

**TEXTO PARA DISCUSSÃO Nº 761**

**O MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO  
LIMPO E O FINANCIAMENTO  
DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL  
NO BRASIL \***

Ronaldo Seroa da Motta\*\*

Claudio Ferraz\*\*

Carlos E. F. Young\*\*\*

Duncan Austin\*\*\*\*

Paul Faeth\*\*\*\*

Rio de Janeiro, setembro de 2000

---

\* Este texto é uma versão em português dos Capítulos 1 e 2 e Apêndice 1A de Austin e Faeth (2000) do qual o Capítulo 2, sobre o Brasil, é uma versão resumida em inglês de Seroa da Motta, Young e Ferraz (2000). A tradução foi realizada por Silvia Levy.

\*\* Cordenação de Estudos de Meio Ambiente do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).

\*\*\* Do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

\*\*\*\* Do World Resources Institute (WRI).

---

## MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO

Martus Tavares - Ministro

Guilherme Dias - Secretário Executivo



### Presidente

*Roberto Borges Martins*

### DIRETORIA

*Eustáquio José Reis*

*Gustavo Maia Gomes*

*Hubimaier Cantuária Santiago*

*Luís Fernando Tironi*

*Murilo Lôbo*

*Ricardo Paes de Barros*

*Fundação pública vinculada ao Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, o IPEA fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais e disponibiliza, para a sociedade, elementos necessários ao conhecimento e à solução dos problemas econômicos e sociais do país. Inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiro são formulados a partir de estudos e pesquisas realizados pelas equipes de especialistas do IPEA.*

**Texto para Discussão** tem o objetivo de divulgar resultados de estudos desenvolvidos direta ou indiretamente pelo IPEA, bem como trabalhos considerados de relevância para disseminação pelo Instituto, para informar profissionais especializados e colher sugestões.

Tiragem: 103 exemplares

---

### SERVIÇO EDITORIAL

**Supervisão Editorial:** Nelson Cruz

**Revisão:** André Pinheiro, Elisabete de Carvalho Soares, Isabel Virginia de Alencar Pires, Lucia Duarte Moreira, Luiz Carlos Palhares e Miriam Nunes da Fonseca

**Editoração:** Carlos Henrique Santos Vianna, Juliana Ribeiro Eustáquio (estagiária), Rafael Luzente de Lima e Roberto das Chagas Campos

**Divulgação:** Libanete de Souza Rodrigues e Raul José Cordeiro Lemos

**Reprodução Gráfica:** Edson Soares e Cláudio de Souza

#### Rio de Janeiro - RJ

Av. Presidente Antonio Carlos, 51 — 14º andar - CEP 20020-010

Telefax: (21) 220-5533

E-mail: editrj@ipea.gov.br

#### Brasília - DF

SBS. Q. 1, Bl. J, Ed. BNDES — 10º andar - CEP 70076-900

Telefax: (61) 315-5314

E-mail: editbs@ipea.gov.br

Home page: <http://www.ipea.gov.br>

© IPEA, 2000

*É permitida a reprodução deste texto, desde que obrigatoriamente citada a fonte.*

*Reproduções para fins comerciais são rigorosamente proibidas.*

---

---

# SUMÁRIO

---

RESUMO

ABSTRACT

|   |    |
|---|----|
| 1 - INTRODUÇÃO .....  | 1  |
| 1.1 - Quanto Desenvolvimento Sustentável? .....   | 2  |
| 1.2 - Visão Geral do Estudo .....   | 3  |
| 1.3 - Financiando o Desenvolvimento Sustentável no Brasil, na China<br>e na Índia ..... | 4  |
| 1.4 - Conclusões dos Estudos de Caso .....  | 11 |
| 1.5 - Conclusão .....   | 15 |
| <br>2 - OPORTUNIDADES E BENEFÍCIOS DO MDL NO BRASIL.....                                | 18 |
| 2.1 - Tendências de Desenvolvimento e Prioridades .....                                 | 19 |
| 2.2 - Oportunidades Brasileiras para o Mercado de MDL .....                             | 21 |
| 2.3 - Avaliação das Opções Florestais .....   | 22 |
| 2.4 - Opções Energéticas.....   | 27 |
| 2.5 - Identificando as Opções Mais Atraentes .....                                      | 32 |
| 2.6 - Conclusões e Recomendações .....  | 35 |
| <br>ANEXO .....   | 38 |
| <br>BIBLIOGRAFIA .....  | 43 |

---

---

## RESUMO

---

O Protocolo firmado na Conferência das Partes de 1997 da Convenção de Mudanças Climáticas, em Kioto, finalmente fixou um teto de emissões para vários países desenvolvidos e introduziu a possibilidade de mecanismos de criação de mercado de carbono. Esse comércio entre países com e sem teto seria, então, realizado pelo Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Com o MDL, qualquer país sem teto de emissões pode desenvolver projetos de redução de sua emissão de gases do efeito estufa (carbono) e receber créditos por isso, podendo vender esses créditos num mercado internacional. Este mercado de MDL vai gravitar em torno de opções mais baratas em termos de preços de carbono oferecidos pelas opções de cada país. Este estudo analisa a viabilidade financeira das oportunidades brasileiras nesse mercado *vis-à-vis* seus impactos locais relacionados ao meio ambiente, ao desenvolvimento econômico e à equidade.

---

---

# **ABSTRACT**

---

The Protocol resulting from the 1997 Conference of Parties in Kyoto finally set emission caps for several developed countries and introduced the possibility of market creation mechanisms based on carbon emission trading. The Clean Development Mechanism (CDM) was then created for emission trading between countries with caps and those with no caps. The CDM market will pursue the opportunities for lowest costs on carbon reductions available in each country with no emission target, as is the case of Brazil. This study analyses the financial viability of several Brazilian options for CDM against their local impacts on the environment, growth and equity.

---

## 1 - INTRODUÇÃO<sup>1</sup>

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) tem dois objetivos: diminuir o custo global de redução de emissões de gases lançados na atmosfera e que produzem o efeito estufa (GEE) e, ao mesmo tempo, também apoiar iniciativas que promovam o desenvolvimento sustentável em países em desenvolvimento. *(Veja Quadro 1 para a definição.)* Esses objetivos simultâneos refletem a necessidade de ação coordenada entre países desenvolvidos e em desenvolvimento, que, apesar de posicionamentos distintos, dividem o objetivo comum de reduzir o acúmulo de GEE.

O princípio básico do MDL é simples. Ele permite que países desenvolvidos invistam nos países em desenvolvimento em oportunidades de redução de baixo custo e que recebam créditos pela redução obtida nas emissões. Os países desenvolvidos podem então aplicar esses créditos nas metas fixadas para 2008-2012, reduzindo assim os cortes que teriam de ser feitos nas próprias economias. Como muitas das oportunidades de redução de emissões são mais baratas em países em desenvolvimento, isso aumenta a eficiência econômica para alcançar as metas iniciais de redução de emissões de GEE. Como a contribuição das emissões de GEE para as mudanças climáticas é a mesma, independentemente de onde elas ocorram, o impacto no meio ambiente global é o mesmo.

Se esse mecanismo de redução é mais barato para os países desenvolvidos, os países em desenvolvimento também se beneficiam, não apenas com o aumento do fluxo de investimentos, mas também com a exigência de que os investimentos compensem as emissões de GEE ao mesmo tempo em que promovam os objetivos de desenvolvimento sustentável. Assim, o MDL permite o envolvimento dos países em desenvolvimento num período em que outras prioridades limitam os recursos para atividades de redução de emissões de GEE, e encoraja-os a fazê-lo ao sinalizar com a perspectiva de que a prioridade ao desenvolvimento será incorporada como parte da solução. Mais genericamente, o objetivo do MDL de promover iniciativas para o desenvolvimento em países em desenvolvimento reconhece que apenas por meio do desenvolvimento em longo prazo será possível a participação de todos os países na proteção ao clima.

---

<sup>1</sup> Versão em português da introdução, elaborada por Austin e Faeth e publicada em Austin e Faeth (2000).

## Quadro 1

**MDL — Definições**

O MDL está definido no artigo 12 do Protocolo de Kyoto. Ao estabelecer as metas, o Protocolo divide os países em Anexo I (desenvolvidos) e não-Anexo I (em desenvolvimento).

O artigo 12.2 define: “A finalidade do MDL será a ajuda a países não incluídos no Anexo I para atingir o desenvolvimento sustentável e contribuir para o objetivo final da Convenção, e ajudar os países nele incluídos a adequar-se aos seus compromissos quantitativos de limitação e redução de emissões.”

O artigo 12.3 afirma: “a) países não incluídos no Anexo I se beneficiarão de projetos resultando em reduções certificadas de emissões; e b) países incluídos no Anexo I podem usar as reduções certificadas de emissões derivadas de tais projetos como contribuição à adequação de parte de seus compromissos quantificados de redução e limitação de emissões...”

O artigo 12 estabelece também os procedimentos e condições básicas a serem seguidos para qualificar projetos para gerar reduções certificadas de emissão.

**1.1 - Quanto Desenvolvimento Sustentável?**

Embora se especule muito quanto à magnitude da redução de emissões de GEE que o MDL poderá produzir, menos atenção tem sido dada à questão de quanto o MDL irá contribuir para promover os objetivos de desenvolvimento sustentável. Parte da resposta depende da estimativa de como o MDL aumentará o fluxo de investimentos para países em desenvolvimento. Diante da prolongada incerteza quanto às regras para o MDL e à provável resposta dos países a elas, estimar o volume de novos fluxos de investimentos torna-se muito difícil. *[Veja Apêndice 1 A de Austin e Faeth (2000).]*

A outra parte da resposta depende de avaliar quanto desenvolvimento sustentável pode resultar dos projetos de MDL que têm sido propostos. O Protocolo de Kyoto incorpora algo como um pressuposto não-escrito: que aqueles projetos que são favoráveis à redução de emissões de carbono devem ser favoráveis também para a promoção do desenvolvimento sustentável em países em desenvolvimento. À primeira vista isto certamente será verdadeiro para um grande número de projetos, mas não está claro que deva ser sempre verdade e nem que um projeto julgado mais adequado do ponto de vista da redução de emissões de carbono será tão atraente sob a perspectiva do desenvolvimento sustentável.

Se o MDL tem de alcançar seu duplo objetivo, os atributos relacionados ao desenvolvimento sustentável dos projetos terão de ser examinados. Primeiro, os projetos de redução de emissões de carbono de baixo custo promovem de fato ganhos de desenvolvimento sustentável nos países em desenvolvimento? Além disso, reconhecendo que os benefícios do desenvolvimento sustentável englobam uma grande variedade de atributos, são os resultantes benefícios reais consistentes com as prioridades do país em desenvolvimento que recebe o projeto? E, finalmente, onde os dois objetivos não forem mutuamente consistentes, como se

pode harmonizar os dois objetivos na elaboração, seleção e hierarquização dos projetos?

Sem uma avaliação cuidadosa desses atributos não-diretamente associados à redução de emissões de carbono, existe o risco de que o MDL torne-se pouco mais que um instrumento de redução de custo para países desenvolvidos, legitimados por benefícios secundários ocasionais que podem ou não ser consistentes com as prioridades dos países em desenvolvimento. Mais ainda, o próprio sucesso do MDL, caso prevalecesse um ambiente dominado por uma postura *carbono-cêntrica*, torna-se questionável. Para começar, projetos que não atendam expressamente aos objetivos gêmeos do MDL não estariam aptos a qualificar-se para o crédito sob a definição do Protocolo de Kyoto. Mais especificamente, projetos incapazes de atender às necessidades de ambos os participantes terão baixa probabilidade de decolar. Somente como instrumento de benefício mútuo o MDL tem alguma chance de sucesso.

## **1.2 - Visão Geral do Estudo**

Para explorar a capacidade do MDL para financiar o desenvolvimento sustentável em países em desenvolvimento, conduzimos estudos de caso focalizando projetos potenciais no Brasil, China e Índia. Considerando suas emissões de GEE, tamanho da população e destaque nas discussões políticas atuais, o Brasil, a China e a Índia serão cruciais para o sucesso do MDL. A China e a Índia são os dois maiores emissores dentre os países em desenvolvimento. O Brasil é um emissor menor, mas merece o crédito de ter proposto o MDL e permanece importante nas discussões sobre sua configuração. Além disso, com suas vastas reservas florestais, o Brasil tem um interesse significativo em uma das questões mais importantes relativas ao desenho do MDL, especificamente se as atividades relacionadas ao uso da terra e das florestas serão elegíveis para a obtenção de créditos de redução de emissão.

Os estudos de caso foram conduzidos por especialistas familiarizados com as necessidades do desenvolvimento e com as possibilidades do MDL em seus países. Cada estudo foi executado em três fases. Primeiro, os autores dos estudos de caso examinaram os problemas e as prioridades do desenvolvimento em seus países, tanto em sua dimensão formal — como articulados em planos ou políticas — quanto com base nas suas próprias percepções e experiências. Em seguida, reviram a literatura sobre projetos potenciais visando à redução de emissões de carbono em seus países e estimaram os possíveis benefícios para o desenvolvimento sustentável não-diretamente relacionado àquele objetivo. Por fim, os autores examinaram em que medida esses possíveis benefícios não-relacionados à redução das emissões de carbono se alinham com as prioridades de desenvolvimento nacional. Os estudos de caso aparecem nos Capítulos 2 a 4 de Austin e Faeth (2000).<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Em versão de língua portuguesa está disponível o Capítulo do Brasil.

Embora cada estudo de caso siga a mesma abordagem conceitual, há diferenças inevitáveis decorrentes da disponibilidade de dados, adoção de critérios distintos de desenvolvimento sustentável e métodos diferentes para avaliação e comparação dos projetos. Isso se somou a diferentes tipos de projetos de redução de emissão que refletem as oportunidades e prioridades de cada país.

Independentemente de como os detalhes sobre o MDL serão resolvidos nas negociações internacionais, os estudos de caso sugerem que Brasil, China e Índia poderiam se beneficiar substancialmente de vários projetos viáveis de redução de GEE.

Longe de se desviar da trajetória de desenvolvimento, os benefícios não-associados à redução das emissões de carbono (ou “co-benefícios”) derivados de projetos potenciais de MDL frequentemente se sobrepõem de forma clara aos objetivos de desenvolvimento que os próprios países identificaram como sendo importantes. Esses benefícios incluem melhora na qualidade do ar e da água, intensificação na preservação do solo, proteção contra enchentes, energia elétrica para áreas rurais ou remotas, e aumento nas oportunidades de emprego. Embora o estudo focalize apenas três países, a abordagem e as conclusões provavelmente têm aplicação bem mais geral.

Além do mais, por meio de uma cuidadosa seleção e hierarquização de projetos, o nível de co-benefícios poderia ser ampliado de forma deliberada, em vez de ser gerado casualmente. Se o objetivo é que os países em desenvolvimento obtenham o máximo de benefícios dos fluxos de MDL, então eles terão de se engajar ativamente na seleção dos projetos dentro do próprio país, direcionando-se para aqueles que apresentem maior superposição com os objetivos de desenvolvimento sustentável.

### **1.3 - Financiando o Desenvolvimento Sustentável no Brasil, na China e na Índia**

#### **1.3.1 - Pressões e Prioridades do Desenvolvimento**

Juntos, Brasil, China e Índia somam 40% da população mundial e 18% das emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) de fonte industrial [WRI (1998)]. Os três países estão também crescendo rapidamente. Por volta de 2010, suas economias podem chegar a ser entre 50% e 100% maiores que hoje, projetando-se para o conjunto de suas populações um crescimento de mais de 250 milhões de pessoas. Ao mesmo tempo, estes países poderão estar emitindo em conjunto um adicional de 900 milhões de toneladas métricas de CO<sub>2</sub> por ano se seguirem as trajetórias de desenvolvimento convencionais [Van der Mensbrugghe (1998) e DOE (1998)].<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> As projeções antecedem as crises financeiras, o que torna as estimativas para o final do período menos prováveis. Além disso, há evidência de que os três países estão se desviando das trajetórias convencionais de desenvolvimento – movimento que pode não estar totalmente refletido nestes números [Reid e Goldemberg (1997) e UNDP (1999)].

