

# *Documentos 41*

---

ISSN 1678-0884

Setembro, 2002

## **Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL): Funcionamento, Pontos Críticos e Possibilidades para Alguns Sistemas Agrícolas no Brasil**



**República Federativa do Brasil**

*Fernando Henrique Cardoso*  
Presidente

**Ministério da Agricultura e do Abastecimento**

*Marcus Vinicius Pratini de Moraes*  
Ministro

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa**

**Conselho de Administração**

*Marcio Fortes de Almeida*  
Presidente

*Alberto Duque Portugal*  
Vice-Presidente

*Alexandre Kalil Pires*  
*Sergio Fausto*  
*Dietrich Gerhard Quast*  
*Urbano Campos Ribeiral*  
Membros

**Diretoria Executiva da Embrapa**

*Alberto Duque Portugal*  
Diretor-Presidente

*Bonifácio Hideyuki Nakasu*  
*José Roberto Rodrigues Peres*  
*Dante Daniel Giacomelli Scolari*  
Diretores-Executivos

**Embrapa Solos**

*Doracy Pessoa Ramos*  
Chefe-Geral

*Celso Vainer Manzatto*  
Chefe-Adjunto de Administração

*Paulo Augusto da Eira*  
Chefe-Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento



ISSN 1517-2627

Junho, 2002

## ***Documentos 41***

### **Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL): Funcionamento, Pontos Críticos e Possibilidades para Alguns Sistemas Agrícolas no Brasil**

Pedro Luiz Oliveira de Almeida Machado

Rio de Janeiro, RJ  
2002

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Solos**

Rua Jardim Botânico, 1024 Jardim Botânico. Rio de Janeiro, RJ  
Fone: (21) 2274.4999  
Fax: (21) 2274.5291  
Home page: [www.cnps.embrapa.br](http://www.cnps.embrapa.br)  
E-mail (sac): [sac@cnps.embrapa.br](mailto:sac@cnps.embrapa.br)

**Supervisor editorial:** Jacqueline Silva Rezende Mattos  
**Normalização bibliográfica:** Maria da Penha Delaia  
**Revisão de Português:** André Luiz da Silva Lopes  
**Tratamento de ilustrações:** Deborah Caroline da S. Vieira  
**Foto da capa:** Pedro Luiz Oliveira de Almeida Machado  
**Editoração eletrônica:** Deborah Caroline da Silva Vieira

**1ª edição**

1ª impressão (2002): 300 exemplares

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Ficha catalográfica

---

Mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL): funcionamento, pontos críticos e possibilidades para alguns sistemas agrícolas no Brasil / Pedro Luiz de Almeida Machado. - Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002.

28p. - (Embrapa Solos. Documentos; n.41)

ISSN 1517-2627

1. Sistema Agrícola - Certificação. 2. Carbono - Solo - Certificação. 3. Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) - Método - Sistema agrícola. I. Machado, Pedro Luiz de Almeida. II. Embrapa Solos (Rio de Janeiro). III. Série.

CDD (21.ed.) 630.274

---

© Embrapa 2002

# **Autor**

**Pedro Luiz Oliveira de Almeida Machado**

Eng. Agrônomo, PhD. Embrapa Solos - R. Jardim

Botânico, 1024. CEP: 22460-000

Rio de Janeiro, RJ. e-mail: [pedro@cnps.embrapa.br](mailto:pedro@cnps.embrapa.br)

# **Agradecimentos**

Aos comentários e sugestões feitas pelo Eng. Agrônomo Marcelo Theoto Rocha (CEPEA-ESALQ / USP).

# Apresentação

Este documento tem por objetivo oferecer uma breve e concisa informação sobre o funcionamento do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), cujo primeiro período de implementação será entre 2008 e 2012. Estão descritas aqui as etapas para a inclusão de uma atividade para a obtenção de créditos de carbono, os aspectos mais relevantes e controversos e a identificação ou demonstração do potencial dos diferentes tipos de usos das terras no Brasil para serem incluídos como projeto MDL. Tanto os países em desenvolvimento como os países industrializados que almejam o desenvolvimento sustentável podem se beneficiar do procedimento. Todos aqueles que atuam direta ou indiretamente em sistemas agrícolas, florestais ou agroflorestais (ex. agricultores, gerentes de cooperativas, secretários de agricultura estaduais e municipais, gerentes de agroindústrias e pesquisadores) são considerados público-alvo deste documento. Não se pretende aqui esgotar assunto tão vasto e dinâmico, mas oferecer uma orientação inicial a partir da reunião de informações em língua estrangeira presentes em diferentes fontes como o artigo de Mendis & Openshaw (2001), o Relatório Especial do Painel Intergovernamental da ONU de Mudanças Climáticas – IPCC (Watson et al., 2000) e o Documento Técnico do Centro de Informação e Referência Internacional de Solos da União Internacional de Ciência do Solo – ISRIC (Batjes, 1999). A participação da Embrapa Solos numa reunião de trabalho em Bonn, Alemanha, em novembro de 2001, sobre as oportunidades da agricultura tropical em diminuir as emissões de gases de efeito estufa e a organização no Rio de Janeiro, em setembro de 2001, da III Conferência Internacional sobre Degradação de Terras também motivaram esta publicação.

*Doracy Pessoa Ramos*  
*Chefe Geral da Embrapa Solos*

# Sumário

<b>Introdução</b> .....	11
<b>Funcionamento do MDL</b> .....	17
Identificação e Formulação de Projeto MDL .....	18
Adicionalidade das Reduções .....	19
Definição de Linha de Base ou de Referência .....	19
Validação do Projeto MDL .....	18
Financiamento do Projeto MDL .....	21
ERs seqüestrados na biomassa .....	21
ERs seqüestrados no solo .....	22
Implementação do Projeto MDL .....	24
Monitoramento, Verificação e Certificação de ERs .....	25
Monitoramento de ER .....	26
Verificação de ER .....	27
Certificação de ER .....	27
<b>Parecer Final</b> .....	27
<b>Referências Bibliográficas</b> .....	28

# **Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL): Funcionamento, Pontos Críticos e Possibilidades para Alguns Sistemas Agrícolas no Brasil**

