWh
2	260,3 tCO ₂ /GWh	em 2006 de 6.750 GWh/ano	1,73 MtCO ₂ /ano	US\$ 8,7 milhões/ano	US\$ 1,30/MWh

A biomassa seria responsável por gerar 6.750 GWh/ano (adotando um fator de capacidade de 70%) que, na hipótese 1, evitaria cerca de 715,5 mil tCO₂/ano representando uma receita de US\$ 3,57 milhões/ano. E a redução no custo do MWh, como para as outras fontes, será de US\$ 0,53/MWh. Para a hipótese 2, teremos cerca de 1,73 MtCO₂/ano, correspondendo a US\$ 8,7 milhões/ano e a US\$ 1,30/MWh.

4.1.4. Total do Proinfa 1ª fase

Considerando que a segunda fase do Proinfa não ocorrerá, vamos imaginar que a geração de eletricidade a partir das fontes alternativas de energia será constante, até 2022. Portanto, a partir de 2006, quando os empreendimentos contratados pelo Proinfa entrarão em operação,

teremos cerca de 16.380 GWh/ano (somando-se a geração das três fontes). Esse valor representa 1,75 MtCO₂/ano (hipótese 1) e 4,2 MtCO₂/ano (hipótese 2). Considerando todo o período temos: 27,9 MtCO₂ e 67,6 MtCO₂ respectivamente para as duas hipóteses, o que nos daria uma receita total de US\$ 139,5 milhões (hipótese 1) e US\$ 336 milhões (hipótese 2), no total do período de 2006 – 2022.

Tabela 20. Potencial do Proinfa 1ª fase

Hipóteses	Descrição	Geração	Emissões evitadas	Receita (RCEs a US\$ 5,00)	
1	106,5 tCO ₂ /GWh	Proinfa 1ª fase total – considerando que a 2ª fase Proinfa não ocorrerá	2006: 1,75 MtCO ₂ /ano Período 2006 - 2022: 27,9 MtCO ₂	US\$ 8,75 milhões/ano Período 2006 – 2022: US\$ 139,5 milhões	US\$ 0,53/MWh
2	260,3 tCO ₂ /GWh	16.380 GWh/ano a partir de 2006	2006: 4,2 MtCO ₂ /ano Período 2006 – 2022: 67,6 MtCO ₂	US\$ 21,0 milhões/ano Período 2006 – 2022: US\$ 336 milhões	US\$ 1,30/MWh

Para comparação, o investimento total do Proinfa 1ª fase é estimado em R\$ 8,6 bilhões (ou US\$ 2,87 bilhões, com o dólar a 3 reais) (MME,2004).

4.1.5. Proinfa 2ª fase

Apesar das incertezas quanto à segunda fase do Proinfa, faremos uma simulação para calcular seu potencial de redução de emissões de CO₂, caso ela ocorra. A meta estabelecida para a segunda fase do Proinfa é o suprimento de 15% do crescimento anual da demanda de energia elétrica do país, até que em 2020 10% do consumo anual de energia elétrica fosse atendido a partir de fontes alternativas de energia. Considerando as atuais incertezas sobre a materialização da segunda fase do Proinfa, e que essa meta é ambiciosa, decidimos utilizar a projeção

da matriz energética em 2022, realizada pelo PPE/Coppe/UFRJ para o MME, com base nas hipóteses do Plano Decenal de Expansão até 2015, e num crescimento do mercado de 5% ao ano até 2022 (PPE/Coppe/UFRJ, 2003). Isso acarretaria uma expansão das fontes alternativas de energia apoiadas pelo Proinfa de 16,4 TWh em 2006 para 77,7 TWh em 2022, ou seja cerca de 61,4 TWh a mais de geração a partir de fontes de energia renováveis. A capacidade de geração instalada no âmbito do Proinfa atingiria 17,6 GW em 2022, segundo essas hipóteses. Nesse ano, a participação do Proinfa na geração de energia elétrica no país chegaria a 8%, abaixo, portanto, do objetivo fixado.

Mantendo-se a hipótese de igual participação das três fontes (eólica, biomassa, PCH), as emissões evitadas em 2022 pelo Proinfa (total da 1ª e 2ª fases), seriam de 8,3 MtCO₂/ano (hipótese 1) a 19,9 MtCO₂/ano (hipótese 2). Considerando uma premissa simplificadora de um crescimento linear da geração de energia elétrica apoiada pela segunda fase do Proinfa (valor incremental de 3,8 TWh/ano), no período 2007 – 2022, o total de emissões evitadas pelo Proinfa (total da 1ª e 2ª fases) no período seria de 84,3 MtCO₂, correspondendo a uma receita de US\$ 421,6 milhões, na hipótese 1, e 204 MtCO₂, correspondendo a US\$ 1,17 bilhões para a hipótese 2 (RCEs a US\$ 5,00).

Considerando a segunda fase do Proinfa isoladamente, teríamos valores médios anuais no período 2007-2022 de 3,47 a 8,49 MtCO₂/ano para o potencial de redução de emissões, e de US\$ 17,4 a 42,5 milhões de receita anual obtida com a venda dos RCEs, conforme mostra a tabela abaixo.

Tabela 21. Potencial do Proinfa 2ª fase

Hipóteses	Descrição	Geração	Emissões evitadas	Receita (RCEs a US\$ 5,00)	
1	106,5 tCO ₂ /GWh	Proinfa 2006 a 2022 16,38 TWh/ano em 2006 para 77,7TWh/ano em 2022	2006: 1,75 MtCO ₂ /ano 2022: 8,26 MtCO ₂ /ano Período 2006 - 2022: 84,3 MtCO ₂	Período 2006–2022: US\$ 421,6 milhões	US\$ 0,53/MWh
2	260,3 tCO ₂ /GWh	(considerando 1ª e 2ª fase)	2006: 4,2 MtCO ₂ /ano 2022: 19,9 MtCO ₂ /ano Período 2006 – 2022: 204 MtCO ₂	Período 2006–2022: US\$ 1,17 bilhões	US\$ 1,30/MWh
Somente Proinfa 2ª fase	Hipótese 1 106,5 tCO ₂ /GWh Hipótese 2 260,3 tCO ₂ /GWh	De 3,84 TWh/ano em 2007 a 61,4 TWh/ano em 2022 valor incremental anual de 3,84 TWh/ano valor médio anual de 32,6 TWh/ano no período 2007-2022	3,47 a 8,49 MtCO ₂ /ano (hipóteses 1 e 2)	US\$ 17,4 a 42,5 milhões/ano	US\$ 0,53 a 1,30/MWh

4.1.6. Bagaço de cana-de-açúcar

O bagaço é um subproduto proveniente do processamento da cana-de-açúcar, cuja quantidade disponível é equivalente a cerca de 25% do peso da cana fresca, e contém um terço da energia da cana. Segundo a Aneel, existem cadastrados 184 autoprodutores do setor sucro-alcooleiro, que somavam em 2003 uma capacidade instalada de 1.582 MW, cerca de 10% da capacidade termelétrica brasileira. Em 2002 foram comercializados 5.360 GWh de excedentes (1,6% do consumo de eletricidade no Brasil); apenas uma concessionária (CPFL) tinha 291 MW em contratos de compra em 2003 (Macedo e Nogueira, 2004).

O contexto atual do setor elétrico abre oportunidades para que o excesso de energia elétrica gerada possa ser colocado na rede de distribuição. Além disso, existe a complementaridade com a hidroeletricidade, já que a geração proveniente do bagaço é feita nos meses secos do inverno.

O avanço para tecnologias comerciais de co-geração mais eficientes na conversão termelétrica está ocorrendo rapidamente (sistemas de co-geração, operando na safra, a 60-80 bar, com bagaço – o que proporciona um potencial de 4.800 MW). Na seqüência, deverá ser incrementado o uso de parte da palha da cana (talvez até 50%) e sistemas com operação anual, usando ciclos de condensação-extração (o que levaria a um potencial de 7.000 MW). A tecnologia de gaseificação, com o emprego de turbina a gás, é a grande promessa, pois se espera dobrar a energia gerada (potencial de 14 mil MW) pela mesma quantidade de biomassa quando comparada ao ciclo vapor com queima direta mais eficiente em uso hoje. Mas essa tecnologia não deverá estar comercial e competitiva em menos de 10 anos (Macedo e Nogueira, 2004).

Uma avaliação subjetiva, considerando o potencial das tecnologias existentes, o perfil conservador do setor e as diferenças tecnológicas e de capacidade entre as usinas indica um potencial realizável entre 4.000 e 5.000 MW, para 350 milhões de toneladas (Mt) de cana por ano.

No entanto, algumas barreiras existem: a cultura de mercado da indústria de cana-de-açúcar é baseada em duas *commodities* – açúcar e álcool. Portanto, existe necessidade de incentivos extras para essa indústria investir na produção de eletricidade, uma vez que esse produto não pode ser estocado para especulações de preço. Além disso, a negociação da venda da energia requer outro tipo de conhecimento, que não faz parte do cotidiano da indústria da cana-de-açúcar. Assim, a receita obtida com os RCEs pode vir a ser uma oportunidade para algumas indústrias expandirem sua capacidade

de geração de eletricidade e operar de forma mais racional dentro do novo contexto do setor elétrico.

Os investimentos associados à co-geração nas usinas de açúcar e álcool são bastante diferenciados em função do estágio atual da instalação e também da configuração que se pretende viabilizar. Os níveis de investimentos normalmente são apresentados em associação com a capacidade excedente a ser viabilizada, supondo que a instalação de co-geração da usina no momento presente é tal que a condição de auto-suficiência está assegurada.

A tabela seguinte (Coelho *et al.*, 2003) apresenta os dados levantados pelo Centro Nacional de Referência em Biomassa (Cenbio), para os custos de investimento. Note-se que o investimento varia de acordo com a tecnologia, o fator de capacidade (FC), os parâmetros de vapor gerado no processo, e se a eletricidade é gerada somente na época da colheita (FC safra = 0,468) ou durante o ano todo (FC = 0,85).

Tabela 22. Custos de investimento para ampliação da co-geração

Caso	Parâmetro do vapor gerado	Demanda de vapor de processo por tonelada de cana	Operação e FC anual	Excedente elétrico por tonelada de cana	Investimento estimado US\$/kW (dólar a 3 reais)
1	2,2 Mpa, 300°C	500 kg	Safra 0,468	até 10 kWh	216,00
2	4,2 Mpa, 400°C	500 kg	Safra 0,468	até 20 kWh	334,00
3	6,0 Mpa, 450°C	500 kg	Safra 0,468	até 30 kWh	500,00
4	6,0 Mpa, 450°C	500 kg	Safra 0,468	até 40 kWh	667,00
5	8,0 Mpa, 480°C	340 kg	Ano todo 0,85	até 126 kWh	834,00

Mpa – Mega pascal (unidade de pressão).

Fonte: Coelho *et al.*, 2002.

Assim, para se ter uma idéia do potencial de mitigação de GEE do bagaço, podemos considerar, a princípio, o potencial de 5.000 MW (para 350 Mt/ano de cana). A geração correspondente, considerando

os diferentes fatores de capacidade, será entre 20,4 e 37,2 TWh/ano. Isso nos dará de 2,17 a 3,96 MtCO₂/ano evitadas e uma receita de US\$ 10,85 a 19,8 milhões/ano, na hipótese 1; e 5,3 a 9,56 MtCO₂/ano evitadas e uma receita de US\$ 26,5 a 47,8 milhões/ano, na hipótese 2.

Os cálculos da tabela abaixo consideram um crescimento linear para se atingir os 5.000 MW em 10 anos, com um incremento anual de 500 MW por ano. Isso nos daria valores médios anuais no período de 2006 a 2015 de 1,2 a 2,2 MtCO₂/ano para a hipótese 1 e 2,9 a 5,3 MtCO₂/ano para a hipótese 2, correspondendo a cerca de US\$ 6,0 a 11,0 milhões/ano (hipótese 1) e US\$ 14,5 a 26,5 milhões/ano (hipótese 2).

Tabela 23. Potencial de bagaço de cana

Hipótese	Descrição	Geração	Emissões evitadas (conforme FC)	Receita RCEs a US\$ 5	
1	106,5 tCO ₂ /GWh	Geração de bagaço de cana FC = 0,468 = 20,4 TWh/ano	2,17 a 3,96 MtCO ₂ /ano	US\$ 10,85 a 19,8 milhões/ano	US\$ 0,53/MWh ou US\$ 0,031 a 0,056/t cana
2	260,3 tCO ₂ /GWh	FC = 0,85 = 37,2 TWh/ano	5,3 – 9,56 MtCO ₂ /ano	US\$ 26,5 a 47,8 milhões/ano	US\$ 1,30/MWh ou US\$ 0,075 a 0,14/t cana
Valores iniciais em 2006			Hipótese 1 0,216 a 0,395 MtCO ₂ /ano Hipótese 2 0,53 a 0,95 MtCO ₂ /ano	Hipótese 1 US\$ 1,08 a 1,97 milhões/ano Hipótese 2 US\$ 2,65 a 4,78 milhões/ano	
Valor médio anual no período 2006-2015 (crescimento linear em 10 anos)			Hipótese 1 1,2 a 2,2 MtCO ₂ /ano Hipótese 2 2,9 a 5,3 MtCO ₂ /ano	Hipótese 1 US\$ 6,0 a 11,0 milhões/ano Hipótese 2 US\$ 14,5 a 26,5 milhões/ano	

Como comparação, a remuneração do Proinfra para o bagaço de cana é em torno de R\$ 101,08/MWh (corrigido para setembro de 2004), ou US\$ 33,70/MWh, com o dólar a R\$ 3,00. Segundo Macedo e Nogueira (2004), isso representaria R\$ 4,60/t cana. O faturamento com açúcar e álcool é de cerca de R\$ 60,00/t cana.

Esse fato é apontado por alguns como a principal barreira para a geração de energia elétrica a partir da biomassa. Mas o que precisa ficar bem claro para o setor é que energia elétrica, açúcar e álcool são diferentes *commodities*, com diferentes preços de mercado e que uma não impede a outra, mas sim se complementam. Dados do MME (2004) indicam que a taxa interna de retorno (TIR) dos projetos de geração elétrica a partir do bagaço de cana se situa em torno de 14,89%.

4.1.7. Casca de arroz

O uso de casca de arroz para gerar eletricidade é recente. Em 1996 a primeira termoelétrica utilizando casca de arroz foi implantada em São Gabriel, no Rio Grande do Sul, ao custo de cerca de US\$ 2 milhões, com uma capacidade instalada de 2 MW, representando um custo de investimento da ordem de US\$ 1.000/kW. Atualmente essa usina produz eletricidade suficiente para atender a demanda do próprio processo industrial e o excesso de eletricidade é vendido à concessionária de energia local. Estimativas indicam que existe um potencial no Rio Grande do Sul da ordem de 1.200 MW (*United Nations Industrial Development Organisation – Unido, 2003*).

Recentemente, o CentroClima/Coppe/UFRJ elaborou um estudo de viabilidade técnica e econômica para o Fundo Nacional de Meio Ambiente (FNMA), para verificar a possibilidade de empreendimentos semelhantes poderem se candidatar ao MDL. Foi analisado o possível enquadramento da pequena central termelétrica (PCT) de co-geração de 3 MW de potência instalada, para uma indústria de beneficiamento de arroz da empresa Urbano Agroindustrial. Esse

estudo demonstrou que a geração de eletricidade a partir da casca de arroz é viável tecnicamente e possui bons resultados econômicos, sendo um projeto elegível no MDL.

Considerando um potencial estimado de 1.200 MW e a hipótese de que a totalidade desse potencial possa ser atingida em 10 anos, por meio de um incremento linear, teríamos cerca de 120 MW de capacidade construída anualmente de 2006 até 2015. A energia adicionada a cada ano seria de 630,7 GWh/ano (FC de 60%), chegando em 2015 a cerca de 6,3 TWh/ano. Portanto, o valor médio anual no período 2006-2015 seria, na hipótese 1, de 0,37 MtCO₂/ano evitado, correspondendo a uma receita potencial de US\$ 1,85 milhões por ano (RCEs a US\$ 5,00/tCO₂); para a hipótese 2, esse valor seria de 0,9 MtCO₂/ano evitado, com uma receita equivalente a US\$ 4,5 milhões por ano, conforme ilustrado na tabela abaixo.

Tabela 24. Potencial de casca de arroz (somente geração de energia elétrica)

Hipóteses	Descrição	Geração	Emissões evitadas	Receita (RCEs a US\$ 5)	
1	106,5 tCO ₂ /GWh	Geração a partir da casca de arroz: 630,72 GWh/ano em 2006 6.307 GWh até 2015	67,1 mil tCO ₂ /ano em 2006	US\$ 335,5 mil/ano em 2006	US\$ 0,53/MWh
			671,7 mil tCO ₂ até 2015	US\$ 3,35 milhões até 2015	
2	260,3 tCO ₂ /GWh	6.307 GWh até 2015	162,0 mil tCO ₂ /ano em 2006	US\$ 810,4 mil/ano em 2006	US\$ 1,30/MWh
			1,62 MtCO ₂ até 2015	US\$ 8,1 milhões até 2015	
1 e 2		Incremento linear anual de 0,63 TWh de 2006 a 2015 Valor médio de 3,47 TWh/ano no período	0,37 a 0,90 MtCO ₂ /ano	US\$ 1,85 a 4,5 milhões/ano	

É importante ressaltar que esses cálculos foram obtidos utilizando como linha de base o fator de emissão da rede de distribuição do sistema interligado, conforme as hipóteses adotadas para a linha de base. No entanto, muitas dessas indústrias utilizam geradores diesel para firmar a energia no horário de ponta. Portanto, analisando caso a caso, o potencial de mitigação de gases de efeito estufa, para essa modalidade de projeto, pode ser ainda maior.

Além disso, a linha de base para essa modalidade de projeto deve considerar o metano emitido, caso as cascas de arroz sejam depositadas em aterro sanitário, ou enterradas. Podemos, a título meramente ilustrativo, imaginar que para o potencial estimado de 1.200 MW, alguns empreendimentos tenham como prática comum depositar a casca de arroz em aterros sanitários e outros queimar ou simplesmente depositar as cascas de arroz em terrenos baldios.

Com base no estudo feito para a Empresa Urbano Industrial, podemos fazer uma estimativa de qual seria o potencial de metano a ser evitado, caso a casca venha a ser enterrada ou depositada em aterros. Nesse estudo, a usina de 3 MW consumiria cerca de 42.800 toneladas de casca de arroz. A linha de base considera que essa casca seria disposta em aterro sanitário, e seria responsável pela emissão de cerca de 38.500 tCO₂e/ano. Portanto, teríamos um coeficiente de 0,9 tCO₂e/tonelada de casca de arroz.

Para o potencial estimado de construção de capacidade de 120 MW (630,7 GWh/ano) seriam necessários cerca de 5,13 Mt de casca de arroz por ano. Consideraremos que, na média, somente 10% dos

empreendimentos assegurassem uma disposição adequada das cascas de arroz em aterros sanitários, na ausência dos projetos. Também utilizaremos a premissa simplificadora de um incremento linear na capacidade instalada, ao longo de um período de 10 anos, de 2006 a 2015. Teríamos então, nesse caso, uma média anual de 2,8 Mt/ano de casca que seriam depositadas em aterro. A emissão correspondente seria de 2,5 MtCO₂e/ano. Com RCEs a US\$ 5,00/tCO₂ teríamos US\$ 12,5 milhões/ano, o que corresponderia a cerca de US\$ 4,47 por tonelada de casca ou a US\$ 0,07/m³CH₄.

Vale ressaltar que esse valor é somente uma estimativa, uma vez que é preciso analisar cada empreendimento para verificar qual seria a linha de base e o respectivo potencial de redução de metano.

Tabela 25. Potencial de emissões de metano evitadas pelo aproveitamento da casca de arroz

Potencial	Quantidade de casca de arroz necessária	Considerando na linha de base que somente 10% da casca vá para aterros sanitários	Emissão correspondente (0,9 tCO ₂ e/t casca)	Receita (RCEs a US\$ 5,00)
120 MW em 2006	5,13 Mt/ano	0,5 Mt/ano	0,45 MtCO ₂ e/ano	US\$ 2,25 milhões/ano correspondentes a US\$ 4,47/t casca ou US\$ 0,07/m ³ CH ₄
1.200 MW em 2015	51,3 Mt/ano	5,13 Mt/ano	4,6 MtCO ₂ e/ano	US\$ 23 milhões/ano
	Valor médio anual com base em incremento linear de 5,13 Mt/ano	2,8 Mt/ano	2,5 MtCO ₂ e/ano	US\$ 12,5 milhões/ano

4.1.8. Resíduos sólidos urbanos – biogás de aterro sanitário

O cenário geral prospectivo que se estabelece para estimar a oportunidade de negócios possíveis com a venda de biogás de lixo

para geração de energia elétrica ou de venda de créditos de carbono leva em conta os seguintes pressupostos:

- A quantidade aproximada de resíduos sólidos urbanos produzidos e efetivamente coletada no Brasil em 2000 foi cerca de 93.150 toneladas por dia²³ (33,5 Mt/ano). Vamos considerar que essa quantidade será constante, uma vez que o crescimento da produção de lixo, decorrente do aumento vegetativo da população e do consumo *per capita*, será compensado pela evolução dos programas de reciclagem por meio de projetos de coleta seletiva, de instalações de triagem e novos processos de industrialização da reciclagem de materiais;
- A quantidade de resíduos encaminhados a aterros sanitários e aterros controlados, onde as condições de decomposição são predominantemente anaeróbias corresponde a 70 % do total, ou seja, 65 mil t/dia (23,4 Mt/ano). A previsão é de um aumento gradativo do percentual encaminhado a aterros sanitários ou controlados, até alcançar 100% no ano 2015;
- A produção média de biogás por tonelada de lixo, nas condições sócio-ambientais brasileiras é de 180 metros cúbicos por tonelada de lixo²⁴;
- A produção de energia equivale a 0,5 MWh/t de lixo, nas condições brasileiras;
- A quantidade média de metano no biogás é de 50%, ao longo do período de produção de gás no aterro;
- O preço do MWh de energia gerada a partir de biogás no mercado presente de energia é de US\$ 50,00/MWh (vide Aterro Bandeirantes) e o preço do metano é US\$ 0,02/m³;
- O potencial de aquecimento global (GWP) do metano é 21;
- O fator de conversão do metano é 0,000679 tCH₄/m³CH₄²⁵.

²³ Valor estimado em função da produção *per capita* média no país (0,75 kg/hab/dia), para uma população urbana de aproximadamente 138 milhões de habitantes e considerando que 90% do total é efetivamente coletado. Esse valor é diferente do estimado pelo IBGE (125.000 t/dia) em função de o cálculo ser para 169.489.853 habitantes (população urbana e rural).

²⁴ Conforme valor adotado pelo projeto Vega, em Salvador da Bahia.

²⁵ Conforme metodologia aprovada no projeto Nova Gerar

Assim, para o cenário 1, considerando que somente 23,4 Mt/ano de resíduos, que são depositados em aterros sanitários e controlados, poderiam ser aproveitados, temos uma geração de eletricidade de cerca de 11.700 GWh/ano. Essa geração de energia evitaria cerca de 1,24 MtCO₂/ano, para a hipótese 1 de linha de base e cerca de 3,0 MtCO₂/ano para a hipótese 2.

O cálculo da quantidade de metano considera que o sistema instalado possui uma eficiência de 85%, ou seja 15% podem ser considerados como emissões fugitivas. Considerando a conversão de unidades para tCH₄/ano e o potencial de aquecimento global do metano teríamos cerca de 25,5 MtCO₂e²⁶. Podemos deduzir 20% desse valor para considerar futuras obrigações legais ou melhoramentos na prática de gerenciamento de resíduos²⁷. As emissões evitadas totais seriam a soma das emissões evitadas pelo uso do biogás em substituição da geração termoelétrica tradicional e as emissões evitadas de metano devido à sua captura: 21,64 MtCO₂e/ano na hipótese 1 e 23,4 MtCO₂e/ano na hipótese 2.

²⁶ Conforme metodologia aprovada do projeto Nova Gerar.

²⁷ Conforme linha de base do projeto Nova Gerar.

A mesma metodologia de cálculo foi feita para o cenário 2, que considera o potencial possível de 33,5 Mt/ano em 2015, ou seja, que todo o lixo coletado seja encaminhado para aterros sanitários.

Além disso, podemos adotar algumas hipóteses adicionais. Por exemplo, é difícil supor que todo o metano que venha a ser capturado seja direcionado para geração de eletricidade. Uma vez que somente a captura e a simples queima do metano já seria um projeto MDL, podemos supor que no cenário brasileiro cerca de 50% do metano capturado seja direcionado para geração de eletricidade e os outros

50% somente para a queima. Isso nos daria um total de emissões evitadas de cerca de 21 e 22,1 MtCO₂e/ano para as hipóteses 1 e 2, respectivamente (Cenário 3), considerando o potencial total. Isso corresponderia a uma receita de cerca de US\$ 105 a 110,5 milhões/ano.

Ainda, para efeito de comparação, vale ressaltar o preço do MWh da energia gerada a partir de biogás no mercado atual de energia, conforme contrato do Aterro Bandeirantes em São Paulo: US\$ 50,00/MWh, com o preço do metano a US\$ 0,02/m³.

Sendo assim, para o cenário 3 (nas mesmas condições do Aterro Bandeirantes), 5,9 TWh/ano de eletricidade vendidos a US\$ 50/MWh nos daria uma receita de US\$ 295 milhões/ano. A venda dos créditos de carbono nos daria uma receita de US\$ 3,14 milhões/ano (hipótese 1) e US\$ 7,5 milhões/ano (hipótese 2). Esse valor representa respectivamente cerca de 1% e 2,5% da receita obtida com a venda da eletricidade nas mesmas condições do Aterro Bandeirantes.

Já a receita obtida com a venda do metano no Aterro Bandeirantes, conforme o contrato, seria cerca de US\$ 35 milhões/ano em comparação a US\$ 102,1 milhões/ano da venda das RCEs. Assim, a venda dos créditos de carbono no mercado internacional nos daria uma receita de cerca de US\$ 0,06/m³CH₄. Esse valor é três vezes superior ao valor do metano comercializado no Aterro Bandeirantes. Portanto, podemos verificar que o uso do biogás se torna vantajoso principalmente devido à possibilidade de mitigação das emissões de metano.

A tabela abaixo exemplifica os cálculos adotados para hipótese 1 e hipótese 2 da linha de base.

Tabela 26. Potencial de redução de emissão do biogás

	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3 baseado hipótese 1 50% do lixo para queima de CH ₄ , 50% para geração de eletricidade		Cenário 3 comparação com Aterro Bandeirantes
			11,7 Mt/ano (eletricidade)	11,7 Mt/ano (metano)	
Quantidade de resíduos	23,4 Mt/ano	33,5 Mt/ano	11,7 Mt/ano (eletricidade)	11,7 Mt/ano (metano)	
Geração eletricidade (0,5 MWh/t)	11,7 TWh/ano	16,8 TWh/ano	5,9 TWh/ano		Receita obtida com a venda da energia do cenário 3 nas mesmas condições do Aterro Bandeirantes (US\$ 50/MWh) US\$ 295 milhões
Redução de emissões					Receita obtida com a venda da energia do cenário 3 (eletricidade) (RCEs a US\$ 5,00/tCO ₂ e) US\$ 3,14 milhões (hip. 1) US\$ 7,50 milhões (hip. 2)
hipótese 1 106,5 tCO ₂ /GWh	hipótese 1 1,24 MtCO ₂ /ano	hipótese 1 1,78 MtCO ₂ /ano	hipótese 1 628,3 mil tCO ₂ /ano		
hipótese 2 260,3 tCO ₂ /GWh	hipótese 2 3,0 MtCO ₂ /ano	hipótese 2 4,3 MtCO ₂ /ano	hipótese 2 1,5 MtCO ₂ /ano		
Quantidade de metano: Quantidade de resíduos x 180 x 50% x 85% de eficiência do sistema Conversão (0,000679 tCH ₄ /m ³ CH ₄)	1,8 bilhões de m ³ CH ₄ /ano	2,6 bilhões de m ³ CH ₄ /ano	895 Mm ³ CH ₄ /ano	895 Mm ³ CH ₄ /ano	Receita obtida com a venda do metano no Aterro Bandeirantes (US\$ 0,02/m ³) US\$ 35,8 milhões
Potencial global aquec. (GWP) = 21	1,2 MtCH ₄ /ano	1,7 MtCH ₄ /ano	607,7 mil tCH ₄ /ano	607,7 mil tCH ₄ /ano	
	25,5 MtCO ₂ e/ano	36,5 MtCO ₂ e/ano	12,7 MtCO ₂ e/ano	12,7 MtCO ₂ e/ano	
menos 20% (futuras obrigações legais ou melhoramentos no gerenciamento de resíduos)	20,4 MtCO ₂ e/ano	29,2 MtCO ₂ e/ano	10,2 MtCO ₂ e/ano	10,2 MtCO ₂ e/ano	Receita obtida com a venda da tCO ₂ e para o cenário 3 (metano) (RCEs a US\$ 5,00/tCO ₂ e) US\$ 102,1 milhões ou seja cerca de US\$ 0,06/m ³ CH ₄
Emissões evitadas totais (eletricidade + metano)	21,64 MtCO ₂ e/ano (hipótese 1)	30,98 MtCO ₂ e/ano (hipótese 1)	10,82 MtCO ₂ e/ano (hipótese 1)	10,2 MtCO ₂ e/ano	
	23,4 MtCO ₂ e/ano (hipótese 2)	28,5 MtCO ₂ e/ano (hipótese 2)	11,9 MtCO ₂ e/ano (hipótese 2)		
Receita (RCEs a US\$ 5,00)	US\$ 108,1 milhões/ano (hipótese 1)	US\$ 154,9 milhões/ano (hipótese 1)	US\$ 105 milhões/ano (hipótese 1)		
	US\$ 117 milhões/ano (hipótese 2)	US\$ 168 milhões/ano (hipótese 2)	US\$ 110,5 milhões/ano (hipótese 2)		
Média anual no período 2006-2015 considerando atingir o cenário por meio de um crescimento linear durante 10 anos			em 2006 = 2,1 a 2,21 MtCO ₂ e/ano em 2015 = 21 a 22,1 MtCO ₂ e/ano Valor médio anual no período 11,55 a 12,1 MtCO ₂ e evitadas Receita média anual no período de US\$ 57,7 a 60,7 milhões		em 2006 = 0,59 TWh/ano em 2006 crescendo linearmente até atingir 5,9 TWh/ano em 2015 evitando uma média de 0,345 a 0,825 MtCO ₂ /ano Queima de metano de 120 mil tCH ₄ em 2006 crescendo linearmente até 1,2 MtCH ₄ em 2015, evitando uma média de 11,2 MtCO ₂ e/ano

Em 2006, teríamos 2,1 a 2,21 MtCO₂e/ano correspondendo a US\$ 10,5 a 11,05 milhões/ano e, em 2015, teríamos 21 a 22,1 MtCO₂e/ano correspondendo a US\$ 105,0 a 110,5 milhões/ano. Além disso, para se ter uma idéia do potencial médio anual, adotaremos a hipótese de que o potencial do cenário 3 levará 10 anos para ser atingido. Isso nos daria um potencial anual de 2,34 milhões de toneladas de resíduos, sendo 1,17 Mt/ano utilizados em projetos com geração de eletricidade e 1,17 Mt/ano em projetos de simples queima de metano, até atingir o potencial total em 2015. O resultado seria que o valor médio anual no período 2006-2015 seria de 11,55 a 12,1 MtCO₂e, com uma receita média anual de US\$ 57,7 a 60,7 milhões.

No Proinfa, apesar de estar contemplada a compra da eletricidade a partir do biogás de aterro sanitário, nenhum projeto foi apresentado na primeira rodada. Comentários de alguns *stakeholders* dizem que o índice de nacionalização exigido pelo Proinfa é muito alto e não permite investimentos nesse setor²⁹. Mesmo assim, para comparação, o valor de referência do biogás no Proinfa é R\$ 182,26 (valor atualizado para setembro de 2004), ou seja, cerca de US\$ 60,75, valor esse acima do preço pago no Aterro Bandeirante para a venda da eletricidade.

Também, conforme citado anteriormente, as oportunidades começam a surgir para esse tipo de projeto no mercado internacional, com o início dos projetos Vega Bahia e Nova Gerar,

²⁸ faixa de valor considerando as duas hipóteses.

²⁹ Seminário "Tradable Renewable Energy Certificate", 17/05/04.

que tiveram a metodologia de linha de base aprovada no Painel Metodológico do MDL. O Projeto Nova Gerar pretende evitar cerca de 11,8 MtCO₂e no período 2003/2023 e o Vega Bahia cerca de 14,5 MtCO₂e no período 2003/2019. Baseado nos dados dos documentos de concepção (*PDDs*) desses projetos, pode-se então estimar que, para o primeiro período de crédito, o Nova Gerar evita cerca de 0,220 MtCO₂e/ano e o Vega Bahia 0,653 MtCO₂e/ano. Uma outra iniciativa já em andamento é a geração de energia elétrica pelo Consórcio Biogás no Aterro Bandeirantes, com uma estimativa preliminar de cerca de 1,4 MtCO₂e/ano evitadas, considerando o primeiro período de crédito. A tabela abaixo mostra o potencial de redução de gases de efeito estufa desses três projetos e o potencial de receita que poderia ser obtido com a venda de RCEs a US\$ 5,00.

Tabela 27. Redução de emissões e receitas correspondentes nos projetos RSU em andamento

Projeto	tCO ₂ e evitado no período	tCO ₂ e evitado (valor médio estimado para o 1º período de crédito)	Receita MDL (RCEs a US\$ 5/tCO ₂)
Nova Gerar	2003/2023: 11,8 milhões	0,220 milhões/ano	US\$ 1,1 milhões/ano
Vega Bahia	2003/2019: 14,5 milhões	0,653 milhões/ano	US\$ 3,3 milhões/ano
Bandeirantes		1,4 milhões/ano	US\$ 7,0 milhões/ano
Total		2,3 milhões/ano	US\$ 11,4 milhões/ano

4.2. Sistemas elétricos isolados

Os sistemas elétricos isolados brasileiros, predominante térmicos e majoritariamente localizados e dispersos na região Norte, atendem uma área de 45% do território e cerca de 3% da população nacional, ou seja aproximadamente 1,2 milhão de consumidores. (Eletrobrás, 2004). Os sistemas elétricos isolados atendem todas as capitais da região norte, com exceção de Belém, e o todo o interior dos estados dessa região, exceto uma parte do Estado do Pará. Os sistemas isolados do interior caracterizam-se basicamente pelo grande número de pequenas unidades geradoras a óleo diesel e pela grande dificuldade de logística de abastecimento.

O atendimento às necessidades energéticas dessa região possui uma estrutura de suprimento bem mais cara que nos sistemas interligados e se contrapõe a consumidores com níveis de renda abaixo da média nacional. Para fazer face à essa realidade, foi estabelecida a Conta de Consumo de Combustível (CCC) dos Sistemas Isolados, de forma a subsidiar a geração de energia elétrica a partir de combustíveis fósseis nos locais onde o sistema elétrico interligado não chega, visando garantir um preço uniforme e acessível da energia elétrica fornecida às regiões isoladas. A partir de 1999, a CCC passou a subsidiar também a energia alternativa que viesse a substituir a geração a diesel nos sistemas isolados. No entanto, não existem dados suficientes para saber quanto da CCC já foi direcionada para projetos de energias alternativas na região Norte.

Segundo dados do Grupo Técnico de Trabalho da Região Norte (GTON), a geração de eletricidade nos sistemas isolados foi de 9.509 MWh em 2003, sendo que a geração prevista para 2004 é de 10.387 MWh (Eletrobrás, 2004), conforme tabela abaixo.

Tabela 28. Previsões de carga própria de energia

Concessionária	Carga própria de Energia (MWh)			Crescimento (II) / (I) (%)
	Previsto 2003 (I)	Realizado 2003 (I)	Previsão 2004 (II)	
Bovesa	414.668	414.091	439.711	6,2
CEA	728.000	740.381	774.071	4,6
Ceam	684.150	710.321	775.711	9,2
Celpa	228.245	228.056	256.497	12,5
Cemat	231.174	271.927	364.293	34,0
CER	86.433	78.082	94.971	21,6
Ceron	1.934.500	1.983.633	2.168.015	9,3
Eletroacre	590.602	576.431	624.694	8,4
Eletronorte Boa Vista	2.676	2.804	2.831	1,0
Eletronorte Porto Velho	51.453	69.535	78.838	13,4
Eletronorte Rio Branco	-	8.090	11.435	41,3
Eletronorte Macapá	48.983	48.099	52.335	8,8
Total Eletronorte	103.112	128.528	145.439	13,2
Manaus Energia	4.430.115	4.340.718	4.695.829	8,2
Celpe	6.656	6.534	7.687	17,6
Cemar	1.145	734	1.028	40,1
Coelba	831	775	887	14,5
Enersul	11.511	10.497	11.517	9,7
Jari Celulose	21.521	18.798	26.911	43,2
GTON	9.430.999	9.472.169	10.339.23 ₁	9,2
Celpe, Cemar, Coelba, Enersul e Jari Celulose	41.664	37.339	48.030	28,6
Total	9.472.663	9.509.508	10.387.26 ₁	9,2

Fonte: Plano de Operação para 2004 Sistemas Isolados, GTON.

Desse total, cerca de 6.951 MWh em 2003 era proveniente de geração termoelétrica e a previsão para 2004 é de 7.276 MWh (4,7% a mais). A tabela abaixo mostra o consumo de combustível por concessionária.

Tabela 29. Previsão de geração térmica e consumo de óleo por concessionária

Concessionária	Tipo de óleo ³⁰	Geração (MWh)	Quantidade ⁽¹⁾	
Bovesa	diesel	40.825	15.513	
CEA	diesel	52.960	15.888	
Ceam	diesel	665.727	199.718	
Celpa	diesel	256.497	76.949	
Cemat	diesel	237.985	71.395	
CER	diesel	51.060	15.318	
Ceron	diesel	244.294	73.288	
Eletroacre	diesel	143.574	43.072	
Eletronorte	Porto Velho	diesel	300.576	80.885
	Porto Velho	PTE	769.730	292.497
	Rio Branco	diesel	231.932	83.918
	Macapá	diesel	363.622	119.906
Manaus Energia	PTE	1.948.378	694.493	
	PGE	1.061.722	222.962	
	Óleo combustível	575.251	189.833	
CGE	diesel	283.723	82.280	
Celpe	diesel	7.687	2.306	
Cemar	diesel	1.028	308	
Coelba	diesel	887	266	
Enersul	diesel	11.517	3.455	
Jari Celulose	diesel	26.911	8.073	
Total	diesel	2.920.805	892.538	
	PTE	2.718.108	986.990	
	Óleo combustível	575.251	189.833	
	PGE	1.061.722	222.962	
Total de geração térmica		7.275.886	-	

³⁰ PTE – óleo leve para turbina elétrica; PGE – óleo combustível para geração elétrica.

Nota: ⁽¹⁾ Diesel e PTE em mil litros; PGE e óleo combustível em toneladas.
 Fonte: Plano de Operação para 2004 Sistemas Isolados, GTON.

O cálculo do consumo de combustíveis, considerando os consumos médios verificados em 2003, é em torno de 0,3 l/kWh. A tabela abaixo mostra o consumo de combustível.

Tabela 30. Previsão de consumo de óleo

Tipo	Verificado 2003	Plano 2004	Variação (%)
Consumo de óleo diesel (mil litros) ⁽¹⁾	716.089	892.538	25
Consumo de óleo PTE (mil litros)	813.058	986.990	21
Consumo de óleo combustível (toneladas)	184.953	189.833	3
Consumo de óleo PGE (toneladas)	235.285	222.962	-5

Nota: ⁽¹⁾ Inclui 15.513 mil litros de óleo diesel para o Sistema Boa Vista, dos quais 14.929 mil litros correspondem à reserva estratégica (aproximadamente um mês de atendimento) a ser utilizada no caso de falha da interligação com o sistema venezuelano e 584 mil para garantir a condição operativa das unidades geradoras de reserva da UTE Floresta (uma partida semanal com duração de 30 minutos).

De acordo com dados do Plano Decenal de Expansão do Setor Elétrico 2003/2012, a previsão de crescimento da demanda estima que em 2007 o consumo de eletricidade seria de 9,6 TWh, valor que, segundo o GTON, foi atingido em 2003, conforme visto anteriormente (tabela 28). Portanto, utilizaremos nesse trabalho os dados do GTON para calcularmos qual seria o consumo futuro de energia elétrica e a linha de base dos sistemas isolados.

O crescimento da demanda de energia elétrica entre 2003 e 2004 foi de cerca de 9,2% sendo que 4,7% corresponderam ao crescimento da geração termoelétrica. Considerando essa taxa de crescimento ao ano, teríamos em 2012 o consumo de 10.507 GWh de termoeletricidade (3.231 GWh a mais que em 2004).

Ainda segundo o GTON, para 2004 as quantidades previstas de óleo diesel e óleo PTE são 40% superiores e 18% inferiores às quantidades

previstas para 2003, em função dos seguintes fatores: em 2003 foi prevista a utilização de óleo PTE no atendimento a Rio Branco a partir do suprimento de Porto Velho. No entanto, conforme despacho verificado em 2003, o atendimento se deu a partir de óleo diesel. Também há restrição na produção de óleo PTE pela Petrobras Distribuidora, que está limitada a cerca de 80 milhões de litros/mês.

Inicialmente avaliaremos o potencial de redução de emissões a partir da adoção unicamente de fontes renováveis de energia na expansão dos sistemas isolados. Podemos supor também que a capacidade de geração termoelétrica adicional para o atendimento da demanda até 2012 seria instalada prioritariamente usando óleo diesel³¹. Portanto, para a linha de base do sistema isolado a hipótese adotada será o atendimento da demanda à base do óleo diesel, que possui um fator de emissão de 866 tCO₂/GWh³².

Em 2012, para gerar 3.231 GWh adicionais seriam necessários cerca de 969,3 milhões de litros de óleo diesel. Isso corresponderia a uma emissão de mais 2,8 MtCO₂ em 2012. Se essa geração fosse feita a partir de energias renováveis (projetos MDL), a emissão seria evitada e teríamos uma receita da venda dos créditos de carbono (RCEs) em torno de US\$ 14 milhões no ano de 2012, ou cerca de US\$ 4,33/MWh. Considerando a taxa de crescimento da capacidade de geração termoelétrica a ser substituída em 4,7% ao ano, teríamos como estimar as emissões de CO₂ evitadas e a receita obtida por ano.

³¹ A taxa de crescimento do óleo combustível e do óleo PGE entre 2003 e 2004 foi de 3% e - 5%. Sendo assim esses óleos não serão considerados no cálculo da demanda futura.

³² Obtido com base na eficiência média de geradores diesel em operação no país em 2002 (MME, 2003).

Tabela 31. Potencial de emissões evitadas e receita MDL para sistemas isolados – expansão

Ano	Geração termoelétrica em sistemas isolados (GWh/ano)	Variação (GWh/ano)	Expansão da geração em sistemas isolados com energias renováveis (GWh/ano)	Emissões evitadas (MtCO ₂ /ano)	Receita MDL (RCEs a US\$ 5) (em US\$)
2004	7.275	0	0	0	0
2005	7.617	342	342	0,3	1,5 milhões
2006	7.975	358	700	0,6	3,0 milhões
2007	8.350	375	1075	0,9	4,5 milhões
2008	8.742	392	1467	1,3	6,5 milhões
2009	9.153	411	1878	1,6	8,0 milhões
2010	9.583	430	2308	2,0	10,0 milhões
2011	10.034	450	2758	2,4	12,0 milhões
2012	10.505	472	3231	2,8	14,0 milhões
Valor médio anual no período 2005-2012			1720	1,5	7,5 milhões

Além de assegurar a expansão da geração elétrica em sistemas isolados, as energias renováveis podem ser gradativamente introduzidas em substituição a uma parcela da capacidade de geração termoelétrica a óleo diesel já existente nesses sistemas, pois se trata geralmente de unidades de geração elétrica descentralizada de pequeno porte. Em 2004 a geração termoelétrica estimada para os sistemas isolados é de 7.275 GWh, sendo 2.921 GWh a partir do óleo diesel. Supondo que metade dessa geração possa ser substituída gradativamente por fontes renováveis até 2012, teríamos um potencial de redução de emissões de 1,3 MtCO₂/ano e US\$ 6,3 milhões/ano de receita proveniente dos RCEs (US\$ 4,33/MWh) em 2012. Na hipótese de um incremento linear da capacidade de geração substituída por fontes renováveis no período de 2005 a 2012, o valor médio anual seria de 0,7 MtCO₂/ano e US\$ 3,5 milhões/ano de receita proveniente da venda das RCEs.

Tabela 32. Potencial de emissões evitadas e receita MDL para sistemas isolados – substituição

Ano	Troca da geração a diesel por fontes renováveis (GWh/ano)	Emissões evitadas (MtCO ₂ /ano)	Receita (RCEs a US\$5/tCO ₂) (US\$ milhões/ano)
2005	243	0,2	1,0
2012	1.460	1,3	6,3
Valor médio anual no período 2005-2012	852	0,7	3,5

Assim, a venda das RCEs pode tornar mais viável o uso de energia renovável pelas concessionárias de energia nos sistemas isolados.

4.3. Universalização do acesso

Segundo o IBGE (2000), cerca de 11 milhões de pessoas não têm acesso à energia elétrica, o que, segundo estimativas do governo federal, representaria 2,7 milhões de famílias (MME, 2003). As estimativas do Ministério de Minas e Energia baseadas no censo de 2000 apresentam os dados mostrados na tabela abaixo para domicílios sem acesso à energia elétrica.

Tabela 33. Domicílios sem energia elétrica

Região	Urbana	% da população urbana sem acesso a energia	Rural	% da população rural sem acesso a energia
Norte	78.068	3,5	464.449	56,1
Nordeste	264.644	2,9	1.119.783	32,0
Sudeste	267.855	1,3	144.121	7,7
Sul	106.499	1,6	137.283	10,0
Centro-Oeste	57.290	1,9	76.375	17,5
Brasil - total	774.355	1,9	1.942.012	24,3

Fonte: Estimativa do Ministério de Minas e Energia baseada no censo 2000 e na Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio (PNAD) 2001, levando em consideração os resultados do Programa Luz no Campo.

Podemos observar que a região Norte possui mais da metade da sua população rural sem acesso à energia elétrica e o Nordeste possui a maior quantidade de domicílios sem esse serviço, representando 32% da população rural da região. No entanto, esses dados demonstram apenas o acesso à luz elétrica, sem dizer respeito ao tipo de fonte ou qualidade do serviço.

Dados do IBGE mostram que em 1991 cerca de 75% da população rural e urbana da região norte tinham acesso à energia elétrica. Em 2002, esse valor correspondia à cerca de 83,9% em média³³. Essa progressão de quase 9% em 10 anos, acompanhando portanto a média nacional, pode ser parcialmente atribuída à existência do subsídio da CCC, mas que se aplica essencialmente à geração de eletricidade em área urbana.

³³ As pequenas discrepâncias entre os dados mostrados nas tabelas revelam a dificuldade de se obter informações absolutamente confiáveis para a Região Norte.

Tabela 34. Domicílios com energia elétrica em 1991

Acesso à energia elétrica da população rural e urbana na região norte e Brasil, 1991			
Estado	Urbana (%)	Rural (%)	Total (%)
Acre	95	13	70
Amazonas	96	16	79
Amapá	94	42	89
Pará	91	37	71
Rondônia	90	20	68
Roraima	97	30	82
Tocantins	81	14	64
Média da região	92	24	75
Brasil	97	49	87

Fonte: IBGE, 1991.

Tabela 35. Domicílios com energia elétrica em 2002

Acesso à energia elétrica da população rural e urbana na região norte e Brasil, 2002			
Estado	Urbana (%)	Rural (%)	Total (%)
Acre	98,5	32,6	80,4
Amazonas	97,8	27,2	85,4
Amapá	99,3	52,0	95,6
Pará	97,6	39,0	82,2
Rondônia	98,5	58,8	85,7
Roraima	98,9	42,4	88,6
Tocantins	95,2	37,9	82,4
Média da região	97,6	40,3	83,9
Brasil	98,8	73,2	96,0

Fonte: MME, 2003 (informação pessoal – Secretaria de Desenvolvimento Energético).

Para a demanda potencial a ser atendida por fontes renováveis de energia na universalização do acesso, consideraremos apenas os dados para a área rural, uma vez que podemos dizer que os domicílios localizados na região urbana tenderão a serem eletrificados a partir da extensão das redes de distribuição do sistema interligado e dos sistemas isolados.

Daquele valor de 1.942.012 domicílios, consideraremos que nas regiões Sul e Sudeste haverá viabilidade de eletrificação por outra fonte de energia que não o óleo diesel (extensão da rede ou outras). Assim, consideraremos na estimativa do potencial de redução de emissões de CO₂ na universalização do acesso os domicílios rurais das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, com total de 1.660.607 domicílios a serem eletrificados, cuja linha de base é a eletrificação por geração descentralizada de energia elétrica a partir de óleo diesel.

Como a universalização do acesso, segundo o programa Luz para Todos, tem sua meta de conclusão em 2008, adotamos a hipótese de crescimento linear no período 2005/2008, com o atendimento de 415.151 domicílios por ano até atingir o total de 1.660.607 domicílios em 2008. Como o fator de emissão do diesel é 866 tCO₂/GWh, a redução de emissão seria de 86,6 mil tCO₂/ano em 2005 até atingir um total de 346 mil tCO₂ em 2008. A receita da venda dos certificados (RCEs) seria de US\$ 433 mil/ano em 2005 até atingir US\$ 1,7 milhão em 2008, representando cerca de US\$ 4,33 /MWh. Os valores médios anuais no período de 2005 a 2008 atingiriam 0,2 MtCO₂/ano e US\$ 1,1 milhões/ano. A tabela abaixo sintetiza as estimativas efetuadas.

Tabela 36. Potencial de emissões evitadas e receita MDL na universalização do acesso

Ano	Domicílios atendidos (milhões)	Consumo médio por domicílio *	Geração de energia necessária (GWh/ano)	Consumo médio de diesel	Litros de diesel consumido (milhões/ano)	Emissões evitadas (mil tCO ₂ /ano)	Receita MDL (RCEs a US\$ 5,00) (US\$ milhões)
2005	0,415	240 kWh/ano (20 kWh/mês)	100	0,3 l/kWh	30	86,6	0,433
2008	1,66		400		120	346,4	1,732
Valor médio anual	1,0		250		75	216,5	1,083

* baseado em um nível de consumo médio atual de cerca de 15 kWh/mês e considerando-se um aumento de 33%.

Com o valor das RCEs, mais a CCC, a oportunidade do aumento da participação das fontes alternativas de energia na universalização do acesso se torna uma perspectiva viável. Conforme citado anteriormente no item referente a iniciativas governamentais recentes, dados do MME indicam que o custo médio do MWh para a geração a diesel em sistemas isolados fica entre R\$ 600,00 e R\$ 850,00 (US\$

200,00 a US\$ 283,00; com US\$ 1,00 = R\$ 3,00), podendo chegar em alguns casos a R\$ 1,6 mil (US\$ 533,00). Esses valores são bem significativos quando comparado ao custo de geração a partir das fontes de energia alternativa. No entanto, vale ressaltar que em algumas comunidades somente se compra o diesel quando existe sobra de dinheiro. Quando não, a comunidade fica simplesmente sem luz. Assim, ao fazer a comparação do custo da energia e do quanto a comunidade precisaria pagar para obtê-la é necessário levar em consideração esse fato.

As fontes alternativas de energia que podem ser consideradas na universalização do acesso são:

Energia Fotovoltaica – O Brasil apresenta uma das melhores condições para o uso da energia solar, com uma das maiores média de radiação, em torno de 230 Wh/m², sendo que no Nordeste pode chegar a 260 Wh/m². Embora a tecnologia fotovoltaica venha sendo usada no Brasil nas últimas duas décadas, somente recentemente vem sendo reconhecida como uma opção potencial para localidades e domicílios situados longe da rede de distribuição de energia elétrica. O Brasil possui atualmente cerca de 15 MWp instalados, sendo que 5,8 MWp o foram pelo Prodeem.

O custo da energia fotovoltaica varia hoje entre US\$ 4 e 7 por watt pico (Wp). Considerando estimativas de Fraidenraich (2003) para a cidade de Recife (1.930 horas de sol pico anual), com o custo do dinheiro de 8% durante 20 anos e o custo do módulo a US\$ 7, temos que o preço da eletricidade fotovoltaica seria em torno de

US\$ 360/MWh. Se for considerado um subsídio de US\$ 3/W, esse valor cai para US\$ 210/MWh.

No entanto, vale ressaltar que somente a instalação dos sistemas fotovoltaicos não é suficiente para garantir a operação e manutenção dos módulos. É necessário treinar pessoas da própria comunidade para cuidar da operação dos módulos e oferecer assistência técnica de longo prazo.

Biomassa – Nos sistemas isolados quase todas as fontes de resíduos provenientes da agricultura (casca e outros), resíduos florestais e pequenos pedaços de madeira podem ser usados como combustível para gerar eletricidade com as tecnologias disponíveis ou em desenvolvimento no país, incluindo gaseificação e ciclo de vapor de pequena escala (maior que 200 kW). Existem alguns protótipos em desenvolvimento no país de forma a ajudar a identificar e minimizar os problemas técnicos dos sistemas de pequena escala. Por exemplo, existe um projeto sendo desenvolvido no Estado de Rondônia para testar a tecnologia do ciclo a vapor de pequena escala, e um outro na Vila Aquidaban, no Amazonas para testar um sistema de gaseificação, utilizando casca de cupuaçu. Esse sistema pretende fornecer energia para a produção de polpa congelada de cupuaçu, adicionando valor à produção e melhorando as condições de vida da população.

O potencial avaliado pelo Cenbio (2000), para biomassa em sistemas isolados³⁴ é em torno de 170 MW, com um custo de instalação de US\$ 1.150/kW e custo de geração de cerca de US\$ 38/MWh. Vale

³⁴ Dados obtidos em levantamentos de campo realizados pelo Cenbio.

ressaltar que a falta de informação sobre o potencial de biomassa em sistemas isolados ainda é um problema no Brasil, sendo necessário maiores estudos nessa área. Segundo informações obtidas em entrevista pessoal com a EcoSecurities, esse potencial deve ser no mínimo duas vezes maior uma vez que a empresa possui em sua carteira projetos de biomassa para sistemas isolados que sozinhos quase totalizam 110 MW.

Óleos vegetais – Em particular, outra possibilidade de aproveitamento da biomassa a ser desenvolvida é a geração de eletricidade a partir de óleos vegetais *in natura*. Embora a recente expansão da cultura da soja tenha pressionado as áreas de florestas, existem opções sustentáveis a serem consideradas, principalmente em comunidades isoladas.

A região amazônica tem um grande potencial de produção de plantas oleaginosas e condições de solo e clima favoráveis. Como exemplo, uma planta piloto de geração de energia utilizando óleo de palma foi instalada no Estado do Pará, na Vila Soledade, uma comunidade distante cerca de 100 km da cidade de Moju. Até então, a eletricidade era gerada por um gerador a diesel ineficiente, que operava somente 3 horas/dia. Em 2003, um novo equipamento foi instalado e adaptado para operar com produção local de óleo de palma. Entre os benefícios alcançados podemos incluir a iluminação noturna nas escolas, a aquisição de aparelhos eletrônicos, o aumento do fornecimento de energia e a redução de falhas técnicas no sistema. Esses benefícios foram alcançados devido à possibilidade do uso de óleos vegetais

para gerar energia elétrica, uma vez que a comunidade não podia pagar pelo diesel.

Dados do Cenbio (2000), baseados em levantamento de campo, mostram que atualmente existem cerca de 0,2 MW instalados e um potencial de 36 MW, a um custo de instalação de US\$ 235/kW e custo de geração de US\$ 88/MWh.

Pequenas Centrais Hidrelétricas – A construção de pequenas e micro centrais hidrelétricas (PCH e MCH) se configura numa alternativa interessante para algumas localidades isoladas. Existem algumas PCH em operação na região norte que, com o subsídio da CCC, se viabilizam economicamente. No entanto, não existe uma estimativa adequada do potencial de PCH e MCH nos sistemas isolados. De acordo com a Eletrobrás, as PCH representam de maneira geral um potencial de 9.456 MW, mas esse valor pode ser bem mais alto, considerando a falta de informação sobre possíveis potenciais. Segundo dados disponíveis, o custo de instalação para PCH em áreas isoladas é em torno de US\$ 900/kW.

4.4. Álcool combustível

A oportunidade do álcool combustível como um projeto MDL depende da variação do preço do barril do petróleo no mercado internacional e das barreiras existentes à sua produção no mercado nacional. Conforme Macedo e Nogueira (2004), o custo de produção sustentável (econômica, social e ambientalmente), em janeiro de 2003, para o Centro-Sul brasileiro, era de US\$ 0,16/litro de etanol, sendo competitivo portanto frente à gasolina (US\$ 0,21/litro), com o preço do petróleo

estimado em US\$ 24 o barril. Os recentes aumentos no preço do petróleo bruto tornam a produção de etanol ainda mais competitiva. Assim, somente se o preço do barril do petróleo estiver abaixo de US\$ 24 existiria uma barreira econômica para o aumento da produção de álcool no país. Nesse caso, haveria como comprovar imediatamente a adicionalidade do álcool para um projeto MDL e a receita obtida com a venda de créditos de carbono poderia ser uma alternativa que ajudaria na formação de preço do álcool ao consumidor final.

Outro aspecto a ser considerado é a introdução dos carros *flex fuel* no mercado brasileiro. Segundo Macedo e Nogueira (2004)³⁵, o mercado interno para etanol nos últimos 12 anos (até 2002) ficou relativamente estável, mas passando por uma transição contínua de etanol hidratado para anidro, em decorrência da quase extinção da venda de carros a álcool puro (hidratado). O aumento recente na produção, nos últimos dois anos (em 2003 a produção foi cerca de 13,5 bilhões de litros), ocorreu porque o preço muito baixo do etanol conduziu a misturas com maior porcentagem de etanol (anidro) e por causa da introdução dos carros *flex fuel*, que têm respondido por quase 30% das vendas de carros novos. Esse último evento poderá de fato provocar uma mudança sensível no consumo de etanol (hidratado) nos próximos anos. Com efeito, os carros *flex fuel* permitem que com uma verificação básica da relação de preço entre álcool e gasolina o consumidor faça sua opção pelo combustível mais barato. Assim se essa relação for menor que 0,7 é mais econômico utilizar o álcool, condição que tem se verificado nos principais mercados no país e que pode ser reforçada com uma reforma tributária.

³⁵ In Cadernos NAE nº2 Biocombustíveis.

³⁶ Macedo e Nogueira (2004). Comunicação ao CGEE por Luiz C. Correia Carvelho em 2004.

Simulações produzidas pela Datagro com um modelo desenvolvido para a Comissão de Reexame da Matriz Energética³⁶ (considerando o crescimento da frota, a venda de veículos novos a álcool ou *flex fuel* e mantendo 26% de álcool na gasolina) apresentam como estimativa da demanda do mercado interno de cerca de 22 bilhões de litros de álcool em 2013 (sendo 9,4 anidro, 11,5 hidratado e 1,1 para outros fins). Uma avaliação feita pela Câmara Setorial da Cadeia Produtora do Açúcar e Álcool indica demanda interna de 16,9 bilhões de litros em 2010 e 26,3 bilhões de litros em 2015, confirmando portanto para a estimativa de 22 bilhões de litros em 2013.

³⁷ Esse valor considera somente o mercado interno de álcool. Caso se considere o potencial de exportação (mais 4,4 bilhões de litros de álcool) seriam necessários cerca de 150 a 230 Mt/ano de cana correspondendo a cerca de 2,2 a 3 milhões de ha.

Para atingir essa produção, seria necessário aumento de cerca de 125 a 192 milhões de toneladas/ano de cana até 2013³⁷, exigindo de 1,9 a 2,5 milhões de hectares (ha) de áreas novas. Para isso, seria necessário aproximadamente 2% apenas de expansão da área existente. Considerando uma disponibilidade de 90 milhões de ha apenas em cerrados, pode-se deduzir portanto que não existem limitações nesse sentido.