Brasil, China e Índia têm vários objetivos ligados ao desenvolvimento — alguns em comum, alguns únicos —, refletindo seus atuais estágios de desenvolvimento e circunstâncias particulares. O objetivo principal dos três países é o crescimento econômico, mais abertamente na China, onde uma das metas oficiais é duplicar o PIB por volta de 2010. As aspirações econômicas criarão fortes incentivos para o desenvolvimento de fontes de energia comercial — a maior parte delas vindo do carvão ou outro combustível fóssil se as atuais tendências prosseguirem. Tanto a China quanto a Índia têm reservas abundantes de carvão, que constitui atualmente seu principal combustível para geração de energia (65% a 75%) e que continuará a dominar a oferta de energia nas próximas décadas [Zha (1996) e Teri (1998a)]. Mesmo o Brasil, onde a energia hidroelétrica representa grande parte da capacidade existente, irá cada vez mais depender de combustíveis fósseis (particularmente óleo combustível e gás natural) à medida que as fontes potenciais de energia hidrelétrica venham a ser plenamente utilizadas.

A dependência de combustíveis fósseis, e do carvão em particular, irá exacerbar os problemas locais e regionais referentes ao meio ambiente. Os particulados, a fumaça e o dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), já contribuem para criar condições intoleráveis em várias cidades de países em desenvolvimento. Os níveis médios de partículas nas maiores cidades da Índia e da China são mais de três vezes maiores que os recomendados pela Organização Mundial de Saúde [WRI (1998)]. Além disso, as emissões de SO<sub>2</sub> provenientes do carvão são responsáveis pela chuva ácida nas regiões sul e leste da China e no vizinho Japão [World Bank (1997)]. Usinas termelétricas estão também envolvidas em problemas relacionados à poluição da água e à destinação de resíduos sólidos. Na Índia, as cinzas em suspensão provenientes de usinas termelétricas representam uma parcela importante do total do lixo industrial [Teri (1998a)].

O desenvolvimento industrial que acompanha o crescimento econômico acrescentará problemas para a qualidade do ar e da água. A qualidade da água é um problema crescente na China, especialmente para as regiões ao norte, onde ela é escassa. Metade dos rios que atravessam áreas urbanas não satisfaz aos padrões mínimos de qualidade e mais de 80% da água servida são devolvidos ao meio ambiente sem tratamento [Sepa (1999) e EBCEY (1996)].

O desenvolvimento tradicional também traz consigo outros problemas ambientais. No Brasil, o desflorestamento persistente é considerado um grande problema ambiental, responsável pela degradação do solo, deterioração da qualidade da água, risco crescente de desastres naturais, tais como inundações e deslizamentos, perda de biodiversidade e conflitos com comunidades tradicionalmente dependentes da floresta. A China também tem sofrido as consequências da perda generalizada de vegetação — a principal causa para a inundação nas bacias dos rios Yangtze e Songhua em 1998.

Pode-se inferir algumas prioridades imediatas de desenvolvimento para os três países a partir de uma combinação de programas, posições políticas e planos

formais.<sup>4</sup> Outras prioridades são evidentes pela avaliação das atuais condições ambientais e sociais. Embora a qualidade ambiental seja reconhecida como uma parte integral do processo de desenvolvimento nos três países, na prática existe sempre tensão entre os objetivos econômicos e ambientais.

Como parte dos Objetivos de Longo Prazo para Proteção Ambiental (2010) a China estabeleceu níveis de qualidade do ar a serem alcançados já em 2000. Outra prioridade na China é restringir as emissões de SO<sub>2</sub> reduzindo o uso de carvão com alto teor de enxofre e introduzindo instalações *coal-washing* e custosos processos de desulfurização antes de 2010. A China possui também um programa nacional de reflorestamento que visa aumentar a área florestal em 10 milhões de hectares antes do ano 2000.

No Brasil, o programa “Brasil em Ação” — um dos muitos programas de desenvolvimento — direciona os investimentos para objetivos sociais, regionais e de desenvolvimento, incluindo melhoras em saúde, saneamento, irrigação, redes de transporte e distribuição de energia. Em alguns casos, os projetos têm de evitar alguns problemas ambientais potenciais. Um projeto de hidrovía (a hidrovía do Paraná), planejado para atravessar 3 milhões de hectares de pântanos no Brasil Central, foi cancelado por questões ecológicas.

As prioridades dos países estendem-se também a outros objetivos, além dos ambientais. O atual Five-Year Plan da Índia especifica objetivos que incluem o desenvolvimento agrícola e rural e o aumento de poder para mulheres e grupos socialmente em desvantagem, desenvolvendo instituições participantes e encorajando autoconfiança. A redução de pobreza e de disparidades sociais também é tema comum em outros países.

Objetivos sociais e ambientais, entretanto, nem sempre são tão importantes quanto as prioridades econômicas. As pesquisas no Brasil mostram que a oferta de energia é o problema mais urgente, com as pessoas (especialmente nos níveis de renda mais baixos) dispostas a sacrificar a qualidade ambiental em troca de crescimento econômico [Crespo *et alii* (1998)]. Frequentemente as regras ambientais são flexibilizadas, especialmente por questões políticas, e as decisões de política ilustram bem a precedência das metas de natureza econômica sobre as ambientais. O estímulo para o crescimento econômico apresenta tanto oportunidades quanto perigos para o desenvolvimento sustentável. Se o desenvolvimento seguir trajetórias usuais, o acesso crescente à energia e à oferta de serviços econômicos básicos poderia trazer problemas para o meio ambiente — tanto locais quanto globais. Com a perspectiva de traçar um curso diferente, e com a assistência tecnológica e financeira para torná-lo real, muitos prováveis problemas poderiam ser evitados.

---

<sup>4</sup> China e Índia estão atualmente em seus nonos *Planos Quinquenais* (1996-2001 na China; 1997-2002 na Índia); no caso do Brasil não há equivalente.

### 1.3.2 - Projetos potenciais de MDL

Durante o estudo, mais de 40 oportunidades de redução foram revisadas numa variedade de setores dentro do estudo de caso dos três países (veja Tabela 1 para exemplos) Como seria de se esperar, as oportunidades mais significativas para todas as nações foram aquelas de geração de energia tanto no setor industrial quanto nos serviços industriais de utilidade pública. Mesmo que o objetivo a longo prazo de estabilizar as concentrações de GEE em níveis seguros venha finalmente implicar dependência substancial de fontes de energia renováveis, a realidade é que muito do aumento a curto prazo de geração de energia basear-se-á no uso de combustíveis fósseis, especialmente de carvão. Projeções para a Índia mostram que a demanda de carvão aumentará 60% por volta de 2007 na ausência de novas políticas [Teri (1998b)]. Na China, usinas termelétricas a carvão irão responder por 60% a 70% da capacidade de geração de eletricidade, mesmo com a capacidade total triplicando ao redor de 2020 [Li *et alii* (1997)].

Tabela 1

#### **Oportunidades Seleccionadas de Redução no Brasil, China e Índia**

---

##### **Geração de energia convencional**

- Ciclo combinado de turbinas a gás
- Melhoria da tecnologia de carvão

##### **Mudança de combustível**

- Recuperação e uso de metano na exploração do carvão
- Co-geração de eletricidade de indústrias químicas
- Gaseificação de madeira combustível com resíduos de celulose
- Co-geração de eletricidade baseada em bagaço

##### **Aplicações industriais**

- Grande variedade de possíveis melhoras na eficiência de caldeiras, motores e outros equipamentos
- Processos modernos de economia de energia nas indústrias de cimento, ferro e aço

##### **Uso de renováveis**

- Ampliando fontes de energia biomassa
- Energia eólica
- Aplicações solar-termal e solar-fotovoltaicas
- Hidroeletricidade em pequena escala
- Bombas de irrigação movidas a energia eólica

##### **Opções florestais**

Plantações silvícolas para celulose, lenha e carvão

- Manejo sustentável de florestas em terras públicas e privadas
  - Projetos comunitários agroflorestais
- 

As opções mais simples baseiam-se na melhora da eficiência do uso de combustíveis convencionais, essencialmente pela introdução de tecnologia de ponta e técnicas usadas pelos países desenvolvidos. Há muito espaço para melhoras nessas áreas. A geração de energia na China e na Índia é hoje muito menos eficiente que em países desenvolvidos. As melhorias poderiam ser feitas

tanto em caldeiras industriais quanto em geradores de energia usados para fornecer eletricidade comercial.

Visando a longo prazo, o fluxo de MDL poderia também aumentar a participação dos combustíveis e fontes de energia alternativas e precipitar um uso maior de gás natural, que possui aproximadamente metade do conteúdo de carbono do carvão por unidade de energia produzida [DOE (1999)]. Seu desenvolvimento será essencial para um futuro sustentável. Infelizmente, investimentos em fontes de energia alternativa envolvem altos custos iniciais e são freqüentemente dificultados por problemas financeiros. O fluxo de capital sob o MDL enfrenta diretamente este obstáculo.

Muitas fontes de energia alternativa poderiam se tornar viáveis ou já o são. A recuperação de metano em resíduos de carbono na China, por exemplo, tanto limita emissões diretas de GEE quanto fornece combustível para geração de energia que, de outro modo, teria de vir do carvão. Isto já está ocorrendo, mas numa escala relativamente pequena. Em todos os três países, existe potencial para uma dependência maior de biomassa como fonte de combustível comercial mediante gaseificação de resíduos de madeira e celulose.

Uma alternativa particularmente promissora é o uso de fontes de combustível não-convencionais em funções de co-geração. Na Índia, a co-geração do bagaço permite que as usinas de açúcar funcionem como fornecedoras de energia no período da entressafra. Em última análise, isso é rentável mesmo sem os créditos decorrentes da compensação pela redução de emissão de carbono, mas necessitaria investimentos de capital substanciais, incluindo reformas nas caldeiras existentes e instalação de equipamento de co-geração.<sup>5</sup> Na prática, as restrições de capital limitam os investimentos de co-geração do bagaço. No Brasil, existem oportunidades igualmente rentáveis para co-geração envolvendo as indústrias química, metalúrgica e de papel.

Opções renováveis, como a energia fotovoltaica e a eólica, são possibilidades óbvias. Entretanto, elas tendem a ser mais caras, refletindo custos relativamente mais altos em seus estágios iniciais de desenvolvimento. Novamente, o financiamento fornecido pelo MDL poderia reduzir esses obstáculos e tornar as

---

<sup>5</sup> A rentabilidade do projeto sem os créditos derivados da redução das emissões de carbono permite questionar se ele deveria ser considerado “adicional”. Para que o MDL e o Protocolo de Kioto sejam bem-sucedidos em termos ambientais, não se pode simplesmente dar créditos para projetos que teriam sido executados independentemente do MDL. Fazer isto significaria reduzir os requerimentos de redução efetiva das emissões dos países desenvolvidos sem ganhos líquidos nas emissões globais. Algumas pessoas argumentam que qualquer projeto que seja lucrativo será implementado, e que, portanto, não deveria receber créditos. No entanto, essa perspectiva negligencia vários obstáculos concretos que podem impedir a implementação até mesmo de projetos rentáveis. Num plano bem simples, a escassez de capital disponível — situação bastante comum para países em desenvolvimento — significa que nem todos os projetos rentáveis podem ser realizados. Outras barreiras incluem falta de apoio tecnológico ou infra-estrutura física. Definindo adicionalidade em termos de rentabilidade apenas pode impedir precisamente aqueles projetos que deveriam ser prioridade em termos de financiamento sob qualquer conceito de desenvolvimento sustentável, como aqueles que reduzem as emissões de carbono e são rentáveis.

fontes renováveis mais competitivas. Na Índia, a energia eólica e a fotovoltaica poderia também ser utilizadas diretamente para bombear água para uso na agricultura.

Nossa análise também realça um papel potencialmente importante para as opções no setor florestal, caso elas sejam autorizadas a funcionar sob o MDL. Isto é particularmente verdadeiro para o Brasil, onde plantações silvícolas e manejo sustentável de florestas nativas poderiam gerar reduções de carbono de baixo custo. Mais ainda, a escala das reservas florestais ameaçadas no Brasil reflete claramente na estimativa de que até 1 bilhão de toneladas de carbono poderiam ser eliminadas com o estímulo à extração de madeira de baixo impacto na Amazônia de modo a deslocar as atuais práticas ilegais de exploração na fronteira.<sup>6</sup>

Identificamos também na Índia e na China oportunidades de redução de emissões de CO<sub>2</sub> em setores altamente poluentes (por exemplo, metalurgia, fabricação de cimento, ferro e aço) com a introdução de tecnologia moderna específica para esses setores.

Vários outros projetos potenciais existem além daqueles aqui avaliados. Por exemplo, parece possível reduzir substancialmente as emissões de carbono melhorando a eficiência da transmissão e da distribuição de eletricidade ao mesmo tempo em que se melhora também a eficiência do setor de transportes.

Tabela 2

**Benefícios para o Desenvolvimento Sustentável Associados a Potenciais Projetos de MDL**

| Benefícios Ambientais   | Potenciais Projetos de MDL   |
|-------------------------|--|
| Qualidade do Ar         | Muitas opções alternativas de geração e co-geração de energia levam a reduções substanciais de partículas de CO <sub>2</sub> e SO <sub>2</sub> , fuligem e NO <sub>x</sub> . Tecnologias renováveis como a eólica e a solar eliminam completamente esses poluentes.  |
| Qualidade da Água       | As fontes de energia solar e eólica oferecem ganhos indiscutíveis em comparação com alternativas convencionais. O uso da tecnologia do digestor anaeróbio em áreas industriais poderia simultaneamente tratar a água servida e fornecer gás natural.   |
| Disponibilidade de Água | A administração de floresta sustentável poderia proteger contra a escassez de água, especialmente se praticada numa área extensa.  |
| Conservação do Solo     | O manejo sustentável de florestas poderia ter um impacto positivo significativo na conservação do solo, especialmente se praticado numa área extensa. Novas plantações silvícolas podem reduzir a erosão do solo, dependendo do uso da terra disponível. Na China, as plantações de “redes de árvores” nas planícies podem reduzir a erosão pelo vento. Projetos de reflorestamento em bacias hídricas-chave podem impedir assoreamento. |

*continua*

<sup>6</sup> Estimativas baseadas em cálculos no estudo de caso do Brasil, na Seção 2 deste trabalho.

*continuação*

| Benefícios Ambientais                       | Potenciais Projetos de MDL  |
|---|---|
| Lixo Sólido                                 | Tecnologias alternativas de combustão reduzem ou eliminam resíduos sólidos, em alguns casos criando subprodutos comercializáveis.   |
| Ruído                                       | A substituição de bombas a diesel por bombas movidas a energia eólica leva a uma redução substancial de ruído.  |
| Prevenção/Proteção contra Enchentes         | O reflorestamento em bacias hidrográficas poderia eliminar ou controlar o risco de enchentes.   |
| Proteção da Biodiversidade                  | O manejo sustentável de florestas oferece benefícios substanciais comparativamente às práticas atuais de extração de madeira. A co-geração e as tecnologias renováveis reduzem algumas pressões derivadas da mineração. |
| Benefícios Sociais e de Desenvolvimento     |   |
| Oportunidades de Emprego                    | Várias opções oferecem oportunidades ampliadas de emprego em regiões subdesenvolvidas importantes ou entre grupos sociais importantes.  |
| Desenvolvimento Rural                       | Fontes de energia renovável permitem a eletrificação de áreas rurais e/ou remotas, de outro modo impossível de ser alcançada devido aos elevados custos de transmissão.   |
| Alívio da Pobreza e Redução da Desigualdade | Impactos positivos sobre a desigualdade derivados de muitos projetos, em razão do aumento da demanda de mão-de-obra não-qualificada, freqüentemente em áreas de grande desemprego.                                      |

### 1.3.3 - Avaliando os Benefícios de Projetos de MDL para o Desenvolvimento Sustentável

Ao comparar projetos potenciais de redução com o que de outro modo poderia ocorrer, fica claro que a maioria irá implicar não só benefícios em termos de redução da emissão de carbono, como também resultará numa gama de benefícios ambientais e sociais, como requer o Protocolo de Kioto dos projetos MDL. A Tabela 1-2 apresenta alguns projetos que reduzem emissões de carbono e promovem objetivos nacionais nos países em desenvolvimento. Mais destacados, os benefícios relacionados ao desenvolvimento sustentável incluem redução da poluição do ar e da água por meio de um menor uso de combustíveis fósseis, especialmente carvão, além de melhorar a disponibilidade de água, reduzir a erosão do solo e proteger a biodiversidade. Com relação aos benefícios sociais, muitos projetos criariam oportunidades de emprego em regiões ou grupos de renda alvos, além de promover a auto-suficiência local em energia. A evidência sugere fortemente que a redução das emissões de carbono e os objetivos do desenvolvimento sustentável podem ser perseguidos simultaneamente.