---

*Pedro Luiz Oliveira de Almeida Machado*

## **INTRODUÇÃO**

Algumas estratégias ou procedimentos em sistemas agrícolas brasileiros foram apresentados por Silva & Machado (2000) visando o aumento do estoque de carbono dos solos agrícolas. Sabe-se da alta importância da matéria orgânica para fertilidade do solo. Atualmente a expressão “qualidade do solo” vem sendo cada vez mais enfatizada, onde o solo, inclusive o solo agrícola, deve ter capacidade de funcionar dentro dos limites do ecossistema para sustentar a produtividade biológica (ex. produção de alimentos ou fibras), manter a qualidade do ambiente e promover a saúde dos animais e vegetais (Doran & Parkin, 1994). Especificamente com relação ao meio ambiente, a atividade agrícola que busca manter o solo com boa qualidade está em consonância com o papel do solo na mitigação da mudança climática global dentro do contexto do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). O MDL foi criado na Terceira Sessão da Conferência das Partes (COP-3), em Quioto, Japão, em dezembro de 1997 (Framework Convention on Climate Change, 1997). O MDL consiste num procedimento amparado pelo Protocolo de Quioto, que permite ao governo ou uma entidade de um país com emissão limitada de gases de efeito estufa, contribuir para a implementação de um projeto para reduzir tais emissões ou aumentar drenos num país sem obrigações de limitação de emissões e para receber certificados de emissão de redução iguais em parte ou no todo das reduções de emissões atingidas (Swart, 2002). Em 27 de setembro de 2002, de um total de 120 países 84 assinaram o Protocolo e 95 o ratificaram. A expressão “Partes”, ao invés de “Países” é eventualmente adotada pelo fato de que

grupos de países podem ser signatários do Protocolo (ex. União Européia). O Protocolo será implementado quando 55 Partes, no mínimo, respondendo por 55% das emissões de CO<sub>2</sub> das Partes do Anexo I, referente a 1990, ratificarem o Protocolo. A maior parte das emissões provêm de países “industrializados” (EUA: 34%; União Européia: 23%; Rússia: 16%; e Japão: 8%). A meta de redução das emissões para as Partes Anexo I, como um todo, é de, pelo menos, 5% abaixo dos níveis de 1990, que deve ser atingida no período de 2008 a 2012. Os EUA não vão ratificar o Protocolo, mas não demonstraram desinteresse.

O MDL se trata de uma negociação de compensações de gases de efeito estufa (GEE - gás carbônico, CO<sub>2</sub>; metano, CH<sub>4</sub>; óxido nitroso, N<sub>2</sub>O; hidrofluorcarboneto, HFCs; perfluorcarboneto, PFCs e hexafluoreto de enxofre, SF<sub>6</sub>) a partir das Partes Não-Anexo I, constituído principalmente por países em desenvolvimento, inclusive o Brasil, para as Partes Anexo I (exemplo, EUA, Alemanha, Austrália, França, Espanha, Portugal e Japão), onde o desenvolvimento sustentável é almejado utilizando-se fontes de energia renovável ou, inicialmente, através da redução do uso de combustíveis fósseis ou ainda, mudando-se para combustíveis fósseis que emitam menos GEE.

Embora o gás metano (CH<sub>4</sub>) seja o GEE mais impactante após o vapor de água e o gás carbônico (CO<sub>2</sub>), o CO<sub>2</sub>, por ser emitido em maiores quantidades devido à queima de combustíveis fósseis e desmatamento ou queimada, é mais estudado pela comunidade científica. O CH<sub>4</sub> é relevante em áreas onde se produz arroz inundado (ex. sudoeste da Ásia). O óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) que se acumula na atmosfera provem principalmente da superfície terrestre, mas as incertezas com relação à magnitude das fontes e drenos de N<sub>2</sub>O impedem que se consiga uma quantificação precisa e os dados atualmente existentes sobre fluxos de N<sub>2</sub>O dos solos e oceanos são insuficientes para quantificá-los em detalhes (Watson et al., 2000). Emissões de N<sub>2</sub>O de solos são aumentadas sob condições quentes e úmidas e quando fertilizantes nitrogenados são aplicados na agricultura. Os oceanos, a vegetação e os solos são importantes reservatórios de carbono em constante troca de CO<sub>2</sub> com a atmosfera. Os oceanos contêm aproximadamente 50 vezes mais carbono que a atmosfera predominando carbono inorgânico dissolvido. Todavia, o seqüestro de carbono pelos oceanos é limitado devido à solubilidade do CO<sub>2</sub> na água do mar e à baixa taxa de mistura entre as águas marinhas superficiais e profundas. A vegetação terrestre e os solos contêm aproximadamente 3,5 vezes mais carbono que a atmosfera, onde a troca entre os compartimentos terrestres, inclusive os solos, e atmosféricos se dá através da fotossíntese e respiração

(Watson et al., 2000, p. 31). São processos naturais, mas com a atividade antrópica (queima de combustíveis fósseis e mudança no uso da terra), conforme exposto anteriormente, as concentrações de CO<sub>2</sub> se elevaram em demasia. O teor de carbono estocado nos solos é muito maior que na vegetação e, pela Tabela 1, pode-se observar que, comparado com as florestas de clima temperado ou tropical, as florestas boreais têm uma proporção de carbono estocado no solo maior que nas árvores.

**TABELA 1.** Estoque global de carbono na vegetação e no solo (prof. 100 cm).

Bioma	Área (10 <sup>6</sup> km <sup>2</sup> )	Estoques de Carbono (Gt de C)		
		Vegetação	Solos	Total
Floresta Tropical	17,6	212	216	428
Floresta Temperada	10,4	59	100	159
Floresta Boreal	13,7	88	471	559
Savanas Tropicais	22,5	66	264	330
Campos Temperados	12,5	9	295	304
Desertos e semidesertos	45,5	8	191	199
Tundra	9,5	6	121	127
Pântanos	3,5	15	225	240
Terras agrícolas	16,0	3	128	131
<b>TOTAL</b>	<b>151,2</b>	<b>466</b>	<b>2011</b>	<b>2477</b>

FONTE: Watson et al. (2000) e Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveraenderungen (1998).