Caso seja mantido o patamar recentemente alcançado pelo preço do barril de petróleo em torno de US\$ 40, podemos afirmar que o álcool é competitivo e seria então necessário comprovar a adicionalidade para um projeto MDL por meio da comprovação da existência de outras barreiras (financeira, por exemplo).

Para fornecer uma ordem de grandeza do potencial de redução de emissões e da receita advinda da venda de RCEs, podemos fazer uma estimativa preliminar. O Brasil produz cerca de 13,5 bilhões de

litros de álcool anualmente, sendo metade álcool anidro (6,75 bilhões de litros). Vamos considerar o álcool anidro como linha de base, pois seu consumo ocorrerá independentemente de se ter carros *flex fuel* ou não. Conforme estimativas da Datagro, em 2013 o consumo do álcool hidratado pode atingir 11,54 bilhões de litros e portanto cerca de 4,80 bilhões de litros a mais que em 2003. Imaginando-se que haja um crescimento linear da produção de 480 milhões de litros/ano no período 2004/2013, até atingir 4,80 bilhões de litros em 2013 e considerando que o álcool hidratado evita 1,7 tCO₂e/m³ teríamos cerca de 816 mil tCO₂e/ano evitadas em 2004 até atingir em 2013 cerca de 8,2 MtCO₂e/ano evitadas. Os valores médios anuais no período 2004-2013 seriam de 4,45 MtCO₂/ano evitadas e uma receita potencial de US\$ 22,2 milhões/ano, com um preço de RCEs a 5 US\$/tCO₂. A tabela abaixo sintetiza os cálculos efetuados.

Tabela 37. Potencial de emissões evitadas e receita MDL para álcool combustível

Ano	Potencial	tCO ₂ e evitadas	Receita MDL (RCEs a US\$ 5,00)	
2004	480 milhões de litros/ano	816 mil/ano	US\$ 4,1 milhões/ano	US\$ 8,4/m ³
2013	4,8 bilhões de litros/ano	8,16 milhões/ano	US\$ 40,8 milhões/ano	
Valor médio	2,64 bilhões de litros/ano	4,45 milhões/ano	US\$ 22,2 milhões/ano	

Para efeito de comparação, o custo de produção de álcool (Economia & Energia, 2002) varia em torno de US\$ 680/m³ a US\$ 280/m³, dependendo da quantidade produzida. Considerando um custo médio de US\$ 480/m³, a receita de US\$ 8,4/m³ obtida com a venda dos créditos de carbono corresponderia a menos de 2 % do custo do álcool.

4.5. Biodiesel

³⁸ Esse processo consiste na linearização da molécula tri-dimensional do óleo de gordura, tornando-a similar à do óleo diesel, assim como na redução da acidez e no deslocamento de glicerol pela ação do álcool utilizado.

O Biodiesel é um combustível obtido a partir de óleos vegetais, novos ou usados, por meio do processo de transesterificação ou alcoólise³⁸. É um combustível renovável e portanto alternativa aos combustíveis tradicionais. O uso do biodiesel reduz as emissões de dióxido de carbono e promove o desenvolvimento da agricultura nas zonas rurais, criando empregos. Além disso, reduz a dependência energética e a saída de divisas do país pela economia feita na importação de petróleo e derivados.

Uma das grandes vantagens do biodiesel é sua adequação aos motores ciclo diesel quando comparado ao uso de outros combustíveis, como o gás natural ou o biogás, que requerem adaptação dos motores. Mas, apesar de não existirem obstáculos técnicos ou normativos, sua utilização implica em disponibilidade dos insumos, segurança no abastecimento, capacidade de processamento pela indústria e integração final aos circuitos de distribuição.

Muitas oleaginosas podem ser utilizadas. Conforme Macedo e Nogueira, em Cadernos NAE nº 2 Biocombustíveis, 2005, a área necessária para suprir 5% do diesel com biodiesel utilizando oleaginosas locais (soja, dendê e mamona) seria cerca de 3 milhões de hectares. A área de expansão possível para grãos é de pelo menos 90 milhões de hectares, apenas em cerrado, e as áreas aptas para dendê atingem na Amazônia cerca de 70 milhões de hectares.

A mamona seria uma opção agrícola rentável para as regiões árida e semi-árida do Nordeste, independentemente do uso para biodiesel,

uma vez que o óleo de mamona tem alto valor de mercado³⁹. Considerando apenas um programa de substituição de 1% do óleo diesel a partir da mamona, seria preciso multiplicar por oito a produção atual, sendo nesse caso essencial o fortalecimento da base agrícola, com um maior número de variedades. O governo tem sinalizado com investimentos na mamona para geração de biodiesel no Nordeste, ampliando as áreas de cultivo, que em 2002 era cerca de 130 mil ha, distribuídos principalmente em pequenas unidades de aproximadamente 15 ha. Isso seria teoricamente possível, mas nesse caso o programa visaria muito mais atender aspectos sociais do que necessidades energéticas. O modelo proposto para a produção (assentamento familiar “assistido”) deve ser bem avaliado nos seus múltiplos aspectos, com ênfase em custos totais e renda, e deve considerar também a alternativa de exportação do óleo de mamona para usos não energéticos.

A soja já tem uma base agrícola adequada e uma enorme experiência acumulada na produção, como cultura extensiva, de grandes áreas. Utiliza 20 milhões de hectares, havendo ainda cerca de 100 milhões de hectares aptos para a expansão. Não há limitações técnicas ou de áreas para suportar um programa de biodiesel para misturas. Mas deve-se observar os conflitos que podem ser gerados entre produção para fins energéticos e não-energéticos, impactos ambientais, balanço energético, etc.

O dendê, independentemente de programas para biodiesel, merece muita atenção. A produção mundial de óleo de dendê deverá ultrapassar a de soja no final dessa década. O Brasil produz apenas

³⁹ Esse potencial deve ser certamente explorado com ganhos bem superiores aos da produção de biodiesel.

0,5% do total mundial, embora tenha o maior potencial em termos de áreas com aptidão agrícola para dendê no mundo. Tecnologia de produção agrícola moderna nesse campo já é praticada no país e há também experiência em curso de agricultura familiar “assistida” que precisa ser bem avaliada. A atual oferta de variedades é adequada para a pequena produção, mas a expansão da cultura exigirá fortalecimento da pesquisa agrônômica.

Em termos de custo, na Europa e nos Estados Unidos o biodiesel custa cerca de 1,5 a 3 vezes mais que o diesel. O seu uso é em geral justificado por externalidades positivas: meio ambiente, geração de emprego, segurança energética, balança de pagamentos. Portanto, é necessário conhecer os custos atuais e esperados no futuro, aqui no Brasil, de forma a dimensionar os níveis de subsídio, valorizar as externalidades importantes e decidir sobre a adequação das diversas opções.

A viabilidade de enquadramento de um programa de Biodiesel como projeto MDL é alta, caso não se configure como uma obrigatoriedade, pois existem barreiras financeiras e barreiras operacionais (aspectos de plantio e de escala que devem ser considerados), que possam justificar a adicionalidade. Além disso, segundo testes realizados no biodiesel proveniente de óleos vegetais e de fritura, a redução de emissão de GEE é da ordem de 78%, quando se utiliza o metanol no processo de transesterificação. Caso se consiga viabilizar a adoção da rota tecnológica que utiliza etanol de cana-de-açúcar nesse processo, a redução das emissões pode chegar a um nível próximo a 100% (Oliveira, 2003).

O governo já lançou o Probiodiesel, com a meta de adição de 2% de biodiesel ao diesel. O Brasil consome anualmente cerca de 39,2 bilhões de litros de óleo diesel, dos quais aproximadamente 30 bilhões de litros no setor de transporte. Em 2005, esse volume subirá para 40 bilhões de litros conforme projeção da Agência Nacional de Petróleo (ANP). O uso do biodiesel substituiria parte das importações de diesel e o país economizaria assim divisas. A quantidade de diesel importado é em torno de 6,0 bilhões de litros por ano, que custam cerca de US\$ 1,2 bilhão/ano ao país. A introdução de 2% de biodiesel no setor corresponderia a uma produção de biodiesel de cerca de 800 milhões de litros, gerando uma economia de divisas anual de US\$ 160 milhões (MME, 2004).

Além disso, a substituição do diesel pelo biodiesel na proporção de 2%, considerando que o diesel possui uma emissão de cerca de 2,7 tCO₂/m³ (IPCC, 2003), e o biodiesel evita cerca de 78% dessas emissões, serão evitados cerca de 1,7 MtCO₂e/ano. Considerando o preço de reduções certificadas de emissões a US\$ 5,00/tCO₂, ter-se-ia uma receita de US\$ 8,5 milhões/ano.

Em outro cenário, caso o governo não fixe o atendimento da meta de 2% de adição de biodiesel ao óleo diesel já em 2005, e enfatize a produção de biodiesel a partir de óleo de mamona, de dendê e outros óleos vegetais produzidos regionalmente em pequena escala, e não a partir de óleo de soja, podemos considerar a hipótese de um crescimento gradual da produção a partir de 2005 da ordem de 100 milhões de litros/ano, até atingir 800 milhões de litros/ano em 2012, por exemplo. Nesse caso, teríamos valores médios anuais no período

2005-2012 de 450 milhões de litros/ano, ensejando uma redução média no período de 1,0 MtCO₂e/ano e uma receita de US\$ 5 milhões/ano.

Tabela 38. Potencial de emissões evitadas e receita MDL para biodiesel (2%)

Ano	Potencial	tCO ₂ e evitadas	Receita MDL (RCEs a US\$ 5,00)	
2005 a 2012	450 a 800 milhões de litros/ano	1,0 a 1,7 milhões/ano	US\$ 5 a 8,5 milhões/ano	US\$ 11/m ³

Esse valor poderia servir de estímulo financeiro para a produção de biodiesel no país. Ainda segundo o Cadernos NAE nº 2 Biocombustíveis, a venda dos créditos de carbono a US\$ 5,00/tCO₂ corresponderia a apenas 3% do custo de produção (considerando os custos para a soja e potencial de redução das emissões dos gases de efeito estufa da ordem de 40 a 60% conforme dados do biodiesel de canola, na Europa). Como aqui no Brasil estudos apontam uma redução de emissões da ordem de 78% para óleos vegetais e residuais, a venda dos créditos de carbono pode corresponder nesse caso a mais de 3% do custo de produção. Para a soja, estudos feitos até o momento indicam que seu potencial de redução de emissões de GEE seria próximo ao observado com o biodiesel de canola.

É importante ressaltar que o uso do biodiesel reduz as emissões de enxofre e de material particulado, no entanto aumenta em 0,65% o NOx, para uma mistura de 5% do biodiesel ao diesel, podendo chegar a 13% de NOx quando utilizado o biodiesel puro. Isso deve ser considerado porque o NOx é um dos principais precursores do ozônio troposférico, atualmente o mais grave problema de qualidade do ar

em São Paulo. Sua atenuação tem sido sugerida com o uso de aditivos e alterações nos motores.

A geração de eletricidade a partir do biodiesel também é uma outra possibilidade a ser examinada, principalmente em sistemas isolados e localidades remotas da região norte, onde se utiliza prioritariamente o diesel, estimulando-se assim soluções regionais de geração de energia elétrica, gerando emprego nessas localidades e permitindo o desenvolvimento da região.

4.6. Eficiência energética

4.6.1. Procel

Os resultados quantitativos obtidos pelas ações de eficiência energética promovidas pelo Procel no período de 1994 a 2003 são mostrados na tabela abaixo.

Tabela 39a. Resultados das ações do Procel no período 1994-2003

Resultados	1986-1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Investimentos aprovados (R\$ milhões) *	23,5	10	16	20	41	50	40	26	30	30	29
Energia economizada / geração adicional evitada no ano (GWh/ano)		344	572	1.970	1.758	1.909	1.852	2.300	2.500	1.270	1.300
Energia economizada / geração adicional evitada até o ano (GWh)	930	1.274	1.846	3.816	5.574	7.483	9.335	11.635	14.135	15.405	16.705
Redução de demanda na ponta (MW)	230	70	103	293	976	532	418	640	690	309	270
Usina equivalente (MW)**	139	80	135	430	415	440	420	552	600	305	312
Investimento evitado (R\$ milhões)	440	160	270	860	830	880	840	2019	2818	1486	1914

* Sem incluir os custos com pessoal Procel/ Eletrobrás e incluindo os recursos da RGR.

** Obtidas a partir da energia economizada e geração adicional, considerando um fator de capacidade típico de 56% para usinas hidrelétricas e considerando 15% de perdas médias na transmissão e distribuição para a parcela de conservação de energia.

As hipóteses utilizadas para a projeção futura dos resultados do Procel se baseiam no estudo, elaborado para o Procel e apresentado ao *Global Environmental Facility, Greenhouse Gas Emission Avoided by Procel 1990 – 2020* (La Rovere e Americano, 1999). Assume-se para o período 2006 – 2020 um nível médio de perdas de transmissão e distribuição na rede elétrica do país de apenas 10%, que pode ser considerada uma premissa conservadora. Por outro lado, considera-se a hipótese otimista de que a energia permanece sendo economizada após a conclusão dos projetos do Procel, ou seja, que os consumidores finais, aprovando o resultado das medidas de eficiência promovidas pelo Procel, assegurarão sua continuidade.

Deve-se salientar que a meta do Procel de atingir 130 TWh de economia em 2015 é extremamente ambiciosa, requerendo um salto de ordem de grandeza nos resultados do programa. Adota-se, para as estimativas de energia elétrica a ser economizada de 2004 a 2020, a média observada nos últimos anos de economizar 2 TWh/ano a mais todo ano, além de manter os resultados da eficiência obtida anteriormente. Essa hipótese busca manter a consistência com a classificação do Procel como uma iniciativa já em andamento. Naturalmente, é tecnicamente viável ampliar esse esforço, graças à recente aprovação da Lei de Níveis Mínimos de Eficiência Energética.

A redução das emissões de gases de efeito estufa alcançada pelo Procel foi obtida aplicando-se a faixa de valores para a margem combinada de 106,5 a 260,3 tCO₂/MWh, de forma consistente com os cálculos efetuados para as alternativas de geração elétrica a partir de fontes renováveis. Considerando as metas do Procel, a tabela

abaixo mostra as reduções na emissão de CO₂ do setor elétrico a partir de 2006, bem como a receita que poderia ser obtida com a venda dos créditos de carbono (considerando o preço para os RCEs de US\$ 5/tCO₂).

Tabela 39b. Potencial de emissões evitadas e receita MDL do Procel

Ano	Energia economizada	MtCO ₂ evitada		Receita obtida (RCEs a US\$ 5) (US\$ milhões)
		hipótese 1 = 106,5 tCO ₂ /GWh	hipótese 2 = 260,3 tCO ₂ /GWh	
2006	23 TWh/ano	2,5 a 6,0 /ano	12,5 a 30,0 /ano	US\$ 0,53 a 1,30 /MWh
2020	51 TWh/ano	5,4 a 13,3 /ano	27,0 a 66,5 /ano	
Total 2006-2020	555 TWh	59,1 a 144,5	295,5 a 722,5	US\$ 0,53 a 1,30 /MWh
Valor médio estimado	37 TWh/ano	3,9 a 9,6 /ano	19,5 a 48 /ano	US\$ 0,53 a 1,30 /MWh

De acordo com as hipóteses adotadas em La Rovere e Americano (1999), o custo médio da conservação de energia promovida pelo Procel é estimado em torno de US\$ 10/MWh. Portanto, a receita obtida com os certificados representaria de 5 a 13% dos custos incorridos.

4.6.2. Conpet

Conforme dados obtidos na Petrobras (2004), entre os projetos do Conpet que já possuem algum resultado, o Projeto Economizar se destaca. Esse projeto é voltado para frotas de empresas de transporte rodoviário e urbano de carga e de passageiro, e tem por objetivo otimizar o uso do diesel e reduzir a emissão de fumaça negra. A

Petrobras oferece o equipamento necessário, a metodologia, o treinamento e o suporte técnico. Os custos com veículos e de operacionalização do projeto são financiados pelo setor privado (dono das frotas). Dados do Conpet para 2003, estimam uma economia anual em torno de 300 milhões de litros, correspondendo a cerca de 0,8 milhões tCO₂/ano (emissão do diesel = 2,7 tCO₂/m³). Vale ressaltar que esses dados são estimados, pois os dados exatos dependem de um retorno confiável de informações da parte do dono da frota, a respeito das economias efetivamente obtidas.

O Projeto Transportar é semelhante ao Economizar, só que é dirigido a transportadores de combustíveis que utilizam o terminal de abastecimento da Refinaria Henrique Lage (Revap) em São José dos Campos. Esse programa é de difícil quantificação pois é baseado na adesão voluntária de cada caminhoneiro. Ao sair do estande do programa, não se tem como avaliar se o motorista fará as regulagens necessárias ou não. Somente num caso de reavaliação seria possível quantificar e avaliar. Mesmo assim, existem algumas estimativas para os 18 meses do programa (até março de 2004) que apresentam como economia de diesel algo em torno de 15%, ou seja cerca de 13,6 milhões l/ano e redução de 38 mil tCO₂/ano.

Outro projeto do Conpet é a etiquetagem de fogões. Esse projeto tem como objetivo estimular a produção e utilização de fogões mais eficientes e seguros e auxiliar o consumidor na compra de seu aparelho doméstico a gás com as informações contidas na etiqueta. Cerca de 3,7 milhões de fogões são fabricados por ano no país e 90% deles utilizam o gás liquefeito de petróleo (GLP). Assim, melhorar

o desempenho desses equipamentos significa reduzir os gastos com GLP no orçamento doméstico. Com o projeto de etiquetagem, os novos fogões fabricados no Brasil consomem, em média, 13% menos GLP do que os modelos antigos e 50% desses equipamentos já atingiram a faixa A de eficiência (61%).

Uma economia de 13% do consumo nacional de gás de cozinha (GLP) representa uma redução de aproximadamente 1,5 milhão m³/ano o que corresponde à cerca de 150 dias de importação de GLP e a dois botijões de GLP/família/ano.

Outro projeto interessante é o Ônibus à Gás. O objetivo é operar um ônibus movido à Gás Natural Veicular (GNV) em uma linha regular da Cidade do Rio de Janeiro, visando demonstrar a viabilidade técnica e econômica dessa nova tecnologia, bem como identificar novos fatores capazes de contribuir para a sua otimização. No momento, o Conpet possui apenas uma unidade que visa:

- Difundir a cultura do uso de GNV em ônibus;
- Treinar e capacitar mão de obra;
- Levantar Indicadores de:
 - Desempenho (GNV em comparação com o diesel);
 - Consumo de combustível e de lubrificantes;
 - Custos de manutenção;
- Demonstrar que a tecnologia GNV é segura e confiável.

O mercado potencial estimado pelo Conpet, baseado em 47 empresas filiadas ao Sindicato das Empresas de Transporte de Passageiros do Município do Rio de Janeiro, é apresentado na tabela abaixo.

Tabela 40. Mercado potencial para ônibus à gás na Cidade do Rio de Janeiro

Empresas filiadas	47
Linhas operadas	854
Frota de ônibus	7.353
Passageiros/mês	90 milhões
Diesel consumido	20 milhões de litros/mês

Por ser um projeto piloto, o ônibus à gás pode se estender a uma parcela da frota do município do Rio de Janeiro e vir a se tornar em curto ou médio prazo numa possibilidade interessante para um projeto MDL, em parceria com os donos das frotas de ônibus.

Os três projetos do Conpet inicialmente mencionados podem ser classificados como iniciativas em andamento, enquanto a extensão do projeto-piloto do ônibus à gás para uma frota de 7.353 ônibus do município do Rio de Janeiro pode ser considerada uma iniciativa tecnicamente viável em curto ou médio prazo. A tabela abaixo apresenta uma síntese do potencial do Conpet por projeto e sua viabilidade de enquadramento como projeto MDL.

Tabela 41. Potencial de emissões evitadas e receita MDL do Conpet

Projetos	Quantidade de combustível economizado e/ ou substituído	Mil tCO ₂ evitadas / ano Fator de emissão: Diesel = 2,7tCO ₂ /m ³ GLP = 1,2tCO ₂ /m ³ * Gás natural = 2,057tCO ₂ /m ³	Receita Potencial (US\$ milhões/ano, com RCEs a US\$ 5/tCO ₂)	Observações
Economi- zar	300 milhões l/ano de diesel	800	4	-É preciso comprovar a adicionalidade do projeto, pois a redução do consumo de diesel é de interesse dos donos das frotas. Uma das possibilidades de se comprovar a adicionalidade seria comprovar um custo incremental para a Petrobras e/ ou para o dono das frotas que limitaria a regulação feita nas frotas (tempo) ou a ampliação do programa pela Petrobras. Comprovar que sem a participação da Petrobras a redução do consumo de diesel não ocorreria naturalmente. Os créditos de carbono poderiam ser divididos com os donos das frotas, como forma de manter o projeto operando. Apresenta dificuldades no monitoramento da quantidade de combustível economizado.
Transportar	13,6 milhões l/ano de diesel	38	0,19	Assim como o anterior, apresenta as mesmas possibilidades, sendo que os créditos de carbono poderiam servir para reduzir os custos de ampliação do programa para outras refinarias da Petrobras. Apresenta dificuldades no monitoramento da quantidade de combustível economizado.
Etiquetagem de fogões	1,5 milhões m ³ /ano de GLP	1.800	9	Hoje somente 50% dos fogões apresentam o nível A de eficiência. Poderiam ser pleiteados créditos de carbono como forma de reduzir o custo necessário a ter toda a produção de fogões (100%) com nível A de eficiência.
Ônibus a gás	240 milhões l/ano de diesel	emissão com o diesel: 648 emissão com o gás natural: 494 emissão evitada: 154	0,77	Apresenta boas possibilidades de enquadramento no MDL, uma vez que é um projeto piloto e a sua implementação apresenta barreiras de custo e operacional.

4.7. Quadro-resumo das oportunidades de projetos enquadráveis no mecanismo de desenvolvimento limpo – energia, resíduos sólidos e eficiência energética

Este item tem como objetivo apresentar de forma sintética um resumo das oportunidades oferecidas pelo MDL para energia, resíduos sólidos e eficiência energética, com base nos itens anteriores, conforme mostram as tabelas a seguir. As oportunidades de projetos foram divididas em duas categorias: Potencial de iniciativas em andamento e Potencial de iniciativas tecnicamente viáveis em curto ou médio prazo.

Tabela 42a. Oportunidades de projetos e programas passíveis de enquadramento no MDL – potencial de iniciativas em andamento

	Oportunidade no MDL	Potencial	Energia gerada	Emissões evitadas	Receita (RCEs a US\$ 5,00)	Observações
Sistema interligado Proinfa 1ª fase ⁽¹⁾	Apresenta incertezas quanto à adicionalidade e a quem pertenciam as RCEs caso elas venham a ser negociadas 1.100 MW	Capacidade instalada hoje 23MW Potencial de 28.900 MW ao custo de US\$ 40 a 84/MWh	3,8 TWh/ano (FC = 40%)	0,41 a 1,0 MICO ₂ /ano	US\$ 2,0 a 5,0 milhões/ano que correspondem a US\$ 0,53 a 1,30/MWh	Valor econômico Proinfa (base março 2004)
Eólica Chamada pública do Proinfa atraiu 3,682 MW de projetos	1.100 MW	Entre 1995 – 2002: 1000 MW de PCH entraram em operação Potencial: 2.837 MW para aprovação na Aneel e 4.478 MW aprovados.	5,7 TWh/ano (FC = 60%)	615,5 mil a 1,5 MICO ₂ /ano	US\$ 3,07 a 7,50 milhões/ano que correspondem a US\$ 0,53 a 1,30/MWh	Edifica: US\$ 60 a 68/MWh PCH: US\$ 39/MWh Biomassa: US\$ 31 a 56/MWh (ver tabela 4)
Biomassa Chamada pública do Proinfa atraiu 995 MW de projetos, mas somente 327 MW foram contratados devido a desistências ⁽²⁾	1.100 MW	Potencial: 4.000 – 12.000 MW	6,7 TWh/ano (FC – 70%)	715,5 mil a 1,73 MICO ₂ /ano	US\$ 3,57 a 8,7 milhões/ano que correspondem a US\$ 0,53 a 1,30/MWh	Investimento Edifica: US\$ 900 a 1400/kW PCH: US\$ 900/kW Bagaço: US\$ 216 a 834/kW
Total do Proinfa 1ª fase	3.300 MW (considera-se que a 2ª fase não ocorrerá e portanto a geração de eletricidade será constante desde 2006 até 2022)		16,3 TWh/ano	1,75 a 4,2 MICO ₂ /ano Período 2006/2022: 27,9 a 67,6MICO ₂	US\$ 8,75 a 21 milhões/ano Período 2006/2022: US\$ 139,5 a 336 milhões que correspondem a US\$ 0,53 a 1,30/MWh	Investimento total do Proinfa US\$ 2,87 bilhões
Biogás de aterros sanitários	3 projetos já em andamento			2,3 MICO ₂ e/ano	US\$ 11,4 milhões/ano	

(1) Os valores de emissões evitadas e receitas obtidas com a venda de RCEs consideram as duas hipóteses adotadas no estudo para linha de base do setor elétrico (106,5 tCO₂/GWh e 260,3 tCO₂/GWh).

(2) Mas, segundo informação do MME, a segunda informação do Proinfa deve completar a quota prevista.

Tabela 42b. Oportunidades de projetos e programas passíveis de enquadramento no MDL – potencial de iniciativas em andamento (cont.)

	Oportunidade no MDL	Potencial	Energia gerada	Emissões evitadas	Recetta (RCEs a US\$ 5,00)	Observações
Procel	<p>Conservação de energia a ser propiciada pelo Procel, conforme cenário adotado</p> <p>Projeto Economizar</p> <p>É preciso comprovar a adicionalidade do projeto. Uma possibilidade seria demonstrar que o investimento da Petrobras no projeto tem um limite e os créditos de carbono permitiriam uma ampliação do projeto reduzindo o tempo de avaliação das frota e aumentando a eficiência do projeto</p>	<p>Conservação de energia no período 2006/2020 = 555 TWh</p> <p>300 milhões /ano de diesel para 3.189 empresas participantes em 22 estados da federação</p>	<p>Valor médio estimado 37 TWh/ano</p>	<p>3,9 a 9,6 MICO₂/ano</p> <p>2006/2020: 59,1 a 144,5 MICO₂</p> <p>800 mil tCO₂/ano</p>	<p>US\$ 19,5 a 48 milhões/ano</p> <p>2006/2020: US\$ 295,5 a 722,5 milhões correspondendo a US\$ 0,53 a 1,30/MWh</p> <p>US\$ 4,4 milhões/ano; correspondendo a US\$ 14,67/m³</p>	<p>Custo da conservação de energia do Procel: US\$ 10/MWh</p> <p>Projeto de redução do consumo de diesel na frota de empresas de transporte rodoviário de carga e de passageiros</p> <p>É preciso melhorar o monitoramento do projeto para melhor avaliar o potencial de redução no consumo de diesel</p>
Compel	<p>Projeto Transportar</p> <p>É preciso comprovar a adicionalidade. Uma possibilidade seria a ampliação do projeto para outras refinarias</p> <p>Etiquetagem de fogões</p> <p>Oportunidade MDL seria ampliar para atingir 100% dos fogões com nível A de eficiência (atualmente são 50%), caso existam barreiras para isso</p>	<p>13,6 milhões de litros nos 18 meses do programa, atuando somente em uma refinaria</p> <p>Redução no consumo de GLP de cerca de 13% para cerca de 50% dos fogões que atingiram o nível A, até agora, representando uma economia de 1,5 milhão m³/ano</p>		<p>38 mil tCO₂/ano</p> <p>1,8 MtCO₂/ano</p>	<p>US\$ 190 ml/ano</p> <p>correspondendo a US\$ 13,97/m³*</p> <p>US\$ 9 milhões/ano</p> <p>correspondendo a US\$ 6,00/m³*</p>	<p>Projeto voltado para os transportadores de combustíveis nas refinarias da Petrobras</p> <p>É preciso melhorar o monitoramento do projeto para melhor avaliar o potencial de redução no consumo de diesel</p> <p>Existe atualmente obrigação legal</p>

Tabela 42c. Oportunidades de projetos e programas passíveis de enquadramento no MDL – potencial de iniciativas tecnicamente viáveis

Oportunidade no MDL	Potencial	Energia gerada	Emissões evitadas	Receita (RCEs a US\$ 5,00)	Observações
<p>Projeta 2ª fase (somente)⁽¹⁾</p> <p>Com a aprovação do Novo Modelo do Setor Elétrico e as novas diretrizes da política existem incertezas quanto à 2ª fase do Projeta</p>	<p>Incremento linear da geração elétrica anual até que em 2022 o Projeta seja responsável por 6% do consumo anual de energia elétrica, atingindo 17,6 GW instalados</p>	<p>61,4 TWh a mais que em 2006 (= 16,3 TWh) valor médio de 32,6 TWh/ano</p>	<p>3,47 a 8,49 MCO₂/ano</p> <p>Período 2007-2022: 55,5 a 136 MCO₂</p>	<p>US\$ 17,4 a 42,5 milhões/ano</p> <p>Período de 2007-2022: US\$ 277,6 a 680 milhões que correspondem a US\$ 0,53 a 1,30/MWh</p>	<p>Igual participação de cada fonte na expansão da geração de energia elétrica</p>
<p>Projeta de cana-de-açúcar⁽¹⁾</p> <p>Capacidade instalada em 2003 = 1.582 MW (cerca de 10% da capacidade termelétrica brasileira)</p> <p>Comercialização de excedentes em 2002 = 5.360 GWh (1,6% do consumo no Brasil)</p>	<p>Hipótese: incremento médio anual de 500 MW até atingir 5.000 MW em 10 anos</p>	<p>20,4 TWh/ano (na safra) a 37,2 TWh/ano (ano todo)</p>	<p>1,2 a 2,2 MCO₂/ano (hipótese 1)</p> <p>2,9 a 5,3 MCO₂/ano (hipótese 2)</p>	<p>US\$ 6,0 a 11,0 milhões/ano correspondendo a US\$ 0,53/MWh e a US\$ 0,031 a 0,056/t cana (hipótese 1)</p> <p>US\$ 14,5 a 26,5 milhões/ano correspondendo a US\$ 1,30/MWh e a US\$ 0,075 a 0,140/t cana (hipótese 2)</p>	<p>Investimento estimado de US\$ 216 a 834/kW</p> <p>Valor econômico do Projeta para bagaço de cana US\$ 33,70/MWh (base setembro 2004) (ver tabela 4) que corresponde a R\$ 4,60/t cana ou US\$ 1,54/t cana (dólar a R\$3,00)</p>
<p>Projeta de arroz⁽¹⁾</p> <p>Esse cálculo considera somente a geração elétrica, sem considerar o potencial do metano evitado</p> <p>Hipótese: 10% dos possíveis empreendimentos (incremento de 120 MW por ano com um potencial total de 1.200 MW em 2015) teria como prática comum depositar a casca de arroz em aterros sanitários e 90% quem assim simplesmente depositam as cascas de arroz em terrenos baldios</p>	<p>Hipótese: incremento anual de 120 MW até atingir 1.200 MW em 2015</p> <p>Em 2006, para 120 MW, 0,5 Mt/ano de casca de arroz</p> <p>Em 2015, para 1.200 MW, 5,13 Mt/ano de casca de arroz</p> <p>Valor médio anual de 2,8 Mt/ano de casca de arroz</p>	<p>Valor médio no período de 3,47 TWh/ano (FC 60%)</p>	<p>0,37 a 0,9 MCO₂/ano</p> <p>2,5 MCO₂e/ano (0,9 tCO₂e por tonelada de casca de casca de arroz)</p>	<p>US\$ 1,85 a 4,5 milhões/ano que correspondem a US\$ 0,53 a 1,30/MWh</p> <p>US\$ 12,5 milhões/ano que correspondem a US\$ 4,47/t de casca de arroz ou a US\$ 0,07/m² de CH₄</p>	<p>Custo de instalação US\$ 1.000/kW</p>

(1) Os valores de emissões evitadas e receitas obtidas com a venda de RCEs consideram as duas hipóteses adotadas no estudo para linha de base do setor elétrico (106,5 tCO₂/GWh e 260,3 tCO₂/GWh).

(2) Conforme hipótese de operação: apenas na safra = 0,468; ou no ano todo = 0,85.

Tabela 42d. Oportunidades de projetos e programas passíveis de enquadramento no MDL – potencial de iniciativas tecnicamente viáveis (cont.)

Oportunidade no MDL	Potencial	Energia gerada	Emissões evitadas ⁽²⁾	Receita ⁽¹⁾ (RCEs a US\$ 5,00)	Observações
Resíduos sólidos urbanos	<p>Cenário 1: 23,4 Mil/ano de lixo (considera o lixo que hoje é jogado em aterros sanitários ou controlados – dados IBGE 2000)</p> <p>Cenário 2: 33,5 Mil/ano de lixo (considera o potencial possível em 2015, ou seja que todo o lixo coletado seja encaminhado para aterros sanitários)</p>	11.700 GWh/ano 1,2 MCH ₄ /ano	<p>1,24 a 3,0 MICO₂/ano (eletricidade) 20,4 MICO₂/ano (metano) Total 21,6 a 23,4 MICO₂/ano</p> <p>1,78 a 4,3 MICO₂/ano (eletricidade) 29,2 MICO₂/ano (metano) Total 30,9 a 33,7 MICO₂/ano</p>	<p>Recalota total US\$ 108 a 117 milhões/ano Correspondendo a US\$ 0,53 a 1,30/MWh e US\$ 0,06/m³CH₄⁽²⁾</p> <p>US\$ 154,9 a 168 milhões/ano Correspondendo a US\$ 0,53 a 1,30/MWh US\$ 0,06/m³CH₄⁽²⁾</p>	<p>Comparação Aterro Bandeirantes Valor c/uso pela eletricidade US\$ 50,00 Valor c/uso pelo metano US\$ 0,02/m³</p> <p>Recalota obtida com o metano no MDL é superior ao valor do contrato do Aterro Bandeirantes</p> <p>Recalota obtida com a geração de eletricidade depende do teor de carbono do mix da rede de distribuição (recalota auferida no livro de caixa do projeto) (US\$ 0,53 a 1,30/MWh)</p> <p>Custo das tecnologias para geração de eletricidade a partir do biogás em torno de US\$ 45/MWh sem considerar os impostos e com 20% de taxa de desconto</p> <p>Queima de metano de 120 mil CH₄ em 2006 crescendo linearmente até 1,2 MCH₄ em 2015</p>
Biogás de aterro sanitário		16,767 GWh/ano 1,7 MCH ₄ /ano	<p>628,3 mil a 1,5 MICO₂/ano (eletricidade) 20,4 MICO₂/ano (metano) Total 21,0 a 22,1 MICO₂/ano</p>	<p>US\$ 105 a 110,5 milhões/ano Correspondendo a US\$ 0,53 a 1,30/MWh US\$ 0,06/m³CH₄⁽²⁾</p>	
Potencial anual com os valores absolutos		5,550 GWh/ano 1,2 MCH ₄ /ano			
Biogás de aterro sanitário		0,345 a 0,825 MICO ₂ /ano (eletricidade) + 11,2 MICO ₂ /ano (metano) = Total 11,55 a 12,03 MICO ₂ /ano		US\$ 57,7 a 60,2 milhões/ano	
Potencial anual: hipótese de crescimento anual linear até atingir o potencial estimado em 10 anos		<p>Cenário 3: hipótese de que o potencial do cenário 3 levaria 10 anos para ser atingido</p> <p>Cenário 3: hipótese de que o potencial do cenário 3 levaria 10 anos para ser atingido</p>	<p>0,59 TWh/ano em 2006, crescendo linearmente até atingir 5,9 TWh/ano em 2015</p>		

(1) Os valores de emissões evitadas e receitas obtidas com a venda de RCEs para geração de eletricidade consideram as duas hipóteses adotadas no estudo para linha de base do setor elétrico (106,5 tCO₂/GWh e 260,3 tCO₂/GWh).

(2) Valor calculado considerando somente a quantidade de metano evitado, em tCO₂ equivalente, sem considerar as emissões evitadas pela geração de eletricidade.

Tabela 42e. Oportunidades de projetos e programas passíveis de enquadramento no MDL – potencial de iniciativas tecnicamente viáveis (cont.)

Oportunidade no MDL	Potencial	Energia gerada	Emissões evitadas	Receita (RCEs a US\$ 5,00)	Observações
Expansão do consumo de energia elétrica (4,7%/ano até 2012) utilizando óleo diesel seria substituída por geração com energias renováveis	Diferença entre a energia gerada em 2012 e 2004 = 3,23 TWh	0,34 TWh em 2005 até atingir 3,23 TWh em 2012 Valor médio no período de 1,72 TWh/ano	1,5 MCO ₂ /ano ⁽¹⁾	US\$ 7,5 milhões/ano Correspondendo a US\$ 4,33/MWh	Custo médio da energia produzida com geradores diesel US\$ 171 a 242/MWh
Sistemas Isolados atendem a uma área de 45% do território brasileiro e a cerca de 3% da população nacional	Hipótese: troca gradativa de metade da geração de eletricidade a partir do óleo diesel até 2012 Geração diesel 2004 = 3,0TWh Metade da geração = 1,5TWh	0,24 TWh em 2005 1,46 TWh/ano em 2012 Valor médio no período de 0,85 TWh/ano	Valor médio no período de 0,7 MCO ₂ /ano	Valor médio no período de US\$ 3,5 milhões/ano Correspondendo a US\$ 4,33/MWh	
Universalização do acesso	415 mil domicílios por ano até atingir 1.600 mil domicílios em 2008	99,6 GWh/ano Em 2008: 0,388 TWh/ano ⁽²⁾	Valor médio no período 2005-2008: 216,5 mil tCO ₂ /ano	US\$ 1,1 milhões/ano Correspondendo a US\$ 4,33/MWh	Custo médio da energia produzida com geradores diesel US\$ 171 a 242/MWh
Fontes de energia alternativas que podem ser consideradas nos sistemas isolados	Energia fotovoltaica Biomassa: resíduos de madeira, p.ex. Óleos vegetais regionais: mamona, p.ex. PCH			Custo: US\$ 360 a 210/MWh Investimento: US\$ 1,150/kW Geração: US\$ 38,68/MWh Investimento: US\$ 23/kW Geração: US\$ 89/MWh Investimento: US\$ 904/kW	

(1) Linha de base é a geração a partir de óleo diesel, cujo fator de emissão é 866 tCO₂/GWh.
 (2) Valor calculado considerando o consumo médio mensal de 20 kWh por domicílio (hipótese adotada pelos autores).
 (3) Estimativas do Cenbio (2000).

Tabela 42f. Oportunidades de projetos e programas passíveis de enquadramento no MDL – potencial de iniciativas tecnicamente viáveis (cont.)

	Oportunidade no MDL	Potencial	Energia gerada	Emissões evitadas	Receita (RCEs a US\$ 5,00)	Observações
Alcool (combustível)	Enquadramento no MDL depende da variação do preço do barril do petróleo (se estiver abaixo de US\$ 24 o álcool se torna mais caro que a gasolina) Com os atuais preços do barril do petróleo e a introdução no mercado da tecnologia <i>flex fuel</i> , a adicionalidade depende da comprovação de outras barreiras existentes à sua produção e uso no mercado interno	Consumo de álcool em 2003 = 13,5 bilhões de litros (consumo de álcool hidratado foi a metade) Estimativa de consumo de álcool hidratado em 2013 = 11,54 bilhões de litros, cerca de 4,8 bilhões de litros a mais que em 2003 Incremento médio anual de 480 milhões l/ano	Valor médio no período de 2,64 bilhões de litros/ano	816 mil tCO ₂ e/ano em 2004 8,16 MtCO ₂ e/ano em 2013 Valor médio anual no período de 4,45 MtCO ₂ e/ano	US\$ 4,1 milhões/ano em 2004 US\$ 40,8 milhões/ano em 2013 Valor médio anual no período US\$ 22,2 milhões/ano Correspondendo a US\$ 8,4/m ³ Equivalente a menos de 2% do custo de produção do álcool (para um custo médio de US\$ 480/m ³)	O álcool anidro é considerado como linha de base Custo de produção varia de US\$ 680 a 280/m ³
Biodiesel (combustível)	Adicionar 2% ao diesel já em 2005 ou chegar gradativamente até 800 milhões de litros/ano em 2012		450 a 800 milhões de litros/ano	1,0 a 1,7 MtCO ₂ e/ano	US\$ 5,0 a 8,5 milhões/ano Correspondendo a US\$ 10,63/m ³ Economia de divisas da ordem de US\$ 90 a 160 milhões/ano	
Compet Projeto Ônibus a gás	Instituir um programa de substituição do óleo diesel por gás natural veicular em 7.353 ônibus da frota da cidade do Rio de Janeiro	240 milhões litros/ano		154 mil tCO ₂ e/ano	US\$ 771 mil/ano Correspondendo a US\$ 3,21/m ³	

5. Outras oportunidades: agropecuária e florestas

5.1. Agropecuária

5.1.1. Pecuária

A produção de metano é parte do processo digestivo dos herbívoros ruminantes e ocorre no rúmen. A fermentação que ocorre durante o metabolismo dos carboidratos do material vegetal ingerido é um processo anaeróbio efetuado pela população microbiana ruminal, e converte os carboidratos celulósicos em ácidos graxos de cadeia curta, principalmente ácidos acético, propiônico e butírico. Nesse processo fermentativo é dissipado calor pela superfície corporal e são produzidos dióxido de carbono (CO_2) e metano (CH_4).

As emissões globais de metano a partir dos processos entéricos são estimadas em cerca de 80 MtCH_4/ano (22% das emissões por fontes antrópicas), e as provenientes de dejetos animais são estimadas em cerca de 25 MtCH_4/ano (EPA, 2000). Dados de 2003 da *Food and Agriculture Organization (FAO)* indicam uma população de 189,5 milhões de bovinos no Brasil, sendo aproximadamente 80% de gado de corte e 20% de gado de leite. Do total das emissões de metano pelo setor agrícola no Brasil, estima-se que a pecuária, por intermédio da fermentação entérica e dos dejetos, contribui com cerca de 96% do total emitido (9,7 MtCH_4 em 1994). Desse total, a pecuária bovina contribui com 95% das emissões, o restante sendo de outras categorias de animais⁴⁰.

⁴⁰ Essas estimativas foram feitas utilizando equações propostas pelo *IPCC Guidelines* (1996) e uma rede de informações nacionais sobre produção animal.

As indicações de opções de mitigação de metano na atividade pecuária estão associadas ao aumento da produtividade animal, por meio de suplementação alimentar, controle de zoonoses e doenças, melhoramento genético, melhoramento das taxas de reprodução e de intervalos entre partos etc, visando uma eficiência maior, expressa em maior produção: litro de leite ou quilo de carne por unidade de metano emitido. As emissões de metano podem ser reduzidas por meio da melhoria da digestão fermentativa no rúmen, acrescentando, por exemplo, grãos à dieta. O melhoramento da eficiência dos processos microbianos, visando a otimização da digestão de fibras no rúmen e síntese microbiana apresenta-se como uma das estratégias para a redução das emissões de metano. Combinações, tratamentos e bioengenharia de alimentos são também oportunidades a serem exploradas. Salienta-se, pois, a necessidade de se desenvolver no país ações de pesquisa visando aperfeiçoar as informações sobre o potencial de emissão de metano pela pecuária, sob os vários sistemas de produção animal existentes, ao mesmo tempo em que se buscam melhores índices de produtividade e maior eficiência.

A orientação para projetos MDL nesse primeiro período de compromisso não inclui projetos com ruminantes, embora se encontre na literatura indicações de como projetos concebidos para aumentar a produtividade e a eficiência da pecuária ruminante podem servir ao duplo propósito de atingir o desenvolvimento limpo e reduzir as emissões de forma econômica em países em desenvolvimento (Du Charme & Orlic, 2001). Considerando-se que a América Latina

possui cerca de 374 milhões de cabeças de bovinos (27% da população global), onde apenas o Brasil detém em torno de 50% desse total, é possível que a atividade pecuária venha a ser um dos principais alvos de futuras políticas de mitigação de metano.

Um outro segmento de interesse no setor pecuário, é o uso de dejetos animais (principalmente de suínos), conforme discutido no próximo item.

Oportunidades para o MDL

O uso dos dejetos de rebanhos se torna uma oportunidade viável para a co-geração de energia a partir do biogás, ou a captura de metano e sua combustão a partir do tratamento de esterco animal. Inclusive, algumas iniciativas já vêm ocorrendo nessa área. A EcoSecurities e a AgCerts (Canadá), por exemplo, vêm investindo na compra de crédito de carbono de criadores de suínos. A proposta é que criadores de suínos adquiram biodigestores para suas instalações, já que o biodigestor é um dispositivo aprovado por lei, que protege o lençol freático e a camada de ozônio por meio do seqüestro dos gases. Existe a possibilidade de geração de eletricidade a partir dos dejetos, evitando-se assim a emissão de metano, pela disposição desses dejetos em lagoas de tratamento anaeróbico. Vale ressaltar que o potencial de redução de gases de efeito estufa varia conforme a prática existente em cada fazenda, para o tratamento dos dejetos: por exemplo, se existe geração de metano (tratamento anaeróbico) ou não (tratamento aeróbico).

A metodologia da linha de base para esse caso, conforme metodologia aprovada no *MethPanel*, é baseada na abordagem 48-b do documento

de Marraqueche, sob o argumento de que a análise de investimento é apropriada para identificar “o curso economicamente atrativo de ação”. A metodologia determina a linha de base sob a ótica de custo-benefício. Ela sugere o cálculo da TIR para avaliar a atratividade do investimento a ser efetuado no projeto e os possíveis cenários (linhas de base), e assim, determinar se o projeto é adicional ou não. Ou seja, é calculada a TIR para várias tecnologias (linhas de base) possíveis, conforme as práticas existentes em determinada região ou país. Qualquer cenário de tratamento de resíduos e águas residuais pode ser adotado a partir dos vários sistemas de tratamento listados no Guia para sistemas de gerenciamento de resíduos de animais do IPCC (capítulo 4, tabela 4.8) e *IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management* (capítulo 4, tabelas 4.10 e 4.11).

Assim, o passo inicial é selecionar os cenários possíveis de linha de base (ou seja, as tecnologias possíveis de serem utilizadas) para o tratamento dos resíduos. O passo seguinte é identificar entre esses cenários possíveis os mais plausíveis, demonstrando o porquê da exclusão dos demais. Essa justificativa pode se basear em práticas históricas locais, restrições legais, dificuldades de acesso à tecnologia e necessidade de inovações tecnológicas. A partir daí é efetuada uma comparação econômica (custo-benefício) entre os cenários mais plausíveis. Para cada cenário se calcula a TIR e o valor presente líquido (VPL). O cenário de linha de base é aquele que se revelar o mais atrativo economicamente. A adicionalidade se justifica pela diferença entre a atratividade econômica da linha de base e do projeto MDL⁴¹.

⁴¹ Já existem duas metodologias aprovadas sobre esse tema (AM0006 e AM0016); ver www.cdm.unfccc.int.

Segundo dados da Embrapa obtidos pelo estudo do professor Jorge de Luca (2001), a média diária de produção de dejetos de suínos no Brasil é cerca de 294 mil m³ e a média anual perto de 100 milhões de m³. Portanto, existe um potencial significativo para esse tipo de projeto. Os principais produtores de suínos, tais como Sadia, Perdigão, Aurora etc, representam num primeiro momento o potencial de curto prazo a ser explorado.

Apesar de não se ter conhecimento até o momento de nenhum projeto visando o uso de dejetos de bovinos, podemos imaginar que num futuro próximo, essa possa ser uma alternativa viável para um projeto MDL. De acordo com Jorge de Luca (2001), para os rebanhos bovinos a quantidade é mais difícil de ser estimada devido à variação do tipo de alimentação e da época do ano, mas de maneira geral pode-se dizer que para vacas holandesas, considerando o consumo diário de 18,7 kg de matéria seca, haveria uma produção média de 66,42 kg de dejetos/dia. Para bovinos de corte estima-se a quantidade em 24 kg de dejetos/dia.

5.1.2. Solos agrícolas

O uso intensivo das terras tem induzido a grandes perdas de carbono dos solos e da cobertura vegetal. Além de gás carbônico, as emissões agrícolas de metano, monóxido de carbono e óxido nitroso provenientes de atividades agrícolas são importantes contribuintes à concentração de gases de efeito estufa na atmosfera. As emissões globais de óxido nitroso (N₂O) são estimadas em 6,2 milhões de toneladas de Nitrogênio (tN) para o ano de 1990 (Mosier & Kroeze,

1998). No Brasil, as emissões totais de N_2O , estimadas para o ano de 1994, somaram 324,22 mil tN, dos quais 78,98 mil toneladas (24,4%) corresponderam às emissões de N_2O diretas de solos agrícolas, 141,83 mil toneladas (43,7%) às emissões de N_2O a partir de animais em pastagens, e 103,41 mil toneladas (31,9%) às emissões de N_2O indiretas de solos agrícolas (Embrapa, 1999c). A Embrapa Agrobiologia tem obtido alguns resultados de pesquisa que mostram que as estimativas de emissão de óxido nitroso para os solos agrícolas tropicais podem ser menores do que os valores estimados pelo IPCC, e que dependem fortemente da forma em que o fertilizante é adicionado ao solo e do manejo das culturas. No Brasil, as quantidades de fertilizantes orgânicos e inorgânicos empregadas nas culturas agrícolas e pastagens são muito menores, se comparadas com as usadas em países da América do Norte e Europa, gerando, conseqüentemente, menores contribuições de óxido nitroso à atmosfera.

Os processos e práticas que afetam o balanço do carbono global são: desmatamento, erosão do solo, queima de biomassa, superpastoreio, mecanização do solo (aração, gradagem etc), depleção da fertilidade dos solos, entre outros. Por outro lado, as práticas agrícolas que recompõem o reservatório de carbono orgânico e restauram a capacidade dos solos como sumidouros de carbono são: reflorestamento, práticas conservacionistas (como a manutenção da biomassa vegetal *in situ* após a colheita, plantio direto, período adequado de repouso e regeneração natural da vegetação), culturas perenes e extrativistas (como seringueira, cacau, castanhas, fruticultura etc), uso adequado de fertilizantes químicos e adubos orgânicos, pastagens bem manejadas e agro-florestas.

O crescente aumento de áreas cultivadas sob plantio direto demonstra uma rápida reação do setor agrícola quanto à necessidade de conservação do solo. Isso inclui a estocagem de carbono de forma mais permanente, associada à proteção física de agregados do solo. Ainda que seja observado um aumento no uso de agrotóxicos nesse sistema, há um aspecto importante a ser considerado, que é o menor consumo de combustível fóssil para o uso de tratores e outros veículos agrícolas. Por armazenar a matéria orgânica no solo, evitar a erosão dos solos, e assim evitar a liberação de gases para a atmosfera, o plantio direto pode representar um importante fator de fixação de carbono no setor agrícola. Além disso, no sistema de plantio direto há uma considerável redução no consumo de energia direta – representada pelos combustíveis fósseis – e de energia contida nos insumos e equipamentos. Em análise comparativa entre o sistema de plantio direto e o sistema convencional de plantio de soja no cerrado, Moura Filho (1995) apurou uma economia no consumo de energia da ordem de 44% em relação ao plantio convencional (ver tabela). Entretanto, é importante salientar que não há ainda resultados conclusivos sobre o potencial de cultivo sob plantio direto, quanto ao estoque de carbono ao longo do tempo. Para isso, técnicas cada vez mais sofisticadas estão sendo introduzidas para a mensuração e principalmente para o monitoramento do carbono estocado em diferentes tipos de solos e de manejo. Os solos são importantes reservatórios de carbono, mas o potencial de estoque de carbono dependerá das práticas de uso do solo utilizadas ao longo do tempo e das características intrínsecas de cada tipo de solo considerado. Há indicações de pesquisadores da Embrapa Agrobiologia, em

Seropédica, no rio de Janeiro que, para sistemas de culturas usando plantio direto, o uso de adubo verde aumenta significativamente o potencial de estoques de carbono.

Esses pesquisadores apontam também que os níveis de estoques de carbono no solo de pastagens tendem a se igualar aos níveis de floresta nativa, quando são implementados sistemas altamente produtivos, bem manejados e sustentáveis. As práticas que levam aos aumentos de estoques de carbono em solos agrícolas são até bem conhecidas na pesquisa agropecuária. Tais manejos devem ser estimulados por meio de uma forte política agrícola de conservação dos solos, dirigida a estabelecimentos agrícolas, e os estoques devem ser contabilizados ao nível de consórcios de áreas agrícolas.

Tabela 43. Avaliação do consumo energético nos sistemas de produção de plantio direto e plantio convencional de soja na região dos cerrados

Categoria de consumo	Plantio convencional (joules)	Plantio direto (joules)	Saldo (joules)
Máquinas e equipamentos	$1.665,70 \times 10^5$	$1.529,60 \times 10^5$	$+ 136,10 \times 10^5$
Insumos	$47.100,10 \times 10^5$	$46.200,10 \times 10^5$	$+ 900,00 \times 10^5$
Combustíveis e lubrificantes	$24.857,10 \times 10^5$	$3.176,10 \times 10^5$	$+ 21.681,00 \times 10^5$
Total	$73.622,80 \times 10^5$	$50.905,70 \times 10^5$	$+ 22.717,10 \times 10^5$

Fonte: Moura Filho (1995).

Os sistemas agro-florestais contribuem também para a redução das emissões de gases de efeito estufa. Esses sistemas incluem atividades de extração de produtos florestais sem corte, como é o caso da borracha, castanhas, óleos essenciais e produtos medicinais, entre outros. Se tais sistemas, atualmente desenvolvidos

por companhias privadas, comunidades de habitantes de floresta e reservas indígenas, tiverem como premissa o uso de práticas sustentáveis de manejo de florestas, pode-se prever que significantes quantidades de gases deixem de ser emitidos por atividades mais predatórias. Salati *et al.* (1999) citam dados sobre o potencial de seqüestro de carbono por diferentes alternativas de uso florestal da terra. Os reflorestamentos fixariam 10 a 14 toneladas de carbono por hectare (tC/ha), em um prazo de rotação de 10 anos, e sistemas agro-florestais fixariam 6 a 9 tC/ha em prazo de rotação de 40 anos.

5.2. Florestas

No âmbito das negociações do Protocolo de Quioto, da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, as únicas atividades de projetos elegíveis ao MDL para atividades de uso da terra, mudança no uso da terra e florestas (LULUCF) está limitada ao florestamento e reflorestamento. Pelas definições acordadas na Convenção, entende-se como floresta, uma área mínima de terreno de 0,05 a 1,0 ha, com cobertura de copa de árvore (ou equivalente nível de estoque) de mais de 10 a 30%, e árvores com potencial de altura mínima de 2 a 5 m na maturidade, *in situ*. Uma floresta pode consistir também de formações florestais fechadas onde árvores de várias formações e sub-bosque cobrem uma alta proporção do terreno, ou floresta aberta. Estandes naturais jovens e todas as plantações que ainda forem atingir uma densidade de copa de 10 a 30%, ou uma altura de árvore de 2 a 5 m, são consideradas igualmente floresta, assim como áreas que normalmente formam parte de uma área florestal e que estão temporariamente sem estoque, como resultado

de intervenção humana tal como corte, ou de causas naturais, e que se espera ver revertida para floresta. Assim, áreas desflorestadas e abandonadas para regeneração não são elegíveis no MDL, uma vez que são consideradas como áreas florestais temporariamente desestocadas.

Florestamento é a conversão para floresta, diretamente induzida pelo homem, de terreno que não foi floresta por um período de pelo menos 50 anos, por meio da plantação, sementeira, ou promoção induzida pelo homem de fontes naturais de sementes. Já o reflorestamento é a conversão, diretamente induzida pelo homem, de terreno não florestal para terreno florestal por meio da plantação, da sementeira, ou da introdução pelo homem de fontes naturais de sementes em terreno que foi floresta, mas que foi convertido para terreno não florestal. Para o primeiro período de compromisso (2008 – 2012), as atividades elegíveis para projetos MDL se limitarão a florestamento e reflorestamento em áreas que não continham floresta em 31 de dezembro de 1989.

Os países terão que definir os seus valores para área mínima, cobertura de copa e altura mínima. O Brasil ainda não definiu os limites que adotará, mas o bom senso indica que valores mais elevados devem ser selecionados, para facilitar a elegibilidade de áreas para florestamento e reflorestamento no MDL. Ainda no âmbito do Protocolo, ficou decidido que o uso de espécies exóticas e geneticamente modificadas ficaria condicionado às leis nacionais, e que, para o primeiro período de compromisso, o total de adições à quantidade designada a cada Parte do Anexo I, derivado de atividades de projeto

elegíveis de LULUCF sob o Art. 12, não pode ultrapassar 1% das emissões do ano base daquela Parte, multiplicado por cinco.

Portanto, considerando que o total de emissões de CO₂ pelas Partes Anexo I, em 1990, totalizou 13.728.306 mil tCO₂ (ktCO₂), o limite de 1% corresponde a 137.283 ktCO₂. Esse total, entretanto, refere-se ao limite superior da quantidade permitida para utilização, que somente será atingido caso todas as Partes Anexo I ratifiquem o Protocolo de Quioto e façam uso total do limite permitido. Com a decisão de não ratificação do referido Protocolo pelos Estados Unidos, responsáveis por 36,1% das emissões de 1990, o teto máximo passa a ser 87.712 ktCO₂/ano. Considerando, ainda, que a União Européia (UE) tem verbalizado sua intenção de não utilizar créditos provenientes de MDL florestais, esse teto passa a ser ainda menor. Com a exclusão, por exemplo, da Alemanha (7,4%), Reino Unido (4,3%), Itália (3,1%) e França (2,7%), o teto revisado passa a ser 63.793 ktCO₂/ano (ou 17.398 ktC/ano) (Krug, 2004).

6. Linha de base para projetos de florestamento e reflorestamento⁴²

⁴² Krug, Thelma, 2004. Estudo: Oportunidades de projetos de florestamento e reflorestamento.

Em dezembro de 2003, durante a Nona Conferência das Partes, em Milão, foram finalizadas as modalidades e procedimentos para inclusão de atividades de projeto de florestamento e reflorestamento no MDL, levando em consideração as questões de não-permanência, “fuga”, impactos sócio-econômicos e ambientais, incluindo impactos na biodiversidade e ecossistemas naturais. Essas regras

constam da decisão 19/CP.9 e indicam o método para contabilidade do carbono que gerará os créditos.

A questão focal de todo projeto MDL é a sua adicionalidade. Um projeto é considerado adicional se a remoção líquida de CO₂ resultante do projeto (remoção menos emissões) é maior que a soma das mudanças nos estoques de carbono nos reservatórios contidos dentro dos limites do projeto, que ocorreriam na ausência do projeto. Essa soma pode ser representada pela linha de base do projeto, que pode ser estimada utilizando metodologias indicadas na decisão.

- Remoção líquida de gases de efeito estufa por sumidouros na linha de base;
- Remoção líquida real de gases de efeito estufa por sumidouros;
- “Fuga”;
- Remoção antrópica líquida de gases de efeito estufa por sumidouros.

Essas definições foram desenvolvidas para se estimar a quantidade de unidades de redução de emissões que poderão ser certificadas como resultado da implementação de uma atividade de projeto de florestamento ou reflorestamento no MDL.