Entretanto, são necessários alguns cuidados, pois os efeitos não-relacionados à redução das emissões de carbono podem nem sempre ser positivos. Na Índia, por exemplo, a substituição da tecnologia convencional de energia por algumas tecnologias alternativas na realidade aumenta a geração de resíduos sólidos. No Brasil, o uso de produtos químicos em plantações pode reduzir a qualidade do solo e da água. Mais freqüentemente, os efeitos não-relacionados à redução das

emissões de carbono podem consistir em um misto de custos e de benefícios. A co-geração industrial melhora a qualidade do ar urbano em certas áreas, enquanto piora em outras.

Determinar se os efeitos não-relacionados à redução das emissões de carbono são em seu todo benéficos requer avaliar diferentes tipos de impacto em regiões diferentes afetando diferentes grupos. Comparar melhoras na qualidade da água numa área com o aumento de lixo sólido em outra área implica um cálculo difícil e a avaliação inevitável é algo subjetiva. Mesmo assim, os estudos sobre o Brasil e a Índia tentaram criar um arcabouço para tais estimativas. Isso permite aos tomadores de decisão não apenas evitar projetos que piorem as condições locais, como também identificar os projetos que oferecem os maiores co-benefícios possíveis.

#### **1.4 - Conclusões dos Estudos de Caso**

##### **Brasil**

Os projetos potenciais de MDL no Brasil aparecem nos setores energético e florestal. As oportunidades florestais, se autorizadas no âmbito do MDL, oferecem enorme potencial para seqüestro de carbono por meio da expansão de plantações e da proteção de bacias naturais de carbono (*sinks*). O clima do Brasil é ideal para plantações silvícolas. Embora já sejam lucrativas, o desenvolvimento de plantações silvícolas tem sido limitado por restrições de capital e pela falta de mecanismos de financiamento de longo prazo. Impedindo o desflorestamento ao proteger as florestas nativas, poderia ter um impacto ainda maior ao evitar mais emissão de carbono na atmosfera do que poderia ser facilmente seqüestrado com o crescimento de novas árvores. Entretanto, diminuir o desflorestamento não é uma tarefa fácil. Seria necessário enfrentar problemas econômicos estruturais disseminados e implementar um programa amplo o suficiente para erradicar, e não simplesmente relocar, a extração ilegal de madeira. As concessões apoiadas pelo governo poderiam ser úteis em fornecer oportunidades de extração de madeira de grande escala e impacto reduzido.

No setor de energia, o fornecimento de eletricidade é dominado pela hidroeletricidade, embora as tendências normais indiquem um papel mais importante para os combustíveis fósseis, especialmente gás natural e óleo combustível. Isto aumentaria consideravelmente as emissões de CO<sub>2</sub> no Brasil. As opções de redução estudadas para o setor de energia focalizam o uso de resíduos ou subprodutos que poderiam ser empregados em atividades de co-geração. A energia eólica também é uma opção promissora; entretanto, o custo de redução em termos de redução de emissões é relativamente alto.

Para determinar o grau de superposição entre as características dos projetos não-relacionados à redução das emissões de carbono e os objetivos nacionais brasileiros, cada projeto foi avaliado contrastando 12 diferentes critérios ambientais, sociais e de desenvolvimento que refletem as atuais áreas objeto de

políticas. Elas incluem impactos na qualidade e disponibilidade de água, na biodiversidade, na balança comercial, e efeitos sobre o emprego e o consumo por grupos de renda. Para cada um dos critérios, os projetos foram avaliados e os impactos classificados em positivo, negativo ou neutro e, nos primeiros dois casos, quão intensos seriam aqueles impactos (alto, médio ou baixo). Para as opções no setor florestal, os maiores impactos positivos incluem preservação do solo, melhoras na qualidade e disponibilidade de água, e proteção da biodiversidade. Para os projetos de energia, os maiores benefícios incluem melhora na qualidade do ar urbano, algum grau de diminuição na importação de combustíveis fósseis e proteção ou expansão das oportunidades de emprego para grupos de baixa renda.

Para cada projeto, os resultados relativos aos 12 critérios individuais foram então agregados de forma simplificada para determinar se os impactos não-relacionados à redução das emissões de carbono de um projeto eram em seu todo benéficos ou perniciosos. A Tabela 2-7 (no Capítulo Brasil anexo) apresenta os resultados para vários dos projetos mais promissores no Brasil.

Um mercado puro de compensação gravitaria em torno das opções mais baratas em termos de preço de carbono. Para o Brasil, isso envolve, em particular, plantações e co-geração industrial. Enquanto a última gera impactos secundários gerais positivos, algumas plantações podem ter um impacto negativo no meio ambiente local em decorrência do uso de substâncias químicas e de seu impacto no solo. Conforme mostra a tabela, os projetos mais baratos não produzem necessariamente os maiores co-benefícios. Embora um pouco mais caras, as opções de manejo sustentável de florestas e energia eólica prometem um nível mais alto de benefícios ambientais e de desenvolvimento para o Brasil.

## **Índia**

Mais de 20 projetos potenciais de MDL foram revistos para a Índia em cinco setores distintos. Eles incluem novas tecnologias e opções de troca de combustível relativamente à geração de energia convencional, aplicação de tecnologias renováveis para geração de energia e atividades agrícolas e melhoras na eficiência em dois setores industriais: cimento e ferro e aço. Todos os projetos promovem amplo desenvolvimento sustentável de alguma forma. Os benefícios ambientais não-relacionados à redução das emissões de carbono incluem a melhoria na qualidade do ar e da água, redução de resíduos sólidos e proteção do solo. Os benefícios para o desenvolvimento vão desde a eletrificação de áreas rurais e oportunidades de emprego para grupos sociais específicos até melhorias na eficiência industrial.

Cada projeto foi avaliado segundo nove critérios distintos que procuram captar as prioridades de desenvolvimento na Índia. Dentre essas se incluem conservação de recursos, impactos sobre a saúde humana, consistência com as políticas de governo e geração de empregos. Para comparar projetos que ofereciam diferentes combinações de benefícios para o desenvolvimento nacional, foi usada uma

ferramenta analítica — o processo analítico hierárquico. Essa ferramenta cria uma hierarquia entre os benefícios ao atribuir, por exemplo, mais importância aos ganhos em termos da saúde humana que à geração de empregos. Nesse exercício, os pesos associados aos diversos benefícios para o desenvolvimento sustentável no caso-base foram determinados pela votação entre pesquisadores e representantes do governo. Atribuindo pontos a cada projeto de acordo com estes critérios ponderados permitiu uma avaliação aproximada do potencial geral de desenvolvimento. A Tabela 4-7 (no Capítulo 4) mostra a posição dos projetos em cada setor.

Dentre as oportunidades de redução de emissões revistas, parece haver uma sobreposição considerável entre projetos que oferecem redução de baixo custo de emissão de GHG e projetos consistentes com as prioridades de desenvolvimento da Índia. Em três dos quatro setores para os quais podem ser feitas comparações, as duas opções mais bem classificadas por seu efeito compensatório a emissões de carbono são também as duas opções no topo da classificação baseada em seus co-benefícios. Infelizmente, esse processo só pôde ser usado para comparar opções dentro de um mesmo setor, mas não entre setores diferentes. Uma extensão óbvia da análise seria realizar comparações entre setores.

Uma vantagem do arcabouço analítico adotado no estudo de caso da Índia é que ele permite uma análise de sensibilidade, mostrando como a importância dos projetos pode mudar à medida que as diversas questões são ponderadas diferentemente. Por exemplo, embora a co-geração baseada em bagaço seja considerada a melhor opção para o setor de energia segundo as ponderações do caso-base, se fosse atribuído um peso maior, vamos supor, a preocupações ambientais locais, e menor aos objetivos ligados ao desenvolvimento rural e ao emprego, o investimento em tecnologias de ciclo combinado de gás natural poderia ser considerado preferível.

O desenvolvimento e refinamento de ferramentas flexíveis, capazes de medir a extensão dos benefícios não-relacionados à redução das emissões de carbono, será extremamente valioso como parte do processo corrente de tomada de decisões em torno dos projetos de MDL.

## **China**

A China difere do Brasil e da Índia na medida que uma questão — a extensão do uso do carvão naquele país — domina qualquer avaliação quanto às prováveis atividades de MDL e potenciais benefícios de desenvolvimento sustentável. A China é amplamente dependente do carvão para suas necessidades de energia presentes e futuras, e o carvão é o maior responsável pelos graves problemas de qualidade do ar e também pelos altos índices de chuva ácida. Um estudo estima conservadoramente o custo total da poluição interna e externa — para a qual os poluentes derivados do carvão são os que mais contribuem — em US\$ 43 bilhões por ano, equivalente a 6% do PIB da China [World Bank (1997)]. A chuva ácida, causada pelo SO<sub>2</sub> derivado de carvão, é um problema para 40% da massa

continental da China [EBCEY (1997)]. Qualquer redução do uso de carvão motivada por preocupações quanto ao clima trará co-benefícios substanciais em termos de melhora da qualidade do ar e de redução da chuva ácida.

Uma parte da análise do estudo de caso mostra a forte ligação entre o uso de carvão e emissões de SO<sub>2</sub> e de partículas. Uma redução de 1% no consumo de carvão reduziria as emissões de SO<sub>2</sub> entre 0,88% e 0,97% e as emissões de partículas entre 0,91% e 0,93%.<sup>7</sup> Como reduções no uso de carvão intensivo em carbono produz uma queda proporcional em poluentes do ar convencionais, há uma sobreposição natural entre projetos classificados em primeiro lugar em termos de custos de redução de emissões de carbono e projetos que farão o máximo para enfrentar dois dos problemas ambientais mais urgentes da China.

Embora a localização das reduções não seja importante da perspectiva da redução de emissões de carbono, os benefícios locais e regionais de uma menor utilização de carbono poderiam ser maximizados ajustando as reduções de modo a conseguir os maiores benefícios em áreas densamente povoadas ou já bastante atingidas. Dessa perspectiva, haverá uma necessidade de avaliar os projetos na China baseando-se em quanto eles podem melhorar a qualidade ambiental local.

Além disso, dada a escala do consumo de carvão e seu uso relativamente ineficiente, a escala potencial de projetos de baixo custo relacionados à redução de emissões, e que têm como alvo uma redução na utilização do carvão, é enorme. Em estudos econômicos que estimam como os fluxos de MDL devem se distribuir, a China invariavelmente abocanha mais da metade do total dos recursos [ver Edmonds *et alii* (1998) e McKibbin, Shackleton e Wilcoxon (1998)].<sup>8</sup>

Possíveis opções para redução do uso de carvão incluem a introdução de técnicas avançadas de geração por carvão, troca de combustível, melhora na eficiência dos setores industrial e de energia e uma aplicação mais ampla de fontes de energia renováveis. Além dos benefícios imediatos em termos de energia, estes e outros projetos oferecem benefícios que vão da melhoria da competitividade industrial a eletrificação de áreas rurais e periféricas, tratamento de esgotos, segurança em mineração, retenção do solo e prevenção contra inundações. Um exemplo perfeito de como os projetos de MDL podem atingir diversos objetivos ambientais são as tecnologias de digestores anaeróbios, que poderiam ser aplicadas ao tratamento de descargas de esgoto industrial, produzindo assim uma fonte de biogás (em substituição ao carvão).<sup>9</sup>

---

<sup>7</sup> Para detalhes, veja o estudo de caso da China, na Seção 3 deste exercício em versão inglesa.

<sup>8</sup> Se for desejável para um só país ter uma participação tão grande no total do investimento em MDL, é uma outra questão. Sob uma perspectiva econômica, isso levanta questões quanto à possível eficiência do mercado de MDL como um todo. Mais importante, um MDL baseado na idéia de mercado puro que beneficiasse apenas alguns grandes países e excluísse vários países menores não seria politicamente desejável.

<sup>9</sup> Tecnologias de digestor anaeróbio convertem aproximadamente 70% a 90% de materiais orgânicos contidos no esgoto industrial em biogás, uma mistura de metano e dióxido de carbono. Portanto, essas tecnologias simultaneamente reduzem a poluição, minimizam as emissões de metano e fornecem uma fonte de energia alternativa [CRED (1996)].

Os projetos de reflorestamento poderiam oferecer uma mescla significativa de oportunidades de redução de emissões de carbono, proteção do solo, e prevenção de inundações, bem como empregos em áreas de baixa renda. À luz dos desastres produzidos recentemente por inundações, os co-benefícios nessa área poderiam ser significativos.

### **1.5 - Conclusão**

É difícil prever realmente quanto se pode esperar do MDL em termos de desenvolvimento sustentável, seja em vista das continuas incertezas ou pela falta de precedentes. Entretanto, examinando projetos potenciais de MDL no Brasil, na China e na Índia fica claro que muitas opções irão gerar co-benefícios desejáveis nos países em desenvolvimento, enfrentando também problemas ambientais locais e regionais e promovendo objetivos sociais. Mais ainda, em alguns casos os projetos que mais resultados produzem para um país em desenvolvimento são também aqueles que maiores benefícios produzem em termos de redução de emissões de carbono. A classificação dos projetos na Índia e a contribuição do carvão à poluição do ar crônica na China sinalizam uma boa correlação nesses países entre os projetos considerados os melhores do ponto de vista da redução das emissões de carbono e aqueles considerados os melhores desde o ponto de vista do desenvolvimento. Até no Brasil, a melhor opção baseando-se em custos oferece benefícios positivos nas três categorias de avaliação, porém outros projetos prometem mais. Para países em desenvolvimento que devem estar preocupados com as necessidades econômicas e ambientais imediatas, a perspectiva de co-benefícios significativos deveria criar um forte estímulo à sua participação no MDL. Ademais, a extensão pela qual os dois objetivos naturalmente se sobrepõem deveria amenizar o receio de que o MDL fará muito pelas nações desenvolvidas e pouco pelas em desenvolvimento.

A experiência na elaboração desses estudos de caso aponta também para o valor de realizar e estender essas análises. Por exemplo, no Brasil, embora co-geração industrial ofereça reduções ao custo mais baixo, projetos mais caros de manejo sustentável de florestas nativas podem oferecer maiores benefícios locais, com energia eólica seguindo logo atrás. Isso levanta questões sobre quão longe podem os países em desenvolvimento implementar projetos que seriam ótimos no sentido de promover tanto os objetivos climáticos quanto os de desenvolvimento sustentável.

Um mercado puro de compensação de emissões de carbono (isto é, um mercado em que não existisse nenhuma regulação referente aos benefícios associados ao desenvolvimento sustentável) poderia não ser capaz de acomodar os aumentos de preços — por pequenos que fossem — associados às opções mais caras. Entretanto, se os investimentos devem alcançar simultaneamente os dois objetivos do MDL, benefícios não-associados à redução das emissões de carbono deverão ter algum reconhecimento, influenciando as opções. Isso levanta uma questão ainda maior sobre como os países, e mesmo o próprio MDL, precisarão equilibrar

os dois objetivos, e até que ponto as regras e modalidades assegurarão que esses objetivos serão alcançados.

### **Próximos Passos**

Durante a realização dos estudos de caso, identificamos também ações para os países em desenvolvimento e desenvolvidos que facilitariam o surgimento de um MDL mutuamente benéfico. Elas incluem o seguinte:

#### **Ampliar a Análise**

Para os países em desenvolvimento, a ampliação da análise é um passo óbvio. Entre outras coisas, esses países podem querer considerar uma maior variedade de projetos e critérios, valorizando diferentemente a mescla de benefícios ambientais e de desenvolvimento —, explorar a sensibilidade a diferentes ponderações e comparar projetos entre setores. Os formuladores de políticas em cada país podem ter acesso a dados mais precisos e atualizados que ajudariam nas comparações. Além do mais, os países vão precisar examinar como a localização dos investimentos afeta os benefícios locais e regionais. Embora os ganhos em termos de redução das emissões de carbono sejam insensíveis à localização, as reduções na poluição do ar ou a criação de oportunidades de emprego vão depender de onde exatamente as atividades de redução serão localizadas. É necessária uma avaliação sistemática dos projetos relativamente às prioridades nacionais caso se deseje que os países em desenvolvimento promovam projetos favoráveis.