É preocupante o fato de muitos no Brasil ainda acreditarem que o aquecimento global será um problema “dos outros”, especialmente dos países ricos do hemisfério norte. Entre 1861 e 2000, a temperatura média global aumentou 0,6°C. Já em 1864 é possível encontrar relatos científicos sobre as conseqüências negativas da atividade antrópica na paisagem terrestre e, mais recentemente, em 1956, foi constatado que uma das mudanças globais mais incontestáveis nos últimos três séculos foi ação direta do homem e mudança da cobertura das terras (Ramankutty et al., 2001). A expansão da agricultura através da derrubada de florestas durante os últimos 140 anos levou a uma liberação líquida de 121Gt de carbono para a atmosfera (1Gt = 1.000.000.000 t) e o Brasil é o maior responsável (single contributor) pela emissão de gases de efeito estufa pela mudança no uso da terra (Watson et al., 2000; Fearnside, 2001). As

precipitações pluviométricas têm se alterado com chuvas mais torrenciais e o fenômeno “ El Niño ” tem se tornado mais freqüente, persistente e intenso (Garrity & Fisher, 2001). Num cenário de referência tradicional (do inglês: “business as usual”), a temperatura média da Terra aumentará entre 1,4 e 5,8°C até 2100 com áreas terrestres se aquecendo mais que os oceanos e causando uma elevação no nível do mar entre 9,0 e 88,0cm (IPCC, 2001). Há consenso na comunidade científica internacional sobre o seguinte aspecto: se não houver nenhuma ação mitigadora, os efeitos da mudança climática serão devastadores, onde ocorrerá aumento na incidência de temporais intercalados por anos de seca prolongada (Fearnside, 2001; Garrity & Fisher, 2001). A agricultura brasileira será seriamente afetada pelo aquecimento global (Canziani et al., 1998).

O Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais do Instituto de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE/UFRJ; <http://www.ivig.coppe.ufrj.br>) oferece vasta informação sobre mudança climática em relação ao setor energético. O Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) elaborou um estudo analisando a viabilidade financeira das oportunidades brasileiras no mercado de carbono *vis-à-vis* seus impactos locais relacionados ao meio ambiente, desenvolvimento econômico e à equidade (Motta et al., 2000).

O presente documento visa informar sobre o potencial dos diferentes sistemas de uso das terras no Brasil para serem incluídos como MDL através da descrição do seu funcionamento. Mendis & Oppenshaw (2001) descreveram com bastante clareza como um projeto MDL pode ser identificado e implementado. Maiores detalhes e atualização de informação sobre MDL podem ser obtidos na Convenção Quadro da ONU sobre Mudanças Climáticas (<http://www.unfccc.int/cdm>). Se o MDL for efetivamente implementado para o primeiro período 2008-2012, várias atividades poderão se beneficiar e algumas instituições financeiras têm demonstrado interesse no projeto MDL.

Em novembro de 2001, o Brasil, através do pronunciamento do Ministro da Ciência e Tecnologia, Embaixador Ronaldo Mota Sardenberg, na 7ª Conferência das Partes da Convenção Quadro da ONU sobre Mudanças Climáticas em Marraqueche, Marrocos, declarou que continuará a promover a implementação correta do MDL, que promete ser uma ferramenta efetiva para o envolvimento dos países em desenvolvimento no esforço global. Declarou ainda que o Brasil estará trabalhando ativamente para auxiliar na organização de um *workshop* sobre

aspectos científicos e metodológicos da Proposta Brasileira. Tratam-se de fatos nacionais e internacionais que indicam a consolidação do MDL.

Segundo Mendis & Oppenshaw (2001), o ponto chave para a implementação bem sucedida do MDL é um mercado internacional ativo para os Certificados de Redução de Emissões (sigla em inglês, CER). O termo CER é originado do Artigo 12 do Protocolo de Quioto, que dá a definição do MDL e estabelece que os CERs obtidos nos projetos MDL podem ser utilizados no cumprimento das obrigações no primeiro período pelos países listados no Anexo I do Protocolo. Apesar de ainda haver pontos controversos no MDL, ele foi profundamente discutido e grande parte dos debates se concentrou nas dimensões políticas, problemas de equidade e definições da linhas de base. Agora o MDL deverá ser implementado e, segundo estimativas, há um mercado potencial para MDL de 6,3 a 25,9 bilhões de dólares (US\$) por ano.

Países listados no grupo Não-Anexo I poderão ter projetos MDL negociados com países listados no grupo Anexo-I (Tabela 2). Um procedimento de mercado deve facilitar as parcerias entre os diferentes organismos ou entidades tais como: gerentes de projetos, auditores internacionais, financiadores, autoridades nacionais dos países anfitriões e patrocinadores e agências internacionais que serão responsáveis pela implementação dos projetos MDL. Como poderemos observar a seguir, devido aos diferentes interesses dos vários atores no processo, há o perigo das negociações com projetos MDL ficarem atoladas na burocracia, resultando assim na perda de interesse dos investidores.

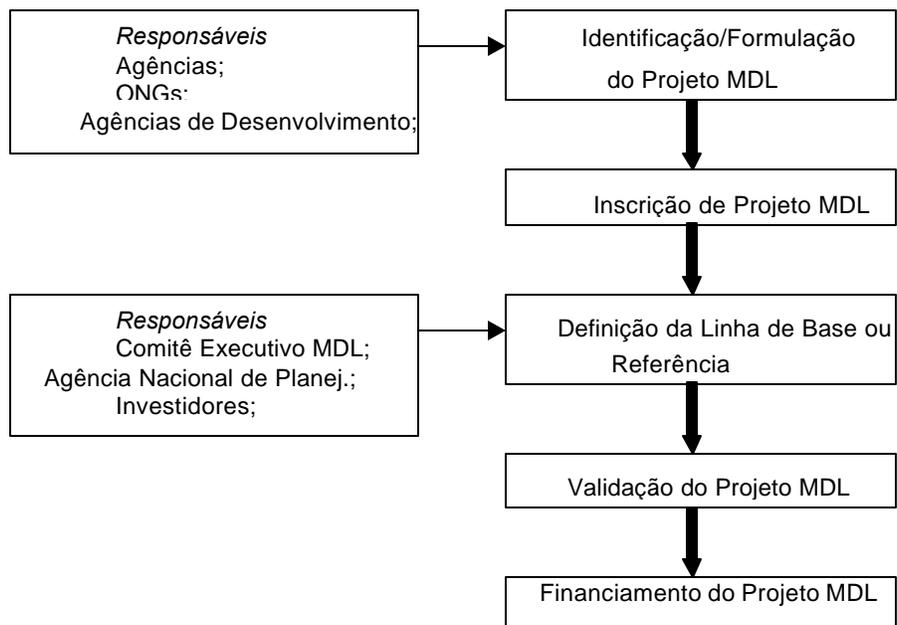
**TABELA 2.** Países componentes do grupo Anexo-I e os respectivos totais e porcentagens do total de emissão de dióxido de carbono em 1990.