Por remoção líquida de gases de efeito estufa por sumidouros na linha de base (LB), entende-se a soma das mudanças nos estoques de carbono nos reservatórios de carbono dentro dos limites do projeto,

que ocorreriam na ausência da atividade de projeto de florestamento ou reflorestamento sob o MDL (§ 1(c)). Em outras palavras, no cálculo da LB considera-se somente as mudanças esperadas (esp) nos reservatórios de carbono, desconsiderando-se as emissões de gases de efeito estufa que poderiam ocorrer nos limites do projeto, na ausência da atividade de projeto. Matematicamente, pode-se expressar o cálculo da LB como:

$$LB = \sum \Delta C (x, \text{esp})$$

onde \sum é o operador somatório, aplicado em x , $x = 1, \dots, r$

ΔC é a mudança no estoque de carbono no reservatório considerado r refere-se ao reservatórios considerados, $r \in R$

R refere-se aos reservatórios de carbono definidos na Decisão 19/CP.9

A remoção líquida real de gases de efeito estufa por sumidouros (RR) é a soma das mudanças verificáveis (ver) nos estoques de carbono nos reservatórios, dentro dos limites do projeto, menos o aumento das emissões de gases de efeitos estufa por fontes, medidos em CO_2 equivalente (CO_2e)⁴³, como resultado da implementação da atividade de projeto de florestamento ou reflorestamento no MDL, evitando a dupla contagem dentro dos limites do projeto, atribuíveis à atividade de projeto de florestamento ou reflorestamento no MDL (§ 1(d)). Matematicamente, isso pode ser expresso por:

$$RR = \sum \Delta C (x, \text{ver}) - \sum \text{GHG (emissões ver)}$$

⁴³ A concentração de dióxido de carbono que provocaria a mesma quantidade de forçamento radiativo que uma dada mistura de dióxido de carbono e outros gases de efeito estufa. (IPCC, 2001; Synthesis Report).

Por Σ GHG (emissões ver), entende-se a soma das emissões verificáveis de gases de efeito estufa decorrentes de atividades realizadas para a implantação do projeto, tais como limpeza da área, queima de resíduos para preparo do solo, aplicação de fertilizantes, entre outras.

Em outras palavras, RR representa a contribuição líquida da atividade de projeto de florestamento ou reflorestamento no MDL no aumento da remoção de CO₂ dentro dos limites do projeto, levando em consideração não somente as mudanças nos estoques de carbono selecionados, mas também as emissões de gases de efeito estufa resultantes da implantação da atividade de projeto.

“Fuga” refere-se ao aumento nas emissões de gases de efeito estufa por fontes que ocorre fora dos limites da atividade de projeto de florestamento ou reflorestamento sob o MDL, mensurável e atribuível à atividade de projeto de florestamento ou reflorestamento (§ 1(e)). A atividade de projeto deve ser concebida de forma a minimizar fuga (§ 24).

Finalmente, a remoção antrópica líquida de gases de efeito estufa por sumidouros (RL) é a remoção líquida real de gases de efeito estufa por sumidouros, menos a remoção líquida de gases de efeito estufa por sumidouros na linha de base, menos a fuga, que pode ser expresso matematicamente por:

$$RL = RR - LB - F \text{ (§ 1(f))}$$

No cálculo da remoção líquida de gases de efeito estufa por sumidouros na linha de base (LB) e da remoção líquida real de gases de efeito estufa por sumidouros (RR), os participantes do projeto podem decidir não incluir um ou mais reservatórios de carbono, e/ou emissões de gases de efeito estufa medidas em CO₂e, desde que demonstrem, de forma transparente e verificável, que essa decisão não implica em um aumento na remoção antrópica líquida esperada de gases de efeito estufa por sumidouros (RL) (§ 21). É importante notar que a Decisão 19/CP.9, no seu § 20, indica que o cálculo da LB deve ser feito de forma transparente e conservadora com relação à escolha das abordagens, hipóteses, metodologias, parâmetros, fonte de dados, fatores chave e adicionalidade, e considerando, também, as incertezas (§ 20(b)). Adicionalmente, indica que a LB deve ser calculada especificamente para o projeto (§ 20(c)) e levando em consideração políticas e circunstâncias nacionais e/ou setoriais relevantes, tais como uso da terra histórico, práticas e tendências econômicas (§ 20(e)).

A linha de base para uma atividade de projeto de reflorestamento ou florestamento sob o MDL é o cenário que razoavelmente representa a soma das mudanças nos estoques de carbono dentro dos limites do projeto, a qual ocorreria na ausência da atividade do projeto proposto (§ 19).

Vale ressaltar que muito se tem discutido sobre a adicionalidade de projetos de florestamento ou reflorestamento em áreas afetadas por regulamentação legal, que requer a sua recomposição (caso das áreas de reserva legal, por exemplo). Essa é uma questão complexa,

e que certamente exigirá a demonstração histórica de ineficácia na aplicação da lei, no caso da recomposição (ou abandono da área para regeneração natural) não ter sido realizada.

7. Potencial para projetos de reflorestamento e florestamento no Brasil

7.1. Projeto Floram

Segundo Krug (2004), uma fonte de informação importante sobre o potencial para implementação de projetos de florestamento ou reflorestamento no Brasil é o livro editado pelo Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo (IEA/USP) sobre o Projeto Floram (Projeto Floram – uma plataforma. Volume 4 – número 9, 1990). É nele que se baseiam as informações aqui contidas.

Segundo o capítulo que trata da identificação de áreas para o florestamento no espaço total do Brasil (Aziz Ab'Saber, José Goldemberg, Leopoldo Rodés e Werner Zulauf), ... um plano de reflorestamento deve beneficiar sobretudo as áreas de formações abertas onde a agricultura ainda não se expandiu por grandes espaços e nos quais se pode fazer uma reciclagem da pecuária por melhoria da qualidade e contenção espacial, a fim de se encontrar subespaços ponderáveis para a introdução organizada de florestas plantadas.

Excluem-se desse tipo de silvicultura baseada em espécies adaptadas, de crescimento rápido e grande fitomassa, as regiões

dotadas de menos de 850 mm de precipitações anuais, as quais em seu conjunto situam-se, principalmente, nos sertões do Nordeste. Em relação a essa grande área semi-árida do Brasil intertropical, propõe-se um subprograma particular de reenriquecimento das estreitas florestas-galeria, e um vigoroso processo de reflorestamento das encostas e interflúvios das colinas sertanejas por espécies do tipo algaroba, a fim de obter um quadro de vegetação mais próxima do perenifólio, por meio de uma espécie de utilização múltipla.

Quanto à Amazônia, a necessidade da sua exclusão (em termos globais ainda que não totais) liga-se ao fato de que ela continua sendo a grande reserva em pé da América tropical que carece de medidas protetoras mais do que propriamente planos extensivos de reflorestamentos. Não há como incluir os espaços geocológicos amazônicos, vistos em seu todo, como espaços potenciais de reflorestamento. No entanto, faixas degradadas nos arredores de grandes cidades (Belém, Manaus, Santarém, Imperatriz, Macapá, entre outras), assim como as grandes áreas pré-amazônicas pontilhadas de agropecuárias mal-sucedidas, merecem uma particular atenção dentro do plano. Sem pretender multiplicar os Jaris, o plano abre espaço para proteger o que foi implantado e cuja experiência técnica permitirá reorientar processos racionalizados de silvicultura em faixas de desmate muito extensivo, tais como os ocorridos ao longo de setores da rodovia Belém-Brasília e mais recentemente ao longo da estrada de ferro Carajás-São Luiz, sobretudo no planalto maranhense.

Ao inspecionar cartas topográficas combinadas com mapas pedológicos e fitogeográficos do país visto como um todo (e baseando-nos, sobretudo, em conhecimento de campo acumulado em muitos anos de pesquisas), identificamos as grandes áreas de exclusão e nos fixamos em alguns espaços preferenciais que, pela sua topografia, natureza de solo e atual sistema de utilização, poderiam ofertar boas condições para a silvicultura. Paralelamente, identificamos as áreas degradadas do Brasil tropical e subtropical, onde existe necessidade premente de programas híbridos, sobretudo ecológicos, de reposição florestal.

No que diz respeito às áreas de exclusão mais contínuas, selecionamos, por critérios diferenciados: a Amazônia vista no seu conjunto; o grande Pantanal Mato-grossense; e o Nordeste seco que por sinal originou um subprograma particular de reflorestamento, pró-parte ecológico, pró-parte utilitário.

Feitas as exclusões essenciais, levamos em consideração as grandes áreas agrícolas efetivamente produtivas do país, tais como: norte do Paraná, oeste de São Paulo, porções orientais de Paraná e Santa Catarina, noroeste do Rio Grande do Sul, Recôncavo e Zona da Mata nordestina, chapadões ocidentais de Mato Grosso do Sul e áreas agrícolas em expansão de Minas Gerais, região de Barreiras e Irecê na Bahia, entre outras, para as quais é impossível fazer proposições de silvicultura extensiva. Evidentemente, são áreas que podem receber uma certa taxa intersticial de reflorestamento ao longo da beira de riachos e rios, em cabeceiras de drenagem, faixas encarpadas, para as quais se espera algumas modificações no sistema de exploração agrícola...

7.1.1. Levantamento preliminar das áreas

Segundo o capítulo que trata da Identificação de áreas para o florestamento no espaço total do Brasil (Aziz Ab'Saber, José Goldemberg, Leopoldo Rodés e Werner Zulauf), a identificação de áreas para a execução de um programa de reflorestamento e silvicultura, ao longo do espaço total do território brasileiro, envolve alguns pressupostos, considerados indispensáveis. Baseados no conhecimento do território, antevisto sob o critério duplo de espaços físicos e ecológicos e de espaços reafeiçoados por atividades econômicas, pode-se estabelecer uma tipologia simples, com vistas a dois pólos principais de objetivos: (1) áreas para um reflorestamento com preocupações basicamente ecológicas; (2) áreas destinadas a uma silvicultura de interesse industrial; e (3) áreas com potencialidades mistas, pró-parte destinadas a uma silvicultura para fins industriais e em parte necessitadas de um reflorestamento localizado, de interesse marcadamente ecológico (mananciais, vertentes íngremes, florestas de beira-rio, florestas-galeria, entre outras).

7.1.2. Considerações quantitativas

O Floram fornece um anexo (Anexo E) com um quadro com as superfícies estimadas para cada um dos espaços selecionados, as suas respectivas taxas de ocupação e os destinos visualizados para os mesmos. Seguem-se os seguintes comentários no livro:

- 43,5% do total de espaços escolhidos são reservados para atividades agrárias diversificadas e para preservação de ecossistemas peculiares em faixas e setores pré-selecionados;
- As atividades florestais ocupam 17,5% dos espaços selecionados e se subdividem em: florestamentos corretivos; reflorestamentos industriais, caracterizados por plantações clonais, produtividade elevada, muitas vezes às custas de adubos; reflorestamentos e/ou florestamentos mistos, nas seguintes proporções relativas, de um total de 201.480 km²:
 - o Florestamento corretivo 14,4%
 - o Reflorestamento misto 13,8%
 - o Reflorestamento industrial 71,8%
- A produtividade anual potencial dos espaços selecionados para reflorestamento industrial e as respectivas distribuições da área são as seguintes:
 - o Produtividade alta (13,1 tC/ha) 10.605 km²
 - o Produtividade alta a média (10,1 tC/ha) 35.937 km²
 - o Produtividade média (7,3 tC/ha) 74.350 km²
 - o Produtividade média a baixa (4,7 tC/ha) 4.575 km²
 - o Produtividade baixa (1,3 tC/ha) 19.200 km²

Ou seja, a maior parte das áreas indicadas para reflorestamentos industriais (51,4%) apresenta produtividade média (7,3 tC/ha).

7.1.3. Estimativa de áreas por nível de produtividade

Tabela 44. Estimativa de áreas para reflorestamento

Classe de produtividade	Reflorestamento industrial (x10 ² ha)	Reflorestamento corretivo (x10 ⁴ ha)	Reflorestamento misto (x10 ² ha)	Totais (x10 ⁴ ha)
Alta	10.605	575	700	11.800
Alta/Média	35.937	15.325	16.188	67.450
Média	74.350	5.027	7.375	86.950
Média/Baixa	4.575	7.375	750	12.700
Baixa	19.200	600	2.700	22.500
Totais	144.667	28.900	27.913	201.480

Fonte: Projeto Floram (2000).

7.1.4. Estimativa de carbono fixado por áreas de produtividade

Tabela 45. Estimativa de carbono fixado no reflorestamento

Classe de produtividade	Área plantada anualmente (x10 ⁶ ha)	Áreas anuais acumuladas (x10 ⁴ ha) ⁴⁴	Produtividade potencial anual (tC/ha)	Carbono fixado (Mt) ⁴⁵
Alta	0,0396	18,418	13,1	241,2
Alta/Média	0,2248	104,547	10,1	1.055,9
Média	0,2898	134,772	7,3	983,8
Média/Baixa	0,0423	19,685	4,7	92,5
Baixa	0,0750	34,875	1,3	45,3
Totais	0,6715	312,293		2.418,7

Fonte: Projeto Floram (2000).

⁴⁴ Esta área é acumulada em 465 anos.

⁴⁵ Carbono acumulado em 465 anos, supondo uma produtividade anual constante e desprezando o atingimento da maturidade, quando a remoção anual é praticamente nula.

7.1.5. Análise dos dados do Floram

Sob a hipótese de se adotar um plano de reflorestamento conforme previsto no Floram (área e produtividade), para efeitos do Protocolo de Quioto, devem ser feitas algumas considerações.

Pela decisão 19/CP9, o tempo de creditação de um projeto de florestamento ou reflorestamento no MDL pode ser:

- Opção 1 : 30 anos, sem renovação;
- Opção 2 : 20 anos, com possibilidade de 2 renovações (ou seja, até 60 anos).

Em outras palavras, esses são os tempos (em anos) em que um projeto florestal pode pleitear certificados de remoção de emissões através de atividades de projeto no MDL (20, 30, 40 ou 60 anos). Sob a opção 2, no entanto, os participantes do projeto têm que atualizar a linha de base, ou seja, somente considerar para fins de geração de certificados os aumentos nos estoques de carbono a partir do estoque já existente. Isso faz com que, no caso de plantação com espécies nativas (com crescimento médio marginal após 30 anos, dependendo da espécie plantada), o ganho por meio do MDL seja pequeno. Já sob a opção 1, a tabela anterior fica alterada da forma seguinte.

Tabela 46. Estimativa de carbono fixado no reflorestamento (tempo de creditação de 30 anos)

Classe de produtividade	Área plantada anualmente (x10 ⁶ ha)	Produtividade potencial anual (tC/ha)	Carbono fixado (Mt)
Alta	0,0396	13,1	0,5187
Alta/Média	0,2248	10,1	2,2705
Média	0,2898	7,3	2,1155
Média/Baixa	0,0423	4,7	0,1988
Baixa	0,0750	1,3	0,0975
Totais	0,6715		5,201

Essa remoção (bruta) anual de 5,201 milhões de toneladas de carbono (MtC) pode gerar créditos que totalizam cerca de 30% da demanda potencial anual de créditos de carbono florestal (pela limitação de 1% explicada anteriormente). O cálculo entretanto não é feito sobre a remoção bruta, mas sim sobre a remoção líquida, considerando ainda o desconto da linha de base e da “fuga”.

A remoção líquida é calculada da seguinte forma: soma das mudanças nos estoques de carbono nos cinco reservatórios florestais (biomassa acima do solo, biomassa abaixo do solo, serrapilheira, madeira morta e solo orgânico), menos o aumento das emissões de gases de efeito estufa decorrentes da implantação do projeto (por exemplo, emissões de óxido nitroso, resultantes da aplicação de fertilizantes, ou emissões de metano e óxido nitroso, resultantes da queima da área onde o projeto será implantado). Convém esclarecer que nem todos os cinco reservatórios de carbono têm que ser considerados na estimativa da remoção de CO₂ da atmosfera. Nesse caso, há que se demonstrar que a exclusão de um dado reservatório não aumenta a remoção antrópica líquida de gases de efeito estufa (base para o cálculo dos certificados de remoção).

A linha de base representa a soma das mudanças nos estoques de carbono que ocorreriam na ausência do projeto, nos cinco reservatórios florestais.

A “fuga” representa o aumento das emissões de gases de efeito estufa que ocorreriam fora da área do projeto, devido à implantação do mesmo.

Os cálculos apresentados pelo Projeto Radam não levam em consideração a remoção líquida, mas sim a remoção bruta. Assim, as estimativas de remoção de carbono pelo Floram são superestimadas para fins do MDL. Adicionalmente, o Floram considera reflorestamentos com espécies exóticas (*Pinus* e *Eucalyptus*), que apresentam um potencial de remoção bem mais rápida de carbono do que o das espécies nativas.

7.2. Recuperação de matas ciliares no Estado de São Paulo

O Estado de São Paulo possui cerca de 20% de seu território com terras de aptidão exclusiva para florestas de proteção ou reflorestamento comercial e outros 20% com aptidão para pastagens ou reflorestamentos⁴⁶. Supondo que a área a ser coberta por florestas seja 30% do território, descontando-se a superfície já florestada (12,8% com florestas nativas e 2,7% de reflorestamentos), restaria uma demanda aproximada de 14,5% das terras, ou seja, cerca de 3.850 hectares para reflorestamento (Melo e Faria, 2004).

Tem havido muitas discussões sobre o uso potencial do MDL como mecanismo para apoiar designadamente a recuperação de áreas degradadas em áreas de proteção permanente (APPs). Alguns estudos recentes têm servido como suporte para análise dessa possibilidade, a exemplo de Melo, A.C.G.

⁴⁶ Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Fundação Florestal. Plano de Desenvolvimento Florestal Sustentável. São Paulo: Fundação Florestal, 1993. 47p.

Uma das questões que tem suscitado dúvidas refere-se à existência ou não de obrigatoriedade legal de reflorestamento em áreas de proteção permanente. Algumas publicações recentes têm sido editadas a este respeito, além de considerações sobre a incapacidade do Estado em fazer cumprir a legislação, caso exista. Toledo (1999) sugere o uso de mecanismos de estímulo ao engajamento voluntário dos proprietários de terras a programas de recuperação florestal.

Para fins de uma avaliação preliminar, qual seria a demanda para atender a recomposição de áreas de matas ciliares degradadas em todo o território paulista? Segundo Kageyama *et al.* (1994), somente às margens dos reservatórios da Companhia Energética de São Paulo, haveria cerca de 75 mil hectares a recuperar. Segundo Melo (2004), a falta de levantamentos em escala adequada, para todo o território do Estado, torna o cálculo exato da demanda para recuperação uma tarefa muito difícil. Apesar disso, Barbosa (2000) estimou em 600 ha a área total de matas ciliares a serem recuperadas em todo o Estado de São Paulo.

Ainda segundo Melo (2004), “se por um lado as estimativas de área a ser recuperada são muito variáveis, por outro lado as estimativas de custo, entretanto, são precisas e, em alguns casos, apresentam valores regionalizados. Infelizmente os valores não são baixos e essa tem sido uma das maiores limitações à execução dos plantios.” Joly *et al.* (1995) estimaram em aproximadamente R\$ 2.500,00 o custo médio de recuperação de

um hectare de mata ciliar. A Fundação Florestal e o Fundo Florestar (1993), estimaram o custo de implantação de um hectare de mata ciliar na região de domínio da Mata Atlântica em R\$ 3.251,00 para áreas ocupadas com pastagem e R\$ 2.576,00 para áreas aterradas. Na região de Campinas (SP), o custo seria de R\$ 2.223,00, descontado o valor das mudas. Vale notar que esses custos estão relacionados à implantação de mata ciliar e, em comparação com o MDL, não incluem os custos de monitoramento, verificação, avaliação de impactos etc, que podem aumentar significativamente esses valores.

Uma das maiores ameaças aos projetos de recuperação são as formigas dos gêneros *Atta* e *Acomyrnex*, que podem arruinar plantios inteiros (dos Anjos *et al.*; 1998; Durigan *et al.*, 2003). Entretanto, o combate a formigas pode ser feito, por exemplo, com termonebulizadores, pó formicida ou isca granulada. A opção por alguma dessas técnicas dependerá principalmente das condições climáticas e talvez da disponibilidade de máquinas na propriedade. Sob o ponto de vista do MDL, as implicações podem ser nos impactos ambientais, nas emissões resultantes da prática de combate às formigas e na produtividade das florestas plantadas.

Sob o ponto de vista do estoque de carbono e de remoção anual potencial, estimado em milhões de gramas de carbono (MgC), dados de Melo e Durigan (Melo, A.C. e Durigan, G., Carbono fixado em

reflorestamentos heterogêneos de matas ciliares na Bacia do Médio Paranapanema) indicam o seguinte:

- Estoque de carbono em matas ciliares maduras
 - o Cerrado: 54,2 MgC/ha (49,9 a 58,5)
 - o Floresta: 76,6 MgC/ha (73,6 a 79,7)
- Incremento médio anual de carbono em reflorestamentos
 - o Cerrado nativas: 0,66 MgC/ha (0,01 a 1,46)
 - o Cerrado *pinus*: 9,47 MgC/ha
 - o Florestas: 5,2 MgC/ha (0,6 a 9,8)

7.3. Alternativas para a recuperação de ecossistemas degradados na Amazônia

Segundo Vieira *et al.* (1993), “as capoeiras são o tipo mais comum de ecossistema degradado na Amazônia e, felizmente, o mais fácil de recuperar, pois à medida que se desenvolvem, elas recuperam o potencial de produtividade agrícola, acumulando nutrientes na biomassa e restaurando as propriedades físico-químicas do solo.”

“A introdução de espécies florestais de rápido crescimento e de alto valor comercial, juntamente com fruteiras temporárias e perenes, em áreas de agricultura migratória, caracterizando a formação de sistemas agro-florestais, pode, também, iniciar um processo de recuperação agrícola e capitalização do pequeno produtor rural, ao

mesmo tempo em que induz a prática de uma agricultura biotecnologicamente mais adequada à região.”

“Do ponto de vista de sustentabilidade sócio-econômica, o plantio de árvores em áreas de roçado só é aplicável em locais de baixa pressão sobre o uso do solo, devido à necessidade da terra ficar imobilizada durante o tempo de crescimento das árvores, o qual deve ser de 15 a 20 anos para algumas espécies florestais de rápido crescimento.”

“A busca de sistemas de produção mais sustentáveis para áreas de pastagens degradadas pode ser obtida, também, com o emprego de sistemas agro-silvi-pastoris. O plantio de árvores junto com forrageiras, além de proporcionar condições ambientais mais adequadas para os animais e melhor ciclagem de nutrientes no sistema, representaria uma poupança para o pecuarista, no momento de realizar a reforma da pastagem.” Atualmente, sistemas agro-silvi-pastoris não estão sendo implantados em larga escala na Amazônia (Veiga, 1991).

“Outras formas intensivas de recuperação apropriadas para a capoeira, com altos insumos, incluem a formação de consórcios de plantas perenes (Brienza Junior *et al.*, 1983) e reflorestamento com espécies arbóreas comerciais. Sistemas de produção intensivos, monoculturais, como o dendê, também são promissores, mas correm o risco de ataques de pragas.”

“As áreas onde não ocorrem a regeneração da floresta (juquira) são raras atualmente, mas podem aumentar no futuro, se as reformas das pastagens falharem. Essas áreas são muito importantes pois representam o maior risco à integridade ecológica da Bacia Amazônica. Serão necessários maiores recursos para recuperar essas áreas do que o necessário, atualmente, para recuperar as capoeiras.”

Segundo Oliveira e Moreira (1993), “atualmente tem-se dado ênfase para substituir as pastagens por sistemas agro-florestais que seriam mais compatíveis ecológica e possivelmente economicamente nas condições regionais. Nesses sistemas, os principais componentes poderiam ser as espécies frutíferas e lenhosas nativas, as quais seriam os componentes perenes dos sistemas agro-florestais. Outras culturas perenes, como aquelas de potencial industrial e medicinal, poderiam também ser utilizadas nesses sistemas, embora haja atualmente poucos estudos desenvolvidos com essas espécies. As mais estudadas atualmente são o dendê, a seringueira, o guaraná, a pupunha, e algumas outras espécies.”

Nobre *et al.* (2004), fazem uma estimativa do potencial possível na Amazônia para projetos MDL de reflorestamento: “assumindo um reflorestamento com espécies florestais que possam armazenar, ao final de seu crescimento, uma média de 150 toneladas de carbono na biomassa por hectare, podemos estimar como razoáveis taxas de assimilação líquida de 6 a 8 tC/ha ao ano, tomando uma escolha de espécies de relativo rápido crescimento. Assim, se desejarmos

uma remoção líquida de 30 MtC anuais, necessitamos de uma área total de 4 a 5 milhões de hectares (40 a 50 mil km²) em projetos de reflorestamento. Em função do expressivo estoque de áreas degradadas no país, não é impossível se pensar em projetos de reflorestamento que cheguem a ocupar uma área com essas dimensões, ainda que se levasse um período de décadas para implementá-los (por comparação, a área de cana-de-açúcar, no Estado de São Paulo, é de aproximadamente 25 mil km² e foram necessários cerca de 30 anos para sua implantação). Somente na Amazônia, estima-se que mais de 200 mil km² (20 milhões de hectares) sejam áreas desmatadas mediana ou altamente degradadas, normalmente ocupadas por pastagens degradadas e mal manejadas”.

Salati (2004), estima que o reflorestamento em áreas degradadas na Amazônia pode atingir cerca de aproximadamente 50 milhões de hectares de áreas degradadas, sendo que uma grande parte poderá ser utilizada para plantações florestais comerciais (em média 5 a 7 tC/ha/ano, e até 10 no caso de eucaliptos) e outra parte para reflorestamento de áreas de conservação.

7.4. Recuperação de áreas degradadas no semi-árido

A degradação nas áreas do semi-árido tem sido tratada, de forma mais intensa, no contexto da desertificação, definida como a “degradação da terra nas regiões áridas, semi-áridas e sub-úmidas secas, resultantes de vários fatores, incluindo variações climáticas e

atividades humanas”. Por exemplo, a Agenda 21 estabeleceu seis áreas-programa no sentido de direcionar ações para o combate à desertificação, incluindo “combater a degradação da terra por meio das atividades de conservação do solo e florestas nativas, e reflorestamento”.

Segundo Matallo Júnior (1994), um dos meios de realização desse programa seria a “criação, com a coordenação do Ibama e executado pelos municípios e organizações não-governamentais, de um Programa de Reflorestamento para a região semi-árida, com especial ênfase para as áreas de nascente e margens de rios”.

7.5. Florestas econômicas

O Brasil tem também grandes oportunidades na implantação de florestas econômicas, especialmente florestas para abastecimento das indústrias de base florestal. Nesse caso, existem por exemplo oportunidades de negócios oferecidas pelo *Chicago Climate Exchange (CCX)*, da Bolsa de Chicago, que é uma bolsa auto-regulável, constituída sob as leis norte-americanas, com o objetivo de comprar créditos de carbono de projetos da região do *North American Free Trade Agreement (NAFTA)*, que inclui Estados Unidos, Canadá e México, e do Brasil.

O CCX admite o comércio de carbono estocado em áreas reflorestadas a partir de 1990, nas áreas desmatadas até aquela

data. As negociações são feitas com a variação do estoque de carbono dessas florestas nos anos 2003, 2004, 2005, e 2006. A Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS) já aprovou vários projetos junto ao CCX, sendo que a quantidade de carbono a ser comercializada já é da ordem de 14 MtCO₂, com o compromisso de manter áreas equivalentes florestadas por 30 anos. Como exemplo podemos citar o Projeto Klabin, que negociou créditos de carbono de uma área de aproximadamente 118 mil ha de pinheiros e eucaliptos no Estado do Paraná, correspondendo a cerca de 1,8 MtCO₂. No CCX se está pagando algo em torno de US\$ 1/tCO₂.

No âmbito dos regulamentos do Protocolo de Quioto, o Projeto Plantar é um dos exemplos mais característicos das oportunidades para florestas econômicas. A Plantar é uma companhia de reflorestamento fundada no final dos anos 60 que nasceu em função dos estímulos dos incentivos fiscais para o plantio de eucalipto. Mais tarde, para aproveitar a matéria-prima própria, integrou-se ao grupo Plantar a produção de ferro gusa. A justificativa do projeto para se candidatar ao MDL baseia-se na manutenção da utilização do carvão vegetal como redutor na fabricação de ferro gusa, ao invés de converter-se ao carvão mineral, tendência dominante no segmento da siderurgia do ferro gusa no Brasil.

A linha de base do Projeto Plantar (metodologia 48-a do protocolo de Marraqueche – Tendências Históricas) parte do pressuposto de que há uma contínua redução de implantação de reflorestamentos

com finalidades energéticas, devido à falta de financiamento, à baixa taxa de retorno desses investimentos e a seu longo período de maturação. Conseqüentemente, a tendência é de substituição do carvão vegetal pelo coque mineral importado na produção de ferro gusa, favorecida pelo câmbio valorizado. Os proponentes do projeto prevêem que os créditos de carbono poderiam reverter essa tendência, aumentando a rentabilidade do ferro gusa a carvão vegetal.

No entanto, existem alguns pontos polêmicos com relação a essa linha de base, que se referem principalmente : i) à valorização do câmbio favorecer o preço do coque importado, em relação ao carvão vegetal; ii) à falta de fornecimento de madeira para carvão, dada à diminuição do financiamento para reflorestamentos; e iii) à incapacidade financeira da empresa para financiar o próprio reflorestamento.

É estimado que o projeto gere créditos equivalentes a cerca de 3,5 MtC no decorrer de 28 anos. Esses créditos seriam gerados por meio de três componentes de carbono do projeto: 2,1 MtC oriundas da manutenção da utilização do carvão vegetal; 0,12 MtC devido à melhoria dos fornos de carvão, pela redução da emissão de metano; e 1,2 MtC oriundo do reflorestamento de 23.100 hectares com eucalipto. 12% do carbono a ser fixado pelo projeto (0,4 MtC, ou cerca de 1,5 MtCO₂) foram negociados com o *Prototype Carbon Fund (PCF)*, do Banco Mundial, ao preço US\$ 12,8/tC (equivalente a US\$ 3,5/tCO₂) para financiar parte do reflorestamento, resultando um crédito de US\$ 5,25 milhões.

O principal benefício social do projeto seria a manutenção de 1.270 empregos diretos, que seriam despedidos caso a empresa fechasse as portas, dada à carência de financiamento para reflorestamento.

Contudo, existem manifestações contra o projeto. Algumas organizações não-governamentais (ONGs) têm percorrido diversos países da Europa e diversos organismos multilaterais se manifestando contra o projeto. Segundo Man Yu (2004), o projeto apresenta diversas lacunas em relação ao desenvolvimento sustentável local, particularmente no que diz respeito à inclusão social. Devido à vocação florestal da região e à significativa experiência técnica da Plantar na produção de mudas clonadas com alta tecnologia, parece existir um potencial considerável para estender os benefícios a produtores locais por meio de parcerias, a exemplo do Programa Fazendeiro Florestal⁴⁷. Entretanto, nenhum esforço de difusão de tecnologia de reflorestamento foi empreendido, nem de inclusão social, alegando poder afetar a competitividade da empresa, a qual se restringiu a um modesto programa de educação ambiental e à certificação do status de “empresa amiga da criança”, em atendimento à legislação de proibição do uso de mão-de-obra infantil. Ademais, devido à necessidade de compra de grandes áreas de terra para a implantação do reflorestamento e à sua grande replicabilidade para empresas do mesmo setor, corre-se o risco de desencadear um novo processo de concentração fundiária na região.

Outro projeto com características similares às do Projeto Plantar é o projeto da V&M do Brasil. Recentemente a V&M assinou uma carta

⁴⁷ O Programa Fazendeiro Florestal é um programa de geração de benefícios sócio-econômicos proporcionados pelas empresas produtoras de ferro-ligas e silício metálico, que consiste na formação de parcerias com fazendeiros, utilizando as áreas pouco produtivas de suas terras para o reflorestamento, sem o desmatamento de florestas nativas. Esse programa é responsável pela geração de empregos diretos e indiretos, fixação do homem no campo, conservação do solo, evitando o processo de erosão, e a diminuição da pressão sobre as florestas nativas <http://www.abrafe.ind.br>.

de intenções com o *International Finance Corporation (IFC) Netherlands Carbon Facility (INCAF)*, do Banco Mundial, que irá assegurar suporte de longo prazo para o projeto, por intermédio da venda de 5 MtCO₂e, por um valor total de • 15 milhões (aproximadamente US\$ 18,6 milhões, a US\$ 3,5/tCO₂). Além disso, será assinado um acordo para venda de 400 mil tCO₂e com a *Toyota Tsusho Corporation*. Vale ressaltar que o projeto em questão tem um potencial de redução de emissão de GEE de 20 MtCO₂e. considerando todo o período do projeto (até 2020).

A despeito dos problemas apontados pelas ONGs no caso específico do Projeto Plantar, essa modalidade de projeto apresenta grandes chances de enquadramento no MDL, se configurando como uma excelente oportunidade a ser aproveitada. No entanto, para futuros projetos deve-se atentar para os problemas apontados acima e, desde a elaboração do projeto, procurar maximizar a componente de desenvolvimento sustentável. Para tal, é preciso que seja estabelecido um marco legal e regulamentar claro a esse respeito, para que se possa viabilizar no país projetos dessa natureza.

7.6. Quadro-resumo das oportunidades para projetos de florestamento e reflorestamento

A tabela abaixo mostra o potencial dos projetos em andamento e o potencial do Projeto Floram: 20 milhões de hectares divididos por classe de produtividade, com um potencial anual total de 671.800 hectares. A estimativa feita por Nobre *et al.* (2004), para o potencial

existente na Amazônia coincide com a estimativa do Projeto Floram, de 20 milhões de hectares. Como a estimativa feita por Salati (2004) é de cerca de 50 milhões de hectares, será adotado, para mero efeito de cálculo indicativo de uma ordem de grandeza, o potencial teórico de 30 milhões de hectares. Para essa estimativa será feita uma extrapolação dos dados do Projeto Floram para a área a ser plantada anualmente e para o carbono fixado, respectivamente 1,0 milhão de hectare por ano e 7,8 MtC/ano (28,6 MtCO₂/ano).

Os valores atuais dos certificados de carbono variam de US\$ 1/tCO₂ (valor comercializado na Bolsa de Chicago), a US\$ 3,5/tCO₂ (valor pago pelo PCF para o Projeto Plantar e pelo IFC para o Projeto V&M, e a US\$ 5/tCO₂, que é o valor adotado para este estudo como o preço de RCEs). É importante observar que, com a ratificação do Protocolo de Quioto, o preço do certificado no mercado internacional tende a subir, conforme análises feitas por alguns especialistas de mercado (ver Parte III A deste estudo).

Tabela 47. Potencial de projetos de florestamento e reflorestamento em andamento

Potencial	tC evitada	Emissão evitada no período negociado (44/12)*	RCEs (1) US\$ 5/tCO ₂	PCF (2) US\$ 12,8/tC US\$ 3,5/tCO ₂	CCX (3) US\$ 1/tCO ₂	US\$/ha
Projetos aprovados no CCX		14,0 MtCO ₂			US\$ 14 milhões	
Projeto Plantar 23.100 ha		1,5 MtCO ₂		US\$ 5,25 milhões		US\$ 227,28/ha para o período negociado
Projeto V&M		5,0 MtCO ₂		US\$ 18,6 milhões		
Total dos projetos em andamento		20,5 MtCO ₂		US\$ 23,8 milhões	US\$ 14 milhões	
Valor estimado anual: adotou-se a hipótese de que os créditos foram negociados para um período de 7 anos		CCX: US\$ 2,00 milhões/ano Plantar: US\$ 0,21 milhões/ano V&M: US\$ 0,71 milhões/ano Total: US\$ 2,92 milhões/ano		US\$ 3,4 milhões/ano	US\$ 2 milhões/ano	

* Relação entre CO₂ e Carbono.

Tabela 48. Potencial do Projeto Floram – potencial total de 20 Mha e potencial teórico de 30 Mha

Potencial	tC evitada	Emissão evitada (44/12)	RCEs (1) US\$ 5/ tCO ₂	PCF (2) US\$ 12,8/tC US\$ 3,5/tCO ₂	CCX (3) US\$ 1/ tCO ₂	US\$ / ha
Potencial Total Projeto Floram – 20 Mha (considera a remoção bruta, e não líquida, de carbono)						
39.600 ha/ano com 13,1 tC/ha	0,52 MtC/ano	1,90 MtCO ₂ /ano	US\$ 9,5 milhões/ano	US\$ 6,65 milhões/ano	US\$ 1,9 milhões/ano	(1) 239,89 /ano (2) 167,92 /ano (3) 47,97 /ano
224.800 ha/ano com 10,1 tC/ha	2,27 MtC/ano	8,33 MtCO ₂ /ano	US\$ 41,65 milhões/ano	US\$ 29,155 milhões/ano	US\$ 8,33 milhões/ano	(1) 185,27 /ano (2) 129,69 /ano (3) 37,05 /ano
289.800 ha com 7,3 tC/ha	2,11 MtC/ano	7,76 MtCO ₂ /ano	US\$ 38,8 milhões/ano	US\$ 27,16 milhões/ano	US\$ 7,76 milhões/ano	(1) 133,88 /ano (2) 93,71 /ano (3) 26,77 /ano
42.300 ha com 4,7 tC/ha	0,199 MtC/ano	0,729 MtCO ₂ /ano	US\$ 3,645 milhões/ano	US\$ 2,5515 milhões/ano	US\$ 0,729 milhões/ano	(1) 86,17 /ano (2) 60,31 /ano (3) 17,23 /ano
75.000 ha com 1,3 tC/ha	0,097 MtC/ano	0,357 MtCO ₂ /ano	US\$ 1,875 milhões/ano	US\$ 1,3125 milhões/ano	US\$ 0,357 milhões/ano	(1) 25,00 /ano (2) 17,50 /ano (3) 5,00 /ano
Potencial Total Projeto Floram 671.500 ha/ano	5,20 MtC/ano	19,05 MtCO ₂ /ano	US\$ 19 a 95 milhões/ano			US\$ 5,00 a 240/ano dependendo da classe de produtividade e da área plantada
Potencial Teórico (Projeto Floram) – 30 Mha (considera a remoção bruta, e não líquida, de carbono)						
Potencial Teórico (Projeto Floram) 1,0 milhão ha/ano	7,8 MtC/ano	28,6 MtCO ₂ /ano	US\$ 28 a 143 milhões/ano			US\$ 5,00 a 240/ano dependendo da classe de produtividade e da área plantada

Vale ressaltar que a implementação de políticas públicas que levem ao cumprimento mais eficaz da legislação vigente, particularmente o Código Florestal, pode por si só reduzir as taxas anuais de desflorestamento em, no mínimo, 10%. Levando-se em conta as taxas de desmatamento na Amazônia brasileira, cerca de 2,3 milhões de hectares por ano nos últimos dois anos (Inpe, 2004), esses 10% de redução nos desmatamentos significariam um decréscimo de emissões brasileiras de cerca de 30 milhões de toneladas de carbono (Nobre *et al.*, 2004).

7.7. Algumas considerações sobre projetos de florestamento e reflorestamento ⁴⁸

O potencial para projetos de florestamento e reflorestamento sob o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo depende em particular do tratamento a ser dado à recuperação de áreas degradadas previstas por lei na demonstração de adicionalidade do projeto.

Esse potencial também depende do tipo de reflorestamento ou florestamento almejado: no caso de plantações com espécies nativas, onde a taxa de crescimento anual é menor do que no caso de plantações com espécies exóticas, do tipo *Pinus* ou *Eucalyptus*, e dependendo da opção feita pelo tipo de certificado (*tCER* ou *ICER*)⁴⁹, os créditos, a cada nova verificação, vão se tornando menores à medida que o projeto vai atingindo a maturidade. Note-se que a verificação do projeto é feita a cada 5 anos (contados a partir de um momento inicial definido pelos participantes do projeto) e que, sob a opção *ICER*, só contabiliza as mudanças nos estoques de carbono desde a última verificação. No caso de plantações maduras, essas mudanças poderão ser marginais, e o projeto vai se manter somente para “compensar” as emissões já realizadas pelo país Anexo I comprador, até o final do período de creditação selecionado. No caso da opção por *tCER*, a cada verificação, a remoção antrópica líquida do projeto é contabilizada, e os certificados equivalentes emitidos. Há que se examinar qual é a melhor opção para cada caso.

⁴⁸ Ler também as considerações de Carlos Nobre sobre uma política brasileira para mitigação de emissões apresentadas no Anexo 2, página 471.

⁴⁹ Foram criadas duas categorias de *Certified Emission Reductions (CER)* para as atividades de projeto de florestamento e reflorestamento no MDL: a *CER* temporária (*tCER*) e a de longo prazo (*ICER*). O certificado temporário é emitido para uma atividade de projeto de florestamento ou reflorestamento no MDL e expira no final do período de compromisso subsequente àquele onde foi emitido (§ 1(g)). O certificado de longo prazo é emitido para uma atividade de projeto de florestamento ou reflorestamento no MDL, e expira ao final do período de creditação da atividade de projeto para o qual foi emitido (§ 1(h)). Os participantes do projeto devem selecionar uma dentre essas abordagens, para tratar a questão da não-permanência de uma atividade de projeto de florestamento e reflorestamento no MDL (§ 38), sendo que a abordagem escolhida deve permanecer fixa durante o período de creditação, incluindo as renovações, se aplicável (§ 39). Cada Parte Anexo I deve assegurar que sua aquisição líquida de *tCERs* ou *ICERs* durante o primeiro período de compromisso não ultrapassa os limites estabelecidos para aquela Parte, ou seja, 1% do total de suas emissões de CO₂ em 1990, vezes cinco (§ 51). (Krüg, Thelma, 2004. *Estudo Setorial Florestas*, CGEE).

Deve-se considerar também a comprovação da adicionalidade de projetos MDL voltados para plantações industriais. No caso do Brasil, o Plano Nacional de Florestas antecipa até 2010 um aumento significativo na área plantada. Assim, em programas governamentais de reflorestamento há que se demonstrar também a adicionalidade, baseada em uma linha de base que seria a estabelecida no Plano Nacional. É ainda bastante incerto como o Conselho Executivo do MDL vai tratar essa questão. Entretanto, potencialmente ela pode constituir um empecilho.

Atualmente a percepção é a de que os projetos MDL florestais são projetos relativamente caros, em função da necessidade de monitoramento, verificações periódicas (a cada 5 anos) e, no caso de plantações em áreas degradadas, a necessidade de recuperação do solo (por meio de fertilização, correção e manejo), que pode acarretar em emissões significativas de gases de efeito estufa. Essas emissões são descontadas da remoção real de GEE proporcionada pelo projeto.

Durante as discussões das modalidades e procedimentos para inclusão de projetos de florestamento e reflorestamento no MDL, foi proposta a categoria de projetos florestais de pequena escala, definidos como projetos que removem, anualmente, menos do que 8 ktCO₂, e que são desenvolvidos por comunidades ou indivíduos de baixa renda. A proposta dessa categoria de projeto deve-se à

possibilidade de que seja objeto de procedimentos simplificados, que poderiam diminuir os custos de transação. Durante a reunião do Órgão Subsidiário de Assessoramento Científico e Tecnológico (SBSTA), ocorrida em junho, foram discutidas modalidades simplificadas para os projetos de pequena escala, os quais foram submetidos à COP 10, para aprovação. De qualquer forma, a maior parte das simplificações (metodológicas) foi transferida para ser desenvolvida pela Força Tarefa Florestal do Conselho Executivo, não estando, portanto, ainda disponível. A utilização dessa categoria de projetos MDL florestal vem sendo discutida no Ministério do Meio Ambiente (MMA).

Sob o ponto de vista do MMA, plantações consorciadas podem ser potencialmente interessantes. Entretanto, supondo que a questão da adicionalidade possa ser demonstrada em projetos de recuperação de matas ciliares, algumas leis estaduais podem requerer que a recuperação se dê por meio da plantação de espécies nativas, sem a possibilidade de consórcio com frutíferas, por exemplo, que seriam, de certa forma, um estímulo aos proprietários que utilizam a área para fins agrícolas.

Outra questão a ser estudada, no caso da recuperação de matas ciliares, refere-se justamente aos impactos sócio-econômicos resultantes da paralisação das atividades (agrícolas ou pastoris), nos casos onde essas atividades estão sendo desenvolvidas nessas áreas, para a implantação dos projetos de reflorestamento. No

documento de concepção do projeto, os impactos sócio-econômicos e ambientais devem ser avaliados, assim como a possibilidade de haver “fuga”, no caso de alocação das atividades desenvolvidas para outro local.

Enfim, são muitas as variáveis que têm que ser tratadas para que uma resposta concreta possa ser fornecida sobre o mercado MDL florestal. Adicionalmente, é importante também que o próprio governo indique a forma como ele antecipa que esse mecanismo seja preferencialmente utilizado no país e para que fim: plantações com espécies nativas ou exóticas, estímulo a sistemas agro-florestais etc.

Finalmente, há que se considerar que *tCERs* ou *ICERs* somente serão emitidos após a verificação. É de se esperar que nos anos iniciais de implantação de um projeto MDL com espécies nativas, a remoção real de gases de efeito estufa seja relativamente pequena, gerando baixo retorno financeiro para os participantes do projeto. A primeira verificação será feita em época a ser definida pelos participantes, e será seguida de outras verificações, a cada 5 anos.

Todas essas considerações são válidas no âmbito do regime estabelecido no Protocolo de Quioto.

8. O mercado de exportação de álcool combustível⁵⁰

O uso de etanol como combustível automotivo e a exportação de açúcar triplicaram a produção de cana-de-açúcar no Brasil desde 1975. A cana ocupa hoje 8% da área de cultivo no país, está presente em todos os estados, utiliza 300 usinas e 60 mil produtores de cana. Graças às evoluções tecnológicas e gerenciais estimuladas por um mercado em crescimento permanente, o Brasil ocupa hoje no plano mundial uma posição insuperável, em termos de custos de produção de etanol e de açúcar a partir da cana.

A produção de etanol no mundo é de cerca de 33 milhões de m³, dos quais 58% para combustíveis, sendo que o Brasil produz 13,5 milhões de m³ (41%). Os custos equivalentes de produção de etanol fora do Brasil, a partir de produtos alternativos, são bem superiores aos custos daqui, da ordem de US\$ 0,16 por litro. Para o etanol de milho, nos Estados Unidos, o custo se situa entre US\$ 0,29 e 0,33 por litro; para o de trigo e de beterraba, na Alemanha, o custo aproxima-se de US\$ 0,51 por litro. Com grandes avanços tecnológicos, como no caso de hidrólise de lignocelulósicos, os custos nos Estados Unidos poderiam atingir US\$ 0,30 em 2010 e talvez US\$ 0,20 em 2020. Portanto, o custo de produção do etanol no Brasil dificilmente será atingido por outros países nos próximos 20 anos. Além disso, o balanço energético da produção brasileira é extremamente favorável, com mais de 8 unidades de energia produzidas, por unidade de energia consumida.

⁵⁰ O conteúdo deste item foi retirado integralmente de Isaías de Carvalho Macedo e Luiz Augusto Horta Nogueira, em *Cadernos NAE* nº02, 2004, *Biocombustíveis*.

Atualmente, o comércio internacional de etanol é de cerca de 3,3 milhões m³/ano (2002), tendo permanecido acima de 3 milhões m³/ano desde 1998. O Brasil duplicou sua exportação de 2001 para 2002 (de 0,32 para 0,76 m³), sendo hoje o líder do mercado com 25% do total. Esse mercado tende a crescer muito nos próximos anos. As diversas análises de potencial têm sempre considerado dois pontos básicos:

- A implementação do Protocolo de Quioto deve provocar, muito provavelmente, um aumento da demanda por combustíveis renováveis no mundo;
- A enorme resistência dos países desenvolvidos, em particular a União Européia e os Estados Unidos, em reduzir barreiras comerciais para a entrada de etanos externos, tendo em vista seu interesse em manter o nível de emprego interno.

O segundo ponto é muito importante porque estamos em um momento decisivo de definições sobre regras no comércio internacional, como a decisão na OMC sobre o subsídio ao açúcar exportado pela Europa, com enormes conseqüências sobre a produção de cana-de-açúcar no Brasil (e no mundo), e rebatimento sobre a expansão do mercado de etanol. Vários países têm programas estabelecidos formalmente para produção de etanol carburante. Em alguns casos, as políticas têm sido explícitas em impedir a importação de etanol, visando em primeiro plano o etanol

brasileiro, que tem custo de produção muito abaixo de qualquer outro, como já foi visto.

Quanto ao potencial de mercado externo, esse deve ser avaliado considerando as políticas agrícolas internas de cada país ou região, o seu compromisso formal ou esperado com o Protocolo de Quioto, sua demanda de combustíveis, etc. É uma área com muitas incertezas. Uma estimativa da Unica para 2010, apresentada em 2003, indica que as demandas totais seriam:⁵¹

Tabela 49. Demanda estimada do mercado externo de álcool em 2010

Estados Unidos	18-20 milhões m ³
Japão	6-12 milhões m ³
União Européia	9-14 milhões m ³
Leste Europeu	1-2 milhões m ³
Canadá	1-2 milhões m ³

Uma avaliação recente da Agência Internacional de Energia (AIE)⁵² confirma essas expectativas: considerando as metas já estabelecidas nos programas da União Européia, dos Estados Unidos e do Canadá, juntamente com expectativas para o Brasil, uma avaliação indica a demanda de 66 milhões m³ de etanol em 2010, a partir dos 33 milhões de m³ em 2003.

Os estudos para estimar que parcela desse mercado seria possível atender com etanol brasileiro refletem incertezas sobre o encaminhamento das negociações comerciais em curso para redução ou eliminação das barreiras comerciais. Também, embora claramente

⁵¹ Carvalho, E. P. Demanda externa de etanol. Seminário BNDES *Álcool: gerador de divisas e emprego*. Rio de Janeiro, 2003.

⁵² Fulton, L e Hodges, A., *Biofuels for Transport: an international perspective*: IEA/EET, 2004.

⁵³ Nastari, P., Projeções de demanda de açúcar e álcool no Brasil no médio e longo prazos; III Conferência Internacional Datagro sobre Açúcar e Álcool, São Paulo, 2003.

o etanol brasileiro não tenha competidor em custo no mundo, acordos bilaterais e outros fatores poderão garantir parte do mercado para outros produtores (Austrália, Guatemala, Tailândia, etc.). Uma estimativa conservadora, adotada em estudo da Datagro⁵³, considera que:

- O mercado da UE continuará fechado para importações;
- O mercado japonês poderá importar 5,5 milhões m³/ano a partir de 2007;
- A Coreia poderá importar 1 milhão m³/ano;
- Os EUA poderiam importar 1,3 milhão m³/ano em 2011, do Caribe e da América Central.

⁵⁴ Para o mercado interno as estimativas indicam 22 milhões de m³ em 2013.

O Brasil poderia participar nesse mercado externo com cerca de 4,4 milhões anuais em 2013. Avaliação feita na Câmara Setorial da Cadeia Produtora do Açúcar e Álcool, refletindo problemas de infraestrutura deficiente para a exportação e maiores dificuldades com barreiras tarifárias externas, indica a exportação de 2,2 a 3,2 milhões m³/ano de etanol entre 2010 e 2015⁵⁴.

O mercado de açúcar precisa evidentemente ser levado em conta, pois etanol e açúcar são co-produtos no Brasil (e poderão sê-lo do mesmo modo na Austrália, na Índia, na Tailândia etc), para avaliação das possibilidades de crescimento da cana-de-açúcar no país. As

estimativas disponíveis indicam um potencial de 12,8 milhões de toneladas para o mercado interno e 20,9 milhões de toneladas para o mercado externo.

Para atender a essas demandas, teríamos a necessidade de uma produção de matéria-prima de aproximadamente 572 milhões de toneladas de cana por ano (mercados interno e externo, de etanol e açúcar). Esse valor representaria um incremento de cerca de 230 milhões de toneladas de cana em dez anos, correspondendo a dobrar a produção atual de etanol e aumentar em cerca de 44 % a produção de açúcar. Seria judicioso avaliar os impactos (benefícios e dificuldades) de um aumento da produção de pelo menos 150 milhões de toneladas, até 230 milhões de toneladas anuais de cana nos próximos dez anos, que corresponderiam a cerca de 2,2 a 3 milhões de hectares adicionais plantados com cana-de-açúcar.

Aumentos na produção de cana devem ser planejados tendo em conta diversos fatores. No Brasil a experiência acumulada desde 1975 facilita a identificação de alguns pontos essenciais a serem avaliados. Assim, quais seriam os principais desafios a serem enfrentados no campo agrônomo e industrial? A tabela abaixo exemplifica a discussão desses assuntos. Os dois últimos itens não são dificuldades a vencer, mas vantagens que merecem serem contabilizadas.

Tabela 50. Desafios da ampliação da produção de etanol

Sustentabilidade da base agrônômica. Variedades e tecnologia agrícola: o país possui hoje uma base genética adequada (suficiente) para o desenvolvimento contínuo de novas variedades, de modo a suprir as áreas produtoras e ter certeza de que novas doenças ou pragas poderão ser controladas com perdas aceitáveis?	Considerando o sucesso dos programas de melhoramento genético de cana-de-açúcar no passado e a ampla base física instalada, pode-se considerar que o setor poderá contar com variedades adequadas para suportar com segurança a manutenção e futura expansão da cultura em qualquer condição edafoclimática do país. No entanto, alguns cuidados devem ser tomados. Por exemplo, a expansão para áreas não tradicionais demandará novos investimentos. Possivelmente no Brasil da ordem de R\$ 20 milhões/ano. Isso corresponde a US\$ 1,14/hectare.
Disponibilidade de áreas livres adequadas.	Existem aproximadamente 100 milhões de hectares aptos à expansão da agricultura de espécies de ciclo anual no país. Adicionalmente, estima-se uma liberação potencial de área equivalente a 20 milhões de hectares, proveniente da elevação do nível tecnológico na pecuária, com maior lotação por hectare. Grandes áreas estão disponíveis nos cerrados, cuja concentração se dá de modo importante nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Nordeste do país, em grande parte já com disponibilidade de variedades de cana adequadas.
Capacidade industrial para implementação de destilarias.	A indústria brasileira de equipamentos para a produção de álcool e co-geração de energia tem hoje um índice de nacionalização de quase 100%. Cresceu desde 1975 com o Proálcool, nos anos 90 foi estimulada com o grande impulso da exportação de açúcar, e evolui agora para sistemas de co-geração mais eficientes e uso integral da energia da cana. Os estágios de evolução da agroindústria canavieira foram: grandes aumentos de capacidade, aumento nas taxas de conversão e uso integral do potencial da cana, que rebateram necessariamente sobre essa indústria de bens de capital. Vários exemplos são marcantes, como a velocidade de desenvolvimento e principalmente de implementação de soluções, que evolui para os pacotes <i>turn-key</i> no fornecimento de destilarias e sistemas completos de co-geração.
	Todos os agentes envolvidos com questões logísticas do etanol (produtores, transportadores, exportadores e distribuidores, particularmente o

Logística, incluindo a exportação.	<p>Grupo Petrobras) concordam que há necessidade de investimentos nos sistemas de infra-estrutura de coleta e distribuição interna, tais como estruturas portuárias, ferroviárias e rodoviárias, além da infra-estrutura para exportação: tancagem, centros coletores, dutos, alcooldutos exclusivos usando servidão de oleodutos etc. Isso para volumes de aproximadamente 5 milhões m³/ano de etanol exportado. Investimentos públicos em infra-estrutura básica, complementados por ações como as que o setor privado já iniciou poderão capacitar o país nos prazos adequados para um programa exportador importante.</p>
Possíveis efeitos na geração de energia elétrica.	<p>Tecnologias comerciais de geração mais eficiente estão sendo adotadas nas novas instalações (reformas, expansões). A maioria dos sistemas hoje existentes é de co-geração, operando na safra, a 60-80bar, com bagaço. Deve ser iniciados a utilização de parte da palha, a redução dos consumos internos de vapor e o emprego de ciclos de condensação-extração anuais (11 meses). Esses avanços, inclusive a extensão do período de geração, dependem de ser implementada no país uma política de expansão da geração térmica distribuída, em co-geração. De qualquer modo, seria um desperdício injustificável iniciar uma expansão da produção (usinas de açúcar e álcool novas) com unidades de geração (novas) ineficientes.</p>
Efeitos na geração de empregos.	<p>Para cada 100 milhões de toneladas de cana ter-se-ia 125 mil empregos diretos e 136 indiretos (hipótese conservadora). Mesmo considerando avanços tecnológicos (mecanização da colheita, eficiência dos equipamentos) e ganhos de produtividade (plantio, colheita), bastaria uma produção total de aproximadamente 400 milhões de toneladas de cana por ano para manter o nível de empregos (diretos + indiretos) de 1997 (cuja produção de cana foi 304 milhões de toneladas).</p>

9. Consolidação das oportunidades em segmentos produtivos nacionais

O quadro consolidado abaixo mostra o potencial estimado para as oportunidades abertas para o país pelas mudanças climáticas globais. Além dos projetos MDL enquadráveis no Protocolo de Quioto da Convenção do Clima, projetos negociados em outros mercados de carbono (mercados voluntários), a exemplo da Bolsa de Chicago, e projetos negociados no âmbito do Banco Mundial (Plantar e V&M), estão incluídos. Esses mercados normalmente têm condições mais flexíveis (como por exemplo o CCX) e os projetos neles negociados provavelmente não serão passíveis de enquadramento no MDL, uma vez que o MDL pressupõe que o projeto demonstre também o atendimento aos objetivos de desenvolvimento sustentável estabelecidos pelo país.

Segundo dados do *PCF*, e em função da sua experiência com projetos de mitigação de carbono, a contribuição da venda de carbono na TIR varia consideravelmente por tipo de tecnologia. Os incrementos mais altos (cerca de 5%), aos preços atualmente praticados no mercado de carbono, se verificam nos projetos de mitigação de emissão de metano, devido principalmente ao alto poder de aquecimento global desse gás. Nesse caso, o mercado de carbono já teria o potencial de revolucionar a gestão final dos resíduos sólidos e de outras atividades geradoras de metano (Eguren L., 2004).

Com efeito, já temos dois projetos brasileiros de coleta e queima de biogás de aterro sanitário com metodologias aprovadas no

MethPanel, e concorrendo no mercado de créditos de carbono (Nova Gerar e Vega Bahia). Assim, podemos supor que essa modalidade de projeto tem um potencial importante, sendo necessário para isso o estabelecimento de mecanismos capazes de ampliar a implementação desse tipo de projeto. O valor observado para o metano nos projetos de biogás de aterro sanitário e casca de arroz foi em torno de US\$ 0,06 a 0,07/m³CH₄. Esse valor, em relação à geração de eletricidade que pode ser gerada com a captura do metano, corresponde a algo em torno de US\$ 17/MWh.

Para os projetos de geração de energia a partir de fontes renováveis, o adicional financeiro propiciado pela venda dos certificados de carbono tem variado de US\$ 2,5 a 5,0/MWh, segundo dados do *PCF*. Os maiores valores são obtidos onde o parque de geração elétrica possui alta intensidade de carbono (Eguren L., 2004). No caso do Brasil, o valor obtido nesse estudo varia entre US\$ 0,53 e 1,30/MWh em função das hipóteses adotadas para a linha de base, refletindo um teor de carbono relativamente baixo, por causa da grande participação da hidroeletricidade na matriz de energia elétrica do sistema interligado. No entanto, a determinação exata desse valor ainda pode ser alterada por futuros desenvolvimentos metodológicos em discussão no *MethPanel* do Conselho Executivo do MDL, que podem vir a modificar e simplificar o cálculo da linha de base para o sistema interligado, beneficiando países com grande participação de hidroeletricidade na matriz energética.

A tabela abaixo mostra a contribuição financeira propiciada pela venda das RCEs por tipo de projeto, segundo a experiência do *PCF*.

Tabela 51. Contribuição do MDL à rentabilidade dos projetos

Tecnologia	Aumento da TIR
Eficiência energética	2%
Energia eólica	0,9 – 1,3%
Hidrelétricas	1,2 – 2,6%
Bagaço de cana	0,5 – 3,5%
Biomassa com mitigação de metano	≤ 5,0%
Resíduos sólidos municipais com captura de metano	≥ 5,0%

Fonte: PCF, 2002

No caso brasileiro, os projetos de biogás de aterro sanitário (com ou sem geração de eletricidade) e outros projetos que reduzem emissões de metano (aproveitamento da casca de arroz, por exemplo) apresentaram neste estudo as condições de maior rentabilidade. Em seguida, destacam-se os projetos de geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis, em substituição ao óleo diesel, nos sistemas isolados e na universalização do acesso à energia. Entre essas fontes renováveis podemos citar as pequenas centrais hidrelétricas, os resíduos de madeira e os óleos vegetais. No sistema interligado, a co-geração de eletricidade e calor a partir do bagaço de cana, é a fonte renovável que apresenta a melhor rentabilidade, seguida pelas pequenas centrais hidrelétricas e, em alguns casos (considerando os melhores sítios), a energia eólica.

Conforme podemos verificar no quadro abaixo, o potencial de iniciativas em andamento é de 13,5 a 21,6 MtCO₂/ano, das quais cerca de 3,9 a 9,6 MtCO₂/ano são proveniente das ações do Procel. As receitas correspondentes ao conjunto das iniciativas em

andamento seriam de US\$ 58,6 a 99,0 milhões/ano. Desse total, o Proinfa teria o potencial de captar de US\$ 8,7 a 21 milhões/ano, sendo a iniciativa que apresenta atualmente as melhores perspectivas iniciais para enquadramento imediato no MDL. Mas para isso é preciso definir claramente a quem caberia a propriedade dos créditos de carbonos gerados pelo Proinfa.

O potencial de iniciativas tecnicamente viáveis no curto e médio prazos é de 27,1 a 37,9 MtCO₂/ano, correspondendo a uma receita de US\$ 135,5 a 189,7 milhões/ano. As oportunidades de maior rentabilidade seriam os projetos de mitigação de metano, conforme comentado anteriormente, com ou sem geração de eletricidade, a exemplo do aproveitamento de biogás de aterros sanitários (US\$ 57,7 a 60,1 milhões/ano) e de casca de arroz (US\$ 14,4 a 17,0 milhões/ano).

Em seguida, destaca-se o potencial de uso de fontes renováveis de energia para a geração elétrica em sistemas isolados. O potencial de redução de emissões de GEE é menor, em comparação com outras oportunidades (em torno de 2,2 MtCO₂/ano, correspondendo a US\$ 11 milhões/ano), mas em função da linha de base ser a geração elétrica a partir do óleo diesel, a receita da venda do carbono por unidade atinge US\$ 4,33/MWh, valor bem acima do obtido no sistema interligado (US\$ 0,53 a 1,30/MWh).

A segunda fase do Proinfa (sistema interligado) ainda está indefinida. Sua realização se configuraria numa oportunidade interessante para venda de créditos de carbono, que contribuiria para aumentar o fluxo financeiro do programa e reduzir o preço da tarifa ao consumidor final, com o aprendizado que pode ocorrer na primeira fase do Proinfa.

O aumento de produção do álcool combustível, uma vez caracterizada sua adicionalidade, ou seja, em projetos específicos de ampliação da área plantada e da capacidade instalada em relação ao patamar já atingido pelo Proálcool, apresenta elevado potencial de redução de emissões, podendo oferecer boa rentabilidade em função da variação dos preços do petróleo no mercado internacional. O enquadramento no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo do programa governamental de biodiesel a partir de óleos vegetais representa excelente oportunidade, oferecendo contribuição significativa para a superação das barreiras financeiras e estruturais à sua implementação.

A disseminação de frotas de ônibus a gás natural, em substituição a veículos movidos a óleo diesel, como está sendo testado pelo Conpet, representa mais uma oportunidade de enquadramento como projeto MDL. A receita obtida com a venda dos créditos de carbono oriundos da redução de emissões de GEE poderia servir de estímulo para os empresários do setor, melhorando a rentabilidade da operação. No entanto, algumas barreiras devem ser superadas, como o custo de substituição da frota e a disponibilidade de gás no interior, uma vez que a maioria das empresas das capitais costuma vender os veículos a diesel usados para as companhias do interior, como forma de recuperar o valor residual da frota.

O potencial de redução de emissões por projetos de florestamento e reflorestamento é extremamente significativo, mas é preciso atentar para o fato de que o cálculo da redução de carbono para esse tipo de projeto, nesse trabalho, não chegou a quantificar as remoções

líquidas, em função da complexidade de cálculo da linha de base, que depende de inúmeras variáveis, conforme comentado no texto. Além disso, o preço das Reduções Certificadas de Emissão nesse caso tem variado em torno de US\$ 1,00 a 3,5/tCO₂ (preços pagos por CCX e PCF, respectivamente), podendo eventualmente chegar a US\$ 5,00 (valor adotado como referência para este estudo) com a ratificação do Protocolo de Quioto. Se tal progressão se confirmar, a atratividade dos projetos de florestamento e reflorestamento aumenta consideravelmente. Mas, se os créditos florestais forem negociados pelo valor mínimo oferecido pelo mercado, o potencial de receita por projeto tende a cair, reduzindo sua atratividade. De todo modo, esses projetos configuram uma oportunidade concreta, que já vem sendo explorada, haja visto os projetos já negociados no CCX, o Projeto Plantar e o Projeto V&M.

⁵⁵ Conforme linha de base adotada: 106,5 tCO₂/GWh para hipótese 1 e 260,3 tCO₂/GWh para hipótese 2.
⁵⁶ O potencial negociado no CCX já chega a 14 MtCO₂, e, no entanto, não foi possível identificar por qual período os créditos foram negociados. Assim, foi adotada a hipótese de que esses créditos foram negociados para um período de 7 anos, que é o tempo do primeiro período de compromisso, para se poder adotar um valor anual.
⁵⁷ O potencial negociado no projeto Planar é 1,5 tCO₂. Foi adotada a mesma hipótese que para o CCX, descrita acima.
⁵⁸ Para o projeto V&M, com potencial de 5 MtCO₂, foi adotada a mesma hipótese do projeto Planar, descrita acima.

Tabela 52a. Quadro consolidado do potencial de oportunidades de projetos para o mercado de carbono

Potencial		Emissões evitadas (MtCO ₂ e/ano)		Receita (US\$ milhões/ano)		Receita por unidade	
Potencial de iniciativas em andamento							
Geração elétrica a partir de fontes renováveis							
Proinfa 1ª fase	16,3 TWh/ano (3.300 MW)	1,75 a 4,20	8,75 a 21,00	US\$ 0,53 a 1,30/MWh			
	Sub-total	1,75 a 4,20	8,75 a 21,00				
Biogás a partir de resíduos sólidos							
Projeto da Nova Gerar		0,220	1,10				
Projeto da Vega Bahia		0,668	3,29				
Aterro Bandeirantes		1,4	7,0				
Sub-total		2,3	11,4				
Eficiência energética							
Procel	37 TWh/ano (555 TWh; 2006 - 2020)	3,9 a 9,6 ⁵⁵	19,5 a 48,0	US\$ 0,53 a 1,30/MWh			
Compet	Economizar	300 mil m ³ /ano de diesel	0,800	4,0	US\$ 14,67/m ³ *		
	Transportar	13,6 mil m ³ /ano de diesel	0,038	0,19	US\$ 13,97/m ³ *		
	Etiquetagem	1,5 Mm ³ /ano de GLP	1,8	9,0	US\$ 6,00/m ³ *		
Sub-total		6,54 a 12,20	33,1 a 61,2				
Florestas							
Projetos na CCX	-	2 ⁵⁶	2	-			
Projeto Planar		0,214 ⁵⁷	0,75				
Projeto V&M		0,714 ⁵⁸	2,65				
Sub-total		2,92	5,4				
Total do potencial de iniciativas em andamento		13,6 a 21,6	58,6 a 99,0				

Tabela 52b. Quadro consolidado do potencial de oportunidades de projetos para o mercado de carbono (cont.)

Geração elétrica a partir de fontes renováveis	Potencial	Emissões evitadas (MCO ₂ e/ano)	Receita (US\$ milhões/ano)	Receita por unidade
	Potencial de iniciativas tecnicamente viáveis no curto e médio prazos			
Proníntia, considerando somente 2ª fase	32,6 TWh/ano	3,47 a 8,49	17,4 a 42,5	US\$ 0,53 a 1,30/MWh
Bagaçó de cana	3,1 a 5,6 TWh/ano (600 MW até atingir 5.000 MW em 2010)	1,2 a 5,3	6,0 a 26,5	US\$ 0,53 a 1,30/MWh US\$ 0,031 a 0,140/t cana
Casca de arroz – geração de energia elétrica	3,47 TWh/ano (120 MW em 2006 até 1.200 MW em 2015)	0,37 a 0,90	1,85 a 4,50	US\$ 0,53 a 1,30/MWh
Casca de arroz – captura do metano	2,8 Mt/ano de casca de arroz	2,5	12,5	US\$ 4,47/t casca US\$ 0,07/m ³ CH ₄
Expansão do consumo em sistemas isolados (Diesel)	1,72 TWh/ano	1,5	7,5	US\$ 4,33/MWh
Troca de metade do combustível da geração atual até 2012	0,85 TWh/ano (até atingir 1,5 TWh em 2012)	0,7	3,5	US\$ 4,33/MWh
Universalização do acesso	99,6 GWh/ano (até atingir 0,398 TWh em 2008)	0,22	1,1	US\$ 4,33/MWh
Sub-total		9,96 a 19,61	49,85 a 98,10	
Resíduos sólidos urbanos				
Geração de energia elétrica	0,59 TWh em 2006 (até atingir 5,9 TWh em 2015)	0,345 a 0,825	1,7 a 4,1	US\$ 0,53 a 1,30/MWh
Biogás ⁵⁹	120 mil tCH ₄ /ano (até atingir 1,2 MCH ₄ em 2015)	11,2	56,0	US\$ 0,06/m ³ CH ₄
Sub-total		11,55 a 12,10	57,7 a 60,1	
Eficiência energética				
Compel – ônibus a gás (substituição do diesel por gás natural)	240 mil m ³ /ano de diesel	0,154	0,771	US\$ 3,21/m ³
Sub-total		0,154	0,771	
Combustíveis líquidos renováveis				
Alcool ⁶⁰	2,64 Mm ³ /ano (480 mil até atingir 4,8 Mm ³ em 2013)	4,45	22,2	US\$ 8,4/m ³
Biodiesel	450 a 800 mil m ³ /ano (800 mil m ³ /ano em 2005 ou 2012)	1,0 a 1,7	5,0 a 8,5	US\$ 10,63/m ³
Sub-total		5,45 a 6,15	27,2 a 30,7	
Total do potencial de iniciativas tecnicamente viáveis no curto e médio prazos		27,1 a 37,9	135,5 a 189,7	

⁵⁹ Conforme cenário 3 – ver tabela 24

⁶⁰ Este valor não inclui oportunidades de exportação

Tabela 52c. Quadro consolidado do potencial de oportunidades de projetos para o mercado de carbono (cont.)

Potencial teórico de projetos de florestamento e reflorestamento (considerando remoções brutas de CO ₂)				
	Potencial	Emissões evitadas (MtCO ₂ e/ano)	Receita (US\$ milhões/ano)	Receita por unidade
Florestas				
Projeto Floram – 20 milhões de hectares	0,671 Mha/ano	19,09	19,09 a 95,47	US\$ 5,00 a 239,89/ha (dependendo da espécie plantada e do valor dos certificados no mercado)
Potencial teórico – 30 milhões de hectares	1,00 Mha/ano	28,60	28,60 a 143,00	
Total do potencial teórico de projetos de florestamento e reflorestamento	1,67 Mha/ano	47,7	47,7 a 242,5	

10. Barreiras ao aproveitamento das oportunidades

Ao longo deste trabalho, foram identificadas algumas barreiras, sintetizadas a seguir, que dificultam o pleno aproveitamento do potencial de oportunidades oferecidas ao país pelo MDL.

- Os projetos MDL apresentam em geral altos custos de transação, principalmente nessa fase inicial em que o processo de aprendizagem está em curso e que as metodologias estão ainda em fase de consolidação, onerando particularmente os projetos de pequeno porte. Para superar obstáculos dessa natureza, seria conveniente o exame de mecanismos de incentivo adequados.
- Ainda não existem linhas de base definidas para o setor elétrico, aos níveis regionais e nacional. Para que essas linhas de base possam ser construídas e permanentemente atualizadas, é fundamental disponibilizar para o mercado dados oficiais sobre o despacho da energia gerada pelas usinas conectadas à rede, segundo a fonte primária de energia (hidroeletricidade, nuclear, gás natural, derivados de petróleo e carvão mineral). Com efeito, a metodologia consolidada (ACM0002), aprovada pelo Conselho Executivo do MDL para esse tipo de projetos no final de 2004, faculta a consideração no cálculo apenas das usinas que não seriam despachadas caso se reduzisse em 10 % a energia demandada à rede. No caso brasileiro, isso permite obter quantidades de RCEs mais elevadas para as modalidades de projetos MDL, próximas ao limite superior da faixa apresentada

neste estudo, pois pode-se excluir do cômputo do conteúdo em carbono da rede as usinas nucleares e boa parte da hidroeletricidade, que é majoritariamente despachada na base da curva de carga do sistema. Entretanto, esse cálculo deve ser feito hora a hora, exigindo que se conheça os dados de despacho para as 8.760 horas do ano, que para tal precisariam ser disponibilizados pelo Operador Nacional do Sistema (ONS). Sem acesso a esses dados desagregados, os projetos MDL de economia ou substituição de energia elétrica da rede terão de optar por outro método, e usar coeficientes de carbono na rede bem inferiores, no limite inferior da faixa apresentada neste estudo, devido à elevada participação da hidroeletricidade na matriz energética brasileira.

- É necessário garantir a adicionalidade dos projetos que integrem programas nacionais, como por exemplo o Proinfa e o Probiodiesel, reiterando claramente seu caráter de estímulo a iniciativas que atendem aos objetivos da Convenção do Clima. É recomendável que, no futuro, todos os programas de eficiência energética e fontes renováveis de energia, quando de sua regulamentação, explicitem como um de seus objetivos a redução das emissões de GEE.
- É preciso também uma clara definição da titularidade dos créditos de carbono gerados por projetos MDL, no caso de programas governamentais. Atualmente, essa dúvida existe para os projetos de captura de metano em aterros sanitários e é objeto de questionamento pelos empreendedores de projetos no âmbito

do Proinfra. No novo modelo do setor elétrico, o estabelecimento dos direitos de comercialização dos créditos de carbono para os vencedores de licitações promovidas pelo governo, embutindo-se seu cálculo nos parâmetros de referência dos editais, pode contribuir para a modicidade tarifária.

- Para o aproveitamento do grande potencial de oportunidades identificado neste trabalho, e que pode ser realizado dentro em breve com a entrada em vigor do Protocolo de Quioto, é preciso dispor de uma estrutura capaz de garantir a tramitação ágil de um grande fluxo de projetos MDL.
- A atual conjuntura macroeconômica (alta taxa de juros) acarreta dificuldades relativas ao financiamento para investimentos iniciais em projetos MDL, demandando a mobilização de mecanismos adequados para fazer face esse tipo de obstáculo.
- A baixa institucionalização do mercado de carbono gera insegurança jurídica quanto à titularidade dos créditos negociados e ao regime fiscal aplicável à receita das vendas de RCEs. Atualmente os créditos de carbono estão sendo negociados como “pré-pagamento de exportação”, sem haver expectativa de incidência de taxação sobre sua transação. O estabelecimento de regras pelo Banco Central, Receita Federal, CVM, etc. (como por exemplo uma clara definição sobre a isenção de impostos para projetos MDL) ajudaria a dar maior segurança ao mercado.

- A ausência de conhecimento do potencial de oportunidades de projetos MDL pelo setor privado, nos diversos segmentos, indica a necessidade de se estabelecer mecanismos de promoção do MDL para disseminar o conhecimento, promover estudos que conduzam a elaboração de uma carteira de projetos, desenvolver capacidades locais, oferecer assistência técnica aos promotores de projetos etc, de modo a proporcionar um aprendizado inicial e reduzir os custos de transação.
- Inúmeras dificuldades de natureza científica e tecnológica, inerentes a atividades pioneiras, tais como a produção de energia a partir de fontes alternativas e outras oportunidades de atividades de projetos MDL, precisam ser adequadamente equacionadas, para permitir essas oportunidades sejam aproveitadas. Nesse rol pode-se incluir por exemplo: a falta de informação consistente sobre a base de recursos energéticos renováveis no nível local, regional e nacional; o alto investimento inicial; as dificuldades de despacho na rede elétrica devido à natureza intermitente das fontes; o pouco conhecimento das implicações relativas à conexão das unidades de geração à rede elétrica de distribuição; as dificuldades na obtenção de licenciamento ambiental.

Comentários

Em síntese, o potencial de oportunidades para projetos do mecanismo de desenvolvimento limpo no país pode ser visualizado na matriz abaixo. Pode-se verificar que, para as iniciativas em andamento, o potencial de redução das emissões de gases de efeito estufa é em torno de 13,5 a 21,6 MtCO₂e/ano, correspondendo a uma receita conservadora de US\$ 58,6 a 99,0 milhões/ano, destacando-se o Procel e a 1ª fase do Proinfa.

O potencial de iniciativas adicionais, tecnicamente viáveis em curto e médio prazo, já identificadas neste estudo, seria de 27,2 a 38,1 MtCO₂e/ano, correspondendo a uma receita adicional, também conservadora, de US\$ 135,6 a 189,7 milhões/ano.

Assim, estima-se factível atingir em curto e médio prazo uma captação de recursos externos da ordem de US\$ 200 a 300 milhões, com base em um preço de mercado de US\$ 5,00/tCO₂, fluxo que pode ser consideravelmente ampliado pelo aproveitamento do enorme potencial teórico de florestamento e reflorestamento no país, que poderia fornecer receitas de US\$ 47,5 a 242,5 milhões, com preços variando de US\$ 1,00 a 5,00/tCO₂, e pela provável valorização do preço da tonelada de carbono.

Entre as iniciativas tecnicamente viáveis no curto e médio prazo, além das energias alternativas e da eficiência energética, merece destaque a coleta de biogás de aterros sanitários realizados com resíduos sólidos urbanos, que apresenta um potencial importante,

sendo necessário incentivar e aprimorar os mecanismos de disseminação desse tipo de projeto. Graças ao potencial de redução das emissões de metano, gás de elevado poder de aquecimento global, esse tipo de projeto se torna atrativo financeiramente com a venda das reduções certificadas de emissões, mesmo sem a geração de eletricidade. Com efeito, um dos primeiros projetos registrados no MDL é um projeto brasileiro de captura de metano de aterro sanitário.

O potencial de enquadramento no MDL de projetos de geração a partir de fontes de energias renováveis para suprimento à rede de energia elétrica é significativo. Neste estudo calcula-se conservadoramente que a venda de RCEs teria um potencial de receita de US\$ 0,53 a 1,30/MWh. Esse valor pode ajudar a melhorar a rentabilidade dos projetos e reduzir o repasse ao consumidor final, na tarifa de energia elétrica, do incentivo de preço concedido à geração de energia renovável. É importante salientar que a quantificação do potencial desses projetos, e também dos de aumento da eficiência no uso de energia elétrica, é altamente sensível ao conteúdo em carbono das fontes de geração de eletricidade que alimentam o sistema interligado. A faixa dos valores estimados ilustra essa grande variação, que chega a 150 %.

No caso dos projetos MDL de geração elétrica a partir de fontes renováveis em sistemas isolados, o cálculo é bem mais simples e o aumento de rentabilidade proporcionado pela venda das RCEs é muito mais elevado, calculado também conservadoramente aqui neste trabalho em US\$ 4,33/MWh, em função da linha de base ser dada pela geração termelétrica a óleo diesel.

O potencial de redução de emissões proporcionada por projetos de florestamento e reflorestamento é extremamente significativo, mas é preciso atentar para o fato de que o cálculo da redução de carbono para esse tipo de projeto, neste trabalho, não chegou a quantificar as remoções líquidas, em função da complexidade do cálculo da linha de base, que depende de inúmeras variáveis, conforme comentado neste texto. Além disso, o preço das RCEs tem variado até agora de US\$ 1,00 a 3,50/tCO₂ (preços pagos por CCX e PCF, respectivamente), podendo eventualmente chegar a (ou mesmo ultrapassar) US\$ 5,00 (valor adotado como referência para este estudo), com a ratificação do Protocolo de Quioto. De todo modo, esses projetos configuram uma oportunidade real para o país, que já vem sendo explorada por diversos projetos em andamento (projetos já negociados na Bolsa de Chicago, Projeto Plantar e Projeto V&M).

Entre os combustíveis líquidos renováveis, o biodiesel produzido a partir de óleos vegetais apresenta excelentes possibilidades de enquadramento no MDL, por ser um programa de governo em fase inicial e por existirem barreiras financeiras e estruturais que justificam sua adicionalidade. De acordo com as hipóteses adotadas neste trabalho, a venda das RCEs geradas com a produção de 800 milhões de litros/ano de biodiesel, para adição ao óleo diesel, poderia proporcionar uma receita superior a US\$ 10,00/m³.

Tabela 53. Matriz consolidada de oportunidades de projetos MDL – energia, resíduos sólidos e florestas

	Geração elétrica a partir de fontes renováveis de energia	Resíduos sólidos urbanos	Eficiência energética	Florestas	Combustíveis líquidos renováveis	Total
Potencial de iniciativas em andamento	1,75 a 4,2 MtCO ₂ e/ano	2,3 MtCO ₂ e/ano	6,5 a 12,2 MtCO ₂ /ano	2,92 MtCO ₂ /ano	-	13,5 a 21,6 MtCO ₂ e/ano
	US\$ 8,75 a 21 milhões/ano	US\$ 11,4 milhões/ano	US\$ 33,1 a 61,2 milhões/ano	US\$ 5,4 milhões/ano	-	US\$ 58,6 a 99,0 milhões/ano
Potencial de iniciativas tecnicamente viáveis em curto e médio prazo	10,0 a 19,6 MtCO ₂ e/ano	11,5 a 12,1 MtCO ₂ e/ano	0,154 MtCO ₂ /ano	-	5,5 a 6,2 MtCO ₂ e/ano	27,2 a 38,1 MtCO ₂ e/ano
	US\$ 49,9 a 98,1 milhões/ano	US\$ 57,7 a 60,1 milhões/ano	US\$ 0,771 milhões/ano	-	US\$ 27,2 a 30,7 milhões/ano	US\$ 135,6 a 189,7 milhões/ano
Potencial teórico de projetos de florestamento e reflorestamento	-	-	-	47,7 MtCO ₂ /ano	-	47,7 MtCO ₂ /ano
	-	-	-	US\$ 47,7 a 242,5 milhões/ano	-	US\$ 47,7 a 242,5 milhões/ano
Total	11,75 a 23,8 MtCO ₂ e/ano	13,8 a 14,4 MtCO ₂ e/ano	6,7 a 12,4 MtCO ₂ /ano	50,6 MtCO ₂ /ano	5,5 a 6,2 MtCO ₂ e/ano	88,3 a 107,4 MtCO ₂ e/ano
	US\$ 58,7 a 119,1 milhões/ano	US\$ 69,1 a 71,5 milhões/ano	US\$ 33,9 a 62,0 milhões/ano	US\$ 53,1 a 247,9 milhões/ano	US\$ 27,2 a 30,7 milhões/ano	US\$ 241,9 a 531,2 milhões/ano

Além da capacidade de captação de recursos decorrente do enquadramento de iniciativas já em andamento ou tecnicamente viáveis para implantação no curto prazo, ilustrada na matriz, o potencial de exportação do álcool é uma oportunidade relevante relacionada com a mudança do clima, pois a demanda proveniente dos países industrializados que aderiram ao Protocolo de Quioto pode aumentar significativamente, como forma de atingir suas metas de reduções de emissão pela substituição de combustíveis fósseis. As estimativas disponíveis indicam que o Brasil poderia atender uma demanda externa de 4,4 bilhões de litros anuais em 2013. No entanto, há muitas incertezas quanto à real abertura desse mercado, considerando-se as políticas agrícolas internas de cada país. Com efeito, em vários países que têm programas estabelecidos formalmente para a produção de biocombustíveis, as políticas protecionistas têm sido explícitas, impedindo ou restringindo fortemente a importação de etanol (o que afeta diretamente o etanol brasileiro, que tem custo de produção muito inferior aos concorrentes).

Enfim, é importante destacar que este exercício preliminar de quantificação do potencial de oportunidades de negócios proporcionadas ao país no campo das mudanças climáticas se limitou a iniciativas concretas já identificadas, sem explorar a formulação de novos projetos. Naturalmente trata-se apenas de uma pequena parte do enorme potencial de negócios que poderá se materializar em diversos segmentos produtivos nacionais com o desenvolvimento e consolidação do mercado de carbono.

Bibliografia

Energia

Goldemberg; Teixeira; e La Rovere,. (2004). *Improving Energy Access. The possible contribution of RETs to poverty alleviation GNESD, International Conference Renewables 2004*;

Schaeffer; Cohen; e Costa (2003). *Investor Guide Brazil: Clean Development Mechanism, Unido*;

Werner, K. (2004). *Carbon Finance Development Strategy for Brazil*. Banco Mundial;

La Rovere et al. (2003). *Country Study: Brazil Report. The development and Climate Project*.

Eguren, L. (2004). *El mercado de carbono en América Latina y el Caribe: balance y perspectivas. Serie medio ambiente y desarrollo, Cepal*;

Biodiesel (2003). Áreas e Projetos. IVIG: www.ivig.coppe.ufrj.br;

Biodiesel (2004). Cadernos NAE nº 2 – Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. NAE/SECOM/PR, janeiro 2005;

Oliveira, L.; Costa, A. (2003). *Biodiesel, uma experiência de desenvolvimento sustentável*;

Fonseca, Roberto G (2004). *Mercado Mundial de Álcool e Flex Fuel*. Home page Unica – www.unica.com.br, fevereiro de 2004;

Macedo, Isaias.; Leal, Manoel; da Silva, João Eduardo (2003). *Balanço das emissões de gases de efeito estufa na produção e no uso do etanol no Brasil*. Home page Unica – www.unica.com.br, Abril de 2004;

UNFCCC, (2003). CDM Executive Board. *Recommendation by the panel on baseline and monitoring methodologies (MethPanel). Indicative simplified baseline and monitoring methodologies for selected small-scale CDM project activity categories*;

UNFCCC, (2004). CDM Executive Board. *Approved consolidated baseline methodology ACM0002. Consolidated baseline methodology for grid-connected electricity generation from renewable sources, version 1, 3 September 2004*. www.cdm.unfccc.int

UNFCCC, (2004). CDM Executive Board. *Project Design Document: Vale do Rosário Bagasse Cogeneration – a GHG Emission Reductions Activity in Brazil*. www.cdm.unfccc.int;

UNFCCC, (2004). CDM Executive Board. *Project Design Document: Nova Gerar Landfill Gas to Energy Project*. www.cdm.unfccc.int

UNFCCC, (2004). CDM Executive Board. *Project Design Document: Salvador da Bahia Landfill Gas Project*. www.cdm.unfccc.int

UNFCCC, (2004). CDM Executive Board. *Project Design Document: Methane Capture and Combustion from Swinw Manure Treatment for Peralillo*. www.cdm.unfccc.int

Tolmasquim, M. (org) (2003). *Fontes Renováveis de Energia no Brasil*. Cenergia, ed. Interciência, Rio de Janeiro;

Mousinho, T. *Emissões de Gases de Efeito Estufa no Sistema Interligado Nacional*, Tese de Mestrado. UNIFACS, Salvador;

Ministério de Minas e Energia; BEN – Balanço Energético Nacional (2003).

Nascimento *et al.*, (2003). *Energia Eólica*. In *Fontes Renováveis de Energia no Brasil*, Tolmasquim, Cenergia, ed. Interciência, Rio de Janeiro;

Coelho *et al.*, (2003). *Geração de Energia a partir da Biomassa*. In *Fontes Renováveis de Energia no Brasil*, Tolmasquim, Cenergia, ed. Interciência, Rio de Janeiro;

Economia & Energia, (e&e) (2002). Dados sobre o álcool combustível, www.ecen.com;

Universiabrasil, (2003). *Biodiesel no Tanque*. www.universiabrasil.net;

Ramos, Luiz (2003) *Química Nova*. Universiabrasil. www.universiabrasil.net ;

Documento de Apoio – *The Latin America and Caribbean REEEP Meeting*, Campos do Jordão, São Paulo, 12 e 13 de Agosto de 2003;

Goldemberg, José; La Rovere, Emilio *et al.* *Expanding the Access to Electricity in Brazil*". Prepared for the "Energy Access Working Group.

GNESD – *Global Network on Energy for Sustainable Development*.

CentroClima/Coppe/UFRJ; Cenbio; IEE/USP. 2003;

Macedo, I. C.; Nogueira, L.A.H. (2004). Cadernos NAE, nº 2 Biocombustíveis. Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. Brasília, fevereiro 2005;

Plano Decenal de Expansão – PDE, 2003/2012;

Grupo Técnico Operacional da Região Norte – GTON (2004). *Plano de Operação para 2004 – Sistemas Isolados*. GTON/CTP/2004, abril 2004;

Yu Man, Chang (2004). *Seqüestro Florestal de Carbono no Brasil – Dimensões Políticas, Socioeconomicas e Ecológicas*. Tese de Doutorado em Meio Ambiente. UFPR, Curitiba, 2004;

La Rovere, Emilio; Americano, Branca (1999). *Assesment of Global Environmental Impacts of Procel – Greenhouse Gas Emission Avoided by Procel: 1990 – 2020*". Procel.

Nobre, Carlos *et al.* (2004). *Vulnerabilidade, Impactos e Adaptação à Mudança do Clima*. Cadernos NAE, nº 3 Mudança do Clima Volume I. Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. Brasília, março 2005;

Resíduos Sólidos

Carvalho, A.R., Mahler, C.F. e Silveira, A.N.da S. (2004), ICTRS, 2004. “A Influência da Idade e da Coleta Seletiva na Evolução do Peso Específico do Aterro Sanitário de Santo André”, IPT/Cempre, 2000.

Feasibility Assessment for gas-to-energy at selected landfills in Sao Paulo, Brazil – Public Review Draft – SCS Engineers, for EPA – United States Environmental Protection Agency (EPA 68-W6-0004), 1996.

Handbook for the Preparation of Landfill Gas to Energy Projects in Latin America and the Caribbean – Draft – Conestoga-Rovers & Associates; World Bank, outubro de 2003

Mahler, CF, Araujo, F. & Paranhos, R. (2002). *Poluição Aquática e Resíduos Sólidos*. Editor, Núcleo de Produção Editorial Aquarius, Fundação Bio-Rio. 132 pg., novembro, 2002.

Oliveira, L., Henriques, R., Pereira, A. (2002). *Coleta Seletiva, Reciclagem e Conservação de Energia*. IX CBE, vol. 3, pg. 1461, Rio de Janeiro, Maio, 2002

IBGE (2000) *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico*. Disponível em www.ibge.gov.br.

IPCC (1996). *Intergovernmental Panel on Climate Change Greenhouse gas inventory reference Manual, revised – chapter 6 – Waste*, 1996.

IPT (1998) Instituto de Pesquisas Tecnológicas. *Lixo Municipal – Manual de Gerenciamento Integrado* – São Paulo, 1998.

Muennich, K., Mahler, C.F. & Maak, D. *Mechanical Biological Pretreatment of Residual Waste in Brazil, Eight International Conference on Waste Management, Sardinia, 2001, Italy*.

Münnich, K., Mahler, C.F. & Fricke, K. *Mechanical and Biological Pre-Treatment in the Waste*, Revista *Müll und Abfall*, Alemanha, (2003).

Rosa, L.P. *et al.* *Aproveitamento Energético de Resíduos Sólidos Urbanos e Óleos Vegetais* In Tolmasquim, M.T. *Fontes Renováveis de Energia no Brasil*. Ed. Interciência. 515p., 2003.

Schueler, A. S. de & Mahler, C.F, 2003. *Composting made with urban solid waste in Brazil, International Symposium, Sardinia*.

Florestas

Melo e Faria, 2004. *Três ensaios de crescimento para espécies arbóreas de valor comercial em plantio consorciado a espécie pioneira em Paraguaçu Paulista – SP*. In: Instituto Florestal da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, intitulada Pesquisas em Conservação e Recuperação Ambiental no Oeste Paulista: Resultados da Cooperação Brasil – Japão, organizado por Osmar Vilas Bôas e Giselda Durigan, pp. 397-407;

Melo, A.C.G, 2004. “Reflorestamentos de Restauração de Matas Ciliares: Análise Estrutural e Método de Monitoramento no Médio Vale do Paranapanema (SP)”. Dissertação de Mestrado. São Carlos, 2004 e da publicação de 2004 pelo Instituto Florestal da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, intitulada Pesquisas em Conservação e Recuperação Ambiental no Oeste Paulista: Resultados da Cooperação Brasil – Japão, organizado por Osmar Vilas Bôas e Giselda Durigan;

Toledo, P.E.N., 1999. *Aspectos econômicos da implantação de áreas de preservação permanente*. Palestra. In Simpósio sobre Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais, 1., 15 -16 junho 1999. Anais. Piracicaba: Esalq/USP;

Kageyama *et al.*, 2004. *Revegetação de áreas degradadas: modelos de consorciação de alta diversidade*. In I Simpósio Sul-Americano e II Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas. Foz do Iguaçu. Anais, Curitiba, pp. 569-576];

Joly, C.A.; Spigolon, J.R.; Lieberg, S., 1995. *Projeto Jacaré Pepira V – O uso de espécies nativas para a recomposição de matas ciliares*. In XLVI Congresso Nacional de Botânica, Anais, Ribeirão Preto. pp. 320-321;

Fundação Florestal e Fundo Florestar, 1993. *Suporte à Produção. Florestar Estatística*, v.1, n.3:19-32;

Vieira, I.C.G.; Nepstad, D.C.; Brienza Junior, S.; Pereira, C., 1993. *A importância de áreas degradadas no contexto agrícola e ecológico da Amazônia*. Em: Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia. Vol. 2. INPA, Manaus. pp. 43-53;

Veiga, J., 1991. *Desenvolvimento de sistemas silvopastoris para a Amazônia*. *Anais da XXVIII Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia*. João Pessoa, pp. 59-79, talvez devido aos elevados custos de implantação e aos riscos apresentados por incêndios;

Brienza Junior, S.; Kitamura, P.; Dubois, J., 1983. *Considerações biológicas e econômicas sobre um sistema de produção silvo-agrícola rotativo na região do Tapajós*. Boletim de Pesquisa Embrapa/CPATU, 50;

Oliveira, L.A.; Moreira, F.W., 1993. *A importância do uso adequado dos solos no Zoneamento Ecológico-Econômico da Amazônia*. Em:

Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia. Vol. 2. INPA, Manaus. Pp. 17-23;

Matallo Júnior, H., 1994. *Diretrizes para a Elaboração do Plano Nacional de Combate à Desertificação*. Conferência Nacional da Desertificação, Fortaleza, Ceará, 7-9 março 1994. pp. 56-72;

Agronegócios

Alves, D.C.O; Evenson, R.E. "Global warming impacts on brazilian agriculture: estimates of the Ricardian Model". In *Conference on environmetrics in Brazil*, 1996, São Paulo, SP. Abstracts... São Paulo: IME-USP. p. B30-B31. 1996.

Salati, E.; Amaral, W.; Santos, A. A. *Investing in carbon storage: a review of brazilian forest projects. In Promoting development while limiting greenhouse gas emissions. Ed. by José Goldemberg and Walter Reid. New York, UNDP, 1999. p. 101-114.*

Ducharme, B.; Orlik, M. *Melhorando a eficiência da Produção Pecuária para a Proteção Ambiental e o Desenvolvimento Econômico. In Mudanças Climáticas Globais e a Agropecuária Brasileira, Lima, M.A., Cabral, O.M.R., Miguez, J.D.G. (ed.). Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente. 2001, 347-366.*

Embrapa. *Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa provenientes de atividades agrícolas no Brasil: emissões de metano provenientes de arroz irrigado por inundação (relatório revisado)*. Jaguariúna. 1998.

Embrapa. *Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa provenientes de atividades agrícolas no Brasil: emissões de gases de efeito estufa provenientes da queima de resíduos agrícolas (relatório revisado)*. Jaguariúna. 1999a.

Embrapa. *Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa provenientes de atividades agrícolas no Brasil: emissões de metano provenientes da pecuária (relatório revisado)*. Jaguariúna. 1999b.

Embrapa. *Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa provenientes de atividades agrícolas no Brasil: emissões de óxido nitroso provenientes de solos agrícolas (relatório revisado)*. Jaguariúna. 1999c.

IPCC. "Climate Change 1994. Radiative Forcing of Climate Change and an evaluation of the IPCC IS92 Emission Scenarios. Cambridge: Cambridge University Press. 1995. 339p.

IPCC. *Climate Change 1995. Impacts, adaptations and mitigation of climate change: Scientific-Technical Analysis*. Cambridge: University Press. 1996a. 878 p.

IPCC. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual. Chapter 4.

IPCC. *Third Assessment Report: Climate Change 2001. Climate Change: The Scientific Basis – Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*. 2001. (<http://www.ipcc.ch/pub/tar/wg1/128.htm>)

Parte III C

Ferramentas para viabilização das oportunidades

*Manoel Fernandes Martins Nogueira
Marcelo Khaled Poppe*

Instrumentos legais e regulamentares
*Fernando Rei
Kamyla Borges da Cunha*

Incentivos econômico-financeiros
Maurício Mendonça

Desenvolvimento científico, tecnológico e inovação
Manoel Fernandes Martins Nogueira

Sistema institucional para tramitação de projetos
Marcelo Theoto Rocha

Orientação, coordenação e supervisão geral
Marcelo Khaled Poppe

Introdução

O mercado nascente de carbono pode vir a contribuir significativamente para o desenvolvimento sustentável do país. Para o pleno aproveitamento das oportunidades abertas por esse mercado, no entanto, é necessário remover algumas barreiras e preencher algumas lacunas. A maioria delas está confirmada no mapeamento de obstáculos e lacunas efetuado no estudo Oportunidades de Negócios, tanto em termos de ajustes e complementação no quadro legal e regulamentar relacionado com o tema da mudança do clima, e nos dispositivos de incentivos econômicos e financeiros disponíveis para apoiar as iniciativas de empreendedores se iniciando nesse mercado, quanto de conhecimento, ciência, tecnologia e inovação, bem como referentes ao sistema institucional brasileiro para trâmite de projetos MDL.

A Figura 1 procura ilustrar a lógica dos projetos MDL e o papel das ferramentas de apoio à sua viabilização. As oportunidades de projetos que surgem em diferentes setores, como energia, agricultura e florestas, resíduos e diversos segmentos industriais, podem encontrar barreiras de caráter legal, econômico-financeiras, científico-tecnológicas e institucionais para sua concretização, necessitando a mobilização de ferramentas adequadas em cada uma dessas áreas, de forma a permitir a superação dos obstáculos.

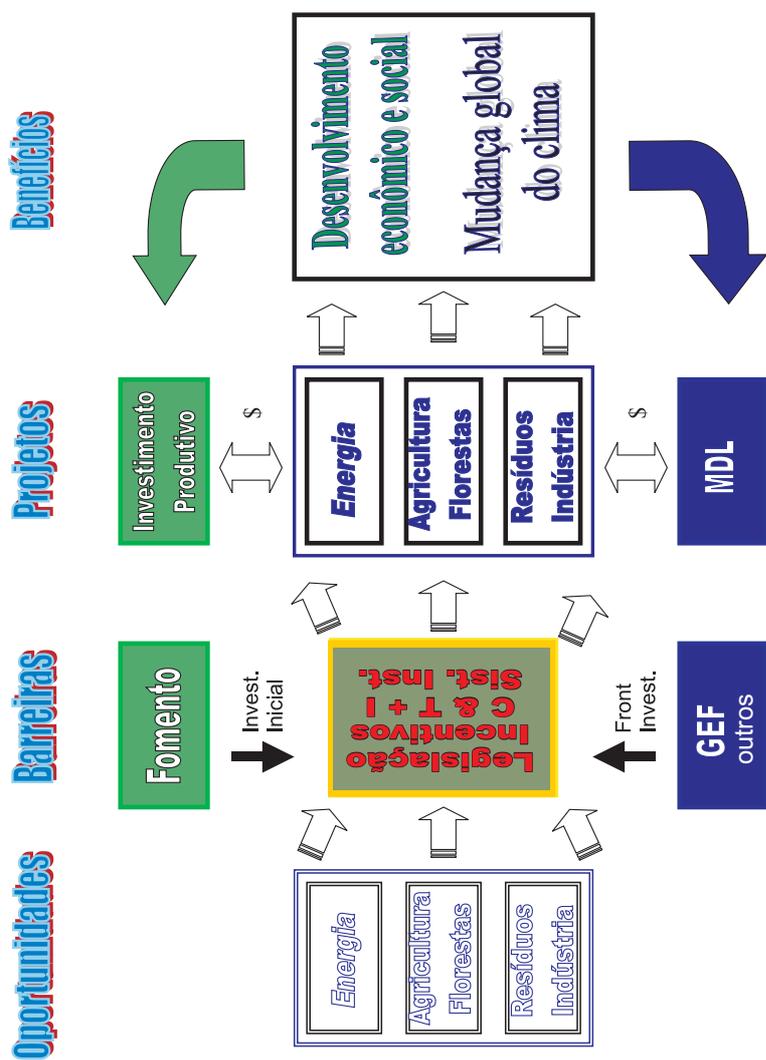


Figura 1. Dinâmica de projetos MDL e ferramentas para sua viabilização

Para fazer face aos custos incorridos pelos empreendedores, relativos a esses investimentos iniciais (*front investments*), podem-se mobilizar recursos tanto internos quanto externos. Efetivamente, existem diversas de fontes nacionais de recursos passíveis de aproveitamento, tais como incentivos fiscais, bancos e agências de desenvolvimento, fundos setoriais de ciência e tecnologia (C&T), fundações estaduais de apoio à P&D, instituições de pesquisa acadêmicas e empresariais, públicas e privadas etc. No que diz respeito a fontes estrangeiras de recursos, pode-se citar agências e fundos nacionais, regionais e internacionais de cooperação e desenvolvimento, com destaque para o *Global Environment Facility* (GEF), especialmente concebido para fomentar, com recursos a fundo perdido, projetos que beneficiam o meio ambiente global, como é o caso da mudança global do clima.

Com efeito, o tema de mudança do clima é uma das seis áreas estratégicas financiadas pelo GEF com recursos a fundo perdido. Nessa área, existem hoje 566 projetos financiados, totalizando US\$ 2,12 bilhões, que correspondem a 33% do orçamento total de projetos GEF, conforme pode ser observado na Figura 2. Os projetos de mudança do clima apoiados pelo GEF estão sendo desenvolvidos na África, América Latina e Caribe, Ásia, e Europa Central. Na Figura 3 pode-se ver a distribuição desses projetos pelas diferentes regiões do globo. Apesar da África possuir o maior número de projetos, a soma dos valores dos projetos dos países asiáticos, que atinge US\$ 767 milhões, supera o montante dos projetos africanos, que é de US\$ 408 milhões, como indicado na Figura 4. O valor médio dos projetos voltados para países africanos é de US\$ 2,27 milhões

enquanto os asiáticos absorvem em média US\$ 5,11 milhões. Os projetos da América Latina e Caribe perfazem aproximadamente US\$ 386 milhões, sendo que seu valor médio é de aproximadamente US\$ 3,50 milhões. Os projetos de caráter regional consomem US\$ 21 milhões, com uma média de US\$ 4,2 milhões por projeto, e os de caráter global US\$ 231 milhões, com um valor médio em torno de US\$ 6,79 milhões.

O potencial de captação de recursos GEF para a realização de projetos pilotos de mudança do clima no Brasil é considerável, sendo uma das principais fontes internacionais que podem contribuir para proporcionar a aprendizagem necessária ao incremento das atividades de projetos que gerem créditos de carbono no país.

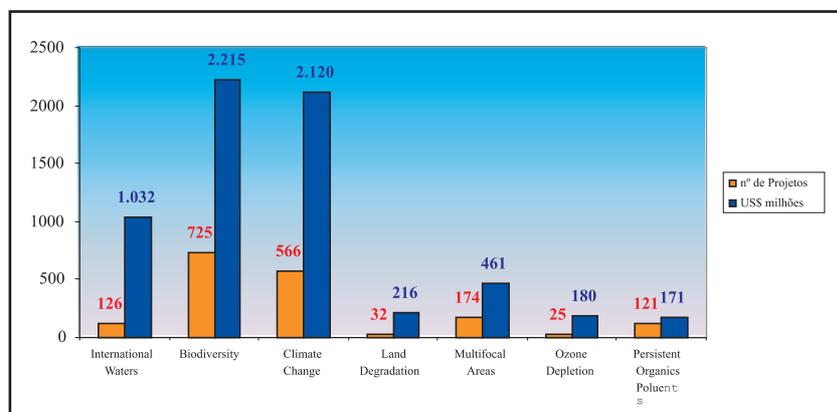


Figura 2. Número de projetos e valores apoiados pelo GEF nas suas diversas áreas estratégicas

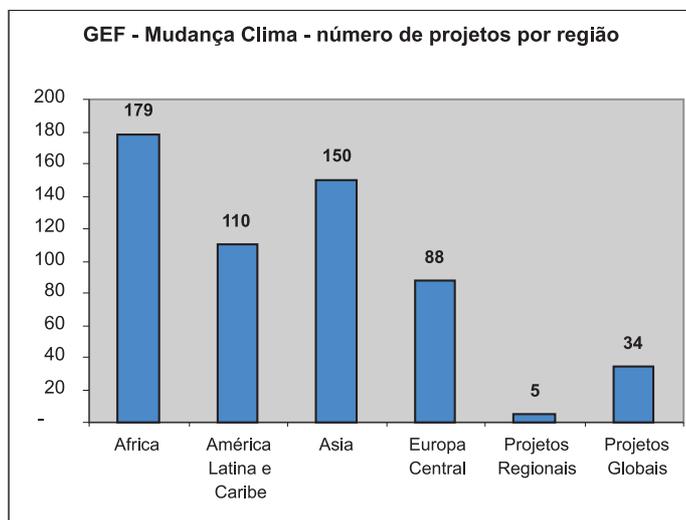


Figura 3. Número de projetos de mudança do clima apoiados pelo GEF nas diversas regiões

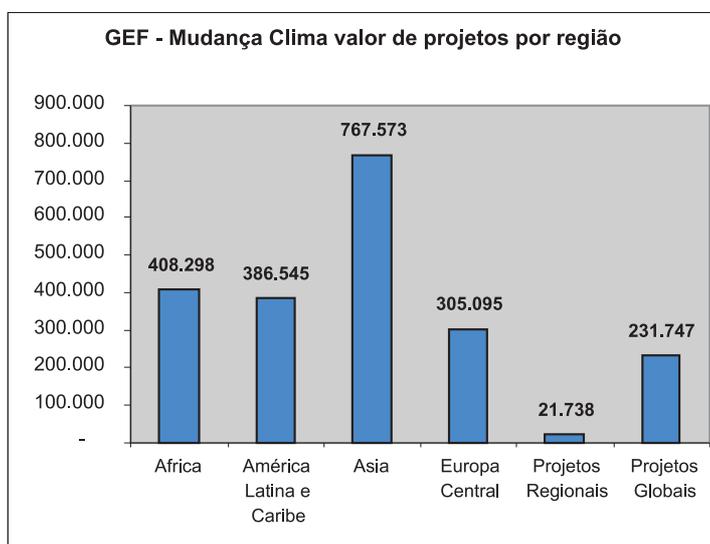


Figura 4. Valores totais dos projetos de mudança do clima por região – US\$ milhões

Superados então os obstáculos iniciais ao pleno aproveitamento das oportunidades de projetos, como ilustrado na Figura 1, seus benefícios em termos de desenvolvimento econômico e social nacional, atestados inclusive pela sua qualificação como projeto que contribui para o desenvolvimento sustentável pela Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima (CIMGC), atraem naturalmente os investimentos produtivos necessários à sua implementação. Por outro lado, seus benefícios em termos de mitigação da mudança global do clima, reconhecidos pelo *Executive Board* do MDL, permitem a captação de recursos adicionais externos, não reembolsáveis, provenientes dos créditos de carbono gerados pelas atividades de projeto.

A Parte III do presente estudo apresenta, em 4 capítulos, as principais ferramentas que necessitam ser mobilizadas, em maior ou menor intensidade, visando proporcionar (a) aperfeiçoamentos legais e regulamentares, (b) ajustes nos mecanismos de incentivos econômico-financeiros, (c) desenvolvimentos científicos e tecnológicos, e (d) dinamismo no sistema institucional relacionado à tramitação de projetos MDL, com o objetivo de se obter processos mais eficientes e serviços e produtos finais mais baratos e competitivos. Como todos esses aspectos devem respeitar as características nacionais e se adaptar às peculiaridades brasileiras, o ferramental necessário à sua implementação precisa forçosamente ser desenvolvido no país.

O capítulo relativo aos instrumentos legais e regulamentares mostra a necessidade de se realizar um levantamento detalhado do arcabouço legal hoje existente no país, com vistas a identificar o

interesse de se propor ajustes em alguns deles para facilitar a implantação de projetos MDL. O texto discute, por exemplo, indefinições e incertezas quanto à elegibilidade ao MDL e à titularidade dos créditos, de projetos de fontes renováveis para fornecimento à rede elétrica, no âmbito de programas governamentais de incentivo, como o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa). Também examina as implicações relacionadas ao fato do Sistema Elétrico Interligado brasileiro ser fortemente hídrico, e possuir hidroelétricas já amortizadas, com baixo custo de geração, em comparação aos novos empreendimentos de geração no país e no exterior. Outro tema abordado é o efeito da prioridade governamental acordada à hidroeletricidade na expansão do parque gerador e da extensão do sistema nacional interligado de transmissão sobre a definição da linha de base e da adicionalidade dos projetos de eletricidade. Comenta também fragilidades relativas à regulamentação do fornecimento para as concessionárias de excedente de co-geração e de geração distribuída, e dificuldades vinculadas ao recém iniciado processo de implantação do novo modelo institucional do setor elétrico para o sistema interligado. No que se refere aos sistemas isolados, a situação é particularmente crítica, pois seu modelo institucional permanece indefinido.

O capítulo referente a incentivos econômico-financeiros examina aspectos macro e micro-econômicos do MDL, como a captação de recursos externos não reembolsáveis e o desenvolvimento sustentável, e discute alguns princípios a serem considerados, como neutralidade fiscal, premiação *a posteriori*, e apoio a atividades meio.

Também identifica fontes preferenciais de recursos, como os fundos setoriais de ciência e tecnologia (C&T) existentes no país, em perfeita sintonia com esse tipo de atividade.

O capítulo que diz respeito a desenvolvimento científico, tecnológico e inovação, analisa um grande número de atividades de projeto, enumerando para cada uma delas os principais gargalos tecnológicos ainda existentes, assim como as perspectivas de evolução tecnológica nos diferentes domínios. Também informa sobre a capacidade nacional de fornecer os equipamentos necessários para a viabilização das atividades de projetos, de forma a reduzir custos, facilitar a operação e a manutenção das plantas, evitar desequilíbrios na balança de pagamentos provocados pela sua importação e aproveitar as oportunidades proporcionadas pelo aumento das exportações de produtos e serviços.

Finalmente no último capítulo, o sistema institucional brasileiro para tramitação de projetos MDL é descrito em detalhe, ressaltando-se os progressos alcançados até o presente, e atenciosamente avaliado, com foco na identificação dos óbices ainda existentes, visando a sugestão de medidas que permitam ampliar o conhecimento, aumentar a credibilidade e dar segurança, transparência e agilidade aos processos, conduzindo assim à criação de condições favoráveis às operações dos proponentes de atividades de projeto e demais entidades envolvidas, a fim de reduzir os custos operacionais e incrementar a atratividade dos projetos MDL.

Instrumentos legais e regulamentares

Fernando Rei e Kamyla Borges da Cunha

Este estudo visa examinar os aspectos legais de direito interno relativos à regulamentação do Protocolo de Quioto, especialmente o enquadramento do mecanismo de desenvolvimento limpo. O trabalho começa por abordar a integração das normas internacionais sobre mudanças climáticas no ordenamento jurídico brasileiro, focando-se em seguida nos aspectos legais identificados como potenciais barreiras à adequada implementação do MDL no país.

1. Internalização dos marcos legais internacionais no âmbito das mudanças climáticas globais na ordem jurídica nacional

Os mecanismos de recepção das normas de direito internacional no ordenamento jurídico brasileiro estão regulados principalmente pelas normas constitucionais e alinhados à jurisprudência ditada pelo Supremo Tribunal Federal, que não reconhece dispor a norma internacional de exeqüibilidade e operatividade imediatas no âmbito interno.

A recepção da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC) esteve sujeita a uma série de atos estabelecidos pela Constituição Federal, atos que, por intermédio de um processo solene, manifestaram a vontade do Estado em se

obrigar na área internacional incorporando o tratado ao direito positivo brasileiro. São esses atos:

- Aprovação pelo Poder Legislativo do ato internacional e conseqüente aprovação pelo Congresso Nacional por intermédio de decreto legislativo devidamente publicado no Diário Oficial da União pelo Presidente do Senado;
- Ratificação pelo Presidente da República e depósito do respectivo instrumento;
- Promulgação do Protocolo pelo Presidente da República, mediante decreto presidencial.

Tais atos, naturalmente, devem ser seguidos de publicação oficial do texto dos tratados.

A incorporação de tratados à ordem jurídica interna decorre, no sistema adotado no Brasil, “de um ato subjetivamente complexo, resultante da conjugação de duas vertentes homogêneas: a do Congresso Nacional, que resolve, definitivamente, mediante decreto legislativo, sobre tratados, acordos ou atos internacionais (Conforme, Art. 49, I), e a do Presidente da República, que, além de poder celebrar esses atos de direito internacional (Conforme, Art. 84, VIII), também dispõe – enquanto chefe de Estado que é – da competência de promulgá-los mediante decreto.”¹. Em outras palavras, um tratado, mesmo em vigor, enquanto não concluir o ciclo de transposição para o direito interno, não poderá ser aplicado imediatamente no âmbito doméstico do Estado brasileiro.

¹ Assim se manifesta o Ministro do Supremo Tribunal Federal Celso de Mello em AGRCR 8.279-4 publicado no DJ 10/08/1999, Ementário nº 1999-1, Julgamento 17/06/1998 – Tribunal Pleno, págs. 15 a 20.

2. Quadro regulatório internacional

2.1. Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima

A CQNUMC já passou por todo o trâmite legal de recepção ao direito brasileiro, conforme exposto anteriormente, tendo sido primeiramente aprovada pelo Decreto Legislativo 1 de 03 de fevereiro de 1994, e, posteriormente, promulgada pelo Decreto 2.652 de 01 de julho de 1998, estando, desde essa data, plenamente em vigor no âmbito nacional. Dessa forma, as obrigações assumidas pelo Brasil enquanto país em desenvolvimento, inseridas no Art. 4º, § 1º da CQNUMC, já são plenamente exigíveis no âmbito interno. Tais obrigações são:

- Elaborar, atualizar periodicamente, publicar e pôr à disposição da Conferência das Partes (COP), em conformidade com o Art. 12, inventários nacionais de emissões antrópicas por fontes e das remoções antrópicas por sumidouros de todos os gases de efeito estufa (GEE) não controlados pelo Protocolo de Montreal, empregando metodologias comparáveis a serem acordadas pela COP;
- 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 gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de

Montreal, bem como medidas para permitir adaptação adequada à mudança do clima;

- Promover e cooperar para o desenvolvimento, aplicação e difusão, inclusive transferência, de tecnologias, práticas e processos que controlem, reduzam ou previnam as emissões antrópicas de gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal em todos os setores pertinentes, inclusive nos setores de energia, transportes, indústria, agricultura, silvicultura e administração de resíduos;
- Promover a gestão sustentável, bem como promover e cooperar na conservação e fortalecimento, conforme o caso, de sumidouros e reservatórios de todos os gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal, incluindo a biomassa, as florestas e os oceanos como também outros ecossistemas terrestres, costeiros e marinhos;
- Cooperar nos preparativos para a adaptação aos impactos da mudança do clima; desenvolver e elaborar planos adequados e integrados para a gestão de zonas costeiras, recursos hídricos e agricultura, e para a proteção e recuperação de regiões, particularmente na África, afetadas pela seca e desertificação, bem como por inundações;
- Levar em conta, na medida do possível, os fatores relacionados com a mudança do clima em suas políticas e medidas sociais, econômicas e ambientais pertinentes, bem como empregar métodos adequados, tais como avaliações de impactos, formulados

e definidos nacionalmente, com vistas a minimizar os efeitos negativos na economia, na saúde pública e na qualidade do meio ambiente, provocados por projetos ou medidas aplicadas pelas Partes para mitigarem a mudança do clima ou a ela se adaptarem;

- Promover e cooperar em pesquisas científicas, tecnológicas, técnicas, sócio-econômicas e outras, em observações sistemáticas e no desenvolvimento de bancos de dados relativos ao sistema climático, cuja finalidade seja esclarecer e reduzir ou eliminar as incertezas ainda existentes em relação às causas, efeitos, magnitude e evolução no tempo da mudança do clima e as conseqüências econômicas e sociais de diversas estratégias de resposta;
- Promover e cooperar no intercâmbio pleno, aberto e imediato de informações científicas, tecnológicas, técnicas, sócio-econômicas e jurídicas relativas ao sistema climático e à mudança do clima, bem como às conseqüências econômicas e sociais de diversas estratégias de resposta;
- Promover e cooperar na educação, treinamento e conscientização pública em relação à mudança do clima, e estimular a mais ampla participação nesse processo, inclusive participação de organizações não-governamentais;
- Transmitir à COP informações relativas à implementação, em conformidade com o Art. 12 do Protocolo de Quioto.

2.2. Protocolo de Quioto

O Protocolo de Quioto já foi aprovado pelo Congresso Nacional, por meio do Decreto Legislativo 144, publicado em 21 de junho de 2002. Contudo, não foi promulgado na época pelo Presidente da República, levando-se em conta que esse tratado só entrou em vigor em fevereiro de 2005.

O Art. 12 do Protocolo de Quioto institui o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) como o único instrumento de flexibilização a permitir a participação dos países em desenvolvimento nas metas de redução de emissões de gases precursores de efeito estufa impostas aos países desenvolvidos. O objetivo do MDL é, assim, assistir as Partes incluídas no Anexo I da CQNUMC – países desenvolvidos – na consecução de suas metas quantificadas de GEE, e, por outro lado, assistir as Partes não incluídas no Anexo I – países em desenvolvimento – na consecução de práticas de desenvolvimento sustentável.

Nos termos do Protocolo de Quioto, a utilização dos mecanismos de flexibilização, entre eles o MDL, pelos países pertencentes ao Anexo I da CQNUMC, há de ser complementar, significando que a maior parte das reduções de emissões a ser alcançada por tais países deve realizar-se por meio de medidas internas de mitigação. Contudo, inexistem, nos textos legais internacionais, qualquer indicação ou delimitação da complementariedade dos mecanismos de flexibilização. Considerando a lacuna das normas internacionais, essa definição fica a critério da regulamentação interna dada por cada país pertencente ao Anexo I da CQNUMC.

Para ser considerado como uma atividade MDL, qualquer projeto necessita antes preencher os requisitos inseridos no Art. 12 do Protocolo de Quioto, chamados critérios de elegibilidade. São eles:

- A participação dos países envolvidos com o projeto deve ser voluntária e aprovada pelos órgãos governamentais competentes de cada país;
- A atividade do projeto deve resultar em benefícios reais, mensuráveis e de longo prazo, relacionados com a mitigação das mudanças climáticas;
- As reduções de emissões de GEE devem ser adicionais ao que ocorreria na ausência da atividade do projeto;
- A atividade do projeto deve contribuir para o desenvolvimento sustentável, segundo as diretrizes do país anfitrião do projeto.

2.3. Acordos de Marraqueche

Vinculados ao quadro regulador e instituídos durante a COP 7, formam um conjunto de normas que, entre outras questões, regula o procedimento de certificação de projetos MDL. Esse procedimento é composto por quatro etapas: concepção do projeto; validação e registro; verificação e monitoramento; certificação.

No intuito de fornecer a estrutura institucional internacional necessária ao acompanhamento do procedimento de certificação, os Acordos de Marraqueche criam alguns órgãos, como o Conselho Executivo (CE), que tem como principais atribuições coordenar todo o processo,

aprovar metodologias de linha de base e acreditar as Entidades Operacionais Designadas (EOD), as próprias EOD, que têm a principal função de validar, verificar, monitorar e certificar as reduções de emissões de projetos MDL, e as Autoridades Nacionais Designadas (AND), que são os órgãos instituídos em cada país com as atribuições de coordenar a implementação do MDL em nível nacional e definir os critérios de desenvolvimento sustentável.

2.4. Outras decisões

Decisão 21/COP 8 sobre modalidades e procedimentos para projetos MDL de pequena escala e decisão proferida na COP 9 sobre modalidades e procedimento para projetos MDL de reflorestamento e florestamento.

Como resultado da COP 8, ocorrida em Nova Delhi, foram instituídas as modalidades e procedimentos para projetos de pequena escala. Essa norma tem como escopo possibilitar o desenvolvimento de pequenos projetos, por meio da diminuição dos custos de transação envolvidos no processo de certificação. Dessa forma, o procedimento de certificação, apesar de manter as mesmas etapas previstas no ciclo do projeto previsto nos Acordos de Marraqueche, estipula requerimentos menos rígidos e mais simplificados.

Dadas essas características, apenas as atividades previstas no Anexo I da Decisão 21/COP 8, podem ser incluídas como projetos de pequena escala. São elas:

- Energia renovável com capacidade instalada de no máximo 15MW;
- Eficiência energética que reduzam o consumo de energia no lado da demanda/ suprimento até o equivalente de 15GWh por ano;
- Qualquer outra atividade que reduza emissões antropogênicas de GEE por fontes e diretamente emita menos do equivalente a 15 mil toneladas de dióxido de carbono (CO₂) anualmente.

Como resultado da COP 9, ocorrida em Milão, foram aprovados os procedimentos e modalidades para projetos MDL referentes a atividades de reflorestamento e florestamento.

3. Quadro regulatório nacional

Políticas e programas instituídos no país têm relação direta ou indireta com a questão da mudança global do clima. Embora identificados, na opinião dos autores, há a necessidade, inclusive por força deste estudo, de uma definição com relação ao fórum adequado para a condução de uma política de mudanças climáticas e de programas de desenvolvimento sustentável oferecidos pela mitigação e redução das emissões de GEE, bem como, se for o caso, a decisão sobre a área do governo a quem cabe a liderança de articulação do processo decisório e de implementação de medidas na esfera federal. Não é desejável a multiplicação de iniciativas isoladas no âmbito do

governo, em virtude da oportunidade e necessidade de uma condução articuladora e participativa das políticas e programas.

3.1. Normas jurídicas federais diretamente relacionadas à implementação do MDL

Mudanças climáticas

- Programa Nacional de Mudanças Climáticas
- Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas (FBMC) – Decreto 3.515/2000
- Decreto de criação da Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima (CIMGC) – Decreto Presidencial de 07 de julho de 1999
- Resolução nº 1 da CIMGC , de 02/12/2003
- Projeto de Lei 3.902/2004 (de autoria do deputado Ronaldo Vasconcellos)

Visando ao cumprimento das obrigações insertas na CQNUMC, bem como à implementação desse tratado no Brasil, o governo brasileiro, sob a atuação do Ministério da Ciência e Tecnologia, instituiu, em 1996, o Programa Nacional de Mudanças Climáticas. Esse programa tem como objetivo prover apoio técnico e científico às ações governamentais relacionadas às mudanças climáticas. Centrando-se na elaboração da Comunicação Nacional, o programa estabelece a realização de estudos e pesquisas necessários à elaboração dos inventários nacionais de emissões. Esse enfoque dado pelo

programa sinaliza a posição do governo em priorizar medidas de pesquisa e conhecimento científico sobre o tema como condição à futura elaboração de políticas de mitigação, vulnerabilidade e adaptação².

² Fonte: MCT. *Homepage* do Ministério da Ciência e Tecnologia. Disponível em www.mct.gov.br/clima. Acesso em 30/04/2004.

Entretanto, não se pode dizer que o Brasil tenha instituído uma política pública destinada às mudanças climáticas. Em face de tal lacuna, já se vislumbram algumas iniciativas no Congresso Nacional, notadamente o Projeto de Lei 3.902/2004, de autoria do deputado Ronaldo Vasconcellos. Esse projeto foi apresentado ao Plenário em 06 de julho desse ano, tendo sido constituída uma comissão especial para apreciá-lo³. Em linhas gerais, o Projeto de Lei (PL), visando quase exclusivamente à mitigação, institui algumas medidas de cunho obrigatório, aos agentes emissores de GEE, tais como: obrigatoriedade de reflorestamento de áreas como compensação às emissões provocadas por suas atividades; obrigatoriedade de os Municípios realizarem a coleta do metano gerado nos aterros municipais; obrigatoriedade de reflorestamento de áreas de preservação, como áreas de preservação permanente e reservas legais. O PL também institui políticas setoriais, como a política de incentivo às fontes renováveis de energia. Contudo, na opinião dos autores, o PL, tal qual proposto, ainda precisa ser submetido a uma ampla discussão na sociedade, posto que propõe, para o Estado brasileiro, posicionamentos tais como a assunção de compromissos voluntários de redução de emissões, e defesa de atividades de conservação de energia como medidas de mitigação. No que toca ao MDL, algumas condutas, impostas no PL como obrigatórias,

³ Câmara dos Deputados. *Homepage* da Câmara dos Deputados. Disponível em http://www.camara.gov.br/sileg/Prop_Detalhe.asp?id=259788. Acesso em 15/09/2004.

podem dificultar proponentes de projetos a comprovar o cumprimento dos critérios de elegibilidade, notadamente a adicionalidade.

Outra iniciativa governamental foi a instituição do Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas (FBMC). Nos termos de seu Decreto de criação, o Fórum tem como objetivo articular e promover as discussões acerca do tema nos diversos setores da sociedade. Por isso é composto por representantes dos Ministérios, da Agência Nacional de Águas (ANA), de representantes da sociedade civil, do Congresso Nacional, de governadores dos estados e de prefeitos das capitais dos estados, sendo presidido pelo presidente da República. Contudo, por ocasião da mudança do governo federal, ocorrida em 2003, o Fórum perdeu espaço de atuação, conforme notícia veiculada pela Agência Estado⁴, só tendo sido reativado no segundo semestre de 2004, com a nomeação de um novo Secretário Executivo.

Visando a instituir um órgão centralizador e coordenador dos assuntos ligados às mudanças climáticas, foi criada como visto acima por Decreto Presidencial de 7 de julho de 1999, a Comissão Interministerial de Mudança do Clima. Nos termos dessa norma, à Comissão foram designadas as seguintes atribuições:

- Emitir parecer sobre propostas de políticas setoriais, instrumentos legais e normas que contenham componente relevante para a mitigação da mudança global do clima e para adaptação do país aos seus impactos;
- Fornecer subsídios às posições do governo nas negociações;

⁴ Agência Estado. Governo desmonta Fórum de Mudanças Climáticas. Notícia veiculada aos 21 de julho de 2004. Disponível no *website* <http://www.estadao.com.br/ciencia/noticias/2004/jun/21/29.htm>.

- Definir critérios de elegibilidade adicionais àqueles considerados pelos organismos da CQNUMC, encarregados do MDL, conforme estratégias nacionais de desenvolvimento sustentável;
- Apreciar pareceres sobre projetos que resultem em redução de emissões e que sejam considerados elegíveis para o MDL, e aprová-los, se for o caso;
- 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 CQNUMC e instrumentos subsidiários de que o Brasil seja parte.

Nota-se que o Decreto não se restringiu a instituir uma AND voltada apenas para a promoção do MDL no país, mas concedeu-lhe amplas atribuições de assistir o governo em todas suas políticas e programas relacionados ao enfrentamento das mudanças climáticas. De fato, das seis atribuições dadas à Comissão, apenas duas estão diretamente ligadas à implementação do MDL no país. Essa característica ilustra a posição do governo em ir além da criação de uma oficina ou agência de MDL, modelo comum em outros países em desenvolvimento, para criar um verdadeiro órgão de apoio ao governo em todas suas ações voltadas às mudanças climáticas.

Foram chamados para compor a Comissão os 9 Ministérios de maior relação com o tema: Relações Exteriores; Ciência e Tecnologia; Casa Civil; Orçamento e Gestão; Agricultura e Abastecimento; Transportes;

Minas e Energia; Meio Ambiente; Desenvolvimento, Indústria e Comércio; Projetos Especiais. Cada Ministro indica seu representante, o qual é designado pelo Ministro da Ciência e Tecnologia. Enquanto em outros países a presidência da AND é comumente dada ao Ministério do Meio Ambiente, ela foi concedida ao Ministério da Ciência e Tecnologia, ficando o Ministério do Meio Ambiente com a vice-presidência. A Comissão tem reuniões ordinárias a cada 2 meses, sendo permitida a realização de reuniões extraordinárias a qualquer momento, em caso de necessidade e urgência. O suporte técnico-operacional à Comissão é feito por uma Secretaria Executiva, também subordinada ao Ministério da Ciência e Tecnologia.

Com o objetivo de prover as condições legais e procedimentais necessárias ao desenvolvimento de projetos MDL no país, a Comissão instituiu sua primeira Resolução, publicada oficialmente em 2 de dezembro de 2003. Essa norma contém 9 artigos e 3 anexos. Os Anexos I e II são traduções dos Acordos de Marraqueche e o Anexo III traz os critérios de desenvolvimento sustentável.

3.2. Algumas normas jurídicas federais indiretamente relacionadas à implementação do MDL

- Direito ambiental:
 - o Constituição Federal de 1988
 - o Crimes Ambientais – Lei 9.605/98
 - o Licenciamento ambiental:

- Política Nacional do Meio Ambiente – Lei 6.938/81
- Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama (279/01, 237/97)
- Reflorestamento e florestamento:
 - o Código Florestal – Lei 4.771/65
 - o Sistema Nacional de Unidades de Conservação
 - o Engenharia genética e CTNBio⁵ – Lei 8.974/95
- Desenvolvimento tecnológico e eficiência energética:
 - o Procel – Decreto Presidencial de 18/07/91
 - o Conpet – Decreto Presidencial de 18/07/91
 - o Conservação e Uso Racional de Energia – Lei 10.295/01
 - o P&D e Eficiência Energética – Lei 9.991/00
 - o Inovação Tecnológica – PL 7.282/02
 - o Inovação Tecnológica na Indústria – Lei 8.661/93
 - o Resoluções Aneel
- Energia renovável:
 - o Proinfa – Lei 10.438/02
 - o Decreto 5.025/04
 - o Programa Luz para Todos – Decreto 4.873/03
 - o Prodeem – Decreto Presidencial de 27/12/94
 - o Resoluções Aneel

⁵ Comissão Técnica Nacional de Biossegurança.

- Transportes:
 - o Proconve⁶ – Lei 8.723/93
- Gestão de resíduos:
 - o Resoluções Conama
- Direito tributário:
 - o Código Tributário Nacional
- Direito administrativo:
 - o Processo administrativo no âmbito da administração pública federal – Lei 9.784/99
 - o Mercado de valores mobiliários – 6.385/76
- Direito privado:
 - o Código Civil
- Direito internacional privado:
 - o Lei de Introdução ao Código Civil
- Direito trabalhista:
 - CLT – Consolidação das Leis do Trabalho

⁶ Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores.

4. Abordagem conjunta das questões e lacunas

Os objetivos deste capítulo são:

- Identificar lacunas e barreiras legais existentes, que possam obstruir o aproveitamento das oportunidades para projetos de enquadramento no MDL;
- Identificar necessidades de aprimoramento normativo e legislativo voltados para a problemática, em particular para o fomento, suporte e desenvolvimento de projetos enquadráveis no MDL;
- Identificar procedimentos para a tramitação adequada de projetos de redução de emissões e de seqüestro de carbono, objetivando estabelecer mecanismos para o aproveitamento das oportunidades de promoção do desenvolvimento sustentável do país, oferecidas pela mitigação da mudança do clima.

4.1. Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima

4.1.1. Comunicação Nacional

É entendimento dos autores que o Brasil deve perseguir uma permanente conformidade às obrigações insertas na CQNUMC, submetendo tempestivamente à Conferência das Partes suas Comunicações Nacionais, que demandam um grande esforço

nacional e a preparação de diversos estudos sobre emissões por fontes no país.

4.1.2. Programas nacionais de mitigação e o mecanismo de desenvolvimento limpo

Diversos programas nacionais, como Proinfa, Prodeem, Procel, Conpet, descritos adiante, apesar de não terem sido criados com esse objetivo específico, têm contribuído para, ou ao menos vislumbrado, a mitigação das mudanças climáticas no Brasil. Nesse aspecto, merece destaque o Proinfa, cujo Decreto regulamentador expressamente consignou como um de seus objetivos a redução de emissão de gases precursores do efeito estufa.

Aparentemente, a existência de programas nacionais que incluíssem a mitigação das mudanças climáticas como meta ou objetivo poderia acarretar redução do potencial de desenvolvimento de projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo no país, restringindo as atividades a serem contempladas por esse instrumento. Tal restrição dar-se-ia à medida que o incentivo a atividades de mitigação, proporcionado pelos programas nacionais, poderia levar tais atividades a práticas obrigatórias, ou mesmo poderia retirar barreiras à sua implementação, conseqüentemente, dificultando a comprovação do requisito da adicionalidade em projetos MDL contemplados nos programas nacionais. Contudo, é preciso ter cautela. Vale lembrar que o Brasil, como país signatário da CQNUMC, está obrigado a “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 gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal, bem como medidas para permitir adaptação adequada à mudança do clima”, nos termos da alínea “b”, § 1º, Art. 4º, da CQNUMC. Além disso, deve-se ter em mente que a análise do critério da adicionalidade há de ser feita caso a caso, considerando o contexto no qual se insere cada projeto.

4.2. Protocolo de Quioto – COP 3

4.2.1. Situação atual do Protocolo

Para poder ser promulgado pelo Presidente da República, no âmbito nacional, esse tratado precisava antes entrar em vigor no plano internacional.

A indefinição quanto ao futuro do Protocolo de Quioto talvez tenha sido o maior e mais sério óbice enfrentado pela sistemática jurídica criada pela CQNUMC. Sem a plena vigência das normas inseridas no Protocolo, as necessárias medidas de redução das emissões perdiam espaço de atuação legal, incluindo o MDL. Sob a perspectiva estritamente jurídico-formal, sem a plena força do Protocolo de Quioto, norma jurídica instituidora do MDL, não havia como existir, no plano legal, qualquer projeto MDL, bem como sua implementação e desenvolvimento.

Antes da confirmação da entrada em vigor do Protocolo em 16 de fevereiro de 2005, em decorrência da recente ratificação do mesmo

pela Federação Russa, internacionalistas estudavam a possibilidade de considerar efeitos de vigência das normas com base na *soft law*. Nesse sentido, ressalta-se a criação do regime de comércio de licenças de emissão de gases de efeito estufa (ETS) na União Européia. Nos termos da Diretiva 2003/87/CE⁷, o mercado europeu foi criado com o objetivo de contribuir para o cumprimento mais eficaz dos compromissos da União Européia e de seus estados-membros previstos na CQNUMC e no Protocolo de Quioto. Essa é a razão pela qual, já no preâmbulo da citada Diretiva, prevê-se a compatibilização do regime europeu ao regime de Quioto, permitindo-se a utilização dos mecanismos de flexibilização (entre eles o MDL) como instrumentos complementares de redução de emissões.

Atualmente, a participação, no mercado europeu, dos mecanismos de flexibilização como instrumentos complementares, encontra-se sob um processo de regulação no âmbito da União Européia. Segundo relatório⁸, datado de 17/03/2004, à proposta de Diretiva sobre o tema, feita pelo Parlamento Europeu e pelo Conselho, a posição da União Européia era abandonar a condição de entrada em vigor do Protocolo de Quioto para fazer valer suas normas. Em outras palavras, considerar-se-ia já em vigor o Protocolo de Quioto independentemente de seus requisitos de ratificação. Dessa forma, a utilização dos mecanismos de flexibilização poderia ser imediata a partir de janeiro de 2005, quando começa a operar o mercado europeu. Segundo o mesmo relatório, ficam excluídas do mercado europeu as reduções oriundas de projetos MDL que contemplam atividades nucleares ou na área de *land use, land use change and forestation (LULUCF)*.

⁷ Diretiva 2003/87/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 13/10/2003. Publicada no Jornal Oficial da União Européia aos 25/10/2003. Versão portuguesa. Disponível em <http://www.europa.eu.int>. Acessado em 15 de julho de 2004.

⁸ European Parliament. Final report on the proposal for a European Parliament and Council directive amending the Directive establishing a scheme for greenhouse gas emission allowance trading within the Community, in respect of the Kyoto Protocol's project mechanisms. 17 de março 2004. Disponível em <http://www.europa.eu.int>. Acessado em 15 de julho de 2004.

Melhores discussões ainda hão de ser feitas no que toca a projetos relacionados a grandes centrais hidrelétricas.

Também ainda sob discussão está a definição da complementariedade dos mecanismos de flexibilização. Segundo o relatório à proposta de Diretiva sobre o tema, datado de 17/03/2004, ainda não se conseguiu o consenso quanto ao montante de participação desses mecanismos no mercado europeu. O texto proposto pelo Conselho delimita a participação de reduções oriundas do MDL e das atividades de implementação conjunta (IC) a 6% do total de licenças alocadas por estado-membro para cada período, permitindo-se à Comissão considerar se o montante de até 8% do total de licenças alocado pelos estados-membros para o período poderia ser acatado nos termos do Art. 23 da Diretiva 2003/87/CE. Em proposta feita pelo Parlamento, constante do mesmo relatório, defende-se que o uso de reduções oriundas dos mecanismos de flexibilização não pode ultrapassar 50% dos esforços de cada estado-membro para atingir suas metas de redução de emissões. Não obstante todas as discussões acerca do arranjo legal a ser dado à Diretiva sobre inserção dos mecanismos de flexibilização no mercado europeu, é certa a possibilidade de comercialização futura, no mercado europeu, das Reduções Certificadas de Emissão (RCEs), oriundas de projetos MDL.

4.2.2. Mercado *non compliance* Kyoto

As indefinições quanto ao futuro do Protocolo de Quioto, por um lado, e as iniciativas de países e empresas em criar seus próprios regimes de comércio de licenças de emissão de gases de efeito

estufa, deu início à existência de um mercado paralelo ao idealizado em Quioto. Alie-se a isso as crescentes regulamentações de alguns estados norte-americanos contrariamente à posição anti-Quito mantida no âmbito federal daquele país. Apesar de a maioria de tais regimes de comércio de licenças de emissão restringir-se a atividades de redução implementadas no âmbito dos países, estados ou empresas no qual foram criados, vislumbra-se, em alguns casos, a possibilidade de participação de projetos de redução realizados em países não pertencentes aos respectivos mercados, inclusive projetos brasileiros.

Esse é o caso, por exemplo, da *Chicago Climate Exchange (CCX)*, programa voluntário pelo qual as empresas participantes comprometem-se a atingir metas de redução de emissões de gases precursores do efeito estufa. Além de atividades de reduções de emissão realizadas pelas empresas participantes, podem realizar-se, no âmbito da CCX, atividades de substituição de combustível, destruição do metano de aterros sanitários, energias renováveis e projetos florestais implementados no Brasil⁹.

Também merece destaque a atuação do Banco Mundial e sua carteira de fundos financeiros de investimento em projetos de redução de carbono. Entre esses, cita-se o *Biocarbon Fund*, destinado a financiar projetos que seqüestrem ou conservem gases de efeito estufa nas florestas, agricultura e outros ecossistemas¹⁰. Diferentemente do sistema criado pela CQNUMC e pelo Protocolo de Quioto, o *Biocarbon Fund* admite projetos de conservação de florestas, abrindo, ao Brasil, um grande potencial de atuação.

⁹ CCX. *Homepage da Chicago Climate Exchange*. Disponível em <http://www.chicagoclimatex.com/about/program.html>. Acessado em 16/jul/04.

¹⁰ *Biocarbon Fund. Homepage Biocarbon Fund*. Disponível em <http://carbonfinance.org/biocarbon/home.cfm>. Acessado em 16 de julho de 2004.

Contudo, diferentemente do sistema jurídico instituído pela CQNUMC e o Protocolo de Quioto, os projetos destinados a suprir os mercados e regimes citados não carecem de regulamentação tanto no âmbito do direito internacional público, quanto interno. Portanto, projetos de redução de emissões ou conservação de florestas realizados no Brasil prescindem de um processo de aprovação por parte do poder público nacional, como é o caso de projetos MDL, a serem necessariamente aprovados pela Autoridade Nacional Designada.

4.2.3. Critérios de elegibilidade para o MDL

a) Participação voluntária

Esse critério refere-se à livre opção de cada país signatário em desenvolver projetos MDL. No intuito de cumprir as obrigações assumidas na CQNUMC e no Protocolo de Quioto, os países signatários podem livremente escolher os mecanismos que melhor se coadunam com suas respectivas condições sócio-econômicas, entre eles, o MDL. Em outras palavras, a voluntariedade implica a inexistência, nos sistemas jurídicos pátrios, de normas mandatórias, a obrigarem a realização de atividades de redução de emissões de GEE via MDL.

Não obstante o sistema legal brasileiro não prescrever normas jurídicas que obrigam a realização do MDL no país, identificam-se normas mandatórias relacionadas a atividades elegíveis como MDL, como é o caso do reflorestamento em áreas de preservação permanente, previsto no Código Florestal.

Inicialmente relacionada ao critério da voluntariedade, por dizer respeito à existência de arcabouço regulatório mandatório no país, a existência de regras jurídicas coercitivas voltadas para determinadas atividades elegíveis como MDL tem sido objeto de análise no âmbito do critério da adicionalidade, a seguir analisado.

b) Benefícios reais, mensuráveis e de longo prazo e adicionalidade

Para ser qualificado como MDL, qualquer projeto deve provar que contribuiu para benefícios reais, mensuráveis e de longo prazo, relacionados à mitigação das mudanças climáticas. Esses benefícios são aferidos por meio de outro critério – a adicionalidade.

Para que um projeto MDL seja creditado e possa emitir reduções certificadas de emissões, deve comprovar que contribuiu, de forma adicional à determinada referência, para a redução de emissões ou para o seqüestro de carbono da atmosfera. A adicionalidade, assim, refere-se às reduções de emissões de GEE resultantes da comparação das emissões da atividade do projeto MDL com as emissões que ocorreriam na ausência desse projeto. Esse cenário de referência chama-se linha de base. A forma imprecisa com o que a definição da adicionalidade foi estabelecida pelos textos legais tem levado a literatura a identificar dois tipos de adicionalidade: uma ambiental, respeitante à comprovação das reduções de emissões de gases precursores de efeito estufa em relação ao cenário de referência; e outra dita financeira, relativa à viabilidade econômica do projeto com e sem os recursos oriundos do MDL (Leining *et al.* 2000)¹¹.

¹¹ LEINING, Catherine, HELME, Ned. *Implementing the additionality requirement & ensuring the stringency of project baselines under the CDM*. Center for Clean Air Policy. 2000.

A adicionalidade financeira diz respeito à aferição se o projeto seria econômico e financeiramente viável sem os proveitos oriundos do MDL. Parte-se do pressuposto de que, se viáveis economicamente, tais projetos seriam realizados e, portanto, considerados como *business-as-usual*. Apesar de não estar prevista nos Acordos de Marraqueche, a adicionalidade financeira é comumente utilizada para demonstrar que o projeto não seria uma atividade normalmente realizável sem a consideração dos proveitos oriundos da venda das RCEs.

Ao que parece, a comprovação da adicionalidade pressupõe a identificação de uma ou mais barreiras à implementação da atividade do projeto MDL proposto. Assim, permite-se justificar a adicionalidade com base na existência de barreiras legais, tecnológicas, econômico-financeiras, políticas etc. Segundo esclarecimentos feitos pelo Conselho Executivo, podem-se usar como abordagens para fundamentar a escolha da linha de base (cenário de referência), entre outras, análise qualitativa ou quantitativa de uma ou mais barreiras enfrentadas pelo projeto proposto; e/ ou indicação de que o projeto não é considerado uma prática comum na área de implementação do projeto ou que o projeto não faz parte de exigências legais.

Levando-se em conta tais considerações, os proponentes de projetos MDL no Brasil, na tentativa de definir a linha de base e a adicionalidade de suas atividades, podem, na visão dos autores, enfrentar aparentes problemas relacionados à existência de algumas normas e políticas nacionais, como é o caso do Proinfa, para projetos na área de fontes renováveis e do Código Florestal, para o caso de projetos na área de reflorestamento. As questões específicas sobre

a adicionalidade serão abordadas nos itens referentes a cada setor potencialmente contemplado pelo MDL.

c) Desenvolvimento sustentável

O Protocolo de Quioto, reconhecendo o desenvolvimento sustentável como um objetivo a ser alcançado por intermédio do MDL, atribuiu a definição de sua extensão e conceito a cada país receptor de projetos, levando-se em conta as estratégias e princípios nacionais. Essa atribuição coube à Autoridade Nacional Designada, instituída no Brasil como a Comissão Interministerial da Mudança Global do Clima. A Comissão já estabeleceu os critérios de desenvolvimento sustentável no Anexo III da Resolução nº 1 de 2 de dezembro de 2003. Esse Anexo estabelece que os participantes do projeto MDL devem provar que sua atividade contribui para o desenvolvimento sustentável, tomando como referência os seguintes aspectos:

- contribuição para a sustentabilidade ambiental local;
- contribuição ao desenvolvimento de condições de trabalho e à criação líquida de empregos;
- contribuição à distribuição de renda;
- contribuição ao treinamento e desenvolvimento tecnológico;
- contribuição à integração regional e relação com outros setores.

Para comprovar a consecução do desenvolvimento sustentável, os participantes do projeto podem apenas descrever como a atividade

proposta coaduna-se com os aspectos listados no Anexo III, segundo seus próprios fundamentos e pontos de vista. Contudo, a Resolução nº 1 de 02/12/03 da AND não prescreve qualquer mecanismo de aferição da compatibilidade efetiva entre o projeto proposto e os critérios de desenvolvimento sustentável. Mesmo contando-se com a atuação dos órgãos administrativos com poder de polícia ambiental ou de fiscalização dos direitos e condições de trabalho, suas atribuições restringem-se ao quanto previamente determinado em lei. Em outras palavras, os órgãos de fiscalização e controle estão adstritos à averiguação de condutas ou abstenções de atos se insertos em lei, quando imbuídos de competência para tanto por previsão legal. Um procedimento a aprimorar. Acontece que a maioria dos critérios previstos no Anexo III da Resolução sequer é prevista em lei ou tampouco se enquadra em atribuições legais de fiscalização de seu cumprimento por qualquer ente público, como o caso de desenvolvimento tecnológico, contribuição para a melhoria da renda líquida da comunidade atingida ou mesmo geração de empregos. Num tal contexto, o modelo de avaliação do critério de desenvolvimento sustentável, tal qual previsto na Resolução nº 1 de 2/12/03 da AND, revela o risco de tornar-se inefetivo, pelo menos, em teoria.

4.3. Acordos de Marraqueche – COP 7

4.3.1. Estrutura institucional – Autoridade Nacional Designada

Como explicado anteriormente, a AND brasileira, Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima, instituída em 07 de julho de 1999 por meio de Decreto Presidencial, tem como objetivo

assistir as ações governamentais relacionadas à implementação da CQNUMC no Brasil.

Diferentemente de outros países como o Peru¹², a Comissão não prevê a participação da sociedade civil nas tomadas de decisão, como é o caso em alguns conselhos, por exemplo, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), o que vem sendo objeto de críticas e merece ser considerado para o aprimoramento da estrutura.

¹² CIGARAN, Maria Paz *et al.* *Peru's institutional strategy to promote the clean development mechanism.* February 2004.

Comparado a outros países em desenvolvimento, como Índia, Bolívia e Peru, o Brasil carece de arranjo institucional a possibilitar o fomento ao desenvolvimento de projetos MDL no país. Com efeito, na maioria dos países citados, foram criados órgãos ou agências de fomento ao MDL, com atribuições de coordenação de atividades MDL nos respectivos países, de assistência técnica aos proponentes de projetos, funcionando como foros de interseção entre o investidor estrangeiro e os proponentes nacionais.

4.3.2. Procedimentos e modalidades para o MDL no contexto brasileiro

Identificam-se, a seguir, aspectos relevantes da integração das modalidades e procedimentos para o MDL, previstos na Decisão 17 dos Acordos de Marraqueche, ao direito brasileiro, destacados aqueles aspectos que, na visão dos autores, representam algum tipo de obstáculo à célere implementação de projetos MDL no país.

a) Requerimentos do documento de concepção do projeto

Segundo os Acordos de Marraqueche, o ciclo do projeto MDL começa com a concepção do documento do projeto, no qual devem constar

informações detalhadas sobre a descrição da atividade do projeto, metodologias de linha de base e monitoramento, plano de monitoramento, duração da atividade do projeto e período de creditação, cálculos de emissões por fontes de GEE, impactos ambientais e comentários de atores interessados. Ao menos sobre dois desses requerimentos, o ordenamento jurídico brasileiro contém normas incidentes: impactos ambientais e comentários dos interessados.

A avaliação de impacto ambiental é um requerimento presente não apenas nas modalidades e procedimentos dos Acordos de Marraqueche, mas nas modalidades de projetos de pequena escala e atividades de florestamento e reflorestamento. Conforme prescrito na Lei 6.938/81, a avaliação de impacto ambiental configura um dos instrumentos da política nacional do meio ambiente, sendo exigível para qualquer atividade potencialmente poluidora e fazendo parte do procedimento de licenciamento ambiental, também previsto na mesma norma.

Inscrito na Constituição Federal de 1988, o estudo de impacto ambiental (EIA), é a forma de avaliação de impacto ambiental mais completa, posto que, conforme estipulam as Resoluções Conama 01/86 e 237/97, contempla um profundo estudo da área de influência da atividade, os impactos ambientais existentes, alternativas à atividade ou localização do projeto, medidas de mitigação, compensação ou prevenção etc. No processo de licenciamento, exige-se a elaboração do EIA como requisito à obtenção da licença prévia, nas hipóteses previstas nas citadas resoluções, bem como

naquelas de significativo impacto ambiental. Contudo, dada a complexidade desse estudo e todas as exigências burocráticas necessárias à sua realização, alguns estados federados têm instituído formas de avaliação de impacto ambiental mais simplificadas, visando, com isso, agilizar o processo de licenciamento. É o caso do Estado de São Paulo, cuja legislação ambiental previu o relatório ambiental preliminar (RAP). Baseada nas informações contidas no RAP, a autoridade ambiental decide sobre a necessidade de realização do EIA, conforme prescrito na legislação federal.

Do exposto, verifica-se que toda atividade qualificada como potencialmente poluente deve submeter-se a um processo de licenciamento ambiental e, caso necessário, deve realizar um estudo de impacto ambiental ou outra forma de avaliação de impacto ambiental. Mas quais atividades MDL devem submeter-se a tais exigências? Conforme prescrito no Protocolo de Quioto, qualquer atividade que prove resultar em reduções adicionais de GEE pode ser elegível como um projeto MDL. Dessa forma, projetos que contemplem atividades voltadas para eficiência energética, fontes renováveis de energia, reflorestamento e florestamento, gestão de resíduos e aproveitamento do metano, setor de transportes e substituição de combustíveis, podem ser enquadrados como atividades MDL.

Em geral, o proponente de um projeto MDL que pretenda desenvolver tais atividades no país, precisa antes requerer a obtenção das licenças ambientais e, caso necessário, realizar o estudo de impacto

ambiental, nos termos das Resoluções Conama. Assim, devem submeter-se ao estudo de impacto ambiental:

- Eficiência energética: atividades que impliquem instalação, construção, aumento ou operação de fontes de poluição em complexos industriais, como petroquímicos, siderurgia, cloroquímicos, destilarias de álcool, etc.
- Fontes renováveis de energia: plantas com mais 10 MW ou usinas hidrelétricas com mais de 10 MW de potência instalada;
- Gestão de resíduos: aterros sanitários, sistemas de tratamento de esgoto e água, criação de animais;
- Reflorestamento e florestamento: exploração econômica da madeira em áreas maiores de 10 hectares (ha) ou menores se atingirem áreas significativas ou importantes para a preservação ambiental;
- Substituição de combustíveis: qualquer atividade que use carvão vegetal acima de 10 toneladas por dia;
- Setor de transportes: exploração de combustíveis fósseis, fabricação de combustíveis não derivados do petróleo.

Registre-se que, no intuito de fazer frente à crise de suprimento de eletricidade ocorrida em 2001, o governo federal lançou uma série de medidas, a maioria incentivando a construção de novas plantas de geração. Como uma estratégia governamental, o Conama instituiu, no mesmo ano, a Resolução 279/01, prescrevendo processo de

licenciamento ambiental simplificado para plantas de pequeno potencial de causar impactos ambientais. Considerando que a Resolução 279/01 não foi revogada com o fim da crise, suas normas ainda permanecem válidas e exigíveis. Dessa forma, qualquer planta de geração, incluindo hidrelétricas, termelétricas, usinas eólicas e outras fontes renováveis, que impliquem pequeno potencial de causar impactos ambientais, deve submeter-se ao processo de licenciamento ambiental simplificado, cujos principais aspectos são:

- Para adquirir a licença prévia, o proponente do projeto deve submeter à autoridade ambiental o relatório ambiental simplificado (RAS), estudo que contém os aspectos ambientais da localização, instalação, aumento ou operação da planta, compreendendo o diagnóstico ambiental da área de influência do projeto, identificação dos impactos ambientais relevantes e respectivas medidas de controle, compensação e mitigação;
- Baseada no RAS, a autoridade ambiental determina se o projeto preenche todos os requerimentos para ser contemplada pelo processo de licenciamento simplificado. Em caso negativo, o proponente do projeto deve submeter-se ao procedimento padrão, realizando os estudos de impacto ambiental exigíveis;
- Em caso de decisão positiva, o proponente do projeto obtém a licença prévia, devendo cumprir todas as exigências técnicas impostas pela autoridade ambiental, como condição para obtenção da licença de instalação.

Isso significa que os problemas práticos oriundos do próprio funcionamento do processo de licenciamento ambiental, mesmo considerando as iniciativas tomadas para a sua simplificação, também afetam diretamente os projetos MDL, revelando-se uma das mais sérias e complexas barreiras jurídicas, e em certos casos econômicas, à implementação de tais tipos de projetos no país. Deve ser ressaltado que as normas relativas à avaliação de impacto ambiental e ao processo de licenciamento são aplicáveis e exigíveis para quaisquer atividades potencialmente poluentes, independentemente de serem desenvolvidas como projetos MDL.

Relativamente aos comentários dos atores interessados, nos termos do parágrafo (§) 37 (b) dos Acordos de Marraqueche, os proponentes do projeto MDL devem incluir na documentação do documento de concepção do projeto (*project design document – PDD*), cópias dos comentários feitos por interessados previamente convidados a avaliar o projeto. Contudo, essa norma internacional nada menciona sobre quais interessados devam ser necessariamente chamados a tecer comentários ao projeto. Na ausência da norma internacional específica, a AND brasileira, por meio da Resolução nº 1 de 2/12/03, determina, no seu Art. 3º, inciso II, como documentação necessária à obtenção da Carta de Aprovação, a juntada de cópias de convites a comentários feitos aos seguintes atores locais: governos municipais e Câmara de vereadores; agências ambientais municipais e estaduais; Fórum Brasileiro de Organizações Não-Governamentais e movimentos sociais, de proteção ao meio ambiente e ao desenvolvimento; associações comunitárias; e o Ministério Público.

Os entes enumerados na norma conformam-se a uma lista exemplificativa, podendo, o proponente do projeto, enviar convites de comentários a outros interessados, caso entenda necessário. Essa lista contém apenas aqueles entes que necessariamente devem ser chamados a fazer comentários ao projeto. As entidades listadas na Resolução compreendem os mais importantes interessados no desenvolvimento de projetos MDL, apesar de não estarem incluídas as universidades e centros de pesquisa atuantes na área de influência do projeto ou envolvidos com o tema. No entanto, deve ser ressaltado que a consulta a tais entidades revela-se a única forma de participação pública na implementação de projetos MDL no Brasil. Como mencionado anteriormente, a Comissão Interministerial é formada apenas por representantes de ministérios envolvidos com o tema mudanças climáticas, e a possibilidade de participação de interessados resume-se a comentários ao projeto, cujo resultado é incluído como documentação pertencente ao *PDD*. Não se nega a possibilidade de participação pública em outras etapas do processo de certificação, como, por exemplo, a possibilidade de qualquer interessado tecer comentários aos projetos na fase da validação. Identifica-se, assim, pelo menos no que toca à decisão quanto à pertinência do projeto aos interesses nacionais e ao desenvolvimento sustentável, atribuição essa da Autoridade Nacional Designada, que os mecanismos de participação pública criados na Resolução são apenas indiretos.

b) Requerimentos de validação e carta de aprovação

Segundo os § 37 e 40 do Anexo I dos Acordos de Marraqueche, antes da submissão do relatório de validação ao Conselho Executivo, a EOD deve receber dos proponentes do projeto MDL aprovação escrita da participação voluntária, emanada pela AND de cada Parte envolvida, incluindo a confirmação, pela AND do país anfitrião do projeto, de que o projeto contribui para o desenvolvimento sustentável. Tais requerimentos são comprovados pela AND do país anfitrião por meio da chamada Carta de Aprovação, nos termos do § 40 (a) do Anexo I dos Acordos de Marraqueche.

A AND brasileira já estabeleceu as normas concernentes à carta de aprovação, nos termos da Resolução nº 1 de 2/12/03. Assim, conforme o Art. 3º de aludida norma, “no intuito de obter tal aprovação, os proponentes de um projeto MDL devem submeter à Secretaria Executiva da Comissão Interministerial, em formato eletrônico e impresso: cópia do documento de concepção do projeto, incluindo documento que ateste a conformação do projeto aos critérios de desenvolvimento sustentável; cópias de convites a comentários feitos a determinadas entidades e atores locais; relatório de validação emanado pela EOD; declaração assinada por todos os participantes do projeto estipulando o responsável, o modo de comunicação com a AND e o termo de compromisso do envio de documento de distribuição das unidades de redução certificadas de emissões, que vierem a ser emitidas a cada verificação das atividades do projeto para certificação; os documentos que assegurem a conformidade da atividade de projeto com a legislação ambiental e trabalhista em vigor, quando for o caso”.

Depois de analisar essa documentação, a Comissão deve emanar sua decisão final de aprovação ou não do projeto proposto. Essa decisão deve ser publicada em 60 dias depois da data da primeira sessão ordinária da Comissão subsequente ao recebimento da documentação requerida, em conformidade com o Art. 6º da Resolução. A AND deve tornar toda a informação coletada sobre o projeto MDL pública, ressalvadas as informações consideradas confidenciais, em consonância aos Art. 7º e 8º da Resolução. Contudo, alguns aspectos da Resolução revelam-se questões legais importantes:

Relatório de validação: de acordo com o inciso III do Art. 3º da Resolução nº 1, para obter a carta de aprovação, os proponentes do projeto precisam submeter à Comissão Interministerial relatório de validação expedido pela EOD. Contudo, conforme mencionado, a carta de aprovação emanada da AND do país anfitrião do projeto configura documentação necessária à avaliação feita pela EOD, anterior à emissão do relatório de validação e sua submissão ao Conselho Executivo, nos termos dos § 37 e 40 do Anexo I dos Acordos de Marraqueche. Considerando as prescrições da norma internacional, a exigência do relatório de validação como condição à emissão da carta de aprovação, inserto na Resolução nº 1, pode, na opinião dos autores, salvo melhor juízo, dar ensejo a incongruências. Se a norma brasileira é aplicável, a EOD terá de elaborar seu relatório de validação sem levar em conta as exigências do citado § 37, notadamente de seu item (a).

Legislação ambiental e trabalhista: conforme prescrito no Art. 3º, inciso V da Resolução nº 1, os proponentes do projeto devem submeter à Comissão, documentos que atestam a conformação do projeto à legislação ambiental e trabalhista em vigor. Mais uma lacuna, a Resolução não especifica quais documentos devem ser anexados.

Decisão final de recurso administrativo: a decisão da AND configura uma decisão administrativa. Apesar disso, a Resolução nº 1 nada menciona sobre a possibilidade de recurso administrativo. Na lacuna da norma, torna-se aplicável a lei geral, isso é, a Lei 9.784/99, que regula o processo administrativo no âmbito da administração pública federal. Nos termos dos Art. 56 a 65 da Lei, é possível interpor recurso administrativo contra qualquer decisão administrativa por motivos de mérito e/ ou legalidade. O recurso deve ser destinado à autoridade que proferiu a decisão recorrenda. Caso essa não reconsidere sua decisão em 5 dias, o recurso administrativo é encaminhado ao órgão superior para revisão e nova decisão. Sobre esse aspecto, salta a necessidade de definir qual é a autoridade superior à Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima. Ademais, o recurso administrativo pode ser processado até no máximo três níveis de instâncias, levando à possibilidade de demora e burocracia, o que certamente acarreta a aumento dos custos de transação.

Carta de aprovação: o Art. 9º da Resolução nº 1 de 2/12/03 determina que “até que seja promulgado o Protocolo de Quioto, a decisão final de que trata o Art. 6º subsidiará a emissão de carta de aprovação nos termos da alínea a do § 40 do Anexo I referido no Art. 1º, em que conste o seu caráter condicional”. Quer isso dizer que a emissão da

Carta de Aprovação, prevista nos termos do § 40 do Anexo I dos Acordos de Marraqueche, está condicionada à entrada em vigor do Protocolo de Quioto. Em outras palavras, parece-nos que as decisões tomadas antes da vigência desse tratado não têm a natureza de carta de aprovação, representando quiçá uma declaração de conformidade técnica do projeto.

Contudo, considerando que a entrada em vigor do Protocolo de Quioto está assegurada, e levando-se em conta todas as atividades realizadas no âmbito do Conselho Executivo e demais órgãos criados para gerir o MDL, e mais, vislumbrando a inserção desse mecanismo no mercado de carbono europeu recém-criado, é de se sugerir uma reavaliação do texto da Resolução nº 1.

c) Registro de reduções certificadas de emissões

Depois de validado pela EOD e registrado pelo Conselho Executivo, outra EOD deve ser contratada para verificar as reduções de emissões proporcionadas pelo projeto MDL e, posteriormente, certificar tais reduções, estabelecendo a quantidade de RCEs correspondentes à redução verificada, por meio de um relatório de verificação encaminhado ao Conselho Executivo. As RCEs são então distribuídas nas contas que cada Parte detém perante o Administrador do Registro do MDL¹³, conforme arranjo contratual estabelecido entre as Partes participantes do projeto MDL. Alguns aspectos desses contratos de compra e venda de RCEs são identificados e merecem ser analisados:

¹³ Atuando sob o comando do Conselho Executivo, o administrador do registro do MDL coordena o registro da alocação das RCEs nas contas dos países participantes do projeto MDL, nos termos do § 66 do Anexo à Decisão 17 dos Acordos de Marraqueche e de seu Apêndice D.

Aplicação do direito internacional privado aos contratos: o termo contrato de compra e venda de reduções de emissões (em inglês *emission reduction purchase agreements – ERPA*) tem sido usado, ao que parece, para quaisquer acordos que envolvem transações de direitos de emissão, incluindo-se as reduções certificadas de emissões, ou títulos de reduções de emissões de carbono, oriundas de projetos MDL. Em geral, tais tipos de contratos são firmados antes do início da atividade do projeto MDL ou durante sua realização, apresentando como principais cláusulas obrigações de “entrega” de RCEs e de pagamento por elas, responsabilidade contratual, etc. Considerando que tais contratos envolvem companhias e governos de diferentes países, são definidos como contratos internacionais, submetendo-se, assim, às regras do direito internacional privado das Partes contratantes. No Brasil, útil será a formulação de procedimentos para a tramitação adequada desses contratos.

Alocação de RCEs: considerando a qualidade difusa dos recursos ambientais e a característica pública, por exemplo, dos serviços de suprimento de energia e gestão de resíduos, projetos MDL a essas atividades relacionados podem enfrentar algumas questões jurídicas, notadamente, a alocação das RCEs. Identifica-se, entre muitas, a hipótese de companhias privadas que exploram atividade de gestão de aterros sanitários no Brasil, por meio de contratos de concessão firmados com a municipalidade. Não é claro se deveria esse ente público ser incluído nos contratos de compra e venda de RCEs resultantes de projetos MDL implementados com o objetivo de aproveitar o metano oriundo daqueles aterros.

4.3.3. Natureza jurídica das reduções certificadas de emissões

A definição da natureza jurídica das RCEs revela-se importante para delimitar-se a adequada regulação das transações realizadas no âmbito interno, bem como da estrutura fiscal incidente sobre essas. No que toca à regulação das transações de RCEs realizadas no contexto brasileiro, a questão que se levanta diz respeito à possibilidade de qualificação das RCEs como *commodities* ou valores mobiliários, permitindo-se sua comercialização em bolsa de valores ou futuros, bem como a ingerência da Comissão de Valores Mobiliários (CVM) como ente público dotado de poderes de fiscalização e gestão.

Para Rocha¹⁴, as RCEs não apresentam, a princípio, natureza de uma *commodity*, pois os projetos MDL e de IC, já em andamento, apresentam características bastante distintas, o que impede a padronização do produto ou serviço. Essa diferenciação faz com que não seja possível negociar atualmente as RCEs como contratos futuros, cujo objetivo seria reduzir os riscos do preço do carbono evitado.

Já Souza e Miller¹⁵ reconhecem a existência de duas correntes. Para a primeira, as RCEs podem vir a ter caráter de derivativos, sob o argumento de que, neles, está presente o *hedge* (operação que objetiva reduzir ou eliminar risco inerente à exposição às variações no valor de mercado ou no fluxo de caixa de qualquer ativo, passivo ou transação futura). Assim, ao comprar certificados para cumprir, como meio alternativo, as metas impostas, o agente poderá se proteger dos custos, eventualmente maiores, advindos da adoção

¹⁴ ROCHA, Marcelo Theoto. Aquecimento global e o mercado de carbono: uma aplicação do modelo *Cert*. Tese de doutorado apresentada à Esalq. Piracicaba, 2003.

¹⁵ Souza, Clóvis S, Miller, Daniel Schiavoni. O Protocolo de Quioto e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL): as Reduções Certificadas de Emissões (RCEs), sua natureza jurídica e a regulação do mercado de valores mobiliários, no contexto atual pós-moderno. Comissão de Valores Mobiliários (CVM), 2003. Disponível em <http://www.cvm.gov.br>. Acessado em 10/06/2003.

de novas tecnologias, caso optasse pela elaboração de uma atividade de projeto elegível para o MDL. A segunda corrente de pensamento vê nas RCEs uma espécie de contrato de compra e venda, haja vista que não poderiam enquadrar-se como derivativos. Isso porque não se ligam à existência de nenhum ativo subjacente. Além disso, não se vislumbra como a preocupação com gastos com tecnologia, levando um agente a optar pela compra de RCEs, possa constituir, verdadeiramente, um *hedge*. Essa corrente, assim, sustenta que as RCEs conformam-se à natureza de contratos de compra e venda, das quais poder-se-ia extrair um ativo intangível, ou seja, um ativo cujo valor não guarda relação com a forma, física ou diversa, na qual os direitos correspondentes são incorporados. As RCEs, nesse sentido, representariam o direito a um benefício futuro de “poluir conforme o Protocolo de Quioto”. Os mesmos autores destacam ainda outra corrente, segundo a qual as RCEs não proviriam de contratos de compra e venda, mas de contratos atípicos, posto que oriundos de situação inteiramente nova.

De qualquer forma, para que possam ser comercializadas em Bolsa de Valores ou de Futuros, as RCEs precisam antes estarem previstas em lei como valores mobiliários, nos termos do Art. 2º da Lei 6.385/76 e posteriores alterações. A questão da natureza jurídica das RCEs, como visto, ainda não se encontra plenamente resolvida, imperando dúvidas e discussões nos meios acadêmicos e governamentais. Num tal contexto, é de se considerar o papel fundamental da CVM como articuladora dessas discussões, centralizando os estudos sobre o tema.

No que toca aos aspectos fiscais das transações de RCEs, a questão que se levanta diz respeito à sua qualificação como “produtos” ou “serviços”, para fins de incidência dos impostos pertinentes.

4.4. Modalidades e procedimentos para projetos de pequena escala – COP 8

Os custos de transação associados a projetos de pequena escala apenas mostram-se efetivos se, no país de implementação do projeto, concorrerem medidas simplificadas e requerimentos legais menos rígidos.

Conforme já analisado, o processo de licenciamento ambiental acha-se regulado, no âmbito federal, principalmente pela Lei 6.938/81 e pelas Resoluções do Conama 01/86 e 237/97 e, para projetos na área de geração de energia, pela Resolução Conama 279/01. Segundo tais normas, apenas atividades de obtenção de energia que impliquem mais de 10 MW precisam submeter-se ao estudo de impacto ambiental. Levando-se em conta que a maior parte dos custos e problemas burocráticos associados ao processo de licenciamento ambiental decorrem da elaboração e análise dos estudos de impacto ambiental, os projetos de pequena escala, quando comparados com os demais, apresentam menores custos relacionados à análise ambiental.

Para o caso de atividades de geração de energia, os projetos de pequena escala também apresentam exigências burocráticas menos rígidas, posto que os requerimentos relacionados à avaliação de impacto ambiental e ao registro formal perante o órgão regulador do setor elétrico (Aneel) são mais simples e céleres.

Apesar disso, ao analisar os projetos brasileiros em desenvolvimento, verifica-se uma desproporção, em número de projetos, entre os de pequena escala e os do “tipo padrão”. Isso se deve, em certa medida, à maior atratividade, em termos de custo-benefício, dos projetos maiores, levando à consideração de que o investidor ainda está a preferir projetos que lhe garantam o maior número de RCEs. O problema, portanto, dos projetos de pequena escala, refere-se mais a barreiras econômicas do que propriamente jurídicas.

4.5. Modalidades e procedimentos para projetos de reflorestamento e florestamento – LULUCF – COP 9

Dados seu extenso território, suas condições ambientais favoráveis e o fato de que as maiores emissões de GEE estão relacionadas ao desflorestamento e ao uso da terra, o Brasil é considerado um dos países com maior potencial para desenvolver projetos na área de reflorestamento e florestamento. Identificados aspectos da integração de tais procedimentos ao ordenamento jurídico pátrio, alguns devem ser destacados.

4.5.1. Espécies exóticas e geneticamente modificadas

Nos termos da Decisão proferida na COP 9, a utilização de organismos geneticamente modificados (OGM) ou espécies exóticas em atividades MDL de florestamento ou reflorestamento estão condicionadas à legislação do país anfitrião do projeto. No Brasil, a utilização de OGM ainda enfrenta uma intensa e controversa discussão política, jurídica e científica, cujo ápice ocorreu no final de 2003, quando parte

significativa da safra de soja comprovou-se transgênica, apesar da proibição de sua utilização comercial. Duas medidas provisórias foram logo instituídas para regular o destino da soja ilegalmente produzida, sendo posteriormente convertidas em leis, apesar da existência da Lei 8.974/95. Toda essa discussão levou à elaboração de um projeto de lei regulador da matéria, em tramitação no Congresso Nacional.

4.5.2. Impactos ambientais e sócio-econômicos

As modalidades e procedimentos para projetos MDL de reflorestamento e florestamento, inovando as normas gerais sobre MDL, estabeleceram, como requisito de validação dos projetos, a necessidade de que os proponentes da atividade MDL submetam à EOD, não só uma avaliação de impacto ambiental, mas também uma avaliação de impactos sócio-econômicos, nos termos do item G, § 10 (c) da Decisão da COP 9. Ambos os estudos devem ser conduzidos em conformidade com as exigências legais de cada país anfitrião de projetos MDL.

O sistema legal brasileiro prescreve normas relativas aos estudos de impacto ambiental, mas fraqueja a respeito de avaliações de impacto sócio-econômico. Na ausência de normas legais pertinentes aos estudos sócio-econômicos, a AND poderia prover medidas e especificações voltadas para os projetos MDL, a exemplo da Resolução Conama 237/97, que, ao prescrever normas sobre o estudo de impacto ambiental, determina que esse deve contemplar, de forma indireta, a análise das condições sócio-econômicas da área de

influência da atividade. Essa análise deve abarcar os usos e ocupação do solo da área de influência, usos da água, aspectos sócio-econômicos da região, fazendo referência à existência de sítios arqueológicos, históricos ou monumentos culturais, relações de dependência da comunidade do entorno e potencial uso dos recursos ambientais no futuro.

4.5.3. Título legal da terra e comunidades de baixa renda

As modalidades e procedimentos estabelecidos na COP 9 para projetos de reflorestamento e florestamento prescreveram a necessidade de os proponentes dos projetos provarem a titularidade sobre as terras onde as atividades estejam sendo realizadas. Quando visto no contexto brasileiro, algumas questões se levantam:

- Que tipos de propriedades e de terras seriam usadas para o desenvolvimento de tais tipos de projeto MDL?
- Quem são os titulares ou qual o regime de propriedade dessas terras?
- Quem seriam as pessoas a desenvolverem os projetos? Os titulares das terras estariam diretamente envolvidos?
- Comunidades tradicionais, pequenos produtores rurais, posseiros, grupos de assentamento da reforma agrária ou outros grupos de baixa renda teriam acesso ou oportunidade de desenvolver projetos MDL?

Mesmo que o enfrentamento de tais questões implique uma profunda rediscussão sobre as próprias bases históricas e sociológicas do uso da terra no Brasil, na opinião dos autores, é preciso que a Autoridade Nacional Designada, dentro de suas atribuições, discipline e regulamente, a exemplo da Resolução nº 1 de 02/12/2003, os projetos de reflorestamento e florestamento.

5. Necessidade de aprimoramento de instrumentos regulamentares

A seguir será examinada a necessidade de criação e aperfeiçoamento de instrumentos regulamentares relativos à mudança do clima, em segmentos produtivos selecionados, que possibilitem o pleno aproveitamento das principais oportunidades de negócios relacionadas a projetos MDL. A análise jurídica da intercessão entre as normas internacionais reguladoras do MDL e as normas nacionais incidentes sobre os segmentos produtivos selecionados foi feita nos termos a seguir delineados.

5.1. Setor de energia

No segmento referente a atividades voltadas para o setor energético, as questões identificadas de maior relevância referem-se à aparente incongruência entre as normas federais existentes e a necessidade de comprovação do critério da adicionalidade, nos termos do exposto no item 4.2.3 B. Também merece destaque a questão de alocação e de titularidade das RCEs, conforme referido no item 4.3.2 C.

5.1.1. Energias renováveis

Sistemas interligados

Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa): instituído pela Lei 10.438/02, o programa visa ao aumento da participação das fontes renováveis no sistema elétrico brasileiro. Dividido em 2 fases, e contemplando as fontes pequenas centrais hidrelétricas, biomassa e usinas eólicas, o programa estabelece para a sua primeira fase, limitada a uma potência instalada de 3.300 MW, valores diferenciados da energia produzida, a serem pagos pela Eletrobrás e repassados aos consumidores, equivalendo a um subsídio. Recentemente regulado pelo Decreto 5.025/04, o Proinfa já passou por uma primeira Chamada Pública, pela qual foram fixadas as contratações. Ressalte-se que, nos termos do parágrafo único do Art. 5º do Decreto 5.025/04, determinou-se como objetivo do Proinfa, além do aumento da participação das energias renováveis contempladas na matriz elétrica brasileira, também a redução de emissões de gases precursores do efeito estufa, em conformidade à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.

Segundo algumas interpretações, projetos MDL dessa natureza poderiam ter dificuldades de provar o cumprimento do critério da adicionalidade, uma vez que a existência dos subsídios oriundos do Proinfa poderia levar à idéia de que tais fontes renováveis conformar-se-iam a práticas comuns, ou, ao menos, tornar-se-iam economicamente viáveis¹⁶. Contudo, como já explanado no item 4.2.3 B, a viabilidade econômico-financeira de um projeto MDL não

¹⁶ Leme, Rodrigo Marcelo *et al.* *CDM projects on sugarcane cogeneration in Brazil*. No prelo.

configura o único aspecto condicionante da adicionalidade, devendo, o proponente, nos casos de análise econômico-financeira positiva, comprovar e justificar a existência de outras barreiras à implementação da atividade prevista no seu projeto. Além disso, é de se ver que, nos termos do Art. 11, inciso III, do Decreto 5.025/04, norma regulamentadora da Lei 10.438/02, consignou-se que os contratos de compra de energia firmados com a Eletrobrás devem conter “cláusula de redução do preço contratado na hipótese de o produtor vir a ser beneficiado com novos incentivos às tecnologias consideradas no Proinfa”. Nesse aspecto, entendendo-se o MDL como um incentivo às tecnologias previstas no Proinfa, pode-se considerar a possibilidade de redução dos preços de energia para aqueles projetos de fontes renováveis que venham a beneficiar-se tanto dos subsídios do Proinfa quanto dos recursos oriundos da venda de RCEs via MDL.

Ainda no tocante ao Proinfa, outra questão que se levanta diz respeito ao cálculo do valor econômico, base sobre a qual são calculados os preços da energia a ser paga pela Eletrobrás. Nos termos do Art. 3º, inciso XII do mencionado Decreto 5.025/04, o valor econômico há de ser calculado levando-se em consideração “as receitas advindas de subprodutos e co-produtos que venham a ser comercializados”. À primeira vista, poder-se-ia indagar se, para o cálculo do valor econômico de determinada atividade que também fosse contemplada num projeto MDL, haveria incidência da receita oriunda da venda das RCEs, nesse caso, consideradas co-produtos ou subprodutos da atividade. Nesse aspecto, cabe lembrar que a definição do valor econômico foi feita separadamente para cada

fonte renovável contemplada no Proinfa, de acordo com os parâmetros e cálculos constantes do Anexo II da Portaria 45 de 30/03/04, do Ministério das Minas e Energia. O cálculo do valor econômico, assim, levou em conta uma atividade padrão para cada fonte renovável, sendo válido para qualquer atividade beneficiada pelo Proinfa, e não caso a caso. Igualmente, considerando que tal cálculo foi feito com base em uma atividade padrão, é de se pressupor que possíveis receitas oriundas da venda de RCEs não foram sequer tomadas por subprodutos ou co-produtos, uma vez que, no plano fático, ainda não fazem parte da prática comum de quaisquer das fontes renováveis contempladas no Proinfa.

Igualmente, discute-se a titularidade de RCEs oriundas de projetos MDL que eventualmente fossem beneficiados pelo Proinfa. Conforme explanado no item 4.3.2 “c”, além de atividades de exploração de bens considerados públicos pela Constituição Federal de 1988, a viabilidade financeira de tais projetos estaria condicionada à garantia da compra da energia gerada pela Eletrobrás, feita por meio de contrato, com repasse integral dos custos aos consumidores. Em última instância, poder-se-ia entender que a Eletrobrás estaria a agir como co-participante do projeto MDL, representando os interesses dos consumidores do sistema elétrico interligado brasileiro e, portanto, detentora, em nome desses, do direito às receitas oriundas da venda das RCEs.

As normas regulamentadoras do Proinfa não são claras a respeito da titularidade das RCEs oriundas de projetos MDL contemplados pelo programa. Com efeito, nada é mencionado no Art. 11 do Decreto

5.025/04, que define o conteúdo dos contratos a serem firmados entre Eletrobrás e produtores. No entanto, o Art. 16, inciso I, alínea “c” do mesmo Decreto prevê indiretamente a participação da Eletrobrás na titularidade das RCEs, estipulando que a Conta Proinfa, a ser administrada pela Eletrobrás, será composta das receitas decorrentes de “eventuais benefícios financeiros provenientes do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo”.

Finalmente, como já frisado anteriormente em 2.1., nos termos do Art. 4º, § 1º, “b”, da CQNUMC, o Brasil se obriga a instituir programas de mitigação das mudanças climáticas, como é o caso do Proinfa.

Sistemas isolados

A Amazônia revela-se território de efetivas oportunidades em projetos de mitigação, porque nela predominam sistemas elétricos isolados baseados em combustíveis fósseis, principalmente o diesel e o óleo combustível, e porque eventuais projetos desenvolvidos na região apresentam importantes conteúdos sociais e ambientais. Essa característica “fóssil” dos sistemas isolados e o potencial de geração descentralizada a partir de fontes renováveis, nomeadamente a biomassa, justificam o potencial da região para angariar projetos MDL.

A expansão da geração utilizando combustíveis fósseis deve-se, em grande parte, à existência da Conta de Consumo de Combustível Fósseis nos Sistemas Isolados (CCC Isol), estabelecida na Lei 8.631/93, e regulamentada pelo Decreto 774/93. A Resolução da Aneel 350/99 determinou que a CCC Isol destina-se a cobrir o custo dos

¹⁷ Chamamos a atenção para o fato desta resolução obedecer ao disposto no Decreto supra citado, que determina que se abata de um custo de combustível (que representa apenas uma parcela do custo de geração térmica) o custo de geração hidráulica (que, por sua vez, representa uma parcela do custo de geração do sistema interligado), apesar da Lei estabelecer apenas o rateio do custo de combustível entre todos os concessionários distribuidores do país, sem prescrever abatimentos.

combustíveis fósseis da geração térmica nos sistemas isolados, reembolsando os dispêndios que excederem o montante correspondente ao respectivo custo da energia hidráulica equivalente (isso é, o custo de energia hidráulica que poderia substituir a totalidade da geração térmica caso os sistemas estivessem inteiramente interligados)¹⁷. Configura-se assim um subsídio ao combustível fóssil consumido e não à energia gerada, como seria de se esperar (para compensar os custos adicionais da geração nessa região, em relação à geração no Sistema Interligado, evitando penalizar os consumidores situados na região amazônica, mas obedecendo a critérios de eficiência alocativa e distributiva).

Por meio da Resolução da Aneel 245/99, com base na Lei 9.648/98, os recursos da CCC Isol foram estendidos para pequenas centrais hidrelétricas (PCHs) e plantas de geração a partir de fontes eólicas, solar, biomassa e gás natural. Essa Resolução foi posteriormente revogada pela Resolução da Aneel 784/02, para adequação às disposições da Lei 10.438/02, regulamentando as condições e prazos para a sub-rogação dos benefícios do rateio da CCC Isol.

À primeira vista, a extensão da CCC Isol às fontes renováveis poderia levar, tal qual o Proinfa, a discussões acerca da adicionalidade de projetos MDL voltados para as energias renováveis, uma vez que as plantas de geração elétrica estariam sendo subsidiadas. Contudo, a realidade dos sistemas isolados esconde uma complexidade muito mais ampla. Segundo Cavaliero¹⁸, os sistemas isolados caracterizam-se por plantas de geração totalmente sucateadas, sendo que os benefícios da CCC Isol têm sido utilizados apenas para a aquisição

¹⁸ Cavaliero, Carla Kazue Nakao. Entrevista realizada com a autora aos 17/07/2004.

do combustível necessário, já que as geradoras estão constantemente a vivenciar períodos de crise, sem quaisquer condições de investimento em aprimoramento do parque gerador.

De fato, a extensão dos benefícios da CCC Isol às fontes renováveis motivou um número insignificante de pedidos de sub-rogação junto à Aneel, significando que a medida legal pouco influenciou na mudança da complexa realidade local, que continua buscando as condições de se beneficiar dos altos retornos sociais e ambientais que poderiam ser proporcionados pelos projetos na área de fontes renováveis. Assim, eventuais projetos MDL relacionados à promoção de fontes renováveis em substituição de fontes fósseis, ou para atendimento da expansão do mercado, não teriam dificuldade de comprovação do critério da adicionalidade porque, dadas as condições sócio-econômicas e políticas da região, projetos na área de energias renováveis continuam inviáveis.

Eletrificação rural (sistemas comunitários)

Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios (Prodeem): criado em 1994, com o principal objetivo de prover eletricidade a comunidades isoladas por meio de fontes locais de energia, promovendo o desenvolvimento sustentável. O Prodeem visou ao fornecimento de eletricidade e sistemas de bombeamento de água para uso comunitário (escolas, postos de saúde, abastecimento de água), em regiões rurais sem acesso à rede elétrica, utilizando, na maioria dos casos, células solares fotovoltaicas. Contudo, sérios problemas de gestão, como falta de controle

patrimonial e de assistência técnica às comunidades contempladas, levaram o governo a anunciar sua reestruturação e incorporação ao programa Luz para Todos.

Universalização do acesso

Luz para Todos: lançado no final de 2003 pelo governo federal, com o objetivo de promover a universalização do acesso à energia elétrica no país, considerada como condição essencial para o desenvolvimento econômico e social, erradicação da pobreza e aumento da renda¹⁹. O Decreto 4.873/03, instituidor do programa, contempla, além da extensão de rede, as plantas de geração descentralizadas e sistemas individuais. Nos termos da Portaria 38, de 09/03/2004, do Ministério das Minas e Energia, as plantas de geração descentralizada, bem como os sistemas individuais, podem usar as seguintes opções tecnológicas: pequenas, micro e mini centrais hidrelétricas, pequenas plantas térmicas a biomassa (ou a diesel), energia eólica e solar, bem como sistemas híbridos. Estimam-se que de 500 mil a um milhão de unidades consumidoras poderiam ser atendidas utilizando fontes renováveis.

¹⁹ Eletrobrás. *Homepage* das Centrais Elétricas Brasileiras. Disponível em <http://www.eletrobras.gov.br>. Acessado em 06/04/04.

5.1.2. Eficiência energética

Conforme exposto no item 4.2.3 B, para que seja adicional, qualquer projeto MDL deve comprovar que sua atividade não constitui medida a ser obrigatoriamente realizada em função de determinação legal. Nesse sentido, eventual projeto MDL que proponha atividade de eficiência energética relativamente aos equipamentos ou máquinas

elencados em normas, somente poder-se-ia considerar adicional à medida que previsse níveis de eficiência energética maiores ou consumos de energia menores que aqueles estipulados na norma. Tais patamares mínimos e máximos haveriam, portanto, de ser considerados na linha de base sobre a qual realizar-se-ia o cálculo da adicionalidade.

O mesmo raciocínio pode ser feito para projetos de eficiência energética a serem implementados em órgãos da Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional. Segundo o Decreto 4.131/02, tais órgãos estão obrigados a atingir metas de consumo de energia elétrica correspondentes a 82,5% do consumo mensal, tendo por referência o mesmo mês do ano 2000.

Como se pode constatar, similarmente ao Proinfa, as normas disciplinadoras das atividades de eficiência energética no país podem levar à discussão sobre a comprovação da adicionalidade em projetos de eficiência energética realizados no Brasil. Aplica-se aqui a mesma observação já feita anteriormente em 2.1. “b”, frisando que nos termos do Art. 4º, § 1º, “b”, da CQNUMC, o Brasil se obriga a instituir programas de mitigação das mudanças climáticas, como poderia ser explicitado nos diversos dispositivos regulamentares estabelecidos para a promoção da eficiência energética.

Lei 10.295/01: dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, estabelecendo, níveis máximos de consumo específico de energia ou níveis mínimos de eficiência energética para equipamentos e máquinas fabricados ou

comercializados (inclusive importados) no território nacional. Ela está regulada pelo Decreto 4.059/01.

Lei 9.991/01: dispõe sobre a realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica. Nos termos da lei, essas empresas devem recolher um certo percentual, calculado sobre suas receitas operacionais líquidas, a um fundo de pesquisa e desenvolvimento do setor elétrico (CTEnerg), e devem aplicar diretamente um montante mínimo em P&D e em programas de eficiência energética no uso final.

Procel: o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica foi criado em 1985 como um fundo para coordenar projetos de eficiência energética, programas de disseminação de informações à sociedade e gestão da demanda, apoio técnico e especificação de medidas de eficiência energética. Em 1991, o programa foi transformado em programa governamental, como ação complementar ao Programa Nacional de Racionalização da Produção e do Uso da Energia. Atualmente, o Procel, cuja Secretaria Executiva é exercida pela Eletrobrás, mantém uma série de medidas, destacando-se o selo Procel, o prêmio de eficiência energética, o programa de eficiência na iluminação pública, entre outros.

Conpet: o Programa Nacional de Racionalização do Uso de Derivados de Petróleo e Gás Natural foi criado em 1991, com o principal objetivo de estimular o uso mais eficiente dos derivados de petróleo e gás natural, indicando metas de 25% de eficiência em 20

²⁰ Conpet. *Homepage* do Programa Nacional de racionalização do Uso de Derivados de Petróleo e Gás Natural. Disponível em <http://www.conpet.gov.br>. Acessado em 06 de abril de 2004.

anos²⁰. O Programa foi instituído pelo Ministério de Minas e Energia e a Secretaria Executiva, assim como os apoios técnico, administrativo e financeiro são assegurados pela Petrobras.

5.2. Setores agropecuário e florestal

Atividades relacionadas ao uso da terra, mudanças no uso da terra, florestamento e reflorestamento (*LULUCF*) sempre foram objetivo de grandes discussões no âmbito das negociações da CQNUMC. A existência de posicionamentos os mais diversos e até contrários, defendidos pelos diferentes estados signatários, tem levado a uma relativização da participação de tais atividades como medidas de mitigação e projetos MDL. Com efeito, como resultado da COP 9, instituiu-se o procedimento para certificação de projetos MDL voltados apenas para atividades de reflorestamento e florestamento, excluindo-se, como atividades elegíveis, até o presente momento, projetos na área agrícola, como o sistema de plantio direto.

Conforme já aventado no item 2.2.1, o regime de comércio de licenças de emissões a ser operado no âmbito da União Européia, excluiu como atividades de redução de emissões aquelas referentes à área de *LULUCF*. O mesmo posicionamento tende a prevalecer no que toca à futura diretiva sobre a participação dos mecanismos de flexibilização no mercado europeu. Contudo, a restrição à participação e ao desenvolvimento de projetos na área agrícola não pode justificar a ausência de fomento à pesquisa e conhecimento sobre os processos de redução e de seqüestro de carbono certamente decorrentes de tais atividades.

Relativamente ao segmento da pecuária, abre-se a oportunidade de projetos de redução de emissões de gases precursores de efeito estufa oriundas da fermentação entérica e da disposição dos dejetos e carcaças animais. A ausência de normas federais mandatórias a disciplinarem atividades de controle da fermentação entérica ou de gestão dos resíduos animais elimina eventuais discussões acerca da adicionalidade de projetos MDL voltados a tais atividades.

Diferentemente do setor pecuário, o arcabouço regulatório federal relativo às atividades de reflorestamento e florestamento compõe-se de normas imperativas, nomeadamente o Código Florestal (Lei 4.771/65) e a Lei de Crimes Ambientais (Lei 9.605/98). O Código Florestal impõe a obrigação de manutenção de áreas de preservação permanente (APP) e de reservas legais, estabelecendo que, em caso de desflorestamento, a vegetação deve ser recomposta. Além disso, segundo a Lei de Crimes Ambientais, o desmatamento de coberturas vegetais localizadas nessas áreas, sem a devida autorização administrativa, configura crime ambiental.

Uma estrita interpretação dos esclarecimentos feitos pelo Conselho Executivo levaria à conclusão de que a existência de normas jurídicas internas mandatórias válidas e exigíveis, nomeadamente o Código Florestal e da Lei de Crimes Ambientais, inviabilizaria projetos de reflorestamento ou florestamento das áreas legalmente protegidas. Isso porque, por tratarem-se de obrigações exigíveis por lei, o reflorestamento ou florestamento de áreas de reserva legal ou de preservação permanente careceriam de adicionalidade. Como resultado, o país perderia a possibilidade de utilizar o MDL como

incentivo à recomposição dessas áreas. Contudo, apesar de serem normas jurídicas mandatórias válidas e exigíveis no território nacional, sabe-se que tanto o Código Florestal quanto a Lei de Crimes Ambientais não apresentam eficácia social, levando à situação em que muitas das áreas protegidas acham-se desmatadas, sem perspectivas de recomposição no curto ou médio prazo. Assim, a ausência de eficácia social de tais normas poderia ser entendida como barreira fática, razão pela qual projetos de reflorestamento e florestamento em tais áreas protegidas não seriam considerados como práticas comuns e, portanto, mereceriam ser qualificados como adicionais.

Em particular, a Amazônia apresenta elevado potencial para desenvolver projetos de reflorestamento e florestamento²¹, além de oportunidades também na área de conservação e redução do desmatamento, com importantes conteúdos ambientais e sociais. Não obstante excluída como atividade elegível como MDL, no âmbito do sistema criado pela CQNUMC, a conservação de florestas tem sido contemplada em outros regimes, como *Biocarbon Fund*, mencionado no item 4.2.2.

²¹ As questões jurídicas aplicáveis a tais atividades foram discutidas no item 2.5.

5.3. Setor de captura e destruição do metano oriundo da gestão de resíduos sólidos

Projetos de captura, destruição e aproveitamento do metano oriundo de aterros sanitários têm-se revelado de grande potencial, principalmente em países como Brasil, cujas características dos resíduos domésticos dispostos apontam predomínio de matéria orgânica. Contudo, vistos sob o aspecto jurídico, tais projetos podem revelar questões importantes.

O arcabouço regulatório federal brasileiro não contempla quaisquer normas a obrigarem níveis mínimos de coleta e destruição do metano de aterro, tampouco a exigirem seu aproveitamento para fins energéticos. As normas existentes estipulam apenas a necessidade de prevenção da ocorrência de explosões e incêndios. Há alguns anos, tramita no Congresso Nacional projeto de lei sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos, proposta pelo então deputado Emerson Kapaz. Contudo, a não reeleição do deputado e discordâncias conceituais quanto ao texto do projeto, por parte de seu novo relator, estão a dificultar, por tempo indeterminado, a promulgação de qualquer norma federal disciplinadora dos resíduos sólidos domésticos.

Dada a competência concorrente para disciplinar sobre a matéria, o Estado de São Paulo está em vias de aprovar sua Política Estadual de Resíduos Sólidos. O conteúdo do Projeto de Lei 281/2003, a dispor sobre a política estadual de resíduos sólidos, continua silente quanto à obrigatoriedade de coleta e destruição do metano oriundo dos aterros sanitários, consignando apenas que a “proteção do solo, das águas subterrâneas e das águas superficiais deve ser assegurada mediante o cumprimento das normas estabelecidas pelo Consema” (Art. 93, caput) e que “sempre que tecnológica e economicamente viável, os gases de aterro deverão ser utilizados” (Art. 93, § 2º).

Apesar de que representam o destino mais comum dos resíduos sólidos domésticos no Brasil, os lixões carecem das necessárias licenças ambientais, encontrando-se em situação de total ilegalidade. Essa situação de irregularidade, característica da maioria dos locais

de disposição do resíduo sólido doméstico, é fato a restringir o potencial de desenvolvimento de projetos MDL relacionados à captura e destruição do metano. Em primeiro lugar, porque são irregulares. Em segundo lugar porque, a regularização, inclusive com o eventual licenciamento, obrigaria o empreendedor a assumir o controle e a remediação do passivo existente, o que pode tornar o projeto inviável e não atrativo sob o ponto de vista econômico.

Esse raciocínio não se aplica aos lixões desativados. Nesse caso, por estar desativado, a Administração poderia ter interesse em aprovar projetos a garantir o monitoramento da área. Por fim, deve-se mencionar o potencial de desenvolvimento de projetos MDL de captura e destruição do metano em sistemas de tratamento de água e esgoto.

Por fim, cabe mencionar a questão da alocação de RCEs provenientes de atividades de coleta e destruição do metano de aterros sanitários municipais, na hipótese em que a exploração de tais atividades é feita por empresas privadas por meio de contratos de concessão. Em tal hipótese, cabe a discussão sobre a alocação das RCEs porque, por um lado, a atividade de gestão do aterro é uma atribuição dada ao ente público – Municipalidade –, mas que, por outro lado, pode ser delegada a um ente privado. Essa delegação de exploração da atividade pública é feita por meio de um processo licitatório, o qual resultará num contrato de concessão. Dessa forma, as regras sobre a titularidade das RCEs, ou, em outras palavras, da participação do ente público na distribuição dos benefícios oriundos da venda das RCEs, devem estar previamente estipuladas no edital de licitação, e, posteriormente, no contrato de concessão.

6. Comentários

- 1) Há a possibilidade de criação de condições mais adequadas para a atração de investimentos em projetos MDL no Brasil, que, entre muitas ações, pressupõe o aprimoramento normativo e a remoção de barreiras legais, avançando-se na desburocratização de procedimentos administrativos, no tratamento legal tributário, trabalhista, ambiental diferenciado, na objetividade das regras nacionais a serem aplicadas e, uma vez conhecidas, sua articulação com a legislação aplicável, complexa e intrincada;
- 2) Há a possibilidade da revisão dos procedimentos e seu aperfeiçoamento com o intuito de engajar e garantir a participação mais direta da sociedade civil e mesmo do setor empresarial na problemática, em particular na Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima;
- 3) Há a oportunidade da Presidência da República em recuperar um relevante protagonismo da participação brasileira nas negociações multilaterais ambientais, seja no tema de Mudanças do Clima, seja em Energia Renovável;
- 4) Há a oportunidade de uma condução efetivamente articuladora e participativa das políticas e programas do governo federal afins, inibindo-se iniciativas isoladas e criando sinergias com governos estaduais e até municipais;

- 5) Há a necessidade de uma divulgação regular dos Inventários Nacionais dos Gases de Efeito Estufa, bem como das Comunicações Nacionais, mantendo em permanência o país em situação de conformidade frente às suas obrigações internacionais.

Incentivos econômico-financeiros

Maurício Mendonça

1. Introdução

Este trabalho visa estabelecer alguns parâmetros e desenvolver idéias de um regime de apoio, via incentivos fiscais e econômicos, para estimular o mercado de projetos de redução de emissões e captura de carbono. O texto foi estruturado em três partes: a primeira, trata dos condicionantes gerais, tanto do ponto de vista macroeconômico quanto microeconômico, apontando algumas das restrições fiscais e econômicas, associadas ao mecanismo de desenvolvimento limpo. A segunda parte discute os principais condicionantes relacionados ao Protocolo de Quioto, que limitam as alternativas de incentivos que podem ser criados. A última parte tem um caráter propositivo e visa destacar as idéias mais promissoras, bem como avançar no modelo de aplicação mais concreta.

2. Pressupostos gerais para uma política de incentivos

Em primeiro lugar, cabe observar que o estabelecimento de uma política pública de incentivos econômico-financeiros aos projetos de redução de emissões e captura de carbono deve levar em consideração os impactos positivos e as externalidades em termos macroeconômicos e microeconômicos.

No caso dos efeitos macroeconômicos, cabe ressaltar que os recursos externos advindos de negociações de créditos de carbono têm características muito positivas, quando comparados com outros tipos de Investimentos Diretos do Estrangeiro (IDE). Suas principais vantagens são: em primeiro lugar, esses recursos não geram qualquer tipo de fluxo monetário para o exterior no futuro, ao contrário dos investimentos diretos do estrangeiro em novas instalações, que geram fluxos de remessas de lucros, de empréstimos, que resultam em pagamentos de juros e do principal, ou de contratos de transferência de tecnologia, que geram fluxo de *royalties*; em segundo lugar, uma vez internalizados, os recursos externos passam a compor as reservas do país de forma definitiva.

Ademais, cabe lembrar, que quanto mais expressivo for esse montante, maior será seu impacto sobre o perfil do endividamento externo, pois esses recursos irão ampliar a margem de manobra em relação ao perfil da dívida externa e sobre o próprio “risco Brasil”. Esse mecanismo pode, portanto, resultar em alterações significativas da vulnerabilidade externa brasileira.

Quanto aos aspectos microeconômicos, sem dúvida, o principal resultado esperado é a perspectiva de viabilizar projetos, que sem a comercialização dos créditos de carbono, não são economicamente viáveis. Em especial no caso brasileiro, no qual o custo de oportunidade dos recursos financeiros é muito elevado, devido à política monetária de juros altos e o excessivo custo de intermediação financeira. Nesse caso, recursos obtidos com a comercialização de certificados de redução de emissão são extremamente competitivos

e podem significar um diferencial necessário para viabilizar projetos de baixa rentabilidade. Além disso, em função da pressão existente sobre recursos públicos, especialmente nas áreas de saneamento ambiental e energia, os créditos de carbono podem significar um alívio importante para os gastos públicos e uma maior abertura para a participação da iniciativa privada nesses investimentos. Finalmente, a exigência de contribuir para o desenvolvimento sustentável constitui em si, pelos critérios considerados para essa classificação, num reconhecimento da relevância e do mérito do projeto.

Outro ponto importante a destacar é que os incentivos a serem adotados podem induzir comportamentos desejáveis pelo governo brasileiro, como, por exemplo, evitar que haja uma comercialização de créditos a preços aviltados ou que os créditos comercializados nesse momento, quando ainda não está vigente o Protocolo de Quioto, sejam necessários em momentos futuros, nos quais o país tenha que assumir obrigações de redução de emissões. Nesse caso, o sistema de incentivos poderia ser acionado para induzir que haja um piso no preço praticado pelo Brasil nas emissões de certificados ou que haja cotas nacionais de volume de emissões, para evitar uma degradação dos preços e que se reduza o grau de liberdade do Brasil em suas negociações futuras.

Por outro lado, alguns pressupostos de natureza fiscal devem ser considerados na construção desses incentivos. A crise fiscal, vivida pelo país desde os anos 80, limitou fortemente o uso de incentivos fiscais, como mecanismo de estímulo ao desenvolvimento do setor privado e de projetos específicos. Os diversos mecanismos, tais como

subvenção, financiamento a taxas de juros subsidiadas, correção monetária parcial de contratos, subsídios por intermédio de preços públicos, crédito abundante e incentivos fiscais com base no Imposto de Renda, ou no Imposto de Produtos Industrializados, que foram amplamente utilizados nos anos 70 e 80, não estão disponíveis, senão de forma muito limitada.

Nesse contexto, qualquer medida que vise ampliar a renúncia fiscal do governo é vista como nefasta sob o ponto de vista das autoridades econômicas. Ademais, o histórico de malversação de recursos públicos, sobretudo nas antigas agências de desenvolvimento regional, tais como Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia (Sudam) e Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (Sudene), também são apontados como exemplos de desperdício e má aplicação dos recursos públicos. Medidas de incentivo devem, portanto, procurar superar essas limitações, adotando determinados requisitos e estratégias, tais como:

- As medidas de incentivos não devem significar um ônus adicional para os contribuintes, uma vez que esse tipo de medida aumenta em muito a resistência do setor empresarial em aceitar qualquer tipo de proposição;
- As proposições não devem ter impacto negativo sobre as contas públicas, ou seja as medidas não devem produzir uma redução da arrecadação tributária ou da renúncia global existente;
- Nesse sentido, as mudanças a serem introduzidas deverão se circunscrever a alterações na composição e na abrangência dos

incentivos fiscais e financeiros existentes, respeitando o princípio de neutralidade fiscal.

Caso seja possível atender a esses requisitos, os mecanismos que se desejam mobilizar estarão sujeitos a uma menor resistência política do governo e da sociedade. Alternativas que, pura e simplesmente, se traduzem em perdas de arrecadação ou aumento de tributos pouca chance terão de serem implementadas.

3. Condicionantes relacionados ao protocolo de Quioto

Como visto anteriormente, os requisitos previstos no Protocolo de Quioto para aplicação de projetos do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo são:

- participação voluntária dos países envolvidos com o projeto;
- atividades do projeto devem resultar em benefícios reais, mensuráveis e de longo prazo, relacionados com a mitigação das mudanças climáticas;
- as reduções de emissões de GEE devem ser adicionais ao que ocorreria na ausência da atividade do projeto;
- o projeto deve contribuir para o desenvolvimento sustentável, segundo as diretrizes do país anfitrião do projeto.

Entre os requisitos mencionados, cabe destacar dois conceitos fundamentais: a adicionalidade e o caráter voluntário. O conceito de adicionalidade se refere à idéia de que as reduções obtidas com

o projeto não ocorreriam caso o projeto não fosse implementado. O caráter voluntário da participação, por sua vez, está vinculado à inexistência de um dispositivo legal que obrigue a uma determinada atividade, como por exemplo em caso de regulamentos técnicos, normas ambientais e de segurança ou por força da lei.²²

No que tange ao aspecto voluntário, o Brasil, no afã de legislar em matéria ambiental, inclusive para atender à Convenção do Clima, vem adotando um conjunto de dispositivos legais para tratar de vários temas relacionados ao meio ambiente, tais como conservação de energia, energias renováveis, limites mais rígidos de emissão de poluentes e fixação de regras para licenciamento e compensação ambiental. Várias legislações nacionais adotadas para incentivar atividades ambientalmente mais saudáveis podem ser identificadas e servir de exemplo para demonstrar que, ao se desconsiderar essa característica de voluntariedade dos projetos MDL, corremos o risco de perder oportunidades importantes.

Esse ponto está vinculado também à idéia de adicionalidade uma vez que se for compulsório não pode ser considerado como algo “novo” ou adicional.²³ Nesse contexto, para que se possa construir uma política de incentivos adequada é necessário respeitar algumas limitações tais como:

- os projetos de redução de emissões e captura de carbono não devem ser incentivados antes da sua execução (ex-ante), uma vez que esses incentivos correm o risco de serem incorporados à linha

²² Como apontado “a voluntariedade implica a inexistência, nos sistemas jurídicos pátrios, de normas mandatórias, a obrigarem a realização de atividades de redução de emissões de GEE via MDL. Não obstante o sistema legal brasileiro não prescrever normas jurídicas que obrigam a realização do MDL no país, identificam-se normas mandatórias relacionadas a atividades elegíveis como MDL, como é o caso o reflorestamento em áreas de preservação permanente, previsto no Código Florestal.”

²³ Como apontado “para que um projeto MDL seja creditado e possa emitir reduções certificadas de emissões, deve comprovar que contribuiu, de forma adicional à determinada referência, para a redução de emissões ou para o seqüestro de carbono da atmosfera. A adicionalidade, assim, refere-se às reduções de emissões de gases a efeito estufa resultantes da comparação das emissões da atividade do projeto MDL com as emissões que ocorreriam na ausência desse projeto. Esse cenário de referência chama-se linha de base”.

de base dos projetos e eles passam a não atender o critério de adicionalidade;

- os incentivos devem ser, na medida do possível, conferidos após a execução dos projetos (*ex-post*), como por exemplo sob a forma de uma premiação para aqueles projetos que obtiveram sucesso na negociação dos créditos gerados;
- os projetos devem ser incentivados, quando possível, de forma indireta, seja por intermédio de incentivos às empresas (e não a projetos específicos) ou por intermédio de atividades meio, tais como pesquisa e desenvolvimento, assistência jurídica e técnica, *design*, produção mais limpa (P+L), gestão ambiental, formação e capacitação de recursos humanos etc.

Dessa forma, os incentivos poderiam cumprir alguns papéis essenciais, tais como reduzir o risco dos empreendimentos, aumentar a rentabilidade, garantir maior sustentabilidade das empresas envolvidas, capacitar as empresas para gerarem novos negócios e se apropriarem de novas oportunidades, entre outros.

4. Incentivos econômico-financeiros: sugestões preliminares

Dentro do espírito que se procurou discutir anteriormente, passamos agora a sugerir alguns elementos do que poderia se constituir uma proposta de incentivos para os projetos de redução de emissões e captura de carbono.

4.1. Premiação de projetos

A idéia, nesse caso, é estabelecer algum tipo de premiação a posteriori para a empresa que obtiver sucesso na negociação de créditos de carbono. O objetivo principal é evitar que os incentivos sejam considerados na linha de base dos projetos.

Dessa forma, os incentivos só seriam conferidos às empresas após a concretização do projeto. Esse mecanismo tenderia assumir a forma de um “bônus” que a empresa utilizaria em diversos tipos de operações. As formas mais usuais poderiam ser: redução do Imposto de Renda devido pelas empresas, acesso a mecanismos de equalização de taxas de juros em financiamentos públicos, redução de spread em operações com bancos públicos, entre outras.

O governo poderia ainda estabelecer sistemas de premiação, com ampla divulgação dos projetos mais interessantes e eficientes, criando uma cultura de *benchmark* no segmento.

4.2. Assistência técnica e redução dos custos de implementação do projeto

Sobretudo para as Pequenas e Medias Empresas (PME), o governo poderia promover concursos de idéias de projetos MDL e premiar as empresas com *grants* (subvenções) para que essas contratem serviços de engenharia, advocacia e assistência técnica. Essas subvenções poderiam ser vinculadas a fontes internacionais, tais como o *Global Environment Facility*, e nacionais, como bancos públicos e fundos de pensão.

Os recursos poderiam ser direcionados também para formação de pessoal qualificado e gestão empresarial e ambiental. Nesse caso, o governo estaria viabilizando os chamados “pequenos projetos” e a participação de empresas de pequeno porte, que de outra forma dificilmente irão participar.

Outra iniciativa interessante seria trabalhar a possibilidade de se criar clusters de projetos de redução de emissões e captura de carbono, de forma a viabilizar economicamente empreendimentos, reduzir o grau de exposição dos agentes financeiros e os custos de transação. Os projetos seriam aglutinados por suas características e seriam ofertados em bloco, no mercado internacional, os certificados a serem negociados. Outras vantagens de redução de custo poderiam ser obtidas negociando a linha de base dos projetos em conjunto, bem como os aspectos jurídicos e contratuais.

4.3. Redução dos custos de pesquisa, desenvolvimento e transferência de tecnologia

A idéia básica aqui é tornar mais eficiente e competitiva a atuação das empresas interessadas em desenvolver projetos de redução de emissões e captura de carbono, reduzindo os investimentos necessários e capacitando as empresas. Uma alternativa interessante seria estimular os investimentos em P&D e correlatos (capacitação de pessoal, acesso à tecnologia etc), nos termos da Lei 8.661/93. Essa legislação permite que as empresas possam abater os seus gastos com P&D do valor devido de Imposto de Renda, bem como se beneficiarem de outras isenções tributárias e renúncias fiscais.

No caso das empresas que obtivessem bons resultados na venda de certificados, os percentuais de renúncia fiscal futura poderiam ser ampliados. As empresas que realizassem atividades visando produtos ou processos mais limpos que, por exemplo, reduzissem as emissões de GEE, poderia haver uma ampliação dos incentivos.

Outra alternativa seria mobilizar os recursos dos fundos setoriais de ciência e tecnologia para realização de projetos cooperativos de pesquisa entre empresas e centros de pesquisa, bem como viabilizar programas de capacitação em pós-graduação e pesquisa, em diversos campos que contribuem para a confecção de tecnologias e projetos de redução de emissões e captura de carbono.

5. Comentários

Este estudo procurou discutir, de forma preliminar, algumas hipóteses e estratégias que poderiam ser adotadas pelo país para o desenvolvimento do mercado de carbono. Cabe ressaltar que uma conclusão importante é que esse mercado dificilmente se ampliará, se o governo não adotar medidas de estímulo aos projetos, sobretudo nessa fase inicial.

O estudo aponta, também, que há grandes vantagens macroeconômicas para o país em incentivar os projetos de captura de carbono, uma vez que os recursos internalizados possuem características distintas em relação aos demais investimentos diretos do estrangeiro. Em termos microeconômicos, o aporte

adicional de recursos à iniciativa privada para projetos que contribuem para o desenvolvimento sustentável é da maior relevância para melhorar sua atratividade.

Por fim, visando superar limitações impostas pelo Protocolo de Quioto, as sugestões iniciais de incentivos econômico-financeiros apresentadas merecem ser mais debatidas e aprofundadas.

Desenvolvimento científico, tecnológico e inovação

Manoel Fernandes Martins Nogueira

Este capítulo examina as necessidades de desenvolvimento do conhecimento, da ciência, da tecnologia e da inovação no país, para o pleno aproveitamento das oportunidades de negócios proporcionadas pelas mudanças climáticas globais. Para fins deste estudo, foram considerados principalmente projetos nas seguintes áreas:

- Energia
- Agronegócios
- Resíduos Sólidos Urbanos

Para promover o desenvolvimento das tecnologias necessárias para viabilizar a maximização de projetos MDL, investimentos precisam ser feitos na formação de recursos humanos e em inovações focadas nas necessidades prioritárias, evitando a pulverização de recursos financeiros. Isso fará com que os resultados aconteçam no menor período de tempo possível, ao menor custo e com o maior benefício. Sem dúvida, um dos principais instrumentos dessa ação é os fundos setoriais do Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT), mas outros recursos financeiros provenientes dos estados e do setor produtivo, privado e público, são igualmente possíveis de serem aplicados na remoção de óbices tecnológicos.

Com relação aos fundos setoriais do MCT, os que mais se aplicam para o desenvolvimento tecnológico da área de energia, por exemplo, são os fundos setoriais de Energia Elétrica e de Petróleo. Esses fundos têm como prioridade o investimento em ações que resultem em produtos ou processos com valor comercial e que possam ser internalizados no setor industrial. Ambos incentivam ações conjuntas entre institutos de pesquisa e empresas como meio para que a inovação flua dos laboratórios para as fábricas. Os orçamentos desses fundos são anuais, ainda progressivos, e para o ano de 2004, eles são de R\$ 73,6 e 75,4 milhões, respectivamente. Além dos fundos da área de energia, existem outros fundos que diretamente ou indiretamente estão relacionados com atividades mitigadoras de mudanças climáticas. Eles são o fundo para o desenvolvimento de agronegócios (R\$ 26 milhões em 2004), o fundo de saúde (R\$ 27 milhões em 2004), fundo de transportes terrestre (R\$ 2,4 milhões em 2004), além dos fundos denominados transversais, os quais são o fundo de infra-estrutura (R\$ 134,8 milhões em 2004) e o fundo verde-amarelo (universidade-empresa com R\$ 186 milhões em 2004).

Além dos recursos federais, podem ser utilizados recursos estaduais geralmente veiculados por meio das Fundações de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico e nas Secretarias de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. No setor empresarial, a Petrobras, por exemplo, tem investido fortemente em inovações tecnológicas inclusive para geração com fontes renováveis. A Eletronorte também possui programas de P&D e, como consequência da Lei 9991, todas as empresas do setor elétrico são obrigadas a investir um percentual da sua receita líquida em projetos de inovação tecnológica.

Todos os recursos acima perfazem um total respeitável, que mesmo sendo uma pequena fração dos recursos disponíveis nos países desenvolvidos, é muito maior do que a maioria dos países em desenvolvimento possui para investir em tecnologia. O grande desafio está em definir ações articuladas entre os diversos fundos e demais fontes de recursos que viabilizem os desenvolvimentos tecnológicos requeridos.

A complementação de uma situação favorável para promover atividades de desenvolvimento tecnológico nas empresas virá com a aprovação do Projeto de Lei da Inovação Tecnológica (PL 7282/2002) em trâmite no Câmara dos Deputados e com previsão de votação em 2004. Nessa Lei, as empresas que invistam em pesquisa e desenvolvimento tecnológico poderão receber recursos a fundo perdido oriundos dos fundos setoriais geridos pelo MCT. Também prevê a essas empresas a concessão de subsídios e incentivos fiscais, dá preferência nas compras governamentais e permite a utilização de laboratórios públicos mediante compensação financeira para desenvolvimento de atividades de interesse da empresa, entre outras providências.

Nesse contexto, serão exploradas as áreas onde o potencial brasileiro de oferta de projetos é maior. É nessas áreas que a remoção dos óbices tecnológicos trará ganhos significativos aos projetos, lhes proporcionando sua viabilidade técnica e/ ou econômica no curto ou médio prazo. Será também apresentada a tendência atual de desenvolvimento dessas tecnologias e indicado quais as instituições que já possuem um histórico de trabalhos nos temas.

1. Eficiência energética

Certamente, a maneira mais eficiente de reduzir o lançamento de emissões na atmosfera é otimizar o consumo de energia e os processos industriais. A utilização de equipamentos e processos mais eficientes requer menos energia e, conseqüentemente, a expansão de unidades geradoras é postergada ou até mesmo suprimida. Projetos de eficiência energética possuem uma maior facilidade de definição da adicionalidade, pois como as plantas possuem registros de seu histórico energético e de planos de expansão do seu parque industrial, a linha de base pode ser facilmente definida ao longo do tempo. O setor industrial é o principal mercado para esse tipo de projeto, onde fábricas de cimento, por exemplo, surgem como grande oportunidade de oferecer projetos onde hidrocarbonetos podem ser substituídos por energéticos renováveis. Os sistemas elétricos isolados também são particularmente propícios a projetos de eficiência energética. O parque diesel gerador é antigo, possuindo motores de alto consumo específico. A melhora da eficiência desses geradores, ou das cargas a eles ligadas, reduziria a emissão de gases de efeito estufa.

O Brasil possui uma política de eficiência energética expressa em leis e decretos, como a Lei 9991, que prevê investimentos em eficiência energética efetuados pelas companhias de eletricidade, e a pela Lei 10.295 e que prevê definição níveis mínimos mandatórios de eficiência de equipamentos que consomem energia, comercializados no país. Os motores elétricos foram os primeiros

a terem seus níveis mínimos de eficiência definidos. Os principais instrumentos dessa política são o Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética (CGIEE), o Procel e o Conpet. No histórico de ações de sucesso nessa área, encontra-se o programa brasileiro de etiquetagem (PBE) e selo para equipamentos energeticamente eficientes, ambos voluntários, envolvendo uma parceria entre o Procel e o Instituto Nacional de Metrologia (Inmetro). Vale salientar que na Prospecção Tecnológica em Energia realizada pelo Centro de Gestão e Estudos estratégicos (CGEE) para o MCT junto a dezenas de técnicos da área de energia constatou que eficiência energética é a principal atividade que o país deve focar nos próximos 20 anos.

Um dos gargalos nesse setor está na definição e verificação dos índices mínimos de eficiência energética de equipamentos, de tal maneira que não inviabilizem o setor produtivo e que não sejam inócuos. Para isso, existe a necessidade de serem criados e/ ou certificados laboratórios que possam fazer medições da eficiência de equipamentos para a definição dos índices. Outro item importante é o incentivo à fabricação e comercialização de equipamentos eficientes no Brasil. Por exemplo, o desenvolvimento de equipamentos de iluminação mais eficientes e a fabricação de tais equipamentos pela indústria brasileira, tais como as lâmpadas eficientes, economizaria ao país energia e divisas internacionais.

2. Combustíveis renováveis para transporte

Etanol e biodiesel são as grandes oportunidades de negócio. Com relação ao etanol, somos a referência mundial. A produção brasileira é em volume tão grande e a um custo tão baixo que os outros países, inclusive países desenvolvidos, irão necessitar de pelo menos 10 anos para alcançar os números brasileiros. Para manter a vantagem que o Brasil detém hoje, inovações tecnológicas precisam ser incorporadas na cadeia produtiva do álcool. O biodiesel, apesar de incipiente no Brasil, já chega com duas vantagens comparativas. A primeira é que o Brasil possui uma diversidade de produtos agrícolas que permitem a produção de óleos vegetais de norte a sul. A produção desses óleos depende de atividades extrativistas ou agrícolas e ambas tem a capacidade de criar empregos e renda para a população rural, condição fundamental para promover o desenvolvimento sustentável. A segunda vantagem, é que, diferente dos produtores estrangeiros de biodiesel que utilizam metanol no seu processo de produção, um combustível de origem fóssil geralmente obtido a partir do carvão mineral, na produção do biodiesel brasileiro o metanol será substituído por etanol, um combustível renovável.

2.1. Etanol

Esse é o produto ligado às mudanças climáticas que o Brasil possui a maior competitividade no mercado internacional, e com possibilidades de atrair parcerias para a expansão da cultura de cana em outros países de tal maneira que com o aumento da produção mundial, o etanol venha a consolidar a sua condição de *commodity*.

Apesar dos excelentes resultados alcançados, o setor ainda tem muito espaço para desenvolvimento, particularmente em relação à melhoria genética da cana com a oferta de variedades específicas para as várias regiões e ambientes de produção. Para isso, é preciso completar o seu mapeamento genético. É também necessário o desenvolvimento de tecnologias para a produção em larga escala de mudas sadias. Na produção da cana existe demanda por inovações tecnológicas que promovam a utilização mais eficiente de ferti-irrigação com vinhaça, por novos sistemas de irrigação, por tecnologias para colheita de cana sem queima dos canaviais e por melhoria e integração de sistemas de informática para planejamento e controle da produção. No processo industrial, o desenvolvimento de tecnologias para a recuperação da palha a baixo custo (menos que US\$ 1/GJ), para o aumento da capacidade de co-geração e o aumento da eficiência energética de forma a reduzir o consumo interno de energia.

Relativo à produção de etanol, identifica-se como um novo processo, com grande possibilidade de reduzir os custos de produção, a hidrólise de lignocelulósicos e, em particular, a utilização de processos catalisados por enzimas. Também o custo da produção pode ser reduzido, conseguindo-se aumentar a produção desenvolvendo-se novos mercados para os produtos de sacarose como plásticos, solventes, aminoácidos. É possível ainda promover o desenvolvimento de novos usos para o etanol. Nesse caso, as atividades mais promissoras são: as misturas com diesel para motores alternativos, a utilização de etanol em células a combustível,

seja com uso de reformador ou com alimentação direta, e a utilização de etanol na produção de biodiesel.

O Centro Tecnológico da Cooperativa de Produtores de Cana-de-açúcar, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo (Copersucar), a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) são algumas das instituições trabalhando nessas atividades.

2.2. Biodiesel

A meta desejada é a de reduzir os custos de produção de biodiesel, utilizando etanol como reagente, a valores equivalentes ao da produção de diesel. Essa redução de custo não se restringe somente ao processo industrial, mas também no custo da produção do óleo vegetal, e no desenvolvimento de novas utilizações comerciais para o subproduto glicerina, aumentando assim a receita do processo. Também surgem como oportunidades de maior longo prazo o desenvolvimento de novas rotas de produção de biodiesel por meio de catálise heterogênea e enzimática e craqueamento do óleo vegetal.

Vale salientar o esforço que está sendo feito pela sociedade brasileira para efetivamente criar um grande programa de produção e uso de biodiesel no Brasil, existindo uma forte articulação entre os vários atores envolvidos nessa cadeia produtiva. Os agentes governamentais estão coordenados pelo Comitê Interministerial para o Programa Brasileiro de Biodiesel (Probiobiodiesel). As instituições de pesquisa, como o Instituto Virtual de Mudanças Globais, da

Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (Ivig/Coppe/UFRJ), o Instituto de Tecnologia do Paraná (Tecpar), e o Laboratório de Desenvolvimento de Tecnologias Limpas, da Universidade de São Paulo (Ladetel/USP) estão participando da proposição de ações. Existe o envolvimento do setor produtivo por intermédio da Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (Abiove) e as grandes empresas energéticas do Brasil possuem ações nesse tema. A Eletrobrás desenvolve um programa na Amazônia para deslocamento do consumo de óleo diesel em localidades isoladas, e a Petrobras pretende operar em 2005 uma planta de produção de biodiesel no Nordeste.

3. Geração de eletricidade para os sistemas interligados

3.1. Biomassa energética

A utilização da biomassa para fins energéticos não possui ainda um inventário completo da localização e dos volumes disponíveis para serem utilizados. Torna-se então necessário a elaboração de um levantamento que indique o tipo de biomassa, com a sua caracterização técnica, quantidades anuais de material disponível e sua localização em relação à rede elétrica. Esse material permitirá a identificação de quais regiões são prioritárias para exploração e atuaria como elemento orientador tanto para empresários como para os programas de governo.

Duas tecnologias se mostram mais viáveis de implementação no Brasil: a queima direta e a gaseificação. A primeira já possui uma capacidade nacional para projeto e fabricação de equipamentos bastante desenvolvidos e, com a implantação do Proinfa, deverá naturalmente buscar a excelência em nível mundial. Quanto à gaseificação de biomassa, a tecnologia está em estágio pré-comercial. A vantagem dessa tecnologia é que torna o processo de conversão da biomassa em energia elétrica mais eficiente, com equipamentos mais compactos, dando mais flexibilidade de operação a planta. Após a gaseificação da biomassa, o gás pode ser usado para queima em um forno, como gás de síntese e/ ou como combustível para um motor alternativo ou turbina a gás. Os principais projetos envolvendo grandes potências, cujo objetivo é injetar energia elétrica na rede básica, são os desenvolvidos pela Chesf e pela Copersucar, com apoio do GEF. O primeiro está pronto para implementar a planta industrial, mas está sendo abandonado, e o segundo recentemente concluiu os estudos e elaborou o projeto básico para uma planta demonstrativa.

3.2. Aerogeradores

O Brasil domina o processo de fabricação de pás de grandes aerogeradores, mas não domina a tecnologia e processo de fabricação de sistemas de controle do passo da pá, do gerador, da transmissão e do controle de processo. Com a instalação da primeira fase do Proinfa, o qual demanda por um razoável índice de nacionalização dos equipamentos dos parques eólicos, aportará no Brasil uma grande quantidade de tecnologias e processos de

fabricação podendo dar início à capacitação do nosso parque industrial, mas sem incorporar informações ao conhecimento nacional. Surge então uma oportunidade para que esse conhecimento seja internalizado no país, criando capacidade nacional de gerar novos produtos e dar sustentabilidade de longo prazo aos projetos instalados no país, permitindo aproveitar as nossas vantagens comparativas como suporte para uma atuação competitiva no mercado internacional. Cita-se aqui como referência no assunto o Centro Brasileiro de Energia Eólica (CBEE), a Universidade Federal do Pará (UFPA) e a Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig). O MCT, com recursos do CT-Energ, vem apoiando a inovação nessa área, por meio da Rede Brasil Tecnologia.

3.3. Pequenas centrais hidrelétricas

Devido à potência pequena dessas centrais, limitadas à 30MW, o custo da energia gerada é alto, causando uma redução de competitividade quando comparado com outras tecnologias de geração disponíveis no Brasil. A redução do custo da energia gerada de PCHs passa necessariamente pela automação das plantas, seja parcial ou total, de maneira que seja gerida à distância, reduzindo os custos de manutenção e operação alocada na unidade. Apesar de existir disponibilidade no Brasil dessa tecnologia, ela precisa ter seus custos reduzidos. As instituições atualmente envolvidas nisso são a Universidade Federal de Itajubá (Unifei), o IME, a Eletronorte e a Cemig.

A tendência é que os futuros aproveitamentos hidráulicos demandem por turbinas hidráulicas de alta vazão e baixa queda. Apesar dessa tecnologia ser ofertada no Brasil por somente um fabricante, é totalmente importada. É necessário então promover a internalização e a disseminação do conhecimento para permitir a redução do preço. As instituições que estão trabalhando no tema são a UFPa, o IME, a Universidade de Brasília (UnB), a Betta Hidroturbinas e a Alston.

3.4. Co-geração e geração distribuída

O custo do investimento inicial é um obstáculo para a implantação de projetos de co-geração quando o combustível é gás. Como já explicitado anteriormente, o Brasil não fabrica turbinas a gás, nem motores alternativos adaptados, apesar de possuir a maioria das condições tecnológicas e industriais para fazê-lo. Acrescente-se a isso a dificuldade de comercialização da energia excedente e a insegurança do suprimento de energia de *back-up*.

Com o investimento adequado na criação de uma capacidade brasileira nessas tecnologias, é possível viabilizar num curto espaço de tempo a fabricação desses equipamentos a um custo menor que o hoje praticado pelos importadores atuando no Brasil. Dar início o quanto antes no processo de capacitação é um imperativo pois coincide com o início das ações empresariais da Petrobras para ampliação e consolidação do mercado de gás natural. Isso implicaria em ações simultâneas e complementares de desenvolvimento tecnológico com criação de mercado consumidor. As principais instituições envolvidas nessa esfera são: UnB, Unifei, Pontifícia Universidade Católica do Rio

de Janeiro (PUC-RJ), ITA, USP, Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), Centro de Tecnologias do Gás (CTGás), e Petrobras, Bardella, Nuclep, Stamac, entre outras empresas.

Uma alternativa futura bastante promissora para a geração distribuída é o uso de células a combustível. O MCT e o Ministério de Minas e Energia (MME) estão imbuídos em promover esse desenvolvimento com os recursos do CT-Energ. As principais instituições envolvidas no processo são a Unicamp, a Coppe/UFRJ, o Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (Lactec), o Centro de Pesquisa de Energia Elétrica (Cepel), o Instituto Nacional de Tecnologia (INT) e a Petrobras, além de empresas que produzem células no Brasil, como a Eletrocell e Unitech. Sediado na Unicamp está o Centro Nacional de Referência em Energia do Hidrogênio (Ceneh), que tem por objetivo aglutinar informações e propor ações de desenvolvimento tanto na produção de hidrogênio quanto no seu uso final. As ações de maior envergadura em andamento no Brasil são a planta de produção de hidrogênio da Cemig e o projeto de instalação de ônibus movidos por células hidrogênio trafegando regularmente na grande São Paulo executado pela Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos (EMTU), de São Paulo, que dispõe também de recursos do GEF.

Como pode ser observado pelo descrito no parágrafo anterior, o Brasil já possui uma massa crítica na área de produção e uso de hidrogênio que o qualifica para participar das ações internacionais, tanto para troca de informações quanto para o desenvolvimento de produtos. Alie-se a isso o fato que existe um esforço internacional para a

criação de uma infra-estrutura para a comercialização de hidrogênio a partir do ano 2020. É necessário que o Brasil tenha programas nacionais para a promoção dessa tecnologia. Com esse intuito o MME está envolvido nessa parceria internacional para a economia do hidrogênio no Brasil, e o MCT elaborou um programa para promover o desenvolvimento de células denominado de Programa Nacional de Sistemas com Células a Combustível com o apoio financeiro do CT-Energ.

4. Geração de eletricidade para os sistemas isolados

As localidades da Amazônia Legal que não estão conectadas à rede básica de transmissão de eletricidade do Brasil constituem os sistemas isolados. Esses sistemas são os principais consumidores brasileiros de combustíveis fósseis, principalmente óleo diesel, na geração de energia elétrica, e em muitos casos, de maneira ineficiente. Para essa atividade, os combustíveis são fortemente subsidiados pelas tarifas de energia elétrica. Com a implementação do programa nacional de universalização do acesso e uso de eletricidade, existe uma tendência para que a demanda de óleo diesel nesses sistemas aumente. Isso cria uma grande oportunidade de negócios, que é a utilização de fontes energéticas locais para a geração, sejam as renováveis, seja o gás natural, em substituição aos combustíveis fósseis. Em muitos casos, a geração com fontes locais pode ser feita a custos competitivos com os da geração com diesel, pois a logística de transporte de diesel e a manutenção das centrais térmicas são muito dispendiosos.

Ciente de que o advento do Programa Luz para Todos nos sistemas isolados irá demandar tecnologias de geração de eletricidade a partir de fontes renováveis locais e de pequena potência e mecanismos de gestão ainda inovadores na região, o MME em conjunto com o MCT, por intermédio do CT-Energ, lançaram edital para implantar plantas demonstrativas, sustentáveis técnica, econômica e ambientalmente. Os 21 projetos selecionados por meio de edital CNPq/MME/CT-Energ serão os primeiros demonstradores dessas tecnologias em nível pré-comercial.

Projetos MDL nessa região, além de promover a agregação de renda à produção local e contribuir para o seu desenvolvimento sustentável, propiciará a redução de emissão de poluentes locais e a redução do volume de subsídio à geração nos longos prazos. Por outro lado, as tecnologias a serem empregadas devem ser adaptadas às condições climáticas, geográficas, e sociais da região, ou seja, devem operar eficientemente sob larga variação de temperatura (15 a 40°C), em altos níveis de umidade relativa do ar, requerendo baixa manutenção, e de preferência, utilizando recursos humanos locais para a sua operação e manutenção. Acrescente-se a tudo isso a necessidade de serem resistentes à ação de pragas e insetos típicos do ambiente das florestas úmidas.

Abaixo segue a relação de tecnologias, por ordem decrescente de maturação, com as suas necessidades de desenvolvimento científico e tecnológico.

4.1. Queima direta de biomassa

Esse sistema gera energia com a queima de resíduos de biomassa decorrentes de processos agrícolas ou agro-industriais. O calor da queima é utilizado para produzir vapor de água que é expandido em uma turbina para gerar eletricidade. A indústria brasileira já domina toda a cadeia produtiva dos equipamentos necessários nesses sistemas, mas por motivos econômicos, a menor potência fabricada é de 300 kW (TGM Turbinas, localizada em Sertãozinho, São Paulo). Essa potência é alta para a maioria das comunidades isoladas. Para potências menores, os motores *Stirling* possuem o potencial de serem mais eficientes a um custo por kW menor. Tanto o domínio tecnológico quanto o domínio do processo de fabricação ainda está em fase inicial de desenvolvimento no Brasil, apesar de disponível em algumas regiões do mundo. Já existem ações coordenadas no Brasil entre institutos de pesquisa, governo, e empresas para recuperar o terreno perdido, motivado pela abertura do mercado de geração isolada. Participam desse esforço a Cemig, Unifei, Eletroacre, e empresas privadas produtoras de bens de capital, utilizando recursos financeiros do MME e do CT-Energ.

4.2. Micro e minicentrals hidrelétricas

O principal óbice para essas centrais é a identificação de locais onde as centrais possam ser construídas a uma distância economicamente viável para distribuir a eletricidade nas comunidades isoladas vizinhas. É necessário fazer levantamento que conjugue informações hídricas e topográficas, com a localização

de centros de carga, assim como informações sócio-econômicas. Esse material permitiria a identificação de quais locais seriam prioritários para receber plantas hídricas de geração e atuaria como elemento orientador, tanto para empresários, como para os programas de governo.

As características hídricas e topográficas da maior parte da região amazônica demanda turbinas de alta vazão e baixa queda, do mesmo tipo descrito no item 3.3.

4.3. Pico centrais elétricas

A dispersão populacional na Amazônia é um complicador para o atendimento das demandas elétricas. Os consumidores estão em pequenos agrupamentos (1-20 casas), isolados na floresta e com atividade econômica. A potência necessária para atender esses consumidores não excede a 50 kW. Essa realidade geográfica e elétrica torna o atendimento por extensão de rede elétrica economicamente impossível e como solução tradicional o uso do gerador diesel. Esse meio é insatisfatório pois pequenos volumes de óleo diesel necessitam ser transportado por grandes distâncias encarecendo significativamente o preço final do combustível. Estima-se que o tamanho desse mercado esteja entre 50 a 100 MW.

A geração com fontes locais encontra aqui um verdadeiro nicho de mercado, mas a disponibilidade de tecnologias que gerem potências tão pequenas, de maneira eficiente e robusta, e demandando pouca manutenção, é muito restrita. Em ordem decrescente de maturação tecnológica, as tecnologias são turbinas hidráulicas, painéis

fotovoltaicos, turbinas hidrocínéticas, aerogeradores, gaseificadores, motores *Stirling* e células a combustíveis.

A indústria internacional de sistemas fotovoltaicos está em crescimento explosivo tendo como estratégia de desenvolvimento a utilização de um mercado nacional como plataforma para as indústrias participarem das oportunidades internacionais. Essa estratégia tem se demonstrado eficiente a tal ponto que todos os painéis fotovoltaicos disponíveis no Brasil são fabricados no exterior, exceto os não competitivos da Heliodinâmica. A indústria fotovoltaica já reconhece como óbice futuro ao seu crescimento a disponibilidade de silício grau solar, sendo o Brasil o maior exportador mundial de silício metalúrgico. Levando isso em conta, surgem então para o Brasil duas oportunidades únicas para a sua inserção nesse mercado. A primeira é aproveitar o programa de universalização como esteio inicial para fomentar no Brasil a criação de um parque fabril competitivo de sistemas fotovoltaicos, capaz de disputar o mercado internacional, e a segunda é fomentar no Brasil a instalação de indústrias de beneficiamento do silício metalúrgico, para alcançar o grau de pureza solar. Em relação à primeira oportunidade, algumas instituições que estão trabalhando nessa área são: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo (IEE/USP), Universidade Federal de Pernambuco (UFPe), Laboratório de Energia Solar e Controle Térmico (Labsolar) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Universidade Salvador (Unifacs), Instituto de Desenvolvimento

Sustentável Mamirauá (IDSM), UFPa, e Centro de referência em Energia Solar e Eólica Sergio de Salvo Brito (Cresesb), situado no Cepel. Sobre a segunda oportunidade, algumas das instituições que estão trabalhando no assunto são: IPT, Instituto Militar de Engenharia (IME) e Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (Cetec).

As turbinas hidrocinéticas, ou seja, turbinas hidráulicas que aproveitam somente a energia cinética dos rios sem a necessidade da construção de barragens, são uma opção interessante para potências na faixa entre de 0,5 até 5 kW, o que pode atender até 5 domicílios ribeirinhos. Essa tecnologia está em fase pré-comercial, com alguns protótipos já instalados na região de Correntina, Oeste da Bahia, e com previsão de instalação de unidades demonstrativas na Amazônia, em particular no Estado do Amapá, no contexto do Edital CNPq/MME/MCT-CTEnerg. Os limitantes dessa tecnologia estão no limite inferior de velocidade da água do rio, que tem que ser maior que 0,8 metros por segundo (m/s), e na eficiência da performance de longa duração dos equipamentos. As instituições que estão trabalhando no tema são a UnB, Unifei, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), UFPa e Centro Nacional de Referência em Pequenas Centrais Hidrelétricas (CERPCH).

4.4. Óleos vegetais

A produção de biodiesel por transesterificação consiste em um processo químico controlado, significando a necessidade de mão de obra qualificada. Também precisa de um álcool nesse processo, o que implica em transportá-lo para o local da planta de produção

de biodiesel, acarretando os mesmos inconvenientes do transporte de óleo diesel na Amazônia. Por outro lado, essa região é rica em oleaginosas, detém o conhecimento de manutenção e operação de motores diesel e possui todos os equipamentos para produção de óleo e sua utilização na geração de eletricidade com recursos da própria região. O principal problema com motores diesel consumindo diretamente óleos vegetais é a redução dos tempos de manutenção, devido à carbonização das partes quentes, e à formação de lacas e gomas nas partes frias. O Cepel demonstrou que é possível estender o tempo entre as manutenções requeridas por motores diesel operando com óleos vegetais fazendo alterações relativamente simples nos motores e o *Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD, www.cirad.fr)* demonstrou que, com a utilização de pré-câmaras de combustão, a operação é similar aos motores usando óleo diesel. Um motor desse tipo sem dúvida poderá ser bastante demandado pelas concessionárias de energia elétrica da Amazônia, no atendimento das suas metas da universalização. No entanto, além do produto tecnológico, é necessário o desenvolvimento de modelos de gestão que garantam a sustentabilidade técnica, econômica e ambiental dessas centrais.

4.5. Gaseificação de biomassa

O uso de gaseificadores de pequena potência tem como nicho o atendimento de consumidores isolados da rede de distribuição de energia elétrica. Nesse caso, o tipo de biomassa a ser gaseificada se trata de resíduos de produção agrícola, extrativista e de serrarias.

Esses sistemas propiciariam a redução do uso de óleo diesel, mantendo o uso de motores alternativos, tecnologia essa robusta e largamente difundida no país. As atividades em andamento no Brasil concentram-se na nacionalização da tecnologia de gaseificadores indianos, visando fazer evoluir a tecnologia e transferi-la para o setor produtivo. Os trabalhos estão sendo desenvolvidos pelo Centro Nacional de Referência em Biomassa (Cenbio), pelo IPT, pela Universidade Federal do Amazonas (Ufam), pela Unifei e pela UFPa.

Assim sendo, aqui existe oportunidade por desenvolvimento de grupos geradores com gaseificadores, bem como adaptação de motores diesel para consumirem gás, pois esses motores são mais eficientes e robustos que os motores do ciclo *Otto*. Motores diesel consumindo gás proveniente de biomassa para gerar eletricidade de qualidade é um desafio por si só. Dependendo da composição da biomassa, a composição do gás varia, gerando a necessidade de compensação da capacidade calorífica da mistura gasosa pela variação na adição de óleo diesel ou biodiesel. Sistemas eletrônicos precisam ser desenvolvidos para fazer esse ajuste eficientemente. Como nos demais casos, além do produto tecnológico, é necessário o desenvolvimento de modelos de gestão que garantam a sustentabilidade técnica, econômica e ambiental dessas centrais.

4.6. Células a combustível

Os maiores obstáculos à geração nos sistemas isolados são o transporte do combustível, a operação da planta e a sua manutenção, tudo a um custo compatível com a capacidade de

pagamento das comunidades atendidas, de maneira a reduzir a necessidade de subvenção. As células a combustível podem utilizar combustíveis locais, como os gases oriundos da gaseificação de biomassa, o álcool, e o gás natural. As células podem ser operadas remotamente e, como não possuem peças móveis, demandam pequena manutenção que em grande parte pode ser feita remotamente. O custo e a potência são os limitantes dessa tecnologia. O tipo de célula que mais se presta para esse tipo são as de óxido de sódio onde a tecnologia hoje só é capaz de produzir equipamentos com potência de 500 W. Precisam-se aqui investimentos, para aprimorar a tecnologia, tanto das células em si quanto de reformadores de álcool e gás natural.

5. Resíduos rurais

Nesse campo, duas oportunidades de negócio sobressaem. A primeira é a utilização dos resíduos animais, principalmente da suinocultura e da indústria leiteira, e a segunda é a utilização de resíduos agrícolas como casca de arroz, palha de cana-de-açúcar, soja, manejo florestal, cacau e outras plantações, em grande escala.

5.1. Resíduos animais

Biodigestores de alta performance podem ser utilizados para o evitar o lançamento de metano pelos resíduos da suinocultura, particularmente importante no Estado de Santa Catarina, e ao mesmo tempo agregar valor à produção local, e adicionalmente resolver problemas ambientais. O resíduo produz biogás, que é combustível

na geração de eletricidade utilizando motores diesel. O gerador é conectado à rede elétrica para venda do excedente da geração e o empreendimento também gera receita com a comercialização do adubo produzido pelo biodigestor. Sistemas desse tipo constituem uma evolução dos biodigestores utilizados com baixo sucesso nos anos 70. Apesar dessa nova geração de biodigestores estar difundida com sucesso na Europa, ainda não se encontra disseminada no Brasil.

O trabalho aqui consiste em otimizar e automatizar ao máximo todos os processos de um sistema biodigestor. A coleta de material deve evitar ao máximo o uso de recursos humanos e utilizar as etapas regulares do manejo animal para reunir os dejetos. A mistura deve escoar para um tanque de coleta onde os parâmetros da mistura são padronizados antes de entrar no biodigestor. Neste, a temperatura deve ser controlada por meio de serpentinas por onde escoar o calor de rejeito do motor. O gás produzido no biodigestor é limpo com a remoção de umidade e enxofre antes de ser aspirado no motor diesel. Motores do ciclo diesel devem ser utilizados preferencialmente devido à maior eficiência e robustez, mas precisam ser desenvolvidos para produzirem energia elétrica de qualidade, apesar da flutuação na composição dos gases do biodigestor. Devido à flutuação na composição da mistura dos gases que afetam no funcionamento do motor, óleo diesel deve ser adicionado ao gás em proporções variáveis dependendo da composição do biogás. Como no caso de motores operando com gaseificadores, o desenvolvimento do grupo-gerador é um desafio em si só. Ele não deve ser um motor originalmente diesel e então adaptado, mas sim um motor otimizado para consumir gás,

com sistemas de controle do combustível adequado de maneira a maximizar a eficiência do sistema como um todo. Os calores de rejeito, tanto dos gases de exaustão quanto do sistema de refrigeração devem ser utilizados tanto no controle do processo do biodigestor quanto na planta de beneficiamento da produção de adubo. Algumas instituições já estão trabalhando no desenvolvimento de tal sistema no Brasil. Exemplos são Embrapa, Lactec, Unicamp e UnB.

A utilização de turbinas a gás de micro e pequeno porte são desejáveis em sistemas com maiores produções de biogás. Essas turbinas reduzem o custo de operação e manutenção e podem operar continuamente por longos períodos. Seu calor de rejeito, com temperatura mais alta que no caso dos motores diesel, também pode ser utilizado no processo industrial, e o espaço físico necessário para a casa de máquinas é menor. O Brasil não fabrica essas turbinas, o que faz com que o investimento inicial desses equipamentos seja muito alto. No entanto, existem esforços por parte do MCT, MME, Petrobras e do setor industrial, como a Bardella e a Nuclep, que estão envolvidos na promoção da fabricação, tanto de turbinas de pequeno porte quanto de sistemas de apoio à sua manutenção e operação, inclusive com a fabricação de peças de reposição.

Também é necessário ajustar a legislação para facilitar, ou incentivar, a venda do excedente da autoprodução de eletricidade para as concessionárias locais, uma vez que essa fonte de recursos é fundamental para atingir o equilíbrio econômico-financeiro do empreendimento de geração.

5.2. Resíduos agrícolas

Tradicionalmente, os resíduos do beneficiamento industrial da produção agrícola são abandonados ou queimados a céu aberto, lançando na atmosfera poluentes e gases de efeito estufa. Exemplos desse tipo de prática são a palha da cana-de-açúcar e da casca de arroz, resíduos de serraria e de manejo florestal, entre outros.

O desafio aqui é mais uma vez tanto tecnológico quanto de modelos de gestão que permitam a coleta dos resíduos em volumes suficientes para justificar uma planta de geração de eletricidade vendendo energia para a rede a valores competitivos e que viabilizem economicamente o empreendimento. Buscam-se equipamentos agrícolas que possam coletar os resíduos no campo a baixo custo, veículos energeticamente eficientes que possam transportar os materiais por distâncias maiores, com pouco ou nenhum lançamento de poluentes, e processos de transformação mais eficientes.

No caso de geração de energia, a tecnologia mais madura é a queima direta, mas as perspectivas indicam uma mudança para o uso da liquefação e da gaseificação da biomassa. A dificuldade do uso da biomassa energética é o seu transporte até a planta de geração. Devido ao fato dela ser sólida, a densidade energética do transporte é pequena. A produção, a partir da biomassa, de bio-óleo, gasolina e diesel, é tecnicamente viável, mas precisa de investimento em plantas demonstrativas em escala pré-comercial, para a introdução dessa tecnologia no mercado. Instituições que estão trabalhando nessa direção são a Copersucar, Unicamp e a UFRGS.

A gaseificação possui a vantagem de dar maior rendimento ao ciclo energético. Enquanto uma planta com tecnologia de queima direta alcança eficiência em torno de 20%, a gaseificação permite o uso de turbinas a gás e motores diesel em ciclos de co-geração que possuem eficiências muito maiores. Esses motores de combustão interna podem também ter seus calores residuais utilizados em processos industriais, plantas de co-geração, que elevam o rendimento térmico do sistema para valores acima de 80%. Para isso ser viável, é preciso que se venha a dominar no Brasil os processos de gaseificação, bem como a produção de motores em ciclo diesel que eficientemente queimem o gás e a produção de turbinas a gás que possam operar com os gases da biomassa. A necessidade de desenvolvimento tecnológico em motores diesel e turbinas a gás é a mesma descrita no item de utilização de resíduos animais. Instituições que estão trabalhando com nessas atividades são o IPT, Centro Técnico Aeroespacial (CTA), UnB, Unifei, e Centro de Tecnologia da Copersucar.

Um grande inconveniente no processo de gaseificação de biomassa é o fato que os seus gases possuem um baixo poder calorífico, pois sua composição possui altos teores de monóxido de carbono (CO), hidrogênio (H₂) e vapor d'água (H₂O). O desenvolvimento de processos químicos que permitam a conversão desse gás de síntese para gás metano utilizando catalisadores promoveria uma ampliação nas opções de uso dos gaseificadores. Além de aumentar a densidade energética dos gases, e permitir a utilização em motores convencionais, possibilitaria a sua comercialização no mercado de gás natural, seja para fins de geração de eletricidade, calor ou transporte.

6. Resíduos sólidos urbanos

Conforme descrito no estudo 4 sobre aterros sanitários, os dois principais processos de aproveitamento econômico de resíduos sólidos urbanos (RSU) são a reciclagem e a transformação dos resíduos, que existem consorciados. A reciclagem está ligada à eficiência energética e tem como principal dificuldade tecnológica o desconhecimento do coeficiente térmico de reciclagem de cada material. Fora isso, a eficiência da reciclagem está ligada à definição de modelos de gestão nos sistemas de separação. Já o processo de transformação possui desafios tecnológicos em todas as quatro principais opções de geração de eletricidade. Essas são: o uso direto do gás produto dos RSU, a queima direta dos RSU, compostagem seca anaeróbia e pré-hidrólise ácida. Abordaremos a seguir as principais necessidades de aprimoramento do conhecimento desses processos para incrementar a implantação de projetos MDL.

6.1. Queima direta do gás de lixo

Nos aterros sanitários acontece a decomposição da matéria orgânica presente nos RSU de maneira anaeróbica, gerando um biogás com conteúdo médio de 50% de metano. Esse gás por ser rico em metano, é um excelente combustível e pode ser utilizado diretamente em processos de combustão ou misturado com o gás natural. Nesses, a necessidade é de aprimoramento tecnológico buscando-se a redução dos custos dos equipamentos. O Brasil não detém o conhecimento de motores de combustão interna especificamente projetados para consumir gás e acoplados a geradores elétricos. O

Brasil sabe adaptar motores alternativos no ciclo *Otto*, que originalmente foram projetados para consumir gasolina, para consumir gás. Essa adaptação torna o processo ineficiente, resultando numa combustão incompleta, levando os motores a lançar metano na atmosfera e ter sua vida útil reduzida devida à elevação das suas temperaturas de operação.

Além disso, motores do ciclo *Otto* não são os mais indicados para geração de eletricidade. O mais apropriado são os motores de ciclo diesel por serem mais simples, robustos e mais eficientes. Para que um motor diesel venha a consumir gás é preciso que tenha um sistema de alimentação que misture um percentual de diesel que atuará na ignição da mistura dentro da câmara de combustão. Uma vez que um sistema de alimentação e controle seja desenvolvido, esse pode vir a ser utilizado pelos fabricantes de grupos geradores. Vale salientar que essa tecnologia não seria útil somente para a gás de RSU, mas para o uso para gás natural, gás de gaseificadores de biomassa e biogás.

No caso do gás de RSU vir a ser utilizado num processo de co-geração com potência elétrica superior a 1 MW, as turbinas a gás utilizadas são mais compactas, de menor custo, e de maior facilidade de operação e manutenção. Nos anos 80, o Brasil teve um forte desenvolvimento na capacidade de projeto e fabricação de turbinas a gás, culminando com a fabricação de 70 turbinas a gás para o então Ministério da Aeronáutica numa planta fabril denominada Selma em Petrópolis. Nos anos 90, com a privatização da Selma para a GE, a capacidade instalada foi desmobilizada e hoje só existe

no país capacidade de manutenção. Projetos que venham a usar turbinas a gás têm a viabilidade econômica comprometida pois as turbinas importadas são caras, e mais caro ainda são as peças de reposição e a manutenção propriamente dita. Por outro lado, o desenvolvimento da capacidade de projeto e fabricação de turbinas a gás no Brasil possui um enfoque estratégico, pois pode reduzir os seus custos de investimento e ter repercussões nos setores de geração descentralizada de energia elétrica, exploração de petróleo, aeronáutica e escoamento de gás natural. Existe um esforço do MCT, via fundos setoriais, com envolvimento de diversas instituições públicas e privadas, tais MME, Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), PUC-RJ, USP, Unifei, UnB, Petrobras, Eletrobrás, Bardella e Nuclep, habilitando o Brasil a projetar e fabricar turbo-geradores de pequeno porte, 1-10 MW, para que o seu custo seja reduzido e venha a viabilizar esse tipo de planta.

Outra alternativa para a geração de eletricidade com gás de RSU é a utilização de células a combustível. O tipo de tecnologia em situação pré-comercial é utilizando membrana PEM e, para potências de até 10 kW, já existem fabricantes no Brasil. Um desafio aqui é desenvolver o reformador para transformar metano em dióxido de carbono e hidrogênio. O hidrogênio alimenta a célula a combustível gerando eletricidade. Outros desafios são aumentar a potência máxima fabricável no Brasil e reduzir seus custos. Conforme descrito no item células a combustível nos sistemas isolados deste estudo, várias ações estão em andamento coordenadas pelo MCT e MME, com apoio dos fundos setoriais.

6.2. Queima direta do resíduo sólido urbano

O ponto crítico que precisa ser dominado é como evitar que os gases residuais do processo de combustão, bastante agressivos e poluentes, não corroam os equipamentos e poluam a vizinhança da planta de geração. Isso é tecnicamente viável e já existem fornalhas fora do Brasil com combustão em ambiente controlado que permitem a destruição até de compostos de armas químicas. Essa mesma tecnologia pode ser utilizada para processar os RSU, gerando calor para vaporizar a água e injetar o vapor numa turbina. Vale salientar que o Brasil já domina o processo de fabricação de todos os equipamentos de um sistema a vapor para geração de eletricidade, faltando somente o desenvolvimento de caldeira que seja capaz de queimar o material orgânico do RSU sem lançar dioxinas e furanos na atmosfera. O ponto aqui é incentivar a internalização da tecnologia de caldeiras com duas câmaras de combustão utilizando a capacidade instalada nas instituições de pesquisa e no parque industrial brasileiro. Instituições com capacidade instalada para trabalhar no tema são a Unifei, UFPa e Coppe/UFRJ. Existem algumas iniciativas empresariais em Campo Grande no Mato Grosso do Sul e Vitória no Espírito Santo.

6.3. Compostagem seca anaeróbia

A coleta seletiva de resíduo orgânico urbano, com posterior decomposição em biodigestores industriais na ausência de oxigênio, evita a existência de aterros sanitários. Sendo o resíduo orgânico separado do resíduo inorgânico, pode ser processado em plantas

industriais que promovem a decomposição da biomassa em gás metano e adubo. O gás metano é utilizado como combustíveis em motores de combustão interna, gerando eletricidade que pode ser vendida para a concessionária e o adubo pode ser comercializado para uso em áreas urbanas e de periferia. Existe também a possibilidade do biogás ser adicionado à rede urbana de gás natural.

6.4. Pré-hidrólise ácida – BEM

Aqui o objetivo é desenvolver as tecnologias dos materiais lignocelulósicos (madeira, bagaço de cana, capim, resíduos agrícolas, parte orgânica do lixo etc) e de digestão material (monazita, zirconita, etc.). Nesse programa, as biomassas são transformadas em dois produtos: a celulignina utilizada como combustível, ração animal e madeira sintética, entre outros produtos, e o pré-hidrolisado (solução de açúcares), usado em produtos químicos tais como furfural, álcool, xilitol que apresentam valor de mercado.

Nessa tecnologia, a biomassa presente nos resíduos sólidos é picada e compactada no silo. Uma rosca helicoidal comprime a biomassa dentro de um reator piloto (com cerca de 1m³). Os dois produtos fundamentais dessa reação são: uma parte hidrolisada sólida (a celulignina) e uma parte líquida pré-hidrolisada (solução de açúcares que foi digerida no processo).

7. Florestas e reflorestamentos

Na última década, esse setor experimentou um salto tecnológico surpreendente que resultou no aprimoramento de técnicas de implantação, manejo e exploração. Como consequência disso, em 2000, o setor de papel e celulose tinha toda a sua matéria-prima proveniente de reflorestamento, e a sua área plantada para produção de carvão vegetal saltou, em uma década de 34% para 72%. O Brasil passou a ter uma das melhores produtividades do mundo com relação a florestas de eucaliptos, 36 m³/ha.ano com possibilidade de alcançar 56 m³/ha.ano. Todo esse desenvolvimento qualifica igualmente o setor para a exploração sustentada de florestas nativas, ou seja, o aproveitamento da sua biomassa sem promover o desflorestamento.

Apesar dos fatos acima serem relevantes, as atividades desse setor não exploram adequadamente o uso energético da biomassa, o que causa uma dicotomia entre a capacidade de oferta de biomassa com as necessidades específicas do setor energético. Apesar disso, os valores de produtividade são muito favoráveis e podem viabilizar florestas energéticas. Conseqüentemente, a oportunidade que aqui surge é o desenvolvimento genético de espécies (inclusive o desenvolvimento de culturas de mais rápido crescimento que propiciem cortes em curto período de tempo), de técnicas, de processos e de equipamentos de produção específicos para atender as especificidades do uso energético, como por exemplo, a complementação da sazonalidade de diferentes culturas energéticas para garantir o suprimento de combustível durante todo o ano.

A indústria de ferro e aço demanda por carvão no seu processo produtivo e o mais utilizado é o carvão mineral, coque. O carvão vegetal pode substituir com vantagem o carvão mineral mas, no Brasil, o primeiro tem 28% da sua produção (2002) oriunda de florestas nativas e utilizando técnicas rudimentares na sua produção. Surge então a oportunidade de aumento da produção de carvão vegetal oriundo de florestas plantadas, mas existe a dificuldade do estágio tecnológico do processo de carvoejamento. Criam-se então grandes oportunidades para desenvolvimento de processos e produtos inovadores. Especificamente, buscam-se aqui processos mais avançados de carvoejamento com maior eficiência de conversão e menor custo, inclusive com o aproveitamento integral dos subprodutos, como alcatrão e gases residuais. Ressalta-se aqui o fato do setor siderúrgico agora buscar carvões vegetais oriundos de florestas plantadas, e produzido com técnicas eficientes e ambientalmente corretas para serem utilizados na fabricação do chamado “aço verde”. A Universidade Federal de Viçosa (UFV), a Sociedade de Investigações Florestais (SIF), a Companhia Vale do Rio Doce, e a Vallourec & Mannesmann do Brasil (V&M), estão desenvolvendo processos de carvoejamento otimizados.

Finalmente, a redução das queimadas no arco de desmatamento da região norte propicia uma redução no lançamento de gases de efeito estufa na atmosfera. O Inpa em conjunto com a UnB e instituições internacionais estão efetuando queimadas controladas no Norte de Mato Grosso para medir os teores de lançamento de poluentes e gases de efeito estufa, entre outras medidas.

8. Redução de gás *flaring* em refinarias e plataformas petrolíferas

Gás *flaring* é o gás rico em metano que é extraído associado com o petróleo dos reservatórios subterrâneos ou é resíduo dos processos de refino de petróleo. Em ambos os casos, esse gás é simplesmente lançado na atmosfera ou simplesmente queimado e os produtos da combustão lançados na atmosfera. Por um lado, esse gás é um excelente insumo, tanto para geração de eletricidade quanto para produzir gás de síntese a ser utilizado em processos químicos. O problema aqui é que normalmente os consumidores desse gás estão longe do local produtor. Por outro lado, a redução do gás *flaring* já vem mobilizando os agentes do setor e oferece também oportunidade para compor projetos MDL.

Quatro são as opções técnicas para obter tal redução: capturar e transportar o gás para o usuário final em estado gasoso ou líquido; utilizar o gás no local de produção para gerar eletricidade a ser consumida localmente, com o excedente sendo injetado na rede elétrica; reinjetar o gás no reservatório. A razão de não se aproveitar essas opções está relacionada aos custos, mas que podem ser reduzidos com a utilização de equipamentos e processos mais eficientes e que requeiram um menor espaço físico para operar. Um esforço internacional para viabilização dessas soluções está sendo liderado pelo *Global Gas Flaring Reduction Public-Private Partnership (GGFR)*.

O principal produtor de gás *flaring* no Brasil é a Petrobras. Em 1997, ela queimava aproximadamente 2,7 milhões de m³/dia nas suas unidades em terra e no mar. Com o aumento da produção de petróleo, atingiu o máximo de queima em 2001, com 6,2 milhões de m³/dia. Após acordos entre a ANP e a Petrobras, essa última iniciou esforços coordenados para minimizar o gás *flaring*, principalmente na bacia de Campos. O resultado de 2002 foi uma redução da queima, alcançando a quantidade de 5,5 milhões de m³/dia e tendo definido a meta de 2,8 milhões de m³/dia para o ano de 2006. Para alcançar esse objetivo, a Petrobras está implementando várias ações como alteração de processos, renovação ou aquisição de novos equipamentos como compressores. O Centro de Pesquisas da Petrobras (Cenpes) e a Coppe são algumas instituições de pesquisa que estão trabalhando em inovações tecnológicas no tema.

9. Alternativas de seqüestro de carbono

Além do seqüestro – considerado temporário – de carbono ligado a atividades florestais e de uso do solo, e regulado pelos dispositivos *LULUCF* do Protocolo, que demanda desenvolvimentos tecnológicos já citados em itens precedentes, relativos às atividades agro-florestais, assim como processos confiáveis de monitoramento e verificação, a área de seqüestro de carbono cobre uma vasta gama de alternativas que demandam avanços científicos e tecnológicos consideráveis.

Assim, no caso do seqüestro dito geológico, o que se procura é impedir que o carbono produzido por queima, como por exemplo

das centrais térmicas a hidrocarbonetos e carvão, seja liberado no ar. Ao invés disso, ele seria capturado em sistemas pré ou pós-combustão e armazenados em reservas geológicas (como minas de sal e poços de combustíveis fósseis esgotados), ou nos oceanos.

No Brasil, há pelo menos dois projetos em operação. Há mais de dez anos, a Petrobras injeta 250 toneladas por dia de CO₂ – vindo de uma fábrica de fertilizantes nitrogenados – em duas antigas jazidas petrolíferas no recôncavo baiano. Com a pressão exercida pelo gás, a companhia retira o petróleo residual. A tecnologia aplicada nesses locais serve para capturar o carbono emitido e reinjetá-lo até extinguir a vida produtiva do poço. Acontece que apenas uma parte do CO₂ que entra permanece retido: em um dos reservatórios, há um índice de retenção de 20%, e no outro, de 50%.

Outra alternativa é o armazenamento de carbono nos oceanos, pois os mares são absorvedores naturais do CO₂ atmosférico. O CO₂ pode ser mantido permanentemente a certas profundidades pois, sob determinadas condições de pressão e temperatura, ele é mais denso do que a água. Além do problema de captura, transporte e injeção do carbono nos oceanos, é preciso nesse caso conhecer como o gás afetaria os ecossistemas subaquáticos pois, até hoje não foram feitas experiências em larga escala, pelos custos elevados envolvidos.

Sistema institucional para tramitação de projetos

Marcelo Theoto Rocha

1. O Mecanismo de desenvolvimento limpo

Por meio do mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL), estabelecido pelo Art. 12 do Protocolo de Quioto, o Brasil pode oferecer aos países com metas de redução dos gases de efeito estufa (GEE), reduções certificadas de emissões (RCE)²⁴. Além das RCE, existem as unidades de redução de emissão (URE), as unidades de quantidade atribuída (UQA) e as unidades de remoção (URM). Todas estas unidades, mais outras unidades de outros regimes de controle climático (Ex.: Chicago Climate Exchange – CCX) podem ser definidas como “créditos de carbono”. A comercialização destes créditos cria o mercado de carbono.

²⁴ As reduções certificadas de emissões referem-se a uma unidade emitida em conformidade com o Art. 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 (CO₂), calculada com o uso dos potenciais de aquecimento global, definidos na decisão 2/CP.3, ou conforme revisados subseqüentemente, de acordo com o Art. 5 do Protocolo.

²⁵ ROCHA, M.T. Aquecimento global e o mercado de carbono: uma aplicação do modelo *Cert*. Tese (doutorado). Universidade de São Paulo, Esalq, 2003 (disponível em www.teses.usp.br).

Rocha (2003)²⁵ estimou a participação brasileira no mercado de carbono de Quioto, ou seja, no mercado de comercialização de RCE, por intermédio do modelo *Carbon Emission Reduction Trade (Cert)*. Nos cenários de referência do Modelo *Cert*, a participação brasileira no mercado de carbono chega a apenas 3,4% do mercado de RCE. Nesse cenário, em 2010, o Brasil exportaria 14,4 milhões de toneladas de carbono, gerando receita de US\$ 237 milhões ao custo de US\$ 106,3 milhões. O lucro de todos os projetos de MDL no Brasil seria de US\$ 130,7 milhões. Construindo-se cenários alternativos, a participação brasileira pode chegar a 17,8% do mercado de RCE.

No melhor cenário alternativo, para o ano de 2010, o Brasil exportaria 32,1 milhões de toneladas de carbono, gerando um receita de US\$ 525,6 milhões ao custo de US\$ 198 milhões. O lucro de todos os projetos de MDL no Brasil nesse caso seria de US\$ 327,6 milhões. A pequena participação brasileira se deve às diferenças de custos marginais de abatimento de carbono existentes entre os países, em especial Brasil, China e Índia.

Para aumentar a participação brasileira nesse mercado, torna-se fundamental criar um ambiente político-econômico e institucional que permita que projetos de MDL tenham baixos custos de transação e alta credibilidade.

2. O ciclo de um projeto de mecanismo de desenvolvimento limpo

De acordo com as regras estabelecidas nas Conferências das Partes (COP), a participação em um projeto MDL deve ser voluntária. As Partes interessadas em participar do MDL devem, em primeiro lugar, designar uma autoridade nacional designada (AND)²⁶, que será responsável pela aprovação ou não dos projetos MDL no país hospedeiro. Para que as RCE tenham validade, um projeto MDL deve cumprir com algumas obrigações (Figura 1).

²⁶ A autoridade nacional designada no Brasil é a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima www.mct.gov.br/clima.

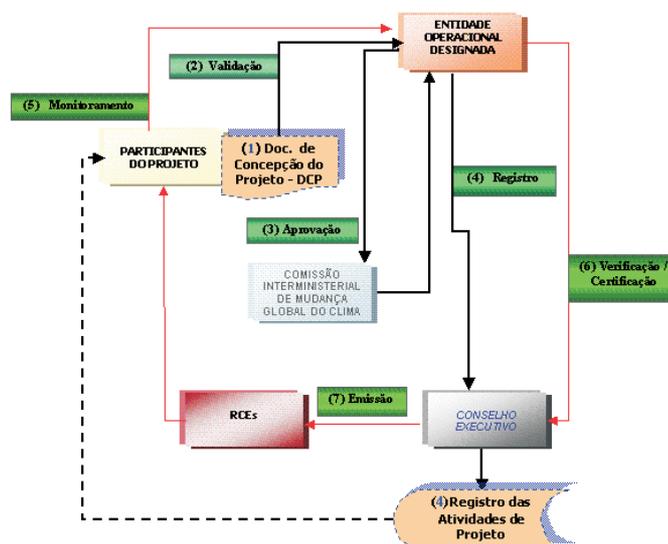


Figura 1. Ciclo de um projeto MDL (layout: Ikotema)

Na fase de configuração do projeto, os proponentes do mesmo devem estabelecer a adicionalidade e a linha de base (*baseline*) do projeto, além da metodologia de monitoramento que será utilizada para verificar o cumprimento das metas de redução de emissões e/ ou de remoção de gás carbônico, ou dióxido de carbono (CO₂), equivalente (CO₂e).

As atividades de um projeto MDL são consideradas adicionais se a emissão antropogênica de CO₂ equivalente for menor do que a que ocorreria na ausência do projeto; e/ ou se a remoção de CO₂ equivalente for superior àquela que ocorreria na ausência do projeto. A linha de base de um projeto MDL é o cenário que representa a emissão/ remoção antropogênica de CO₂ equivalente que ocorreria na ausência do projeto.

2.1. Conselho Executivo do MDL

Para auxiliar os proponentes na apresentação das informações necessárias ao exame do projeto, o Conselho Executivo do MDL desenvolveu um documento base, denominado documento de concepção do projeto (em inglês, *Project Design Document – PDD*).

O Conselho deve supervisionar o MDL, sob a autoridade e a orientação da COP/MOP²⁷. Nesse contexto, ele deve entre outros:

- Fazer recomendações à COP/MOP sobre modalidades e procedimentos adicionais para o MDL, conforme o caso;
- Aprovar novas metodologias relacionadas, *inter alia*, com linhas de base, planos de monitoramento e limites de projeto;
- Rever as disposições com relação às modalidades, aos procedimentos e às definições simplificados de atividades de projeto de pequena escala e fazer recomendações à COP/MOP;
- Ser responsável pelo credenciamento das Entidades Operacionais, e fazer recomendações à COP/MOP para a designação das Entidades Operacionais, de acordo com o Art. 12, § 5, do Protocolo de Quioto;
- Relatar à COP/MOP sobre a distribuição regional e sub-regional das atividades de projeto MDL, com vistas à identificação de barreiras sistemáticas ou sistêmicas à sua distribuição equitativa;

²⁷ COP/MOP – Conferência das Partes na qualidade de Reunião das Partes (*Meeting of the Parties*) do Protocolo.

- Tornar públicas informações pertinentes, submetidas com esse fim, sobre as atividades de projeto MDL que necessitem de financiamento e sobre investidores que estejam buscando oportunidades, para auxiliar na obtenção de financiamento para as atividades de projeto MDL, conforme necessário;
- Disponibilizar ao público qualquer relatório técnico comissionado e fornecer 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;
- Desenvolver, manter e tornar público o acervo de regras, procedimentos, metodologias e padrões aprovados;
- Desenvolver e manter o registro do MDL;
- Desenvolver e manter uma base de dados, acessível ao público, de atividades de projeto MDL, contendo informações sobre os documentos registrados de concepção do projeto, comentários recebidos, relatórios de verificação, suas decisões, bem como informações sobre todas as RCE emitidas;
- 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.

2.2. Entidade Operacional Designada

A Entidade Operacional Designada (EOD) é uma entidade jurídica (nacional ou internacional) credenciada pelo Comitê Executivo para:

- Validar as atividades de projeto MDL propostas;
- Verificar e certificar as reduções das emissões antrópicas de gases de efeito estufa por fontes;
- Cumprir as leis aplicáveis das Partes anfitriãs das atividades de projeto MDL, ao realizar as funções mencionadas no subparágrafo seguinte;
- Desempenhar uma das seguintes funções relativas a uma determinada atividade de projeto do MDL: validação ou verificação e certificação; mediante solicitação, o Conselho Executivo pode, entretanto, permitir que uma única EOD realize todas essas funções dentro de uma única atividade de projeto do MDL;
- Demonstrar que ela e seus subcontratantes não têm conflitos de interesse reais ou potenciais com os participantes das atividades de projeto do MDL para as quais tenha sido designada;
- Manter uma lista disponível para o público de todas as atividades de projeto do MDL para as quais tenha realizado validação, verificação e certificação;

- Submeter um relatório anual de atividade ao Conselho Executivo;
- Tornar públicas as informações obtidas dos participantes de projeto MDL, conforme determinado pelo Conselho Executivo.

A entidade operacional designada escolhida pelos proponentes do projeto para validar o projeto deve revisar o PDD e outros documentos relevantes, tais como comentários das partes interessadas (*stakeholders*) e possíveis impactos sócio-ambientais do projeto. A validação é o processo de avaliação independente de uma atividade de projeto por uma EOD no tocante aos requisitos do MDL, conforme estabelecido na decisão 17/CP.7 e nas decisões pertinentes da Conferência das Partes, na qualidade de reunião das Partes no Protocolo de Quioto, com base no documento de concepção do projeto. O registro é a aceitação formal, pelo Conselho Executivo, de um projeto validado como atividade de projeto do MDL. O registro é o pré-requisito para a verificação, certificação e emissão das RCE relativas a essa atividade de projeto.

Uma vez registrado o projeto passa para a fase de monitoramento. Esse monitoramento acontecerá seguindo um plano estabelecido pela metodologia e terá como resultados relatórios que serão submetidos à entidade operacional para a verificação do projeto.

A verificação é a revisão independente, periódica, e a determinação *ex post* pela EOD, das reduções monitoradas das emissões antrópicas de gases de efeito estufa por fontes que ocorreram em

conseqüência de uma atividade registrada de projeto MDL, durante o período de verificação.

A certificação é a garantia por escrito da EOD de que, durante período de tempo especificado, uma atividade de projeto atingiu as reduções das emissões antrópicas de gases de efeito estufa por fontes conforme verificado. Com a certificação, é possível solicitar do Comitê Executivo as RCE relativas à quantidade reduzida ou removida.

Nas diferentes fases de um projeto de MDL, observa-se que o papel do governo, por intermédio da Autoridade Nacional Designada, fica restrito à aprovação do projeto quanto à sua contribuição para o desenvolvimento sustentável do país. As demais fases são de responsabilidade do proponente do projeto, das EOD e do Conselho Executivo. Nesses casos, o governo não tem uma participação direta, mas pode criar condições favoráveis às operações dos proponentes e das EOD, a fim de reduzir os custos operacionais dos projetos.

3. A Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima

Cada país deverá ter a sua Autoridade Nacional Designada para o MDL, cujo objetivo principal é aprovar ou não os projetos de MDL no país hospedeiro, sob a ótica da sua contribuição para o desenvolvimento sustentável.

No Brasil, foi criada em 07 de julho de 1999 a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima, “com a finalidade de articular as ações de governo decorrentes da Convenção Quadro

das Nações Unidas sobre Mudança do Clima e seus instrumentos subsidiários de que o Brasil seja parte” (Brasil, 1999).

A Comissão é integrada por representantes dos seguintes Ministérios: Relações Exteriores; Agricultura, Pecuária e Abastecimento; Transportes; Minas e Energia; Planejamento, Orçamento e Gestão; Meio Ambiente; Ciência e Tecnologia; Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior; e Casa Civil da Presidência da República. Aos ministros da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente, cabem, respectivamente, a presidência e a vice-presidência da Comissão. São atribuições da Comissão:

- 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;
- 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;
- Definir critérios de elegibilidade adicionais aos considerados pelos organismos da Convenção encarregados do mecanismo de desenvolvimento limpo, previsto no Art. 12 do Protocolo de Quioto, conforme estratégias nacionais de desenvolvimento sustentável;

- 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;
- Realizar articulação com entidades representativas da sociedade civil, no sentido de promover as ações dos órgãos governamentais e da iniciativa privada, em cumprimento aos compromissos assumidos pelo Brasil perante a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima e os instrumentos subsidiários de que o Brasil seja parte.

Para que a Comissão possa cumprir plenamente suas atribuições e o processo de aprovação tenha a maior credibilidade possível, é necessário que todos os representantes dos ministérios na Comissão tenham conhecimento adequado sobre o tema de mudanças climáticas. Treinamentos constantes e organizados dos membros da Comissão seriam uma das formas de se garantir o bom entendimento da questão. Além disto, cada ministério deveria ter um Núcleo de Mudanças Climáticas, formado por técnicos e consultores externos. Estes núcleos trabalhariam questões não apenas de projetos de mitigação, mas também temas relacionados com impactos e adaptação.

Além disto, sugere-se que sejam criados Grupos de Especialistas por categoria de projetos, a fim de aumentar a credibilidade e dar agilidade ao processo. Estes grupos poderiam ser integrados por especialistas egressos de universidades, centros de pesquisa e até mesmo empresas privadas. Eles teriam como principal função

elaborar pareceres que embasariam as decisões da Comissão quanto à aprovação ou não de projetos.

4. Condições políticas, econômicas e institucionais para trâmite de projetos

4.1. Resolução nº 1 da Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima

No dia 2 de dezembro de 2003 a Comissão publicou no Diário Oficial da União a Resolução nº 1. Essa resolução estabelece as modalidades e os procedimentos para aprovação do MDL junto à Comissão Interministerial. Com a publicação dessa resolução, os proponentes de projetos MDL possuem o arcabouço legal para a apresentação de projetos, cujos principais pontos são ressaltados a seguir.

Art. 3º – Com vistas a obter a aprovação das atividades de projeto no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, os proponentes do projeto deverão enviar à Secretaria Executiva da Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima, em meio eletrônico e impresso:

- I. O documento de concepção do projeto na forma do Anexo II e na forma determinada pelo Conselho Executivo do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Adicionalmente, como elemento informativo à Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima, deve constar no documento de concepção do projeto

uma descrição da contribuição da atividade de projeto para o desenvolvimento sustentável de acordo com o Anexo III à resolução e em conformidade com o Art. 12.2 do Protocolo de Quioto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.

II. As cópias dos convites de comentários enviado pelos proponentes do projeto aos seguintes agentes envolvidos e afetado pelas atividades de projeto de acordo com a alínea b do § 37 do Anexo I referido no Art. 1º, identificando os destinatários:

- Prefeitura e Câmara de Vereadores;
- Órgãos ambientais estadual e municipal;
- Fórum Brasileiro de ONGs;
- Associações comunitárias;
- Ministério Público.

III. O relatório de Entidade Operacional Designada, autorizada a operar no país conforme o Art. 4º, de validação da atividade de projeto, na forma a ser submetida ao Conselho Executivo do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, e em português.

IV. Uma declaração assinada por todos os participantes do projeto, estipulando o responsável e o modo de comunicação com a Secretaria Executiva da Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima, e termo de compromisso do envio de documento

de distribuição das unidades de redução certificada de emissões que vierem a ser emitidas, a cada verificação das atividades do projeto para certificação.

- V. Os documentos que assegurem a conformidade da atividade de projeto com a legislação ambiental e trabalhista em vigor, quando for o caso.

Os documentos solicitados asseguram que o projeto apresentado tenha credibilidade, uma vez que possui um documento de concepção de projeto elaborado e que já passou pelo crivo da validação. Idéias de projetos, ou projetos que não tenham sido validados, não devem ser objeto de avaliação por parte da Comissão, para que não haja sobrecarga de trabalho e risco de dispêndio inútil de recursos.

Especial atenção deve ser dada aos comentários das partes interessadas. Esse processo pode estar baseado nas sugestões do Observatório do Clima <www.clima.org.br>. Não se trata de obrigar todos os projetos a realizar consultas nos moldes propostos, mas apenas apresentar sugestões, ficando a cargo de cada promotor de projeto escolher a melhor forma de trabalhar com as partes interessadas:

- Deverão ser estabelecidas as modalidades por meio das quais o empreendedor deve promover um processo de consulta pública e antecipar a divulgação de informações. Por consulta pública entende-se uma ferramenta de administração da comunicação entre

o empreendedor e o público, representado por indivíduos ou grupos direta e indiretamente atingidos pelo projeto, interessados e/ ou que tenham a capacidade de influenciar seus resultados;

- Essa consulta deverá ser feita por meio de audiências públicas, pesquisas, questionários, *workshops* e visitas, entre outras. Ela tem como objetivo identificar todos os atores envolvidos e o escopo sócio-ambiental dos impactos, e estabelecer um processo de envolvimento desses atores no processo de formulação, implementação e monitoramento do projeto;
- A consulta deverá ser divulgada com antecedência e ter a publicidade necessária para alcançar todo o público direta ou indiretamente atingido pelo projeto. O objetivo é enriquecer o processo de tomada de decisão por meio do envolvimento ativo dos atores relevantes no âmbito do projeto;

A divulgação de informações deve ser feita em português, em linguagem acessível ao público em geral, em veículos de comunicação que possam ser acessados por público amplo, e mantida à disposição por prazo suficiente (mínimo de 120 dias) para que este público possa estar perfeitamente informado sobre os aspectos relevantes do projeto na data da consulta pública.

Art. 4º – A validação, a verificação e a certificação dos projetos no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo deverão ser feitas por Entidade Operacional Designada que:

- I. Seja credenciada junto ao Conselho Executivo do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima;
- II. Esteja plenamente estabelecida em território nacional e tenha capacidade de assegurar o cumprimento dos requerimentos pertinentes da legislação brasileira.

As EOD devem estar estabelecidas no Brasil, a fim de que, entre outros, parte dos recursos pagos pelos seus serviços seja internalizada na economia brasileira. Além disto, o emprego de mão-de-obra local deve ser privilegiado. A criação de entidades operacionais designadas brasileiras, ou seja, de empresas nacionais, poderia auxiliar na redução dos custos de validação, verificação e certificação. O governo brasileiro poderia auxiliar no processo de credenciamento destas empresas junto ao Conselho Executivo do MDL, por meio de treinamento e/ ou suporte financeiro.

Art. 6º – A Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima deverá preferir decisão final sobre o pedido de aprovação das atividades de projeto propostas no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo até 60 (sessenta) dias após a data da primeira reunião ordinária da Comissão subsequente ao recebimento dos documentos mencionados no Art. 3º pela Secretaria Executiva da Comissão.

O prazo para a avaliação dos projetos é apropriado para que a avaliação possa ser feita adequadamente. Com a criação de grupos de especialistas, pode-se esperar uma agilidade maior, o que permitiria reduzir esse prazo no futuro. É preciso ter em mente que esse é um processo de “aprender fazendo” (*learning by doing*).

Art. 9º – Até que seja promulgado o Protocolo de Quioto, a decisão final de que trata o Art. 6º subsidiará a emissão de carta de aprovação nos termos da alínea a do § 40 do Anexo I referido no Art. 1º, em que conste o seu caráter condicional.

O fato da carta de aprovação estar condicionada à entrada em vigor do Protocolo de Quito era de fato uma garantia para a credibilidade dos projetos, além de uma segurança para o país. Caso o Protocolo de Quioto não entrasse em vigor, os projetos apresentados passariam a ser transações comerciais entre os proponentes brasileiros e os investidores internacionais. O papel do governo neste novo cenário deveria ser avaliado posteriormente, tendo em vista as características do novo regime climático mundial que seria negociado. Um possível cenário seria a inclusão do MDL como mecanismo da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança Global do Clima e não como mecanismo do Protocolo de Quioto. Nesse caso, os projetos poderiam estar gerando “débitos de carbono” para o país. Conseqüentemente, o compromisso do país em relação aos projetos seria diferente do compromisso hoje assumido, ou seja, não se trataria mais de afirmar que os projetos contribuem para o desenvolvimento sustentável, mas sim assumir o compromisso de que esses débitos seriam pagos de alguma forma posteriormente. Em outras palavras, estaríamos criando uma “dívida de carbono”²⁸.

Anexo III – Os participantes do projeto deverão descrever se e como a atividade de projeto contribuirá para o desenvolvimento sustentável, no que diz respeito aos seguintes aspectos:

²⁸ O modelo de carta utilizado (ver site <http://cdm.unfccc.int/Projects/DNV-CUK1095236970.6/view.html>) afirmava que a aprovação do projeto, para os propósitos do Protocolo de Quioto, só era válida com a entrada em vigor do Protocolo.

- Contribuição para a sustentabilidade ambiental local: avalia a mitigação dos impactos ambientais locais (resíduos sólidos, efluentes líquidos, poluentes atmosféricos, dentre outros) propiciada pelo projeto, em comparação com os impactos ambientais locais estimados para o cenário de referência;
- Contribuição para o desenvolvimento das condições de trabalho e para a geração líquida de empregos: avalia o compromisso do projeto com responsabilidades sociais e trabalhistas, programas de saúde e educação, e defesa dos direitos civis avalia também o incremento no nível qualitativo e quantitativo de empregos (diretos e indiretos) comparando-se o cenário do projeto com o cenário de referência;
- Contribuição para a distribuição de renda: avalia os efeitos diretos e indiretos sobre a qualidade de vida das populações de baixa renda, observando os benefícios socioeconômicos propiciados pelo projeto em relação ao cenário de referência;
- Contribuição para capacitação e desenvolvimento tecnológico: avalia o grau de inovação tecnológica do projeto em relação ao cenário de referência e às tecnologias empregadas em atividades passíveis de comparação com as previstas no projeto; avalia também a possibilidade de reprodução da tecnologia empregada, observando o seu efeito demonstrativo; examina ainda a origem dos equipamentos, a existência de *royalties* e de licenças tecnológicas, e a necessidade de assistência técnica internacional;

- Contribuição para a integração regional e a articulação com outros setores: mede a contribuição para o desenvolvimento regional a partir da integração do projeto com outras atividades socioeconômicas na sua região de implantação.

Os indicadores estabelecidos na Resolução nº 1 são os indicadores mínimos a serem demonstrados pelos proponentes do projeto. Uma lista mais extensa não seria desejável, uma vez que os projetos terão características distantes um dos outros e não seria possível captar esta diversidade em uma única lista. Além disso, a demonstração de um número muito grande de indicadores implicaria em custos elevados para os proponentes de projeto. Caso os proponentes tenham interesse, podem optar por, voluntariamente, atender a outros critérios e indicadores.

4.2. Negociações de créditos de carbono no Brasil

A fim de fomentar as transações de créditos de carbono²⁹ no Brasil, as seguintes observações precisam ser levadas em consideração, no desenho de qualquer iniciativa que vise reduzir os custos de transação e aumentar a competitividade dos projetos brasileiros.

Demanda de créditos de carbono. Segundo dados do Banco Mundial, de 1998 a maio de 2004 foram comercializadas cerca de 290 milhões de toneladas de CO₂ equivalentes (tCO₂e) na forma de redução de emissões (incluindo todos os mecanismos de flexibilização do Protocolo de Quioto e as transações voluntárias). O tamanho do mercado de carbono no futuro irá depender fundamentalmente do

²⁹ A expressão créditos de carbono será utilizada a partir daqui para denominar qualquer redução de emissão e/ ou remoção de GEE negociada no Brasil, esteja ou não em conformidade com as RCE, ou seja, também inclui as unidades de outros regimes de controle climático.

³⁰ Além do Protocolo de Quioto, merece destaque o *European Union Emissions Trading Scheme (ETS)* (<http://www.defra.gov.uk/environment/climatechange/trading/eu>).

aumento da demanda por reduções. Esse aumento da demanda, por sua vez, depende da criação de mecanismos legais que obriguem as empresas a reduzirem suas emissões. O principal mecanismo existente é o Protocolo de Quioto³⁰, cujas metas restringem-se aos países desenvolvidos durante o período de 2008 a 2012 (primeiro período de compromisso). Atualmente não existem ainda metas para o período pós-2012 e nem tampouco metas para o Brasil ou para outros países em desenvolvimento. No caso do Protocolo de Quioto, além da obrigatoriedade legal, a demanda por reduções certificadas de emissões irá depender não apenas da oferta de projetos de MDL, mas também da competição dos projetos de Implementação Conjunta e do Comércio de Emissões. Portanto, o volume de créditos de carbono a ser comercializado pelos projetos brasileiros irá depender da demanda internacional por créditos e também da competição com créditos oriundos de projetos de países Anexo I.

Tipo de contrato. Segundo dados do Banco Mundial, desde a adoção dos Acordos de Marraqueche, 95% do volume negociado entre 2003 e 2004 de reduções de emissões foram negociados por meio de contratos a termo. Apenas 5% do volume transacionado foram feitos por meio de contratos de opção. Portanto, o tipo de contrato a ser utilizado pelos projetos brasileiros irá depender, em parte, da preferência do comprador.

Padronização de contratos. Existem vários padrões de contratos que já estão sendo utilizados, em especial pelo Banco Mundial e pela *International Emissions Trading Association (Ieta)*³¹. Um contrato de redução de emissões só terá credibilidade se for mundialmente aceito.

³¹ <http://www.ieta.org/ieta/www/pages/download.php?docID=450>.

Custos de transação. Os custos de transação dos projetos de carbono decorrem não somente da falta de padronização de contratos, mas fundamentalmente do fato de que se trata de um processo de *learning by doing* e de dificuldades inerentes ao projeto. Quaisquer iniciativas que facilitem o processo de aprendizagem serão bem-vindas.

“Comoditização” do carbono. Como *commodity*, o crédito de carbono não pode buscar um diferencial de preço em função dos benefícios associados que ele possui. Dessa forma, nem todos os projetos de carbono deveriam ser negociados como projetos geradores de *commodity*.

Metodologias aprovadas. No caso dos projetos MDL, será necessário utilizar metodologias de linha de base e de monitoramento previamente aprovadas ou desenvolver novas metodologias para serem submetidas à aprovação do Comitê Executivo do MDL. Para isso, é preciso criar instrumentos (financeiros e não financeiros) para auxiliar os projetos MDL brasileiros na identificação e/ ou desenvolvimento de metodologias apropriadas.

Entidades operacionais designadas. No caso dos projetos MDL, será necessário que os projetos utilizem EOD credenciadas junto ao Comitê Executivo do MDL. Aqueles projetos que não utilizarem EOD já credenciadas no Comitê Executivo terão uma chance menor de comercialização de seus créditos no mercado de Quioto, devido ao risco do não credenciamento da EOD. É preciso criar instrumentos (financeiros e não financeiros) para auxiliar o credenciamento de EOD brasileiras junto ao Comitê Executivo do MDL.

Carta de aprovação. A carta de aprovação da Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima deve ser uma pré-condição apenas para os projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo. Quaisquer projetos de carbono que não sejam resultantes do compromisso do governo brasileiro em fóruns internacionais, não precisam da carta de aprovação do governo brasileiro.

Adicionalidade. No caso dos projetos MDL, é conveniente que primeiro se busque o registro internacional das atividades de projeto junto ao Comitê Executivo do MDL, para depois fazer qualquer tipo de registro interno. Caso haja qualquer tipo de registro interno antes do registro internacional, o projeto corre o risco de ser considerado como não-adicional, ou seja, poderá ser considerado como estando no cenário de linha de base. Como o mercado de carbono é bastante competitivo, é preciso evitar quaisquer dúvidas quanto à adicionalidade.

Seguros de performance. O estabelecimento de seguradoras brasileiras que ofereçam seguros de performance para serem contratados pelos projetos de carbono a custos acessíveis contribuiria para aumentar significativamente a credibilidade dos projetos.

Tipos de ativos:

- Segundo dados do Banco Mundial, créditos de carbono que não serão usados no regime de Quioto tiveram o preço variando de US\$ 0,37 a US\$ 3,00/tCO₂e, enquanto que reduções de emissões que serão usadas no regime de Quioto tiveram seus preços variando de US\$ 3,00 a US\$ 4,25/tCO₂e (quando o risco do registro é do

comprador), e de US\$ 3,00 a US\$ 6,37/tCO₂e (quando o risco do registro é do vendedor);

- No regime de Quioto, para que uma redução esperada possa se transformar em certificada, é necessário não apenas a validação, mas também a verificação e certificação por parte de EOD;
- As reduções de longo prazo e temporárias são específicas para os projetos de reflorestamento e florestamento dentro do MDL;
- Os créditos que não forem registrados em regimes internacionais (ex: Quioto, ETS – que segue as mesmas regras do regime de Quioto – CCX, entre outros), provavelmente não terão valor no curto prazo, uma vez que o Brasil não tem metas de redução e, portanto, suas empresas não necessitam desse ativo. A não ser que algumas empresas brasileiras queiram incorporar créditos de carbono como parte de suas estratégias de sustentabilidade³².

Disclosure de informações. Para as empresas proponentes de projeto, seria necessário definir indicadores relativos às informações sobre as próprias às empresas, além das informações referentes aos projetos, que dariam suficiente credibilidade aos projetos de carbono. O processo de obtenção e verificação dessas informações (processo de *due-diligence*) deverá ter baixo custo, agilidade e credibilidade.

Leilões de créditos de carbono. Os bancos brasileiros precisam participar ativamente dos leilões internacionais de créditos de carbono,

³² Até o momento desconhece-se a comercialização puramente doméstica de créditos de carbono. Caberia aqui um estudo detalhado para determinar se existe mercado para a comercialização puramente interna de créditos de carbono, uma vez que não existe uma obrigação imposta pela legislação brasileira, para identificar possíveis compradores ou eventuais especuladores.

levando em consideração a liquidez do ativo ou sua possível desvalorização. Para tanto, torna-se necessário que os bancos possuam analistas capacitados para a correta tomada de decisão.

Start-up. Um dos principais desafios para os projetos de carbono no Brasil é a captação inicial de recursos para o desenvolvimento do projeto. É preciso criar instrumentos (financeiros e não financeiros) para auxiliar no início das atividades do projeto, incluindo sua elaboração.

Inter-relação entre regimes de comercialização. Em recente pesquisa da *Ieta* <www.ieta.org>, observou-se que as empresas internacionais que estão operando no mercado de carbono têm uma forte preferência por regimes de comercialização que tenham a participação de mais de um país. O desafio é agregar e coordenar os proponentes brasileiros de créditos de carbono com projetos de elevada credibilidade, para que esses possam ter um melhor poder de negociação dos seus créditos junto a grandes demandantes (empresas de países com metas de redução de emissão de GEE). Em outras palavras, o mercado de carbono brasileiro deve ser um mercado com projeção internacional, cujos participantes sejam diversos países (Anexo I e não-Anexo I).

Por fim, é importante não repetir esforços, pois muitas atividades já estão sendo feitas pelos proponentes de projetos, pela Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima e pelo Comitê Executivo do MDL. É preciso identificar as lacunas e trabalhar nelas.

4.3. Legislação nacional sobre mudanças climáticas

A fim de fomentar as transações de créditos de carbono no Brasil, as seguintes observações precisam ser levadas em consideração, no desenho e implementação da legislação nacional sobre o tema mudanças climáticas.

Leis para organizar e regular o mercado de carbono no Brasil³³. Tais instrumentos só fazem sentido se elaborados em sintonia com as iniciativas de mercado, ou seja, precisam ser definidos em conjunto com o desenvolvimento e implantação do mercado interno de crédito de carbono. Além disso, precisam:

- Estar em conformidade com a Convenção Quadro das Nações Unidas para Mudança Global do Clima, cujo objetivo é “a estabilização das concentrações de Gases de Efeito Estufa na atmosfera num nível que impeça uma interferência antrópica perigosa no sistema climático”;
- Estar em conformidade com o Protocolo de Quioto, em especial com as decisões 17/CP 7 e 19/CP 9;
- Respeitar a integridade ambiental como base para a existência dos créditos de carbono;
- Levar em consideração o mercado internacional, em especial a competição internacional, e as iniciativas que estão sendo tomadas em outros países, em especial países com metas de redução de emissão de GEE.

³³ Por exemplo, o Projeto de Lei (PL) 3552 de 2004, de autoria do Deputado Eduardo Paes, que dispõe sobre a organização e regulação do mercado de carbono na Bolsa de Valores do Rio de Janeiro, por meio da geração de Redução Certificada de Emissão (RCE) em projetos MDL.

³⁴ Por exemplo, o PL 3902 de 2004, de autoria do Deputado Ronaldo Vasconcelos, que dispõe sobre a Política Nacional de Mudanças Climáticas (PNMC). Para uma discussão mais aprofundada sobre as propostas de política nacional de mudanças climáticas ver: (a) Rocha, M.T., Furriela, R.B. Política Nacional de Mudanças Climáticas, *in* Sanqueta, C.R., Ziliotto, M.A. Carbono: ciência e mercado global. Curitiba, 2004; (b) Feldman, F., Furriela, R.B. Fundamentos de uma Política Nacional sobre Mudança do Clima para o Brasil. Observatório do Clima – Rede Brasileira de ONGs e Movimentos Sociais em Mudanças Climáticas, Instituto Pró-Sustentabilidade e CES-FGV/EAESP. São Paulo, 2004.

Política nacional de mudanças climáticas³⁴. Uma política sobre esse tema precisa levar em consideração os potenciais impactos das medidas sugeridas dos pontos de vista ambiental, social e econômico. Além disso, precisa:

- Estar em conformidade com a Convenção Quadro das Nações Unidas para Mudança Global do Clima;
- Estar em conformidade com o Protocolo de Quioto;
- Discutir em profundidade a questão da vulnerabilidade e das ações que caberiam ao governo promover para a adaptação aos impactos das mudanças climáticas;
- Ter como princípio norteador o princípio da responsabilidade comum porém diferenciada;
- Levar em consideração as políticas e programas ambientais que já existem no Brasil, identificando possíveis pontos de sinergia e de conflitos;
- Ser elaborada de forma participativa, por meio de um debate profundo e aberto, envolvendo diferentes segmentos da sociedade brasileira: iniciativa privada, sociedade civil, governo, poder legislativo, entre outros.

Adoção eventual de “metas” de redução de emissão de GEE no Brasil: Esse aspecto em particular merece uma análise extremamente acurada e bastante prudente, porquanto tem implicações muito abrangentes e de caráter estratégico para o país, demandando notadamente:

- Estar de acordo com o princípio norteador da responsabilidade comum porém diferenciada e com os compromissos assumidos pelo Brasil na Convenção Quadro das Nações Unidas para Mudança Global do Clima (Art. 4);
- Levar em consideração a estratégia de negociação internacional do Brasil em relação a futuros períodos de compromisso;
- Consultar densamente os demais países em desenvolvimento, nossos parceiros na negociação internacional do Protocolo de Quioto, em especial China e Índia;
- Consultar amplamente a sociedade brasileira;
- Ser tecnicamente e economicamente factível de ser implementada em um prazo de tempo previamente acordado;
- Examinar cuidadosamente os impactos sociais e econômicos sobre a sociedade brasileira como um todo;
- Avaliar previamente os impactos dos custos de redução de emissões de GEE sobre os preços para os consumidores e sobre os impostos para os contribuintes³⁵;
- Examinar previamente a influência sobre a elegibilidade dos projetos MDL, pois muitos argumentam que se existe legislação os projetos perdem a adicionalidade.

Examinar previamente a influência sobre a linha de base dos projetos MDL, pois elas podem se elevar, diminuindo os créditos de carbono gerados.

³⁵ Exemplos extraídos de sugestões de exigências legais: (a) "a produção anual de 1,58 milhão de veículos a gasolina poderia obrigar ao reflorestamento de 143 mil hectares, e 160 mil veículos a diesel de 27 mil hectares, perfazendo 170.000 hectares anuais de reflorestamento". Supondo um custo de US\$ 1 mil por ha, isso representaria US\$ 170 milhões por ano. (b) "Os proprietários de rebanhos bovinos superiores a 500 (quinhentas) cabeças de gado poderiam ser obrigados a implantar e a manter projetos de reflorestamento com espécies nativas, à razão de 0,01 ha/cabeça/ano". Supondo que 50% do rebanho brasileiro esteja na mão de proprietários que atendam a essa condição, teríamos um custo de US\$ 800 milhões por ano.

5. Considerações sobre o estabelecimento de um ambiente institucional competitivo para tramitação de projetos de MDL

No estabelecimento de um ambiente político-econômico e institucional competitivo, é preciso lembrar que o “objetivo do mecanismo de desenvolvimento limpo deve ser assistir às Partes não incluídas no Anexo I para que atinjam o desenvolvimento sustentável e contribuam para o objetivo final da Convenção, e assistir às Partes incluídas no Anexo I para que cumpram seus compromissos quantificados de limitação e redução de emissões, assumidos no Art. 3º”. Portanto, os projetos MDL devem atender a esses objetivos, sem que se cobre ou exija a incorporação de outros. Caso os proponentes dos projetos tenham interesse em outros aspectos, podem incorporá-los, assumindo os custos decorrentes. Outras obrigações não devem ser criadas.

Estão listadas a seguir as principais sugestões para a criação de um ambiente político-econômico e institucional que permita que os projetos MDL tenham credibilidade e possam ser oferecidos a baixo custo, visando sua competitividade.

Criação de um Bureau de Projetos de mitigação do efeito estufa. Esse escritório teria a incumbência de fomentar projetos MDL, bem como outros projetos de mitigação do efeito-estufa (projetos para o mercado não-Quito). Seria uma estrutura independente da Comissão Interministerial, ou de qualquer ministério, mas que trabalharia segundo as orientações da Comissão, no caso de

projetos MDL. Trata-se de “profissionalizar a venda da imagem do Brasil no mercado de carbono”. As atividades a serem desenvolvidas seriam entre outras:

- capacitação de proponentes de projetos;
- auxílio na elaboração de documentos de concepção de projetos e outros documentos de suporte;
- criação de um banco de dados sobre projetos brasileiros e outras informações de suporte;
- identificação de investidores e mercados de carbono Quioto e não-Quioto;
- divulgação do portfólio de projetos brasileiros para investidores, em especial em feiras especializadas³⁶;
- estabelecimento de memorandos de entendimento entre compradores e vendedores.

³⁶ Como por exemplo a *CarbonExpo*, realizada em Colônia, na Alemanha, em junho de 2004 e maio de 2005
<www.carbonexpo.com>.

Muitas destas atividades já vêm sendo feitas pelo setor privado, portanto não se trata de tentar substituí-lo, mas sim trabalhar em conjunto, assessorando principalmente aqueles proponentes de projetos que não tenham condição de contratar serviços profissionais de empresas especializadas.

Estabelecimento de EOD brasileiras. A criação de EOD genuinamente brasileiras poderia contribuir para reduzir consideravelmente os custos de validação, verificação e certificação. Como o processo de credenciamento destas empresas no Comitê Executivo do MDL é

demorado e oneroso, o governo brasileiro poderia auxiliar nesse processo, inclusive envolvendo empresas públicas e/ ou centros de pesquisas de universidades públicas.

Maior envolvimento da sociedade civil organizada. Nesse sentido, cabe o registro da decisão presidencial de nomear no segundo semestre de 2004 o novo Secretário-Executivo do Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas (FBMC)³⁷, que precisa ser revitalizado com urgência, a fim de que a sociedade civil possa estar participando dos debates relativos à mudança do clima e do processo de aprovação de projetos de MDL. O FBMC poderia participar da Comissão Interministerial, ao menos como observador. Sugere-se que também haja a participação da sociedade civil nos núcleos de mudanças climáticas dos ministérios. Os projetos de mitigação do efeito estufa, em especial os projetos MDL, só terão credibilidade se tiverem o apoio da sociedade.

³⁷ O Professor Luiz Pinguelli Rosa.

³⁸ Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), Banco do Brasil, Caixa, Comissão de Valores Mobiliários (CVM), bancos privados, entre outros.

Envolvimento e articulação de agentes financeiros³⁸. Nesse aspecto, cabe o registro do lançamento em dezembro de 2004 de iniciativa do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), em parceria com a Bolsa de Mercadorias e Futuros (BM&F), voltada para o apoio à inserção de projetos brasileiros no mercado internacional de carbono. Com efeito, diversos agentes econômicos têm demonstrado interesse em participar do mercado de carbono, entre outros como *clearing house*, para o registro dos créditos gerados pelos projetos. O governo tem um importante papel de articulador das diversas iniciativas, a fim de evitar duplicação de esforços e, conseqüentemente, elevação dos custos de transação,

visando a criação de uma estratégia conjunta. Uma vez definida a estratégia, os agentes econômicos seriam os responsáveis pela implementação. É importante salientar que essa estratégia precisa estar em concordância com a estratégia internacional de negociação brasileira no âmbito do Protocolo de Quioto.

Estabelecimento de uma estratégia pós-Quito. Aqui o governo tem um papel capital. É necessário criar uma estratégia para a inserção do Brasil no mercado de carbono pós-Quito. Com a entrada em vigor do Protocolo de Quioto, o tratamento do problema do aquecimento global está apenas começando. As transações de reduções de emissões continuarão a desempenhar um papel importante na redução dos custos de abatimento nos futuros períodos de compromisso. O papel do Brasil nesse cenário futuro precisa ser discutido. Esse papel está diretamente relacionado com as obrigações que o país pode vir a ter em outros regimes globais de mitigação do efeito estufa, ou seja, se os projetos estarão gerando créditos de carbono ou débitos de carbono. Caso estejam gerando créditos, os projetos de mitigação do efeito-estufa continuam sendo uma oportunidade de negócios e devem ser incentivados. Caso estejam gerando débitos, os projetos de mitigação do efeito estufa estarão criando uma dívida de carbono para o país. Nesse caso, uma estratégia apropriada precisa ser discutida a fim de reduzir os impactos econômicos futuros sobre a sociedade e as empresas brasileiras.

Concluindo, o mercado de carbono, particularmente o MDL, por si só não irá resolver o problema do aquecimento global do planeta nem tampouco todos os problemas ambientais e sociais brasileiros,

mas representa uma importante fonte de divisas para o Brasil que pode e deve ser explorada. Vários projetos já vêm sendo propostos e negociados, mas é preciso que o governo contribua para uma melhora do ambiente político-econômico e institucional.

O governo brasileiro deve contribuir para a consolidação de um ambiente político-econômico e institucional que eleve a competitividade dos projetos de mitigação do efeito estufa, por meio de aumento da credibilidade dos projetos e da redução dos custos de transação. Para tanto, é preciso ter em mente que o principal papel do governo é de fomento e esclarecimento, ficando a cargo dos empreendedores a montagem de projetos e a comercialização de créditos de carbono. Outras ações de governo relevantes nesse mercado são a articulação dos diferentes agentes econômicos e da sociedade civil, e o estabelecimento de estratégias de longo prazo, de modo a prevenir eventuais dívidas futuras, em acordo com uma política nacional de mudanças climáticas.

Comentários

O aproveitamento das oportunidades oferecidas pelo MDL depende, entre outros, da remoção de óbices à implementação de projetos de redução de emissões e de seqüestro de carbono. Neste trabalho, foram identificadas as necessidades de aprimoramentos nos instrumentos legais e regulamentares, e de adequação de incentivos econômico-financeiros, de forma a apoiar a elaboração e implantação de projetos elegíveis no MDL, assim como os produtos e processos de transformação que devem ser prioritariamente desenvolvidos, e as condições institucionais que permitiriam um trâmite apropriado dos projetos MDL.

Com a criação de um ambiente favorável às atividades de projetos MDL no Brasil, os próprios empreendedores terão segurança para buscar a captação dos recursos necessários à implantação dos projetos, tanto provenientes de poupança nacional, quanto de fontes estrangeiras.

A Tabela 1 procura resumir os principais achados relativos aos instrumentos legais e regulamentares, aos incentivos econômico-financeiros, ao desenvolvimento científico e tecnológico, e ao sistema institucional de tramitação de projetos MDL, necessários ao pleno aproveitamento das oportunidades de desenvolvimento econômico e social do país decorrentes da mudança global do clima.

Tabela 1. Principais achados do Estudo “Ferramentas para viabilização das oportunidades”

	Energia	Agricultura e florestas	Resíduos sólidos urbanos
Instrumentos legais e regulamentares	Internalização na ordem jurídica nacional Conformidade brasileira às obrigações inseridas na Convenção – inventário/comunicação. Linha de base, voluntariedade, adicionalidade, titularidade e contribuição para o desenvolvimento sustentável. Participação em mercados conformes e não conformes à Quioto: mercados europeu e americano. Adequação da legislação nacional – critérios MDL..		
	Geração descentralizada para o sistema interligado Substituição de derivados de petróleo nos sistemas isolados e no atendimento individual Conservação e eficiência energética	Política de utilização de organismos geneticamente modificados. Sequestro de carbono, uso da terra, processos de exploração e transformação agropecuários e florestais.	Política nacional de resíduos sólidos. Situação de ilegalidade da maioria dos depósitos de lixo urbano e competências concorrentes.
Incentivos econômico-financeiros	Redução dos custos de pesquisa, desenvolvimento, transferência de tecnologia e produção mais limpa.		
	Premiação de projetos que emitiram certificados: premiação a posteriori para a empresa. Assistência técnica para redução dos custos de implementação de projetos: seleção de projetos de micro e pequena empresa onde se subvencionaria os custos de serviços de engenharia, advocacia e assistência técnica, além da formação de pessoal qualificado tanto para a gestão empresarial quanto ambiental.		

<p>Desenvolvimento científico e tecnológico, e inovação</p>	<p>Eficiência Energética: indústria e geração diesel isolada. Etanol: <i>commodity</i>; expansão da produção; processo + eficiente; novos usos. Biodiesel: matérias primas; redução de custos; produção com etanol; craqueamento. Microcentrais hídricas: automação; baixa queda. Microcentrais à biomassa: caldeiras eficientes; motores para óleos vegetais; gaseificação de biomassa; motores <i>Stirling</i>. Motores diesel e micro turbinas a gás. Aerogeradores: gerador; sistemas de controle. Células a combustível; reformadores. Silício solar e fabricação de sistemas fotovoltaicos.</p>	<p>Etanol: mudas geneticamente modificadas; produção da cana Biodiesel: redução de custos da produção agrícola; mecanismos de gestão; Biodigestores eficientes. Manejo: equipamentos rurais eficientes Liquefação de biomassa. Florestas energéticas: processos avançados de carvoejamento Conversão de gás pobre em metano Quantificação de emissões de gás metano pelo setor pecuário.</p>	<p>Coefficiente térmico de reciclagem. Aterros sanitários controlados: captura, estocagem e uso do metano. Mecanismos de gestão. Queima direta do gás do lixo. Queima direta de RSU. Compostagem seca anaeróbica. Pré-hidrólise ácida.</p>
<p>Sistema Institucional para tramitação de projetos</p>	<p>Credenciamento de entidades operacionais brasileiras no Conselho Executivo do MDL. Identificação/desenvolvimento de metodologias apropriadas. Registro interno e internacional das atividades de projeto. Seguro de performance para projetos de carbono. Apoio à capacitação e ao início das atividades de projeto. Funcionamento: Comissão Nacional, Fórum Nacional, Mercado financeiro, Escritório de projetos. Inserção no mercado de carbono pós-Quito - créditos/débitos de carbono. Aperfeiçoamento do ambiente político-econômico e institucional.</p>		

Em síntese, o potencial brasileiro cobre um largo espectro de possibilidades de oferta, em larga escala e a baixo custo, de atividades de projeto MDL, tanto em termos de redução de emissões quanto de seqüestro de carbono, assim como de oferta de produtos, em particular biocombustíveis (líquidos e sólidos), com destaque para o álcool carburante (além de equipamentos para sua produção). No futuro, por meio do emprego de instrumentos adequados de apoio à capacitação empresarial, como abordado neste trabalho, pode-se esperar um incremento da oferta de produtos tecnológicos e de serviços diversos de consultoria: assistência técnica, pesquisa e desenvolvimento, certificação, monitoramento e verificação de atividades de projeto, etc.

Com efeito, deve-se considerar que o Brasil possui recursos naturais abundantes, um acervo científico e tecnológico considerável e um parque industrial abrangente, além de um sistema institucional e financeiro sofisticado, e um ambiente legal e regulamentar relativamente estável. Essas características colocam o país numa situação privilegiada entre os países em desenvolvimento no que tange à praticamente todas as atividades de projeto elegíveis no âmbito do mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL), do Protocolo de Quioto. Em boa parte dos casos, as vantagens comparativas do Brasil são substanciais.

Leituras complementares

Making a Difference in People's Lives: Usaid's Climate Change Initiative. U.S Government Climate Change Assistance for the Developing World. 1998-2002.

Diretiva 2003/87/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 13/10/2003. *European Parliament*. www.europa.eu.int p. 2003.

Câmara dos Deputados. www.camara.gov.br/sileg/Prop_Detalhe.asp?id=259788 p. 2004.

Agência Estado. www.estadao.com.br/ciencia/noticias/2004/jun/21/29.htm p. 2004.

Biocarbon Fund. <http://carbonfinance.org/biocarbon/home.cfm> p. 2004.

Final report on the proposal for a European Parliament and Council directive amending the Directive establishing a scheme for greenhouse gas emission allowance trading within the Community, in respect of the Kyoto Protocol's project mechanisms. European Parliament: www.europa.eu.int p. 2004.

Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement CIRAD. www.cirad.fr p. 2004.

Chicago Climate Exchange – CCX. www.chicagoclimatex.com/about/program.html p. 2004.

Programa Nacional de Racionalização do Uso de Derivados de Petróleo e Gás Natural. Conpet. <http://www.conpet.gov.br> p. 2004.

Centrais Elétricas Brasileiras – Eletrobrás. <http://www.eletronbras.gov.br> p. 2004.

Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT. www.mct.gov.br/clima p. 2004.

Tecnologias para o Suprimento de Energia. Centro de Gestão de Estudos Estratégicos – CGEE, www.cgee.org.br. Novembro 2002.

Cruz, P. T. A. e Nogueira, M. F. M.. *Oportunidades para o Desenvolvimento da Biomassa Energética no Brasil*. Biomassa & Energia, v. 1, n. 1, jan-mar, p.37-44. 2004.

Fujihara, M. A. *Mecanismo de Desenvolvimento Limpo e a Sustentabilidade do Agronegócio*.

Garan, M. P. *Peru's institutional strategy to promote the clean development mechanism*, www.conan.gob.pe. fevereiro 2004.

Leining, C. e N. Helme. *Implementing the additionality requirement & ensuring the stringency of project baselines under the CDM*. Center for Clean Air Policy, www.ccap.org. 2000.

Leme, R. M. *CDM projects on sugarcane cogeneration in Brazil*. No prelo.

Pacala, S. e R. Socolow. *Stabilization Wedges: Solving the Climate Problem for the Next 50 Years with Current Technologies*. *Science Magazine*, v.305, n. 5686, 13 de agosto de 2004, p.968-972. 2004.

Rocha, M. T. *Aquecimento global e o mercado de carbono: uma aplicação do modelo Cert*. Esalq, Piracicaba, 2003.

Souza, C. S. e D. S. Miller. *O Protocolo de Quioto e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL): as Reduções Certificadas de Emissões (RCEs), sua natureza jurídica e a regulação do mercado de valores mobiliários, no contexto atual pós-moderno*. Comissão de Valores Mobiliários (CVM). 2003.

Considerações finais

Os resultados do estudo de prospecção aqui apresentados visam fornecer subsídios técnicos para a formulação de propostas que subsidiem a implementação de ações estratégicas, na forma de programas ou projetos prioritários, a serem executados por órgãos governamentais e demais atores envolvidos, inclusive o setor produtivo. Além disso, este estudo permite o fortalecimento de redes de cooperação em torno da análise de alternativas e definição de estratégias que possam garantir a dinâmica necessária para a continuidade e o aprofundamento das ações de prospecção sobre o tema da mudança do clima.

Assim, juntamente com a Comunicação Nacional Inicial do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, apresentada à sociedade brasileira em dezembro passado aqui em Brasília, e à comunidade internacional em Buenos Aires, por ocasião da 10a Conferência das Partes (COP X) da Convenção, este estudo deverá constituir, a partir deste ano de 2005, importante subsídio técnico para os trabalhos do Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas, cujo objetivo é conscientizar e mobilizar a sociedade para a discussão e a tomada de posição sobre os problemas relativos à mudança do clima e ao mecanismo de desenvolvimento limpo.

Ao final do estudo, dispomos de elementos que contribuem para um melhor entendimento do tema, em relação ao seu estágio atual e perspectivas futuras, de modo a auxiliar o processo de tomada de decisão. O primeiro volume trata dos aspectos referentes ao

posicionamento do país nos foros em que o governo brasileiro participa, em nível nacional e internacional, assim como sua agenda de prioridades, e também revela a necessidade de aprofundamento dos conhecimentos relativos à vulnerabilidade dos biomas brasileiros, impactos e estratégias de adaptação. No segundo volume, o trabalho enfoca principalmente as oportunidades para promoção do desenvolvimento econômico e social do país, com base nos mecanismos de flexibilização em torno das emissões e seqüestro de carbono, em particular o mecanismo de desenvolvimento limpo.

Assim, os resultados deste exercício de prospecção, na forma de comentários, sugestões e recomendações, ao longo do trabalho, permitem proporcionar subsídios técnicos para:

- i. definição das necessidades futuras de desdobramentos e aprofundamentos de temas e questões concernentes à área de mudança do clima;
- ii. construção de uma agenda de prioridades nacionais, a ser elaborada por meio de processo participativo de consulta e envolvimento dos principais interessados no tema, de interesse para os foros de decisão governamentais;
- iii. formulação de proposições de políticas públicas que considerem a visão sistêmica do conjunto da área de mudança do clima;
- iv. identificação de oportunidades de promoção do desenvolvimento econômico e social para o Brasil, no que se refere ao mecanismo de desenvolvimento limpo e demais disposições do Protocolo de Quioto e da Convenção do Clima;
- v. formulação de uma política nacional de mudança do clima.

Anexo 1 – Prospecção e avaliação de impactos

1. Princípios

Os exercícios de prospecção são, freqüentemente, compreendidos como ferramenta para sistematizar o debate no que diz respeito ao estudo de horizontes futuros, dirigidos a e derivados de desenvolvimentos científicos e tecnológicos, visando subsidiar a tomada de decisão e as ações do cotidiano da gestão de programas e projetos em ciência, tecnologia e inovação (C,T&I). Além disso, a prospecção pode contribuir para a democratização da ciência, agregando transparência, disseminação da informação e maior participação no processo de tomada de decisão.

A preocupação com estudos sistemáticos sobre o futuro é um componente indispensável para a orientação do presente. Os estudos de prospecção tecnológica podem ser poderosos auxiliares do planejamento, porém precisam estar eles próprios inseridos em um contexto planejado, isto é, precisam estar apoiados em diretrizes e necessidades pré-estabelecidas. Do contrário, corre-se o risco de se produzirem informações dispersas (e caras) sobre o futuro, que encontram, de fato, pouca utilidade no presente. A prospecção tecnológica não deve ser feita focada apenas na tecnologia, mas tentar antecipar e entender, também, os fatores sociais, ambientais, econômicos e políticos que com ela interagem, ou seja, aplicar o conceito de *technology assessment*¹.

¹ *Technology assessment* pode ser definido como a identificação/avaliação dos impactos econômicos, éticos, sociais, ambientais e políticos que podem resultar do desenvolvimento e uso de uma tecnologia.

Exercícios prospectivos modernos caracterizam-se pelo emprego de abordagens altamente participativas, que buscam consensos por meio de ampla articulação e negociação setorial e que visam o estabelecimento de parcerias com outras atividades de planejamento já em andamento.

2. Características do processo

A eficácia de qualquer exercício prospectivo está sempre ligada a um desenho metodológico definido a partir de uma delimitação precisa das questões a serem respondidas, da sistematização do processo, da criteriosa escolha dos participantes e especialistas envolvidos, e da avaliação e apropriada gestão do processo que permita inclusive realizar correções de rumo com vistas ao aprimoramento do processo ao longo da sua execução. Nesse particular, a estrutura de gestão deve conjugar flexibilidade e foco nas especificidades, fazendo com que as metodologias sejam construídas e conduzidas de modo a obter clareza quanto aos objetivos a serem perseguidos em todas as etapas do processo.

É importante destacar que a prospecção tecnológica não substitui o planejamento, nem a definição de políticas, ou ainda a tomada de decisão. A força dos exercícios de prospecção está em articular as sobreposições existentes entre essas funções e dar sentido coletivo à construção do futuro, sendo conduzidos em torno de uma base comum que consiste em: (1) esforço de aquisição, tratamento e

gestão da informação; (2) promoção e difusão da capacidade analítica e reflexiva; e (3) negociação de múltiplas interpretações e proposição de estratégias de implementação.

3. Ambiente de prospecção

Um ambiente de prospecção é criado a partir da delimitação do tema, objetivos e metodologias, responsáveis pela condução, participantes dos exercícios de consulta, cronograma e previsão de despesas. Sua eficácia e clareza metodológica dependem fortemente da formulação das questões a serem respondidas, do escopo que cobre em seu respectivo tema, bem como da estruturação de uma rede de atores capazes de se articular de forma a criar consensos e o comprometimento necessário à promoção da implementação das ações.

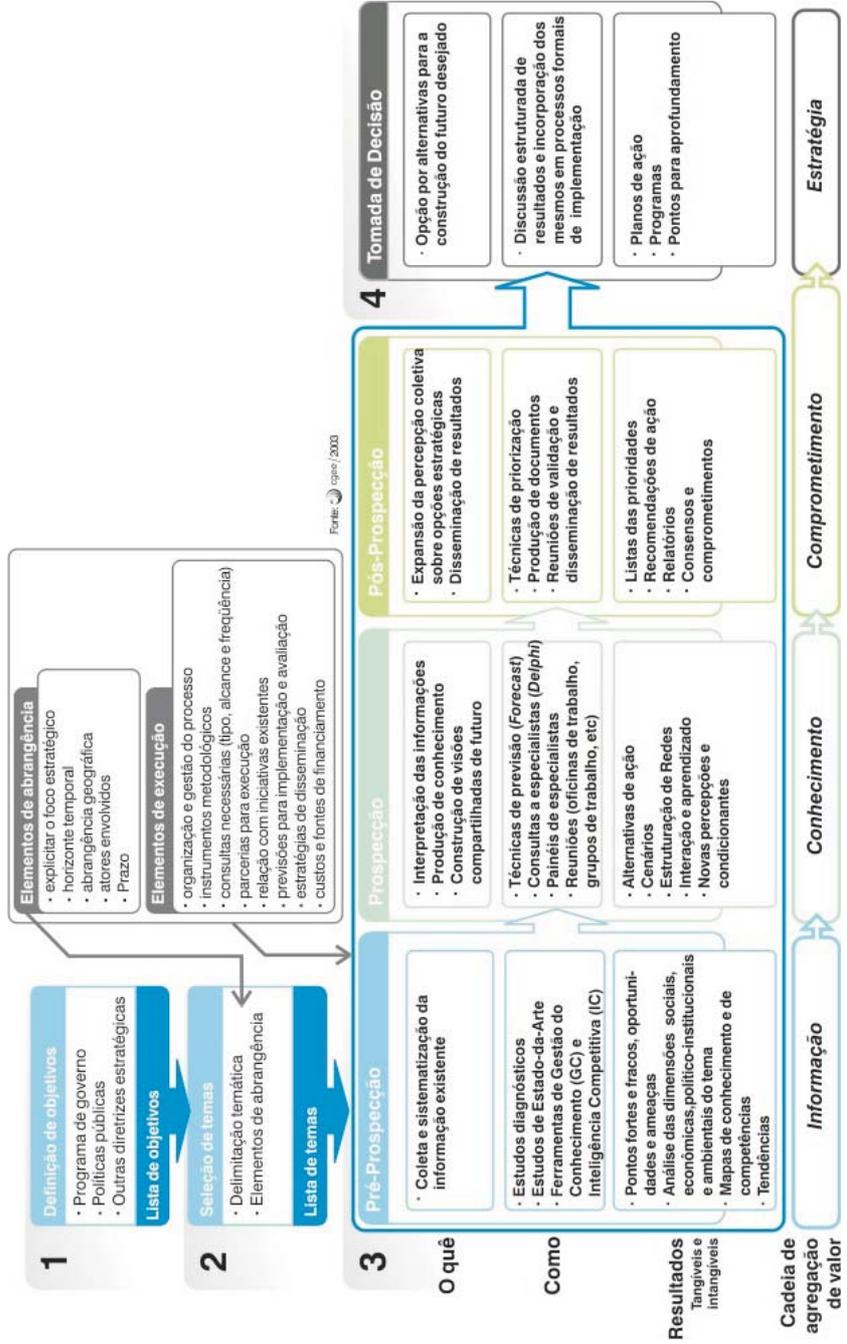
Assim, um conjunto de fatores-chave deve ser considerado para a definição dos objetivos e escopo do ambiente de prospecção, com importantes reflexos nos passos metodológicos subseqüentes. Desse modo, é preciso atenção aos elementos de abrangência (foco estratégico; horizonte temporal; abrangência geográfica; atores envolvidos; e prazos), bem como aos elementos de execução (organização e gestão do processo; instrumentos metodológicos; consultas necessárias – tipo, alcance e freqüência; parcerias para a execução; relação com as iniciativas já existentes; previsões para implementação e avaliação; estratégias de disseminação; e custos e fontes de financiamento).

Cabe ressaltar que, quanto melhor definidos os elementos de abrangência, mais se facilita o processo de estabelecimento dos demais elementos.

Quanto à definição dos componentes metodológicos, uma enorme variedade de ferramentas prospectivas pode ser mobilizada, como por exemplo, técnicas de *brainstorming*, identificação de forças direcionadas ou tendências, análises multicritérios, construção de cenários, aplicação do método Delphi, seminários e conferências, painéis de especialistas, dinâmicas de grupos, ferramentas de gestão do conhecimento, entre outras. Tais ferramentas podem ser utilizadas separadamente ou compondo construções metodológicas capazes de atender às especificidades de cada caso em estudo. Essas ferramentas, em todo mundo, são empregadas em exercícios que visam: (1) convergência de esforços para gerar orientações e recomendações; (2) processos interativos de comunicação e articulação de atores para maximizar a disseminação de informações estratégicas; e, (3) promoção da criatividade e da busca permanente de novas oportunidades.

O modelo teórico organizado para nortear o processo prospectivo no âmbito do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE)², para os ambientes de prospecção é apresentado na figura 1.

² Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE):
<<http://www.cgge.org.br>>



4. Etapas do trabalho

Conforme abordagem metodológica utilizada pelo CGEE, construída tomando-se por base os conceitos de *foresight*³ e *technology assessment*, o tema em questão foi conduzido de acordo com as seguintes etapas:

1. Definição, pelo Núcleo de Assuntos Estratégicos (NAE) e pelo CGEE, da equipe de base, responsável pela condução do exercício prospectivo e da metodologia de execução dos trabalhos.
2. Definição e contratação de especialistas para elaboração dos seis estudos selecionados.
3. Realização de oficinas de trabalho para discussão dos resultados parciais e para integração diversas dimensões do exercício prospectivo.
4. Análise e consolidação dos resultados obtidos nas oficinas de trabalho, apresentados na forma de documento-síntese para cada oficina.
5. Redação de relatório intermediário e apresentação de resultados parciais para o NAE.
6. Reunião para validação das recomendações obtidas, juntamente com o grupo de avaliação e outros atores e grupos de interesse indicados pelo NAE.
7. Elaboração de relatório final e síntese para publicação.

³ Processo de desenvolvimento de visões de possíveis caminhos nos quais o futuro pode ser construído, entendendo que as ações do presente contribuirão com a construção da melhor possibilidade do amanhã (Coates, 1995; Horton, 1999; Martin, 1999; Barré, 2002).

A figura 2 apresenta uma representação esquemática deste exercício de prospecção, que guarda coerência com as premissas consideradas pelo ambiente de prospecção empregado pelo CGEE e que considera as especificidades dos temas e diretrizes para a condução desta atividade.



Anexo 2 - Considerações sobre uma política brasileira para mitigação de emissões

Carlos Nobre

O que pode ser feito quanto à contribuição brasileira ao enfrentamento da questão global das mudanças climáticas e do desenvolvimento social, econômica e ambientalmente sustentável, no tocante à mitigação? Ainda que o Brasil não tenha compromissos quantitativos de redução de suas emissões de gases de efeito estufa, de acordo com o que prevê a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, o país tem, assim como todos os países signatários da Convenção, compromissos com a estabilização dos GEE em níveis tais que não ofereçam riscos à habitabilidade do planeta. Subjetivamente, o IPCC, em seu relatório de 2001, estima que o planeta permaneceria em condições "climaticamente seguras" enquanto o aumento da temperatura global à superfície não ultrapassar 2 graus Celsius (°C), em relação à temperatura anterior ao aumento das emissões antrópicas dos GEE. Desde então, a temperatura média do planeta à superfície já aumentou cerca de 0,6 a 0,7°C e a longa permanência desses gases na atmosfera implica que o aquecimento continuará por muitas décadas, mesmo se as emissões sofressem reduções significativas a partir do presente.

¹Brasil. Ministério da Ciência e Tecnologia, 2002. Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa- Relatório de Referência. Setor Energético. 4 v. . Disponível em: http://www.mct.gov.br/Clima/comunic_old/energia.htm.

As emissões brasileiras atuais de CO₂ concentram-se principalmente em dois setores, a saber: (i) a queima de combustíveis fósseis é responsável por emissões anuais de 80 a 90 milhões de toneladas de carbono (Brasil, 2002)¹; e, (ii) a alteração do uso da terra,

principalmente a substituição de vegetação florestal e de savanas por agricultura e pastagem, contribui com emissões anuais de 200 a 250 milhões de toneladas de carbono (Houghton et al., 2000)². Isto é, emissões advindas das mudanças dos usos da terra respondem por 2/3 a 3/4 das emissões totais brasileiras de CO₂.

²Houghton, R.A.; Skole, D.; Nobre, C.A.; Hackler, J.L.; Lawrence, K.T.; Chomentowski, W. H., 2000. Annual fluxes of carbon from deforestation and regrowth in the Brazilian Amazon. *Nature*, v.403, n. 6767, p. 301-304.

Por outro lado, sabe-se que muitas atividades que direta ou indiretamente contribuem para os desmatamentos são sistematicamente levadas a cabo ao total arrepio da legislação brasileira. Por exemplo, a maioria dos desmatamentos e queimadas que ocorrem todos os anos na Amazônia é feita sem autorização do Ibama ou de órgãos estaduais de meio ambiente. O mesmo é o caso da exploração predatória de madeira, vetor para subseqüentes desmatamentos, que tem sido praticada de forma ilegal em quase a sua totalidade. A aplicação sistemática da legislação brasileira teria um efeito profundo em reduzir a área desmatada e, assim, diminuir grandemente as emissões brasileiras de GEE.

A posição da diplomacia brasileira nas negociações da Convenção sobre a Mudança do Clima e de seu Protocolo de Quioto tem colocado grande peso em (corretamente) responsabilizar os países desenvolvidos pelas emissões históricas e presentes. Entretanto, além do aproveitamento econômico que o incipiente mercado de carbono certamente irá ensejar ao país, ainda mais com a recente entrada em vigor do Protocolo de Quioto, parece interessante que o Brasil tenha papel relevante na questão da mitigação, atuando autônoma e independentemente e criando as condições para reduzir as

emissões brasileiras, onde factível, sem comprometer o obrigatório desenvolvimento de melhores condições econômicas para a população, que certamente demandará um aumento do consumo de energia per capita.

Numa das modalidades permitidas atualmente pelo MDL, o reflorestamento, sem dúvida, o país exibe gigantesco potencial de utilizar áreas degradadas e marginais para criar sumidouros de GEE, principalmente o carbono, via assimilação fotossintética por florestas em crescimento. Isso é, o potencial de MDL de projetos de reflorestamento é altíssimo e o país tem condições de liderar esse mercado de MDL.

Entretanto, um cálculo simples sugere a necessidade de reflorestamentos cobrindo enormes extensões para retirar uma quantidade significativa de dióxido de carbono da atmosfera. Senão vejamos: assumindo um reflorestamento com espécies florestais que possam armazenar, ao final de seu crescimento, uma média de 150 toneladas de carbono na biomassa por hectare, pode-se estimar como razoáveis taxas de assimilação líquida de 6 a 8 toneladas de carbono por hectare (tC/ha) ao ano, tomando uma escolha de espécies nativas de crescimento relativo rápido (ou 10 a 15 tC/ha para espécies exóticas de rápido crescimento). Assim, para remoção líquida de 30 milhões de toneladas anuais, necessitaríamos de uma área total de 4 a 5 milhões de hectares (ou 2 a 3 milhões de ha utilizando-se espécies exóticas) em projetos de reflorestamento.

Em função do expressivo estoque de áreas degradadas no país, não é impossível se pensar em projetos de reflorestamento que cheguem a ocupar áreas dessas dimensões, ainda que se levasse um período de décadas para implementá-los (por comparação, a área plantada de cana de açúcar, no Estado de São Paulo, é de aproximadamente 25 mil km² e foram necessários cerca de 30 anos e considerável investimento para sua implantação). Somente na Amazônia, estima-se que mais de 200 mil km² sejam áreas desmatadas mediana ou altamente degradadas (grande parte delas desmatadas antes de 1989, portanto passíveis de receberem projetos de MDL), normalmente ocupadas por pastagens degradadas e mal manejadas. A um custo estimado de modo conservador no mercado de carbono de cerca de US\$ 3 dólares por tonelada, a eventual colocação nesse mercado de certificados de seqüestro de carbono dessa magnitude poderia gerar receitas anuais em torno de US\$ 100 milhões. Em resumo, o baixo preço atual do carbono pode não servir de estímulo à massificação de projetos de reflorestamento, ainda que deva ser levado em conta que a entrada em vigor do Protocolo de Quioto provavelmente fará aumentar os preços.

Em comparação, a implementação de políticas públicas que levem ao cumprimento mais eficaz da legislação vigente, principalmente o Código Florestal, ao se fazer respeitar as áreas de Reserva Florestal Legal e Áreas de Proteção Permanente, pode por si só reduzir as taxas anuais de reflorestamento em, no mínimo, 10%. Levando-se em conta as taxas anuais de desmatamento na Amazônia brasileira (cerca de 2.3 milhões de hectares nos últimos dois anos) (Inpe, 2004), 10% de

redução nos desmatamentos significariam um decréscimo de emissões brasileiras de cerca de 30 milhões de toneladas de carbono.

Assim, mesmo sem se beneficiar de mecanismos previstos no Protocolo de Quioto para conservação de grandes reservatórios de carbono na biota terrestre (por exemplo, em florestas tropicais), a redução dos desmatamentos da floresta tropical amazônica via aplicação da legislação florestal e ambiental seria uma maneira efetiva de o Brasil se engajar construtivamente aos objetivos maiores da Convenção, isso é, conseguir estabilizar as concentrações dos GEE em níveis que não interfiram perigosamente com o sistema climático do planeta. Esse posicionamento é absolutamente coerente com os planos governamentais para a Amazônia (Plano Amazônia Sustentável, Plano de Combate ao Desmatamento, Br-163 Sustentável³, entre outros), todos preconizando redução significativa dos desmatamentos e queimadas ilegais através do desenvolvimento de políticas públicas voltadas a, por um lado, melhorar a efetividade do cumprimento da lei, inclusive via uma massiva regularização fundiária e, por outro lado, direcionar incentivos para a exploração sustentável dos produtos de base florestal. Aqui, destaca-se o papel promissor da inovação tecnológica na redução dos desmatamentos em mais de uma esfera. Com a tecnologia pecuária existente no país, por exemplo, é perfeitamente possível produzir a mesma quantidade de carne que a Amazônia produz em um terço da área utilizada (86% da área desmatada na Amazônia destina-se ao uso pela pecuária). Tecnologias apropriadas ao aproveitamento de produtos florestais, desde as mais simples até biotecnologias, podem

³ Concernente à rodovia que atravessa os estados de Mato e Pará.

agregar valor a uma economia de base florestal, diminuindo a pressão sobre a floresta primária. Ainda, sistemas agro-florestais, fornecem uma série de serviços ambientais, além de estocar e seqüestrar carbono, como manutenção da qualidade da água e estabilidade do ciclo hidrológico, redução da erosão do solo, manutenção de uma variedade de polinizadores úteis à agricultura, e moderam os extremos climáticos.

Coordenadores técnico-científicos

Marcelo Khaled Poppe

Tem 55 anos, de nacionalidade brasileira e francesa, é 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 socioeconomia do desenvolvimento na École des Hautes Études en Sciences Sociales (1984) e pós-graduado, com Diplôme d'Études Approfondues (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.

Exerceu sua experiência profissional em empresas de engenharia no Brasil – Natron, Enisa – (1972 a 1982) e atuou como pesquisador associado no Centre International de Recherche sur l'Environnement et le Développement – Cired (1984 a 1998), na França. Nesta última função, coordenou e executou programas de pesquisa e cooperação internacional sobre energia, meio ambiente e desenvolvimento, atuando também como consultor em vários projetos nacionais, na França e no Brasil, requeridos por ministérios, secretarias, agências, universidades e empresas, e internacionais, conduzidos pela Comissão Européia ou pelo Banco Mundial. De regresso ao Brasil, foi Assessor Especial da Diretoria e Gerente Executivo 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. Em seguida, assumiu a diretoria do Departamento Nacional de Desenvolvimento Energético (2001 e 2002) e, mais recentemente, exerceu o cargo de Secretário de Desenvolvimento Energético (2003), do Ministério de Minas e Energia, 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. Atualmente, é consultor do Instituto Euvaldo Lodi da Confederação Nacional da Indústria (IEL/CNI) e colaborador do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), Organização Social sediada em Brasília.

Também tem participado nos últimos cinco anos, no Brasil e no Exterior, de diversas comissões e comitês: Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima, Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética (CGIEE), Comitê Gestor do Fundo Setorial de Energia (CT-Energ), International Energy Agency Implementing Agreements (IEA-IA), Renewable Energy Enterprises Development (Reed/Unep/Riso); e de conselhos de administração: Superintendência da Zona Franca de Manaus (Suframa), Companhia Energética do Piauí (Cepisa), Boa Vista Energia (BVE), Eletrobrás Termonuclear (Eletronuclear).

Áreas de atuação profissional: Política e planejamento – energia – meio ambiente – desenvolvimento socioeconômico; mudanças climáticas, créditos de carbono e mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL); regulação de mercados de infra-estrutura de serviços públicos; preços e tarifas; delegação da gestão de serviços públicos; organização institucional do setor energético; estratégia empresarial nos setores ambiental, energético e de infra-estrutura; inovações tecnológicas e gerenciais nas indústrias de energia e de equipamentos; eficiência energética; geração distribuída, auto-produção e produção independente de energia; energias renováveis e bicomcombustíveis; eletrificação rural e sistemas isolados. Relações institucionais e internacionais; convênios, contratos e mecanismos de financiamento.

Publicações, conferências e missões técnicas: Autor e co-autor de mais de 30 publicações (capítulo de livro, comunicações em seminários, artigos, relatórios, etc.) durante o período em que atuou

como pesquisador. Ao longo da carreira, proferiu inúmeras conferências relacionadas às áreas de atuação profissional, para um público de empreendedores, consultores, especialistas, acadêmicos, gestores públicos estaduais e federais, e membros de organismos multilaterais, no Brasil e no Exterior, tendo efetuado também várias missões técnicas nos diversos estados brasileiros e em diferentes países: Argentina, Canadá, Estados Unidos, África do Sul, Índia e praticamente todos os países da União Européia.

Emilio Lèbre La Rovere

Tem 50 anos, de nacionalidade brasileira e italiana, é graduado em Engenharia Elétrica pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ, 1975) e em Economia pela Faculdade de Economia e Administração da Universidade Federal do Rio de Janeiro (1976), e pós-graduado, com o título de Mestre em Ciências, em Engenharia de Sistemas e Computação, pelo Instituto de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (Coppe/UFRJ, 1977), com o Diplôme d'Études Approfondies – DEA (1978) e com o Doutorado em Técnicas Econômicas, Previsão, Prospectiva (1980), pela École des Hautes Études en Sciences Sociales (EHESS), em Paris, na França.

Trabalhou na área de energia da Finep – Financiadora de Estudos e Projetos (1975 a 1988), agência do governo federal para o fomento da ciência e tecnologia no país, tendo, nos dois últimos anos, chefiado sua Divisão de Infra-Estrutura Energética. Desde 1982, é professor adjunto (em tempo integral a partir de novembro de 1988, aprovado em primeiro lugar de concurso público em 1992) do Programa de Planejamento Energético da Coppe/UFRJ, ocupando o cargo de coordenador do Programa, de janeiro de 1995 a dezembro de 1996. Também foi o primeiro coordenador do Mestrado e do Doutorado em Engenharia Ambiental, de 1988 a 1997. Desde dezembro de 1997, é o coordenador do Laboratório Interdisciplinar de Meio Ambiente (Lima) e, desde dezembro de 2000, é também o coordenador executivo do Centro de Estudos Integrados sobre Meio Ambiente e Mudanças Climáticas (CentroClima), todos da Coppe/UFRJ. Ao mesmo tempo, é Assessor do Ministério de Meio Ambiente em Mudanças Climáticas e co-reponsável pelo centro brasileiro integrante do Global Network on Energy for Sustainable Development (Gnesd), criado pelo Pnuma na Rio+10.

Ao longo da carreira, realizou consultorias, estudos e projetos de pesquisa e assessoria técnica para inúmeras instituições no país (Finep, CNPq, Enap, Capes, Cedae, Cenpes, Cepel, CSN, Faperj, Feema, Fepam, Furnas, SCT, Ibama, Infraero, Petrobrás, Eletrobrás, Furnas, Kingsley, MIR, MMA, MME, ANP, Aneel, White Martins, El Paso, Transpetro, BR, Prefeituras de RJ e SP, Semad-MG) e no exterior (CEU, Cepal, UNDP, UNU, Unesco, FAO, OAU, Unep, Riso/URC, World Bank, WCD, IPCC, GEF, CCAP, SSN, Marbek).

Atualmente, é membro do Task Group on Data and Scenario Support for Impact and Climate Analysis (TGICA) do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC). É também co-autor de diversos relatórios científicos do IPCC: Segundo Relatório de Avaliação, Grupo de Trabalho 3, capítulos 8 e 9, 1996; Relatório Especial sobre Cenários de Emissões, 2000; Terceiro Relatório de Avaliação, Grupo de Trabalho 3, capítulo 2, 2001; Terceiro Relatório de Avaliação, Grupo de Trabalho 2, capítulo 3, 2001; Quarto Relatório de Avaliação, Grupo de Trabalho 3, capítulo 3, em andamento (em inglês). Além disso, é autor de diversos estudos para o Secretariado da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima e editor associado das revistas científicas internacionais "Climate Policy" e "Energy Economics".

Áreas de atuação profissional: Mudanças climáticas – políticas e medidas de controle; inventário de emissões de gases de efeito estufa; estudos de mitigação; cenários de emissões; transferência de tecnologia e financiamento; projetos para o mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL); conservação de energia; fontes alternativas de energia; metodologias de avaliação de impacto ambiental; auditorias ambientais; impactos ambientais de projetos de produção, transporte e uso de petróleo e derivados, e de grandes barragens para geração hidroelétrica; avaliação ambiental estratégica para inserção de critérios ambientais no planejamento energético.

Conferências e missões técnicas: proferiu conferências e efetuou missões técnicas em diversos países da América Latina (Argentina, Colômbia, Equador, México, Peru), África (Etiópia, Angola, Quênia, Madagascar, Costa do Marfim, Senegal, Cabo Verde), Europa (Bulgária, Dinamarca, França, Hungria, Itália), Oceania (Austrália, Nova Zelândia) e Ásia (Índia, Sri Lanka, China, Japão).

Publicações selecionadas: Autor e co-autor de mais de 200 publicações científico-tecnológicas, seguindo-se as mais recentes e disponíveis em português sobre mudança do clima:

“O Estado da Atmosfera” in “GEO Brasil 2002. Perspectivas do Meio Ambiente no Brasil”, (coordenador, com Costa, R.C.; Almeida, M.A.; Pereira, A.O.), Ed. Ibama, 2002, p.109-117.

“Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa da Cidade do Rio de Janeiro”, (coordenador), Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Prefeitura da Cidade do RJ, 2003, 104 p.

“Pequena central térmica utilizando casca de arroz como combustível e seu potencial de adequação ao MDL”, com Pimenteira, C.A.; D’Avignon, A., Araújo, M.S.M.; Enriques, R.; Anais do X Congresso Brasileiro de Energia, 2004, vol.1, p. 348-356.

“Contabilização do balanço de carbono: indicadores de emissões de gases de efeito estufa”, com Costa, R.C., in Romeiro, A.R. (org); Avaliação e contabilização de impactos ambientais, Ed. Unicamp, 2004, p.153-169.

“A participação da pequena e média indústria no mercado de carbono. Oportunidades e barreiras. O caso da indústria cerâmica vermelha”, com Baptista, N.N.; Barata, M.M.; Villar, S.C., Anais do Rio 5 – World Climate and Energy Event, Rio de Janeiro, fevereiro 2005.

Autores

André Aranha Corrêa do Lago

Economista pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1981) e Diplomata pelo Instituto Rio Branco (1983). Serviu nas Embaixadas do Brasil em Madri, Praga, Washington e Buenos Aires. Atualmente é Chefe da Divisão de Política Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do Departamento de Meio Ambiente e Temas Especiais, do Ministério das Relações Exteriores.

André Felipe Simões

Doutor em Planejamento Energético e Ambiental pela Coordenação do Programas de Pós-graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (2003). Mestre em Engenharia Metalúrgica com ênfase em Engenharia de Materiais, pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (1997). Engenheiro Metalúrgico pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (1994). No âmbito do doutoramento, possui 6 trabalhos publicados em revistas internacionais e integrou 14 equipes de projetos de fomento nacional e/ ou internacional, cujos temas relacionaram-se a: Mudança Climática Global (com ênfase em Mecanismo de Desenvolvimento Limpo e Mercado Internacional de Créditos de Carbono), Energias Renováveis, Petróleo e Gás Natural.

André Santos Pereira

Doutorando em Economia do Meio Ambiente na Escola de Altos Estudos em Ciências Sociais. Mestre pelo Programa de Planejamento

Energético da Coordenação do Programas de Pós-graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, e bacharel em economia pela UFRJ, tem se especializado na interface entre meio ambiente, energia, desenvolvimento e mudança do clima. Tem ainda participado de projetos de pesquisa do CentroClima da Coppe/UFRJ, escrito artigos e livros sobre o tema, e atuado como consultor na área.

Carlos Afonso Nobre

Engenheiro Eletrônico pelo Instituto Tecnológico da Aeronáutica e PhD pelo Massachusetts Institute of Technology; Pesquisador Titular do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe). Coordenador Geral do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (1991 a 2003). Coordenador Científico do Experimento de Grande Escala da Biosfera- Atmosfera na Amazônia (LBA); participante das avaliações do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC); atuação em pesquisa sobre meteorologia, modelagem climática, interações biosfera-atmosfera, Amazônia; orientação de 7 doutores e 12 mestres.

Carolina B. S. Dubeux

Socióloga, mestre em Planejamento Energético e doutoranda em Planejamento Ambiental no Programa de Planejamento Energético da Coordenação do Programas de Pós-graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Desenvolve pesquisas na área de mudanças climáticas no Centro de Estudos Integrados sobre Meio Ambiente e Mudanças Climáticas (CentroClima / Coppe/ UFRJ), particularmente, na área de mitigação, atuando no desenvolvimento de projetos, realização de inventários de emissões de gases de efeito estufa e construção de cenários de emissão.

Claudia do Valle Costa

Mestre em Planejamento Energético e Ambiental pelo Programa em Planejamento Energético da Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, faz atualmente seu doutorado na mesma instituição, em Planejamento Energético e Ambiental. Atuou como pesquisadora, para complementar os estudos de doutorado, no Wuppertal Institute, na Alemanha. É pesquisadora do CentroClima da Universidade Federal do Rio de Janeiro desde 2001.

Claudio Fernando Mahler

Atualmente é professor e pesquisador da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia e de Engenharia Civil. Graduou-se em Engenharia Civil pela Universidade de São Paulo (1972). Em 1974, obteve o título de mestre pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, em 1988 graduou-se em psicologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, e em 1994, concluiu o doutorado em Engenharia Civil na Universidade Federal do Rio de Janeiro. Pós-Doutorado pela Universidade de São Paulo nas seguintes áreas do conhecimento: Qualidade do Ar, das Águas e do Solo, Resíduos Sólidos, Controle da Poluição.

Claudio Freitas Neves

Atua como professor e pesquisador da Universidade Federal do Rio de Janeiro junto à Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia, Programa de Engenharia Oceânica. Em 1977, graduou-se em Engenharia Civil, Obras Hidráulicas, pela

Universidade Federal do Rio de Janeiro. Em 1979, obteve o título de bacharel em Matemática também pela Universidade Federal do Rio de Janeiro e neste mesmo ano concluiu o mestrado em Engenharia Oceânica, na mesma instituição. Concluiu o doutorado em Coastal Oceanographical Engineering pela University of Florida, U.F, Gainesville, Estados Unidos (1987). Em 1999, concluiu o curso de especialização em Novas Tecnologias em Educação e Treinamento Empresarial, pela Fundação Getúlio Vargas do Rio de Janeiro.

Dieter Carl Ernst Heino Muehe

Professor e pesquisador do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Doutor em Geografia pela Universitat Kiel (Christian-Albrechts) (1982). Obteve o título de mestre em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1975). Graduado em Geografia na Universidade Federal do Rio de Janeiro (1965).

Eneas Salati

Engenheiro Agrônomo pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo (1955) e Doutor em Agronomia (1957), Livre-Docente da Cadeira de Física e Meteorologia (1960) e Professor-Titular (1975). Foi diretor do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), do Instituto de Física e Química de São Carlos (USP) e do Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo (Cena). Membro de várias instituições científicas, foi agraciado com a Medalha do Mérito Científico Brasileiro. Desenvolveu e publicou mais de 120 trabalhos científicos em revistas nacionais e internacionais sobre temas como Hidrologia e Ecologia da Amazônia, Pesquisas no Nordeste Brasileiro Semi-árido, Recursos Hídricos, Fixação Biológica de Nitrogênio, Energia

Solar, Geoquímica, Enriquecimento Isotópico, Mudanças Climáticas Globais e Recuperação de Recursos Hídricos com Sistemas de “Wetlands”.

Fernando Rei

Advogado e professor universitário. Diretor científico da Sociedade Brasileira de Direito Internacional do Meio Ambiente (SBDIMA). Doutor em Direito Internacional pela Universidade de São Paulo, e doutor em Direito Ambiental pela Universidade de Alicante. Coordenador do curso de especialização em Gestão Ambiental, da Universidade Estadual de Campinas. Ex-Presidente da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Cetesb). Sócio do escritório Correa, Medaglia, Rei Advogados.

Jose Antonio Marengo Orsini

Bacharel em Meteorologia, Ingeniero Meteorologo, Magister em Recursos de Água e Terra da Universidad Nacional Agraria La Molina (Peru), e Ph.D em Meteorologia da University of Wisconsin, com Pós Doutorado na NASA – Columbia University em New York e na Flórida State University (EUA). As áreas de especialização incluem meteorologia, hidrologia, climatologia. Autor de mais de 100 artigos e de 6 capítulos de livros nestas áreas. Atualmente é pesquisador- titular, professor da pós-graduação e coordenador de estudos e previsão do clima do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/Inpe).

Kamyla Borges da Cunha

Formada em Direito pela Faculdade de Direito da Universidade de São Paulo, mestre em Planejamento de Sistemas Energéticos pela Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas. Atualmente, é doutoranda no curso de pós-graduação em Planejamento de Sistemas Energéticos da Faculdade de Engenharia Mecânica, da Universidade Estadual de Campinas.

Luciano Basto Oliveira

Pesquisador do Instituto Virtual de Mudanças Globais, da Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Graduado em Matemática com especialização em Análise Ambiental e Gestão do Território pela Escola Nacional de Ciências Estatísticas. Mestrado e doutorado em Planejamento Energético pelo Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Luiz Edmundo Costa Leite

Engenheiro com mestrado em Engenharia Ambiental, é professor-adjunto da Escola Politécnica, da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Como gestor, foi presidente da Companhia Municipal de Limpeza Urbana, no Rio de Janeiro; da Companhia de Água e Esgotos do Município de Petrópolis; da Concessionária de Serviços públicos de Água e Esgotos S.A. em Cabo Frio; e Secretário de Obras e Serviços Públicos da Cidade do Rio de Janeiro. Como consultor especializado em resíduos tem trabalhado para o Banco Mundial,

para o BID, para a JICA e para a OMS, em diversos países da América Latina, da África e da Ásia.

Luiz Gylvan Meira Filho

Professor-Visitante do Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo. Engenheiro de Eletrônica, Instituto Tecnológico de Aeronáutica (1964), doutor em Filosofia, especialidade Astro- Geofísica, Universidade do Colorado (EUA, 1969). Co-Presidente do Grupo de Trabalho Científico do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC, 1991-1995); Vice-Presidente do IPCC (1995- 2001). Ocupou os cargos de Assessor Científico Senior da Secretaria da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, (2003-2004); Secretário de Políticas de Ciência e Tecnologia do Ministério da Ciência e Tecnologia (2001-2002); Presidente da Agência Espacial Brasileira (1994-2001); Consultor da Organização Meteorológica Mundial para o Programa Mundial do Clima (1993- 1994); Assessor Especial do Ministro da Ciência e Tecnologia (1991- 1993); Diretor de Meteorologia e de Observação da Terra do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (1989-1991); Gerente do projeto de implantação do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos do INPE (1986-1989); Diretor Regional para as Américas da Organização Meteorológica Mundial (1981-1985); Chefe do Departamento de Meteorologia do INPE (1976-1981); Diretor Científico do Instituto de Pesquisas Espaciais (1971-1974).

Magda Aparecida de Lima

Ecóloga, doutora em Geociências, pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente. Atua em projetos de mensuração e quantificação de gases de efeito estufa provenientes de atividades agrícolas, principalmente com cultivo de arroz irrigado e ruminantes. Coordena a rede de

pesquisas Agrogases na Embrapa, onde lidera o Projeto “Dinâmica de Carbono e Gases de Efeito Estufa em Sistemas de Produção Agropecuária, Florestal e Agroflorestal do Brasil”.

Manoel Fernandes Martins Nogueira

Graduou-se em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Pará (1980), especialista em estudo projeto e construção de Pequenas Centrais Hidroelétricas, Escola Federal de Engenharia de Itajubá (1982), mestrado na área de Turbomáquinas Hidráulicas, Efei (1984), e doutor na área de Combustão, Cornell University New York (USA, 2001). Foi Coordenador-Geral de Tecnologias da Energia do Ministério das Minas e Energia (2001-2004). Trabalha com desenvolvimento e instalação de centrais de potência para sistemas isolados com fontes convencionais e renováveis. Atualmente é Professor-Adjunto, da Universidade Federal do Pará.

Marcelo Theoto Rocha

Sócio da Fábrica Ética Brasil; Pesquisador do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz” da Universidade de São Paulo; é Pesquisador Associado do Instituto de Pesquisas Ecológicas (IPÊ). Foi membro da Delegação do Governo Brasileiro nas últimas conferências de negociação do Protocolo de Quioto.

Marcos Aurélio Vasconcelos de Freitas

Em 1983, graduou-se em Geografia pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Em 1988, concluiu o mestrado em Engenharia Nuclear e Planificação Energética pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Entre 1989 e 1990, especializou-se em Pesquisas Comparativas Sobre o Desenvolvimento Econômico na École des Hautes Études en Sciences Sociales (EHESS). Em 1994, obteve o título de doutor em Ciências e Economia do Meio-Ambiente e de Energia também na EHESS e no ano seguinte concluiu o pós-doutorado na mesma instituição. Atualmente é professor do Programa de Planejamento Energético da Coppe/UFRJ. Foi diretor da Área de Tecnologia, Informação e Capacitação da Agência Nacional de Águas em Brasília, (2000-2004). Exerceu o cargo de Superintendente de Estudos e Informações Hidrológicas da Agência Nacional de Energia Elétrica, (1998-2000). Foi Professor-Visitante do Departamento de Engenharia Elétrica e do Centro de Ciências do Ambiente, da Universidade do Amazonas (1997-1998).

Maurício Mendonça

Doutor em Economia pelo Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas e pela Université de Paris XIII (França), com tese na área de Política Industrial e Tecnológica. É mestre em Economia também pelo Instituto de Economia da Unicamp, com dissertação na área de Economia Industrial. Foi Professor Adjunto do Departamento de Ciências Sociais da Universidade Federal de São Carlos (1992-2004). Foi Secretário de Política Tecnológica Empresarial do Ministério de Ciência e Tecnologia (2001-2002), Diretor do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea, 2003-2004) e atualmente é Coordenador de Competitividade Industrial da Confederação Nacional da Indústria (CNI).

Roberto Schaeffer

Doutor em Política Energética pela Universidade da Pensilvânia (EUA). Atualmente é professor do Programa de Planejamento Energético

da Coordenação do Programas de Pós-graduação de Engenharia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, editor-associado das revistas científicas internacionais “Energy – The International Journal” e “Climate Policy”, autor-líder do quarto relatório de avaliação do Painel Intergovernamental de Mudanças do Clima (IPCC), e membro do Painel de Metodologias em Linhas de Base e Monitoramento (Meth Panel) do Comitê Executivo Internacional do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).

Robin Thomas Clarke

Mestre e doutor (Oxford, Inglaterra). Formação em Matemática e Estatística. Entre 1970 e 1983 foi chefe de divisão em modelagem hidrológica e vice-diretor do Instituto de Hidrologia, Wallingford, Inglaterra, financiado pelo Natural Environment Research Council (Nerc) do Reino Unido. Em 1983, foi nomeado diretor do Freshwater Biological Association (atualmente Centre for Ecology and Hydrology do Nerc), com 3 laboratórios e 100 cientistas (físicos, químicos e biólogos). Aposentou-se em 1988, e neste mesmo ano tornou-se professor visitante do Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH), da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Consultor para várias agências internacionais (Unesco, WMO, FAO, IAEA, UNDP, WHO) em tópicos relacionados a desenvolvimento de recursos hídricos.

Thelma Krug

Pesquisadora do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, está atualmente cedida como pesquisadora-visitante ao Instituto Interamericano para Pesquisa em Mudanças Globais. Desde 2002 é co-presidente da Força Tarefa em Inventários de Gases de Efeito Estufa do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC). Nos

últimos cinco anos tem atuado como negociadora brasileira no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, em temas relacionados ao Uso da Terra, Mudança no Uso da Terra e Florestas. Co-presidiu as negociações sobre modalidades e procedimentos para inclusão de projetos de reflorestamento e florestamento no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo.

Ulisses E.C. Confalonieri

Médico e médico veterinário, especialista em Epidemiologia das Doenças Transmissíveis. É professor-titular do Departamento de Ciências Biológicas da Escola Nacional de Saúde Pública (Fiocruz) e da Universidade Federal Fluminense (RJ). Coordena projetos de pesquisa enfocando principalmente os efeitos de mudanças ambientais de larga escala (mudança climática global; desmatamento e perda da biodiversidade) sobre a saúde humana, especialmente sobre as doenças infecciosas e parasitárias. Tem participado, como coordenador dos comitês de saúde, de programas de avaliações científicas internacionais, como o Intergovernmental Panel on Climate Change, o Millennium Ecosystem Assessment e o Earth System Science Partnership.

Vanderlei Perez Canhos

Engenheiro de Alimentos e mestre em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas, é doutor em Ciência de Alimentos pela Oregon State University (USA). Professor aposentado da Universidade Estadual de Campinas é, atualmente, diretor-presidente do Centro de Referência em Informação Ambiental (Cria), onde exerce atividades de pesquisa e administração associadas ao desenvolvimento de sistemas de informação sobre biodiversidade.

Especialistas consultados

CARLOS EDUARDO PELLEGRINO CERRI
Centro de Energia Nuclear na Agricultura – Universidade de São Paulo

DALCI MARIA DOS SANTOS
Centro de Gestão e Estudos Estratégicos

EVANDO MIRRA DE PAULA E SILVA
Centro de Gestão e Estudos Estratégicos

GILDA MASSARI COELHO
Centro de Gestão e Estudos Estratégicos

GLAUCO ARBIX
Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas

GUILHERME MAGALHÃES FAGUNDES
Bolsa de Mercadorias & Futuros

ISAIAS MACEDO
Universidade Estadual de Campinas

JOÃO EVANGELISTA STEINER
Instituto de Estudos Avançados – Universidade de São Paulo

JOSÉ DEOCLECIANO DE SIQUEIRA SILVA JÚNIOR
Centro de Gestão e Estudos Estratégicos

LAURA BEDESCHI R. DE MATTOS
Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

LÉLIO FELLOWS FILHO
Centro de Gestão e Estudos Estratégicos

MARCIO DE MIRANDA SANTOS
Centro de Gestão e Estudos Estratégicos

MARCO ANTONIO FUJIHARA
Price Waterhouse Coppers

NUNO CUNHA E SILVA
Ecosecurities

OSWALDO OLIVA NETO
Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República

PAULO ROBERTO DE ALMEIDA
Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República

PETER MANN DE TOLEDO
Museu Paraense Emílio Goeldi

RICARDO ESPARTA
Ecoinvest

VIRGILIO HORÁCIO SAMUEL GIBBON
Fundação Getúlio Vargas

Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República

Objetivos, atribuições, competências e funcionamento:

O NAE tem como objetivo processar, em tempo hábil, informações qualificadas, de modo a preparar a tomada de decisão pela Presidência da República.

Faz parte de suas atribuições articular a inteligência nacional para o tratamento de temas estratégicos, desenvolver atividades de informação, de prospecção, de análise e de simulação.

O NAE não desenvolve, porém, qualquer função executora de projetos correntes e de ações de governo, cuja responsabilidade primeira continua a estar nas mãos dos ministérios e secretarias. O NAE cumpre suas funções em estreita sintonia com os ministérios e secretarias, de modo a otimizar as competências e o conhecimento acumulado nos distintos órgãos do governo.

O NAE também está aberto a contatos com os institutos e centros de altos estudos da Câmara Federal e do Senado, de modo a melhor qualificar os debates sobre temas relevantes para o País.

Participam dos trabalhos do NAE, institucionalmente ou de forma *ad hoc*, ministros de Estado, funcionários do governo, integrantes da comunidade científica e lideranças expressivas da sociedade civil, eventualmente participando de fóruns consultivos especialmente

criados para apoiar e fornecer referências para a sua atuação. Os órgãos de governo diretamente ligados a um tema em pauta têm responsabilidade especial nas suas definições.

Os trabalhos de estudo e a mobilização de competências voltados para as atividades de prospecção do NAE envolvem articulação com a comunidade científica, governamental e empresarial, e consulta aos ministros, com o objetivo de processar estudos técnico-científicos, análises de viabilidade, projeções de impacto, considerando os diversos atores sociais e políticos na arena nacional e internacional.

Núcleo de Assuntos Estratégicos (NAE)

Presidente: Luiz Gushiken,
Ministro-Chefe da Secretaria de Comunicação de Governo
e Gestão Estratégica

Coordenador: Glauco Arbix,
Presidente do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

Secretário Executivo: Oswaldo Oliva Neto,
Coronel EB