#### **Filtrar Projetos**

Baseado em tais análises, os países em desenvolvimento podem querer filtrar ou enquadrar os projetos. Em alguns casos, isto pode envolver uma harmonia entre os processos de avaliação. Num extremo, um governo poderia não apenas requerer uma avaliação profunda de projetos individuais, mas também atuar como principal fornecedor de projetos. Embora isso aumente ostensivamente a probabilidade de que os projetos estarão de acordo com os interesses nacionais, esse grau de controle governamental poderia gerar altos custos de transações, aumentar o risco de fracasso das políticas e provavelmente enrijecer propostas competitivas para projetos. Uma abordagem mais *ad hoc* seria estabelecer regras gerais para os projetos aceitáveis de modo a implementar aqueles que geram altos retornos sociais em benefícios desejáveis — talvez alcançando ou ultrapassando uma meta em termos de benefícios não-associados à redução de emissões de carbono. Isso seria consideravelmente mais simples que uma avaliação sistemática de todos os projetos, mesmo que aumente a possibilidade de se estar perdendo os melhores projetos ou que estes não tenham sido levados até o fim.

#### **Desenvolver Capacidade Analítica nos Países em Desenvolvimento**

A capacidade de classificar e selecionar projetos pressupõe a existência de alguma capacidade institucional nos países em desenvolvimento, sendo que nos aqui

analisados tal capacidade existe, mesmo que não tenha sido ainda mobilizada formalmente ou que não tenha sido reunida numa organização sintonizada com o MDL. Em países menores e mais pobres, tal especialidade pode ser consideravelmente mais escassa e difícil de organizar. Se os países estão ávidos por atrair os fluxos de MDL, mas lhes falta a capacidade para avaliar as implicações locais e regionais, o resultado pode ser um conjunto subótimo de projetos, ou, pior ainda, projetos que exacerbam problemas existentes. O mais provável é que essa deficiência se manifeste sob a forma de incapacidade total de competir com países maiores ou mais organizados na atração de recursos, levando por sua vez a um mercado de MDL que beneficia relativamente poucos países em desenvolvimento. A falta de capacidade institucional constitui claramente uma restrição à capacidade de alguns países de participar do MDL.

Uma solução para isso poderia ser a existência de entidades organizadoras fazendo o papel de filtragem para mais de um país sob uma abordagem multilateral ao MDL. Isso estenderia o conhecimento a países que de outra forma não estariam aptos a participar efetivamente ou visando a seus maiores interesses. Da mesma forma, o conhecimento pode estar disponível em organizações de intermediação de boa reputação, que poderiam desempenhar um papel ao assegurar que os benefícios associados ao desenvolvimento sustentável serão parte do resultado do projeto. Alguns grupos ambientalistas de países desenvolvidos já se envolveram na seleção de tais projetos.

### **Identificar Políticas de Apoio Para Aumentar a Viabilidade dos Projetos Preferidos de MDL**

Os países em desenvolvimento deveriam desmontar as barreiras institucionais e de outro tipo que impedem o financiamento dos projetos preferidos. Por exemplo, reforçar a capacidade de fazer cumprir as leis para extração de madeira ou monitorar áreas florestais no Brasil reduziria o problema do “vazamento” — pelo qual o seqüestro de carbono numa área apenas conduz a maior desflorestamento em outras áreas —, reduzindo assim o risco e o custo necessários à atração de investidores para os projetos de extração de madeira de baixo impacto. Tal política poderia também permitir aos projetos florestais de baixo impacto receber uma parcela grande do total de fundos para investimentos. Essa política sobrepõe-se aos objetivos nacionais atuais e objetivos futuros do MDL.

### **Convencer os Investidores a dar Atenção aos Impactos sobre o Desenvolvimento Sustentável**

Os investidores de países desenvolvidos estarão preocupados principalmente com a quantidade de carbono ganha em um projeto, mas eles também precisam estar atentos aos impactos dos projetos em termos de desenvolvimento sustentável, considerando sua influência quanto à perspectiva de um projeto de se qualificar para receber algum crédito. Portanto, numa abordagem bilateral, será necessário que os participantes tanto de países desenvolvidos quanto em desenvolvimento trabalhem mais de perto decidindo quais os objetivos de desenvolvimento

sustentável são relevantes para determinado projeto e até que ponto eles serão promovidos.

Alternativamente, numa abordagem multilateral, a avaliação desses fatores não-relacionados à redução de emissões de carbono poderia ser tarefa de uma entidade ou organização que integra os projetos de um país. O interesse no Prototype Carbon Fund (PCF) do Banco Mundial — um exemplo de abordagem multilateral — é evidência do entusiasmo de investir em projetos confiáveis quanto à capacidade de satisfazer critérios de desenvolvimento sustentável. Uma entidade organizadora desenvolvida nos padrões do PCF poderia não só diminuir a carga dos investidores individuais nos países desenvolvidos como também fornecer conhecimento relativo a aspectos do desenvolvimento sustentável para países em desenvolvimento.

Seja diretamente ou via portfolio, como o do Banco Mundial, os investidores terão de assegurar que seus investimentos de MDL são consistentes com os objetivos de desenvolvimento locais e regionais. As considerações sobre os benefícios do desenvolvimento sustentável deveriam tornar-se parte integral do processo de seleção.

### **Pressionar os Países Desenvolvidos para Examinar seus Próprios Critérios**

Assim como os países em desenvolvimento podem querer avaliar os projetos em relação a determinados critérios, também os países desenvolvidos podem avaliar os projetos de acordo com seus próprios critérios. Um passo importante a ser dado na seleção de projetos candidatos a MDL será aplicar critérios considerados importantes pelos investidores, que estarão preocupados principalmente com os retornos e os riscos de um projeto. Alguns investidores podem sentir-se mais seguros investindo em projetos com os quais eles têm algum conhecimento ou entendimento e nos quais os benefícios derivados do MDL são apenas um adicional. As empresas de energia, por exemplo, podem estar mais predispostas a melhorar as instalações existentes ou os investimentos planejados. Outros investidores preferirão uma abordagem mais simples e podem sentir-se mais felizes ou num projeto direto de seqüestro de carbono ou num conjunto de projetos administrados por uma organização intermediária. Em ambos os casos, os países em desenvolvimento e os desenvolvidos terão de trabalhar juntos, identificando e selecionando projetos que satisfaçam tanto os seus objetivos individuais quanto os comuns.

## **2 - OPORTUNIDADES E BENEFÍCIOS DO MDL NO BRASIL<sup>10</sup>**

Os setores florestal e de energia brasileiros oferecem oportunidades para projetos de MDL. Com os vastos recursos florestais e as tendências atuais de emissões

---

<sup>10</sup> Este é um sumário do estudo de Seroa da Motta, Young e Ferraz (1998) cuja versão resumida foi publicada no Capítulo 2 em Austin e Faeth (2000).

associadas ao desmatamento, as oportunidades florestais oferecem um enorme potencial. As possíveis opções florestais e sua rentabilidade serão determinadas basicamente pelo preço da terra. Concessões florestais oferecidas pelo governo poderiam ser assim cruciais para criar oportunidades de exploração florestal em larga escala e com impacto reduzido.

No setor de eletricidade, a oferta é dominada pelas hidroelétricas. Embora as tendências de mercado apontem para uma ampliação do uso de combustíveis fósseis, particularmente gás natural e óleo combustível, várias formas de co-geração de energia e o uso de fontes renováveis poderiam limitar essa expansão.

Neste trabalho analisamos essas oportunidades, levando-se em conta 12 critérios diferentes relacionados ao meio ambiente, ao desenvolvimento econômico e à equidade para indicar quão próximas estas estariam de objetivos nacionais. Para as opções no setor florestal, os maiores impactos positivos incluem preservação do solo, melhoramentos na qualidade e disponibilidade da água e proteção da biodiversidade. Para projetos no setor de energia, as principais vantagens incluem melhora na qualidade do ar urbano, algum grau de redução na importação de combustíveis fósseis e proteção ou ampliação de oportunidades de emprego em grupos de baixa renda.

Várias soluções nos planos administrativo e de política pública são apresentadas para ajudar o Brasil a orientar as oportunidades relacionadas ao MDL de modo a maximizar os ganhos sociais do país.

## **2.1 - Tendências de Desenvolvimento e Prioridades**

Nas últimas duas ou três décadas, a economia brasileira alternou períodos de crescimento rápido e de inflação alta. Dificuldades econômicas do passado criaram problemas estruturais, incluindo desemprego crescente e enormes disparidades de renda. A renda pessoal e a propriedade da terra tornaram-se extremamente concentradas. Em apenas 30 anos, o Brasil passou por uma rápida transformação, evoluindo de uma economia agrária para uma sociedade altamente industrializada. A participação da população urbana aumentou de 30% para mais de 70%. Em sua dimensão mais ampla, a política econômica tem se orientado de modo a privilegiar os mecanismos de mercado, conforme evidenciado pela liberalização do comércio e pelos numerosos casos de privatização e desregulamentação. O atual debate político tem girado em torno da busca de um equilíbrio entre estratégias de mercado livre e a construção de redes de proteção social. A retomada do crescimento econômico estável e a redução dos desníveis sociais permanecem prioridades nacionais dentro do espectro político.

Embora o desflorestamento esteja sob mira global, os tomadores de decisão no Brasil, assim como em outros países, frequentemente julgam assuntos ambientais primeiro por meio das lentes domésticas. Pesquisas de opinião pública identificam problemas urbanos, poluição da água, medidas sanitárias e depósitos de lixo como sendo tão importantes quanto desflorestamento [Crespo *et alii* (1998)]. Há pouca

preocupação por assuntos globais, que pode ser em parte devido à falta de compreensão sobre a conexão entre desflorestamento e mudanças climáticas, e quase certamente uma falta de avaliação de como alternativas para problemas globais podem trazer benefícios locais.

As prioridades de desenvolvimento podem ser vislumbradas no programa corrente “Brasil em ação”, que orienta um plano de investimentos governamentais. Seus projetos visam melhorar a saúde pública, irrigação, medidas sanitárias, transporte e distribuição de energia. Eles incluem a construção de gasodutos, de vias fluviais, de portos em todas as regiões, e programas de irrigação em todas as áreas semi-áridas do Nordeste.

Investimentos no setor de energia são direcionados pelo crescimento persistente da demanda de energia. Como as locações mais prováveis de hidroelétricas já estão sendo exploradas, o futuro brasileiro de suprimento de energia estará cada vez mais dependente de combustíveis fósseis – gás e óleo combustível. O Brasil terá de importar esses combustíveis, com implicações no equilíbrio comercial. Além disso, a mudança para combustíveis fósseis, mesmo usando o “relativamente limpo” gás natural, trará uma nova fonte de poluição urbana.

Embora em pauta, as opções de energia eólica e solar ainda estão relativamente pouco desenvolvidas. Eletricidade de biomassa já está estabelecida há duas décadas com o programa brasileiro de etanol. Este programa tornou-se incapaz de competir em face dos elevados custos de produção e a baixa global no preço do petróleo. Entretanto, ainda produz benefícios sociais importantes na forma de oportunidades de emprego para os setores rurais e de baixa renda, particularmente para plantadores de cana-de-açúcar. A manutenção do programa evitaria o uso de combustível fóssil, trazendo benefícios locais e globais.

A economia de energia está aumentando, pelo menos com relação aos consumidores majoritários, seguindo aumentos nos custos de energia provocados por programas de estabilização econômica. Uma melhora adicional na eficiência e na economia de consumo diminuiria a expectativa de aumento na demanda de energia com impacto positivo em importações antecipadas e fontes crescentes de poluição do ar.

Ainda que obviamente interligadas, as prioridades de desenvolvimento são decididas separadamente dos assuntos referentes ao meio ambiente. Embora o governo federal requeira uma análise detalhada do impacto ecológico dos projetos, isto nem sempre é feito. Em alguns casos, os planejadores tiveram de se curvar ante interesses ambientais, e projetos foram cancelados (por exemplo: a proposta via fluvial Paraná, cruzando o Pantanal – 3 milhões de hectares de área alagada no centro do Brasil).

Em outros casos, a contabilidade para impactos no meio ambiente é feita por meio de ajustes *ad hoc* na análise econômica dos projetos, com consequências incertas. Os controles e a supervisão de natureza ambiental são freqüentemente relaxados

de maneira informal por questões políticas. Dentro do próprio governo, projetos relacionados ao meio ambiente não se encontram unificados sob uma mesma agenda, nem tampouco são articulados no mesmo nível.

Até certo ponto, a seleção do projeto reflete as prioridades das principais instituições financeiras multilaterais. Em geral, mesmo que os objetivos sociais e de crescimento não necessitem entrar em conflito com os objetivos ambientalistas, as sinergias nem sempre são compreendidas, e ainda existe a percepção de que o crescimento econômico constitui a maior prioridade, especialmente para resolver a questão distributiva [Crespo *et alii* (1998)].

As prioridades ambientais podem ser identificadas nos projetos executados pelos governos federal, dos estados e dos municípios. As principais prioridades brasileiras parecem estar relacionadas a problemas ambientais locais, particularmente no contexto urbano: manejo florestal, proteção do solo, dos recursos hídricos e da biodiversidade, que são também questões-chave. Em outras partes, a experiência do programa do álcool aponta para um desejo de manter oportunidades de emprego. Para que atividades ligadas ao MDL aferem a tomada de decisão no Brasil, estas precisam gerar benefícios concretos para as áreas politicamente prioritárias.

## **2.2 - Oportunidades Brasileiras para o Mercado de MDL**

As opções potenciais de controle de gases do efeito-estufa no Brasil compreendem projetos relacionados aos setores florestal e de energia. Dos dois, os projetos de silvicultura prometem ser mais atraentes financeiramente, a despeito de suposta legitimidade como projetos MDL.

### **Opções florestais**

O setor florestal brasileiro fornece excelentes oportunidades de projetos para sequestro e sumidouro de carbono. O clima brasileiro e a abundância de terras criam condições ideais para plantações silvícolas. Embora já rentáveis, seu desenvolvimento tem sido limitado por restrições de capital e por falta de mecanismos de financiamento de longa duração.

Prevenindo desmatamento na Amazônia, pelo manejo e proteção das florestas nativas, poderia ter um impacto ainda maior evitando a emissão de mais carbono na atmosfera do que poderia ser absorvido por sequestro. De qualquer modo, não é fácil controlar desflorestamento. Seria necessário focalizar os problemas estruturais econômicos e elaborar um programa amplo o suficiente para erradicar, e não realocar, atividades madeireiras ilegais. Além disso, dúvidas nos MDLs são maiores com relação à proteção de florestas existentes do que para atividades de sequestro de carbono.

A madeira brasileira de mata nativa é, na maioria das vezes, retirada de forma irregular e ilegal, principalmente na Amazônia, onde a produção madeireira tem as vantagens da conversão agrícola do solo florestal.<sup>11</sup>

Desmatamento para fins de agricultura gera uma oferta de madeira barata sem que haja investimento em terra por parte do madeireiro. Como consequência, a produção madeireira é altamente rentável e a exploração frequentemente financia a conversão da terra [Seroa da Motta e Ferraz (2000)]. A atividade madeireira não sustentável gera taxas estimadas de retorno de 30% até 100%, se incluído o processamento da madeira [Almeida e Uhl (1995)]. A produção na região Amazônica aumentou cerca de 172 % na última década, comparada ao crescimento de 16% no total da produção de madeira nacional [Prado (1995)]. A capacidade institucional dos órgãos públicos é quase que impotente na prevenção da ilegalidade.

A extração madeireira de impacto reduzido, como a praticada nas florestas nacionais (Flona), poderia reduzir perdas ambientais consideráveis se comparada à contínua expansão da exploração na fronteira [Amaral *et alii* (1998)]. No entanto, não pode competir com a extração madeireira ilegal. Extração sustentável requer grandes investimentos em terra, auditorias, encargos fiscais e pagamento de concessões. Esses custos podem ser maiores de que os benefícios da redução de perdas e crescimento da fitomassa. Além disso, implementar a extração madeireira sustentável, projeto por projeto, apenas encoraja a mudança da extração ilegal para outra parte. Isto ameaça a viabilidade de projetos de impacto reduzido e constitui um problema de *leakage* importante para o mercado de MDL.

Os elementos básicos do conceito de Flona são, porém, muito atraentes. Se aplicados amplamente com outras unidades de conservação, como parques nacionais e reservas biológicas e extrativas, poderiam criar um padrão para uso do solo florestal quase sustentável na Amazônia. Mas para ter êxito, tem de ser tão rentável quanto a extração ilegal, a qual até o momento não se conseguiu deter. Conforme será visto a seguir, os ganhos acumulados pelos créditos de MDL poderiam fazer uma diferença significativa na equação da viabilidade das Flonas.

### **2.3 - Avaliação das Opções Florestais**

Seis opções florestais são avaliadas — três de plantações (florestas plantadas) e três de manejo de florestas nativas (ver Tabela 3). A viabilidade financeira das opções florestais é muito sensível aos preços de terra, particularmente para o

---

<sup>11</sup> As leis atuais sobre desmatamento permitem que 20% da área da propriedade sejam desmatados e assim criam-se permissões de desflorestamento. As vendas de madeira baseadas nessas permissões fornecem a oportunidade para conseguir capital para um desmatamento subsequente. Como apenas 10% da terra na Amazônia são próprios para plantio e criação de gado, a terra desmatada muitas vezes acaba sendo usada para criação de gado extensiva, de modo a assegurar o direito à propriedade. Uma vez que o solo está degradado, o fazendeiro simplesmente se muda para uma nova área de floresta. Para uma análise de problemas associados com programas de desenvolvimento na Amazônia, ver Seroa da Motta (1997).

manejo de florestas nativas na Amazônia, devido ao maior tempo exigido para rotatividade.

Depois de um período de subida de preços no início da década de 90, os preços de terra têm baixado, mas espera-se que subam novamente no futuro com o crescimento da economia. Aqui, pressupõe-se que os preços de terra voltarão a seu patamar prévio.

Duas outras suposições são importantes. Primeiro, apenas fases de extração serão analisadas. O processamento e manufatura da madeira não serão levados em consideração, pois estas atividades envolveriam a análise de uma grande variedade de tecnologias e produtos que extrapola o escopo deste estudo. Em todo caso, emissões de carbono ocorrem principalmente durante a extração.

Segundo, supõe-se que os custos de aprendizado serão minimizados para plantações, pois estas já são bastante difundidas no Brasil. A análise de manejo sustentável é baseada quase que totalmente em pesquisa de campo, pois sua aplicação no Brasil ainda é experimental.

### **Florestas Plantadas**

Plantações silvícolas são um próspero negócio no Brasil. A produção industrial de madeira proveniente de florestas plantadas aumentou 53% entre 1990 e 1995 para aproximadamente 106,5 milhões de metros cúbicos [Prado (1995)]. O Brasil oferece condições ideais para plantações: o clima tropical permite rotatividade curta (seis a 12 anos), solos de baixo custo e várias iniciativas já desenvolvidas. Atualmente quase 60 espécies são plantadas para uso comercial [Fearnside (1995)].

Silvicultores enfrentam dois problemas principais: volatilidade de preços num mercado internacional muito competitivo e requerimentos de crédito para investimentos de longa duração, principalmente em terra. O período extra para conseguir fundos de agências de crédito governamental é ainda muito curto para acomodar o período longo de maturidade dos investimentos inerente à indústria. Embora plantações silvícolas sejam um dos setores mais dinâmicos no país, ganhos adicionais com MDL poderiam ser cruciais para ultrapassar essas barreiras. As plantações diferem amplamente. Aqui as estimativas de rentabilidade e benefícios do carbono são desenvolvidas a partir de uma série de projetos existentes. Fearnside (1995) estimou (excluindo o custo da terra) o custo por tonelada de carbono seqüestrado para três tipos de plantações: celulose, carvão e madeira. Esses custos foram, respectivamente, \$13,60, \$3,47 e \$14,45 t/C [ver Fearnside (1995)].

Conforme apresentado na Tabela 3, todos os tipos de plantações oferecem alto retorno financeiro. Com uma taxa interna de retorno (TIR) de 17,6% a.a., a opção madeira é a mais rentável, seguida pela celulose (14,6%) e carvão (13,3%). O custo de terra foi incluído no valor de US\$ 200 por ha com base numa expectativa

de preço crescentes. Mesmo incluindo estes elevados preços de terra, todas as opções ainda são rentáveis.

O alto retorno financeiro permitirá às plantações fornecerem créditos de MDL com custo muito baixo. O custo do carbono seqüestrado para plantações de celulose e carvão seria menor do que US\$ 1,50 por t ao passo que plantações para madeira já são atualmente rentáveis e assim aceitariam qualquer preço positivo para carbono. É claro que esses indicadores de rentabilidade são sensíveis às alterações dos preços relativos dos insumos e fatores que são difíceis de prever. Dessa forma, no setor de plantação os ganhos com MDL irão agir como uma fonte adicional de renda, para diminuir os riscos associados às oscilações dos preços dos insumos e produtos, e não como motivo principal para investimentos.

Tabela 3

**Projetos Florestais Brasileiros para Crédito de MDL**

|  | Florestas Plantadas para Celulose | Florestas Plantadas para Carvão Vegetal | Florestas Plantadas para Madeira | Manejo Privado de Florestas Nativas na Amazônia | Florestas Nacionais na Amazônia | Florestas Nacionais com Unidades de Conservação na Amazônia |
|--|-----------------------------------|---|----------------------------------|---|---------------------------------|---|
| Carbono Evitado por ha <sup>a</sup>                        | 24,1                              | 180,1                                   | 43,3                             | 18  | 18                              | 18  |
| Taxa Interna de Retorno (% a.a.) <sup>b</sup>              |                                   |   |                                  |   |                                 |   |
| • Sem Custo da Terra                                       | 14,6                              | 13,3                                    | 17,6                             | 33,0  | ---                             | ---   |
| • Com Custo da Terra                                       | 11,1                              | 10,1                                    | 13,3                             | 0,5   | 1,3                             | ---   |
| Custo Implícito do Carbono Evitado (US\$/t C) <sup>c</sup> | 1,4                               | 0,7                                     | -9,50                            | 9,0   | 1,8                             | 5,00  |

<sup>a</sup> Carbono medido como a diferença entre estoque de carbono da floresta plantada e da área degradada, considerando biomassa morta e viva, solo, produtos madeireiros e substituição de combustíveis fósseis. No manejo estima-se a diferença de carbono em relação à extração sem manejo mais produtos madeireiros, de acordo com Fearnside (1995).

<sup>b</sup> Estimativas de florestas plantadas sem custo da terra são de Fearnside (1995). Manejo sem custo da terra de Almeida e Uhl (1995). Custo da terra de US\$200/ha. Todos os valores em US\$ de 1992.

<sup>c</sup> Estimado como o valor presente líquido dividido pelo carbono evitado. Taxa de desconto de 12% a.a.

**Manejo de Florestas Nativas**

O manejo de florestas nativas na Amazônia pressupõe uma extração de madeira de impacto reduzido que visa minimizar danos ecológicos às florestas e reduzir perda de madeira. Entretanto, o manejo impõe um custo de gestão mais elevado. Enquanto a extração ilegal retira em média 38 m<sup>3</sup>/ha, com manejo esta produção pode cair para 1-2 m<sup>3</sup>/ha. Portanto, para conseguir o mesmo resultado por hectare numa atividade sem manejo, necessita-se 30 vezes mais terra, operando numa rotatividade de 30 anos [Amaral *et alii* (1998), Almeida e Uhl (1995) e Verissimo

*et alii* (1992)]. Portanto, a diferença entre extração com ou sem manejo está no investimento em terra e no período da rotatividade.

Embora programas de certificação possam idealmente criar prêmios para madeira sustentável, a fraca capacidade institucional aliada às forças do mercado internacional mostram que não é possível assegurar preços mais altos para a madeira com manejo. Portanto, admitimos um preço constante para a madeira independentemente da prática de manejo. Três opções são analisadas para manejo de florestas nativas: uma de manejo privado, onde a terra está disponível a preço de mercado, e duas com utilização de terra pública sob concessão (Flona).

### **Manejo Privado**

Manejo de floresta nativa na Amazônia, excluindo o custo da terra, gera uma renda líquida anual de US\$ 28/ha com um custo de capital inicial de US\$ 83 — uma taxa de retorno de 33% [Almeida e Uhl (1995)]. Isto é mais que os 30% de retorno estimados para extração sem manejo devido ao aumento do crescimento de árvores e menor desperdício no processo de extração. Entretanto, a taxa de retorno cai para 0,5% quando se inclui o custo da terra.<sup>12</sup>

A prática de manejo reduz a perda de carbono em 18 t/ha comparado com a exploração sem manejo [Fearnside (1995)]. Baseado nessas estimativas, o manejo privado, incluindo o preço da terra, seria viável financeiramente com um preço para o carbono sequestrado de aproximadamente US\$ 9 por tonelada — muito acima das opções de plantações. Porém, o preço do carbono mais alto estaria também garantindo benefícios sociais ecológicos significativos (ver texto a seguir). Além disso, para o manejo, o ganho com MDL será o ponto determinante para a viabilidade do projeto e não apenas um mecanismo de proteção de risco como indicado para as plantações.<sup>13</sup>

### **Concessões de Terras Públicas**

O Programa de Florestas Nacionais, idealizado pelo governo atual, tem proposto concessões entre 40 e 60 milhões de ha para prática de manejo sustentável. Com apoio governamental e concessão de terra pública, os custos de manejo podem ser

---

<sup>12</sup> Essas estimativas são consistentes com a FBDS (1994), onde se calculou o custo do reflorestamento usando eucaliptos e pinus, para oito empresas no Brasil, em torno, respectivamente, de US\$ 13,50 t/C e US\$ 9,30 t/C. Fearnside (1995) estimou uma taxa de retorno negativo de -3,8% para manejo sustentável na Amazônia, enquanto Almeida e Uhl (1995) basearam suas estimativas em pesquisa de campo na região de Paragominas.

<sup>13</sup> Se os preços de madeira subirem e os custos de manejo diminuïrem o manejo sustentável se tornará mais rentável, mas ainda assim seria não-competitiva com a madeira ilegal, a qual também se beneficiaria. Podendo o preço da terra subir também caso grandes investimentos sejam realizados, as madeireiras sustentáveis ainda teriam de contar com incentivos para manter seu manejo, particularmente se o monitoramento é fraco e a expansão agrícola avança.

reduzidos drasticamente.<sup>14</sup> Aqui se assume que o custo de terra na concessão será de US\$ 69.50/há.<sup>15</sup>

Considerando esse preço da terra nos cálculos da opção de manejo privado, gera-se uma taxa de retorno de 1,3% e um preço de carbono de US\$ 1,80. Quer dizer, com esse programa de concessão, o manejo seria mais rentável que a opção privada e com um custo mais reduzido para o carbono sequestrado.

Entretanto, diferentemente da opção privada, necessita comprometimento e iniciativa por parte do governo. No Brasil, isso colocaria pressão sobre recursos orçamentários reduzidos. Os créditos com MDL poderiam aliviar essa pressão. O benefício principal dessa proposta está na sua escala. Praticando-se manejo, projeto por projeto, faz-se pouco no sentido de diminuir incentivos para extração sem manejo em outras áreas. Entretanto, com um programa nacional de concessão de florestas, o manejo poderia eventualmente fornecer uma produção anual entre 50 e 70 milhões de metros cúbicos, inviabilizando completamente a produção atual sem manejo [Ferraz e Seroa da Motta (2000)].

### **Florestas Nacionais e Unidades de Conservação**

Outra proposta mais ampla seria a concessão de florestas nacionais associada a um conjunto de unidades de conservação. Um programa de conservação proposto por Funatura (1992), do qual fazem parte áreas de concessões de florestas, está baseado na conversão de 30% da Amazônia em áreas de conservação num custo total de US\$ 7.65 bilhões.<sup>16</sup>

Se essa participação de 30% de área de conservação fosse adicionada aos atuais 16% de reserva indígena, uma área impressionante de 46% da Amazônia estaria sob controle. Esse incremento de 30% representaria uma contribuição significativa para a preservação da floresta Amazônica, particularmente em termos marginais, pois pode constituir um fechamento da fronteira agrícola. Dessa forma, um programa nessa escala pode reduzir drasticamente a extração de madeira sem manejo e reduzir o incentivo ao desmatamento para fins agrícolas, e assim gerar significativos benefícios em carbono.

Um programa desse porte teria um custo por hectare muito alto, em torno de US\$ 127.50/ha. Se esse custo fosse passado para as concessões acabaria por elevar o custo do carbono sequestrado a US\$ 5. Embora mais alto que os US\$ 1,80

---

<sup>14</sup> Ver nota de rodapé 9.

<sup>15</sup> Custos privados em terra foram baseados em Funatura (1992) que utilizou valores de terra declarados para fins de impostos territoriais, os quais são as bases para a compensação quando o governo adquire terra de particulares. Como os fazendeiros tendem a desvalorizar os preços para reduzir pagamentos de ITR em terra não-produtiva, esses valores de compensação são geralmente muito mais baixos que os preços de mercado. Essa tendência pode se acentuar com a nova regulamentação do ITR.

<sup>16</sup> O valor presente líquido de todos os gastos está reavaliado em US\$ de 1992, usando uma taxa de desconto de 12%. Esses custos cobrem a criação e a operação de novas unidades e a resolução de problemas de implementação e operação em unidades existentes, incluindo as reservas indígenas.

estimados para a opção acima sem unidades de conservação, com esse programa de conservação o Brasil poderia viabilizar o manejo na atividade madeireira e ainda garantir o uso de 46% da Floresta Amazônica para finalidades de conservação.

Entretanto, essas opções de manejo analisadas levantam questões relativas ao cumprimento das normas ambientais. O nível atual de extração sem manejo mostra que os recursos disponíveis de monitoramento e cumprimento dessas normas são insuficientes para proteger adequadamente as áreas designadas. A extensão de áreas protegidas a quase metade da floresta Amazônica, conforme definido na última opção, multiplicaria os desafios no cumprimento desta legislação.

Está claro que a melhoria do monitoramento e a aplicação das sanções legais tornariam os projetos com MDL mais viáveis — reduzindo *leakages* e aumentando a competitividade do manejo.<sup>17</sup> Igualmente, isto diminuiria os riscos e custos para investidores do MDL e asseguraria que programas de manejo poderiam atrair uma participação maior dos fundos de investimentos globais. As práticas e as instituições reforçando o cumprimento da lei poderiam, ao menos, fornecer uma base segura para atividades com MDL e seriam consistentes com os objetivos políticos internos. Assim, se levarmos em conta os custos institucionais os custos relativos dessas opções podem aumentar.

## 2.4 - Opções Energéticas

Embora a hidroeletricidade domine a matriz energética brasileira, os combustíveis fósseis devem aumentar significativamente para fazer frente à crescente demanda de energia. Isto aumentaria, conseqüentemente, as emissões de CO<sub>2</sub> do país. São consideradas neste as opções energéticas que utilizam resíduos ou subprodutos que podem ser empregados em atividades de co-geração industrial de energia. A energia eólica também é uma opção promissora, embora, conforme será visto, apresente ainda um custo elevado em seu atual estágio de desenvolvimento.

O consumo de energia *per capita* no Brasil aumentou 12% entre 1990 e 1996, embora permaneça baixo em termos absolutos, em torno de 1 tep por habitante [IEA (1998)]. A intensidade de energia do produto interno bruto, 0,3 tep/US\$, aumentou em apenas 3,5% no mesmo período. Entre 1990 e 1995 a oferta de energia aumentou 22%, enquanto o PIB cresceu 18% [MME (1997)].

Até a presente data, a crescente demanda de eletricidade tem se equiparado à expansão sistemática da capacidade hidrelétrica, que fornece 92% do suprimento total de eletricidade [MME (1997)]. Conseqüentemente, as emissões de CO<sub>2</sub> e de outros gases do efeito estufa provenientes de produção de energia têm sido tradicionalmente baixas no país.

---

<sup>17</sup> Realmente, melhorando o cumprimento da lei ou financiando a capacidade institucional de monitoramento é parte da própria idéia do projeto MDL, embora a avaliação de seu impacto direto deva prevenir de que seja visto como tal.

Entretanto, a viabilidade econômica da expansão hidroelétrica tende a se esgotar e o uso de combustíveis fósseis deverá aumentar sua participação. Se ainda não está claro até onde se pode expandir a capacidade hidroelétrica, as opções existentes enfrentam custos elevados de produção e distribuição, assim como forte oposição relacionada a interesses ecológicos. A maior parte delas está na Amazônia, onde a construção de reservatórios é muito custosa e de onde a energia teria de ser transmitida a mais de 3.000 km até as principais cidades no sul. Mesmo assim, o Plano Decenal da Eletrobrás (1997-2006) indica uma expansão de 26 GW comparado a 7,6 GW das plantas térmicas [La Rovere (1998)].

O aumento sistemático do uso de combustíveis fósseis, contudo, será atraente com a perspectiva de suprimento de gás natural dos vizinhos Bolívia e Argentina. Por outro lado, as grandes áreas de terra degradada e custos de trabalho rural persistentemente baixos criam oportunidades para projetos de eletricidade com uso de biomassa.

Créditos de MDL poderiam ampliar a viabilidade dessas iniciativas. Condições climáticas também parecem favoráveis para fontes de energia solar e eólica enquanto os suprimentos de gás natural ainda necessitam ser totalmente explorados. Se essas alternativas energéticas não são atualmente rentáveis para exploração privada, poderiam tornar-se com os créditos do MDL

Aumento de eficiência no uso final, iluminação, motores e outros equipamentos, freqüentemente significativos, poderiam ser também mais explorados [Moreira e Poole (1993) e Rio Center (1993)]. Isso retardaria o aumento de demanda de energia e atrasaria o aumento do uso de combustíveis fósseis.

Em suma, os créditos do MDL fornecem uma oportunidade para viabilizar, ao menos parcialmente, as opções alternativas e retardar a adoção em larga escala de termoeletricidade. Esta seção apresenta algumas estimativas preliminares das melhores opções de energia disponíveis para minorar as emissões de gases de efeito estufa (ver Tabela 4 para um sumário).

O preço de longo prazo do petróleo é o ponto determinante da viabilidade do projeto para opções de energia. As estimativas aqui se baseiam nas baixas quotas internacionais do preço do petróleo no ano de 1998 que giraram em torno de US\$ 18.

### **Álcool e Co-geração de Eletricidade a partir de Bagaço**

Por muitos anos, o governo brasileiro apoiou um programa de produção de combustível de etanol (Proálcool) com a intenção de fornecer um combustível alternativo limpo para uso em veículos automotores. Com o passar dos anos, sua vantagem sobre a gasolina convencional no que se refere à poluição do ar desapareceu, pela introdução de tecnologia de controle de emissão nos carros a gasolina. Os preços baixos do petróleo deixaram o programa mais dependente de

subsídios.<sup>18</sup> Contudo, o Proálcool permanece como uma fonte importante de emprego para certos grupos de baixa renda e, sob uma perspectiva global, mantém baixa a emissão de carbono. O uso do etanol no lugar de gasolina evita 532 g de emissão de carbono por litro de etanol.

Uma estratégia possível para baixar os custos de produção de etanol é usar os resíduos de cana-de-açúcar para produzir vapor, eletricidade ou ambos. Presumindo-se que os resíduos estão disponíveis como um subproduto sem custo, e que eles são gaseificados para serem usados em turbinas de gás, a co-geração pode ser uma atividade rentável. Poderia evitar simultaneamente um pouco do aumento esperado no consumo de gás natural ou óleo combustível e reduzir o custo agregado da produção de etanol. No entanto, para ser rentável requereria um custo por tonelada de carbono evitado de US\$ 19,70.

Co-geração no sistema etanol também apresenta problemas ambientais: a produção de cana-de-açúcar e do próprio etanol pode criar problemas de emissão no ar e na água. A maior demanda por terra pode encorajar o desflorestamento. A compactação do solo e o consumo químico intensivo são problemas conseqüentes [Paixão (1997)].

Por outro lado, o efeito combinado de economizar emissões provenientes de veículos e da substituição da termoeletricidade com combustíveis fósseis geraria uma captação significativa de carbono.

Outra característica importante do setor alcooleiro é sua importância social. Um dos benefícios-chave do Proálcool tem sido a criação de empregos. Embora a mecanização melhoraria muito a eficiência e reduzisse os problemas de poluição, resultaria, todavia, em prováveis reduções de postos de trabalho.

---

<sup>18</sup> Esse subsídio é financiado pelos consumidores de gasolina que pagam um carga fiscal extra para compensar os altos custos do etanol.

Tabela 4

**Oportunidades Energéticas Brasileiras para o Mercado de MDL**

| Projeto   | Álcool<br>Combustível, Co-<br>geração de Energia<br>com Bagaço | Geração de Energia<br>com Gaseificação de<br>Resíduos de Madeira | Co-geração de<br>Energia de<br>Plantas<br>Industriais | Energia<br>Eólica |
|---|--|--|---|-------------------|
| Carbono Evitado <sup>a</sup>                                  |  |  |   |                   |
| Tonelada por ha   | 203,2  | 102,3  | --  | ---               |
| Tonelada por MWh  | 0,056  | 0,197  | 0,180   | 0,180             |
| Taxa Interna de Retorno (% p.a.) <sup>b</sup>                 | Negativa   | 8,5  | 21,9  | 7,3               |
| Custo Implícito do Carbono<br>Evitado (US\$/t C) <sup>c</sup> | 19,70  | 2,40   | [17,70]   | 14,60             |

<sup>a</sup> Carbono evitado do álcool combustível e da gaseificação é estimado como a diferença entre o estoque de carbono da parte agrícola ou plantações e o estoque de carbono da área degradada onde esta parte agrícola se realiza [estimado em Fearnside (1995)] mais o carbono evitado na substituição do combustível fóssil [estimado em COPPE (1998)]. Para as outras opções considera-se somente a substituição do combustível fóssil.

<sup>b</sup> Custo da terra de US\$ 200.00 para etanol e gaseificação. Todos os valores em US\$ de 1998.

<sup>c</sup> Estimado como o valor presente líquido dividido pelo total de carbono evitado. Taxa de desconto de 12% a.a. Valor do MWh de US\$ 35 equivalente ao pago pelo setor elétrico.

**Energia de Resíduos Madeireiros**

Avanços tecnológicos são observados em processos nos sistemas de energia por biomassa. Pesquisas em áreas como gaseificação de biomassa a partir de carvão vegetal, resíduos agrícolas e lixo urbano mostram que unidades comerciais poderiam desempenhar razoavelmente em termos financeiros. A gaseificação melhora a eficiência do sistema, em muitos casos mais que dobrando a produção de energia por unidade de biomassa [IE 91998)].

Nós consideramos o caso de uma unidade comercial, similar à experiência do Projeto Global Environment Facility (GEF), na Bahia, descrito em IE (1998). Este projeto admitiu que metade das matérias-primas seria proveniente de resíduos da indústria de celulose.

O projeto apresenta uma rentabilidade moderada de 8,5% a.a. e requer um custo de carbono evitado de apenas US\$ 2,40 por tonelada. A viabilidade dessas alternativas pelo setor privado se confirmaria em áreas remotas em que os custos com energia convencional são altos e enfrentam cortes no fornecimento (evitando-se assim interrupção na produção devido à falta de energia). Porém, a adoção dessa prática em larga escala pode requerer fontes externas de financiamento.

Podem ocorrer impactos ambientais negativos se não forem tomadas medidas adequadas para controlar as emissões no ar e na água. O exercício admite que o carvão vegetal é obtido de terra degradada convertida em floresta plantada. Portanto, a economia de carbono excede aquilo que é evitado exclusivamente ao se evitar as emissões das termoeletricas. Além disso, uma demanda maior por terra pode contribuir para o desflorestamento. Impactos ambientais e sociais relativos a práticas de manejo são similares àqueles descritos acima para as

plantações. Finalmente, impactos positivos, porém menores, são esperados em termos de criação de postos de trabalho e desenvolvimento econômico em comunidades rurais próximas ao projeto.

### **Co-geração Industrial**

A co-geração industrial tem crescido também em outros setores industriais, como química, celulose e papel e metalurgia. A capacidade atual é de aproximadamente 1.100 MW, mas poderia ser muito maior — o potencial de energia excedente poderia ultrapassar mais que metade da eletricidade gerada atualmente no Brasil [IE (1998)].

Consideramos aqui o potencial de co-geração de uma refinaria, baseados em dados de um projeto em andamento em Cubatão (*Gazeta Mercantil*, 13 de agosto de 1998). A grande escala na indústria química é uma vantagem para produtos co-gerados, que são muito intensivos em capital, e alguns investimentos estão planejados no setor. O financiamento de MDL pode aproveitar a variedade de projetos financeiramente viáveis.

Os números na Tabela 5 confirmam que a co-geração seria uma prioridade para investimentos orientados para a poupança de carbono. Dentre as opções analisadas, é a que oferece a taxa de retorno interna mais alta — mais de 20%. Como co-geração não aumenta o uso dos insumos, então não gera externalidades adicionais.

### **Energia Eólica**

Entre as tecnologias de energia “limpa”, a força gerada pelo vento parece a mais promissora para o Brasil. É mais barata que a energia solar<sup>19</sup> — seu competidor principal, especialmente em áreas remotas — embora requeira um grau relativamente alto de conhecimento técnico. A região Nordeste oferece o melhor potencial, e uma unidade comercial no estado do Ceará começou a vender eletricidade a preços competitivos [IE (1998)]. Os dados usados aqui se baseiam nessa experiência. Financiamentos extras como os de MDL, aumentariam consideravelmente a viabilidade dessa opção frente a sua intensidade de capital.

Os resultados apontam para uma rentabilidade em torno de 7,3%. Entretanto, esse tipo de unidade tem uma capacidade de redução de carbono mais baixa que as opções de energia de biomassa, que são também capazes de sequestrar carbono e, assim, requerem um preço mais alto de tonelada de carbono evitado, em torno de

---

<sup>19</sup> A energia solar não foi incluída no conjunto de opções em razão de sua pequena importância no sistema de energia existente e pela falta de dados consistentes em operações comerciais. A energia solar continua como uma opção relativamente cara, restrita a unidades muito pequenas. No período 1992/97 houve uma expansão estimada de apenas 250kW de sistemas fotovoltaicos [IE (1998)]. Portanto, essas foram excluídas desta análise, embora as recentes inovações tecnológicas possam inverter este cenário e tornar a energia solar uma opção economicamente atraente para investidores privados.

US\$ 14,60. Os efeitos positivos são as emissões evitadas de poluentes locais resultantes da substituição da termoelectricidade gerada por combustíveis fósseis. Outros impactos ambientais e de emprego são, contudo, pouco significativos. O impacto mais importante no desenvolvimento social é a possibilidade de geração de eletricidade local, em áreas remotas que podem não estar conectadas à rede elétrica.

## 2.5 - Identificando as Opções mais Atraentes

As opções florestais e de energia analisadas são particularmente sensíveis, respectivamente, aos preços de terra e do petróleo. Pressupondo uma situação de preços baixos para o petróleo e custos de terra altos, temos quatro opções que se configuram como sendo as mais atraentes para o mercado de MDL (ver Tabela 5).

A Tabela 5 também ilustra o potencial em poupança de carbono para cada opção. As possíveis economias de carbono derivadas de manejo sustentável nas florestas nacionais ultrapassam de longe a capacidade potencial de outras opções. Entretanto, se o preço do carbono cair a níveis bem baixos, o mercado MDL rejeitará esta opção em favor de co-geração industrial e plantações.

Tabela 5

### Quantidade Total e Custo do Carbono Total Evitado

| Projeto                                | Total de Carbono Evitado<br>(10 <sup>6</sup> t de C) <sup>a</sup> | Proporção do<br>Total | Custo Esperado da Tonelada do<br>Carbono Evitado (US\$) |
|--|---|-----------------------|---|
| Co-geração Industrial                  | 285   | 16,9                  | qualquer valor positivo                                 |
| Florestas Plantadas                    | 11  | 18,7                  | 0 - 1,40  |
| Manejo de Florestas Nativas            | 1,080   | 63,0                  | > 1,80  |
| Gaseificação de Resíduos de<br>Madeira | 8   | 0,5                   | > 2,40  |
| Total                                  | 1,384   | 100                   |   |

<sup>a</sup> Veja texto para explicações da estimativa.

<sup>b</sup> De acordo com Tabelas 1 e 2.

A Tabela 5 revela o potencial do Brasil para reduzir uma grande quantidade de carbono a baixo custo, especialmente no caso das oportunidades de manejo de florestas nativas. Além disso, estas opções oferecem uma série substancial de benefícios secundários não associados ao efeito-estufa se avaliados de acordo com certas prioridades nacionais.

## 2.6 - Benefícios Secundários das Opções de MDL

Cada uma das opções discutidas acima gera uma variedade de benefícios secundários. Faz-se aqui uma avaliação preliminar dos impactos gerados por cada opção, confrontando 12 critérios distintos. (ver Tabela 6). Esses critérios cobrem questões ambientais, de desenvolvimento e de equidade.

A avaliação requer comparação não apenas entre as opções, como também uma comparação com a alternativa que visa substituir para evitar liberação de carbono. Por exemplo, manejo de floresta nativa tem de ser comparado com uso agrícola do solo e a energia eólica com termoelectricidade. Nesse estágio, a análise oferece apenas indicadores qualitativos. Eles dão um senso de direção aos benefícios secundários e suas magnitudes relativas. Além disso, a análise está restrita aos benefícios mais relevantes e de identificação mais fácil. A avaliação não é exaustiva. Para cada coluna nas Tabelas 7 e 8, a célula sombreada identifica a pontuação mais alta indicada para aquele critério.

Os impactos secundários não são predominantemente positivos. Por exemplo, florestas plantadas podem impactar negativamente os cursos d'água. Um mesmo critério pode ter efeitos mistos. O aumento do uso de carvão vegetal nas áreas urbanas em que diminui a termo-eletricidade fóssil, mas a aumenta no local de processamento do carvão. Nesses casos a densidade populacional relativa entre estas áreas — mais elevada nos centros urbanos — sugere que no agregado esse efeito ambiental seja positivo, mas levanta uma séria questão de equidade.

Em resumo, embora seja difícil comparar os benefícios individuais entre si, apenas dois projetos têm mais impactos negativos que positivos. Por outro lado, nas plantações para energia de biomassa e para celulose, o número de critérios nos quais é esperado um impacto negativo ultrapassa o número de critérios onde pode haver impacto positivo. Assim, enquanto genericamente os benefícios de carbono e os secundários parecem ser complementares, é necessário se estar atento às exceções.

Tabela 6

### **Crítérios para Identificação de Benefícios Secundários**

| Benefício Secundário                                       | Descrição   |
|--|---|
| Ambiental  |   |
| Disponibilidade Hídrica                                    | Impacto na escassez de recursos hídricos  |
| Qualidade da Água  | Impactos na contaminação nos recursos hídricos e na capacidade de assimilação     |
| Poluição Atmosférica Urbana                                | Impactos na contaminação atmosférica e na capacidade de assimilação               |
| Erosão do Solo   | Impactos na erosão do solo e capacidade de recuperação                            |
| Proteção da Biodiversidade                                 | Impactos na biodiversidade  |
| Desenvolvimento  |   |
| Efeitos na Demanda Agregada                                | Efeitos multiplicadores na economia   |
| Efeitos na Balança Comercial                               | Efeitos nas exportações e importações   |
| Efeitos na Economia Regional                               | Parte da renda gerada que se apropria regionalmente                               |
| Renda Sacrificada  | Custo de oportunidade das atividades que foram sacrificadas                       |
| Equidade   |   |
| Efeitos na Distribuição de Renda                           | Impacto na demanda de trabalhadores não-qualificados                              |
| Consumo da Produção do Projeto por Classe de Renda         | Apropriação do produto do projeto por classes de renda                            |
| Distribuição dos Benefícios Ambientais por Classe de Renda | Apropriação dos benefícios (ou custos) ambientais do projeto por classes de renda |

Tabela 7

**Indicadores de Benefícios Secundários dos Projetos Florestais**

| Benefícios Secundários                                     | Floresta Plantada de Celulose em Área Degradada | Floresta Plantada para Carvão Vegetal em Área Degradada | Floresta Plantada para Madeira em Área Degradada | Manejo Privado de Floresta Nativa para Produção de Madeira | Florestas Nacionais para Produção de Madeira |
|--|---|---|--|--|--|
| <b>Impactos Ambientais</b>                                 |   |   |  |  |  |
| Disponibilidade Hídrica                                    | -   | -   | -  | ++   | +++  |
| Qualidade da Água  | -   | -   | -  | Neutro   | Neutro                                       |
| Poluição Atmosférica Urbana                                | -   | +   | Neutro   | Neutro   | Neutro                                       |
| Erosão do Solo   | -   | -   | -  | +++  | ++++   |
| Proteção da Biodiversidade                                 | +   | +   | +  | +++  | ++++   |
| <b>Impactos de Desenvolvimento</b>                         |   |   |  |  |  |
| Efeitos na Demanda Agregada                                | ++++  | ++++  | ++++   | +++  | +++  |
| Efeitos na Balança Comercial                               | -   | Neutro  | -  | ++   | ++   |
| Efeitos na Economia Regional                               | +   | +   | ++   | ++++   | +++  |
| Renda Sacrificada  | -   | +   | -  | -  | --   |
| <b>Impactos Distributivos</b>                              |   |   |  |  |  |
| Efeitos na Distribuição de Renda                           | +   | +   | +  | +++  | ++   |
| Consumo da Produção do Projeto por Classe de Renda         | Neutro  | Neutro  | Neutro   | +  | ++   |
| Distribuição dos Benefícios Ambientais por Classe de Renda | Neutro  | +   | Neutro   | ++   | +++  |

Tabela 8

**Indicadores de Benefícios Secundários dos Projetos de Energia**

| Benefícios Secundários                                     | Álcool Combustível e Co-geração de Energia com Bagaço | Geração de Energia com Gaseificação de Resíduos de Madeira | Co-geração de Energia de Plantas Industriais | Energia Eólica |
|--|---|--|--|----------------|
| <b>Impactos Ambientais</b>                                 |   |  |  |                |
| Disponibilidade Hídrica                                    | -   | Neutro   | -  | Neutro         |
| Qualidade da Água  | --  | Neutro   | -  | Neutro         |
| Poluição Atmosférica Urbana                                | +   | ++   | -  | +++            |
| Erosão do Solo   | --  | Neutro   | -  | Neutro         |
| Proteção da Biodiversidade                                 | Uncertain   | Neutro   | +  | Neutro         |
| <b>Impactos de Desenvolvimento</b>                         |   |  |  |                |
| Efeitos na Demanda Agregada                                | +++   | +  | ++   | +              |
| Efeitos na Balança Comercial                               | +++   | +++  | +++  | +              |
| Efeitos na Economia Regional                               | ++++  | +  | +++  | ++             |
| Renda Sacrificada  | +   | Neutro   | +  | Neutro         |
| <b>Impactos Distributivos</b>                              |   |  |  |                |
| Efeitos na Distribuição de Renda                           | +++   | Neutro   | +  | Neutro         |
| Consumo da Produção do Projeto por Classe de Renda         | --  | Neutro   | +  | Neutro         |
| Distribuição dos Benefícios Ambientais por Classe de Renda | +++   | ++   | ++   | ++             |

**2.6 - Conclusões e Recomendações**

Um mercado internacional de MDL vai gravitar em torno de opções mais baratas em termos de preços de carbono oferecidos pelas opções de cada país. Para o Brasil, isso prioriza a silvicultura e a co-geração industrial em particular (ver Tabela 9). Enquanto a co-geração gera impactos secundários geralmente positivos, a silvicultura pode ter impacto negativo no meio ambiente local. Como mostra a tabela, os projetos com menor custo de carbono não são necessariamente os que conferem os maiores co-benefícios.

Se um mercado MDL levar em conta esses benefícios secundários, outras opções seriam mais atraentes. Embora ligeiramente mais caros, as opções de manejo de florestas nativas e energia eólica prometem um nível maior de benefícios ambientais e de desenvolvimento para o Brasil. A Tabela 9 indica os *trade-off* de benefícios entre diferentes opções de projetos.

Tabela 9

**Indicadores Gerais das Principais Opções Brasileiras de MDL**

|   | \$/ton  | Impactos Ambientais <sup>a</sup> | Impactos de Desenvolvimento <sup>a</sup> | Impactos Distributivos <sup>a</sup> |
|---|---------|----------------------------------|--|-------------------------------------|
| Co-geração de Energia de Plantas Industriais          | < 0     | ++                               | +  | +                                   |
| Extração de Madeira e Celulose de Florestas Plantadas | < 0 a 2 | -                                | +  | +                                   |
| Energia de Biomassa Florestal                         | 2-3     | -                                | ++                                       | +                                   |
| Extração de Madeira com Manejo de Floresta Nativa     | 5       | +++                              | ++                                       | ++                                  |
| Energia Eólica  | 15      | +++                              | +  | +                                   |
| Álcool Combustível com Co-geração de Bagaço           | 20      | -                                | +++                                      | +                                   |

<sup>a</sup> Impactos são indicados pelo sinal e magnitude.

Em vista desta análise, as decisões brasileiras em relação ao MDL poderiam agir em duas frentes:

- Aperfeiçoar esse tipo de análise para harmonizar as prioridades nacionais com as oportunidades do MDL.
- Criar um sistema para promover os projetos de MDL mais benéficos localmente.

*Identificando as prioridades de MDL do Brasil.* Continuando a análise citada, os tomadores de decisão deveriam detalhar os critérios existentes e considerar outros fatores para poder identificar claramente os projetos mais prioritários de MDL sob a perspectiva nacional. Um possível refinamento a ser feito nessa análise seria contrastar critérios diferentes pela importância relativa. Por exemplo, como deveriam ser comparados os benefícios sociais aos benefícios ambientais? Além disso, os projetos poderiam ser avaliados detalhadamente, levando-se em consideração as condições específicas de cada região. Em resumo, poder-se-ia considerar outros critérios, além dos doze aqui considerados, e estudar uma grande variedade de projetos. Para fazer isto é necessário o desenvolvimento de uma capacidade institucional sofisticada.

*Promovendo e viabilizando os projetos prioritários.* O Brasil deveria pensar em atuar no mercado MDL como um agente único fornecendo um portfólio de projetos nacionalmente prioritários. Uma forma imediatista de fazer isso seria uma abordagem centralizada na qual uma agência do governo definiria esses projetos. Isso implicaria identificação de objetivos, além de uma avaliação sistemática de projetos potenciais. Entretanto, esta abordagem pode demandar um longo tempo de avaliação, que atrasaria decisões relacionadas a investimento, aumentaria incertezas e reduziria a habilidade do Brasil de competir no mercado MDL, pelo menos inicialmente. O controle do governo pode também gerar altos custos de transação e corre o risco de enfrentar forte oposição política.

Uma abordagem *ad hoc* seria estabelecer as regras para os projetos de modo a promover os que geram grande retorno em benefícios nacionais desejados — talvez definindo níveis de padrões para esses benefícios. Por exemplo, se a proteção à biodiversidade é amplamente definida como benefício prioritário, o manejo de floresta nativa poderia ser promovido como uma atividade MDL acima das outras alternativas. Embora mais simples que a avaliação sistemática de todos os projetos essa abordagem também reduziria a competitividade do país no mercado de MDL, uma vez que imporá opções mais onerosas em termos de custo de carbono reduzido.

O governo pode exercer também um controle sobre seleção de projetos de outras formas. Uma possibilidade é permitir aos participantes nacionais oferecerem qualquer atividade para crédito MDL desde que paguem um imposto sobre a transação de MDL relativa à não-consecução de certos benefícios sociais e ecológicos. Tal imposto daria aos investidores incentivos para planejar opções que captem os benefícios secundários desejáveis e que gerem um fundo fiscal para financiar projetos sociais em outra parte na economia que gera valores sociais equivalentes aos benéficos secundários sacrificados.

Embora essa alternativa de imposto reduza os custos de transação quando comparada a seleção de projetos, seria técnica e politicamente difícil definir o nível de imposto correto para maximização dos benefícios secundários.

Uma abordagem descentralizada similar consistiria em criar um mercado para autorizações de opções de crédito de MDL. Assim como na alternativa do imposto, qualquer investidor estaria apto para atuar no MDL desde que adquirisse essas autorizações em leilões periódicos. Investidores desejosos de investir em opções com alto retorno social poderiam obter gratuitamente essas autorizações, enquanto as opções de menor benefício social teriam de comparar essas autorizações. A receita desses leilões poderia também gerar um fundo social equivalente ao do imposto acima sugerido.

Todas essas abordagens apresentam dificuldades de planejamento e de implementação. Embora o conflito entre eficiência em termos de custo de carbono evitado e sequestrado e a maximização do bem-estar social no mercado de MDL seja aparente, nenhuma abordagem simples pode resolvê-lo.

O debate sobre o MDL deve ampliar-se para integrar as oportunidades de redução de carbono que ampliam a competitividade brasileira no mercado internacional e os benefícios ambientais e sociais a serem capturados no país com estes investimentos. A regulação do mercado de MDL está ainda em desenvolvimento na Convenção do Clima; sendo assim, ainda é oportuno reconciliar as opções de alta competitividade com aquelas com maiores benefícios sociais.

## ANEXO

### **Avaliando a Provável Escala das Atividades e os Fluxos Financeiros Associados ao MDL<sup>20</sup>**

O tamanho provável do MDL provoca considerável interesse — tanto no que se refere ao volume de redução de emissões que pode produzir quanto ao fluxo financeiro que poderia resultar. Os países desenvolvidos querem saber quantos Certificados de Redução de Emissões (CERs) estarão disponíveis e a que custo, de forma a poder determinar a combinação de projetos de MDL mais efetiva em termos de custo, o volume doméstico de redução e as trocas com outros países desenvolvidos necessárias para alcançar seus objetivos estabelecidos pelo Protocolo de Kyoto. Os países em desenvolvimento estão interessados nos fluxos financeiros adicionais que podem surgir associados aos investimentos em projetos de compensação. Além disso, esses países, que podem ser escolhidos para receber os fundos de adaptação, têm grande interesse em saber como esses fundos serão mobilizados, quão grandes serão e como serão distribuídos.

Há muita incerteza em torno dessas questões. São tão poucos os precedentes, que estimar a futura escala e o custo dos projetos de MDL é intrinsecamente difícil. Quantos projetos estarão disponíveis e qual a magnitude dos custos de redução de emissões e de transação são questões sem resposta. Decisões políticas pendentes magnificam a incerteza. As atividades florestais e ligadas ao uso da terra, por exemplo, serão elegíveis para receber CERs? Haverá limites à quantidade de CERs que podem ser aplicados aos próprios objetivos de um país desenvolvido? Mais diretamente, quanto será necessário para cobrir despesas administrativas e custos de adaptação? A natureza exata do mercado de MDL será o produto de um conjunto complexo de forças institucionais, econômicas e políticas, muitas das quais ainda por ser negociadas.

Com tantos fatores por determinar, é difícil prever o nível global de atividade e os fluxos financeiros. Não obstante, algumas estimativas da escala e da distribuição potenciais da atividade de MDL assim como dos fluxos de investimento resultantes podem ser coletados a partir de avaliações econômicas recentes. Embora a maioria das previsões econômicas não possa modelar o MDL *per se*, vários modelos econômicos têm sido usados para explorar os cenários do “comércio global”, fornecendo detalhes sobre os custos relativos de redução de emissão em diferentes regiões, dando assim uma idéia do volume de redução de emissões que pode ocorrer nos países em desenvolvimento.

Na prática, os investimentos relacionados ao MDL, especialmente no começo, serão algo como um exercício especulativo. Os investidores podem ter uma idéia razoavelmente boa do custo de redução de emissão de um projeto — quanto eles terão de pagar para obter cada tonelada de redução de gás de efeito estufa (GEE). O valor, ou o preço do CER resultante, contudo, não ficará claro até o momento

---

<sup>20</sup> Ver Austin e Faeth (2000).

— 2008 ou antes — em que os países desenvolvidos estiverem engajados seriamente em atividades de redução de emissões e que os custos de atividades de compensação alternativas (não MDL) se tornem aparentes. Se produzir reduções de emissões de carbono em países desenvolvidos mostrar-se caro, os CERs podem vir a ser negociados por um prêmio bem acima do custo de redução de emissões do qual eles foram originalmente “adquiridos”, recompensando assim os investidores pioneiros em MDL. No entanto, se a obtenção de reduções de GHG nos países desenvolvidos mostrar-se relativamente barata, então o preço de mercado dos CERs será menor (talvez até mesmo inferior aos custos de redução de emissão dos quais foram conseguidos), resultando num retorno menor (ou até numa perda) para os investidores em MDL. O resultado mais provável depende dos custos relativos esperados para as oportunidades de redução de emissões nos países desenvolvidos e em desenvolvimento.

Uma das principais razões para o MDL é que os custos serão menores em países em desenvolvimento. Muitas das oportunidades disponíveis nos países em desenvolvimento e aqui revistas apresentam custos de redução inferiores a US\$ 10 por tonelada de carbono não emitido — e várias já estão disponíveis. Em contraste, algumas das oportunidades de redução de emissão disponíveis mediante do comércio com países desenvolvidos, com as quais as atividades de MDL podem competir, estão na faixa de US\$ 20 a US\$ 100.<sup>21</sup> [Weyant e Hill (1999)].

Os modelos exploram esses diferenciais em seus cenários hipotéticos de “comércio global”. Nesses cenários, admite-se que o mundo como um todo faça reduções de emissão suficiente para alcançar os objetivos de Kyoto, escolhendo o padrão de abatimento que seja mais efetivo em termos de custos, independentemente de onde ele ocorra. Embora isso se assemelhe ao aspecto cooperativo do MDL, não consegue captar a natureza “projeto-a-projeto” do mecanismo (que pode levar alguns projetos mais baratos a serem preteridos e outros mais caros a serem desenvolvidos para obter benefícios associados ao desenvolvimento sustentável). Ignora também os altos custos de transação que podem surgir do MDL, os limites potenciais a atividades de MDL e a necessidade de mobilizar fundos para a adaptação.

Os modelos visualizam uma situação em que os investidores, durante o período de elaboração de orçamento, estão escolhendo entre opções alternativas de redução de emissões. Essas opções consistem em uma mescla de medidas domésticas, comércio com outros países do Anexo I, compra de *hot air* da antiga União Soviética — considerada como uma brecha por muitos — e redução em países em

---

<sup>21</sup> Esse é o intervalo que a maior parte dos modelos revistos por Weyant e Hill (1999) previu para os custos marginais de reduções em 2010, tanto nos casos de comércio entre países do Anexo I quanto no de acordos *double bubble* de cooperação. Em ambos os casos, os valores estimados para o custo referem-se ao custo das últimas reduções necessárias para alcançar os objetivos de Kyoto quando se admite que as reduções não podem ser feitas em países em desenvolvimento.

desenvolvimento (similar a participar do MDL).<sup>22</sup> Os investidores que supostamente sabem os custos relativos de todas as opções de redução de emissões irão investir em atividades nos países em desenvolvimento até o ponto em que os custos de fazê-lo se equiparam ao preço, ou valor, das concessões geradas CERs. Isso assegura uma correspondência entre os custos pagos para conseguir CERs e seu valor de mercado, que por sua vez é igual à última redução de emissão que, de outra forma, estaria sendo demandada nos países desenvolvidos. Embora esse quadro reflita em termos gerais as ações de MDL que estarão acontecendo entre 2008 e 2012, não capta os investimentos mais especulativos anteriores a 2008. Esse tipo de análise foi implementado por vários modelos econômicos e oferece algumas conclusões interessantes (ver Tabela A.1).

Tabela A.1

**Estimativas para 2010 das Atividades de Redução de Emissões e dos Fluxos Financeiros com base em Modelos — Cenários de “Comercio Global”.**

| Nome do Modelo<br>(autor, ano)   | OCDE<br>Van der Mensbrugghe<br>(1998) | G-Cubed<br>McKibbin<br><i>et alii</i> (1998) | SGM<br>Edmonds<br><i>et alii</i> (1998) | EPPA<br>Ellerman<br><i>et alii</i> (1998) |
|--|---------------------------------------|--|---|---|
| Unidades   | MMtC                                  | MMtC   | Equiv. MMtC                             | MMtC                                      |
| Redução Total Necessária<br>em Toneladas em Países do<br>Anexo I em 2010                               | 1,201 100%                            | 1,049 100%                                   | 1,053 100%                              | 1,312 100%                                |
| Objetivo Alcançado por Meio de uma Mescla de   |                                       |  |   |   |
| Reduções Nacionais   | 539 45%                               | 159 15%                                      | 193 18%                                 | 378 29%                                   |
| Comércio Anexo I   | 265 22%                               | 64 6%  | 110 10%                                 | 101 8%                                    |
| <i>Hot Air</i>   |                                       | 426 41%                                      | 247 23%                                 | 111 8%                                    |
| Reduções nos Países em<br>Desenvolvimento  | 397 33%                               | 400 38%                                      | 503 48%                                 | 723 55%                                   |
| Preço de Autorização<br>(US\$/Tonelada)  | \$19                                  | \$13   | \$26                                    | \$24                                      |
| Fluxos de MDL (Billhões de<br>US\$ em 2010)  | 7,5                                   | 5,2  | 13                                      | 17,4                                      |
| Do Total para os Países em Desenvolvimento   |                                       |  |   |   |
| Brasil   | 4 1%                                  | — —  | — —                                     | 2,4 0,3%                                  |
| China  | 228 57%                               | 280 70%                                      | 341 68%                                 | 437 60%                                   |
| Índia  | 45 11%                                | — —  | 37 7%                                   | 102 14%                                   |
| Reduções nos Países em<br>Desenvolvimento como Fração<br>das Emissões Normais nestes<br>Países em 2010 | 11%                                   | —  | —                                       | 17%                                       |

*Nota: Todas as estimativas dos modelos referem-se aos cenários de “comércio global” que pressupõem opções de comércio perfeito entre países do Anexo I e com os países em desenvolvimento. Pode-se interpretar esses resultados como aqueles para um MDL “idealizado”. (Veja texto para detalhes).*

<sup>22</sup> *Hot Air* descreve o provável excedente de reduções de emissões que a antiga União Soviética (FSU) e os países do centro e leste da Europa terão durante o período orçamentário. Devido ao colapso econômico nesses países, bem como à ausência de metas mais duras no Protocolo de Kyoto para eles as emissões atuais estão bem abaixo de suas metas, e é improvável que alcancem estes níveis em 2008-2012. Como consequência, terão “reduções” excedentes para vender resultantes de problemas econômicos e não de esforços de reduções explícitos.

Supõe-se que os países do Anexo I irão alcançar seus objetivos procurando as opções mais baratas primeiro. Como os modelos fazem hipóteses diferentes quanto ao custo relativo de redução nas diferentes regiões e países, as parcelas alocadas a cada uma das categorias — mercado interno, comércio entre países do Anexo I, *hot air*, e países em desenvolvimento — são diferentes entre os modelos, com a participação dos países em desenvolvimento variando entre 33 e 55% do total das reduções de emissões. Esses números são comparáveis aos de outros estudos. Num exercício semelhante, o resultado mostrou que a redução em países em desenvolvimento pode responder por algo entre 19% e 57% do mercado [Vrolijk (1999)].

Esse valor pode ser analisado em diferentes contextos. Atualmente, cerca de 100 projetos encontram-se registrados sob o programa *Activities Implemented Jointly* (AIJ) — um programa piloto para projetos de compensação envolvendo países desenvolvidos e em desenvolvimento. Se todos estivessem plenamente implementados e operando corretamente, gerariam uma compensação combinada total de 7 milhões de toneladas de carbono [Mintzer (1998)]. Embora o programa AIJ tenha sido desenhado apenas como uma fase piloto, o papel projetado para países em desenvolvimento de acordo com esses modelos implica aumento de até 100 vezes nesse tipo de atividade. Por outro ponto de vista, as reduções conseguidas pelos países em desenvolvimento na Tabela A.1 são equivalentes a reduzir as emissões que na sua ausência ocorreriam em 2010 nos países em desenvolvimento entre 11% e 17%. Em qualquer dos casos, esses números acentuam a magnitude do esforço em termos de desenvolvimento da capacidade institucional que países em desenvolvimento terão de realizar para conseguir redução de emissões desta escala. [Figueres (1998)].

Em graus diferentes, os modelos podem também fazer estimativas da participação das atividades por região. A China emerge como a principal receptora de fundos — principalmente por causa do volume atual de queima de carvão e de sua ineficiência, que podem ser melhoradas significativamente. Em contraste, para o Brasil a previsão é de que receba muito pouco — menos de 1% do fluxo total, principalmente porque a energia hidroelétrica cobre a maior parte de suas necessidades nesse setor. Isso significa que o Brasil tem uma produção de intensidade de carbono relativamente baixa e menos opções de redução de baixo custo.

Novamente, certos aspectos do MDL que são difíceis de traduzir em modelos podem modificar esse quadro. Ao focalizar apenas as opções de energia, os modelos ignoram um papel potencialmente significativo para o Brasil, caso mudanças no uso da terra e opções florestais fossem admitidas. Ao ignorar a necessidade de desenvolver capacidade institucional para administrar os fluxos, os modelos podem superestimar os fluxos para a China e subestimar fluxos para os países menores que são rápidos em desenvolver a capacidade de propor projetos e lidar com os fluxos de MDL. A Costa Rica, por exemplo, que nem mesmo aparece individualmente nesses modelos agregados globais, já desenvolveu dois

programas nacionais de compensação de emissões de carbono e vendeu os *Certified Tradable Offset* (CTOs) correspondentes.

### Implicações Financeiras

Algumas implicações financeiras também podem ser derivadas desses modelos, que calculam preços de permissão diferentes entre US\$ 13 e US\$ 26. Dependendo do preço de mercado, o valor total das permissões para os países desenvolvidos investirem em reduções de emissão nos países em desenvolvimento em 2010 poderia ir de US\$ 5,5 bilhões a US\$ 17,4 bilhões. Se isso for um indicador do potencial de atividades de MDL, significa um total entre US\$ 25 bilhões e US\$ 85 bilhões em CERs no período orçamentário de cinco anos que vai de 2008 a 2012. Além disso, como o MDL começa já em 2000, as reduções nos países em desenvolvimento podem atrair uma parcela maior se os investidores desejarem antecipar as reduções.

Os países desenvolvidos estarão mais interessados em como o MDL transformará, ou adicionará, os fluxos de investimentos já existentes. Pode-se esperar que a soma dos investimentos envolvidos no MDL seja muito maior que o valor dos CERs gerados para os países desenvolvidos. Por exemplo, a Tabela A.2 mostra um exemplo hipotético de duas opções de investimento: um caso-base de uma usina geradora de energia por queima de carvão e uma alternativa mais cara que geraria menores emissões de carbono.

Espera-se que esse projeto reduza 200.000 toneladas de carbono relativamente ao caso-base para um custo total adicional de US\$ 1 milhão (ou US\$ 5 por tonelada de carbono não-emitado). O investidor fará esse investimento adicional na esperança de que custará menos que outras medidas que ele terá de adotar em seu país, ou, de forma equivalente, que o valor dos 200.000 CERs resultantes será igual ou maior do que US\$ 1 milhão.

De onde vem esse US\$ 1 milhão adicional? Em alguns casos, pode se constituir de novos investimentos líquidos de países desenvolvidos em países em desenvolvimento (na prática, realocando investimentos que de outro modo teriam sido realizados nos países desenvolvidos). Em outros casos, pode receber fundos de investimentos estrangeiros diretos (IED) que teriam ocorrido de qualquer modo, porém num projeto diferente, não acrescentando nada aos ingressos de investimento geral, mas mudando o tipo de atividade em que ele ocorre.

Tabela A.2

#### Custo de Redução Incremental *versus* Investimento Total do Projeto

| Opção de Investimento     | Investimento Total | Custo da Redução Incremental de Carbono | Redução ante o caso-base | Custo Marginal de Redução |
|---------------------------|--------------------|---|--------------------------|---------------------------|
| Caso-Base: Usina a Carvão | \$ 10 Milhões      |   |                          |                           |
| Alternativa: Usina a Gás  | \$ 11 Milhões      | \$ 1 Milhão                             | 200.000 t                | \$ 5/t C                  |

É impossível saber que participação dos investimentos de MDL terá fundos provenientes de cada uma dessas fontes, mas é razoável esperar que ocorra algum IED adicional. Ao destacar as opções em países em desenvolvimento e criar apoio institucional aos investimentos nesses países, o MDL deve encorajar investimentos nos países em desenvolvimento que podem não ter sido previamente identificados, ou que foram identificados mas descartados por não serem competitivos o bastante com base nos retornos ajustados pelo risco — a criação de um MDL afetará tanto os retornos esperados quanto a percepção dos riscos.

Independentemente da origem dos fluxos de investimento, o MDL irá alavancar um volume de recursos para investimentos em desenvolvimento sustentável muito maior do que apenas o valor dos CERs permitiria esperar. Neste exemplo puramente hipotético, o incentivo para ganhar CERs de US\$ 1 milhão (ou mais) transformaria US\$ 10 milhões adicionais de investimentos que já haviam sido comprometidos com atividades de geração de energia. Em outros projetos o efeito alavancagem pode ser maior ou menor. Em alguns casos, como por exemplo a compra de grandes áreas de florestas que serão preservadas, pode não haver nenhuma alavancagem. Ao invés, o investimento total é motivado pelo potencial de receber CERs valiosos.

Em vista das incertezas relativas ao futuro valor dos CERs, entretanto, é provável que poucos projetos estejam qualificados baseando-se apenas nos retornos esperados provenientes dos CERs. Ao invés, para proteção contra riscos, os CERs provavelmente constituirão apenas parte dos retornos esperados de um projeto, e os retornos econômicos de seu núcleo justificarão uma grande parte de seu investimento — a venda de energia elétrica no caso da geração de energia, por exemplo. No caso puramente hipotético, se os créditos de MDL somassem uma média de 10% dos custos gerais do projeto ao qual eles foram aplicados, um investimento anual em redução de emissões de US\$ 10 bilhões iria transformar outros US\$ 90 bilhões de fluxos de investimento de capital, direcionando-os das atividades tradicionais para projetos alternativos de desenvolvimento sustentável. Um pequeno volume de financiamento dirigido explicitamente ao desenvolvimento sustentável pode ser suficiente para revolucionar a trajetória do desenvolvimento.

## **BIBLIOGRAFIA**

- ALMEIDA, O. T., UHL, C. Identificando os custos de usos alternativos do solo para o planejamento municipal da Amazônia: o caso de Paragominas (PA). In: MAY, P (ed.) *Economia Ecológica*, Ed. Campus, Rio de Janeiro, 1995.
- AMARAL, P., VERÍSSIMO, A., BARRETO P., VIDAL, E. *Floresta para sempre: um manual para produção de madeira na Amazônia*. WWF/Imazon/Usaid, Belém, 1998.

- AUSTIN, D., FAETH, P. *Financing Sustainable Development with the Clean Development Mechanism*. Washington: World Resource Institute, 2000.
- CHINA RENEWABLE ENERGY DEVELOPMENT (CRED). *Summary report: industrial applications of anaerobic technology for energy*. NREL Team. Dec. 1996.
- CRESPO *et alii*. *O que o brasileiro pensa sobre meio ambiente, desenvolvimento e sustentabilidade*, MMA/MAST/ISER, Brasília, 1998.
- EBCEY — Editing Board of China Environmental Yearbook. *China environmental yearbook, 1996*. Beijing: 1996.
- . *China environmental yearbook, 1997*. Beijing: 1997.
- EDMONDS, J. *et alii*. *Unfinished business: the economics of the kyoto protocol*. Pacific Northwest National Laboratory. Report prepared for the U.S. Department of Energy. Sep. 1998.
- ELLERMAN, A. D., JACOBY, H., DECAUX, A. *The effects on developing countries of the kyoto protocol and CO<sub>2</sub> emissions trading*. Joint program on the science and policy of global change. Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology, 1998.
- FBDS. *Capture of CO<sub>2</sub> and cost of reforestation with eucalyptus and Pinus in Brazil*. Proceedings of the workshop organized by the Brazilian Foundation for Sustainable Development, 1994.
- FEARNSIDE, P. M. Global warming response options in Brazil's forest sector: comparison of project-level costs and benefits. *Biomass and Bioenergy*, v. 8, n. 5, p. 309-322, 1995.
- FERRAZ, C., SEROA DA MOTTA, R. Economic incentives and forest concessions in Brazil. *Planejamento e Políticas Públicas*, Dec. 1998.
- FUNATURA. *Cost of implantation of conservation units in Legal Amazonia*. Funatura/SCT-PR/PNUB, Brasília, 1992.
- HOUGHTON, J. T., *et alii* (eds.). *Climate change 1995: the science of climate change*. Published for the Intergovernmental Panel on Climate Change in collaboration with the World Meteorological Organization and the United Nations Environment Programme. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1996.
- IE — Instituto de Economia. *Energia e desenvolvimento sustentável*. Rio de Janeiro: IE/UFRJ, 1998.
- LI, J. *et alii*. *Alternative energy development scenarios in China*. Energy Research Institute Research Report. Beijing: Energy Research Institute, 1997.

- MCKIBBIN, W. J., SHACKLETON, R., WILCOXEN, P. J. *The potential effects of international carbon emissions permit trading under the Kyoto Protocol*. Draft paper, Sep. 1998.
- MOREIRA, J., POOLE, A. Abatement of carbon dioxide emissions in Brazil. In HAYES, P. (ed.) *The global greenhouse regime: who pays?* London: Earthscan, 1993.
- PAIXÃO, M. *Os vinte anos do proálcool: as controvérsias de um programa energético de biomassa*. Rio de Janeiro: Fase, 1997. (Série Brasil: Sustentabilidade e Democracia, n. 3).
- PRADO, A. C. *Exploração florestal madeireira*, Funatura, Brasília, 1995.
- Rio Center for international prospective studies on environment and development. Analysis of abatement costing issues and preparation of a methodology to undertake national greenhouse gas abatement costing studies — country study: Brazil. Rio de Janeiro, 1993, mimeo.
- SEROA DA MOTTA, R. The economics of biodiversity: the case of forest conversion. In: *Investing in biological diversity: the cairns conference*, OECD, Paris, 1997.
- SEROA DA MOTTA, R., FERRAZ, C. Estimating timber depreciation in the Brazilian Amazon. *Environment and Development Economics*, v. 5, n. 1-2, 2000.
- SEROA DA MOTTA, R., YOUNG, C., FERRAZ, C. Clean development mechanism and climate change: cost-effectiveness and welfare maximization in Brazil. Rio de Janeiro: IPEA, mimeo, 1998.
- SEPA — State Environmental Protection Administration of China. 1999. *1998 report on the state of environment in China*. Beijing: State Environmental Protection Administration, 1999.
- TERI — Tata Energy Research Institute. *TERI energy data directory & yearbook 1998/99*. New Delhi, 1998a.
- . *India national report on Asia least-cost Greenhouse Gas abatement strategy (ALGAS)*. TERI Project Report No. 95GW52, Draft. June, New Delhi, 1998b.
- UNDP — United Nations Development Programme. *Promoting development while limiting greenhouse gas emissions: trends and baselines*. REID, W., GOLDEMBERG, J. (eds.) New York, 1999.
- DOE — U. S. Department of Energy. *International energy outlook 1998*. Energy Information Administration. DOE/EIA-0484. Washington DC, 1998.
- . *Natural gas 1998: issues and trends*. Energy Information Administration, Washington DC, 1999.
- VAN DER M., D. A (preliminary) analysis of the Kyoto Protocol: using the OECD GREEN Model.” In *Economic Modeling of Climate Change: OECD Workshop Report*. Paris: Organisation for Economic Co-Operation and Development, 1998.

VERÍSSIMO, A. *et alii*. Logging impacts and prospects for sustainable forest management in an old Amazonian frontier: the case of Paragominas, *Forestry Ecology and Management*, v. 55, 1992.

World Bank. *Clear water, Blue Skies: China's environment in the new century*. Washington, DC, The World Bank, 1997.

WRI — World Resources Institute in collaboration with the United Nations Environment Programme, the United Nations Development Programme, and the World Bank. *World Resources 1998–1999*. New York: Oxford University Press, 1998.

ZHA KEMING. Implement firmly the guidelines of state council's conference on environmental protection and struggle for realizing environmental goals of electric power industry in the ninth five year plan. *China Electric Power News*, Out. 1996.