País	Emissões (Gg)	Porcentagem
Alemanha	1.012.443	7,4
Austrália	288.965	2,1
Áustria	59.200	0,4
Bélgica	113.405	0,8
Bulgária	82.9990	0,6
Canadá	457.441	3,3
Dinamarca	52.100	0,4
Eslováquia	58.278	0,4
Espanha	260.654	1,9
Estados Unidos da América	4.957.022	36,1
Estônia	37.797	0,3
Federação Russa	2.388.720	17,4
Finlândia	53.900	0,4
França	366.535	2,7
Grécia	82.100	0,6
Holanda	167.600	1,2
Hungria	71.673	0,5
Irlanda	30.719	0,2
Islândia	2.172	0,0
Itália	428.941	3,1
Japão	1.173.360	8,5
Lituânia	22.976	0,2
Luxemburgo	11.343	0,1
Mônaco	71	0,0
Noruega	35.533	0,3
Nova Zelândia	25.530	0,2
Polónia	414.930	3,0
Portugal	42.148	0,3
Principado de Liechtenstein	208	0,0
Reino Unido da Grã-Bretanha e Irlanda do Norte	584.078	4,3
República Tcheca	169.514	1,2
Romênia	171.103	1,2
Suécia	61.256	0,4
Suíça	43.600	0,3
<b>Total</b>	<b>13.728.306</b>	<b>100,0</b>

FONTE: Framework Convention on Climate Change (1997).

## FUNCIONAMENTO DO MDL

A Figura 1 demonstra os passos para o financiamento de um projeto MDL. Regras e normas nacionais e internacionais em concordância com os requisitos do Protocolo de Quioto auxiliam o gerenciamento para a contribuição do MDL para o financiamento de projetos e a mitigação de GEE.



FONTE: Adaptado de Mendis & Openshaw (2001).

**Fig. 1.** Etapas para o financiamento de projeto em Mecanismo de Desenvolvimento Limpo.

Dentre as diferentes entidades responsáveis pelo funcionamento do projeto MDL, o Comitê Executivo MDL é o mais importante, pois a ele compete:

- estabelecer normas e regras para a elegibilidade de determinado projeto e determinar as linhas de base de cada projeto;
- assegurar que as reduções ou aumentos de estoques de carbono devidos ao projeto MDL são, de fato, adicionais;

- assegurar que o projeto MDL apresenta comprovado benefício relacionado à mitigação de GEE;
- estabelecer comitês, painéis ou grupos de trabalho para auxiliar nas tarefas;
- assegurar uma parte em dinheiro das atividades certificadas (no máximo 2%) seja utilizada para cobrir custos administrativos, assim como auxiliar nos custos de adaptação de países em desenvolvimento reconhecidamente vulneráveis aos efeitos da mudança climática.

Os 10 membros constituintes do Comitê Executivo MDL são eleitos pela Conferência das Partes sendo composto sendo 5 provenientes dos grupos regionais da ONU, dois representantes das Partes Anexo 1, dois das Partes Não-Anexo 1 e um proveniente de país-ilha em desenvolvimento (ex. Ilhas Tuvalu).

Visando facilitar a criação de projetos MDL, cada país signatário pode ter um Comitê Nacional MDL, mas não é uma exigência do Protocolo de Quioto.

### ***Identificação e Formulação de Projeto MDL***

É o passo mais importante na busca pelo financiamento, pois, se após longa, dispendiosa e laboriosa dedicação na formulação de um projeto, o não atendimento a qualquer requisito comprometerá a elegibilidade da atividade. Conforme estabelecido pelo Artigo 12 do Protocolo de Quioto, um requisito importante para a elegibilidade de um projeto MDL se refere ao fato de que o projeto deve resultar em desenvolvimento sustentável (social, econômico e ambiental) para a Parte Não-Anexo 1. Não serão aceitos projetos MDL que não tenham nenhum benefício direto para a comunidade do país anfitrião envolvida, mesmo que o projeto resulte em redução de GEE. Fearnside (2001) observa a necessidade de se esclarecer o que se entende por 'desenvolvimento sustentável' e quais critérios um projeto deverá possuir para atender a este requisito. Outro critério estabelece que o projeto deve resultar em benefícios concretos, mensuráveis e de longo-prazo para a mitigação da mudança climática. Este critério exige que as Reduções de Emissões (ERs) dos projetos candidatos a MDL devam possuir algumas características específicas:

- as ERs devem ser embasadas em seqüestros de carbono ou reduções concretas de emissões de GEE oriundos diretamente do projeto MDL;
- os benefícios do projeto não serão considerados por uma medida compensa-

tória, ou seja, por exemplo, o desmatamento de uma área visando fornecer terras para agricultores como compensação pela terra oferecida por eles para um projeto de reflorestamento;

- as ERs geradas devem ser mensuráveis através de procedimentos confiáveis e reconhecidos de amostragem. Projetos que resultem em ERs que não podem ser mensuráveis não são elegíveis para validação como projeto MDL;
- as ERs devem ser permanentes. Este ponto ainda gera controvérsia, pois todas as ações são reversíveis. Uma atividade mitigadora pode ser alterada por circunstâncias imprevisíveis. Importante mencionar que o período máximo de um projeto MDL deverá ser de 21 anos.

### *Adicionalidade das Reduções*

O projeto MDL deve resultar em emissões de GEE em quantidades menores que numa situação sem o projeto. Para que se possa constatar a adicionalidade da redução, é importante que se tenha uma Linha de Base (do inglês: “baseline”) ou um cenário de referência tradicional (do inglês: “business as usual”) bem definidos. Embora ainda bastante controversa, a “adicionalidade financeira” do projeto MDL também deve ser considerada, pois, como exposto anteriormente, o projeto MDL deve apresentar adicionalidade das reduções de GEE e ser economicamente rentável para a comunidade envolvida.

### *Definição de Linha de Base ou de Referência*

O desenvolvimento de uma linha de base para um projeto MDL é o cerne para o processo de validação do projeto, pois todos os projetos MDL terão um período limitado para créditos, que pode ser estabelecido de duas maneiras:

- período de sete anos que pode ser renovado por, no máximo, duas vezes resultando num período total de 21 anos. A renovação estará condicionada à constatação feita por uma entidade operacional que informa o Comitê Executivo de que a linha de base é válida ainda;
- período de dez anos sem possibilidade de renovação.

Entidades como o Global Environmental Facility (GEF) têm contribuído muito para estimar as reduções de emissões (ERs) de linhas de base resultando numa

relevante orientação para as propostas de projetos MDL.

O principal responsável pela definição da linha de base será o investidor (comprador dos CERs) do projeto MDL, mas todos os dados ou pressupostos que corroborarão a definição da linha de base deverão ser provenientes de autoridades nacionais e internacionais e, visando uma padronização internacional, cabe ao Comitê Executivo estabelecer normas para identificar os parâmetros da linha de base.

### *Validação do Projeto MDL*

Após definição da linha de base, o projeto MDL deve ser validado e não deve ser confundido com certificação de ERs.

A validação para a elegibilidade de um projeto MDL deve ser efetuada antes que ele esteja apto para ser financiado. O investidor do projeto não terá condições de negociar o Acordo de Compra de ER (ERPA) com compradores potenciais sem antes validar o projeto MDL. Trata-se de procedimento similar à Licença de Produção de Energia, que deve preceder a negociação de um Acordo de Compra de Energia (PPA – Power Purchase Agreement).

Os critérios para a validação de um projeto MDL devem, no mínimo, preencher as condições expostas anteriormente no Tópico 1, estabelecidas pelo Artigo 12 do Protocolo de Quioto. Além disto, os projetos validados deverão possuir um procedimento aceitável para o monitoramento, descrição e verificação (MRV – “monitoring, reporting and verifying”) das ERs envolvidas.

A responsabilidade para a validação de um projeto MDL será do país anfitrião e poderá ser assumida por uma Comissão Nacional MDL ou por outra entidade nacional autorizada, que deve ser capaz de estabelecer, se possível em colaboração com o Comitê Executivo MDL, e implementar os critérios de validação durante a revisão do projeto. O aspecto mais importante no processo de validação de um projeto MDL será a avaliação da linha de base adotada e a produção estimada de ERs do projeto MDL proposto.

### ***Financiamento do Projeto MDL***

A obtenção de financiamento para projetos MDL deverá ser similar ao financiamento de projetos em geral, exceto o fato de que o valor potencial de financiamento dos ERs resultantes também deve ser obtido. A 'adicionalidade' do projeto MDL traduzirá os custos adicionais para o projeto MDL em relação à linha de base. Portanto, recuperar estes custos adicionais através da venda das ERs do projeto será crucial para o financiamento. A obtenção de Acordo de Compra de ER (ERPA) será necessária para o financiamento do projeto MDL. Se um ERPA bem fundamentado não for obtido para um projeto MDL, as chances de financiamento serão bastante reduzidas.

Por trás de qualquer instrumento financeiro baseado na venda de ERs estarão regras que determinam como os ERs são medidos. Há dois tipos básicos de unidade de ER:

- aquele que é incorporado ou "seqüestrado" em alguma forma de estoque;
- aquele que reduz a emissão de GEE.

### ***ERs seqüestrados na biomassa***

O enfoque é dado para florestas, mas técnicas de medição de estoques de carbono em campos, pradarias e outros ecossistemas não-arbóreos também são considerados. Inventários florestais são procedimentos rotineiros no gerenciamento, onde atualmente há uma combinação de sensoriamento remoto e dados de campo.

O carbono atmosférico é armazenado principalmente na madeira, especialmente no tronco das árvores que podem ser medidos com boa exatidão. Todavia, os procedimentos de medição deverão ter a anuência do Comitê Executivo do MDL.

Para culturas anuais, o carbono é estocado por um período relativamente curto antes de retornar para a atmosfera. Isto não é considerado uma estocagem, mas parte poderia ser utilizada na produção de energia. Por exemplo, o uso do bagaço de cana-de-açúcar para aquecimento de fornos numa destilaria de álcool.

### *ERs sequestrados no solo*

ERs sequestrados no solo ainda não foram definidos. Eles deverão ser detalhados durante a COP8 (prevista para 23 de outubro a 1 de novembro em Nova Delhi, Índia) e COP9. Embora já existam procedimentos recomendados para se medir os estoques de carbono da liteira, horizontes de solos minerais e estratégias de amostragem (Watson et al., 2000), devido à laboriosidade da operação, Mendis & Openshaw (2001) sugerem que entidades como GEF (Global Environmental Facility) poderiam comissionar estudos conduzidos por institutos de pesquisa para a geração de procedimentos padrões a serem utilizados em vários tipos de solos e sob diferentes condições climáticas.

O solo contém dois grandes grupos de carbono: carbono orgânico e carbono inorgânico (basicamente na forma de carbonatos). Globalmente, embora grande parte do carbono do solo seja orgânico na maioria dos solos, os solos de regiões áridas e semi-áridas podem apresentar predominância de carbono inorgânico (Batjes, 1996). Em ecossistemas onde a queimada foi ou é freqüente, pode haver quantidades significativas de carvão. O carbono orgânico presente nas várias camadas ou horizontes de um solo mineral se apresenta em grande parte na forma humificada, onde mais de 60% se encontra adsorvida aos componentes minerais (minerais de argila e óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio). Atualmente tem-se verificado que o carbono orgânico está presente em diferentes compartimentos do solo e que apresentam diferentes potenciais de emissão de carbono para a atmosfera (Sohi et al., 2001; Freixo et al., 2002a; Freixo et al. 2002b). Uma pequena proporção do carbono orgânico se encontra na forma de raízes (< 5%; Ruarck & Zarnock, 1992) ou na forma de frações leves ou particuladas não-associadas aos minerais do solo (20-40%; Freixo et al., 2002a, 2002b). Deve-se frisar que, através do fracionamento físico do solo, tem sido possível observar que a agregação do solo pode oferecer importante mitigação na emissão de GEE e a agregação pode ser controlada pelo manejo do solo.

Aspecto importante para se verificar a adicionalidade do projeto MDL é a estratégia de amostragem. O número de perfis de solos ou tradagens variam de acordo com a variação topográfica e a heterogeneidade espacial da distribuição dos solos (Watson et. al., 2000, p. 97). Numa escala regional ou nacional, um esquema de amostragem estratificado e ao acaso é estatisticamente eficiente para inventariar o solo, desde que o critério para a estratificação considere uma fração significativa de variação nos teores de carbono do solo. É importantíssimo que a amostra seja

georreferenciada através de aparelhos GPS ou por procedimentos topográficos clássicos, pois, amostragem posterior durante o tempo de condução do projeto MDL, deverá ocorrer bem próximo do ponto de amostragem inicial. As estratégias de amostragem podem ser baseadas em toposequências ou catenas representativas para grandes áreas sob uso. O material de solo deve ser coletado no final do estágio de crescimento (no máximo potencial de aporte de palha) da cultura, onde, no mínimo, deve-se coletar no início e no final do período de crédito do projeto MDL. Incertezas associadas com as diferenças nos estoques de carbono medidos entre duas épocas podem ser reduzidas através de amostragem pareada, ou seja, amostras coletadas no tempo 2 devem ser coletadas próximas das amostras coletadas no tempo 1 e as diferenças calculadas aos pares não pelas médias acumuladas. Atenção especial se deve dar para comparações entre épocas diferentes considerando a “espessura adicional” ao solo amostrado (Ellert & Bettany, 1995), principalmente para áreas onde há preparo mecânico.

Com relação à *profundidade de amostragem*, importante mencionar que, exceto em alguns casos ou em solos turfosos, o teor de matéria orgânica do solo diminui exponencialmente com a profundidade (Nakane, 1976; Machado & Silva, 2001). Em geral, 39-70% do carbono orgânico total na camada de 0-100cm de solo mineral está presente na nos primeiros 30cm e 58-81% nos primeiros 50cm (Batjes, 1996). Perdas ou aportes de carbono do solo são maiores no horizonte superficial (0-15cm), que deve ser amostrado mais freqüentemente (Richter et al., 1999). Entretanto, havendo mudanças no uso e manejo a amostragem deve ser feita a profundidades maiores, pois o acúmulo de carbono na superfície pode ser balanceado por perdas em profundidade (Watson et al., 2000, p. 98). Não seria prático, todavia, definir uma profundidade para todos os solos, onde o carbono seria analisado. A profundidade de amostragem deve ser abaixo da profundidade onde se se espera uma mudança significativa no teor de carbono (Watson et al., 2000, p. 98). A medição da densidade do solo é imprescindível em qualquer situação, pois somente através desta medida será possível quantificar a massa de solo presente em determinada profundidade e, conseqüentemente, a massa de carbono.

Os métodos analíticos para a quantificação exata em laboratório de carbono do solo requerem o uso de analisadores de carbono por combustão. Procedimentos embasados em perda de massa ou gravimétrico (uso de muflas) ou digestão úmida são muito propensos a distorções. Embora as distorções possam ser calibradas com uso de fatores, estes acabam por adicionar outro nível de incerteza à

estimativa (Watson et al., 2000, p. 98). Modernos procedimentos por combustão via seca apresentam precisão analítica de  $\pm 2-3\%$ . O custo das análises varia dependendo do laboratório, tipo de equipamento, custo de reagente e vidraria, numa faixa de R\$ 4,00 a R\$15,00 por amostra.

Especial atenção deve ser dada aos solos turfosos denominados Organossolos nos quais a camada de matéria orgânica não decomposta pode apresentar vários metros de profundidade. Estes solos são muito sensíveis a grandes perdas de matéria orgânica pelas mudanças no regime de drenagem ou temperatura do solo. Principalmente em áreas que sofreram drenagem, a medição exata das mudanças no estoque de carbono em solos turfosos requer medição da perda de carbono pela decomposição do material orgânico através de pontos de referência fixos para a medida da subsidência resultante da decomposição.

### ***Implementação do Projeto MDL***

Após obtenção de financiamento, um projeto passa rapidamente para a fase de implementação. Um aspecto importante é assegurar que o monitoramento e registro sejam implementados de acordo com os protocolos estabelecidos em acordo, pois os ERs resultantes do projeto serão mais tarde verificados e certificados. Assim, a principal tarefa durante a fase de implementação do projeto MDL é assegurar a produção de ERs e estabelecer um procedimento de auditoria bem definido para o monitoramento e verificação das ERs.

No setor agrícola e florestal pode-se elencar alguns potenciais projetos MDL:

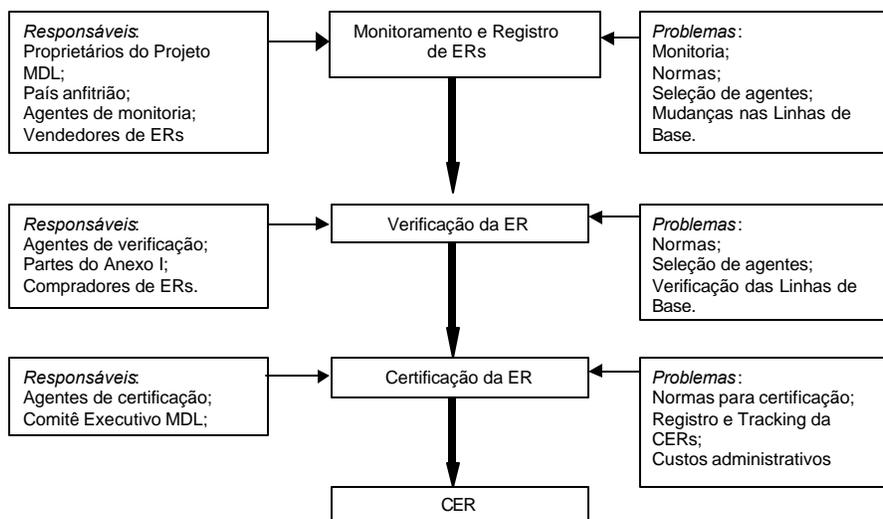
- cultivo de plantas para a geração de energia (biomassa);
- uso de biomassa ou outra forma de energia renovável para o bombeamento de sistemas de irrigação;
- utilização de resíduos para a geração de energia ao invés da queima *in situ*;
- sistemas agroflorestais como alternativa ao cultivo itinerante;
- cultivo de árvores para a geração de energia ou para material de construção alternativo a materiais com alta demanda energética na sua fabricação (ex. aço, concreto);
- plantio de árvores para a melhoria do microclima ou para a indústria moveleira.

Há ainda controvérsias a respeito da contribuição de diferentes drenos de carbono no ecossistema terrestre. Bolin et al. (2001) oferecem alguns fatos esclarecedores:

- o plantio de árvores comprovadamente resulta no seqüestro de carbono tanto a longo (séculos) como a curto (décadas) prazo;
- mudanças climáticas em algumas regiões (ex. aumento de temperatura com diminuição de chuvas) podem levar à reversão do processo de seqüestro de carbono na biomassa e no solo, ou seja, liberar carbono novamente para a atmosfera. Todavia, segundo os autores, este processo é pouco provável que ocorra por muitas décadas;
- a diminuição no desmatamento auxilia na proteção do sistema climático, pois reduz as emissões de carbono beneficiando simultaneamente a biodiversidade, recursos hídricos e outros bens e serviços ecológicos. Todavia, a não derrubada de florestas ou a manutenção de vegetação original não foi incluída no MDL. Interessante neste aspecto é que, enquanto o Ministério das Relações Exteriores do Brasil concorda com a não inclusão, o Ministério do Meio Ambiente, juntamente com os governadores dos Estados da Região Amazônica, são favoráveis à inclusão. A posição do Governo do Brasil, entretanto, é contrária à inclusão de proteção de vegetação original. A controvérsia da não inclusão da proteção de vegetação original no MDL foi recentemente comentada por Fearnside (2001);
- outras atividades como silvicultura, sistemas agrícolas e agroflorestais podem resultar no seqüestro de carbono em curto e longo prazo. Entretanto, importante frisar que o sistema plantio direto não foi incluído como MDL para o período de 2008-2012. Este fato é bastante desapontador, principalmente para o Brasil que possui 12 milhões de hectares sob plantio direto, um sistema agrícola e porque não, agropecuário (ex. integração lavoura-pastagem), que combate a erosão com eficiência, mantendo altos teores de carbono no solo, combinados com altas produtividades de culturas.

### ***Monitoramento, Verificação e Certificação de ERs***

As reduções de emissões (ERs) de um projeto MDL devem ser cuidadosamente monitoradas, verificadas e certificadas antes de ser elegível para transferência a alguma Parte do Anexo I (Figura 2).



**Fig. 2.** Etapas para o monitoramento, verificação e certificação das Reduções de Emissões (ERs) incluindo responsáveis e problemas associados a cada etapa. Fonte: Adaptado de Mendis & Openshaw (2001).

### *Monitoramento de ER*

O monitoramento das ERs será de inteira responsabilidade do operador ou proprietário do projeto MDL, pois ele é principal interessado na venda dos ERs e, destarte, deve ter a principal responsabilidade por colocar em prática os procedimentos e medidas exigidas para o monitoramento das ERs resultantes de um projeto MDL. Não há nenhuma restrição para o operador do projeto MDL contratar um serviço de terceiro para executar o monitoramento, principalmente para as medições de biomassa e carbono orgânico do solo.

O produto final de um processo de monitoramento de ERs é um relatório de monitoramento de ERs (EMR) que estará sujeito a auditoria e verificação pelas autoridades MDL e compradores de ERs. Trata-se de um procedimento similar a um livro-caixa de uma empresa que está sujeito a uma auditoria e verificação pública.

### *Verificação de ER*

As ERs de um projeto MDL deve estar sujeito à verificação por operadores independentes licenciados pelo Comitê Executivo MDL. A auditoria do EMR pode facilitar este processo. O processo de verificação é bastante similar ao processo de inspeção e teste independente de um produto antes do pagamento feito pelo comprador. O fiscal independente deve verificar se as ERs foram produzidas de acordo com as normas e condições acertadas previamente no início da validação do projeto MDL. Além disto, como os ERs produzidos serão certificados e transferidos (exportados), a autoridade nacional precisará registrar a transação e, em muitos casos, exigirá taxas administrativas ou de “royalties”. Seria similar a uma taxa de “royalty” que é cobrada de produtos (“commodities”) minerais.

### *Certificação de ER*

A certificação significa que uma ER relatada representa uma redução de emissão “real e mensurável” de acordo com protocolos aprovados e que a informação utilizada para calcular a ER é uma representação real do desempenho do projeto MDL. Se todos os passos anteriores forem cumpridos com sucesso (validação do projeto MDL, monitoramento e verificação das ERs) e em concordância com as normas e regulamentos aprovados, então a certificação das ERs resultantes será uma questão de tempo. Após a obtenção da certificação, a ER será registrada junto às autoridades MDL nacionais e internacionais e passará ao *status* de CER (Certificado de Redução de Emissão). Considerando o processo de aprovação e aceite na Parte receptora, o registro MDL precisaria vincular todas as CERs aos seus projetos de origem (inclui marca oficial do País e data). Além disto, o registro MDL necessitará manter todos os registros de transferência e propriedade das CERs para assegurar que as CERs não sejam duplamente computadas pelas Partes Anexo I na busca pelas metas de redução compromissadas.

## **PARECER FINAL**

- Embora aparentemente claros os passos a serem seguidos para a implementação de um projeto MDL, há ainda vários detalhes controversos tanto no âmbito operacional como político.
- Nenhum projeto agrícola, inclusive o sistema de plantio direto, está incluído como projeto MDL para o período de 2008 a 2012.
- Projeto MDL deve envolver redução na emissão de GEE ou seqüestro de carbono, ser produtivo economicamente e ser sustentável.

- Projetos de energia renovável (ex. cana-de-açúcar) são os que apresentam o maior potencial de serem rapidamente incluídos como MDL.
- Período máximo de contabilidade de um projeto MDL é de 21 anos.
- Um perigo potencial que pode comprometer o sucesso do MDL junto a investidores ou órgãos financiadores reside no emaranhado burocrático que poderá advir de setores administrativos e, assim, inibir a iniciativa de investidores.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATJES, N. Total carbon and nitrogen in the soils of the world. **European Journal of Soil Science**, Amsterdam, v. 47, p.151-163, 1996.

BATJES, N. **Management options for reducing CO<sub>2</sub>-concentrations in the atmosphere by increasing carbon sequestration in the soil**. Wageningen: International Soil Reference and Information Centre. 1999. 114p. Dutch National Research Programme on Global Air Pollution and Climate Change and Technical Paper 30. Report 410-200-031

BOLIN, B.; NOBLE, I.; SCHOLLES, B.; WATSON, R. The Kyoto Protocol and land-use, land-use change and forestry. **Global Change Newsletter**, Stockholm, n. 47, p. 4, 2001.

CANZIANI, O. F.; DÍAZ, S.; CALVO, E.; CAMPOS, M.; CARCAVALLO, R.; CERRI, C. C.; GAY-GARCIA, C.; MATA, L. J.; SAIZAR, A.; ACEITUNO, P.; ANDRESSEN, R.; BARROS, V.; CBIDO, M.; FUENZALIDA-PINCE, H.; FUNES, G.; GALVÃO, C., MORENO, A. R.; VARGAS, W. M.; VIGLIZAO, E. F.; DE ZUVIRÍA, M. Latin America. In: WATSON, R. T., ZINYOWERA, M. C., MOOSS, R. H. (Ed.) **The regional impact of climate change: an assessment of vulnerability**. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. p. 187-230.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEDZICEK, D. F.; STEWART, B. A. (Ed.) **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison: SSSA: ASA, 1994. p. 3-21. (SSSA. Special Publication, 35).

ELLERT, B. H.; BETTANY, J. R. Calculations of organic matter and nutrients stored in soils under contrasting management regimes. **Canadian Journal of Soil Science**, Edmonton, v. 75, p. 529-538, 1995.

FEARNSIDE, P. M. Saving tropical forests as a global warming countermeasure: an issue that divides the environmental movement. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 39, p. 167-184, 2001.

FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE. Conference of the Parties. 3., 1997, Kyoto. **Report...** Geneva: United Nations - FCCP/CP. 1997. 60 p.

FREIXO, A. A.; MACHADO, P. L. O. de A.; GUIMARÃES, C. M.; SILVA, C. A.; FADIGAS, F.S. Estoques de carbono e nitrogênio e distribuição de frações orgânicas de Latossolo do Cerrado sob diferentes sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, p. 425-434, 2002a.

FREIXO, A. A.; MACHADO, P. L. O. de A.; SANTOS, H. P. dos; SILVA, C. A., FADIGAS, F. S. Soil organic carbon and fractions of a Rhodic Ferralsol under the influence of tillage and crop rotation systems in Southern Brazil. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 64, p. 221-230, 2002b.

GARRITY, D.; FISHER, M. **Beating the heat: climate change and the rural poor.** Trabalho apresentado no Workshop on Tropical Agriculture in Transition: Opportunities for Mitigating Greenhouse Gas Emissions. Bonn, nov. 2001. Digitado.

IPCC. **Climate change 2001: synthesis report.** A contribution of working groups I, II, and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2001. 398 p.

MACHADO, P.L.O.A.; SILVA, C.A. Soil management under no-tillage systems in the tropics with special reference to Brazil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Dordrecht, v.61, p. 119-130, 2001.

MENDIS, M.; OPENSHAW, K. **Operationizing Clean Development Mechanisms.** Trabalho apresentado no Workshop on Tropical Agriculture in Transition: Opportunities for Mitigating Greenhouse Gas Emissions. Bonn, nov. 2001. Digitado.

MOTTA, R. S.; FERRAZ, C.; YOUNG, C.E.F.; AUSTIN, D.; FAETH, P. **O mecanismo de desenvolvimento limpo e o financiamento do desenvolvimento sustentável no Brasil.** Rio de Janeiro: IPEA, 2000. 46 p. (Texto para Discussão, 761).

NAKANE, K. An empirical formulation of the vertical distribution of carbon concentration in forest soils. **Japanese Journal of Ecology**, Tóquio, v. 26, p.171-174, 1976.

RAMANKUTTY, N. K. K.; GOLDWIJK, K. K.; LEEMANS, R.; FOLEY, J.; OLDFIELD, F. Land cover change over the last three centuries due to human activities. **Global Change Newsletter**, Amsterdam, n. 47, p. 17-18, 2001.

RICHTER, D. D.; MARLEWITZ, D.; TRUMBORE, S. E.; WELLS, C. G. Rapid accumulation and turnover of soil carbon in an aggrading forest. **Nature**, Cambridge, v. 400, p. 56-58, 1999.

RUARCK, G. A.; ZARNOCK, S. J. Soil carbon, nitrogen, and fine root biomass sampling in a pine stand. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 56, p.1945-1950, 1992.

SILVA, C. A.; MACHADO, P. L. O. de A. **Seqüestro e emissão de carbono em ecossistemas agrícolas: estratégias para o aumento dos estoques de matéria orgânica em solos tropicais**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 23 p. (Embrapa Solos. Documentos, 19).

SOHI, S.; MAHIEU, N. ARAH, J. R. M., POWLSON, D. S., MADARI, B.; GAUNT, J. L. A procedure for isolating soil organic matter fractions suitable for modelling. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 65, p. 1121-1128, 2001.

SWART, R. **Policies and measures as a tool to achieve the objectives of the convention and the Kyoto Protocol**. Disponível em: <<http://www.unfccc.de>>. Acesso em: 30 jan. 2002.

WATSON, R. T.; NOBLE, I. R.; BOLIN B.; RAVINDRANATH, N. H.; VERARDO, D. J.; DOKKEN, D. J. **Land use, land-use change and forestry: a special report of the IPCC**. Cambridge: Cambridge University Press, 2000. 377 p.

WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT DER BUNDESREGIERUNG GLOBALE UMWELTVERÄNDERUNGEN. **Die Anrechnung biologischer Quellen und Senken im Kyoto-Protokoll: Fortschritt oder Ruckschlag fuer den globalen Umweltschutz**. Bremerhaven: WBGU, 1998. 76 p. Sondergutachten.



---

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro Nacional de Pesquisa de Solos  
Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento  
R. Jardim Botânico, 1.024 CEP 22460-000 Rio de Janeiro, RJ  
Telefone(OXX-21) 2274-4999 Fax (OXX-21) 2274-5291  
<http://www.cnps.embrapa.br>*

Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento

