



**Metodologia de linha de base aprovada
de florestamento e reflorestamento AR-AM0002**

“Recuperação de terras degradadas por meio de florestamento/reflorestamento”

Fonte

Esta metodologia baseia-se na versão preliminar do CDM-AR-PDD do “Projeto de Conservação do Solo da Moldávia”, cujo estudo da linha de base, plano de monitoramento e verificação e documento de concepção do projeto foram elaborados por Moldsilva, Agência Florestal da Moldávia, Instituto de Pesquisa Florestal, Moldávia; GFA Terrasystems, Alemanha; Winrock International, Washington, DC; e revisores do Banco Mundial. Mais informações sobre a proposta e sua análise pelo Conselho Executivo podem ser obtidas no caso ARNM0007-rev: “Projeto de Conservação do Solo da Moldávia”, no endereço: <http://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/process?OpenNM=ARNM0007&single=1>.

**Seção I. Síntese e aplicabilidade das metodologias
de linha de base e monitoramento**

1. Abordagem da linha de base selecionada do parágrafo 22 das modalidades e procedimentos de F/R do MDL

“Mudanças existentes ou históricas, conforme o caso, nos estoques de carbono dos reservatórios de carbono dentro do limite do projeto.”

2. Aplicabilidade

Esta metodologia se aplica a atividades de projetos com as seguintes condições:

- A atividade do projeto não acarrete uma mudança nas atividades pré-projeto fora do limite do projeto, ou seja, a terra envolvida na atividade de projeto de F/R proposta no âmbito do MDL possa continuar fornecendo, pelo menos, a mesma quantidade de bens e serviços que na ausência da atividade do projeto;
- As terras a serem reflorestadas estejam seriamente degradadas (em razão de agentes como a erosão do solo, deslizamentos de terra ou outras limitações físicas, bem como ações antrópicas) e ainda estejam em processo de degradação;
- As condições ambientais ou pressões antrópicas não permitam uma invasão significativa pela vegetação natural de floresta;
- Não ocorra a criação de animais dentro do limite do projeto no caso do projeto;
- A aplicação do procedimento para determinar o cenário da linha de base na seção II.4 conduza à conclusão de que a abordagem da linha de base do parágrafo 22, alínea a (mudanças existentes ou históricas nos estoques de carbono dos reservatórios de carbono dentro do limite do projeto), é a escolha mais adequada para determinar o cenário da linha de base e que a terra permaneceria degradada na ausência da atividade do projeto.



MDL – Conselho Executivo

AR-AM0002/Versão 1

Escopo setorial: 14

19 de maio de 2006

3. Reservatórios de carbono selecionados

Tabela 1: Seleção e justificativa dos reservatórios de carbono

Reservatórios de carbono	Selecionado (responda sim ou não)	Justificativa/Explicação
Acima do solo	Sim	Principal reservatório de carbono sujeito à atividade do projeto
Abaixo do solo	Sim	Principal reservatório de carbono sujeito à atividade do projeto
Madeira morta	Sim	Reservatório de carbono sujeito à atividade do projeto
Serapilheira	Sim	Reservatório de carbono sujeito à atividade do projeto
Carbono orgânico do solo	Sim	Reservatório de carbono sujeito à atividade do projeto

4. Síntese das metodologias de linha de base e monitoramento

Etapas da metodologia de linha de base

Esta metodologia se aplica a atividades propostas de projetos de F/R em terras degradadas.

A metodologia aplica a abordagem da linha de base do parágrafo 22, alínea a, para a atividade de projeto de F/R proposta no âmbito do MDL, levando em conta as mudanças históricas no uso/cobertura da terra, políticas nacionais, locais e setoriais que influenciem o uso da terra dentro do limite do projeto da atividade de projeto de F/R proposta no âmbito do MDL, a atividade econômica do projeto em relação à linha de base e as barreiras à execução das atividades do projeto na ausência do financiamento do MDL.

A área do projeto de F/R proposto no âmbito do MDL é estratificada levando-se em conta os critérios locais de classificação da área, os mapas mais atualizados do uso/cobertura da terra ou imagens de satélite, mapas do solo, da vegetação, da formação natural da terra e pesquisas suplementares. O cenário da linha de base é determinado separadamente para cada estrato. Para os estratos sem árvores em crescimento, esta metodologia conservadoramente supõe que os estoques de carbono permaneceriam constantes na ausência da atividade do projeto, ou seja, as remoções líquidas de gases de efeito estufa por sumidouros na linha de base são nulas. Para os estratos com algumas árvores em crescimento, as remoções líquidas de gases de efeito estufa por sumidouros na linha de base são estimadas com base nos métodos contidos na OBP-UTMUTF¹. A perda de biomassa viva não-arbórea em razão da competição com as árvores plantadas ou do preparo do solo é contabilizada como uma emissão dentro do limite do projeto.

Esta metodologia emprega a última versão da “Ferramenta para demonstrar e avaliar a adicionalidade das atividades dos projetos de florestamento e reflorestamento no âmbito do MDL”².

¹ Neste documento, “OBP-UTMUTF” significa a Orientação de Boas Práticas para Uso da Terra, Mudança no Uso da Terra e Florestas do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (2003). Esse documento está disponível, em inglês, no endereço: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpglulucf/gpglulucf.htm>.

² Neste documento, o termo “ferramenta de adicionalidade de F/R” refere-se ao documento aprovado pelo Conselho Executivo do MDL e disponível, em inglês, no endereço http://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/approved_ar.html.



Nos casos em que entidades públicas ou privadas tiverem executado atividades de F/R antes do projeto, a metodologia apresenta disposições para contabilizar as remoções de gases de efeito estufa por sumidouros das atividades de F/R pré-projeto como parte da linha de base.

A metodologia incentiva o uso de dados específicos do local, publicações, métodos empíricos, contribuições de especialistas de agências nacionais de manejo florestal e da Orientação de Boas Práticas no Uso da Terra, Mudança no Uso da Terra e Florestas (IPCC 2003) na estimativa *ex ante* das mudanças nos estoques de carbono. As etapas e métodos desta metodologia aplicam-se tanto aos métodos empíricos quanto aos modelos revisados por especialistas para estimar as mudanças nos estoques de carbono no âmbito do cenário *ex ante* do projeto³.

A metodologia estima as remoções de gases de efeito estufa por sumidouros e identifica as fontes de emissões em termos das emissões decorrentes do uso de combustíveis fósseis, perda de biomassa no preparo do solo, queima de biomassa e aplicação de fertilizantes no âmbito do cenário do projeto. Apresenta métodos para quantificar as emissões de cada fonte. Além disso, a metodologia identifica as fontes de fugas e apresenta métodos para contabilizar as fugas associadas ao projeto.

Esta metodologia adota as equações, nomenclatura, variáveis e notação da AR-AM0001 para os reservatórios de biomassa acima e abaixo do solo, emissões do projeto e fugas cobertos por essa metodologia aprovada de FR. Adicionalmente, esta metodologia apresenta métodos para estimar as mudanças nos estoques de carbono dos três reservatórios de carbono restantes – madeira morta, serapilheira e carbono orgânico do solo – e descreve métodos para a estimativa *ex ante* das mudanças nos reservatórios de carbono com o uso de métodos empíricos ou modelos revisados por especialistas.

A possibilidade de escolha de métodos empíricos ou modelos revisados por especialistas no âmbito desta metodologia permite aos participantes do projeto optarem por um ou outro método. Além disso, o uso somente de métodos empíricos ou como complemento de um modelo revisado por especialista para a estimativa *ex ante* das mudanças nos estoques de carbono amplia a abrangência da metodologia.

Contudo, a menção a um modelo para a estimativa *ex ante* no âmbito desta metodologia tem por objetivo facilitar aos participantes do projeto o uso exclusivo de modelos revisados por especialistas que sejam amplamente disseminados e possam ser obtidos sem custos. A demonstração da aplicabilidade desta metodologia aos modelos revisados por especialistas não constitui um endosso de qualquer modelo específico.

Etapas da metodologia de monitoramento

Esta metodologia compreende os seguintes elementos:

- O monitoramento do desempenho geral da atividade de projeto de F/R proposta no âmbito do MDL, inclusive a integridade do limite do projeto e o êxito no estabelecimento das florestas e das atividades de manejo florestal;
- O monitoramento das remoções líquidas reais de gases de efeito estufa por sumidouros, aumentos das emissões de gases de efeito estufa dentro do limite do projeto em razão da fertilização com nitrogênio, uso de maquinário e remoção de vegetação não-arbórea e queima de biomassa nas atividades de preparo do local;

³ É possível usar esta metodologia com os métodos empíricos ou os métodos revisados por especialistas. Em outras palavras, as etapas e métodos representados na forma de equações nesta metodologia podem ser executados em formato de planilha ou com o uso de um modelo revisado por especialistas (por exemplo, o CO₂FIX).



- O monitoramento das fugas decorrentes do uso de veículos no transporte de pessoal, mudas, madeira e produtos não-florestais, em consequência da execução da atividade de projeto de F/R proposta no âmbito do MDL;
- Um plano de Garantia da Qualidade/Controle da Qualidade que prescreva medições de campo, coleta de dados, verificação, entrada e arquivamento de dados, como parte integrante do plano de monitoramento para melhorar a eficiência do monitoramento e assegurar a integridade dos dados coletados na atividade de projeto de F/R no âmbito do MDL.

As remoções líquidas de gases de efeito estufa por sumidouros na linha de base não precisam ser medidas e monitoradas ao longo do tempo. Contudo, a metodologia verifica e reavalia as suposições na renovação do período de obtenção de créditos. Esta metodologia estratifica a área do projeto com base no clima local, vegetação existente, classe da área e espécies de árvores e anos ou grupos de anos em que os plantios são realizados. Dados de mapas de uso/cobertura da terra, imagens de satélite, mapas do solo, GPS ou pesquisa de campo são considerados na estratificação. A metodologia requer o uso de parcelas amostrais permanentes para monitorar as mudanças nos estoques de carbono dos reservatórios de biomassa e o uso de parcelas amostrais temporárias ou permanentes para monitorar o reservatório do solo. A metodologia determina primeiramente o número de parcelas necessárias em cada estrato/substrato para alcançar o nível de precisão almejado de $\pm 10\%$ da média, no nível de confiabilidade de 95%.

A metodologia fornece orientação para:

- Monitorar e medir os estoques de carbono:* as parcelas identificadas e demarcadas de acordo com o quadro de amostras devem ser monitoradas e medidas em intervalos de tempo especificados:
 - *Monitoramento da vegetação:* a metodologia requer o monitoramento da vegetação acima do solo, madeira morta e serapilheira com o uso de parcelas amostrais permanentes em intervalos de cinco anos. Oferece fórmulas para o cálculo do tamanho da amostra e descreve métodos para alocar as parcelas amostrais, bem como sua localização nos estratos e substratos;
 - *Monitoramento do solo:* os métodos de monitoramento do solo avaliam as mudanças na situação do carbono no solo com relação ao estoque de carbono no solo no início do projeto. A metodologia recomenda um intervalo de 10 a 20 anos para monitorar o reservatório de carbono no solo.
- As emissões associadas ao uso de combustíveis fósseis nas atividades do projeto,* perda de biomassa no preparo do local, queima de biomassa e aplicação de fertilizante são monitoradas ao longo do período do projeto e calculadas a partir dos dados de monitoramento.
- Garantia da qualidade das atividades de monitoramento:* os procedimentos relacionados com a medição, coleta de dados e entrada e arquivamento de dados devem ser executados segundo os procedimentos padrão de operação para melhorar a eficiência do monitoramento e assegurar a integridade dos dados coletados.

Seção II. Descrição da metodologia de linha de base

1. Elegibilidade da terra

Esta metodologia usa a última versão da ferramenta obrigatória: “Procedimentos para definir a elegibilidade das terras às atividades de projetos de florestamento e reflorestamento”, aprovadas pelo Conselho Executivo do MDL para demonstrar a elegibilidade da terra dentro do limite do projeto.



2. Limite do projeto

A atividade de projeto de F/R no âmbito do MDL pode conter mais de uma parcela distinta de terra. Cada uma delas deve ter uma identificação geográfica exclusiva. O limite deve ser definido para cada parcela distinta e delimitado para que seja geograficamente verificável. Os dados das parcelas devem ser registrados, arquivados e relacionados no CDM-AR-PDD. As fontes de emissão e os gases previstos no limite do projeto são relacionados na tabela abaixo.

Tabela 2: Gases decorrentes das emissões por fontes considerados

Fonte	Gás	Incluída/excluída	Justificativa/Explicação
Queima de combustíveis fósseis	CO ₂	Incluída	
	CH ₄	Excluída	As emissões potenciais são insignificantes
	N ₂ O	Excluída	As emissões potenciais são insignificantes
Queima de biomassa	CO ₂	Incluída	Contabilizada, contudo, como parte das mudanças nos reservatórios de carbono
	CH ₄	Incluída	
	N ₂ O	Incluída	
Uso de fertilizantes...	CO ₂	Excluída	Não se aplica
	CH ₄	Excluída	Não se aplica
	N ₂ O	Incluída	

3. Estratificação *ex ante*

Em geral, as condições da estratificação *ex ante* podem diferir da estratificação *ex post*. Portanto, as etapas apresentadas abaixo visam facilitar a estratificação *ex ante*.

As diretrizes apresentadas a seguir visam facilitar a estratificação *ex ante*. A estratificação da linha de base e dos cenários do projeto é representada no âmbito dos estratos *i*, substratos ressaltando a classe de idade *j* e espécie *k*, com as respectivas referências subscritas para os contextos da linha de base (BL) e do projeto (PJ).

Estratificação no âmbito do cenário da linha de base

O cenário da linha de base compreende as terras sem vegetação ou as terras com vegetação esparsa que estejam abaixo dos patamares da definição de floresta. A área correspondente à linha de base deve ser estratificada levando-se em conta as variáveis fisiográficas, a vegetação pré-projeto, as características do solo e as influências antrópicas no uso da terra. Os procedimentos a serem seguidos na estratificação *ex ante* são:

Etapas 1: Coletar informações sobre o uso da terra em relatórios oficiais, mapas, imagens de sensoriamento remoto e publicações, para demonstrar o uso da terra histórico e atual e os padrões de cobertura da terra.

Etapas 2: Conduzir a estratificação preliminar, levando em conta as condições pré-existentes e as influências antrópicas nos estoques de carbono da linha de base nos seguintes contextos:



- As terras sem vegetação que denotam as características fisiográficas e outras dificuldades limitadoras da ocorrência de vegetação natural devem ser avaliadas (três a cinco parcelas devem ser usadas para cada estrato preliminar a fim de coletar informações sobre as características das terras sem vegetação);
- As terras com vegetação esparsa podem ter níveis amplamente variados de vegetação, abrangendo herbáceas, arbustos e vegetação lenhosa dispersa que esteja bem abaixo dos patamares de floresta. Os dados de três a cinco amostras por cada estrato preliminar devem ser usados para demonstrar a incapacidade da área de se regenerar por meios naturais; e
- As informações sobre as influências antrópicas devem ser avaliadas, coletando-se informações sobre o uso da terra e os produtos colhidos.

Etapa 3: Conduzir pesquisas de campo com base na estratificação preliminar para caracterizar os reservatórios de carbono:

- Vegetação acima do solo – as vegetações arbórea e não-arbórea dispersa devem ser pesquisadas para avaliar a variabilidade da biomassa acima do solo. No caso da vegetação dispersa, os números e os diâmetros das árvores devem ser anotados para demonstrar o quanto a vegetação é dispersa;
- Vegetação não-arbórea – as herbáceas e os arbustos devem ser avaliados por meio de medições e da avaliação de dez ou mais parcelas (localizadas sistematicamente de modo aleatório) do tamanho de 2 a 4 m² por estrato preliminar para avaliar o crescimento da vegetação não-arbórea;
- Madeira morta – é provável que o componente da madeira morta esteja ausente ou seja insignificante nas terras degradadas e não influencie a estratificação da linha de base; portanto, pode ser desconsiderado na estratificação *ex ante*;
- Serapilheira – pequenas quantidades de vegetação acima do solo nas terras degradadas devem gerar quantidades insignificantes de serapilheira. Portanto, não tem influência na estratificação da linha de base; e
- Solo – o tipo, a profundidade, o gradiente, a intensidade da erosão, a drenagem e outras características do solo devem ser considerados na estratificação da linha de base. Dependendo da natureza e da extensão da degradação da terra, o reservatório de carbono pode ter uma grande influência na estratificação da linha de base;
- Os dados das condições pré-existent e dos reservatórios de carbono devem ser levados em conta na estratificação do cenário da linha de base;
- A variação dentro e entre os estratos deve ser avaliada para se adotar um número representativo de estratos e dividi-los os estratos em subestratos. Se a variação dentro do estrato exceder o patamar escolhido para estratificação, os estratos devem ser divididos em dois ou mais subestratos;
- O mapeamento dos estratos deve ser feito levando-se em conta as informações sobre topografia, solos e vegetação, a fim de refletir a situação dos reservatórios de carbono.

Estratificação no âmbito do cenário do projeto ex ante

O número de espécies contido no cenário do projeto e a diversidade de práticas de manejo influenciarão as remoções líquidas reais de gases de efeito estufa por sumidouros. Portanto, a estratificação *ex ante* do cenário do projeto deve basear-se nas seguintes considerações:

- Características de silvicultura da vegetação que se reflitam nas diferenças entre as espécies ou grupos de espécies:
 - Distribuição geográfica das espécies, sua composição e características que ressaltem as espécies nativas e não-nativas;



- o O número de espécies que se propõe seja incluído no projeto, suas taxas de crescimento, competição e ciclos de rotação;
- Requisitos do manejo das espécies ou grupos de espécies proposto no âmbito do cenário do projeto⁴:
 - o Área a que se propõe plantar, por espécies ou grupos de espécies e ano de plantio, a fim de categorizá-la em classes de idade para categorização em substratos;
 - o Práticas de manejo, tais como plantio ou semeadura, desbaste, fertilização, corte e ciclos de replantio; e
 - o Intensidade do manejo em termos das necessidades de mão-de-obra para a retirada de ervas daninhas, desbaste e corte ou da necessidade de compra de insumos, tais como fertilizantes, pesticidas, etc.
- Produtividade do local e características do solo que possam refletir a evolução dos estoques de carbono ao longo do tempo:
 - o A produtividade do local que influencie a taxa de mudança no reservatório de carbono do solo; e
 - o As características do solo, tais como textura, aspecto, profundidade, drenagem e inclinação, etc.

4. Procedimento para a seleção do cenário da linha de base mais plausível

Os participantes do projeto devem determinar o cenário da linha de base mais plausível por meio das seguintes etapas:

Etapla 1: Identificar e listar os usos da terra plausíveis, inclusive futuras atividades públicas ou privadas nas terras degradadas, tais como qualquer atividade de F/R similar ou qualquer outra atividade de desenvolvimento da terra que seja viável, considerando-se as políticas nacionais ou setoriais pertinentes de uso da terra que afetariam a área do projeto. Devem ser usadas informações dos registros da terra ou pesquisas de campo ou opiniões dos atores ou outras fontes adequadas.

Etapla 2: Demonstrar que, no âmbito dos cenários identificados na Etapla 1, o cenário mais plausível é que as áreas do projeto permaneceriam degradadas na ausência da atividade do projeto. Contudo, poderiam ocorrer pequenas taxas de florestamento (atividade de F/R pré-projeto realizada no passado) que poderiam continuar na ausência da atividade do projeto. Nesse contexto, a atratividade dos usos da terra alternativos, os benefícios aos participantes do projeto, as opiniões dos atores acerca do uso da terra e as barreiras associadas ao uso alternativo da terra devem ser avaliados em uma das seguintes formas:

- **De forma geral:** demonstrando-se que terras similares, nos arredores, também não são planejadas para esses usos alternativos da terra e que podem ser identificadas barreiras financeiras ou de outra natureza que impedem os usos alternativos da terra;
- **Especificamente para uma floresta como um uso alternativo da terra:** empregar a etapa 2 (análise de investimento) ou a etapa 3 (análise das barreiras) da “Ferramenta de F/R para demonstrar e avaliar a adicionalidade” para demonstrar que o uso da terra, na ausência do MDL, não é atrativo;
- **Especificamente para qualquer uso agrícola alternativo da terra:** demonstrar que as terras do projeto sofrem restrições em relação aos usos agrícolas. Alternativamente, usar a etapa 2 da “Ferramenta de F/R para demonstrar e avaliar a adicionalidade” para demonstrar que os usos

⁴ Como esta metodologia usa o modelo CO₂FIX, as espécies, o manejo e os critérios do solo se refletem nos requisitos de entrada e saída de um modelo das formações e na evolução dos reservatórios de carbono no modelo CO₂FIX.



MDL – Conselho Executivo

AR-AM0002/Versão 1

Escopo setorial: 14

19 de maio de 2006

agrícolas alternativos da terra não são financeiramente viáveis ou que existem outras barreiras aos usos agrícolas.

Etapa 3: Para comprovar as afirmações acima, demonstrar que as terras a serem plantadas⁵ são realmente “degradadas”, aplicando as Etapas 3a e 3b abaixo:

Etapa 3a: Analisar as mudanças históricas e existentes no uso/cobertura da terra em um contexto socioeconômico e identificar os fatores principais que influenciam as mudanças no uso/cobertura da terra ao longo do tempo, empregando múltiplas fontes de dados de arquivos, mapas ou imagens de satélite do uso/cobertura da terra por volta de 1990 e antes do início da atividade de projeto de F/R proposta no âmbito do MDL, pesquisas de campo, entrevistas e coleta de dados de outras fontes. A degradação da terra no passado pode ser demonstrada com o uso de um ou mais dos seguintes indicadores:

- Degradação da vegetação, por exemplo,
 - A cobertura de copa da vegetação não-arbórea diminuiu no passado recente por razões outras que não atividades de corte sustentável;
- Degradação do solo, por exemplo,
 - A erosão do solo aumentou entre dois períodos no passado recente;
 - O teor de matéria orgânica no solo diminuiu entre dois períodos no passado recente;
- Influências antrópicas, por exemplo,
 - O histórico de perda de solo e vegetação em razão de ações antrópicas; e
 - As ações antrópicas afetam adversamente o estabelecimento da regeneração natural.

Etapa 3b: Fornecer evidência que mostre que não se espera que as terras se regerem naturalmente e que elas continuariam *degradadas* ou *sendo degradadas* na ausência da atividade do projeto. Com esse fim, os participantes do projeto devem demonstrar a ausência de:

- (a) Reservatório de sementes no local que possa provocar a regeneração natural;
- (b) Fontes externas de sementes que possam acarretar a regeneração natural;
- (c) Possibilidade de germinação de sementes e crescimento de árvores novas.

Isso pode ser feito, por exemplo, por meio de pesquisas das áreas do projeto e áreas circunvizinhas para dois anos diferentes ao longo de um período de dez anos ou por outros meios que demonstrem claramente a impossibilidade da regeneração natural, de forma verossímil e verificável.

Etapa 4: As terras envolvidas podem representar as terras degradadas sem vegetação, as terras degradadas em vários estágios de degradação, as terras degradadas com vegetação isolada ou as terras degradadas em que pequenas taxas de florestamento ocorreram antes do projeto e podem continuar a ocorrer no futuro. Deve-se demonstrar que os candidatos a cenários da linha de base não alteram os padrões de uso histórico das terras degradadas, fornecendo a evidência descrita abaixo.

- As terras não apresentam desvio significativo do padrão histórico de uso da terra. Para avaliar o desvio no uso da terra, os participantes do projeto devem usar os dados das

⁵ Esta seção interpreta o termo “degradação” apenas no contexto das terras não-florestais, objeto desta metodologia. A degradação das florestas existentes não é tratada. Portanto, a definição de degradação é mais restrita do que no relatório do IPCC sobre “Definições e Opções Metodológicas para Elaborar Inventários das Emissões da Degradação Florestal Induzida Diretamente pelo Homem e da Desvegetação de outros Tipos de Vegetação, ver <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpplulucf/degradation.htm>>.



práticas de uso da terra, políticas econômicas e variáveis de mercado ao longo dos últimos dez anos;

- Demonstrar que as políticas nacionais ou setoriais de uso da terra adotadas antes de 11 de novembro de 2001 não influenciam as áreas da atividade de projeto de F/R proposta no âmbito do MDL (por exemplo, porque a política não foi executada, a política não tem por alvo essa área, ou porque há barreiras proibitivas à política nessa área, etc.

Etapas 5: Confirmar que o uso da terra mais plausível escolhido como a linha de base não provoca um aumento nos estoques de carbono nem gera usos lucrativos.

- Os participantes do projeto devem considerar os dados de vegetação, solo, fisiografia (inclinação, aspecto, altitude, etc.) e uso da terra ao longo de um período de dez anos antes do projeto;
- Os participantes do projeto devem demonstrar a improbabilidade de que as mudanças no uso da terra adjacente gere opções mais lucrativas nos próximos cinco anos (por exemplo, conversão para outros usos em razão de urbanização) ou mudanças para outros usos da terra que pudessem ser atribuídos a políticas de governo ou regulamentações recentes (por exemplo, incentivos fiscais).

Esta metodologia não poderá ser aplicada se os proponentes do projeto não puderem demonstrar claramente, na realização das etapas 1 a 5, a abordagem da linha de base do parágrafo 22, alínea (a) (mudanças existentes ou históricas nos estoques de carbono dos reservatórios de carbono dentro do limite do projeto), e que o cenário “as terras a serem plantadas são degradadas e continuarão a sofrer degradação na ausência do projeto” é o cenário da linha de base plausível mais adequado.

Para garantir a transparência, todas as informações usadas na análise do cenário da linha de base devem ser arquivadas.

5. Estimativa das remoções líquidas de gases de efeito estufa por sumidouros na linha de base

A metodologia reconhece dois usos da terra possíveis no cenário da linha de base – (i) terras degradadas sem vegetação ou terras degradadas com vegetação muito abaixo dos patamares (área, cobertura de copa e altura das árvores) de floresta definidos pela Autoridade Nacional Designada (AND) e (ii) terras degradadas em que pequenas taxas de florestamento ocorreram antes do projeto (atividade de F/R pré-projeto realizada no passado) e podem continuar na ausência do projeto.

(i) Terras degradadas sem vegetação e terras degradadas

Para as terras degradadas sem vegetação ou terras degradadas com vegetação não-lenhosa esparsa ou vegetação pré-projeto isolada, as *remoções líquidas de gases de efeito estufa por sumidouros na linha de base* são estabelecidas como nulas para o primeiro período de obtenção de créditos. As terras degradadas com vegetação esparsa têm patamares de vegetação (área, altura e cobertura de copa) muito abaixo dos definidos para floresta pela AND e as remoções líquidas de gases de efeito estufa por sumidouros na linha de base devem apresentar um nível baixo de estado estacionário do estoque de carbono ou mudanças negativas de longo prazo nos reservatórios de carbono, o que pode ser confirmado pelos dados e as disposições da abordagem da linha de base do parágrafo 22, alínea (a).

As remoções líquidas de gases de efeito estufa por sumidouros na linha de base em tais terras devem ser estabelecidas como nulas e representadas do seguinte modo.



$$\Delta C_{BDL_{ijk,t}} = 0 \quad (B.1)$$

Onde:

$\Delta C_{BDL_{ijk,t}}$ é a mudança anual média nos estoques de carbono das terras sem vegetação ou terras degradadas com vegetação esparsa pré-existente no estrato i , substrato j , espécie k , em $t \text{ CO}_2 \text{ ano}^{-1}$, estabelecida como nula (as remoções líquidas de gases de efeito estufa por sumidouros na linha de base devem ser insignificantes durante o período de obtenção de créditos);

i é o estrato da linha de base 1,2,3... i ;

j é o substrato da linha de base 1,2,3... j ;

k é a espécie da linha de base 1,2,3... k ;

t é 1 para a duração do período de obtenção de créditos.

Como todos os reservatórios nas terras degradadas no âmbito do cenário da linha de base devem diminuir, é conservador estabelecer a mudança líquida nos estoques de carbono como nula. Para áreas com árvores isoladas, as mudanças nos reservatórios de carbono da biomassa viva devem ser estimadas para as árvores isoladas, e as remoções líquidas de gases de efeito estufa por sumidouros na linha de base devem ser calculadas do seguinte modo:

$$\Delta C_{BDL_{ijk,t}} = \Delta C_{BDL_LB_{ijk,t}} \quad (B.2)$$

Onde:

$\Delta C_{BDL_LB_{ijk,t}}$ é a soma das mudanças anuais nos estoques de carbono da biomassa viva (acima e abaixo do solo) no estrato i , substrato j , espécie k , em $t \text{ CO}_2 \text{ ano}^{-1}$.

A soma das mudanças na biomassa viva estimada como parte do estudo da linha de base anterior ao projeto deve ser congelada e adotada como a linha de base, supondo-se que a vegetação venha a sofrer mais degradação na ausência do projeto. As mudanças líquidas nos estoques de carbono da madeira morta, serapilheira e solo devem ser negativas. Portanto, é conservador estabelecer as mudanças líquidas nesses reservatórios como nulas.

A linha de base adotada no início do projeto deve permanecer válida ao longo do período de obtenção de créditos e não necessitar de monitoramento. A confirmação dessa linha de base para os períodos de obtenção de créditos subsequentes está sujeita às condições de renovação aplicáveis aos períodos subsequentes. A reavaliação da linha de base deve ser conduzida no final do primeiro período de obtenção de créditos, conforme as decisões e orientações aplicáveis do Conselho Executivo a esse respeito.

(ii) Terras degradadas com F/R pré-projeto

Neste cenário, pequenas quantidades de atividades de F/R realizadas na região no passado (por exemplo, ao longo do período de dez anos anterior) em terras similares às terras degradadas da área do projeto devem continuar ocorrendo na ausência do projeto, a uma taxa anual média de F/R pré-projeto. As remoções de biomassa da atividade de F/R pré-existente devem ser tratadas como parte do cenário da linha de base⁶.

⁶ Caso não seja provável que o F/R pré-projeto seja parte do cenário da linha de base em certas circunstâncias justificáveis, os participantes do projeto devem apresentar uma justificativa, fornecendo informações sobre por que o cenário da linha de base não é afetado pelo nível real das atividades de F/R pré-projeto nas terras degradadas que



No âmbito desta metodologia, a área anual média envolvida no F/R pré-projeto é estimada a partir dos dados do F/R pré-projeto que ocorreu ao longo do período de dez anos anterior ou em um período superior a cinco anos dos dez anos anteriores em relação aos quais há dados disponíveis. As remoções líquidas de gases de efeito estufa por sumidouros na linha de base correspondentes à área anual média envolvida no F/R pré-projeto devem ser calculadas e incluídas como parte da linha de base antes de a linha de base *ex ante* ser adotada no âmbito da abordagem da linha de base do parágrafo 22, alínea (a), e congelada para o período de obtenção de créditos.

As etapas a serem seguidas na estimativa das remoções líquidas de gases de efeito estufa na linha de base correspondentes ao F/R pré-projeto são descritas a seguir:

Etapas 1: Se os participantes do projeto tiverem realizado atividade de F/R no período pré-projeto, deve-se calcular a área anual média das terras degradadas florestadas durante o período de dez anos anterior. No caso de agências públicas, devem ser usados relatórios oficiais sobre o F/R anual. No caso de entidades privadas, relatórios anuais ou registros da terra ou outros documentos oficiais e verificáveis devem ser usados para estimar a taxa anual de F/R pré-projeto pertinente à entidade do projeto.

Etapas 2: Se não houver informações sobre a atividade de F/R pré-projeto dos participantes do projeto, deve-se calcular a porcentagem de área de terra correspondente à média anual do F/R pré-projeto realizado em âmbito nacional durante o período de dez anos anterior em relação ao total de área não-florestal elegível à realização da atividade de F/R.

Etapas 3: As áreas do F/R pré-projeto obtidas nas duas etapas acima devem ser comparadas e o valor mais alto dos estimados nas etapas 1 e 2 deve ser usado como o F/R pré-projeto da linha de base pertinente aos participantes do projeto. Isso irá assegurar a transparência da avaliação do F/R pré-projeto.

Etapas 4: Para estimar as remoções de gases de efeito estufa por sumidouros na linha de base do F/R pré-projeto, deve-se avaliar a composição das espécies da atividade de F/R pré-projeto. Se as espécies usadas no F/R pré-projeto forem comuns em relação às espécies usadas no cenário do projeto, as remoções de gases de efeito estufa por sumidouros na linha de base do F/R pré-projeto devem ser estimadas segundo as etapas e os métodos descritos para a estimativa *ex ante* das remoções líquidas reais de gases de efeito estufa por sumidouros na seção 7 (a.1.1).

Se as espécies do F/R pré-projeto diferirem das do projeto, os métodos e equações de estimativa usados no cenário do projeto devem ainda ser pertinentes. A área anual média do F/R pré-projeto deve ser convertida em biomassa com o uso de equações alométricas ou aumento do volume das espécies mais plantadas e seus fatores de expansão da biomassa.

Etapas 5: As mudanças associadas ao reservatório de carbono do solo no âmbito do F/R pré-projeto devem ser estimadas segundo as etapas descritas para a estimativa *ex ante* das mudanças no carbono do solo no cenário do projeto descrito na seção 7 (a.5).

Etapas 6: As mudanças nos reservatórios de biomassa não-arbórea, madeira morta e serapilheira para o F/R pré-projeto devem ser estabelecidas como nulas, uma vez que esses reservatórios devem aumentar no âmbito do F/R pré-projeto, portanto tal tratamento se justifica.

devem continuar a ocorrer na região/país no futuro. Em todos os outros casos, o tratamento do F/R pré-projeto deve seguir o procedimento descrito nesta metodologia.



O F/R pré-projeto realizado como parte da linha de base deve ser estimado do seguinte modo.

$$\Delta C_{BAR_{ijk,t}} = [\Delta C_{BAR_LB_Tree_{ijk,t}} + \Delta C_{BAR_S_{ijk,t}}] \quad (B.3)$$

Onde:

$\Delta C_{BAR_{ijk,t}}$ é a mudança anual média nos estoques de carbono do F/R pré-projeto atribuível ao estrato i , substrato j , espécie k , em $t\ CO_2\ ano^{-1}$. (Considerando as pequenas quantidades de atividade de F/R pré-projeto, a soma das mudanças nos estoques de carbono da biomassa não-arbórea ($\Delta C_{BAR_NT_{ijk,t}} = 0$), madeira morta ($\Delta C_{BAR_DW_{ijk,t}} = 0$) e serapilheira ($\Delta C_{BAR_L_{ijk,t}} = 0$) deve aumentar, portanto é conservador estabelecê-la como nula;

$\Delta C_{BAR_LB_Tree_{ijk,t}}$ é a mudança anual média nos estoques de carbono dos reservatórios de biomassa nas árvores vivas (biomassa arbórea acima do solo e abaixo do solo) do F/R pré-projeto atribuível ao estrato i , substrato j , espécie k , em $t\ CO_2\ ano^{-1}$;

$\Delta C_{BAR_S_{ijk,t}}$ é a mudança anual média nos estoques de carbono do reservatório de carbono do F/R pré-projeto atribuível ao estrato i , substrato j , espécie k , em $t\ CO_2\ ano^{-1}$.

Observação: não é possível realizar a demarcação estrita do F/R pré-projeto em estratos na linha de base quando ele for executado em uma região grande. Nesse caso, as remoções anuais médias de gases de efeito estufa do F/R pré-projeto devem ser estimadas com base na área e no estoque médio de carbono por hectare da espécie. Os métodos e equações descritos para a estimativa *ex ante* das mudanças nos estoques de carbono da biomassa arbórea acima do solo e no reservatório do solo na seção 7 (a.1.1) podem ser usados para estimar as mudanças nos estoques de carbono da biomassa arbórea viva e do carbono orgânico do solo do F/R pré-projeto.

Remoções líquidas de gases de efeito estufa por sumidouros na linha de base

Para determinar as remoções líquidas de gases de efeito estufa por sumidouros na linha de base, devem-se seguir as seguintes etapas:

- a) Determinação da soma das mudanças no estoque de carbono para cada estrato:
 - Para os estratos sem árvores em crescimento, a soma das mudanças nos estoques de carbono de todos os reservatórios de carbono cobertos por esta metodologia é estabelecida como nula;
 - Para os estratos com árvores em crescimento, a soma das mudanças nos estoques de carbono da biomassa acima do solo e abaixo do solo é determinada com base nos dados dos modelos de crescimento (tabelas de produção), equações alométricas e parâmetros locais, nacionais ou do IPCC; e
 - Para os estratos relativos ao F/R pré-projeto, as mudanças no estoque de carbono da biomassa arbórea viva e dos reservatórios de carbono devem ser estimadas segundo os métodos e equações descritos para a estimativa *ex ante* na seção 7 (a.1.1).
- b) Soma das remoções líquidas de gases de efeito estufa por sumidouros na linha de base entre todos os estratos.



As remoções líquidas de gases de efeito estufa na linha de base do F/R pré-projeto devem ser somadas ao longo do período correspondente ao cenário do projeto para manter a coerência entre as remoções líquidas de gases de efeito estufa por sumidouros na linha de base e as remoções líquidas reais de gases de efeito estufa por sumidouros.

$$\Delta C_{BSL,t} = \sum_i \sum_j \left[\sum_k \Delta C_{BAR_{ijk,t}} + \Delta C_{BDL_{ijk,t}} \right] \quad (\text{B.4})$$

Onde:

$\Delta C_{BSL,t}$ são as remoções líquidas de gases de efeito estufa por sumidouros na linha de base no ano t , em t CO₂ eq ano⁻¹.

Métodos para estimar as mudanças nos estoques de carbono

Mudanças no estoque de carbono da biomassa arbórea viva

Os métodos para estimar as mudanças em cada reservatório são pertinentes ao cenário da linha de base e ao cenário do projeto. Dependendo da disponibilidade dos dados, os métodos de ganho-perda de carbono ou de mudança no estoque devem ser usados para estimar as mudanças nos reservatórios de carbono.

Método 1 (método de ganho-perda de carbono ou método padrão)⁷

O método de **ganho-perda** é usado para estimar as mudanças nos estoques de carbono dos reservatórios como a diferença entre o ganho do crescimento da biomassa e a perda decorrente de cortes e perturbações.

Quando modelos revisados por especialistas forem usados, eles projetam as mudanças nos estoques de carbono nas etapas de tempo de um ano, levando em conta o crescimento da biomassa e a perda decorrente de cortes e perturbações (por exemplo, incêndios e surtos de pragas) durante o ano (por exemplo, o uso do método de ganho-perda é implícito nas projeções do modelo CO₂FIX para os reservatórios de carbono cobertos nesta metodologia).

$$\Delta C_{ijk,t} = (\Delta C_{G,ijk,t} - \Delta C_{L,ijk,t}) \quad (\text{B.5})$$

Onde:

$\Delta C_{ijk,t}$ é a mudança anual média no estoque de carbono no estrato i , substrato j , espécie k , em t CO₂ eq ano⁻¹;
 $\Delta C_{G,ijk,t}$ é o crescimento anual médio do estoque de carbono para o estrato i , substrato j , espécie k , em t CO₂ eq ano⁻¹;
 $\Delta C_{L,ijk,t}$ é a perda anual média no estoque de carbono para o estrato i , substrato j , espécie k , em t CO₂ eq ano⁻¹.

Observação: (1) As mudanças líquidas em todos os reservatórios devem ser negativas no cenário da linha de base das terras degradadas. Portanto, o reservatório de biomassa arbórea viva é o único reservatório pertinente às situações de florestamento pré-projeto, e o método

⁷ Com base nas equações 3.2.2, 3.2.4 e 3.2.5 da OBP-UTMUTF.



de ganho-perda pode ser usado para avaliar as mudanças nos estoques de carbono da biomassa arbórea viva.

(2) Com relação às perdas dos estoques de carbono na linha de base, esta metodologia supõe conservadoramente que $\Delta C_{L,ijk,t} = 0$ para o período de obtenção de créditos⁸.

$$\Delta G_{G_LB_Tree,ijk} = [\Delta G_{Mean_LB_Tree,ijk}] \bullet A_{ijk} \bullet CF_k \bullet 44/12 \quad (\text{B.6})$$

Onde:

A_{ijk} é a área do estrato i , substrato j , espécie k , em hectare;
 $\Delta G_{G_LB_Tree,ijk}$ é o aumento anual do total de biomassa seca das árvores vivas para o estrato i , substrato j , espécie k , em t.m.s. ano⁻¹;
 $\Delta G_{Mean_LB_Tree,ijk}$ é o aumento anual médio do total de biomassa seca das árvores vivas para o estrato i , substrato j , espécie k , em t.m.s. ano⁻¹;
 CF_k é a fração de carbono da biomassa para a espécie k , em t C (t.m.s.)⁻¹;
 $44/12$ é a razão dos pesos moleculares do CO₂ e do carbono, sem dimensão.

$$\Delta G_{Mean_LB_Tree,ijk} = G_{w,ijk} \bullet (1 + R_{jk}) \quad (\text{B.7})$$

$$G_{w,ij,t} = I_{v,ij} \bullet D_k \bullet BEF_{1,jk} \quad (\text{B.8})$$

Onde:

$G_{w,ijk}$ é o aumento anual médio da biomassa seca acima do solo das árvores vivas para o estrato i , substrato j , espécie k , em t.m.s ha⁻¹ ano⁻¹;
 R_{jk} é a razão raiz-parte aérea para a espécie k , classe de idade j , sem dimensão. A razão raiz-parte aérea pode mudar como função da biomassa acima do solo presente no ano t (consultar a OBP do IPCC, 2003, Anexo 3.A1, Tabela 3A1.8);
 $I_{w,jk}$ é o aumento anual médio do volume negociável para o estrato i , substrato j , espécie k , em m³ ha⁻¹ ano⁻¹;
 D_k é a densidade básica da madeira para a espécie k , em t.m.s. m⁻³;
 $BEF_{1,ijk}$ é o fator de expansão da biomassa para converter o aumento líquido anual (inclusive a casca) do volume negociável em aumento total da biomassa acima do solo para a espécie k , classe de idade j , sem dimensão.

Método 2 (método da mudança de estoque)⁹

O método da **mudança de estoque** (com base na equação 3.2.2, capítulo 3.2 da OBP de UTMUTF)¹⁰ pode ser usado para estimar as mudanças no estoque de carbono dos reservatórios entre

⁸ Essa suposição implica que a biomassa da linha de base deve permanecer a mesma durante todo o período de obtenção de créditos. É conservadora porque a parcela de biomassa viva acima do solo que se transforma em madeira morta ou que será colhida não é deduzida da estimativa das remoções líquidas de gases de efeito estufa por sumidouros na linha de base, no âmbito desta metodologia.

⁹ Com base na equação 3.2.3 da OBP-UTMUTF.

¹⁰ Quando houver dados do aumento, o método de ganho-perda descrito no capítulo 3.2 da OBP-UTMUTF poderá ser usado para estimar as mudanças anuais nos reservatórios de carbono.



MDL – Conselho Executivo

AR-AM0002/Versão 1

Escopo setorial: 14

19 de maio de 2006

os dois intervalos de tempo, t_1 e t_2 , para o estoque de carbono na biomassa (biomassa acima do solo, biomassa abaixo do solo, madeira morta, serapilheira), $C_{B,ijk}$, e reservatórios do solo, $C_{S,ijk}$.

$$\Delta C_{LB,ijk} = (C_{2,LB,ijk} - C_{1,LB,ijk}) / T_B \quad (\text{B.9})$$

Onde:

$\Delta C_{LB,ijk}$	é a mudança anual média nos estoques de carbono da biomassa para o estrato i , substrato j , espécie k , em t C ano^{-1} ;
$C_{2LB,ijk}$	é o estoque de carbono na biomassa do estrato i , substrato j , espécie k , calculado no período de tempo 2 de medição, em t C ;
$C_{1,LB,ijk}$	é o estoque de carbono na biomassa do estrato i , substrato j , espécie k , calculado no período de tempo 1 de medição, em t C ;
T_B	é o intervalo em anos entre os períodos de medição 2 e 1 para avaliar a mudança da biomassa.

Mudança no estoque de carbono da biomassa viva: o componente arbóreo

A mudança no estoque de carbono do reservatório de biomassa viva compreende a mudança na biomassa arbórea e na não-arbórea acima e abaixo do solo) ($\Delta C_{LB,ijk}$). As equações para estimar a mudança na biomassa viva do componente não-arbóreo seguem as linhas daquelas usadas para o componente arbóreo.

$$\Delta C_{LB,ijk} = \Delta C_{LB_Tree,ijk} + \Delta C_{LB_NTree,ijk} \quad (\text{B.10})$$

Como a mudança na biomassa viva do componente não-arbóreo não é considerada no âmbito do cenário da linha de base, apenas as equações relativas à mudança na biomassa viva do componente arbóreo são apresentadas abaixo.

$$\Delta C_{LB_Tree,ijk} = (C_{2,LB_Tree,ijk} - C_{1,LB_Tree,ijk}) / T_B \cdot 44 / 12 \quad (\text{B.11})$$

$$C_{LB_Tree,ijk} = C_{AB_Tree,ijk} + C_{BB_Tree,ijk} \quad (\text{B.12})$$

$$C_{AB_Tree,ijk} = A_{ijk} \cdot V_{ijk} \cdot BEF_{2,jk} \cdot CF_k \quad (\text{B.13})$$

$$C_{BB_Tree,ijk} = C_{AB_Tree,ijk} \cdot R_k \quad (\text{B.14})$$

Onde:

$C_{2LB_Tree,ijk}$	é o estoque de carbono total na biomassa arbórea viva do estrato i , substrato j , espécie k , calculado no tempo 2, em t C ;
$C_{1,LB_Tree,ijk}$	é o estoque de carbono total na biomassa arbórea viva do estrato i , substrato j , espécie k , calculado no tempo 1, em t C ;
T_B	é o número de anos entre os tempos 2 e 1;
$C_{AB_Tree,ijk}$	é o estoque de carbono na biomassa arbórea acima do solo para o estrato i , substrato j , espécie k , em t C ;
$C_{BB_Tree,ijk}$	é o estoque de carbono na biomassa arbórea abaixo do solo para o estrato i , substrato j , espécie k , em t C ;
A_{ijk}	é a área do estrato i , substrato j , espécie k , em hectare;



V_{ijk} é o volume negociável do estrato i , subestrato j , espécie k , em $m^3 \text{ ha}^{-1}$;
 $BEF_{2,jk}$ é o fator de expansão da biomassa para a conversão do volume negociável em biomassa arbórea acima do solo para a classe de idade j , espécie k , sem dimensão.

As equações alométricas ou os modelos de crescimento também podem ser usados para estimar as mudanças na biomassa viva, conforme recomendado na OBP-UTMUTF.

$$C_{AB_Tree,ijk} = A_{ijk} \bullet nTR_{ik} \bullet f_k(DBH, H) \bullet CF_k \bullet (1/1000) \quad (\text{B.15})$$

Onde:

$f(DBH, H)$ é a equação alométrica que quantifica a relação entre a biomassa acima do solo para o diâmetro na altura do peito (DBH) e a altura das árvores (H) da espécie de árvores k , em kg árvore^{-1} ;
 nTR_{ik} é o número de árvores no estrato i , espécie k , em árvores ha^{-1} .

Observação: as equações alométricas produzem estimativas em quilogramas (kg) de biomassa por árvore. O número de árvores por hectare é usado para extrapolar a biomassa arbórea para a biomassa por hectare e o fator de 1/1000 é usado para converter quilogramas em toneladas.

A escolha dos métodos depende da disponibilidade dos dados relativos aos parâmetros. Os dados de $BEF_{2,jk}$, CF_k e R_k são específicos da região e da espécie e podem ser escolhidos a partir dos dados de inventários locais e nacionais específicos das espécies. Os dados locais devem ser obtidos em publicações e inventários. Se não houver dados de fontes locais e nacionais, os dados apresentados na OBP-UTMUTF poderão ser considerados.

Mudanças no estoque de carbono da madeira morta e serapilheira

Considerando-se as quantidades insignificantes de madeira morta e serapilheira nas terras degradadas no âmbito do cenário da linha de base, esta metodologia supõe que a soma das mudanças nos estoques de carbono da madeira morta ($\Delta C_{DW,ijk} = 0$) e do reservatório de carbono da serapilheira ($\Delta C_{L,ijk} = 0$) é nula para todos os estratos.

Mudanças no estoque de carbono do carbono orgânico do solo

As mudanças no estoque de carbono do reservatório de carbono orgânico do solo para terras sem vegetação e degradadas e para terras associadas ao F/R pré-projeto devem ser distintas. Portanto, esta metodologia propõe as duas abordagens seguintes para contabilizar as mudanças nos estoques de carbono orgânico do solo no cenário da linha de base.

Terras sem vegetação e terras degradadas

Para as terras sem vegetação e as terras degradadas com vegetação esparsa, o carbono orgânico do solo deve diminuir no âmbito do cenário da linha de base, portanto esta metodologia supõe que a soma das mudanças nos estoques de carbono do reservatório de carbono orgânico do solo ($\Delta C_{S,ijk} = 0$) seja nula para todos os estratos.



Terras degradadas submetidas ao florestamento/reflorestamento pré-projeto

As mudanças no estoque de carbono orgânico do solo para as terras submetidas ao florestamento pré-projeto devem ser estimadas segundo os métodos e as etapas usados para a estimativa *ex ante* das mudanças no carbono orgânico do solo, descritos, para o cenário do projeto, na seção II.7.

$$\Delta C_{SOC_{ijks}} = (C_{2,SOC,ijk} - C_{1,SOC,ijk}) / T_S \quad (\text{B.16})$$

Onde:

$\Delta C_{SOC,ijk}$	é a mudança anual média no estoque de carbono do reservatório do solo do estrato <i>i</i> , substrato <i>j</i> , espécie <i>k</i> , em t C;
$C_{SOC_{2,ijk}}$	é o estoque de carbono no solo para o estrato <i>i</i> , substrato <i>j</i> , espécie <i>k</i> , calculado no tempo 2, em t C;
$C_{SOC_{1,ijk}}$	é o estoque de carbono no solo para o estrato <i>i</i> , substrato <i>j</i> , espécie <i>k</i> , calculado no tempo 1, em t C;
T_S	é o intervalo em anos entre os períodos 2 e 1 para avaliar a mudança no carbono orgânico do solo.

6. Adicionalidade

Esta metodologia usa a última versão da “Ferramenta para demonstrar e avaliar a adicionalidade das atividades dos projetos de florestamento e reflorestamento no âmbito do MDL”, aprovada pelo Conselho Executivo do MDL¹¹.

7. Remoções líquidas reais *ex ante* de gases de efeito estufa por sumidouros

As remoções líquidas reais *ex ante* de gases de efeito estufa por sumidouros são estimadas com o uso de métodos empíricos ou de um modelo de contabilização de carbono revisado por especialistas, como o CO₂FIX, os quais confirmem as condições de aplicabilidade desta metodologia para avaliar as mudanças verificáveis nos reservatórios de carbono.

Esta metodologia prevê o uso de métodos empíricos isoladamente ou como complemento ao modelo revisado por especialistas para a estimativa *ex ante* das mudanças nos estoques de carbono. Os métodos empíricos são aqueles usados nos inventários e estudos de manejo das florestas a fim de calcular o volume negociável ou estimar a biomassa. Os dados de pesquisas e publicações que usem métodos empíricos aceitos cientificamente podem ser usados para fins de estimativa *ex ante*, desde que esses dados baseiem-se em procedimentos estatísticos e de amostragem válidos e estejam de acordo com os métodos, etapas e procedimentos descritos para a estimativa dos reservatórios de carbono no âmbito desta metodologia. Por exemplo, podem ser usados dados das espécies que se baseiem em tabelas de produção, equações alométricas, modelos de crescimento, estudos de mortalidade, estudos de estimativa da biomassa e da ciclagem de nutrientes e pesquisas locais que confirmem os métodos descritos para a estimativa *ex ante* das mudanças nos estoques de carbono nesta metodologia.

As etapas e os métodos de estimativa das remoções líquidas reais *ex ante* de gases de efeito estufa por sumidouros com o uso de métodos empíricos são apresentados nas seções abaixo. Os métodos para a estimativa *ex ante* das mudanças nos estoques de carbono com o uso do modelo CO₂FIX são apresentados no **Apêndice I**.

¹¹ Chamada deste ponto em diante de “ferramenta de adicionalidade de F/R”. O original em inglês está disponível no endereço <http://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/approved_ar.html>



(a) Mudanças verificáveis nos estoques de carbono dos reservatórios

A mudança anual média nos estoques de carbono na biomassa acima do solo, biomassa abaixo do solo, madeira morta, serapilheira e matéria orgânica do solo entre dois eventos de monitoramento para o estrato i , substrato j , espécie k pode ser estimada com o uso dos dois métodos descritos a seguir.

- i) As obras e estudos que fazem uso dos *métodos empíricos* relatam dados do aumento anual ou da mudança de estoque. Portanto, tanto o método de ganho-perda quanto o de mudança de estoque podem ser relevantes para os dados que tenham por base os métodos empíricos;
- ii) As projeções anuais do *modelo revisado por especialistas* podem ser usadas para calcular as mudanças anuais *ex ante* nos estoques de carbono de cada reservatório de carbono no cenário do projeto. O modelo calcula as mudanças nos estoques de carbono, com o uso do método de ganho-perda, como a diferença entre o crescimento anual da biomassa e a perda decorrente da rotatividade (*turnover*), mortalidade e corte ao longo dos períodos de um ano (Apêndice I).

$$\Delta C_{ijk,t} = [\Delta C_{AB,ijk,t} + \Delta C_{BB,ijk,t} + \Delta C_{DW,ijk,t} + \Delta C_{L,ijk,t} + \Delta C_{SOC,ijk,t}] \cdot [44/12] \quad (\text{B.17})$$

Onde:

$\Delta C_{ijk,t}$	é a mudança anual média no estoque de carbono dos reservatórios para o estrato i , substrato j , espécie k , em t CO ₂ ano ⁻¹ no ano t ;
$\Delta C_{AB,ijk,t}$	é a mudança anual média no estoque de carbono da biomassa acima do solo para o estrato i , substrato j , espécie k , em t C ano ⁻¹ no ano t ;
$\Delta C_{BB,ijk,t}$	é a mudança anual média no estoque de carbono da biomassa abaixo do solo para o estrato i , substrato j , espécie k , em t C ano ⁻¹ no ano t ;
$\Delta C_{DW,ijk,t}$	é a mudança anual média no estoque de carbono da madeira morta para o estrato i , substrato j , espécie k , em t C ano ⁻¹ no ano t ;
$\Delta C_{L,ijk,t}$	é a mudança anual média no estoque de carbono da serapilheira para o estrato i , substrato j , espécie k , em t C ano ⁻¹ no ano t ;
$\Delta C_{SOC,ijk,t}$	é a mudança anual média no estoque de carbono da matéria orgânica do solo para o estrato i , substrato j , espécie k , em t C ano ⁻¹ no ano t ;
44/12	é a razão dos pesos moleculares do carbono e do CO ₂ , sem dimensão.

a.1 Mudanças nos estoques de carbono da biomassa acima do solo

$$\Delta C_{AB,ijk,t} = (C_{AB,ijk,t_2} - C_{AB,ijk,t_1}) / T_B \quad (\text{B.18})$$

$$C_{AB,ijk} = (C_{AB_Tree,ijk} + C_{AB_NTree,ijk}) \quad (\text{B.19})$$

Ou

$$\Delta C_{AB,ijk,t} = (\Delta C_{AB_Tree,ijk,t} + \Delta C_{AB_NTree,ijk,t}) \quad (\text{B.20})$$



Onde:

$C_{AB,ijk,t2}$	é o estoque de carbono na biomassa acima do solo para o estrato i , substrato j , espécie k , calculado no tempo t_2 , em t C;
$C_{AB,ijk,t1}$	é o estoque de carbono na biomassa acima do solo para o estrato i , substrato j , espécie k , calculado no tempo t_1 , em t C;
$C_{AB_Tree,ijk}$	é o estoque de carbono na biomassa arbórea viva acima do solo para o estrato i , substrato j , espécie k , em t C;
$C_{AB_NTree,ijk}$	é o estoque de carbono na biomassa acima do solo da vegetação não-arbórea para o estrato i , substrato j , espécie k , em t C;
T_B	é o número de anos entre as medições nos tempos t_2 e t_1 para a biomassa;
$\Delta C_{AB_Tree,ijk,t}$	é a mudança anual média na biomassa arbórea acima do solo no estrato i , substrato j , espécie k no ano t , em t C;
$\Delta C_{AB_NTree,ijk,t}$	é a mudança anual média na biomassa não-arbórea acima do solo no estrato i , substrato j , espécie k no ano t , em t C.

a.1.1 Biomassa acima do solo: arbórea (C_{AB_Tree})

Mudanças no estoque de carbono da biomassa arbórea com o uso de métodos empíricos

Se uma ou mais espécies principais dominarem as atividades de florestamento/reflorestamento das terras degradadas, e certas espécies responderem por uma grande parte do estoque plantado, os grupos de espécies que cobrirem uma parcela significativa do projeto e tiverem padrões de crescimento similares poderão ser categorizados como grupos de espécies. O agrupamento de espécies ajuda a superar as dificuldades associadas à falta de dados de produção para certas espécies.

É possível estimar o estoque de carbono na biomassa arbórea acima e abaixo do solo com o uso de um dos dois métodos: o método das Equações Alométricas ou o do Fator de Expansão da Biomassa (BEF). Para todas as árvores acima do diâmetro mínimo definido, a biomassa deve ser estimada com o uso das equações alométricas ou dos fatores de expansão da biomassa.

- *Método das Equações Alométricas*

Etapla 1: Identificar as equações alométricas locais ou nacionais que sejam pertinentes à espécie e aos tipos de espécies cuja biomassa acima do solo é preciso estimar.

Etapla 2: As equações alométricas locais ou nacionais devem receber prioridade. Na ausência de dados locais e nacionais, podem ser usadas as equações alométricas da Orientação de Boas Práticas em UTMUTF relativas à região em que o projeto estiver localizado.

$$C_{AB_Tree,ijk} = A_{ijk} \bullet nTR_{ik} \bullet f_k(DBH, H) \bullet CF_k \bullet (1/1000) \quad (B.21)$$

Onde:

$f_k(DBH, H)$	é a equação alométrica que quantifica a relação entre a biomassa arbórea acima do solo da espécie k em kg árvore ⁻¹ e o diâmetro na altura do peito (DBH) e altura das árvores (H) para a espécie k , sem dimensão. Os valores médios de DBH e H podem ser estimados para o estrato i , substrato j , espécie k ;
$DBH(t), H(t)$	é a tabela de crescimento/produção que representa o volume negociável como função da idade das árvores;
A_{ijk}	é a área do estrato i , substrato j , espécie k , em ha;
nTR_{ik}	é o número de árvores no estrato i , espécie k , em árvores ha ⁻¹ ;



CF_k é a fração de carbono para a espécie k , em t C (t.m.s.)⁻¹.

Observação: as equações alométricas produzem estimativas em quilos de biomassa por árvore. O número de árvores por hectare é usado para extrapolar a biomassa arbórea para a biomassa por hectare e o fator de 1/1000 é usado para converter quilos em toneladas.

- *Método do Fator de Expansão da Biomassa*

Etapa 1: As estimativas do volume do caule são convertidas em biomassa seca com o uso da densidade básica da madeira e dos fatores de expansão para a espécie. Deve-se observar que a densidade básica da madeira (D_s) e os fatores de expansão da biomassa ($BEF_{2,k}$) variam por tipo de floresta, idade, condições de crescimento, densidade da formação e clima. Recomenda-se usar parâmetros locais, regionais ou nacionais específicos da espécie para D_s , $BEF_{2,k}$. Se não houver parâmetros locais ou nacionais, os fatores de expansão da OBP-UTMUTF ou de publicações e obras revisadas por especialistas devem ser usados com as devidas referências às fontes dos dados.

$$C_{AB_Tree,ijk} = A_{ijk} \bullet V_{ijk} \bullet D_k \bullet BEF_{jk} \bullet CF_k \quad (B.22)$$

Onde:

$C_{AB_Tree,ijk}$ é a biomassa arbórea acima do solo no estrato i , subestrato j , espécie k , em t C;
 V_{ijk} é o volume arbóreo negociável no estrato i , subestrato j , espécie k , em m³ ha⁻¹;
 D_k é a densidade básica da madeira para a espécie k , em t.m.s. m⁻³;
 BEF_{jk} é o fator de expansão da biomassa para a espécie k para a converter o volume negociável em biomassa acima do solo, sem dimensão.

Etapa 2: Se houver dados sobre o aumento do volume (I_{Tjk}) nas tabelas de produção, eles poderão ser usados para estimar o aumento da biomassa arbórea acima do solo.

$$\Delta C_{AB_Tree,ijk} = A_{ijk} \bullet I_{Tree,ijk} \bullet BEF_{2,jk} \bullet CF_k \quad (B.23)$$

Onde:

$\Delta C_{AB_Tree,ijk}$ é o aumento anual médio da biomassa arbórea acima do solo para o estrato i , subestrato j , espécie k , em t.m.s. ha⁻¹ ano⁻¹;
 $I_{Tree,ijk}$ é o aumento anual médio do volume negociável de madeira para o estrato i , subestrato j , espécie k , em m³ ha⁻¹ ano⁻¹;
 $BEF_{2,jk}$ é o fator de expansão da biomassa para a conversão do aumento anual (inclusive a casca) do volume negociável em aumento da biomassa arbórea acima do solo para a espécie k , classe de idade j , sem dimensão.

a.1.2. Biomassa acima do solo: não-arbórea (arbustos e herbáceas) (C_{NTree})

A biomassa não-arbórea acima do solo compreende os componentes dos arbustos e das herbáceas. O componente dos arbustos, no âmbito desta metodologia, refere-se à vegetação não-lenhosa abaixo do diâmetro e altura mínimos definidos para as árvores no país. A biomassa não-arbórea inicial nas terras degradadas deve ser pouca, dependendo da natureza e extensão da degradação da terra. A biomassa não-arbórea acima do solo é representada do seguinte modo.

$$C_{AB_NTree,ijk} = C_{AB_NTree_Shrub,ijk} + C_{AB_NTree_Herb,ijk} \quad (B.24)$$



Onde:

$C_{AB_Ntree_Shrub,ijk}$ é o estoque de carbono na biomassa dos arbustos acima do solo para o estrato i , substrato j , espécie k , em t C;

$C_{AB_Ntree_Herb,ijk}$ é o estoque de carbono na biomassa das herbáceas acima do solo para o estrato i , substrato j , espécie k , em t C.

Etapa 1: Estimar as mudanças nos estoques de carbono da biomassa não-arbórea dos arbustos, com o uso de métodos empíricos – equações alométricas/fatores de acumulação

Dependendo da composição dos arbustos e espécies de arbustos nativos plantados na recuperação das terras degradadas, a biomassa dos arbustos pode representar um componente significativo do projeto. Devem-se coletar as equações alométricas locais ou regionais disponíveis para os arbustos, e a sua importância para o contexto do projeto deve ser explorada, avaliando-se os modelos em relação a sua aplicabilidade ao projeto. Como exemplo, descreve-se a seguir a regressão da biomassa para as plantas perenes lenhosas não-arbóreas em relação à altura e ao diâmetro a 30 cm acima do solo (Stewart, 2002)¹². É possível omitir a biomassa lenhosa não-arbórea na estimativa *ex ante*, desde que seja conservadora.

$$B_{AB_Ntree_Shrub_{ijk}} = \alpha + \beta \cdot \sum D^2_{ijk} \cdot H_{ijk} \quad (B.25)$$

$$C_{AB_Ntree_Shrub_{ijk}} = A_{Shrub_{jk}} \cdot B_{Ntree_Shrub_{ijk}} \cdot CF_S \quad (B.26)$$

Observação: o estrato i , substrato j , espécie k refere-se à espécie de árvore à qual os arbustos estão associados.

Onde:

$B_{AB_Ntree_Shrub,ijk}$ é a biomassa não-arbórea dos arbustos acima do solo para as plantas perenes lenhosas no estrato i , substrato j (classe de idade das árvores), espécie k , em t.m.s. ha⁻¹;

D^2_{ijk} é a soma de todos os diâmetros quadrados para as plantas perenes lenhosas no estrato i , substrato j (classe de idade das árvores), espécie k , em cm;

H_i é a altura das plantas perenes lenhosas da base ao topo no estrato i , substrato j (classe de idade das árvores), espécie k , em m;

α é a interseção;

β é o parâmetro de regressão;

CF_S é a fração de carbono para os arbustos em t C (t.m.s)⁻¹;

$A_{Shrub,ijk}$ é a área do estrato i , substrato j e espécie de arbusto k , em ha.

Alternativamente, os fatores padrão de emissão de carbono podem ser usados, desde que os fatores de acumulação adotados baseiem-se em critérios justificáveis e fundamentados por estudos pertinentes.

Se as equações alométricas dos arbustos no contexto do projeto não estiverem prontamente disponíveis, é *boa prática* adotar as equações alométricas existentes e disponíveis para tipos de espécies similares na região. As equações alométricas para os arbustos baseiam-se nas variáveis dos

¹² J.L. Stewart, A.J. Dunsdon, J.J. Hellin e C.E. Hughes (2002). Wood Biomass Estimations of Central American Dry Zone Species, *Tropical Forestry Papers* 26, University of Oxford, UK.



arbustos, tais como diâmetro na base (DB), altura do arbusto (H), área/diâmetro da copa (CA) e número de caules (N).

$$C_{AB_NTree_Shrub,i} = A_{Shrub,i} \cdot f_k(DB, H, CA, N) \cdot CF_S \quad (B.27)$$

Onde:

$F_k(DB, H, CA, N)$ é uma equação alométrica que relaciona a biomassa dos arbustos acima do solo, em m.s. ha⁻¹, ao diâmetro na base (DB), altura do arbusto (H), área/diâmetro da copa (CA) e número de caules (N).

Os métodos apresentados na seção III.5(a.1.2) para a estimativa *ex post* dos estoques de carbono no componente dos arbustos também podem ser pertinentes para fins de estimativa *ex ante*.

Etapa 2: Estimar os estoques de carbono da biomassa das herbáceas

A vegetação herbácea normalmente representa uma pequena parcela (1 a 3%) da biomassa acima do solo, assim sua mudança ao longo da vida útil do projeto deve ser insignificante. No âmbito desta metodologia, a medição da biomassa das herbáceas não é obrigatória para a estimativa *ex ante*, desde que a biomassa das herbáceas no cenário do projeto aumente ou, pelo menos, permaneça a mesma que a biomassa das herbáceas no cenário da linha de base. Nas situações em que se proponha que a biomassa das herbáceas seja estimada como parte do estudo da linha de base, os métodos descritos na seção III.5(a.2.2) para a estimativa *ex post* dos estoques de carbono do componente das herbáceas podem ser considerados para a estimativa *ex ante*.

a.2 Mudanças no estoque de carbono da biomassa abaixo do solo

$$\Delta C_{BB,ijk,t} = (C_{BB,ijk,t_2} - C_{BB,ijk,t_1}) / T_B \quad (B.28)$$

$$C_{BB,ijk} = (C_{BB_Tree,ijk} + C_{BB_NTree_Shrub,ijk} + C_{BB_NTree_Herb,ijk}) \quad (B.29)$$

Ou

$$\Delta C_{BB,ijk,t} = (\Delta C_{BB_Tree,ijk,t} + \Delta C_{BB_NTree_Shrub,ijk,t} + \Delta C_{BB_NTree_Herb,ijk,t}) \quad (B.30)$$

Onde:

C_{BB,ijk,t_2} é o estoque de carbono na biomassa abaixo do solo para o estrato i , substrato j , espécie k , calculado no tempo t_2 , em t C;
 C_{BB,ijk,t_1} é o estoque de carbono na biomassa abaixo do solo para o estrato i , substrato j , espécie k , calculado no tempo t_1 , em t C;
 $C_{BB_Tree,ijk}$ é o estoque de carbono na biomassa arbórea viva abaixo do solo para o estrato i , substrato j , espécie k , em t C;
 $C_{BB_NTree_Shrub,ijk}$ é o estoque de carbono na biomassa dos arbustos não-arbóreos abaixo do solo para o estrato i , substrato j , espécie k , em t C;
 $C_{BB_NTree_Herb,ijk}$ é o estoque de carbono na biomassa das herbáceas abaixo do solo para o estrato i , substrato j , espécie k , em t C;
 T_B é o número de anos entre as medições nos tempos t_2 e t_1 para a biomassa;
 $\Delta C_{BB_Tree,ijk,t}$ é a mudança anual na biomassa arbórea abaixo do solo no estrato i , substrato j , espécie k no tempo t , em t C;



$\Delta C_{BB_NTree_Shrub,ijk,t}$ é a mudança anual no estoque de carbono da biomassa dos arbustos não-arbóreos abaixo do solo no estrato i , substrato j , espécie k no tempo t , em t C ano⁻¹;

$\Delta C_{BB_NTree_Herb,ijk,t}$ é a mudança anual no estoque de carbono da biomassa das herbáceas abaixo do solo no estrato i , substrato j , espécie k no tempo t , em t C ano⁻¹.

A biomassa abaixo do solo é representada como uma parcela da biomassa acima do solo. As mudanças na biomassa abaixo do solo devem ser estimadas com o uso de uma das seguintes etapas.

Etapla 1: A razão raiz-parte aérea adequada que reflita de forma mais precisa as características de crescimento do grupo de espécies deve ser avaliada com base em publicações/pesquisas locais/estudos ecológicos da região. Se não houver razões raiz-parte aérea locais, razões raiz-parte aérea para diferentes tipos de espécies e tipos de floresta podem ser obtidas no Anexo 3.A.1, Tabela 3A1.8 da OBP-UTMUTF (IPCC 2003), a fim de selecionar as razões raiz-parte aérea representativas e estimar as mudanças na biomassa abaixo do solo.

Etapla 2: Estimar as mudanças nos estoques de carbono da biomassa abaixo do solo com o uso de métodos empíricos.

Quando houver dados do aumento do volume nas tabelas de produção, o aumento anual da biomassa acima do solo deve ser convertido em aumento da biomassa abaixo do solo, com o uso da equação abaixo. A razão raiz-parte aérea selecionada na etapa 1 pode ser aplicada à estimativa da biomassa arbórea abaixo do solo.

$$\Delta C_{BB_Tree,ijk} = [I_{Tree,ijk} \bullet D_k \bullet BEF_{jk} \bullet R_{T,k} \bullet CF_k] \quad (B.31)$$

Onde:

$\Delta C_{BB,ijk}$ é o aumento anual médio da biomassa arbórea abaixo do solo no estrato i , substrato j , espécie k , em t C ha⁻¹;

$R_{T,k}$ é a razão raiz-parte aérea da espécie de árvore k , sem dimensão.

Considerando-se a pequena parcela de biomassa das herbáceas, a biomassa das herbáceas abaixo do solo pode ser ignorada para a estimativa *ex ante*. Portanto, as mudanças no estoque de carbono da biomassa dos arbustos só serão pertinentes e poderão ser estimadas como o produto da biomassa dos arbustos acima do solo e da razão raiz-parte aérea das espécies de arbustos. Na ausência de dados locais para as espécies de arbustos, os dados da Orientação de Boas Práticas em UTMUTF podem ser usados para estimar a biomassa dos arbustos abaixo do solo.

$$\Delta C_{BB_NTree_Shrub,ijk} = \Delta C_{AB_NTree_Shrub,ijk} \bullet R_{S,k} \quad (B.32)$$

Onde:

R_S é a razão raiz-parte aérea da espécie de arbusto k , sem dimensão.

Na ausência de dados específicos do local para as razões raiz-parte aérea, a biomassa abaixo do solo *ex ante* poderia ser estimada com o uso de publicações. Por exemplo, a relação entre a biomassa



abaixo do solo e a biomassa acima do solo (razão raiz-parte aérea de ~ 0,2) (Cairns et al. 1997)¹³ baseia-se em um grande número de estudos de várias regiões geográficas.

$$B_{BB,ijk} = \exp[-0.7747 + 0.8836 \cdot \ln B_{AB,ijk}] \quad (\text{B.33})$$

Onde:

$B_{BB,ijk}$ é a biomassa arbórea abaixo do solo no estrato i , substrato j , espécie k , em t.m.s. ha⁻¹;

$B_{AB,ijk}$ é a biomassa arbórea acima do solo no estrato i , substrato j , espécie k , em t.m.s. ha⁻¹.

a.3 Madeira morta (C_{DW})

A madeira morta varia bastante em razão das diferenças nas taxas de crescimento das espécies, taxas de mortalidade, perturbações passadas, taxas de decomposição e práticas de manejo. À medida que uma formação cresce, a madeira morta deve aumentar em consequência do aumento da mortalidade por causa de fatores como a competição, o sombreamento e o clima. A madeira morta é insignificante nos estágios iniciais do projeto, mas aumentaria com a idade das áreas de F/R. É provável que as taxas de mortalidade natural variem entre as espécies e classes de idade. Por exemplo, as taxas de mortalidade das formações jovens são mais baixas do que as das formações maduras.

As mudanças na biomassa da madeira morta devem ser estimadas com o uso dos seguintes métodos.

Etapla 1: Coletar taxas de mortalidade específicas da idade das espécies usadas nas atividades de F/R. Se estudos locais e nacionais não fornecerem as taxas de mortalidade natural, devem ser usados os fatores de mortalidade da Orientação de Boas Práticas em UTMUTF.

Etapla 2: As taxas de decomposição da madeira em uma formação podem ser estimadas a partir dos dados de estudos ecológicos da região em que o projeto esteja localizado. Recomenda-se usar os fatores de decomposição de espécies intimamente relacionadas nas situações em que não haja fatores de decomposição específicos das espécies.

Etapla 3: A estimativa das mudanças nos estoques de carbono da madeira morta, com o uso de métodos empíricos, pode ser feita com o uso de estimativas da mortalidade e fatores de decomposição.

A mudança anual média na biomassa da madeira morta, com base na taxa de mortalidade natural, é estimada do seguinte modo.

$$\Delta C_{DW,ijk} = \Delta C_{AB_Tree,ijk} \cdot M_k \cdot (1 - DC_k) \quad (\text{B.34})$$

Onde:

$\Delta C_{DW,ijk}$ é a mudança anual média no estoque de carbono da madeira morta no estrato i , substrato j , espécie k , em t C ano⁻¹;

M_k é a taxa média de mortalidade natural para a espécie k , sem dimensão;

DC_k é o fator de decomposição para a espécie k , sem dimensão.

¹³ Cairns, M.A.; Brown, S. et al. (1997): Root biomass allocation in the world's upland forests. *Oecologia* (1):1-11.



a.4 Serapilheira (C_L)

A madeira morta com um diâmetro de menos de 10 cm e outros materiais caídos, como ramos, folhas e galhos, são categorizados como serapilheira. Considerando-se os aumentos da biomassa acima do solo e da madeira morta, o componente da serapilheira deve aumentar no âmbito do cenário do projeto. Contudo, fatores sazonais, corte de lenha, preparo do solo, perturbações e incêndios podem influenciar a taxa de acúmulo de serapilheira. Os participantes do projeto podem optar por contabilizar ou não a serapilheira para fins de estimativa *ex ante*.

Se os participantes do projeto decidirem medir e contabilizar a serapilheira para fins *ex ante*, com o uso de métodos empíricos, devem seguir as etapas descritas para a estimativa *ex post* na seção III.5 (a.4) como parte da metodologia de monitoramento.

a.5. Carbono orgânico do solo (C_{SOC})

O carbono orgânico do solo deve aumentar no âmbito da atividade de F/R em todas as categorias de terras degradadas em razão de redução na erosão do solo, melhoria das propriedades físicas do solo e aumentos de madeira morta e serapilheira decorrentes do aumento da densidade da cobertura. As mudanças mensuráveis no carbono orgânico do solo podem ser observadas após 15-20 anos de crescimento da formação. Entre as principais variáveis que influenciam o carbono orgânico do solo estão a profundidade do solo, a densidade da casca e a concentração de carbono orgânico.

As mudanças no carbono orgânico do solo podem ser avaliadas a partir de métodos empíricos com base nas pesquisas e dados publicados, comparando-se as terras não-florestadas com as florestadas na área do projeto ou conduzindo-se estudos amostrais para estimar a matéria orgânica do solo na área do projeto descrita abaixo.

Os dados empíricos disponíveis sobre a situação do carbono no solo das áreas degradadas e áreas florestadas podem ser usados na estimativa *ex ante* das mudanças nos estoques de carbono no âmbito do cenário do projeto. A esse respeito, os dados sobre o carbono do solo em ecossistemas florestados e não-florestados similares precisam ser comparados do seguinte modo.

$$\Delta C_{SOC_{ijk}} = [(C_{SOC_For_{ijk}} - C_{SOC_Non_For_i}) \cdot A_{ijk}] / T_{For,ijk} \quad (B.35)$$

$$C_{SOC_For_{ijk}} = C_{SOC_REF_{ijk}} \cdot f_{ijk} \quad (B.36)$$

Onde:

$\Delta C_{SOC,ijk}$	é a mudança anual média no estoque de carbono da matéria orgânica do solo para o estrato i , substrato j , espécie k , em t C ano ⁻¹ ;
$C_{SOC_For,ijk}$	é o estoque de carbono orgânico do solo da área florestada/reflorestada ou área florestada que corresponda ao estrato i , substrato j , espécie k , em t C ha ⁻¹ ;
$C_{SOC_Non_For,i}$	é o estoque de carbono orgânico do solo das terras degradadas não-florestadas que correspondam ao estrato i , substrato j , espécie k , em t C ha ⁻¹ ;
A_{ijk}	é a área do estrato i , substrato j , espécie k , em ha;
$T_{For,ijk}$	é o período de tempo necessário para a transição de $SOC_{Non-For,ij}$ para



$SOC_{For,ijk}$, em anos;
 $C_{SOC_REF,ijk}$ é o estoque de carbono orgânico do solo, de referência, no âmbito da área nativa não manejada, em t C ha⁻¹. SOC_{REF} refere-se ao carbono orgânico do solo estável nas florestas nativas (Tabela 3.2.4 da Orientação de Boas Práticas em UTMUTF);
 f_{ijk} é o fator de ajuste para o efeito da intensidade do manejo, sem dimensão. O valor do fator de ajuste deve estar entre 0-1. Se não houver um valor específico, deve-se escolher um valor padrão entre 0,5 e 1,0.

Os valores escolhidos para $SOC_{For,ijk}$, $SOC_{REF,ijk}$ e f_{ij} devem basear-se nas espécies e na intensidade do manejo que se apliquem ao contexto do projeto.

Se não houver dados empíricos prontamente disponíveis para a situação do carbono orgânico do solo das terras não-florestais, métodos de amostragem poderão ser usados. Os participantes do projeto precisarão conduzir pesquisas de campo com o uso de parcelas amostrais temporárias para coletar os dados sobre os estoques de carbono iniciais da área do projeto.

As etapas e os procedimentos de amostragem e estimativa descritos na seção III.5(a.5) para a estimativa *ex post* do carbono orgânico do solo devem ser seguidos para estimar o estoque de carbono do solo na área do projeto antes e durante o projeto.

$$C_{SOC_Non_For,i} = CC_{SOCC_Non_For,i} \bullet BD_i \bullet D_i \bullet FC_i \bullet M \quad (B.37)$$

Onde:

$C_{SOCC_Non_For,i}$ é o teor de carbono orgânico do solo da terra degradada não-florestada que corresponda ao estrato i , espécie k , conforme determinado em laboratório, em g C (100g solo)⁻¹;
 BD_i é a densidade da casca (massa/volume do solo da amostra) da terra não-florestada que corresponda ao estrato i , conforme determinado em laboratório, em g.cm⁻³;
 D_i é a profundidade do solo correspondente ao estrato i , em cm;
 FC_{kt} é 1 – (% de volume dos fragmentos grossos/100) para ajustar a parcela do volume da amostra ocupada por fragmentos grossos de >2mm no estrato i , sem dimensão;
 M é o multiplicador para converter unidades em t C ha⁻¹. O valor depende do tamanho da amostra do solo, sem dimensão.

(b) Emissões de gases de efeito estufa por fontes

As emissões do projeto decorrem da execução do projeto de F/R. Entre as fontes prováveis de emissões do projeto estão: as emissões dos combustíveis fósseis usados na realização das atividades de F/R, tais como preparo do solo, transporte e operações de silvicultura; perda de biomassa não-arbórea no preparo do solo; queima de biomassa em razão de incêndios naturais ou das atividades relacionadas com o manejo; e aplicação de fertilizantes nitrogenados.

Os aumentos das emissões de gases de efeito estufa decorrentes da execução da atividade de projeto de F/R no âmbito do MDL devem ser estimados com o uso da seguinte relação.

$$GHG_E = E_{FuelBurn} + E_{BiomassLoss} + E_{BiomassBurn} + E_{N2O_direct_N_fertilizer} \quad (B.38)$$



Onde:

GHG_E	é a soma dos aumentos das emissões de gases de efeito estufa dentro do limite do projeto decorrentes da execução da atividade de projeto de F/R proposta no âmbito do MDL, em t CO ₂ e;
$E_{FuelBurn}$	é o aumento das emissões de gases de efeito estufa decorrentes da queima de combustíveis fósseis dentro do limite do projeto, em t CO ₂ e;
$E_{BiomassLoss}$	é o aumento das emissões de gases de efeito estufa decorrentes da perda de biomassa no preparo do local dentro do limite do projeto, em t CO ₂ ;
$E_{BiomassBurn}$	é o aumento das emissões de gases de efeito estufa da queima de biomassa dentro do limite do projeto, em t CO ₂ e;
$E_{N_2O_{direct-N fertilizer}}$	é o aumento das emissões de N ₂ O decorrentes da aplicação de fertilizantes nitrogenados dentro do limite do projeto, em t CO ₂ e.

b.1. Emissões de CO₂ do uso de combustíveis fósseis no projeto

As emissões do projeto associadas ao uso de combustíveis fósseis nas atividades de projetos de F/R, tais como preparo do local, transporte e atividades de silvicultura, devem ser contabilizadas juntamente com a duração dessas atividades. Para a estimativa *ex ante*, o consumo de combustíveis fósseis deve ser computado com base no uso de combustível fóssil em procedimentos de operações padrão prescritos para as atividades.

$$E_{FuelBurn} = (CSP_{diesel} \cdot EF_{diesel} + CSP_{gasoline} \cdot EF_{gasoline}) \cdot 0.001 \quad (B.39)$$

Onde:

CSP_{diesel}	é a quantidade do consumo de diesel em litro (l) ano ⁻¹ . O consumo anual médio de diesel estimado com base nos dados do consumo de diesel dos procedimentos das operações padrão;
$CSP_{gasoline}$	é a quantidade do consumo de gasolina no projeto em litro (l) ano ⁻¹ . O consumo anual médio de gasolina estimado com base nos dados do consumo de combustível dos procedimentos das operações padrão;
EF_{diesel}	é o fator de emissão para o diesel, em kg CO ₂ litro ⁻¹ ;
$EF_{gasoline}$	é o fator de emissão para a gasolina, em kg CO ₂ litro ⁻¹ ;
0.001	é o fator de conversão de quilos em toneladas.

b.2 Emissões da redução do estoque de carbono da vegetação não-arbórea

Uma parte da vegetação não-arbórea pré-projeto deve desaparecer durante o preparo da área ou em razão de competição com as espécies plantadas. Um pouco da vegetação pode rebrotar, mesmo que toda a vegetação não-arbórea seja removida durante o preparo da área. Portanto, os métodos descritos aqui para contabilizar as emissões provenientes da redução do carbono da vegetação não-arbórea podem ser considerados conservadores. As etapas abaixo devem ser seguidas na estimativa das emissões de CO₂ da perda de estoque de carbono da biomassa da vegetação não-arbórea.

Etapla 1: A área associada à perda de biomassa não-arbórea deve ser estimada com base na área com probabilidade de ser afetada no preparo do local e no espaçamento usado na atividade de projeto de F/R.

Etapla 2: A quantidade de estoque de carbono da biomassa não-arbórea perdida na área afetada pelo preparo do local deve ser calculada com base na área com probabilidade de ser afetada e na biomassa associada à área.



$$E_{BiomassLoss,i} = \sum_i A_{NT_BiomassLoss,i} \cdot B_{AB_NTree,i} \cdot CF_{NTree} \cdot 44/12 \quad \forall t = 1 \quad (B.40)$$

$$E_{BiomassLoss,t} = 0 \quad \forall t > 1$$

Onde:

$A_{NT_Biomass_Loss,i}$	é a área do estrato i , em ha;
$B_{AB_Ntree,i}$	é o estoque médio de biomassa da vegetação não-arbórea na terra a ser plantada antes do início de uma atividade de projeto de F/R no âmbito do MDL para o estrato i , em t.m.s. ha ⁻¹ ;
CF_{NTree}	é a fração de carbono da biomassa seca na vegetação não-arbórea, em t C (t.m.s.) ⁻¹ ;
44/12	é a razão dos pesos moleculares do CO ₂ e do carbono, sem dimensão.

b.3 Emissões de gases de efeito estufa da queima de biomassa

A estimativa *ex ante* do risco de incêndio pode ser avaliada a partir de dados históricos sobre a ocorrência de incêndios na região. Alternativamente, os dados sobre as ocorrências de incêndio relatadas em estudos locais ou publicações ou a opinião de especialistas sobre a área sujeita a risco de incêndio devem ser levados em conta na avaliação da área sujeita a risco de incêndios.

As emissões dos incêndios no âmbito desta metodologia compreendem o CO₂, bem como o CH₄ e o N₂O. As emissões de gases de efeito estufa não-CO₂ decorrem da combustão incompleta da biomassa. Os parâmetros para as emissões de gases de efeito estufa da queima de biomassa devem ser avaliados com base em pesquisas locais ou na OBP-UTMUTF ou nas Diretrizes do IPCC de 1996 para UTMUTF. As etapas a serem seguidas na avaliação das emissões de gases de efeito estufa da queima de biomassa compreendem:

Etapla 1: Avaliar a área sujeita à queima de biomassa por influências naturais ou antrópicas.

Etapla 2: A quantidade de emissões não-CO₂ depende da perda de carbono durante a queima de biomassa. Portanto, as emissões de CO₂ da queima de biomassa devem ser estimadas antes da estimativa das emissões não-CO₂.

$$E_{BiomassBurn,CO_2} = A_{BiomassBurn,i} \cdot B_{AB_NTree,i} \cdot CE \cdot CF_{NTree} \cdot 44/12 \quad (B.41)$$

Onde:

$A_{BiomassBurn,i}$	é a área da queima de biomassa no estrato i , em ha ano ⁻¹ ;
$B_{AB_Ntree,i}$	é o estoque médio na biomassa acima do solo para o estrato i antes da queima, em t.m.s. ha ⁻¹ ;
CE	é a eficiência da combustão, sem dimensão (padrão do IPCC = 0,5);
CF_{NTree}	é a fração de carbono da biomassa seca, em t C (t.m.s.) ⁻¹ .

Etapla 3: As eficiências da combustão (consultar as Tabelas 3A.1.12, 3A.1.14 da OBP-UTMUTF) e os fatores de emissão (Tabelas 3.A.15 e 3.A.16 da Orientação de Boas Práticas em UTMUTF) adequados devem ser escolhidos para estimar as emissões de gases não-CO₂. Se não houver dados nacionais, devem ser usados os fatores médios de emissão para a queima de biomassa com emissão de CH₄ (0,012) e N₂O (0,007).



As emissões de metano (CH_4) da queima de biomassa¹⁴:

$$E_{BiomassBurn,CH_4} = E_{BiomassBurn,CO_2} \cdot GWP_{CH_4} \cdot EF_{CH_4} \cdot 12/44 \cdot 16/12 \quad (B.42)$$

Onde:

$E_{BiomassBurn,CH_4}$	é a emissão de CH_4 da queima de biomassa nos cortes seguidos de queima, em t $CO_2eq\ ano^{-1}$;
GWP_{CH_4}	é o potencial de aquecimento global para o CH_4 (padrão do IPCC = 21);
12/44	é a razão dos pesos moleculares do carbono e do CO_2 , sem dimensão;
16/12	é a razão dos pesos moleculares do CH_4 e do carbono, sem dimensão;
EF_{CH_4}	é o fator de emissão para o CH_4 , em t CH_4 (t C) ⁻¹ (padrão do IPCC para o CH_4 = 0,012).

As emissões de óxido nitroso (N_2O) da queima de biomassa:

$$E_{BiomassBurn,N_2O} = E_{BiomassBurn,CO_2} \cdot GWP_{N_2O} \cdot (C/N\ ratio) \cdot EF_{N_2O} \cdot 44/28 \cdot 12/44 \quad (B.43)$$

Onde:

$E_{BiomassBurn,N_2O}$	é a emissão de N_2O da queima de biomassa nos cortes seguidos de queima, em t $CO_2eq\ ano^{-1}$;
GWP_{N_2O}	é o potencial de aquecimento global para o N_2O (padrão do IPCC para o N_2O = 310);
C/N ratio	é a razão carbono-nitrogênio, sem dimensão;
12/44	é a razão dos pesos moleculares do carbono e do CO_2 , sem dimensão;
44/28	é a razão dos pesos moleculares do N_2O e do nitrogênio, sem dimensão;
EF_{N_2O}	é o fator de emissão para o N_2O (fator padrão do IPCC = 0,0007).

Etapla 4: Somar as emissões não- CO_2 provenientes da queima de biomassa.

$$E_{Non-CO_2_BiomassBurn} = E_{BiomassBurn,N_2O} + E_{BiomassBurn,CH_4} \quad (B.44)$$

Onde:

$E_{Non-CO_2,BiomassBurn}$	é o aumento das emissões não- CO_2 da queima de biomassa, em t $CO_2-eq\ ano^{-1}$.
----------------------------	--

b.4 Estimativa das emissões de óxido nitroso provenientes da fertilização¹⁵

Nas situações em que se usar fertilizante na área do projeto, as emissões de N_2O devem ser calculadas conforme as etapas descritas abaixo.

Etapla 1: Estimar a quantidade de fertilizantes sintético e orgânico aplicada na área do projeto.

¹⁴ Conforme a Tabela 5.7 das Diretrizes Revisadas do IPCC de 1996 para UTMUTF e a Equação 3.2.19 da OBP-UTMUTF.

¹⁵ Com base na Equação 3.2.18 da OBP-UTMUTF do IPCC.



MDL – Conselho Executivo

AR-AM0002/Versão 1

Escopo setorial: 14

19 de maio de 2006

$$F_{SN} = N_{SN-Fert} \bullet (1 - Frac_{GASF}) \quad (B.45)$$

$$F_{ON} = N_{ON-Fert} \bullet (1 - Frac_{GASM}) \quad (B.46)$$

Onde:

F_{SN}	é a quantidade de nitrogênio fertilizante sintético aplicada e ajustada em relação à volatilização como NH_3 e NO_x , em $t\ N\ ano^{-1}$;
F_{ON}	é a quantidade de nitrogênio fertilizante orgânico aplicada e ajustada em relação à volatilização como NH_3 e NO_x , em $t\ N\ ano^{-1}$;
$N_{SN-Fert}$	é a quantidade de nitrogênio fertilizante sintético aplicada, em $t\ N\ ano^{-1}$;
$N_{ON-Fert}$	é a quantidade de nitrogênio fertilizante orgânico aplicada, em $t\ N\ ano^{-1}$;
$Frac_{GASF}$	é a fração que se volatiliza como NH_3 e NO_x para os fertilizantes sintéticos, sem dimensão;
$Frac_{GASM}$	é a fração que se volatiliza como NH_3 e NO_x para o esterco orgânico, sem dimensão.

Quando não houver fatores de emissão de N_2O específicos do país, deve ser usado o fator de emissão padrão, EF_1 , de 1,25% para o N aplicado. De acordo com as Diretrizes do IPCC de 1996, os valores padrão para as frações de fertilizante sintético e esterco orgânico emitidas como NO_x e NH_3 são de 0,1 e 0,2, respectivamente. Os elaboradores do projeto devem desenvolver fatores de emissão que sejam pertinentes ao projeto.

Etapa 2: Calcular as emissões de óxido nitroso dos fertilizantes sintético e orgânico

$$N_2O_{direct-N_{fertilizer}} = [(F_{SN_i} + F_{ON_i}) \bullet EF_1] \bullet GWP_{N_2O} \bullet 44/28 \quad (B.47)$$

$N_2O_{direct-N_{fertilizer}}$	são as emissões diretas decorrentes da aplicação de nitrogênio dentro do limite do projeto, em $t\ CO_2eq\ ano^{-1}$;
EF_1	é o fator de emissão para as emissões decorrentes das aplicações de N, em $t\ N_2O-N\ (t\ N\ aplicação)^{-1}$;
GWP_{N_2O}	é o potencial de aquecimento global para o N_2O (padrão do IPCC = 310);
44/28	é a razão dos pesos moleculares do N_2O e do nitrogênio, sem dimensão.

(c) Remoções líquidas reais de gases de efeito estufa por sumidouros

$$\Delta C_{ACTUAL} = \sum_{i=1} \sum_{j=1} \sum_{k=1} [\Delta C_{ijk} - GHG_E] \quad (B.48)$$

Onde:

ΔC_{ACTUAL}	são as remoções líquidas reais de gases de efeito estufa por sumidouros, em $t\ CO_2eq\ ano^{-1}$;
ΔC_{ijk}	é a mudança anual média no estoque de carbono da biomassa arbórea viva para o estrato i , substrato j , espécie k , em $t\ CO_2\ ano^{-1}$;
GHG_E	são as emissões de gases de efeito estufa por fontes dentro do limite do projeto, em consequência da execução de uma atividade de projeto de F/R no âmbito do MDL, em $t\ CO_2eq\ ano^{-1}$.



8. Fugas

Ao escolher parâmetros e fazer suposições, os participantes do projeto devem manter a abordagem conservadora, ou seja, se diferentes valores forem plausíveis para um parâmetro, deve-se aplicar o valor que não superestimar as emissões das fugas.

De acordo com as condições de aplicabilidade desta metodologia, a terra degradada envolvida na atividade de projeto de F/R proposta no âmbito do MDL continua a fornecer pelo menos a mesma quantidade de bens e serviços. Conseqüentemente, atividades agrícolas ou pecuárias não serão deslocadas das áreas do projeto para outros locais, em consequência da atividade de projeto de F/R no âmbito do MDL.

De forma análoga, a atividade de projeto de F/R no âmbito do MDL não acarretará qualquer redução das atividades de reflorestamento ou aumento das atividades de desflorestamento fora do limite do projeto.

A única fonte potencial de fugas que deve ser considerada pelos participantes do projeto são as emissões de CO₂ associadas à queima de combustíveis fósseis pelos veículos usados no transporte de mudas, mão-de-obra, pessoal e produtos do corte da madeira para dentro e para fora das áreas do projeto (evitando-se dupla contagem). As emissões de CO₂ podem ser estimadas com base no consumo de combustível pelos veículos e em um fator de emissão de CO₂, como indicado a seguir.

$$LK_{Vehicle} = \sum_v \sum_f (EF_{vf} \cdot FuelConsumption_{vf}) \quad (B.49)$$

$$FuelConsumption_{vf} = n_{vf} \cdot k_{vf} \cdot e_{vf} \quad (B.50)$$

Onde:

$LK_{Vehicle}$	são as emissões de CO ₂ da queima de combustíveis fósseis no transporte veicular, em t CO ₂ eq ano ⁻¹ ;
v	é o tipo de veículo;
f	é o tipo de combustível;
EF_{vf}	é o fator de emissão de CO ₂ para o tipo de veículo v com o tipo de combustível f , sem dimensão;
$FuelConsumption_{vf}$	é o consumo do tipo de combustível f do tipo de veículo v , em litros;
n_{vf}	é o número de veículos;
k_{vf}	são os quilômetros percorridos pelo tipo de veículo v com o tipo de combustível f , em km;
e_{vf}	é a eficiência do combustível do tipo de veículo v com o tipo de combustível f , em litros km ⁻¹ .

Fatores de emissão nacionais devem ser usados, se houver. Na ausência de dados locais ou fatores de emissão nacionais, devem ser usados os fatores de emissão padrão apresentados nas Diretrizes do IPCC de 1996 e atualizados na Orientação de Boas Práticas de 2000.

A equação usada para estimar as fugas é a mesma dos métodos de estimativa *ex ante* e *ex post*. No caso da estimativa *ex ante* das fugas, devem ser usados os valores esperados do uso de combustível fóssil e da distância percorrida. No caso da estimativa *ex post*, são usados os dados monitorados do transporte.



9. Remoções antrópicas líquidas *ex ante* de gases de efeito estufa por sumidouros

As remoções antrópicas líquidas de gases de efeito estufa por sumidouros representam a diferença entre as remoções líquidas reais de gases de efeito estufa por sumidouros, as remoções líquidas de gases de efeito estufa por sumidouros na linha de base e as fugas do projeto.

$$C_{AR-CDM} = \Delta C_{ACTUAL} - \Delta C_{BSL} - LK_{Vehicle} \quad (B.51)$$

Onde:

C_{AR-CDM}	são as remoções antrópicas líquidas de gases de efeito estufa por sumidouros, em t CO ₂ eq ano ⁻¹ ;
ΔC_{ACTUAL}	são as remoções líquidas reais de gases de efeito estufa por sumidouros, em t CO ₂ eq ano ⁻¹ ;
ΔC_{BSL}	são as remoções líquidas de gases de efeito estufa por sumidouros na linha de base, em t CO ₂ eq ano ⁻¹ ;
$LK_{vehicle}$	são as fugas, em t CO ₂ eq ano ⁻¹ .

10. Incertezas

A metodologia assegura que as remoções antrópicas líquidas de gases de efeito estufa por sumidouros sejam estimadas de forma conservadora no âmbito do projeto, levando-se em conta as incertezas associadas aos dados secundários.

Os métodos e abordagens usados para quantificar as incertezas são os mesmos nos métodos de estimativa *ex ante* e *ex post*. Portanto, os métodos apresentados na seção III.11 para quantificar a incerteza na estimativa *ex post* das remoções líquidas reais de gases de efeito estufa por sumidouros devem ser válidos para avaliar a incerteza nas estimativas *ex ante* das remoções líquidas reais de gases de efeito estufa por sumidouros descritas nesta seção.

11. Dados necessários para as estimativas *ex ante*

Dados/ Parâmetros	Descrições	Validade	Resolução	Fontes
Decisões da CQNUMC	Elegibilidade do projeto	1997 a recentes	Global/nacional	CQNUMC/Internacionais
Dados do uso/cobertura da terra	Para determinar a abordagem da linha de base Para demonstrar a elegibilidade da terra	Próximos a recentes	ha	Locais
Mapa do uso/cobertura da terra	Para demonstrar a elegibilidade da terra; estratificação da área do projeto	Por volta de 1990 e recentes	ha	Regionais Locais
Mapa de fisiografia	Estratificação da área do projeto	Atuais/recentes	ha/km ²	Mapa
Mapa do solo	Estratificação da área do projeto	Atuais/recentes	ha/km ²	Mapa
Imagens de satélite	Para demonstrar a elegibilidade da terra, estratificação da área do projeto	Por volta de 1990 e recentes	ha	Locais



MDL – Conselho Executivo

AR-AM0002/Versão 1

Escopo setorial: 14

19 de maio de 2006

Políticas nacionais	Análise da adicionalidade	Atuais/ recentes	Nacional/ local	Nacionais/ setoriais
Custos fixos	Aluguel da terra, construções, maquinário, preparo do local, sementeira, supervisão, treinamento, consultas, reparos, controle de incêndios, etc. que ocorram no período de estabelecimento	Atuais/ recentes	Local	Dados locais
Custos variáveis	Custos de plantio, retirada de ervas daninhas, semeadura, pesticidas, fertilização, desbaste, corte, combustível, transporte, controle de doenças, patrulhamento, administração, etc.	Atuais/ recentes	Local	Dados locais
Custos de regulamentação	Custos de elaboração do projeto, validação, registro, monitoramento, etc.	Atuais/ recentes	Local	Dados locais/ nacionais
Renda	Madeira, lenha, produtos não-lenhosos, venda de RCEs e receitas, etc.	Atuais/ recentes	Local	Dados locais
Análise de investimento	IRR, NPV, razão custo-benefício	Atuais/ recentes	Local	Locais
i	estrato da linha de base 1,2,3...i	Atuais	Local	Pesquisa
j	substrato da linha de base 1,2,3...j	Atuais	Local	Locais
k	espécie da linha de base 1,2,3...k	Atuais	Local	Locais
t	1 para a duração do período de obtenção de créditos	Atuais	Local	CQNUMC
$\Delta C_{BDL_ijk,t}$	mudança anual média nos estoques de carbono das terras sem vegetação ou terras degradadas com vegetação esparsa pré-existente no estrato <i>i</i> , substrato <i>j</i> , espécie <i>k</i> , em t CO ₂ ano ⁻¹ (definida como nula)	Atuais	Local	Dados locais/ estimativa
$\Delta C_{BDL_LB_ijk,t}$	soma das mudanças anuais nos estoques de carbono da biomassa viva (acima e abaixo do solo) no estrato <i>i</i> , substrato <i>j</i> , espécie <i>k</i> , em t CO ₂ ano ⁻¹	Mais recentes	Local	Dados locais/ estimativa
$\Delta C_{BAR_ijk,t}$	mudança anual média nos estoques de carbono do F/R pré-projeto para o estrato <i>i</i> , substrato <i>j</i> , espécie <i>k</i> , em t CO ₂ ano ⁻¹	Mais recentes	Local	Dados locais/ estimativa
$\Delta C_{BAR_LB_Tree_ijk,t}$	mudança anual média nos estoques de carbono dos reservatórios de biomassa arbórea viva (biomassa arbórea acima e abaixo do solo) do F/R pré-projeto atribuível ao estrato <i>i</i> , substrato <i>j</i> , espécie <i>k</i> , em t CO ₂ ano ⁻¹	Mais recentes	Local	Dados locais/ estimativa
$\Delta C_{BAR_S_ijk,t}$	mudança anual média nos estoques de carbono do reservatório do solo	Mais recentes	Local	Dados locais/ estimativa



MDL – Conselho Executivo

AR-AM0002/Versão 1

Escopo setorial: 14

19 de maio de 2006

	do F/R pré-projeto atribuível ao estrato i , substrato j , espécie k , em $t\ CO_2\ ano^{-1}$			
$\Delta C_{BSL,t}$	remoções líquidas de gases de efeito estufa por sumidouros na linha de base no ano t , em $t\ CO_2eq\ ano^{-1}$	Mais recentes	Local	Dados locais/estimativa
$\Delta C_{ijk,t}$	mudança anual média no estoque de carbono no estrato i , substrato j , espécie k , em $t\ CO_2\ eq\ ano^{-1}$	Mais recentes	Local	Dados locais/estimativa
$\Delta C_{G,ijk,t}$	crescimento anual médio do <i>estoque</i> de carbono para o estrato i , substrato j , espécie k , em $t\ CO_2\ eq\ ano^{-1}$	Mais recentes	Local/ padrão global	Locais/ nacionais/ OBP- UTMUTF
$\Delta C_{L,ijk,t}$	perda anual média no <i>estoque</i> de carbono para o estrato i , substrato j , espécie k , em $t\ CO_2\ eq\ ano^{-1}$	Mais recentes	Local/ padrão global	Locais/ nacionais/ OBP- UTMUTF
A_{ijk}	área do estrato i , substrato j , espécie k , em ha	Atuais	Local	Dados locais/pesquisa
$\Delta G_{Mean_LB_Tree}$	aumento anual médio do total de biomassa seca das árvores vivas para o estrato i , substrato j , espécie k , em $t.m.s.\ ha^{-1}\ ano^{-1}$	Mais recentes	Local/ padrão global	Dados locais/estimativa
CF_k	fração de carbono da biomassa para a espécie k , em $t\ C\ (t.m.s.)^{-1}$	Mais recentes	Local/ padrão global	Locais/ nacionais/ OBP- UTMUTF
44/12	razão dos pesos moleculares do CO_2 e do carbono, sem dimensão			
$G_{w,ijk}$	aumento anual médio da biomassa seca acima do solo das árvores vivas para o estrato i , substrato j , espécie k , em $t.m.s.\ ha^{-1}\ ano^{-1}$	Mais recentes	Local/ padrão global	Locais/ nacionais/ OBP- UTMUTF
R_{jk}	razão raiz-parte aérea para a espécie k , classe de idade j , sem dimensão. A razão raiz-parte aérea pode mudar como função da biomassa acima do solo presente no ano t	Mais recentes	Local/ padrão global	Locais/ nacionais/ OBP- UTMUTF
$I_{v,ijk}$	aumento anual médio no volume negociável para o estrato i , substrato j , espécie k , em $m^3\ ha^{-1}\ ano^{-1}$	Mais recentes	Local/ padrão global	Locais/ nacionais/ OBP- UTMUTF
D_k	Densidade básica da madeira para a espécie k , em $t.m.s.\ m^{-3}$	Mais recentes	Local/ padrão global	Locais/ nacionais/ OBP- UTMUTF
$BEF_{l,jk}$	fator de expansão da biomassa para converter o aumento líquido anual (inclusive a casca) do volume negociável no aumento total da	Mais recentes	Local/ padrão global	Locais/ nacionais/ OBP- UTMUTF



MDL – Conselho Executivo

AR-AM0002/Versão 1

Escopo setorial: 14

19 de maio de 2006

	biomassa acima do solo para a espécie k , classe de idade j , sem dimensão			
$\Delta C_{LB,ijk}$	mudança anual média nos estoques de carbono da biomassa para o estrato i , subestrato j , espécie k , em $t\ C\ ano^{-1}$	Mais recentes	Estrato/ espécie	Locais/ nacionais/ OBP- UTMUTF
$C_{2,LB,ijk}$	estoque de carbono na biomassa do estrato i , subestrato j , espécie k , calculado no tempo de medição 2, em $t\ C$	Mais recentes	Estrato/ espécie	Locais/ nacionais/ OBP- UTMUTF
$C_{1,LB,ijk}$	estoque de carbono na biomassa do estrato i , subestrato j , espécie k , calculado no tempo de medição 1, em $t\ C$	Mais recentes	Estrato/ espécie	Locais/ nacionais/ OBP- UTMUTF
T_B	intervalo em anos entre os tempos de medição 2 e 1 para avaliar a mudança da biomassa			
$C_{2,LB_Tree,ijk}$	estoque de carbono total na biomassa arbórea viva para o estrato i , subestrato j , espécie k , calculado no tempo 2, em $t\ C$	Mais recentes	Estrato/ espécie	Locais/ nacionais/ OBP- UTMUTF
$C_{1,LB_Tree,ijk}$	estoque de carbono total na biomassa arbórea viva para o estrato i , subestrato j , espécie k , calculado no tempo 1, em $t\ C$	Mais recentes	Estrato/ espécie	Locais/ nacionais/ OBP- UTMUTF
$C_{AB_Tree,ijk}$	estoque de carbono na biomassa arbórea acima do solo para o estrato i , subestrato j , espécie k , em $t\ C$	Mais recentes	Estrato/ espécie	Locais/ nacionais/ OBP- UTMUTF
$C_{BB_Tree,ijk}$	estoque de carbono na biomassa arbórea abaixo do solo para o estrato i , subestrato j , espécie k , em $t\ C$	Mais recentes	Estrato/ espécie	Locais/ nacionais/ OBP- UTMUTF
V_{ijk}	volume negociável do estrato i , subestrato j , espécie k , em $m^3\ ha^{-1}$	Mais recentes	Estrato/ espécie	Locais/ nacionais/ OBP- UTMUTF
$BEF_{2,jk}$	fator de expansão da biomassa para converter o volume negociável em biomassa arbórea acima do solo para a espécie k , classe de idade j , sem dimensão	Mais recentes	Local/ padrão global	Locais/ nacionais/ OBP- UTMUTF
$f(DBH,H)$	equação alométrica que quantifica a relação entre a biomassa acima do solo para o diâmetro na altura do peito (DBH) e a altura das árvores (H) da espécie de árvores k , em $kg\ árvore^{-1}$	Mais recentes	Local/ padrão global	Locais/ nacionais/ OBP- UTMUTF
nTR_{ik}	número de árvores no estrato i , espécie k , em $árvores\ ha^{-1}$	Mais recentes	Local	Locais
$\Delta C_{SOC,ijk}$	estoque de carbono no solo para o	Mais	Estrato/	Locais/



MDL – Conselho Executivo

AR-AM0002/Versão 1

Escopo setorial: 14

19 de maio de 2006

	estrato i , substrato j , espécie k , calculado no tempo 2, em t C	recentes	espécie	nacionais/ OBP- UTMUTF
$C_{SOC_{2,ijk}}$	mudança anual média no estoque de carbono do reservatório do solo do estrato i , substrato j , espécie k , em t C	Mais recentes	Estrato/ espécie	Locais/ nacionais/ OBP- UTMUTF
$C_{SOC_{1,ijk}}$	estoque de carbono no solo para o estrato i , substrato j , espécie k , calculado no tempo 1, em t C	Mais recentes	Estrato/ espécie	Locais/ nacionais/ OBP- UTMUTF
T_S	intervalo em anos entre os tempos 2 e 1 para avaliar a mudança no carbono orgânico do solo			
$\Delta C_{ijk,t}$	mudança anual média no estoque de carbono dos reservatórios para o estrato i , substrato j , espécie k , em t CO ₂ ano ⁻¹ no ano t	Mais recentes	Estrato/ espécie	Calculados
$\Delta C_{AB,ijk,t}$	mudança anual média no estoque de carbono da biomassa acima do solo para o estrato i , substrato j , espécie k , em t C ano ⁻¹ no ano t	Mais recentes	Estrato/ espécie	Calculados
$\Delta C_{BB,ijk,t}$	mudança anual média no estoque de carbono da biomassa abaixo do solo para o estrato i , substrato j , espécie k , em t C ano ⁻¹ no ano t	Mais recentes	Estrato/ espécie	Calculados
$\Delta C_{DW,ijk,t}$	mudança anual média no estoque de carbono da madeira morta para o estrato i , substrato j , espécie k , em t C ano ⁻¹ no ano t	Mais recentes	Estrato/ espécie	Calculados
$\Delta C_{L,ijk,t}$	mudança anual média no estoque de carbono da serapilheira para o estrato i , substrato j , espécie k , em t C ano ⁻¹ no ano t	Mais recentes	Estrato/ espécie	Calculados
$\Delta C_{SOC,ijk,t}$	mudança anual média no estoque de carbono da matéria orgânica do solo para o estrato i , substrato j , espécie k , em t C ano ⁻¹ no ano t	Mais recentes	Estrato/ espécie	Calculados
$C_{AB,ijk,t2}$	estoque de carbono na biomassa acima do solo para o estrato i , substrato j , espécie k , calculado no tempo t_2 , em t C	Mais recentes	Estrato/ espécie	Calculados
$C_{AB,ijk,t1}$	estoque de carbono na biomassa acima do solo para o estrato i , substrato j , espécie k , calculado no tempo t_1 , em t C	Mais recentes	Estrato/ espécie	Calculados
$C_{AB_Tree,ijk}$	estoque de carbono na biomassa arbórea viva acima do solo para o estrato i , substrato j , espécie k , em t C	Mais recentes	Estrato/ espécie	Calculados
$C_{AB_NTree,ijk}$	estoque de carbono na biomassa acima do solo da vegetação não-	Mais recentes	Estrato/ espécie	Calculados



MDL – Conselho Executivo

AR-AM0002/Versão 1

Escopo setorial: 14

19 de maio de 2006

	arbórea para o estrato i , substrato j , espécie k , em t C			
$\Delta C_{AB_Tree,ijk,t}$	mudança anual média na biomassa arbórea acima do solo no estrato i , substrato j , espécie k no ano t , em t C	Mais recentes	Estrato/espécie	Calculados
$\Delta C_{AB_NTree,ijk}$	mudança anual média na biomassa não-arbórea acima do solo no estrato i , substrato j , espécie k no ano t , em t C	Mais recentes	Estrato/espécie	Calculados
$\Delta C_{AB_Tree,ijk}$	aumento anual médio da biomassa arbórea acima do solo para o estrato i , substrato j , espécie k , em t.m.s. $ha^{-1} ano^{-1}$	Mais recentes	Estrato/espécie	Calculados
$G_{AB_Stem,ijk}$	aumento da biomassa do caule no estrato i , substrato j , espécie k , em t.m.s. ha^{-1}	Mais recentes	Estrato/espécie	Locais/nacionais/ OBP-UTMUTF
$G_{AB_Branch,ijk}$	aumento da biomassa dos galhos ($G_{AB_Stem,ijk} * Fb$) no estrato i , substrato j , espécie k , em t.m.s. ha^{-1}	Mais recentes	Estrato/espécie	Locais/nacionais/ OBP-UTMUTF
$G_{AB_Foliage,ijk}$	aumento da biomassa da folhagem ($G_{AB_Stem,ijk} * Ef$) no estrato i , substrato j , espécie k , em t.m.s. ha^{-1}	Mais recentes	Estrato/espécie	Locais/nacionais/ OBP-UTMUTF
CF_k	fração de carbono para a espécie k , sem dimensão	Mais recentes	Espécie	Locais/nacionais/ OBP-UTMUTF
$\Delta C_{AB_Tree,ijk}$	mudança anual na biomassa arbórea acima do solo no estrato i , substrato j , espécie k , em t C	Mais recentes	Estrato/espécie	Calculados
$\Delta C_{AB_Tree_Gro}$	crescimento anual da biomassa arbórea no estrato i , substrato j , espécie k , em t C ha^{-1}	Mais recentes	Estrato/espécie	Calculados
$\Delta C_{AB_Tree_Loss}$	perda anual da biomassa arbórea no estrato i , substrato j , espécie k , em t C ha^{-1}	Mais recentes	Estrato/espécie	Calculados
$\Delta C_{AB_Tree_Ha?}$	mudança anual na perda de biomassa arbórea decorrente de corte no estrato i , substrato j , espécie k , em t.m.s. $ha^{-1} ano^{-1}$	Mais recentes	Estrato/espécie	Calculados
$\Delta C_{AB_Tree_Dis?}$	mudança anual na perda de biomassa arbórea decorrente de perturbação no estrato i , substrato j , espécie k , em t.m.s. $ha^{-1} ano^{-1}$	Mais recentes	Estrato/espécie	Calculados
$f_j(DBH,H)$	equação alométrica que quantifica a relação entre a biomassa acima do solo (m.s. ha^{-1}) para o diâmetro na altura do peito (DBH) e a altura média das árvores (H) para a	Mais recentes	Local/padrão global	Locais/nacionais/ OBP-UTMUTF



MDL – Conselho Executivo

AR-AM0002/Versão 1

Escopo setorial: 14

19 de maio de 2006

	espécie k , sem dimensão			
$DBH(t), H(t)$	tabela de crescimento/produção que representa o volume negociável como função da idade das árvores	Mais recentes	Local/ padrão global	Locais/ nacionais/ OBP- UTMUTF
$\Delta C_{AB_Tree,ijk}$	aumento médio anual da biomassa arbórea acima do solo para o estrato i , subestrato j , espécie k , em t.m.s. $ha^{-1} ano^{-1}$	Mais recentes	Estrato/ espécie	Calculados
$I_{Tree,ijk}$	aumento anual médio do volume negociável de madeira para o estrato i , subestrato j , espécie k , em $m^3 ha^{-1} ano^{-1}$	Mais recentes	Local/ padrão global	Locais/ nacionais/ OBP- UTMUTF
$C_{AB_NTree_Shrub}$	estoque de carbono na biomassa dos arbustos acima do solo para o estrato i , subestrato j , espécie k , em t C	Mais recentes	Local/ padrão global	Locais/ nacionais/ OBP- UTMUTF
$C_{AB_NTree_Herb}$	estoque de carbono na biomassa das herbáceas acima do solo para o estrato i , subestrato j , espécie k , em t C	Mais recentes	Local/ padrão global	Locais/ nacionais/ OBP- UTMUTF
$B_{AB_NTree_Shrub,ijk}$	biomassa não-arbórea dos arbustos acima do solo das plantas perenes não-lenhosas no estrato i , subestrato j (classe de idade das árvores), espécie k , em t.m.s. ha^{-1}	Mais recentes	Local/ padrão global	Locais/ nacionais/ OBP- UTMUTF
D^2_{ijk}	soma de todos os diâmetros quadrados para as plantas perenes lenhosas no estrato i , subestrato j (classe de idade das árvores), espécie k , em cm	Mais recentes	Local/ padrão global	Locais/ nacionais/ OBP- UTMUTF
H_i	altura das plantas perenes lenhosas da base ao topo no estrato i , subestrato j (classe de idade das árvores), espécie k , em m	Mais recentes	Local/ padrão global	Locais/ nacionais/ OBP- UTMUTF
CF_s	fração de carbono para os arbustos, em t C (t.m.s.) $^{-1}$	Mais recentes	Local/ padrão global	Locais/ nacionais/ OBP- UTMUTF
A_Shrub,ijk	área do estrato i , subestrato j e da espécie de arbusto k , em ha	Mais recentes	Estrato/ espécie	Dados locais/ pesquisa
$f_k(DB,H,C,N)$	equação alométrica que relaciona a biomassa dos arbustos acima do solo, em m.s. ha^{-1} , ao diâmetro na altura do peito (DBH), altura dos arbustos (H), área/diâmetro da copa (CA) e número de caules (N)	Mais recentes	Local/ padrão global	Locais/ nacionais/ OBP- UTMUTF
$C_{BB,ijk,t2}$	estoque de carbono na biomassa abaixo do solo para o estrato i , subestrato j , espécie k , calculado no tempo t_2 , em t C	Mais recentes	Estrato/ espécie	Locais/ nacionais/ OBP- UTMUTF
$C_{BB,ijk,t1}$	estoque de carbono na biomassa	Mais	Estrato/	Locais/



MDL – Conselho Executivo

AR-AM0002/Versão 1

Escopo setorial: 14

19 de maio de 2006

	abaixo do solo para o estrato i , substrato j , espécie k , calculado no tempo t_1 , em t C	recentes	espécie	nacionais/ OBP- UTMUTF
$C_{BB_Tree,ijk}$	estoque de carbono na biomassa arbórea viva abaixo do solo para o estrato i , substrato j , espécie k , em t C	Mais recentes	Estrato/ espécie	Locais/ nacionais/ OBP- UTMUTF
$C_{AB_NTree_Shrub,ijk}$	estoque de carbono na biomassa dos arbustos não-arbóreos abaixo do solo para o estrato i , substrato j , espécie k , em t C	Mais recentes	Estrato/ espécie	Locais/ nacionais/ OBP- UTMUTF
$C_{AB_NTree_Herb,ijk}$	estoque de carbono na biomassa das herbáceas abaixo do solo para o estrato i , substrato j , espécie k , em t C	Mais recentes	Estrato/ espécie	Locais/ nacionais/ OBP- UTMUTF
$\Delta C_{BB_Tree,ijk,t}$	mudança anual na biomassa arbórea abaixo do solo no estrato i , substrato j , espécie k , no tempo t , em t C	Mais recentes	Estrato/ espécie	Calculados
$\Delta C_{BB_NTree_Shrub,ijk}$	mudança anual no estoque de carbono da biomassa não-arbórea dos arbustos abaixo do solo no estrato i , substrato j , espécie k , no tempo t , em t C ano ⁻¹	Mais recentes	Estrato/ espécie	Calculados
$\Delta C_{BB_NTree_Herb,ijk}$	mudança anual no estoque de carbono da biomassa das herbáceas abaixo do solo no estrato i , substrato j , espécie k , no tempo t , em t C ano ⁻¹	Mais recentes	Estrato/ espécie	Calculados
$\Delta C_{BB,ijk}$	aumento anual médio da biomassa arbórea abaixo do solo no estrato i , substrato j , espécie k , em t C ha ⁻¹			
$R_{T,k}$	razão raiz-parte aérea da espécie de árvores k , sem dimensão			
$C_{BB,ijk}$	biomassa abaixo do solo no estrato i , substrato j , espécie k , em t.m.s. ha ⁻¹			
$C_{AB_Stem,ijk}$	estoque de carbono na biomassa do caule no estrato i , substrato j , espécie k , em t C ha ⁻¹	Mais recentes	Local/ padrão global	Locais/ nacionais/ OBP- UTMUTF
$R_{T,k,F}$	biomassa da raiz como fração da biomassa do caule para a espécie k , sem dimensão	Mais recentes	Local/ padrão global	Locais/ nacionais/ OBP- UTMUTF
R_S	razão raiz-parte aérea da espécie de arbusto k , sem dimensão			
$B_{BB,ijk}$	biomassa arbórea abaixo do solo no estrato i , substrato j , espécie k (t.m.s. ha ⁻¹)	Mais recentes	Local/ padrão global	Locais/ nacionais/ OBP- UTMUTF
$B_{AB,ijk}$	biomassa arbórea acima do solo no	Mais	Local/	Locais/



MDL – Conselho Executivo

AR-AM0002/Versão 1

Escopo setorial: 14

19 de maio de 2006

	estrato i , substrato j , espécie k (t.m.s. ha ⁻¹)	recentes	padrão global	nacionais/ OBP- UTMUTF
$\Delta C_{DW,ijk}$	mudança anual média no estoque de carbono da madeira morta no estrato i , substrato j , espécie k , em t C ano ⁻¹	Mais recentes	Estrato/ espécie	Calculados
M_k	taxa anual média de mortalidade natural para a espécie k , sem dimensão	Mais recentes	Local/ padrão global	Locais/ nacionais/ OBP- UTMUTF
DC_k	fator de decomposição para a espécie k , sem dimensão	Mais recentes	Local/ padrão global	Locais/ nacionais/ OBP- UTMUTF
$\Delta C_{SOC,ijk}$	mudança anual média no estoque de carbono da matéria orgânica do solo para o estrato i , substrato j , espécie k , em t C ano ⁻¹	Mais recentes	Estrato/ espécie	Calculados
$C_{SOC_For,ijk}$	estoque de carbono orgânico do solo de área florestada/reflorestada ou de área florestada que corresponda ao estrato i , substrato j , espécie k , em t C ha ⁻¹	Mais recentes	Estrato/ espécie	Calculados
$C_{SOC_Non_For,i}$	estoque de carbono orgânico do solo de áreas degradadas não-florestadas que correspondam ao estrato i , substrato j , espécie k , em t C ha ⁻¹	Mais recentes	Estrato/ espécie	Calculados
$T_{For,ijk}$	período de tempo necessário para a transição de $SOC_{Non-For,ij}$ para $SOC_{For,ijk}$, em anos	Mais recentes	Local/ padrão global	Locais/ nacionais/ OBP- UTMUTF
$C_{SOC_REF,ijk}$	estoque de carbono orgânico do solo, de referência, em área nativa não manejada, em t C ha ⁻¹	Mais recentes	Local/ padrão global	Locais/ nacionais/ OBP- UTMUTF
f_{ijk}	fator de ajuste para o efeito da intensidade do manejo, sem dimensão	Mais recentes	Local/ padrão global	Locais/ nacionais/ OBP- UTMUTF
$C_{SOCC_Non_For,i}$	teor de carbono orgânico do solo de terra degradada não-florestada que corresponda ao estrato i , espécie k , conforme determinado em laboratório, em g C	Mais recentes	Estrato/ espécie	Calculados
BD_i	densidade aparente (massa/volume de solo da amostra) da terra não-florestada que corresponda ao estrato i , conforme determinado em laboratório, em g.cm ⁻³	Mais recentes	Local/ padrão global	Locais/ nacionais/ OBP- UTMUTF
D_i	profundidade do solo	Mais	Estrato/	Dados locais/



MDL – Conselho Executivo

AR-AM0002/Versão 1

Escopo setorial: 14

19 de maio de 2006

	correspondente ao estrato i , em cm	recentes	espécie	pesquisa
FC_{kt}	1 – (% do volume dos fragmentos grossos/100) para ajustar a proporção do volume da amostra ocupada por fragmentos grossos de >2mm no estrato i , sem dimensão	Mais recentes	Estrato/espécie	Locais/nacionais/ OBP- UTMUTF
M	multiplicador para converter unidades em $t\ C\ ha^{-1}$			
GHG_E	soma dos aumentos das emissões de gases de efeito estufa dentro do limite do projeto resultantes da execução de uma atividade de projeto de F/R proposta no âmbito do MDL, em $t\ CO_2e$	Mais recentes	Estrato/espécie	Locais/nacionais/ OBP- UTMUTF
$E_{FuelBurn}$	aumento das emissões de gases de efeito em razão da queima de combustíveis fósseis dentro do limite do projeto, em $t\ CO_2e$	Mais recentes	Local/ padrão global	Locais/nacionais/ OBP- UTMUTF
$E_{BiomassLoss}$	aumento das emissões de gases de efeito estufa em razão da perda de biomassa no preparo da área dentro do limite do projeto, em $t\ CO_2$	Mais recentes	Local/ padrão global	Locais/nacionais/ OBP- UTMUTF
$E_{BiomassBurn}$	aumento das emissões de gases de efeito estufa em razão da queima de biomassa dentro do limite do projeto, em $t\ CO_2$	Mais recentes	Local/ padrão global	Locais/nacionais/ OBP- UTMUTF
$E_{N_2O_{direct-N\ fertilizer}}$	aumento das emissões de N_2O em razão da aplicação de fertilizantes nitrogenados dentro do limite do projeto, em $t\ CO_2e$	Mais recentes	Local/ padrão global	Locais/nacionais/ OBP- UTMUTF
CSP_{diesel}	quantidade do consumo de diesel, em litro $(l)\ ano^{-1}$	Mais recentes	Local	Locais/nacionais/ OBP- UTMUTF
$CSP_{gasoline}$	quantidade do consumo de gasolina no projeto, em litro $(l)\ ano^{-1}$	Mais recentes	Local	Locais/nacionais/ OBP- UTMUTF
EF_{diesel}	fator de emissão para o diesel, em $kg\ CO_2\ litro^{-1}$	Mais recentes	Local/ padrão global	Locais/nacionais/ OBP- UTMUTF
$EF_{gasoline}$	fator de emissão para a gasolina, em $kg\ CO_2\ litro^{-1}$	Mais recentes	Local/ padrão global	Locais/nacionais/ OBP- UTMUTF
$A_{NT\ Biomass\ Loss}$	área do estrato i , em ha	Mais recentes	Estrato/ espécie	Locais/nacionais/ OBP- UTMUTF
$B_{AB_NTree,i}$	estoque médio de biomassa da vegetação não-arbórea em terra a	Mais recentes	Local/ padrão	Locais/nacionais/



MDL – Conselho Executivo

AR-AM0002/Versão 1

Escopo setorial: 14

19 de maio de 2006

	ser plantada antes do início de uma atividade de projeto de F/R proposta no âmbito do MDL para o estrato i , em t.m.s. ha ⁻¹		global	OBP-UTMUTF
CF_{NTree}	fração de carbono da biomassa seca na vegetação não-arbórea, em t C (t.m.s.) ⁻¹	Mais recentes	Local/ padrão global	Locais/ nacionais/ OBP-UTMUTF
$A_{BiomassBurn,i}$	área da queima de biomassa no estrato i , em ha ano ⁻¹	Mais recentes	Estrato/ espécie	Locais/ nacionais/ OBP-UTMUTF
$B_{AB,i}$	estoque médio da biomassa acima do solo para o estrato i antes da queima, em t.m.s. ha	Mais recentes	Estrato/ espécie	Locais/ nacionais/ OBP-UTMUTF
CE	eficiência da combustão, sem dimensão (padrão do IPCC = 0,5)	Mais recentes	Local/ padrão global	Locais/ nacionais/ OBP-UTMUTF
$E_{BiomassBurn,CH_4}$	emissão de CH ₄ da queima de biomassa durante cortes seguidos de queima, em t CO ₂ eq ano ⁻¹	Mais recentes	Local/ padrão global	Locais/ nacionais/ OBP-UTMUTF
GWP_{CH_4}	potencial de aquecimento global para o CH ₄	Mais recentes	Padrão global	IPCC
EF_{CH_4}	fator de emissão para o CH ₄ , t CH ₄ (t C) ⁻¹ (padrão do IPCC para o CH ₄ = 0,012)	Mais recentes	Padrão global	IPCC
12/44	razão dos pesos moleculares do carbono e do CO ₂ , sem dimensão		Padrão global	IPCC
16/12	razão dos pesos moleculares do CH ₄ e do carbono, sem dimensão		Padrão global	IPCC
$E_{BiomassBurn,N_2O}$	emissão de N ₂ O da queima de biomassa nos cortes seguidos de queima, em tCO ₂ eq ano ⁻¹	Mais recentes	Local/ padrão global	Locais/ nacionais/ OBP-UTMUTF
GWP_{N_2O}	potencial de aquecimento global para o N ₂ O (padrão do IPCC para o N ₂ O = 310)	Mais recentes	Padrão global	IPCC
$C/N\ ratio$	razão carbono-nitrogênio, sem dimensão	Mais recentes	Padrão global	IPCC
44/28	razão dos pesos moleculares do N ₂ O e do nitrogênio, sem dimensão		Padrão global	IPCC
EF_{N_2O}	fator de emissão para o N ₂ O (fator padrão do IPCC = 0,0007)	Mais recentes	Padrão global	IPCC
$E_{Non-CO_2,BiomassBurn}$	aumento da emissão não-CO ₂ da queima de biomassa, em t CO ₂ eq ano ⁻¹	Mais recentes	Local/ padrão global	Locais/ nacionais/ OBP-UTMUTF
F_{SN}	quantidade de nitrogênio fertilizante sintético aplicada,	Mais recentes	Local	Locais/ nacionais/



MDL – Conselho Executivo

AR-AM0002/Versão 1

Escopo setorial: 14

19 de maio de 2006

	ajustada em relação à volatilização como NH_3 e NO_x , em t N ano^{-1}			OBP-UTMUTF
F_{ON}	quantidade de nitrogênio fertilizante orgânico aplicada, ajustada em relação à volatilização como NH_3 e NO_x , em t N ano^{-1}	Mais recentes	Local	Locais/nacionais/ OBP-UTMUTF
N_{SN_Fert}	quantidade de nitrogênio fertilizante sintético aplicada, em t N ano^{-1}	Mais recentes	Local	Locais/nacionais/ OBP-UTMUTF
N_{ON_Fert}	quantidade de nitrogênio fertilizante orgânico aplicada, em t N ano^{-1}	Mais recentes	Local	Locais/nacionais/ OBP-UTMUTF
$Frac_{GASF}$	fração que se volatiliza como NH_3 e NO_x para os fertilizantes sintéticos, sem dimensão	Mais recentes	Local/padrão global	Locais/nacionais/ OBP-UTMUTF
$Frac_{GASM}$	fração que se volatiliza como NH_3 e NO_x para o esterco orgânico, sem dimensão	Mais recentes	Local/padrão global	Locais/nacionais/ OBP-UTMUTF
$N_2O_{direct-N\ fertilizer}$	emissões diretas de N_2O resultantes da aplicação de nitrogênio dentro do limite do projeto, em $\text{t CO}_2\text{eq ano}^{-1}$	Mais recentes	Local/padrão global	Locais/nacionais/ OBP-UTMUTF
EF_1	fator de emissão para as emissões decorrentes da aplicação de N, em $\text{t N}_2\text{O-N (t aplicação de N)}^{-1}$	Mais recentes	Local/padrão global	Locais/nacionais/ OBP-UTMUTF
ΔC_{ACTUAL}	remoções líquidas reais de gases de efeito estufa por sumidouros, em $\text{t CO}_2\text{eq ano}^{-1}$	Mais recentes	Específico do projeto	Calculados
ΔC_{ijk}	mudança anual média no estoque de carbono da biomassa arbórea viva para o estrato i , substrato j , espécie k , em $\text{t CO}_2 \text{ ano}^{-1}$	Mais recentes	Específico do projeto	Calculados
GHG_E	emissões de gases de efeito estufa por fontes dentro do limite do projeto resultantes da execução de uma atividade de projeto de F/R no âmbito do MDL, em $\text{t CO}_2\text{eq ano}^{-1}$	Mais recentes	Específico do projeto	Calculados
$LK_{Vehicle}$	emissões de CO_2 da queima de combustível fóssil no transporte veicular, em $\text{t CO}_2\text{eq ano}^{-1}$	Mais recentes	Específico do projeto	Estimados
v	tipo de veículo	Mais recentes	Específico do projeto	Dados locais
f	tipo de combustível	Mais recentes	Específico do projeto	Dados locais
EF_{vf}	fator de emissão de CO_2 para o tipo de veículo v com o tipo de combustível f , sem dimensão	Mais recentes	Local/padrão global	Locais/nacionais/ OBP-



MDL – Conselho Executivo

AR-AM0002/Versão 1

Escopo setorial: 14

19 de maio de 2006

				UTMUTF
$FuelConsumption_{vf}$	consumo do tipo de combustível f pelo tipo de veículo v , em litros	Mais recentes	Específico do projeto	Estimados
n_{vf}	número de veículos	Mais recentes	Específico do projeto	Dados locais
k_{vf}	quilômetros rodados pelo tipo de veículo v com o tipo de combustível f no tempo t , em km	Mais recentes	Específico do projeto	Estimados
e_{vf}	eficiência de combustível do tipo de veículo v com o tipo de combustível f , em litros km^{-1}	Mais recentes	Local/ padrão global	Locais/ nacionais/ OBP- UTMUTF
C_{AR-CDM}	remoções líquidas antrópicas de gases de efeito estufa por sumidouros, em $t\ CO_2eq\ ano^{-1}$	Atuais	Específico do projeto	Calculados
ΔC_{ACTUAL}	remoções líquidas reais de gases de efeito estufa por sumidouros, em $t\ CO_2eq\ ano^{-1}$	Atuais	Específico do projeto	Calculados
ΔC_{BSL}	remoções líquidas de gases de efeito estufa por sumidouros na linha de base, em $t\ CO_2eq\ ano^{-1}$	Atuais	Específico do projeto	Calculados
LK	fugas, em $t\ CO_2eq\ ano^{-1}$	Atuais	Específico do projeto	Calculados

12. Outras informações

(a) Cálculo das tRCEs e IRCEs

As remoções líquidas de gases de efeito estufa por sumidouros na linha de base, as remoções líquidas reais de gases de efeito estufa por sumidouros e as remoções antrópicas líquidas de gases de efeito estufa são expressas anualmente. Algumas fontes, como a aplicação de fertilizante, o uso de maquinário e a atividade de corte e queima, ocorrem apenas em anos selecionados. As RCEs não serão emitidas anualmente, mas a cada intervalo de verificação. As fórmulas para calcular as tRCEs ou IRCEs descritas na seção III.9 representam as RCEs emitidas para o período correspondente ao intervalo de verificação.



Seção III: Descrição da metodologia de monitoramento

1. Monitoramento do limite do projeto e da execução do projeto

O monitoramento da execução do projeto envolve várias tarefas, como o monitoramento do início do projeto, monitoramento da área florestada ou reflorestada no âmbito do projeto, monitoramento do estabelecimento da floresta e monitoramento das atividades de manejo florestal. Também envolve a adoção de uma frequência de monitoramento dos reservatórios de carbono do projeto, coleta dos dados e estimativa das mudanças nos estoques de carbono. As atividades a serem executadas em cada etapa são apresentadas a seguir.

a) Monitoramento do início do projeto

O monitoramento do projeto deve levar em conta as atividades iniciadas após a data de início do projeto. Deve concentrar-se nos seguintes aspectos:

- Pesquisas de campo devem ser conduzidas em intervalos regulares para verificar se os marcadores permanentes usados para delinear o limite do projeto e várias unidades geográficas podem ser localizados no solo;
- Dependendo da disponibilidade de tecnologia e recursos, recomenda-se usar GPS, sensoriamento remoto e fotografias aéreas para registrar o tamanho, as localizações geográficas e os limites dos locais e das espécies neles plantadas;
- Métodos para identificar o limite do projeto devem ser incorporados ao Plano de Monitoramento a fim de se avaliar o uso da terra e as atividades econômicas que ocorram fora do limite do projeto e que possam influenciar o projeto ao longo do período de obtenção de créditos;
- Medidas de monitoramento para avaliar o risco de incêndios devem ser executadas;
- Os procedimentos usados no monitoramento das atividades do projeto estão sujeitos a medidas de garantia da qualidade/controle da qualidade;
- O pessoal envolvido no monitoramento deve ser treinado no estágio inicial do projeto para que esteja preparado para executar as etapas e os procedimentos do processo de monitoramento.

(b) Monitoramento da área florestada ou reflorestada

A área florestada no âmbito do projeto deve ser monitorada, e devem ser incluídas no plano de monitoramento as seguintes disposições para a coleta de informações:

- Informações sobre a composição das espécies, área plantada e características dos estratos e substratos devem ser registradas;
- O espaçamento adotado no nível das formações ou unidades geográficas e o desvio, se houver, em relação ao espaçamento recomendado devem ser registrados;
- Informações sobre os plantios suplementares realizados para preencher espaços e sua área e localização devem ser identificados nos mapas;
- Informações sobre a ocorrência de secas, incêndios e enchentes, etc. e a área afetada por eles devem ser registradas. No caso de incêndios, as causas, a área afetada, a estação e a duração da ocorrência de incêndio devem ser registradas, e as emissões relacionadas com a queima de biomassa devem ser calculadas e contabilizadas como parte das emissões do projeto.



c) Monitoramento do estabelecimento da floresta

Os seguintes aspectos devem ser monitorados durante o período de estabelecimento que cobre os três primeiros anos do projeto:

- Informações sobre datas de plantio, drenagem, geadas e outros eventos climáticos extremos que possam afetar o estabelecimento e o crescimento da formação florestal devem ser registradas;
- Para o preparo da área, o tipo de preparo da área, a área afetada e a quantidade de vegetação removida devem ser documentados, e as emissões da perda de biomassa devem ser calculadas e contabilizadas como parte das emissões do projeto;
- As práticas de retirada de ervas daninhas influenciam a competição e o estabelecimento das mudas. Portanto, o número de vezes e a periodicidade da remoção de ervas daninhas e o uso de herbicidas devem ser registrados;
- As taxas de sobrevivência do estoque plantado devem ser estabelecidas realizando-se pesquisas durante o período inicial de estabelecimento;
- A porcentagem de sobrevivência, estabelecida após o terceiro ano, deve ser registrada e relatada.

d) Monitoramento das atividades de manejo florestal

Devem ser coletadas informações sobre as atividades de manejo florestal, tais como desbaste, fertilização, corte e outras operações de silvicultura que influenciam as remoções de gases de efeito estufa por sumidouros. Os tipos de atividades que precisam ser monitorados nesse contexto são:

- A biomassa removida no desbaste e no corte, inclusive a perturbação associada ao desbaste e ao corte, deve ser monitorada e registrada;
- A quantidade de combustíveis fósseis usada na silvicultura, no transporte e em outras atividades de manejo deve ser registrada, e a quantidade de combustíveis fósseis usada para cada operação em um ano deve ser calculada e arquivada;
- A quantidade de fertilizantes orgânico e sintético aplicada e o tempo da aplicação devem ser registrados para estimar as emissões de gases de efeito estufa relacionadas com a aplicação de fertilizantes;
- As informações sobre a ocorrência de incêndios ou outras perturbações naturais ou induzidas pelo homem e a área e a biomassa afetadas devem ser registradas e relatadas;
- Os desvios entre as práticas executadas em campo e as descritas no documento de concepção do projeto e as razões dos desvios devem ser registrados.

e) Frequência do monitoramento

Uma frequência do monitoramento de cinco anos é considerada adequada para os reservatórios de vegetação. Para assegurar que a frequência do monitoramento reflita de forma apropriada as mudanças nos reservatórios de carbono, as mudanças observadas em cada reservatório durante o intervalo de monitoramento devem ser registradas. Para o reservatório de carbono do solo que deve mudar lentamente, a frequência do monitoramento pode variar de 10 a 20 anos. Nas situações em que o projeto adotar um período renovável de obtenção de créditos de 20 anos, a frequência do monitoramento do solo deve ser fixada de modo a coincidir com o período de obtenção de créditos.



2. Estratificação e amostragem para cálculos *ex post*

a) Estratificação

A estratificação ajuda a agrupar as parcelas do projeto em unidades homogêneas de substratos e estratos. Os fatores que influenciam diretamente os reservatórios de carbono, tais como precipitação, tipo de solo, erosão, qualidade do local, tipo de espécie, estrutura da formação, uso da terra, regime de manejo, etc. podem ser úteis na estratificação da área do projeto.

As seguintes etapas devem ser consideradas na execução da estratificação:

Etapas 1: Os fatores que influenciam de forma significativa os estoques de carbono da área do projeto devem ser considerados na estratificação. Podem abranger as características fisiográficas, tipo de solo, espécie, ano de plantio e influências antrópicas, etc.

Etapas 2: Os dados e informações sobre os fatores específicos do local devem ser coletados em pesquisas, estudos específicos do projeto e fontes oficiais, podendo compreender:

- Mapas de uso da terra de fontes oficiais, imagens de satélite, fotografias aéreas ou dados coletados de pesquisas de campo;
- Mapas do solo e cadastrais que apresentem as características fisiográficas, geologia, tipo de solo, textura do solo e incidência de erosão;
- Dados sobre as características da vegetação, tais como tipo de espécie, composição e densidade; e
- Informações sobre as influências antrópicas e os fatores socioeconômicos específicos da região.

Etapas 3: A estratificação deve seguir a ordem de hierarquia das variáveis que tenham uma influência maior (por exemplo, a precipitação), seguidas pelas variáveis que sejam específicas da unidade geográfica (por exemplo, tipo de solo). Alternativamente, métodos de dados espaciais, como o GIS, poderiam ser usados como substitutos à abordagem hierárquica, sobrepondo-se as informações espaciais no nível do projeto para identificar os estratos.

Etapas 4: No momento de delinear os estratos, as características específicas de um estrato devem ser identificadas e usadas para corroborar as informações da estratificação preliminar. As seguintes categorias de variáveis devem ser úteis nesse contexto:

- As características da vegetação, como espécie, densidade, composição e crescimento, conforme refletido no diâmetro na altura do peito e na altura. Dependendo da densidade da vegetação arbórea, podem ser selecionadas três a cinco parcelas de 400 m² representando cada estrato preliminar;
- Pesquisas de campo devem ser realizadas para contabilizar as influências antrópicas específicas, tais como coleta de lenha, catação de produtos não-madeireiros e outras práticas de uso da terra.

Etapas 5: As informações sobre os reservatórios de carbono devem ser avaliadas, levando-se em conta o tamanho do estrato e a variabilidade nos reservatórios de carbono observada em cada estrato.

Etapas 6: Os substratos de cada estrato devem basear-se no ano de plantio ou nas coortes de espécies, caso os plantios ocorram ao longo de vários anos, conforme previsto na sequência do plano de plantio descrito no PDD.



Etapa 7: Um mapa de estratificação deve ser elaborado, descrevendo os limites do projeto, a composição das espécies e o ano de plantio. Dependendo da viabilidade, os métodos GIS poderiam ser usados na estratificação.

Deve-se permitir a estratificação posterior durante o projeto, caso gere maior precisão nos resultados do monitoramento ou possa ajudar a reduzir os custos, mantendo-se os mesmos níveis de precisão.

(b) Amostragem

Os participantes do projeto devem levar em conta o número de estratos, sua variabilidade e a proporção da área do estrato em relação à área do projeto e o erro tolerável na definição do quadro de amostras.

Esta metodologia recomenda o uso de parcelas amostrais permanentes para a amostragem e a medição dos reservatórios de carbono, uma vez que as parcelas amostrais permanentes são econômicas e eficientes na estimativa das mudanças nos estoques de carbono e possibilitam a verificação física com o uso de marcadores de parcelas permanentes ou GPS. Recomenda-se projetar as amostras em tipo de solo homogêneo com acesso adequado e segurança suficiente a longo prazo no que diz respeito às perturbações humanas. Com parcelas amostrais permanentes, recomenda-se usar a abordagem de parcelas aninhadas, que permite a medição eficiente do crescimento das árvores ao longo do tempo.

Os marcadores das parcelas permanentes não devem ser dispostos de forma proeminente para assegurar que as parcelas amostrais não recebam tratamento diferenciado. A demarcação dos cantos das parcelas retangulares ajuda a delimitar os espaços para as medições da biomassa acima do solo. Caso se use o GPS para demarcar a parcela, as coordenadas do GPS poderiam ser usadas para identificar os centros das parcelas circulares que possam ser usadas para a amostragem do solo.

Vegetação arbórea acima do solo: considerando-se a grande covariância entre as observações em eventos de amostragem sucessivos, as parcelas amostrais permanentes são eficientes na estimativa das mudanças nos reservatórios de biomassa acima do solo. As parcelas amostrais permanentes também facilitam a continuidade dos eventos de monitoramento à medida que a vegetação arbórea cresce e possibilita o desenvolvimento de históricos da amostra e do manejo da vegetação arbórea.

Vegetação não-arbórea: considerando-se o curto tempo de rotatividade (*turnover*) da vegetação não-arbórea, devem ser usadas parcelas temporárias dentro das parcelas aninhadas, usando-se a amostragem destrutiva para estimar a vegetação não-arbórea.

Serapilheira: uma estrutura de tamanho constante (por exemplo, 30 cm de raio) é usada na amostragem da serapilheira. As estruturas podem ser dispostas nos quatro quantos das parcelas maiores de amostragem das árvores, a fim de medir a biomassa da serapilheira.

Solo: a frequência da amostragem deve levar em conta as mudanças no carbono do solo. A fim de minimizar os custos do monitoramento, as medições do carbono do solo devem ser realizadas no início do projeto e entre intervalos de 10 a 20 anos. Caso seja adotado o intervalo de 20 anos, pode-se fazê-lo coincidir com o período de obtenção de créditos de 20 anos para projetos que adotem o período de obtenção de créditos renovável. Caso se deseje, as mudanças no reservatório de carbono do solo também podem ser monitoradas com mais frequência.



Quadro amostral para atingir um nível de precisão de 10%

Um nível de precisão de 10% na média com um intervalo de 95% de confiabilidade deve ser usado para estimar os reservatórios de carbono. O total de erros compreende os erros de amostragem, medição e outros erros e variações não explicadas. O erro de amostragem contabiliza mais de $\frac{3}{4}$ do total de erro. Portanto, para atingir um nível de precisão de 10%, um erro de amostragem de 7% precisa ser almejado e o erro restante de 3% abrange outros tipos de erros. Aumentando-se o tamanho da amostra e o tamanho da parcela, é possível aumentar a precisão e diminuir a variabilidade da estimativa. Dentro do nível de precisão geral de 10%, diferentes níveis de precisão poderiam ser definidos para os reservatórios, levando-se em conta a variação observada nos respectivos reservatórios.

(i) Determinação do tamanho da amostra

O tamanho da amostra em cada estrato depende do nível de precisão almejado, da área do projeto e do desvio padrão dos reservatórios de carbono em cada estrato. A variância de cada estrato e área do estrato deve ser considerada na determinação do tamanho da amostra. Aumentar o tamanho da amostra serve para refinar as estimativas em torno da média. O tamanho de amostra (n) pode ser estimado conforme o critério de Neyman de níveis fixos de custo e precisão, e o número de parcelas em cada estrato/subestrato pode ser calculado com o uso da seguinte equação.

O tamanho da amostra para os estratos n pode ser calculado como indicado abaixo.

$$n = \left(\frac{t_{\alpha/2}}{A} \right)^2 \left(\sum_{i=1}^{N_s} W_i s_i \sqrt{C_i} \right) \left(\sum_{i=1}^{N_s} W_i s_i / \sqrt{C_i} \right) \quad (\text{M.1})$$

Onde:

n	é o tamanho da amostra (número de parcelas amostrais necessárias para o monitoramento);
$t_{\alpha/2}$	é o valor da estatística t de Student, para $\alpha = 0,05$ (implicando um nível de confiabilidade de 95%);
N_s	é o número total de estratos definido;
N_i	é o número de unidades amostrais potenciais (parcelas amostrais permanentes) no estrato i ;
N	é o número total de unidades amostrais potenciais (parcelas amostrais permanentes);
s_i	é o desvio padrão no estrato i ;
A	é o erro permissível na média;
C_i	é o custo da seleção de uma parcela amostral no estrato i .
$W_i = N_i/N_s$	

O número de parcelas deve ser alocado entre os estratos

$$n_h = n \bullet p_i \quad \text{e} \quad p_i = \left(W_i s_i / \sqrt{C_i} \right) / \left(\sum_{i=1}^{N_s} W_i s_i / \sqrt{C_i} \right) \quad (\text{M.2})$$



Onde:

N_i é o número de amostras a ser alocado no estrato i .

O erro permissível é um valor para cada parcela estimado como $\pm 10\%$ do estoque médio de carbono da biomassa por parcela. Permite-se que o tamanho da amostra mude no futuro, caso haja variação nas mudanças no estoque de carbono.

(c) Alocação das parcelas

A alocação das parcelas amostrais permanentes nas unidades geográficas ou nos locais de plantio deve ser feita selecionando-se um início aleatório e atribuindo-se as parcelas aos locais de plantio. Dentro de cada unidade geográfica ou local de plantio, as parcelas devem ser localizadas sistematicamente, com um número de parcelas correspondente ao local do plantio, sobrepondo-se uma rede ao mapa do local.

(d) Área da parcela

A área da parcela tem uma grande influência na intensidade da amostragem e nos recursos gastos nas medições de campo. Ela depende da densidade da formação. Portanto, aumentar a área da parcela diminui a variabilidade entre duas amostras. De acordo com Freese (1962)¹⁶, a relação entre a área da parcela e seu coeficiente de variação pode ser indicada do seguinte modo.

$$CV_2^2 = CV_1^2 \sqrt{P_1/P_2} \quad (M.3)$$

Onde P_1 e P_2 representam as áreas das parcelas e seus coeficientes de variação (CV) correspondentes. Assim, um aumento da área da parcela reduz a variação entre as parcelas e possibilita o uso de um tamanho pequeno da amostra com o mesmo nível de precisão. O coeficiente de variação da área basal aumenta à medida que o tamanho da parcela amostral diminui para menos de 0,4 ha. Portanto, as áreas dos diferentes estratos devem ser usadas para determinar a área amostral ótima que minimiza o coeficiente de variação. A relação entre o tamanho da parcela e o tamanho da amostra pode ser usada para determinar a estratégia de amostragem que minimiza o custo do monitoramento.

(e) Localização da parcela

As parcelas devem ser localizadas de forma sistemática, com a localização de início aleatório permitindo uma representação uniforme dos substratos e estratos da área do projeto. A localização da parcela deve ser marcada com o uso de marcadores permanentes ou do GPS. O uso das coordenadas do GPS facilita a identificação das parcelas.

Dependendo da densidade da vegetação, o tamanho das parcelas pode variar de 100 m² para formações densas a 1000 m² para formações abertas. Se um estrato consistir de várias unidades geográficas dispersas, o número de parcelas e a área média das parcelas serão estimados do seguinte modo:

- A área do estrato é dividida pelo número de parcelas para estimar a área média por parcela; e
- A área de cada local de plantio deve ser dividida pela área média da parcela e arredondada para o número inteiro mais próximo.

¹⁶ Freese, F. 1962. Elementary Forest Sampling. USDA Handbook 232. GPO Washington, DC. 91 pp.



3. Cálculo das remoções líquidas *ex post* de gases de efeito estufa por sumidouros na linha de base, se necessário

Nesta metodologia, não há necessidade de monitorar a linha de base.

4. Dados a serem coletados e arquivados para as remoções líquidas de gases de efeito estufa por sumidouros na linha de base

Nesta metodologia, não há necessidade de monitorar a linha de base.

5. Cálculo das remoções líquidas reais *ex post* de gases de efeito estufa por sumidouros

As mudanças nos estoques de carbono desde o início do projeto são representadas como a seguir.

$$\Delta C_{ACTUAL,t} = \sum_i \sum_j \sum_k [\Delta C_{ijk,t} - GHG_{E,t}] \quad (M.4)$$

Onde:

$\Delta C_{ACTUAL,t}$	são as remoções líquidas reais de gases de efeito estufa por sumidouros, em t CO ₂ eq ano ⁻¹ para o ano <i>t</i> ;
$\Delta C_{ijk,t}$	é a mudança anual média nos reservatórios de carbono para o estrato <i>i</i> , substrato <i>j</i> , espécie <i>k</i> , em t CO ₂ ano ⁻¹ para o ano <i>t</i> ;
$GHG_{E,t}$	são as emissões de gases de efeito estufa por fontes dentro do limite do projeto resultantes da execução de uma atividade de projeto de F/R no âmbito do MDL, em t CO ₂ eq ano ⁻¹ para o ano <i>t</i> ;
<i>t</i>	é o ano 1 até o final do período de obtenção de créditos;
<i>i</i>	é o estrato;
<i>j</i>	é o substrato (classe de idade);
<i>k</i>	é a espécie.

(a) Mudanças verificáveis nos estoques de carbono dos reservatórios de carbono

Esta metodologia cobre o monitoramento dos seguintes reservatórios:

1. Biomassa acima do solo
 - a. Componente arbóreo;
 - b. Componente não-arbóreo;
2. Biomassa abaixo do solo;
3. Madeira morta;
4. Serapilheira; e
5. Solo.

As mudanças verificáveis nos estoques de carbono da biomassa *ex post* devem ser calculadas aplicando-se o método da mudança de estoque aos dados coletados nos intervalos de monitoramento.

$$\Delta C_{ijk,t} = [\Delta C_{AB_{ijk,t}} + \Delta C_{BB_{ijk,t}} + \Delta C_{DW_{ijk,t}} + \Delta C_{L_{ijk,t}} + \Delta C_{SOC_{ijk,t}}] \cdot [44/12] \quad (M.5)$$



MDL – Conselho Executivo

AR-AM0002/Versão 1

Escopo setorial: 14

19 de maio de 2006

Onde:

$\Delta C_{ijk,t}$ são as mudanças anuais verificáveis no estoque de carbono dos reservatórios para o estrato i , substrato j , espécie k , em t CO₂eq ano⁻¹ para o ano t ;

$\Delta C_{AB,ijk,t}$ são as mudanças anuais verificáveis no estoque de carbono da biomassa acima do solo para o estrato i , substrato j , espécie k , em t C ano⁻¹ no ano t ;

$\Delta C_{BB,ijk,t}$ são as mudanças anuais médias no estoque de carbono da biomassa abaixo do solo para o estrato i , substrato j , espécie k , em t C ano⁻¹ no ano t ;

$\Delta C_{DW,ijk,t}$ são as mudanças anuais médias no estoque de carbono da madeira morta para o estrato i , substrato j , espécie k , em t C ano⁻¹ no ano t ;

$\Delta C_{L,ijk,t}$ são as mudanças anuais médias no estoque de carbono da serapilheira para o estrato i , substrato j , espécie k , em t C ano⁻¹ no ano t ;

$\Delta C_{SOC,ijk,t}$ são as mudanças anuais médias no estoque de carbono da matéria orgânica do solo para o estrato i , substrato j , espécie k , em t C ano⁻¹ no ano t ;

44/12 é a razão dos pesos moleculares do carbono e do CO₂, sem dimensão.

Tabela 5: Direção da mudança nos reservatórios de carbono *ex post* do projeto

Terra degradada	BAS-arbórea	BAS-não-arbórea	Biomassa abaixo do solo	Madeira morta	Serapilheira	Solo
Tamanho do reservatório	Significativo	Herbáceas – insignificante Arbustos – significativo/ insignificante	Significativo	Período inicial – insignificante Período final – significativo	Significativo	Significativo ao longo do período de 10 a 20 anos
Direção da mudança	Aumento	Aumento/ sem mudança	Aumento	Aumento	Aumento	Aumento
Mudança líquida esperada no estoque de carbono	Positiva	Positiva/ sem mudança	Positiva	Positiva	Positiva	Positiva
Reservatório de carbono a ser medido	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Observação: BAS – Biomassa acima do solo

a.1 Mudanças nos estoques de carbono da biomassa acima do solo

As mudanças nos estoques de carbono reais *ex post* da biomassa acima do solo devem ser calculadas a partir dos dados de inventário e medição coletados em dois intervalos de monitoramento consecutivos.

$$\Delta C_{AB,ijk,t} = (C_{AB,m_2,ijk} - C_{AB,m_1,ijk}) / T_B \quad (\text{M.6})$$



$$C_{AB,m,ijk} = A_{m,ijk} \cdot MC_{AB_m,ijk} \quad (\text{M.7})$$

Onde:

$\Delta C_{AB,ijk,t}$	são as mudanças anuais médias no estoque de carbono da biomassa acima do solo para o estrato i , substrato j , espécie k , em t C ano ⁻¹ no ano t ;
$C_{AB,m2,ijk}$	é o estoque de carbono da biomassa acima do solo para o estrato i , substrato j , espécie k , calculado no evento de monitoramento m_2 , em t C;
$C_{AB,m1,ijk}$	é o estoque de carbono da biomassa acima do solo para o estrato i , substrato j , espécie k , calculado no evento de monitoramento m_1 , em t C;
$A_{m,ijk}$	é a área do estrato i , substrato j , espécie k , no evento de monitoramento m , em ha;
$MC_{AB,m,ijk}$	é o estoque de carbono médio da biomassa acima do solo para o estrato i , substrato j , espécie k no evento de monitoramento m , em t C ha ⁻¹ ;
T_B	é o tempo em anos entre os eventos de monitoramento m_2 e m_1 do monitoramento da biomassa.

O estoque de carbono médio da biomassa acima do solo é a soma das mudanças nos componentes arbóreo e não-arbóreo.

$$MC_{AB,m,ijk} = MC_{AB_Tree,m,ijk} + MC_{AB_Ntree_Shrub,m,ijk} + MC_{AB_Ntree_Herb,m,ijk} \quad (\text{M.8})$$

Onde:

$MC_{AB_Tree,m,ijk}$	é o estoque médio de carbono da biomassa arbórea acima do solo no estrato i , substrato j , espécie k , no evento de monitoramento m , em t C ha ⁻¹ ;
$MC_{AB_Ntree_Shrub,m,ijk}$	é a mudança anual média no estoque de carbono do componente dos arbustos não-arbóreos acima do solo no estrato i , substrato j , espécie k , no evento de monitoramento m , em t C ha ⁻¹ ;
$MC_{AB_Ntree_Herb,m,ijk}$	é a mudança anual média no estoque de carbono do componente das herbáceas não-arbóreas acima do solo no estrato i , substrato j , espécie k , no evento de monitoramento m , em t C ha ⁻¹ .

Os procedimentos de monitoramento a serem usados no cálculo das mudanças nos estoques de carbono dos componentes arbóreo e não-arbóreo da biomassa acima do solo são apresentados abaixo.

O estoque médio de carbono da biomassa arbórea, dos arbustos e das herbáceas para cada estrato deve ser calculado por meio da média das parcelas em um estrato ou substrato, conforme descrito abaixo.

$$MC_{AB_Tree,m,ijk} = \frac{\sum_{p=1}^{P_{ijk}} C_{AB_Tree,m,ijk,p}}{P_{ijk}} \quad (\text{M.9})$$



$$MC_{AB_NTree_Shrub,m,ijk} = \frac{\sum_{p=1}^{P_{ijk}} C_{AB_NTree_Shrub,m,ijk,p}}{P_{ijk}} \quad (M.10)$$

Observação: os subscritos ij referem-se aos estratos e substratos das espécies de árvores plantadas.

$$MC_{AB_NTree_Herb,m,ijk} = \frac{\sum_{p=1}^{P_{ijk}} C_{AB_NTree_Herb,m,ijk,p}}{P_{ijk}} \quad (M.11)$$

Observação: os subscritos ij referem-se aos estratos e substratos das espécies de árvores plantadas.

Onde:

$C_{AB_Tree,m,ijk,p}$	é o estoque de carbono das árvores acima do solo no nível da parcela no estrato i , substrato j , espécie k , no evento de monitoramento m , em t C ha ⁻¹ ;
$MC_{AB_Ntree_Shrub,m,ijk,p}$	é o estoque de carbono dos arbustos não-arbóreos acima do solo no nível da parcela no estrato i , substrato j , espécie k , no evento de monitoramento m , em t C ha ⁻¹ ;
$MC_{AB_Ntree_Herb,m,ijk,p}$	é o estoque de carbono das herbáceas não-arbóreas acima do solo no nível da parcela no estrato i , substrato j , espécie k , no evento de monitoramento m , em t C ha ⁻¹ ;
p	é o número de parcelas no estrato i , substrato j , espécie k ;
P_{ijk}	é o número de parcelas no estrato i , substrato j , espécie k .

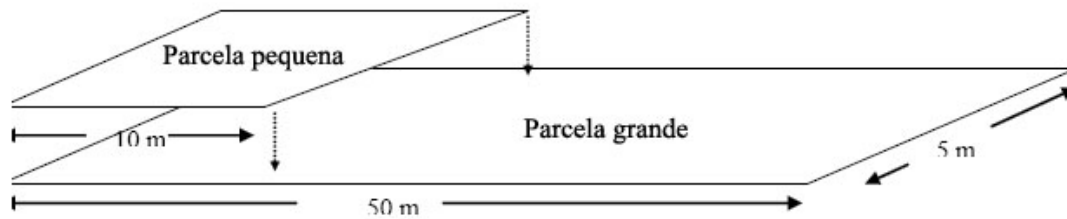
a.1.1 Biomassa arbórea acima do solo (C_{AB_Tree})

As mudanças na biomassa arbórea são calculadas a partir dos dados do monitoramento das árvores nas parcelas amostrais permanentes. As parcelas são estabelecidas ao longo de transectos, e o diâmetro na altura do peito (DBH) a 1,3 m é medido. Além da medição do diâmetro, a altura das árvores mais altas é medida para confirmar a classe do local. Devem ser realizadas verificações periódicas dos dados, verificando-se a altura das árvores.

As parcelas aninhadas são adequadas ao monitoramento das mudanças nos diâmetros e na densidade das formações. Uma parcela aninhada consiste em pequenas parcelas aninhadas em uma parcela grande. As parcelas grandes devem ter pelo menos 10 caules em uma formação com pouco estoque. Todos os caules acima de 10 cm de DBH são medidos e registrados na parcela. Isso representa uma área de 250 m² (10 X 25 m² por caule). Parcelas pequenas são usadas para registrar os caules de dimensões pequenas (por exemplo, ≤ 10 cm DBH, ≥ 2 cm). O tamanho de uma parcela pequena é de 50 m² (10m X 5m) e deve captar pelo menos 10 caules (**Figura 1**). Como as parcelas pequenas e grandes medem o mesmo número de caules por parcela, a variabilidade entre as parcelas em t C/ha é quase a mesma para ambos os tamanhos de parcela.



Figura 1: Disposição da parcela aninhada



Para obter com eficiência uma amostra da vegetação, as medições na parcela aninhada podem começar em um canto e moverem-se em uma direção N/S ou L/O especificada. Os estoques de biomassa do componente arbóreo devem ser estimados com o uso de medições do diâmetro na altura do peito (DBH) e da altura. As medições em dois intervalos de monitoramento permitem a estimativa das mudanças na biomassa com o uso do método da mudança de estoque. Devem-se usar equações alométricas disponíveis localmente, ou equações para a classe do local e espécie devem ser desenvolvidas por meio de amostragem destrutiva.

(1) Método da equação alométrica

As equações alométricas locais e específicas da espécie devem receber prioridade. Na ausência de equações alométricas locais, caso sejam consideradas equações alométricas desenvolvidas a partir de dados de bioma, essas equações devem ser verificadas por meio de comparação com as estimativas da biomassa de árvores de diferentes classes de diâmetro cortadas destrutivamente dentro da área do projeto. Se a biomassa estimada a partir das árvores cortadas estiver dentro de $\pm 10\%$ do previsto pela equação, a equação selecionada poderá ser considerada adequada ao projeto. Se esse não for o caso, recomenda-se desenvolver equações alométricas locais para uso do projeto a partir da amostragem destrutiva de árvores selecionadas aleatoriamente em cada classe de idade.

Etapla 1: O diâmetro na altura do peito (DBH) e preferencialmente a altura das árvores acima de um DBH mínimo nas parcelas representativas dos estratos devem ser medidos.

Etapla 2: As espécies de árvores dominantes que cobrem todas as classes de diâmetro são selecionadas e seu DBH e altura são medidos. Uma árvore padrão com DBH médio, altura, diâmetro da copa e altura da copa viva deve ser selecionada para calcular a área basal média ou o volume médio.

Etapla 3: As medições do peso seco dos componentes arbóreos são registradas para calcular a biomassa acima e abaixo do solo da árvore padrão.

Etapla 4: O estoque de carbono da biomassa acima do solo por árvore pode ser estimado relacionando-se a biomassa ao DBH ou ao DBH e à altura, com o uso de equações alométricas selecionadas aplicadas às medições das árvores na Etapla 1, e multiplicando-se a fração de carbono da biomassa da árvore.

$$C_{AB_Tree_k} = f(DBH_k, H_k) \bullet CF_k \quad (M.12)$$



Onde:

$C_{AB_Tree_k}$ é o estoque de carbono da biomassa arbórea acima do solo da espécie k , em t.m.s. ha⁻¹;
 $f(DBH_k, H_k)$ é a equação alométrica que relaciona o volume negociável ao diâmetro na altura do peito (DBH) médio, em metros, e à altura da árvore (H), em metros.

Etapa 5: O carbono da biomassa acima do solo por parcela, com base em cada área, deve ser calculado somando-se o carbono da biomassa por árvore dentro de cada parcela e multiplicando-o pelo fator de expansão da parcela, que é proporcional à área da parcela de medição, e então dividindo-o por 1.000 para fazer a conversão de quilos em toneladas.

$$C_{AB_Tree,m,ijk,p} = \left(\frac{\sum_{tr=1}^{TR} C_{AB,Tree,m,ijk} \cdot XF}{1000} \right) \quad (M.13)$$

$$XF = \frac{10,000}{A_p} \quad (M.14)$$

Onde:

C_{AB_Tree,m,k,p_k} é o estoque de carbono, no nível da parcela, das árvores acima do solo no estrato i , subestrato j , espécie k , parcela p no evento de monitoramento m , em t C ha⁻¹;
 XF é o fator de expansão que representa o valor por parcela em relação ao valor por hectare;
 A_p é a área da parcela em m²;
 tr é a árvore (TR = número total de árvores na parcela).

Etapa 6: O estoque médio de carbono da biomassa arbórea para cada estrato é calculado, obtendo-se a média das parcelas de um estrato ou subestrato, e é representado na equação M.9.

(2) Método do fator de expansão da biomassa

As mudanças na biomassa arbórea acima do solo devem ser avaliadas com o uso de dados do diâmetro na altura do peito (DBH), da altura, conforme verificada no evento de monitoramento, e dos fatores de expansão da biomassa das espécies.

Etapa 1: O diâmetro na altura do peito (DBH) acima de um valor do patamar mínimo e a altura da árvore medida devem ser usados para estimar o volume negociável.

Etapa 2: O volume do componente comercial das árvores baseado nas equações derivadas localmente deve ser calculado e somado para todas as árvores dentro de uma parcela, expresso como volume por área unitária (m³/ha).

Etapa 3: O fator de expansão da biomassa (BEF) necessário para converter o volume negociável em biomassa acima do solo e biomassa abaixo do solo deve ser obtido em publicações. Como os fatores de expansão da biomassa (BEF) dependem da idade, com as formações jovens correspondendo ao



BEF grande e as formações antigas, ao BEF pequeno, deve-se ter cautela no uso de fatores de expansão genéricos.

Etapa 4: O volume negociável do componente da biomassa arbórea acima do solo é multiplicado pela densidade básica da madeira, pelo fator de expansão da biomassa da espécie e pela fração de carbono da biomassa arbórea para estimar o estoque de carbono da biomassa arbórea acima do solo.

$$C_{AB_Tree_{m,ijk,p}} = V_{Tree_{m,ijk,p}} \bullet D_k \bullet BEF_{jk} \bullet CF_k \quad (M.15)$$

Onde:

$C_{AB_Tree_{m,ijk}}$	é o estoque de carbono da biomassa arbórea acima do solo no estrato i , substrato j , espécie k , parcela p no evento de monitoramento m , em t C ha ⁻¹ ;
$V_{tree_{m,ijk,p}}$	é o volume arbóreo negociável do estrato i , substrato j , espécie k , parcela p no evento de monitoramento m , em t m ³ ha ⁻¹ ;
D_k	é a densidade básica da madeira da espécie k , em t.m.s. m ⁻³ ;
BEF_{jk}	é o fator de expansão da biomassa para a espécie k , a fim de converter o volume negociável em biomassa acima do solo, sem dimensão;
CF_k	é a fração de carbono da biomassa arbórea acima do solo da espécie k , sem dimensão.

a.1.2 Biomassa não-arbórea (C_{AB_Ntree})

A biomassa não-arbórea compreende a biomassa dos arbustos e das herbáceas. É possível omitir a biomassa lenhosa não-arbórea na estimativa *ex ante*, desde que isso seja conservador. Se a biomassa não-arbórea for monitorada, recomenda-se usar as definições locais de biomassa das herbáceas e dos arbustos. As definições da OBP-UTMUTF podem ser usadas, se definições locais não estiverem prontamente disponíveis.

Biomassa dos arbustos

Constitui boa prática estimar os fatores de remoção para os arbustos e plantas perenes lenhosas com o uso de dados locais ou com a adoção de fatores padrão de acúmulo de carbono para os arbustos que sejam pertinentes ao projeto. Se o componente dos arbustos for significativo, as regressões da biomassa dos arbustos devem ser desenvolvidas como parte do processo de monitoramento.

Etapa 1: Estimativa do estoque de carbono da biomassa dos arbustos ($C_{AB_Ntree_Shrub,p}$)

Subetapa 1a: Para os arbustos pequenos, a medição da biomassa deve ser feita com o uso de métodos destrutivos. Uma parcela pequena de 0,3m a 1,0m de raio poderia ser estabelecida na parcela amostral permanente e toda a vegetação dos arbustos seria cortada, pesada e secada para estimar a biomassa seca.

Subetapa 1b: Para os arbustos pequenos, os parâmetros de altura e diâmetro devem ser medidos para estimar a biomassa. Se não houver equações alométricas prontamente disponíveis, constitui *boa prática* desenvolver equações alométricas ou adotar as equações alométricas existentes e disponíveis na região. As equações alométricas para os arbustos podem ser construídas com o uso de variáveis como o diâmetro na base (DB), altura do arbusto (H), área de copa (CA) e número de caules (N).



$$C_{AB_NTree_Shrub_{ijk,p}} = f_k(DB, H, CA, N) \bullet CF_{Shrub} \quad (M.16)$$

Observação: nesta metodologia, *ij* refere-se aos arbustos presentes no estrato e substrato (classe de idade) das espécies de árvores plantadas.

Onde:

$C_{AB_NTree_Shrub_{m,ijk,p}}$ é o estoque de carbono da biomassa dos arbustos acima do solo para as árvores do estrato *i*, substrato *j*, espécie *k*, parcela *p* no evento de monitoramento *m*, em t C ha⁻¹;

$f_k(DB, H, CA, N)$ é a equação alométrica que relaciona a biomassa acima do solo (m.s. ha⁻¹) dos arbustos ao diâmetro na base (DB), altura dos arbustos (H), área de copa (CA) e número de caules por hectare (N);

CF_{Shrub} é a fração de carbono da biomassa dos arbustos acima do solo, sem dimensão.

Etapa 2: Estimativa do estoque de carbono da biomassa das herbáceas ($C_{AB_NTree_Herb,p}$)

A biomassa das herbáceas representa uma pequena proporção do reservatório total de biomassa no projeto e com frequência é maior ou comparável à biomassa das herbáceas observada no cenário da linha de base. Em tais situações, a biomassa das herbáceas precisa ser monitorada, considerando-se os custos de monitoramento envolvidos. Contudo, quando se estimar a biomassa das herbáceas, as seguintes etapas devem ser seguidas.

Subetapa 2a: Uma estrutura circular de 0,30 a 1,00m de raio ou uma estrutura quadrada de 0,30 a 1,00m são usadas para coletar a biomassa herbácea, registrando-se o peso úmido.

Subetapa 2b: A biomassa é seca ao forno e uma análise de laboratório é feita para estimar o teor de carbono.

Subetapa 2c: Para estimar o carbono da serapilheira seca em toneladas por ha, o carbono da etapa 2b é multiplicado pelo fator de expansão (10.000 m²/área da parcela em m²).

$$C_{AB_NTree_Herb_{ijk,p}} = C_{AB_NTree_Herb_wet_{ijk,p}} \bullet (1 - MP_{ijk}) \bullet (1/a_{ijk}) \bullet (1/100) \quad (M.17)$$

Onde:

$C_{AB_NTree_Herb_{ijk,p}}$ é o carbono da biomassa seca das herbáceas acima do solo para o estrato *i*, substrato *j* (classe de idade) e espécie de árvore *k* para a parcela *p*, em t C ha⁻¹;

$C_{AB_NTree_Herb_wet_{ijk,p}}$ é o carbono da biomassa úmida das herbáceas acima do solo para o estrato *i*, substrato *j* (classe de idade) e espécie de árvore *k* para a parcela *p*, em g·m⁻²;

a_{ijk} é a área da estrutura de amostragem para o estrato *i*, substrato *j* (classe de idade das árvores) e espécie de árvore *k*, em m²;

MP_{ijk} é a fração de peso da umidade na biomassa das herbáceas para o estrato *i*, substrato *j* (classe de idade das árvores) e espécie de árvore *k* (0 a 1) [(peso úmido – peso seco)/peso úmido].



Subetapa 2d: O estoque de carbono médio da biomassa das herbáceas para cada estrato é calculado por meio da média das parcelas em um estrato ou substrato e é representado na equação M.11.

a.2 Biomassa abaixo do solo (C_{BB})

O reservatório de biomassa abaixo do solo pode ser estimado a partir da biomassa acima do solo, com o uso da razão raiz-parte aérea. Essa razão deve ser calculada com base nos dados de amostragem destrutiva ou obtida em estudos locais/nacionais que reflitam fielmente as condições da atividade do projeto. Se não houver dados locais/nacionais, deve-se usar o valor da raiz-parte aérea contido na Orientação de Boas Práticas em UTMUTF (IPCC 2003).

Etapa 1: O estoque de carbono da biomassa abaixo do solo é calculado como o produto da biomassa acima do solo dos componentes arbóreos, dos arbustos e das herbáceas e da razão raiz-parte aérea das espécies nos respectivos componentes.

$$C_{BB,m,ijk} = A_{m,ijk} \bullet MC_{BB,m,ijk} \quad (\text{M.18})$$

$$MC_{BB,m,ijk} = A_{m,ijk} [MC_{AB_Tree_{m,ijk}} \bullet R_{T,jk}] + [MC_{AB_NTree_Shrub_{m,ijk}} \bullet R_S] + C_{AB_NTree_Herb_{m,ijk}} \bullet R_H \quad (\text{M.19})$$

Onde:

$A_{m,ijk}$	é a área do estrato i , substrato j , espécie k no tempo de monitoramento m , em ha;
$MC_{BB,m,ijk}$	é o estoque de carbono médio da biomassa abaixo do solo para o estrato i , substrato j , espécie de árvore k no tempo de monitoramento m , em t C ha ⁻¹ ;
$R_{T,jk}$	é a razão raiz-parte aérea para a espécie de árvores k , classe de idade j , sem dimensão;
R_S	é a razão raiz-parte aérea para os arbustos, sem dimensão;
R_H	é a razão raiz-parte aérea para as herbáceas, sem dimensão.

Etapa 2: A mudança anual média no estoque de carbono da biomassa abaixo do solo é estimada com base nos dados da medição do estoque de carbono em dois intervalos de monitoramento.

$$\Delta C_{BB,ijk,t} = (C_{BB,m_2,ijk} - C_{BB,m_1,ijk}) / T_B \quad (\text{M.20})$$

Onde:

$\Delta C_{BB,ijk,t}$	é a mudança anual média no estoque de carbono da biomassa abaixo do solo no estrato i , substrato j , espécie k , em t C ano ⁻¹ no ano t ;
$C_{BB,m_2,ijk}$	é o estoque de carbono da biomassa abaixo do solo para o estrato i , substrato j , espécie k , calculado no evento de monitoramento m_2 , em t C;
$C_{BB,m_1,ijk}$	é o estoque de carbono da biomassa abaixo do solo para o estrato i , substrato j , espécie k , calculado no evento de monitoramento m_1 , em t C;
T_B	é o tempo em anos entre os eventos de monitoramento m_2 e m_1 do monitoramento da biomassa.



a.3 Madeira morta (B_{DW})

A madeira morta observada no campo compreende dois componentes – a *madeira morta em pé* e a *madeira morta caída*. Considerando-se as diferenças entre os dois componentes, procedimentos distintos de amostragem e estimativa devem ser usados para calcular as mudanças na biomassa da madeira morta dos dois componentes.

Além dos componentes da madeira morta em pé e caída que podem ser observados no campo, a madeira morta também ocorre abaixo do solo. A madeira morta abaixo do solo tem taxas de decomposição diferentes das da madeira morta em pé e caída. A madeira morta abaixo do solo do projeto deve contribuir para os aumentos nos estoques de carbono. Portanto, não contabilizar esses componentes é considerado conservador no âmbito desta metodologia.

$$\Delta C_{DW_{ijk,t}} = (C_{DW_{m2,ijk}} - C_{DW_{m1,ijk}}) / T_{DW} \quad (\text{M.21})$$

$C_{DW_{ijk,t}}$	é a mudança anual média na biomassa da madeira morta no estrato i , substrato j , espécie k , em t C;
$C_{DW_{m2,ijk}}$	é o estoque de carbono da madeira morta no estrato i , substrato j , espécie k no evento de monitoramento m_2 , em t C;
$C_{DW_{m1,ijk}}$	é a mudança na biomassa da madeira morta no estrato i , substrato j , espécie k no evento de monitoramento m_1 , em t C;
T_{DW}	é o intervalo de monitoramento para a madeira morta, $T_{DW} = T_B = m_2 - m_1$, em anos.

Os métodos a serem seguidos na medição da biomassa na madeira morta em pé e da madeira morta caída são descritos abaixo.

$$C_{DW_{m,ijk}} = [B_{SDW_{m,ijk}} + B_{LDW_{m,ijk}}] \cdot CF_{DW} \quad (\text{M.22})$$

Onde:

$C_{DW_{m,ijk}}$	é o estoque de carbono na biomassa da madeira morta no estrato i , substrato j , espécie k no evento de monitoramento m , em t C;
$B_{SDW_{m,ijk}}$	é a biomassa da madeira morta em pé no estrato i , substrato j , espécie k no evento de monitoramento m , em t.m.s.;
$B_{LDW_{m,ijk}}$	é a biomassa da madeira morta caída no estrato i , substrato j , espécie k no evento de monitoramento m , em t.m.s.;
CF_{DW}	é a fração de carbono da madeira morta, sem dimensão.

(1) Madeira morta em pé

Etapla 1: As árvores mortas em pé devem ser medidas com o uso dos mesmos critérios e frequência de monitoramento usados para medir as árvores vivas. A porção decomposta que corresponda à biomassa viva original é descontada.

Etapla 2: A classe de decomposição da árvore morta e o diâmetro na altura do peito devem ser registrados, e a madeira morta em pé, categorizada nas quatro classes de decomposição seguintes.

1. Árvore com galhos e ramos que parece uma árvore viva (exceto pelas folhas)
2. Árvore sem ramos mas com galhos pequenos e grandes
3. Árvore apenas com galhos grandes



4. Apenas o tronco, sem galhos

Etapa 3: A biomassa deve ser estimada com o uso da equação alométrica para as árvores vivas na classe de decomposição 1. Quando o tronco estiver nas classes de decomposição 2, 3 ou 4, recomenda-se limitar a estimativa da biomassa ao tronco principal da árvore.

Etapa 4: O volume da madeira morta é convertido em biomassa com o uso da classe adequada de densidade da madeira morta. Se a árvore morta em pé não tiver topo, mede-se a altura do caule remanescente e estima-se o diâmetro do topo como a razão do diâmetro do topo em relação ao diâmetro basal.

(2) *Madeira morta caída*

O reservatório de madeira morta caída é altamente variável nas formações jovens e aumenta à medida que a formação cresce. Se houver uma quantidade insignificante de madeira morta caída, observada nos estágios iniciais de uma formação, o monitoramento poderia ser feito no segundo período de monitoramento ou nos períodos de monitoramento seguintes. As informações sobre a ocorrência de madeira morta caída podem ser avaliadas a partir das pesquisas das parcelas.

Etapa 1: Deve-se fazer a amostragem da madeira morta caída com o uso do método de intersecção linear (Harmon e Sexton, 1996)¹⁷. Duas linhas de 50 metros são estabelecidas, bi-seccionando cada parcela, e os diâmetros da madeira morta (≥ 5 cm de diâmetro) que cruza as linhas são medidos.

Etapa 2: A madeira morta é atribuída a um dos três estados de densidade (boa, intermediária e podre).

Etapa 3: O volume da madeira morta caída por área unitária é calculado com o uso da equação (Warren e Olsen, 1964)¹⁸:

$$V_{LDWm,ijk} = 9.869 \cdot (D_{ijk}^2 / 8) \cdot L \quad (\text{M.23})$$

Onde:

$V_{LDW,m,ijk}$	é o volume da madeira morta caída no estrato i , substrato j , espécie k , em m^3/m^2 ;
D_{ijk}^2	é o diâmetro quadrado de pedaços de madeira morta no estrato i , substrato j , espécie k ;
L	é o comprimento do transecto, em m.

Etapa 4: O volume da madeira morta caída deve ser convertido em biomassa com o uso da seguinte relação.

$$B_{LDW_{m,ijk}} = A_{ijk} \cdot \sum_{dc=1}^3 V_{LDW,m,ijk} \cdot D_{DW,dc} \cdot 10 \quad (\text{M.24})$$

¹⁷ Harmon, M.E. e J. Sexton. (1996) Guidelines for Measurements of Woody Detritus in Forest Ecosystems. US LTER Publication No. 20. US LTER Network Office, University of Washington, Seattle, WA, USA.

¹⁸ Warren, W.G e Olsen, P.F. (1964) A line transect technique for assessing logging waste, *Forest Science* 10: 267-276.



Onde:

$B_{LDW,m,ijk}$	é a biomassa da madeira morta caída no estrato i , subestrato j , espécie k no evento de monitoramento m , em t.m.s.;
$D_{DW,dc}$	é a densidade básica da madeira morta nas classes de densidade – boa (1), intermediária (2) e podre (3), em kg.m.s/m ³ ;
A_{ijk}	é a área do estrato i , subestrato j , espécie k , em ha.

a.4 Serapilheira (C_L)

A serapilheira compreende toda a biomassa morta com menos de 10 cm de diâmetro e folhas, ramos, grama seca e pequenos galhos mortos. O acúmulo de serapilheira é uma função da quantidade anual de queda de serapilheira menos a taxa anual de decomposição. Durante os estágios iniciais do desenvolvimento da formação, a serapilheira aumenta rapidamente e se estabiliza nos estágios posteriores. Portanto, amostras de serapilheira devem ser coletadas no mesmo período do ano a fim de contabilizar as influências naturais e antrópicas no acúmulo de serapilheira e eliminar os efeitos sazonais.

Etapa 1: Deve-se tomar amostras da serapilheira com o uso de uma estrutura circular de 30 cm de raio. A estrutura é colocada em quatro locais nos cantos da parcela dentro da mesma parcela aninhada (10m X 5m).

Etapa 2: Em cada local, toda a serapilheira (folhas, frutos, pequenos pedaços de madeira, etc.) que caia dentro da estrutura deve ser coletada, misturando-se a serapilheira dos quatro locais para se obter uma amostra representativa e medir o peso úmido da biomassa.

Etapa 3: A serapilheira é seca ao forno e pesada para determinar o peso seco. A fração de umidade do peso da biomassa é estimado, calculando-se a diferença entre os pesos seco e úmido em relação ao peso úmido da biomassa da serapilheira.

Etapa 4: A biomassa úmida é seca ao forno para se estimar a biomassa seca. Para estimar a biomassa seca da serapilheira, em toneladas por hectare, multiplica-se a biomassa úmida da serapilheira pela proporção de umidade e pelo fator de expansão para o tamanho da parcela, a fim de se calcular a biomassa da serapilheira por hectare (10.000 m²/área da parcela em m²).

$$C_{L,m,ijk} = A_{ijk} \cdot C_{L_wet,m,ijk} \cdot (1 - MP_L) \cdot (1/a_{ijk}) \cdot (1/100) \quad (M.25)$$

Onde:

$C_{L,m,ijk}$	é o carbono na biomassa seca da serapilheira no tempo de monitoramento m , em t C;
$C_{L_wet,m,ijk}$	é o carbono na biomassa úmida da serapilheira no tempo de monitoramento m , em g.m ⁻² ;
MP_L	é a fração de peso da umidade da biomassa da serapilheira (0 a 1) [(peso úmido – peso seco)/peso úmido], sem dimensão;
a_{ijk}	é a área da estrutura de amostragem, em m ² .

Etapa 5: Deve-se calcular a mudança anual média no estoque de carbono da serapilheira a partir dos dados dos dois intervalos de monitoramento. Como recomendado na Orientação de Boas Práticas em



UTMUTF (Capítulo 3.2, p. 3.35), a massa seca da serapilheira é convertida em carbono, usando-se 0,370 como valor padrão¹⁹ em vez da fração de carbono padrão (0,5) usada para a biomassa.

$$\Delta C_{L,ijk,t} = [(C_{L,m2,ijk} - C_{L,m1,ijk}) / T_L] \bullet CF_L \quad (\text{M.26})$$

Onde:

$\Delta C_{L,m,ijk,t}$ é a mudança anual média na biomassa da serapilheira no estrato i , substrato j , espécie k no evento de monitoramento m , em t C ano^{-1} ;
 $C_{L,m2,ijk}$ é o estoque de carbono da serapilheira no estrato i , substrato j , espécie k no evento de monitoramento m_2 , em t C ;
 $C_{L,m1,ijk}$ é a mudança na biomassa da serapilheira no estrato i , substrato j , espécie k no evento de monitoramento m_1 , em t C ;
 T_L é o intervalo de monitoramento para a serapilheira, $T_L = m_2 - m_1$, em anos;
 CF_L é a fração de carbono da serapilheira, sem dimensão.

a.5 Carbono do solo (C_{SOC})

Os fluxos do reservatório de carbono do solo para dentro (por meio do crescimento da planta) e para fora (por meio da mineralização), entre dois intervalos de monitoramento, devem ser estimados como a diferença entre as estimativas do estoque de carbono dos dois eventos consecutivos de monitoramento do solo.

$$\Delta C_{SOC,ijk,t} = [(C_{SOC,m2,ijk} - C_{SOC,m1,ijk}) / T_S] \quad (\text{M.27})$$

Onde:

$\Delta C_{SOC,ijk,t}$ é a mudança anual média no estoque de carbono do reservatório de carbono orgânico do solo no estrato i , substrato j , espécie k , em t C ano^{-1} ;
 $C_{SOC,m2,ijk,t}$ é o estoque de carbono no reservatório de carbono orgânico do solo no estrato i , substrato j , espécie k no evento de monitoramento m_2 , em t C ;
 $C_{SOC,m1,ijk,t}$ é o estoque de carbono no reservatório de carbono orgânico do solo no estrato i , substrato j , espécie k no evento de monitoramento m_1 , em t C ;
 T_S é o tempo em anos entre os intervalos de monitoramento do solo m_2 e m_1 .

O estoque de carbono orgânico do solo em cada evento de monitoramento deve ser estimado conforme as etapas descritas abaixo.

Etapla 1: As parcelas amostrais para a amostragem do solo são selecionadas, levando-se em conta o tipo, a profundidade e a densidade aparente do solo nas estimativas.

Etapla 2: O carbono orgânico do solo deve ser medido até uma profundidade de 30 cm, coletando-se amostras do solo com uma sonda. Devem-se coletar amostras dos quatro núcleos e do centro da parcela.

Etapla 3: As amostras de solo coletadas são agregadas para reduzir a variabilidade e peneiradas em peneira de 2mm, misturadas e analisadas em laboratório.

¹⁹ Smith e Heath, 2002.



Etapa 4: Para a análise da densidade aparente, um único núcleo deve ser tomado próximo a um dos núcleos de análise do carbono. As amostras são secas ao forno e pesadas para determinar a densidade aparente, e o peso seco ao forno das amostras de solo deve ser usado para estimar o carbono orgânico do solo.

Etapa 5: A massa de carbono por volume unitário é calculada, multiplicando-se a concentração de carbono (porcentagem de massa) pela densidade aparente (g/cm^3). A densidade aparente equivale ao peso seco ao forno do núcleo de solo dividido pelo volume do núcleo após ter sido descontado o volume da fração grossa de $> 2\text{mm}$.

$$C_{SOC_{m,ijk,p}} = C_{SOC_Sample,m,ijk,p} \cdot BD_{ijk,p} \cdot Depth_{ijk,p} \cdot FC_{ijk,p} \cdot M \quad (\text{M.28})$$

Onde:

$C_{SOC_{m,ijk,p}}$	é o carbono orgânico do solo da parcela no estrato i , subestrato j , espécie k no evento de monitoramento m , em t C ha^{-1} ;
$C_{SOC_Sample,m,ijk,p}$	é o carbono orgânico do solo da amostra na parcela p no estrato i , subestrato j , espécie k , determinado em laboratório, em g C ;
$BD_{ijk,p}$	é a densidade aparente (massa/volume de solo da amostra) da parcela p no estrato i , subestrato j , espécie k , determinada em laboratório no evento de monitoramento m , em t m^{-3} ;
$Depth_{ijk,p}$	é a profundidade do solo em que a amostra do solo é coletada no estrato i , subestrato j , espécie k , em cm ;
$FC_{ijk,p}$	é $1 - (\% \text{ de volume dos fragmentos grossos}/100)$ para ajustar a fração da amostra ocupada pelos fragmentos grossos $> 2 \text{ mm}$ na parcela p no estrato i , subestrato j , espécie k no evento de monitoramento m ;
M	é o multiplicador para converter unidades em t C ha^{-1} .

Etapa 6: Calcular o acúmulo médio de carbono orgânico do solo, reunindo as estimativas do carbono do solo das amostras no intervalo de monitoramento.

$$MC_{SOC_{m,ijk}} = \frac{\sum_{p=1}^{P_{ijk}} C_{SOC_{m,ijk,p}}}{P_{ijk}} \quad (\text{M.29})$$

Onde:

$MC_{SOC_{m,ijk}}$	é o estoque médio de carbono no reservatório de carbono orgânico do solo no estrato i , subestrato j , espécie k no evento de monitoramento m , em t C ha^{-1} ;
$\Delta C_{SOC_{m,ijk,p}}$	é carbono orgânico do solo da parcela p no estrato i , subestrato j , espécie k no evento de monitoramento m , em t C ha^{-1} ;
p	é o número da parcela no estrato i , subestrato j , espécie k ;
P_{ijk}	é o número de parcelas no estrato i , subestrato j , espécie k .

Etapa 7: A mudança no carbono orgânico do solo pode ser estimada comparando-se o acúmulo médio de carbono orgânico do solo entre dois períodos de monitoramento com o uso da Estimativa



Mínima Confiável (RME) (Dawkins 1957)²⁰. Com a abordagem da RME, os resultados do monitoramento das parcelas são reunidos para avaliar a média dos intervalos de monitoramento m_2 e m_1 . A mudança no carbono do solo é calculada, subtraindo-se a estimativa máxima da média no tempo de monitoramento m_1 a partir da estimativa média mínima no evento de monitoramento m_2 . A diferença resultante representa a mudança mínima no carbono médio do solo, com 95% de confiabilidade, entre os intervalos de monitoramento m_2 e m_1 .

$$C_{SOC_{m_2,ijk}} = [MC_{SOC_{ijk}} - 95\%ConfidenceInterval] \bullet A_{ijk} \quad (M.30)$$

$$C_{SOC_{m_1,ijk}} = [MC_{SOC_{ijk}} + 95\%ConfidenceInterval] \bullet A_{ijk} \quad (M.31)$$

Onde:

$C_{SOC_{m_2,ijk}}$ é o carbono orgânico do solo no estrato i , substrato j , espécie k no evento de monitoramento m_2 , em $t\ C\ ha^{-1}$;
 $C_{SOC_{m_1,ijk}}$ é carbono orgânico do solo no estrato i , substrato j , espécie k no evento de monitoramento m_1 , em $t\ C\ ha^{-1}$.

Esta metodologia adota um intervalo de monitoramento do solo entre 10 e 20 anos. Espera-se que o período de 20 anos coincida com o período de obtenção de créditos. Intervalos de monitoramento mais curtos também são permitidos.

(b) Emissões de gases de efeito estufa por fontes

As emissões do projeto decorrem do uso de combustíveis fósseis na realização das atividades de F/R, perda de biomassa não-arbórea no preparo do local, práticas de queima de biomassa e aplicação de fertilizantes.

O aumento das emissões de gases de efeito estufa decorrentes da execução da atividade de projeto de F/R no âmbito do MDL deve ser estimado com o uso da seguinte relação:

$$GHG_{E,t} = E_{FuelBurn,t} + E_{BiomassLoss,t} + E_{BiomassBurn,t} + E_{N_2O_direct_N_fertilizer,t} \quad (M.32)$$

Onde:

$GHG_{E,t}$ é a soma dos aumentos das emissões de gases de efeito estufa dentro do limite do projeto decorrentes da execução da atividade de projeto de F/R proposta no âmbito do MDL, em $t\ CO_2eq\ ano^{-1}$ no ano t ;
 $E_{FuelBurn,t}$ é o aumento das emissões de gases de efeito estufa decorrentes da queima de combustíveis fósseis dentro do limite do projeto, em $t\ CO_2eq\ ano^{-1}$ no ano t ;
 $E_{BiomassLoss,t}$ é o aumento das emissões de gases de efeito estufa decorrentes da perda de biomassa dentro do limite do projeto, em $t\ CO_2eq\ ano^{-1}$ no ano t ;
 $E_{BiomassBurn,t}$ é o aumento das emissões de gases de efeito estufa decorrentes da queima de biomassa dentro do limite do projeto, em $t\ CO_2eq\ ano^{-1}$ no ano t ;
 $E_{N_2O_direct_N_fertilizer,t}$ é o aumento das emissões de N_2O decorrentes da aplicação de fertilizantes nitrogenados dentro do limite do projeto, em $t\ CO_2eq\ ano^{-1}$ no ano t .

²⁰ Dawkins, H.C. (1957) Some results of stratified random sampling of tropical high forest. Seventh British Commonwealth Forestry Conference 7 (iii) 1-12.



b.1 Emissões de CO₂ do uso de combustíveis fósseis no projeto

As emissões do projeto associadas ao uso de combustíveis fósseis nas atividades de projetos de F/R, tais como preparo do solo, transporte e atividades de silvicultura, devem ser calculadas, levando-se em conta o tempo de ocorrência e a duração de cada atividade.

$$E_{FuelBurn,t} = [CSP_{diesel,t} \cdot EF_{diesel} + CSP_{gasoline,t} \cdot EF_{gasoline}] \cdot 0.001 \quad (M.33)$$

Onde:

CSP_{diesel}	é a quantidade do consumo de diesel em litro (l) ano ⁻¹ . Consumo anual médio de diesel estimado com base nos dados do consumo de combustível dos procedimentos padrão de operação;
$CSP_{gasoline}$	é a quantidade do consumo de gasolina no projeto em litro (l) ano ⁻¹ . Consumo anual médio de gasolina estimado com base nos dados do consumo de combustível dos procedimentos padrão de operação;
EF_{diesel}	é o fator de emissão para o diesel, em kg CO ₂ litro ⁻¹ ;
$EF_{gasoline}$	é o fator de emissão para a gasolina, em kg CO ₂ litro ⁻¹ ;
0.001	é o fator de conversão de quilos em toneladas.

b.2 Perda de estoque de carbono na biomassa da vegetação não-arbórea

Supõe-se que uma proporção de vegetação não-arbórea pré-projeto desapareça durante o preparo do local ou em razão da competição com as espécies plantadas. Um pouco de vegetação rebrotará mesmo se a vegetação não-arbórea for removida durante o preparo do local. Portanto, o procedimento de contabilização da perda inicial de biomassa não-arbórea é considerado transparente.

Etapla 1: A área associada à perda de biomassa não-arbórea deve ser estimada com o uso de métodos de amostragem ou com estimativas da área submetida à limpeza e ao espaçamento usados na atividade de F/R do projeto.

Etapla 2: Calcular a quantidade de biomassa perdida com base na área afetada, a biomassa associada à área e a fração de carbono da biomassa.

$$E_{BiomassLoss,i} = \sum_i A_{NT_BiomassLoss,i} \cdot B_{AB_NTree,i} \cdot CF_{NTree} \cdot 44/12 \quad \forall t = 1 \quad (M.34)$$

$$E_{BiomassLoss,t} = 0 \quad \forall t > 1$$

Onde:

$A_{NT_Biomass_Loss,i}$	é a área da perda de biomassa no estrato i , em ha;
$B_{AB_NTree,i}$	é o estoque médio de biomassa da vegetação não-arbórea em terra a ser plantada antes do início de uma atividade de projeto de F/R proposta no âmbito do MDL para o estrato i , em t.m.s. ha ⁻¹ ;
CF_{NTree}	é o fração de carbono da biomassa seca na vegetação não-arbórea, em t C (t.m.s.) ⁻¹ ;
44/12	é a razão dos pesos moleculares do CO ₂ e do carbono, sem dimensão.



b.3. Emissões de gases de efeito estufa da queima de biomassa

Considerando-se a pouca quantidade de material combustível nas terras degradadas, não é provável que os incêndios sejam uma fonte importante de emissões de gases de efeito estufa. Contudo, esta metodologia leva em conta as possibilidades de ocorrência de incêndios naturais. Assim, medidas para avaliar o risco de incêndio devem ser incluídas como parte da análise de incerteza, e os procedimentos de controle de incêndio adotados devem ser descritos no Documento de Concepção do Projeto e no Plano de Monitoramento.

As emissões dos incêndios no âmbito desta metodologia compreendem o CO₂, o CH₄ e o N₂O. As emissões de gases de efeito estufa não-CO₂ decorrem da combustão incompleta da biomassa. Os parâmetros para as emissões de gases de efeito estufa da queima de biomassa devem ser avaliados com base em pesquisas locais ou na Orientação de Boas Práticas em UTMUTF ou nas Diretrizes Revisadas do IPCC de 1996 para UTMUTF. As etapas a serem seguidas na avaliação das emissões de gases de efeito estufa da biomassa abrangem:

Etapa 1: A área submetida a queima de biomassa deve ser medida e registrada no plano de monitoramento.

Etapa 2: A quantidade de emissões não-CO₂ depende da perda de carbono na biomassa queimada. Portanto, as emissões de CO₂ da queima de biomassa devem ser estimadas antes da estimativa das emissões não-CO₂.

$$E_{BiomassBurn,CO_2} = A_{BiomassBurn,i} \bullet B_{AB_NTree,i} \bullet CE \bullet CF_{NTree} \bullet 44 / 12 \quad (M.35)$$

Onde:

$A_{BiomassBurn,i}$	é a área da queima de biomassa no estrato i , em ha ano ⁻¹ ;
$B_{AB_NTree,i}$	é o estoque médio na biomassa acima do solo para o estrato i antes da queima, em t.m.s. ha ⁻¹ ;
CE	é a eficiência da combustão, sem dimensão, padrão do IPCC = 0,5;
CF_{NTree}	é a fração de carbono da biomassa seca, sem dimensão.

Etapa 3: Eficiências da combustão (Tabelas 3A.1.12, 3A.1.14 da OBP-UTMUTF) e fatores de emissão (Tabelas 3A.15 e 3A.16 da OBP-UTMUTF) apropriados devem ser usados para estimar as emissões de gases não-CO₂. Se não houver dados nacionais, devem ser usados fatores de emissão médios para o CH₄ (0,012) e o N₂O (0,007) provenientes da queima de biomassa.

As emissões de metano (CH₄) da queima de biomassa²¹:

$$E_{BiomassBurn,CH_4} = E_{BiomassBurn,CO_2} \bullet GWP_{CH_4} \bullet EF_{CH_4} \bullet 12 / 44 \bullet 16 / 12 \quad (M.36)$$

Onde:

$A_{BiomassBurn,CH_4}$	são as emissões de CH ₄ da queima de biomassa no corte seguido de queima, em t CO ₂ eq ano ⁻¹ ;
GWP_{CH_4}	é o potencial de aquecimento global para o CH ₄ (padrão do IPCC = 21);
EF_{CH_4}	é o fator de emissão para o CH ₄ , t CH ₄ (t C) ⁻¹ (fator de emissão padrão

²¹ Conforme a Tabela 5.7, Diretrizes Revisadas do IPCC de 1996 para UTMUTF, e Equação 3.2.19 da OBP-UTMUTF.



do IPCC para o CH₄ = 0,012);
 12/44 é a razão dos pesos moleculares do carbono e do CO₂, sem dimensão;
 16/12 é a razão dos pesos moleculares do CH₄ e do carbono, sem dimensão.

As emissões de *óxido nitroso* (N₂O) da queima de biomassa:

$$E_{BiomassBurn,N_2O} = E_{BiomassBurn,CO_2} \cdot GWP_{N_2O} \cdot (C / N \text{ ratio}) \cdot EF_{N_2O} \cdot 44 / 28 \cdot 12 / 44 \quad (M.37)$$

Onde:

$E_{BiomassBurn,N_2O}$ são as emissões de N₂O da queima de biomassa no corte seguido de queima, em t CO₂eq ano⁻¹;
 GWP_{N_2O} é o potencial de aquecimento global para o N₂O (padrão do IPCC = 310);
 $C/N \text{ Ratio}$ é a razão carbono-nitrogênio, sem dimensão;
 EF_{N_2O} é o fator de emissão para o N₂O, sem dimensão (fator padrão do IPCC = 0,0007);
 12/44 é a razão dos pesos moleculares do carbono e do CO₂, sem dimensão;
 44/28 é a razão dos pesos moleculares do N₂O e do nitrogênio, sem dimensão.

Etapla 4: Somar todas as emissões não-CO₂ da queima de biomassa.

$$E_{Non-CO_2_BiomassBurn} = E_{BiomassBurn,N_2O} + E_{BiomassBurn,CH_4} \quad (M.38)$$

Onde:

$E_{Non_CO_2,BiomassBurn}$ é o aumento das emissões não-CO₂ decorrentes da queima de biomassa no corte seguido de queima, em t CO₂eq ano⁻¹.

b.4 Estimativa das emissões de óxido nitroso da fertilização²²

Nas situações em que se usar fertilizante na área do projeto, as emissões de N₂O devem ser calculadas de acordo com as etapas descritas abaixo.

Etapla 1: Estimar a quantidade de fertilizantes sintético e orgânico aplicada na área do projeto.

$$F_{SN} = N_{SN-Fert} \cdot (1 - Frac_{GASF}) \quad (M.39)$$

$$F_{ON} = N_{ON-Fert} \cdot (1 - Frac_{GASM}) \quad (M.40)$$

Onde:

F_{SN} é a quantidade de nitrogênio fertilizante sintético aplicada, ajustada em relação à volatilização como NH₃ e NO_x, em t N ano⁻¹;
 F_{ON} é a quantidade de nitrogênio fertilizante orgânico aplicada, ajustada em relação à volatilização como NH₃ e NO_x, em t N ano⁻¹;
 $N_{SN-Fert}$ é a quantidade de nitrogênio fertilizante sintético aplicada, em t N ano⁻¹;
 $N_{ON-Fert}$ é a quantidade de nitrogênio fertilizante orgânico aplicada, em t N ano⁻¹;
 $Frac_{GASF}$ é a fração que se volatiliza como NH₃ e NO_x para os fertilizantes sintéticos, sem dimensão;

²² Com base na Equação 3.2.18 da OBP-UTMUTF do IPCC.



$Frac_{GASM}$ é a fração que se volatiliza como NH_3 e NO_x para o esterco orgânico, sem dimensão.

Quando não houver fatores de emissão de N_2O específicos do país, deve-se usar o fator de emissão padrão (EF_1) de 1,25% de N aplicado. Conforme as diretrizes do IPCC de 1996, devem ser adotados os valores padrão para as frações de fertilizante sintético e esterco orgânico emitidas como NO_x e NH_3 – 0,1 e 0,2, respectivamente.

Etapa 2: Calcular as emissões de óxido nitroso dos fertilizantes sintético e orgânico.

$$N_2O_{direct-N_{fertilizer}} = [(F_{SN_t} + F_{ON_t}) \cdot EF_1] \cdot GWP_{N_2O} \cdot 44 / 28 \quad (M.41)$$

Onde:

$N_2O_{direct-N_{fertilizer}}$ são as emissões diretas de N_2O decorrentes da aplicação de nitrogênio dentro do limite do projeto, em t CO_2eq ano⁻¹;
 EF_1 é o fator de emissão para as emissões decorrentes das aplicações de N, em t N_2O (t N)⁻¹;
 GWP_{N_2O} é o potencial de aquecimento global para o N_2O (padrão do IPCC = 310);
 44/28 é a razão dos pesos moleculares do N_2O e do nitrogênio, sem dimensão.

(c) Remoções líquidas reais de gases de efeito estufa por sumidouros

As remoções líquidas reais de gases de efeito estufa por sumidouros representam a soma das mudanças verificáveis nos estoques de carbono dos reservatórios dentro do limite do projeto, menos o aumento das emissões de gases de efeito estufa por fontes, medidas em equivalentes de CO_2 , decorrentes da execução da atividade do projeto.

$$\Delta C_{ACTUAL} = \sum_{i=1} \sum_{j=1} \sum_{k=1} [\Delta C_{ijk} - GHG_E] \quad (M.42)$$

Onde:

ΔC_{ACTUAL} são as remoções líquidas reais de gases de efeito estufa por sumidouros, em t CO_2eq ano⁻¹;
 ΔC_{ijk} é a mudança anual média no estoque de carbono da biomassa arbórea viva para o estrato i , substrato j , espécie k , em t CO_2 ano⁻¹;
 GHG_E são as emissões de gases de efeito estufa por fontes dentro do limite do projeto decorrentes da execução de uma atividade de projeto de F/R no âmbito do MDL, em t CO_2eq ano⁻¹.



MDL – Conselho Executivo

AR-AM0002/Versão 1

Escopo setorial: 14

19 de maio de 2006

6. Dados a serem coletados e arquivados para as remoções líquidas reais de gases de efeito estufa por sumidouros

Dados a serem coletados ou usados para monitorar as mudanças verificáveis no estoque de carbono dos reservatórios de carbono dentro do limite do projeto da atividade de projeto de F/R proposta no âmbito do MDL e como esses dados serão arquivados:

Número de identificação	Variável dos dados	Fonte dos dados	Unidade dos dados	Medidos (m), calculados (c) ou estimados (e)	Frequência do registro	Parcela dos dados monitorada	Comentários
2.1.1.01	Identificação do estrato	Mapas do estrato	Alfanumérica		Antes do projeto		Os critério da estratificação baseiam-se nas características fisiográficas, de solo, clima e vegetação
2.1.1.02	Identificação do substrato	Mapas do estrato	Alfanumérica		Antes do projeto		Os critérios relacionam-se com o ano do plantio em cada estrato para identificar as classes de idade e as características da vegetação
2.1.1.03	Nível de precisão	Estrutura para amostragem	%	e	Antes do projeto	100%	Nível de precisão de 10% adotado para fins de GQ/CQ
2.1.1.04	Desvio padrão de cada estrato	Estrutura para amostragem	Número	e	Antes do projeto	100%	Para estimar o número de parcelas amostrais em cada estrato e substrato
2.1.1.05	Tamanho da amostra	Estrutura para amostragem	Número	c	Antes do projeto	100%	Calculado para cada estrato e substrato, com base em 2.1.1.03 e 2.1.1.04, com as equações M.1 e M.2
2.1.1.06	Identificação da parcela	Mapas da parcela	Alfanumérica	c	Antes do projeto	100%	Identificação e mapeamento para cada estrato e substrato
2.1.1.07	Localização da parcela	Mapas do projeto e das parcelas	Alfanumérica		5 anos	100%	A localização da parcela é indicada com o uso de marcadores permanentes ou do GPS
2.1.1.08	Idade da plantação	Dados da parcela	Ano	m	5 anos	100% das parcelas amostrais	Obtida do registro no ano do plantio no âmbito do projeto



MDL – Conselho Executivo

AR-AM0002/Versão 1

Escopo setorial: 14

19 de maio de 2006

Número de identificação	Variável dos dados	Fonte dos dados	Unidade dos dados	Medidos (m), calculados (c) ou estimados (e)	Frequência do registro	Parcela dos dados monitorada	Comentários
2.1.1.09	Número de árvores	Medição da parcela	Número	m	5 anos	Árvores nas parcelas	As árvores são contadas nas parcelas de cada estrato
2.1.1.10	Diâmetro na altura do peito (DBH)	Medição da parcela	cm	m	5 anos	Árvores nas parcelas amostrais	Medição do DBH em cada evento de monitoramento
2.1.1.11	DBH médio	Calculado	cm	c	5 anos	Árvores nas parcelas amostrais	Calculado com o uso dos dados de 2.1.1.09 e 2.1.1.10
2.1.1.12	Altura das árvores	Medição da parcela	m	m	5 anos	100% das parcelas amostrais	Medida por parcela e estrato da estrutura de amostragem
2.1.1.13	Altura média das árvores	Calculada	m	c	5 anos	100% das parcelas amostrais	Calculada com base em 2.1.1.09 e 2.1.1.11
2.1.1.14	Volume negociável	Calculado	m ³	c	5 anos	100% das parcelas amostrais	Calculado com o uso de equações alométricas locais ou usando-se dados do DBH (2.1.1.10) e da altura (2.1.1.12)
2.1.1.15	Fator de expansão da biomassa (BEF)	Local/nacional OBP para UTMUTF	Razão	e	5 anos	100% das parcelas amostrais	Estimado localmente ou coletado em publicações
2.1.1.16	Densidade da madeira	Dados locais, OBP para UTMUTF	kg/m ³	e	Antes da amostragem	100% das parcelas amostrais	Estimada localmente ou compilada de estudos locais, obras publicadas e OBP-UTMUTF



MDL – Conselho Executivo

AR-AM0002/Versão 1

Escopo setorial: 14

19 de maio de 2006

Número de identificação	Variável dos dados	Fonte dos dados	Unidade dos dados	Medidos (m), calculados (c) ou estimados (e)	Frequência do registro	Parcela dos dados monitorada	Comentários
2.1.1.17	Fração de carbono da biomassa arbórea acima do solo	OBP-UTMUTF do IPCC	t C / t.m.s. ha ⁻¹	e	Antes do monitoramento do projeto	100% das espécies de árvores	A biomassa arbórea é multiplicada pelo valor padrão de 0,5 para converter a biomassa em carbono
2.1.1.18	Estoque de carbono da biomassa arbórea acima do solo	Calculado	t C	m	5 anos	100% das parcelas amostrais	Calculado com base em 2.1.1.14, 2.1.1.15, 2.1.1.16 e 2.1.1.17
2.1.1.19	Número de espécies de arbustos/herbáceas não-arbóreos	Pesquisa na parcela		e	5 anos	100% das parcelas amostrais	O número das espécies de arbustos/herbáceas em cada evento de monitoramento é registrado a partir da pesquisa na parcela para monitorar a composição da vegetação não-arbórea
2.1.1.20	Diâmetro na base do arbusto	Medição da parcela	cm	m	5 anos	100% das parcelas amostrais	Medição dos arbustos no substrato/estrato em cada evento de monitoramento
2.1.1.21	Altura dos arbustos	Medição da parcela	m	m	5 anos	100% das parcelas amostrais	Medição dos arbustos no substrato/estrato em cada evento de monitoramento
2.1.1.22	Diâmetro da copa dos arbustos	Medição da parcela	m	m	5 anos	100% das parcelas amostrais	Medição dos arbustos no substrato/estrato em cada evento de monitoramento



MDL – Conselho Executivo

AR-AM0002/Versão 1

Escopo setorial: 14

19 de maio de 2006

Número de identificação	Variável dos dados	Fonte dos dados	Unidade dos dados	Medidos (m), calculados (c) ou estimados (e)	Frequência do registro	Parcela dos dados monitorada	Comentários
2.1.1.23	Número de caules no arbusto	Medição da parcela	m	m	5 anos	100% das parcelas amostrais	Medição dos arbustos no substrato/estrato em cada evento de monitoramento
2.1.1.24	Estoque de carbono da biomassa dos arbustos acima do solo	Calculado	t.m.s. ha ⁻¹	m	5 anos	100% das parcelas amostrais	Para a biomassa dos arbustos, são consideradas as equações disponíveis para os arbustos, e equações alométricas locais são desenvolvidas com base em 2.1.1.20, 2.1.1.21, 2.1.1.22 e 2.1.1.23, estimado com a equação M.16
2.1.1.25	Área sob arbustos dentro do substrato/estrato	Calculada	ha	m	5 anos	100% das parcelas amostrais	Área sob arbustos no substrato/estrato
2.1.1.26	Fração de carbono da biomassa dos arbustos	OBP UTMUTF	sem dimensão	e	Antes do monitoramento do projeto	100% das espécies de árvores	A biomassa arbórea é multiplicada pelo valor padrão de 0,5 para converter a biomassa em carbono
2.1.1.27	Estoque de carbono médio da biomassa dos arbustos acima do solo por ha	Calculado	t C	m	5 anos	100% das parcelas amostrais	Calculado com base na equação M.10



MDL – Conselho Executivo

AR-AM0002/Versão 1

Escopo setorial: 14

19 de maio de 2006

Número de identificação	Variável dos dados	Fonte dos dados	Unidade dos dados	Medidos (m), calculados (c) ou estimados (e)	Frequência do registro	Parcela dos dados monitorada	Comentários
2.1.1.28	Biomassa das herbáceas acima do solo por ha	Calculada	t C	m	5 anos	100% das parcelas amostrais	Calculada com base na equação M.17
2.1.1.29	Estoque de carbono médio da biomassa não-arbórea acima do solo	Calculado	t C	m	5 anos	100% das parcelas amostrais	Calculado com base na equação M.11
2.1.1.30	Razão raiz-parte aérea para a biomassa arbórea	Local/ Nacional OBP UTMUTF	sem dimensão	e	5 anos	100% das parcelas amostrais	Pesquisa local ou valor publicado (Cairns et al 1997)
2.1.1.31	Estoque de carbono da biomassa arbórea abaixo do solo	OBP UTMUTF	t C	e	5 anos	100% das parcelas amostrais	Calculado com o uso da razão raiz-parte aérea (2.1.1.30) e da biomassa arbórea acima do solo (2.1.1.18)
2.1.1.32	Estoque de carbono da biomassa dos arbustos abaixo do solo por ha	Calculado	t C	m	5 anos	100% das parcelas amostrais	Calculado com base na equação M.18



MDL – Conselho Executivo

AR-AM0002/Versão 1

Escopo setorial: 14

19 de maio de 2006

Número de identificação	Variável dos dados	Fonte dos dados	Unidade dos dados	Medidos (m), calculados (c) ou estimados (e)	Frequência do registro	Parcela dos dados monitorada	Comentários
2.1.1.33	Razão raiz-parte aérea para a biomassa dos arbustos	Local/ Nacional OBP UTMUTF	sem dimensão	e	5 anos	100% das parcelas amostrais	Pesquisa local ou obras publicadas
2.1.1.34	Mudança no estoque de carbono da biomassa abaixo do solo	Calculada	t C	m	5 anos	100% das parcelas amostrais	Calculada com base na equação M.20
2.1.1.35	Madeira morta em pé	Medições das parcelas	t C	m	5 anos	100% das parcelas amostrais	Medida nas linhas das medições das árvores vivas
2.1.1.36	Madeira morta caída	Medições das parcelas	t C	m	5 anos	100% das parcelas amostrais	Medida com o uso do método de intersecção linear e estimada com as equações M.23 e M.24
2.1.1.37	Total de madeira morta	Medições das parcelas	t C	m	5 anos	100% das parcelas amostrais	Calculado com base em 2.1.1.35 e 2.1.1.36 com a equação M.20
2.1.1.38	Carbono na biomassa da serapilheira	Medições das parcelas	t C	m	5 anos	100% das parcelas amostrais	A técnica de amostragem da serapilheira é usada, tomando-se o peso seco e as amostras, além das equações M.25 e M.26



MDL – Conselho Executivo

AR-AM0002/Versão 1

Escopo setorial: 14

19 de maio de 2006

Número de identificação	Variável dos dados	Fonte dos dados	Unidade dos dados	Medidos (m), calculados (c) ou estimados (e)	Frequência do registro	Parcela dos dados monitorada	Comentários
2.1.1.39	Amostras do carbono orgânico do solo no substrato/estrato	Medição das parcelas	g.C/100 g solo	m	15-20 anos	100% das parcelas amostrais tomadas das parcelas por estrato	A amostragem estratificada é usada para estimar o carbono orgânico do solo com o uso de métodos de laboratório
2.1.1.40	Densidade aparente	Medição das parcelas	100g solo/cm ⁻¹	m	15-20 anos	100% das parcelas amostrais	Medida no estrato/substrato
2.1.1.41	Profundidade do solo	Medição das parcelas		m	15-20 anos	100% das parcelas amostrais	Medida no estrato/substrato
2.1.1.42	Área do estrato e substrato	Mapa e dados da estratificação	ha	m	5 anos	100% dos estratos e substratos	Área real de cada estrato e substrato
2.1.1.43	Mudança no estoque do carbono orgânico do solo no estrato/substrato	Calculada	t C	m	15-20 anos	100% das parcelas amostrais	Calculada com base nos dados de monitoramento dos dois eventos de monitoramento do solo, com o uso da equação M.27



MDL – Conselho Executivo

AR-AM0002/Versão 1

Escopo setorial: 14

19 de maio de 2006

Número de identificação	Variável dos dados	Fonte dos dados	Unidade dos dados	Medidos (m), calculados (c) ou estimados (e)	Frequência do registro	Parcela dos dados monitorada	Comentários
2.1.1.44	Carbono orgânico do solo no substrato/estrato/espécie	Calculado	t C	m	15-20 anos	100% das parcelas amostrais	Calculado com base na área do substrato/estrato/espécie e no carbono orgânico do solo estimado a partir da amostragem com o uso da equação M.28
2.1.1.45	Média do carbono orgânico do solo por ha	Calculada	T C ha ⁻¹	m	15-20 anos	100% das parcelas amostrais	Calculada com base nos dados do carbono do solo no nível das parcelas, com o uso da equação M.29
2.1.1.46	Carbono orgânico do solo com 95% na média por ha	Calculado	T C	m	15-20 anos	100% das parcelas amostrais	Calculado com base na área do substrato e estrato, com o uso das equações M.30 e M.31
2.1.1.47	Soma das mudanças no CO ₂ e dos estoques de carbono	Calculada a partir dos dados da parcela	t CO ₂ e	c	5 anos	100% dos dados do projeto	Calculada com o uso da equação M.5



MDL – Conselho Executivo

AR-AM0002/Versão 1

Escopo setorial: 14

19 de maio de 2006

Dados a serem coletados ou usados para monitorar as emissões de gases de efeito estufa por fontes, medidas em unidades de equivalentes de CO₂, que tenham aumentado em consequência da execução da atividade de projeto de F/R proposta no âmbito do MDL dentro do limite do projeto, e como esses dados serão arquivados:

Número de identificação	Variável dos dados	Fonte dos dados	Unidade dos dados	Medidos (m), calculados (c) ou estimados (e)	Frequência do registro	Parcela dos dados monitorada	Comentários
2.1.2.01	Consumo de diesel/gasolina nas atividades de F/R	Monitoramento no local	litro	m	Anual	100%	Consumo de combustível por área unitária para o preparo do local/corte
2.1.2.02	Fator de emissão para o diesel	OBP 2000	kg/litro	e	No início do projeto	100%	Inventário nacional, valor padrão do IPCC
2.1.2.03	Fator de emissão para gasolina	OBP de 2000, Diretrizes do IPCC	kg/litro	e	No início do projeto	100%	Inventário nacional, valor padrão do IPCC
2.1.2.04	Emissão de CO ₂ dos combustíveis fósseis	Calculada	tCO ₂ e	c	Anual	100%	Calculada com o uso de 2.1.2.01, 2.1.2.02, 2.1.2.03, 2.1.2.04 e a equação M.33
2.1.2.13	Área da queima	Medida	ha	m	Anual	100%	Medida para os estratos e substratos
2.1.2.14	Biomassa média por área unitária	Medida antes do corte seguido de queima	t.m.s. ha ⁻¹	m	Anual	100%	Pesquisa amostral para os estratos e substratos antes da ocorrência da queima de biomassa



MDL – Conselho Executivo

AR-AM0002/Versão 1

Escopo setorial: 14

19 de maio de 2006

Número de identificação	Variável dos dados	Fonte dos dados	Unidade dos dados	Medidos (m), calculados (c) ou estimados (e)	Frequência do registro	Parcela dos dados monitorada	Comentários
2.1.2.15	Proporção de biomassa queimada	Medida antes do corte seguido de queima	Razão	m	Anual	100%	Pesquisa amostral antes do corte seguido de queima
2.1.2.16	Eficiência da combustão de biomassa	OBP-UTMUTF, Inventário Nacional	Razão	e	Antes do projeto	100%	Valor padrão do IPCC (0,5)
2.1.2.17	Emissão de CO ₂ da queima de biomassa	Calculada	t CO ₂ eq ano ⁻¹	c	5 anos	100%	Calculada com o uso da equação M.35
2.1.2.18	Razão carbono/nitrogênio	OBP - UTMUTF	Razão	e	Antes do projeto	100%	Valor padrão do IPCC (0,01)
2.1.2.19	Emissão de N ₂ O da queima de biomassa	Calculada	t CO ₂ eq ano ⁻¹	c	5 anos	100%	Calculada com o uso da equação M.36
2.1.2.20	Emissão de CH ₄ da queima de biomassa	Calculada	t CO ₂ eq ano ⁻¹	c	5 anos	100%	Calculada com o uso da equação M.37



MDL – Conselho Executivo

AR-AM0002/Versão 1

Escopo setorial: 14

19 de maio de 2006

Número de identificação	Variável dos dados	Fonte dos dados	Unidade dos dados	Medidos (m), calculados (c) ou estimados (e)	Frequência do registro	Parcela dos dados monitorada	Comentários
2.1.2.21	Quantidade de nitrogênio fertilizante sintético aplicada por área unitária	Atividade de monitoramento	kg N ha ⁻¹ ano ⁻¹	m	Anual	100%	Conforme as necessidades da silvicultura e do manejo
2.1.2.22	Quantidade de nitrogênio fertilizante orgânico aplicada por área unitária	Atividade de monitoramento	kg N ha ⁻¹ ano ⁻¹	m	Anual	100%	Conforme as necessidades da silvicultura e do manejo
2.1.2.23	Área de terra com N aplicado	Atividade de monitoramento	ha ano ⁻¹	m	Anual	100%	Com base nas espécies e necessidades do manejo
2.1.2.24	Quantidade de fertilizante sintético de N aplicada	Calculada com o uso da equação 20	t N ano ⁻¹	c	Anual	100%	Calculada com o uso da equação M.39
2.1.2.25	Quantidade de fertilizante orgânico de N aplicada	Calculada com o uso da equação 21	t N ano ⁻¹	c	Anual	100%	Calculada com o uso da equação M.40



Número de identificação	Variável dos dados	Fonte dos dados	Unidade dos dados	Medidos (m), calculados (c) ou estimados (e)	Frequência do registro	Parcela dos dados monitorada	Comentários
2.1.2.26	Fração que se volatiliza como NH ₃ e NO _x para os fertilizantes sintéticos	OBP de 2000, OBP em UTMUTF, Diretrizes do IPCC, inventário nacional	Sem dimensão	e	Antes do início do monitoramento	100%	O valor padrão do IPCC (0,1) é usado
2.1.2.27	Fração que se volatiliza como NH ₃ e NO _x para os fertilizantes orgânicos	OBP de 2000, OBP em UTMUTF, Diretrizes do IPCC, inventário nacional	Sem dimensão	e	Antes do início do monitoramento	100%	O valor padrão do IPCC (0,2) é usado
2.1.2.28	Fator de emissão para as emissões decorrentes da aplicação de N	OBP de 2000, OBP em UTMUTF, Diretrizes do IPCC, inventário nacional	N ₂ O N-aplicação ⁻¹	e	Antes do início do monitoramento	100%	O valor padrão do IPCC (1,25%) é usado
2.1.2.29	Emissão direta de N ₂ O da aplicação de N	Calculada	t CO ₂ eq ano ⁻¹	c	Anual	100%	Calculada com o uso da equação M.41



Número de identificação	Variável dos dados	Fonte dos dados	Unidade dos dados	Medidos (m), calculados (c) ou estimados (e)	Frequência do registro	Parcela dos dados monitorada	Comentários
2.1.2.30	Emissão total de gases de efeito estufa da queima de biomassa	Calculada	t CO ₂ eq ano ⁻¹	c	5 anos	100%	Calculada com o uso da equação M.32

7. Fugas

As fugas representam o aumento das emissões de gases de efeito estufa por fontes que ocorra fora do limite de uma atividade de projeto de F/R no âmbito do MDL e que seja mensurável e atribuível à atividade de projeto de F/R no âmbito do MDL. A terra usada para o reflorestamento é degradada e economicamente não atrativa, em comparação com terras florestadas, terras agrícolas ou pastagens; portanto, como consequência da atividade de projeto de F/R no âmbito do MDL, o desflorestamento e as atividades agrícolas ou pecuárias não serão deslocados das áreas do projeto para outros locais.

A condição das terras degradadas e sua baixa produtividade não permitem que elas suportem usos econômicos alternativos, entretanto elas continuam suportando os usos locais que eram feitos antes do início da execução do projeto. Em consequência, não deve haver deslocamento de atividades econômicas em razão da execução do projeto. Assim, de acordo com as condições de aplicabilidade desta metodologia, não ocorre o deslocamento de atividades econômicas pré-projeto para áreas fora do limite do projeto. A igualdade de tratamento das terras degradadas nos contextos da linha de base e do projeto, de acordo com as condições de aplicabilidade, assegura que se evitem custos do monitoramento dos bens e serviços nos respectivos usos da terra.

A principal forma de fuga no âmbito do projeto se deve às emissões de combustíveis fósseis associadas ao transporte de pessoal e produtos envolvidos no projeto para áreas fora do limite do projeto, a qual é calculada a partir de dados coletados sobre as atividades do projeto.

**(1) Transporte do pessoal do projeto e atividades para áreas fora do projeto**

A queima de combustíveis fósseis pelo uso de veículos no transporte de mudas, mão-de-obra, pessoal, produtos dos cortes, para dentro ou fora das áreas do projeto, em consequência da atividade de projeto de F/R proposta no âmbito do MDL, emite gases de efeito estufa. Isso pode ser monitorado e estimado com o uso da abordagem *bottom-up* do IPCC.

As parcelas dispersas geograficamente dentro da área do projeto devem contribuir para as fugas decorrentes do transporte do pessoal para fora do limite do projeto. As atividades do projeto, como transporte de insumos, material de sementeira, material de plantio, mão-de-obra, equipe e produtos dos cortes na área do projeto emitem emissões de gases de efeito estufa. Essas emissões podem ser monitoradas e estimadas com o uso dos fatores de emissão padrão do IPCC. As emissões dos combustíveis fósseis devem ser estimadas com base no número de veículos, distância percorrida, consumo de combustível e fatores de emissão.

Os dados necessários para estimar as fugas, como a distância percorrida para áreas fora do projeto a cada ano e a quantidade de combustíveis fósseis consumida no transporte do pessoal do projeto, devem ser coletados a partir dos dados de monitoramento do projeto. Os dados sobre a quantidade de madeira desbastada, distância percorrida até o mercado de venda da madeira e a quantidade de combustíveis fósseis consumida na viagem devem ser coletados a partir dos registros do projeto.

As fugas anuais associadas ao transporte de pessoal do projeto e produtos para áreas fora do projeto devem ser calculadas com o uso das etapas descritas abaixo.

Etapas 1: Coletar a distância rodada pelos diferentes tipos de veículos, que usam diferentes tipos de combustível.

Etapas 2: Determinar os fatores de emissão para os diferentes tipos de veículos, que usam diferentes tipos de combustível. Fatores de emissão específicos do país devem ser desenvolvidos e usados, se viável. Os fatores de emissão padrão fornecidos nas Diretrizes do IPCC e atualizados na OBP de 2000 podem ser usados se não houver dados locais disponíveis.

Etapas 3: Estimar as emissões de CO₂ com o uso da abordagem *bottom-up* descrita na OBP de 2000 para o setor energético²³.

$$LK_{Vehicle} = \sum_v \sum_f (EF_{vf} \cdot FuelConsumption_{vf}) \quad (M.43)$$

²³ Refere-se às Equações 2.5 e 2.6 da OBP de 2000 do IPCC para o setor energético.



$$FuelConsumption_{vf} = n_{vf} \cdot k_{vf} \cdot e_{vf} \quad (M.44)$$

Onde:

$LK_{Vehicle}$	são as fugas em termos das emissões de CO ₂ decorrentes da queima de combustíveis fósseis no transporte veicular, em t CO ₂ ano ⁻¹ ;
v	é o tipo de veículo;
f	é o tipo de combustível;
EF_{vf}	é o fator de emissão de CO ₂ para o tipo de veículo v com o tipo de combustível f , sem dimensão;
$FuelConsumption_{vf}$	é o consumo do tipo de combustível f do tipo de veículo v , em litros;
n_{vf}	é o número de veículos;
k_{vf}	são os quilômetros rodados pelo tipo de veículo v com o tipo de combustível f , no tempo t , em km;
e_{vf}	é a eficiência do combustível do tipo de veículo v com o tipo de combustível f , em litros km ⁻¹ .



MDL – Conselho Executivo

AR-AM0002/Versão 1

Escopo setorial: 14

19 de maio de 2006

8. Dados a serem coletados e arquivados em relação às fugas

Dados e informações que serão coletados para monitorar as fugas da atividade de projeto de F/R proposta no âmbito do MDL:

Número de identificação	Variável dos dados	Fonte dos dados	Unidade dos dados	Medidos (m), calculados (c) ou estimados (e)	Frequência do registro	Parcela dos dados monitorada	Comentários
3.1.01	Distância rodada	Registros do projeto	Quilômetros	e	Anual	100%	Dados de monitoramento da distância da viagem por tipo de veículo
3.1.02	Número dos tipos de veículos	Registros do projeto	Número	m	Anual	100%	Com base nos registros anuais do projeto
3.1.03	Fator de emissão dos veículos (EF)	IPCC	km/km	e	Anual	100%	Com base nos fatores de emissão do IPCC
3.1.04	Consumo de combustível por km	Dados locais, dados nacionais, IPCC	litro km ⁻¹	e	5 anos	100%	Estimado a partir dos dados de monitoramento do tipo de veículo e do tipo de combustível usados
3.1.05	Consumo de combustível para o transporte rodoviário	Dados do monitoramento do projeto	litro	c	Anual	100%	Calculado com base nos dados do monitoramento do projeto
3.1.06	Fugas associadas ao transporte	Dados do monitoramento do projeto	t CO ₂ e	c	Anual	100%	Calculadas com o uso da equação M.31



9. Remoções antrópicas líquidas *ex post* de gases de efeito estufa por sumidouros

Considerando-se que a metodologia estabelece as remoções de gases de efeito estufa no cenário da linha de base como nulas para o primeiro e todos os períodos de monitoramento subsequentes, a metodologia propõe calcular as remoções antrópicas líquidas de gases de efeito estufa para todos os períodos de monitoramento como as remoções líquidas de gases de efeito estufa no cenário do projeto nesse período de monitoramento.

$$C_{AR-CDM} = \Delta C_{ACTUAL} - \Delta C_{BSL} - LK_{Vehicle} \quad (M.45)$$

Onde:

C_{AR-CDM}	são as remoções antrópicas líquidas de gases de efeito estufa por sumidouros, em t CO ₂ eq ano ⁻¹ ;
ΔC_{ACTUAL}	são as remoções líquidas reais de gases de efeito estufa por sumidouros, em t CO ₂ eq ano ⁻¹ ;
ΔC_{BSL}	são as remoções líquidas de gases de efeito estufa por sumidouros na linha de base, em t CO ₂ eq ano ⁻¹ ;
$LK_{Vehicle}$	são as fugas em t CO ₂ eq ano ⁻¹ .

Cálculo das t-RCEs (t-CERs) e l-RCEs (l-CERs)

Os procedimentos para calcular as t-RCEs e l-RCEs devem seguir as orientações acerca das metodologias para as atividades de projetos de florestamento e reflorestamento no âmbito do MDL contidas no Anexo 15 do relatório do EB22²⁴.

As t-RCEs refletem a *mudança de estoque existente no momento da verificação*, menos as emissões do projeto, menos as fugas (t CO₂):

$$t-CER(t_v) = C_P(t_v) - C_B(t_v) - \sum_0^{t_v} E_t - \sum_0^{t_v} LK_t \quad (M.46)$$

$$C_P(t_v) - \sum_0^{t_v} E_t = \sum_1^{t_v} \Delta C_{Actual,t} \quad (M.47)$$

$$C_B(t_v) = \sum_1^{t_v} \Delta C_{BSL,t} \quad (M.48)$$

As l-RCEs refletem o *aumento da mudança de estoque no momento da verificação*, menos as emissões do projeto, menos as fugas, em relação à mudança de estoque existente na verificação anterior (t CO₂):

$$l-CER(t_v) = [C_P(t_v) - C_P(t_v - k)] - [C_B(t_v) - C_B(t_v - k)] - \sum_{t_v-k}^{t_v} E_t - \sum_{t_v-k}^{t_v} LK_t \quad (M.49)$$

²⁴ http://cdm.unfccc.int/EB/Meetings/022/eb22_repan15.pdf



$$C_P(t_v) - C_P(t_v - k) - \sum_{t_v-k}^{t_v} E_t = \sum_{t_v-k}^{t_v} \Delta C_{Actual,t} \quad (M.50)$$

$$C_B(t_v) - C_B(t_v - k) = \sum_{t_v-k}^{t_v} \Delta C_{BSL,t} \quad (M.51)$$

Onde:

$t-CER(t_v)$	são as t-RCEs emitidas no ano de verificação t_v , em t CO ₂ ;
$l-CER(t_v)$	são as l-RCEs emitidas no ano de verificação t_v , em t CO ₂ ;
$C_P(t_v)$	são os estoques de carbono existentes no ano de verificação t_v , em t CO ₂ ;
$C_B(t_v)$	são os estoques de carbono estimados no cenário da linha de base no ano de verificação t_v , em t CO ₂ ;
$E(t)$	são as emissões anuais do projeto, em t CO ₂ ;
$LK(t)$	são as fugas anuais, em t CO ₂ ;
t_v	é o ano de verificação;
k	é o período de tempo entre as duas verificações, em ano.

10. Incertezas

(a) Incertezas a serem consideradas

Esta metodologia usa procedimentos da OBP-UTMUTF do IPCC, da OBP de 2000, bem como disposições pertinentes às atividades de projetos de F/R no âmbito do MDL para estimar as remoções líquidas de gases de efeito estufa por sumidouros na linha de base, as fugas, as remoções líquidas reais de gases de efeito estufa por sumidouros e as remoções antrópicas líquidas de gases de efeito estufa por sumidouros. Incertezas potenciais decorrem dos fatores de emissão e das pesquisas de amostragem. Uma visão geral dos tipos e fontes de incertezas encontrados é apresentada abaixo.

- (i) As incertezas decorrentes, por exemplo, dos fatores de expansão da biomassa (BEFs) ou da densidade básica da madeira gerariam incertezas na estimativa tanto das remoções líquidas de gases de efeito estufa por sumidouros na linha de base quanto das remoções líquidas reais de gases de efeito estufa por sumidouros, especialmente quando valores globais padrão fossem usados. Esta metodologia recomenda aos participantes do projeto que identifiquem os parâmetros essenciais que influenciariam de forma significativa os resultados das estimativas e tentem desenvolver valores locais para os fatores essenciais, usando várias fontes de dados, inclusive medições diretas, e/ou escolham valores conservadores.
- (ii) As incertezas decorrentes da pesquisa de amostragem (incertezas estatísticas). O erro de amostragem para cada estrato pode gerar uma grande variabilidade espacial. Portanto, é necessário um protocolo de amostragem adequado, inclusive um número suficiente de amostras, análise de variação e incerteza, procedimentos sólidos de controle e garantia da qualidade.

(b) Avaliação das incertezas

O percentual de incerteza na estimativa de certos parâmetros e dados (valores da tabela de produção, fatores de expansão da biomassa, densidade da madeira, fração de carbono e outros parâmetros biofísicos) pode ser avaliado a partir da amostra do desvio padrão dos valores de amostragem



medidos, com o uso da metade do intervalo de confiabilidade de 95% dividida pelo valor estimado, ou seja²⁵,

$$U_s (\%) = \frac{1/2 (95\% \text{ConfidenceIntervalWidth})}{\mu} \cdot 100 \quad (\text{M.52})$$

$$= \frac{1/2 (4\sigma)}{\mu} \cdot 100 \quad (\text{M.53})$$

Onde:

U_s é a incerteza na estimativa do valor médio do parâmetro, em porcentagem;
 μ é a amostra do valor médio do parâmetro;
 σ é a amostra do desvio padrão do parâmetro.

Se forem usados os parâmetros padrão, a incerteza será maior do que se forem usados parâmetros medidos localmente e só poderá ser estimada preliminarmente com a avaliação de um especialista²⁶.

O percentual de incerteza nas quantidades que são produto de vários termos é então estimado usando-se a seguinte equação²⁷:

$$U_s = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + \dots U_n^2} \quad (\text{M.54})$$

Onde:

U_s é a incerteza do produto (emissões por fontes ou remoções por sumidouros), em porcentagem;
 U_i são as incertezas associadas a cada termo do produto (parâmetros e dados de atividade), $i = 1, 2, \dots, n$, em porcentagem.

A incerteza nas quantidades que são a soma ou a diferença de vários termos pode ser estimada com o uso da equação de propagação de erro simples abaixo²⁸:

$$U_c = \frac{\sqrt{(U_{s1} \cdot C_{s1})^2 + (U_{s2} \cdot C_{s2})^2 + \dots + (U_{sn} \cdot C_{sn})^2}}{|C_{s1} + C_{s2} + \dots + C_{sn}|} \quad (\text{M.55})$$

Onde:

U_c é incerteza combinada, em porcentagem;

²⁵ Quadro 5.2.1 da OBP-UTMUTF.

²⁶ Capítulos 5.2 e 3.2 da OBP-UTMUTF.

²⁷ Equação 5.2.1 da OBP-UTMUTF.

²⁸ Refere-se à equação 5.2.2 da OBP-UTMUTF.



MDL – Conselho Executivo

AR-AM0002/Versão 1

Escopo setorial: 14

19 de maio de 2006

U_{si} é a incerteza em cada termo da soma ou diferença, em porcentagem;
 C_{si} é o valor médio de cada termo da soma ou diferença.

Esta metodologia pode reduzir as incertezas por meio de:

- (i) Estratificação adequada da área do projeto em estratos relativamente homogêneos;
- (ii) Estabelecimento de valores para os BEFs e as razões raiz-parte aérea;
- (iii) Não-contabilização do aumento do estoque de carbono no reservatório de matéria orgânica do solo que tenha maior variabilidade espacial do que a observada na biomassa acima do solo e na biomassa abaixo do solo.

Seção IV: Listas de variáveis, acrônimos e referências

1. Lista das variáveis usadas nas equações

Parâmetro	Unidade	Descrição
t	anos	tempo
m	número	número de estratos
s	número	tipo de espécie
i	idade (ano)	classes de idade
n	número	tamanho da amostra (número de parcelas amostrais necessárias para o monitoramento)
$t_{\alpha/2}$	sem dimensão	valor da estatística t de Student, para $\alpha = 0,05$ (um nível de 95% de confiabilidade)
N_s	número	número total de estratos definido
N_i	número	número de unidades amostrais potenciais (parcelas amostrais permanentes) no estrato i
N	número	número total de unidades amostrais potenciais (parcelas amostrais permanentes)
s_i	número	desvio padrão no estrato i
A	porcentagem	erro permissível na média
C_i	moeda local	custo da seleção de uma parcela amostral no estrato i
$CV_1^2 CV_2^2$	sem dimensão	coeficiente de variação para as parcelas 1 e 2
$P_1 P_2$	ha	diferentes áreas das parcelas e seus correspondentes
t	t	1 para a duração do período de obtenção de créditos
$\Delta C_{BDL_ijk,t}$	$t \text{ CO}_2\text{ano}^{-1}$	mudança anual média nos estoques de carbono das terras sem vegetação ou terras degradadas com vegetação esparsa pré-existente no estrato i , subestrato j , espécie k
$\Delta C_{BDL_LB_ijk,t}$	$t \text{ CO}_2\text{ano}^{-1}$	soma das mudanças anuais nos estoques de carbono da biomassa viva (acima e abaixo do solo) no estrato i , subestrato j , espécie k
$\Delta C_{BAR_ijk,t}$	$t \text{ CO}_2\text{ano}^{-1}$	mudança anual média nos estoques de carbono do F/R pré-projeto atribuível ao estrato i , subestrato j , espécie k
$\Delta C_{BAR_LB_Tree_ijk,t}$	$t \text{ CO}_2\text{ano}^{-1}$	mudança anual média nos estoques de carbono dos reservatórios de biomassa arbórea viva (biomassa arbórea acima e abaixo do solo) do F/R pré-projeto atribuível ao estrato i , subestrato j , espécie k
$\Delta C_{BSL,t}$	$t \text{ CO}_2\text{eq ano}^{-1}$	remoções líquidas de gases de efeito estufa por sumidouros na linha de base no ano t
$\Delta C_{ijk,t}$	$t \text{ CO}_2\text{eq ano}^{-1}$	mudança anual média no estoque de carbono no estrato i , subestrato j , espécie k



MDL – Conselho Executivo

AR-AM0002/Versão 1

Escopo setorial: 14

19 de maio de 2006

$\Delta C_{G_{ijk,t}}$	t CO ₂ eq ano ⁻¹	crescimento médio anual no <i>estoque</i> de carbono para o estrato <i>i</i> , subestrato <i>j</i> , espécie <i>k</i>
$\Delta C_{L,ijk,t}$	t CO ₂ eq ano ⁻¹	perda anual média no <i>estoque</i> de carbono para o estrato <i>i</i> , subestrato <i>j</i> , espécie <i>k</i>
A_{ijk}	ha	área do estrato <i>i</i> , subestrato <i>j</i> , espécie <i>k</i>
CF_k	t C (t.m.s.) ⁻¹	fração de carbono da biomassa para a espécie <i>k</i>
$G_{w,ijk}$	t.m.s. ha ⁻¹ ano ⁻¹	aumento anual médio da biomassa seca acima do solo das árvores vivas para o estrato <i>i</i> , subestrato <i>j</i> , espécie <i>k</i>
R_{jk}	sem dimensão	razão raiz-parte aérea para a espécie <i>k</i> , classe de idade <i>j</i>
$I_{w,jk}$	m ³ ha ⁻¹ ano ⁻¹	aumento anual médio do volume negociável para o estrato <i>i</i> , subestrato <i>j</i> , espécie <i>k</i>
D_k	t.m.s. m ⁻³	densidade básica da madeira para a espécie <i>k</i>
$BEF_{1,ijk}$	sem dimensão	fator de expansão da biomassa para a conversão do aumento líquido anual (inclusive a casca) do volume negociável em aumento total da biomassa acima do solo para a espécie <i>k</i> , classe de idade <i>j</i>
$C_{2LB,ijk}$	t C	estoque de carbono na biomassa do estrato <i>i</i> , subestrato <i>j</i> , espécie <i>k</i> , calculado no tempo de medição 2
$C_{1LB,ijk}$	t C	estoque de carbono na biomassa do estrato <i>i</i> , subestrato <i>j</i> , espécie <i>k</i> , calculado no tempo de medição 1
T_B	anos	intervalo em anos entre os tempos de medição 2 e 1 para avaliar a mudança na biomassa
$C_{2LB_Tree,ijk}$	t C	estoque de carbono total na biomassa arbórea viva para o estrato <i>i</i> , subestrato <i>j</i> , espécie <i>k</i> , calculado no tempo 2
$C_{1LB_Tree,ijk}$	t C	estoque de carbono total na biomassa arbórea viva para o estrato <i>i</i> , subestrato <i>j</i> , espécie <i>k</i> , calculado no tempo 1
$C_{AB_Tree,ijk}$	t C	estoque de carbono na biomassa arbórea acima do solo para o estrato <i>i</i> , subestrato <i>j</i> , espécie <i>k</i>
$C_{BB_Tree,ijk}$	t C	estoque de carbono na biomassa arbórea abaixo do solo para o estrato <i>i</i> , subestrato <i>j</i> , espécie <i>k</i>
V_{ijk}	m ³ ha ⁻¹	volume negociável no estrato <i>i</i> , subestrato <i>j</i> , espécie <i>k</i>
$BEF_{2,jk}$	sem dimensão	fator de expansão da biomassa para a conversão do volume negociável em biomassa arbórea acima do solo para a espécie <i>k</i> , classe de idade <i>j</i>
nTR_{ik}	ha ⁻¹	número de árvores no estrato <i>i</i> , espécie <i>k</i> , em árvores
$\Delta C_{SOC,ijk}$	t C	mudança anual média no estoque de carbono do reservatório no solo do estrato <i>i</i> , subestrato <i>j</i> , espécie <i>k</i>
$C_{SOC2,ijk}$	t C	estoque de carbono no solo para o estrato <i>i</i> , subestrato <i>j</i> , espécie <i>k</i> , calculado no tempo 2
$C_{SOC1,ijk}$	t C	estoque de carbono no solo para o estrato <i>i</i> , subestrato <i>j</i> , espécie <i>k</i> , calculado no tempo 1
T_S	anos	intervalo em anos entre o períodos 2 e 1 para avaliar a mudança no carbono orgânico do solo
$C_{AB,ijk,t2}$	t C	estoque de carbono na biomassa acima do solo para o estrato <i>i</i> , subestrato <i>j</i> , espécie <i>k</i> , calculado no tempo <i>t</i> ₂
$C_{AB,ijk,t1}$	t C	estoque de carbono na biomassa acima do solo para o estrato <i>i</i> , subestrato <i>j</i> , espécie <i>k</i> , calculado no tempo <i>t</i> ₁
$C_{AB_Tree,ijk}$	t C	estoque de carbono na biomassa arbórea viva abaixo do solo para o estrato <i>i</i> , subestrato <i>j</i> , espécie <i>k</i>
$C_{AB_NTree,ijk}$	t C	estoque de carbono na biomassa acima do solo da vegetação não-arbórea para o estrato <i>i</i> , subestrato <i>j</i> ,



MDL – Conselho Executivo

AR-AM0002/Versão 1

Escopo setorial: 14

19 de maio de 2006

		espécie k
$G_{AB_Stem,ijk}$	t.m.s. ha ⁻¹	aumento da biomassa dos caules no estrato i , subestrato j , espécie k
$G_{AB_Branch,ijk}$	t.m.s. ha ⁻¹	aumento da biomassa dos galhos ($G_{AB_Stem,ijk} * F_b$) no estrato i , subestrato j , espécie k
$G_{AB_Foliage,ijk}$	t.m.s. ha ⁻¹	aumento da biomassa da folhagem ($G_{AB_Stem,ijk} * F_f$) no estrato i , subestrato j , espécie k
$I_{Tree,ijk}$	m ³ ha ⁻¹ ano ⁻¹	aumento anual médio do volume negociável de madeira para o estrato i , subestrato j , espécie k
$C_{AB_NTree_Shrub,ijk}$	t C	estoque de carbono na biomassa dos arbustos acima do solo para o estrato i , subestrato j , espécie k
$C_{AB_NTree_Herb,ijk}$	t C	estoque de carbono na biomassa das herbáceas acima do solo para o estrato i , subestrato j , espécie k
$B_{AB_NTree_Shrub,ijk}$	t.m.s. ha ⁻¹	biomassa não-arbórea dos arbustos acima do solo das plantas perenes lenhosas no estrato i , subestrato j (classe de idade das árvores), espécie k
D^2_{ijk}	cm	soma de todos os diâmetros quadrados para as plantas perenes lenhosas no estrato i , subestrato j (classe de idade das árvores), espécie k
H_i	m	altura das plantas perenes lenhosas da base ao topo no estrato i , subestrato j (classe de idade das árvores), espécie k
CF_s	t C (t.m.s.) ⁻¹	fração de carbono dos arbustos
$A_{Shrub,ijk}$	ha	área do estrato i , subestrato j e espécie de arbustos k
$C_{BB,ijk,t2}$	t C	estoque de carbono na biomassa abaixo do solo para o estrato i , subestrato j , espécie k , calculado no tempo t_2
$C_{BB,ijk,t1}$	t C	estoque de carbono na biomassa abaixo do solo para o estrato i , subestrato j , espécie k , calculado no tempo t_1
$C_{BB_Tree,ijk}$	t C	estoque de carbono na biomassa arbórea viva abaixo do solo para o estrato i , subestrato j , espécie k
$C_{AB_NTree_Shrub,ijk}$	t C	estoque de carbono na biomassa dos arbustos não-arbóreos abaixo do solo para o estrato i , subestrato j , espécie k
$C_{BB_NTree_Herb,ijk}$	t C	estoque de carbono na biomassa das herbáceas abaixo do solo para o estrato i , subestrato j , espécie k
	$R_{T,k}$	razão raiz-parte aérea da espécie de árvore k , sem dimensão
$C_{BB,ijk}$	t.m.s. ha ⁻¹	biomassa abaixo do solo do estrato i , subestrato j , espécie k
$C_{AB_Stem,ijk}$	t C ha ⁻¹	estoque de carbono da biomassa dos caules do estrato i , subestrato j , espécie k
$R_{T,k,F}$	sem dimensão	biomassa da raiz como fração da biomassa do caule para a espécie k
R_s	sem dimensão	razão raiz-parte aérea da espécie de arbustos k
$B_{BB,ijk}$	t.m.s. ha ⁻¹	biomassa arbórea abaixo do solo do estrato i , subestrato j , espécie k
$B_{AB,ijk}$	t.m.s. ha ⁻¹	biomassa arbórea abaixo do solo do estrato i , subestrato j , espécie k
$\Delta C_{DW,ijk}$	t C ano ⁻¹	mudança anual média no estoque de carbono da madeira morta no estrato i , subestrato j , espécie k
M_k	sem dimensão	taxa anual média de mortalidade natural para a espécie k
DC_k	sem dimensão	fator de decomposição para a espécie k
$\Delta C_{SOC,ijk}$	t C ano ⁻¹	mudança anual média no estoque de carbono da matéria



MDL – Conselho Executivo

AR-AM0002/Versão 1

Escopo setorial: 14

19 de maio de 2006

		orgânica do solo para o estrato i , substrato j , espécie k
$C_{SOC_For,ijk}$	t C ha ⁻¹	estoque de carbono orgânico do solo na área florestada/reflorestada ou área florestada que corresponda ao estrato i , substrato j , espécie k
$C_{SOC_Non_For,i}$	t C ha ⁻¹	estoque de carbono orgânico do solo nas terras degradadas não-florestadas que correspondam ao estrato i , substrato j , espécie k
$T_{For,ijk}$	anos	período de tempo necessário para a transição de $SOC_{Non_for,ij}$ para $SOC_{For,ijk}$, em anos
$C_{SOC_REF,ijk}$	t C ha ⁻¹	estoque de carbono orgânico do solo, de referência, em área nativa não-manejada
f_{ijk}	sem dimensão	fator de ajuste para o efeito da intensidade do manejo
$C_{SOCC_Non_For,i}$	g C	teor de carbono orgânico do solo de terra degradada não-florestada que corresponda ao estrato i , espécie k , conforme determinado em laboratório
BD_i	g.cm ⁻³	densidade aparente (massa/volume de solo da amostra) de terra não-florestada que corresponda ao estrato i , conforme determinado em laboratório
D_i	cm	profundidade do solo correspondente ao estrato i
FC_{kt}	sem dimensão	1 – (% de volume dos fragmentos grossos/100) para ajustar a proporção do volume da amostra acupada pelo fragmento grosso de >2mm no estrato i
M		multiplicador para converter unidades em t C ha ⁻¹
ΔC_{ACTUAL}	t CO ₂ eq ano ⁻¹	remoções líquidas reais de gases de efeito estufa por sumidouros para o ano t
$\Delta C_{ijk,t}$	t CO ₂ ano ⁻¹	mudança anual média nos reservatórios de carbono para o estrato i , substrato j , espécie k para o ano t
GHG_E	t CO ₂ eq ano ⁻¹	emissões de gases de efeito estufa por fontes dentro do limite do projeto decorrentes da execução de uma atividade de projeto de F/R no âmbito do MDL para o ano t
$\Delta C_{AB,ijk}$	t C ano ⁻¹	mudanças anuais médias no estoque de carbono da biomassa acima do solo para o estrato i , substrato j , espécie k
$C_{AB,m2,ijk,t}$	t C	estoque de carbono da biomassa acima do solo para o estrato i , substrato j , espécie k , calculado no evento de monitoramento m_2
$C_{AB,m1,ijk,t}$	t C	estoque de carbono da biomassa acima do solo para o estrato i , substrato j , espécie k , calculado no evento de monitoramento m_1
$A_{m,ijk}$	ha	área do estrato i , substrato j , espécie k no evento de monitoramento m
$MC_{AB,m,ijk}$	t C ha ⁻¹	estoque de carbono médio da biomassa acima do solo para o estrato i , substrato j , espécie k no evento de monitoramento m
$MC_{AB_Tree,m,ijk}$	t C ha ⁻¹	estoque de carbono médio da biomassa acima do solo no estrato i , substrato j , espécie k no evento de monitoramento m
$MC_{AB_NTree_Shrub,m,ijk}$	t C ha ⁻¹	mudança anual média no estoque de carbono do componente dos arbustos não-arbóreos acima do solo no estrato i , substrato j , espécie k no evento de monitoramento m



MDL – Conselho Executivo

AR-AM0002/Versão 1

Escopo setorial: 14

19 de maio de 2006

$MC_{AB_NTree_Herb,m,ijk}$	t C ha	mudança anual média no estoque de carbono do componente das herbáceas não-arbóreas acima do solo no estrato i , substrato j , espécie k no evento de monitoramento m
$C_{AB_Tree,m,ijk,p}$	t C ha	estoque de carbono das árvores acima do solo no nível da parcela no estrato i , substrato j , espécie k no evento de monitoramento m
$MC_{AB_NTree_Shrub,m,ijk,p}$	t C ha	estoque de carbono dos arbustos não-arbóreos acima do solo no nível da parcela no estrato i , substrato j , espécie k no evento de monitoramento m
$MC_{AB_NTree_Herb,m,ijk,p}$	t C ha	estoque de carbono das herbáceas não-arbóreas acima do solo no nível da parcela no estrato i , substrato j , espécie k no evento de monitoramento m
p	número	número da parcela no estrato i , substrato j , espécie k
P_{ijk}	número	número de parcelas no estrato i , substrato j , espécie k
$C_{AB_Tree,m,ijk,p}$	t C ha ⁻¹	estoque de carbono da biomassa arbórea acima do solo no estrato i , substrato j , espécie k , parcela p no evento de monitoramento m
$C_{AB_Tree_k}$	t.m.s. ha ⁻¹	estoque de carbono da biomassa arbórea acima do solo da espécie k
$f(DBH_k, H_k)$		equação alométrica relacionando o volume negociável ao diâmetro na altura do peito (DBH) médio, em metros, e à altura das árvores, em metros
C_{AB_Tree,m,k,p_k}	C ha ⁻¹	estoque de carbono, no nível da parcela, das árvores acima do solo para o estrato i , substrato j , espécie k , parcela p no evento de monitoramento m , em t
XF	sem dimensão	fator de expansão para representar o valor por parcela em relação ao valor por hectare
A_p	m ²	área da parcela
tr	número	árvore (TR – número total de árvores na parcela)
$C_{AB_Tree,m,ijk}$	t C ha ⁻¹	estoque de carbono da biomassa arbórea acima do solo no estrato i , substrato j , espécie k , parcela p no evento de monitoramento m
$V_{Tree,m,ijk}$	m ³ ha ⁻¹	volume arbóreo negociável do estrato i , substrato j , espécie k , parcela p no evento de monitoramento m
$C_{AB_NTree_Shrub,m,ijk,p}$	t C ha ⁻¹	estoque de carbono da biomassa dos arbustos acima do solo para o estrato i , substrato j , espécie k , parcela p no evento de monitoramento m
CF_{Shrub}	sem dimensão	fração de carbono da biomassa dos arbustos acima do solo
$C_{AB_NTree_Herb,ijk,p}$	t C ha ⁻¹	carbono na biomassa seca das herbáceas acima do solo para o estrato i , substrato j (classe de idade das árvores) e espécie de árvores k para a parcela p
$C_{AB_NTree_Herb_wet,ijk,p}$	g.m ⁻²	carbono na biomassa úmida das herbáceas acima do solo para o estrato i , substrato j (classe de idade das árvores) e espécie de árvores k para a parcela p
a_{ijk}	m ²	área da estrutura de amostragem para o estrato i , substrato j (classe de idade das árvores) e espécie de árvores k
MP_{ijk}	sem dimensão	fração de peso da umidade na biomassa das herbáceas para o estrato i , substrato j (classe de idade das árvores) e espécie de árvores k (0 a 1)
$A_{m,ijk}$	ha	área do estrato i , substrato j , espécie k no tempo de



MDL – Conselho Executivo

AR-AM0002/Versão 1

Escopo setorial: 14

19 de maio de 2006

		monitoramento m
$MC_{BB,m,ijk}$	t C ha ⁻¹	estoque de carbono médio da biomassa abaixo do solo para o estrato i , subestrato j , espécie de árvore k no tempo de monitoramento m
$R_{T,jk}$	sem dimensão	razão raiz-parte aérea para a espécie de árvore k , classe de idade j
R_S	sem dimensão	razão raiz-parte aérea para os arbustos
R_H	sem dimensão	razão raiz-parte aérea para as herbáceas
$C_{BB,ijk,t}$	t C ano ⁻¹	mudança anual média no estoque de carbono da biomassa abaixo do solo no estrato i , subestrato j , espécie k no ano t
$C_{BB,m2,ijk}$	t C	estoque de carbono da biomassa abaixo do solo para o estrato i , subestrato j , espécie k , calculado no evento de monitoramento m_2
$C_{BB,m1,ijk}$	t C	estoque de carbono da biomassa abaixo do solo para o estrato i , subestrato j , espécie k , calculado no evento de monitoramento m_1
$C_{DW,ijk,t}$	t C	mudança anual média na biomassa da madeira morta no estrato i , subestrato j , espécie k no ano t
$C_{DW,m2,ijk}$	t C	estoque de carbono da madeira morta no estrato i , subestrato j , espécie k no evento de monitoramento m_2
$C_{DW,m1,ijk}$	t C	mudança na biomassa da madeira morta no estrato i , subestrato j , espécie k no evento de monitoramento m_1
T_{DW}	anos	intervalo de monitoramento para a madeira morta $T_{DW} = T_B = m_2 - m_1$
$B_{SDW,m,ijk}$	t.m.s.	biomassa da madeira morta em pé no estrato i , subestrato j , espécie k no evento de monitoramento m
$B_{LDW,m,ijk}$	t.m.s.	biomassa da madeira morta caída no estrato i , subestrato j , espécie k no evento de monitoramento m
CF_{DW}	sem dimensão	fração de carbono da madeira morta
$V_{LDW,m,ijk}$	m ³ /m ²	volume da madeira morta caída no estrato i , subestrato j , espécie k
D_{ijk}^2	m	diâmetro quadrado dos pedaços de madeira morta no estrato i , subestrato j , espécie k
L	m	comprimento do transecto
$D_{DW,dc}$	kg.m.s./m ³	densidade básica da madeira na classe de densidade – boa (1), intermediária (2) e podre (3)
$C_{Lm,ijk}$	t C	carbono na biomassa seca da serapilheira no evento de monitoramento m
MP_L	sem dimensão	fração de peso da umidade da biomassa da serapilheira (0 a 1) [(peso úmido – peso seco)/peso úmido]
a_{ijk}	m ²	área da estrutura de amostragem
$\Delta C_{L,m,ijk,t}$	t C ano ⁻¹	mudança anual média na biomassa da serapilheira no estrato i , subestrato j , espécie k no evento de monitoramento m
$C_{L,m2,ijk}$	t C	estoque de carbono da serapilheira no estrato i , subestrato j , espécie k no evento de monitoramento m_2
$C_{L,m1,ijk}$	t C	mudança na biomassa da serapilheira no estrato i , subestrato j , espécie k no evento de monitoramento m_1
T_L	anos	intervalo de monitoramento para a serapilheira $T_L = m_2 - m_1$
CF_L	sem dimensão	fração de carbono da serapilheira
$\Delta C_{SOC,ijk,t}$	t C ano ⁻¹	mudança anual média no estoque de carbono do reservatório de carbono orgânico do solo no estrato i , subestrato j ,



MDL – Conselho Executivo

AR-AM0002/Versão 1

Escopo setorial: 14

19 de maio de 2006

		espécie k
$C_{SOC,m2,ijk,t}$	t C	estoque de carbono no reservatório de carbono orgânico do solo no estrato i , substrato j , espécie k no evento de monitoramento m_2
$C_{SOC,m1,ijk,t}$	t C	estoque de carbono no reservatório de carbono orgânico do solo no estrato i , substrato j , espécie k no evento de monitoramento m_1
T_S		tempo em anos entre os intervalos de monitoramento do solo m_2 e m_1
$C_{SOC,m,ijk,p}$	t C ha ⁻¹	carbono orgânico do solo da parcela no estrato i , substrato j , espécie k no evento de monitoramento m
$C_{SOC_Sample,m,ijk,p}$	g C	carbono orgânico do solo da amostra na parcela p do estrato i , substrato j , espécie k , determinado em laboratório
$BD_{ijk,p}$	t m ⁻³	densidade aparente (massa/volume de solo da amostra) da parcela p no estrato i , substrato j , espécie k , determinada em laboratório no evento de monitoramento m
$Depth_{ijk,p}$	cm	profundidade do solo em que a amostra de solo é coletada no estrato i , substrato j , espécie k
$FC_{ijk,p}$		1 – (% de volume dos fragmentos grossos/100) para ajustar a fração da amostra ocupada por fragmentos grossos > 2mm na parcela p do estrato i , substrato j , espécie k no evento de monitoramento m
M	sem dimensão	multiplicador para converter unidades em t C ha ⁻¹
$MC_{SOC,m,ijk}$	t C ha ⁻¹	estoque de carbono médio no reservatório de carbono orgânico do solo no estrato i , substrato j , espécie k no evento de monitoramento m
$\Delta C_{SOC,m,ijk,p}$	t C ha ⁻¹	carbono orgânico do solo da parcela p no estrato i , substrato j , espécie k no evento de monitoramento m
p	número	número da parcela no estrato i , substrato j , espécie k
P_{ijk}		número de parcelas no estrato i , substrato j , espécie k
$C_{SOC,m2,ijk}$	t C ha ⁻¹	carbono orgânico do solo no estrato i , substrato j , espécie k no evento de monitoramento m_2
$C_{SOC,m1,ijk}$	t C ha ⁻¹	carbono orgânico do solo no estrato i , substrato j , espécie k no evento de monitoramento m_1
$GHG_{E,t}$	t CO ₂ -eq ano ⁻¹	soma dos aumentos das emissões de gases de efeito estufa dentro do limite do projeto decorrentes da execução da atividade de projeto de F/R proposta no âmbito do MDL no ano t
$E_{FuelBurn,t}$	t CO ₂ -eq ano ⁻¹	aumento das emissões de gases de efeito estufa decorrentes da queima de combustíveis fósseis dentro do limite do projeto no ano t
$E_{BiomassLoss,t}$	t CO ₂ -eq ano ⁻¹	aumento das emissões de gases de efeito estufa decorrentes da perda de biomassa dentro do limite do projeto no ano t
$E_{BiomassBurn,t}$	t CO ₂ -eq ano ⁻¹	aumento das emissões de gases de efeito estufa decorrentes da queima de biomassa dentro do limite do projeto no ano t
$E_{N_2O_direct-N_{fertilizer,t}}$	t CO ₂ -eq ano ⁻¹	aumento das emissões de N ₂ O decorrentes da aplicação de fertilizantes nitrogenados dentro do limite do projeto no ano t
CSP_{diesel}	litro (l) ano ⁻¹	quantidade do consumo de diesel
$CSP_{gasoline}$	litro (l) ano ⁻¹	quantidade do consumo de gasolina no projeto
EF_{diesel}	kg CO ₂ litro ⁻¹	fator de emissão para o diesel



MDL – Conselho Executivo

AR-AM0002/Versão 1

Escopo setorial: 14

19 de maio de 2006

$EF_{gasoline}$	kg CO ₂ litro ⁻¹	fator de emissão para a gasolina
0.001	sem dimensão	fator para converter quilos em toneladas
$A_{NT\ Biomass\ Loss}$	ha	área de perda de biomassa no estrato i
$B_{AB_NTree,i}$	t.m.s. ha ⁻¹	estoque médio de biomassa da vegetação não-arbórea em terra a ser plantada antes do início de uma atividade de projeto de F/R proposta no âmbito do MDL para o estrato i
CF_{NTree}	t C (t.m.s.) ⁻¹	fração de carbono da biomassa seca na vegetação não-arbórea
44/12	sem dimensão	razão dos pesos moleculares do CO ₂ e do carbono
$A_{BiomassBurn,i}$	ha ano ⁻¹	área de queima de biomassa no estrato i
$B_{AB_NTree,i}$	t.m.s. ha ⁻¹	estoque médio da biomassa acima do solo para o estrato i antes da queima
CE		eficiência da combustão, sem dimensão, padrão do IPCC = 0,5
$E_{BiomassBurn,CH_4}$	t CO ₂ -eq ano ⁻¹	emissão de CH ₄ da queima de biomassa nos cortes seguidos de queima
GWP_{CH_4}	sem dimensão	potencial de aquecimento global para o CH ₄
EF_{CH_4}	t CH ₄ (t C) ⁻¹	fator de emissão para o CH ₄ (padrão do IPCC para o CH ₄ = 0,012)
12/44	sem dimensão	razão dos pesos moleculares do carbono e do CO ₂
16/12	sem dimensão	razão dos pesos moleculares do CH ₄ e do carbono
$E_{BiomassBurn,N_2O}$		emissão de N ₂ O da queima de biomassa no corte seguido de queima, em tCO ₂ eq ano ⁻¹
GWP_{N_2O}	sem dimensão	potencial de aquecimento global para o N ₂ O (padrão do IPCC para o N ₂ O = 310)
$C/N\ Ratio$	sem dimensão	razão carbono-nitrogênio
44/28	sem dimensão	razão dos pesos moleculares do N ₂ O e do nitrogênio
EF_{N_2O}	sem dimensão	fator de emissão para o N ₂ O (fator padrão do IPCC = 0,0007)
$E_{Non-CO_2,BiomassBurn}$	t CO ₂ -eq ano ⁻¹	aumento da emissão não-CO ₂ da queima de biomassa
F_{SN}	t N ano ⁻¹	quantidade de nitrogênio fertilizante sintético aplicada, ajustada em relação à volatilização como NH ₃ e NO _x
F_{ON}	t N ano ⁻¹	quantidade de nitrogênio fertilizante orgânico aplicada, ajustada em relação à volatilização como NH ₃ e NO _x
$N_{SN-Fert}$	t N ano ⁻¹	quantidade de nitrogênio fertilizante sintético aplicada
$N_{ON-Fert}$	t N ano ⁻¹	quantidade de nitrogênio fertilizante orgânico aplicada
$Frac_{GASF}$	sem dimensão	fração que se volatiliza como NH ₃ e NO _x para os fertilizantes sintéticos
$Frac_{GASM}$	sem dimensão	fração que se volatiliza como NH ₃ e NO _x para o esterco orgânico
$N_2O_{direct-N\ fertilizer}$	t CO ₂ -eq ano ⁻¹	emissões diretas de N ₂ O decorrentes da aplicação de nitrogênio dentro do limite do projeto
EF_1	t N ₂ O (t N) ⁻¹	fator de emissão para as emissões decorrentes das aplicações de N
ΔC_{ACTUAL}	t CO ₂ -eq ano ⁻¹	remoções líquidas reais de gases de efeito estufa por sumidouros
ΔC_{ijk}	t CO ₂ ano ⁻¹	mudança anual média no estoque de carbono da biomassa arbórea viva para o estrato i , substrato j , espécie k
GHG_E	t CO ₂ -eq ano ⁻¹	emissões de gases de efeito estufa por fontes dentro do limite do projeto resultantes da execução de uma atividade de projeto de F/R no âmbito do MDL



MDL – Conselho Executivo

AR-AM0002/Versão 1

Escopo setorial: 14

19 de maio de 2006

$LK_{Vehicle}$	t CO ₂ eq ano ⁻¹	emissões de CO ₂ da queima de combustíveis fósseis no transporte veicular
v	sem dimensão	tipo de veículo
f	sem dimensão	tipo de combustível
EF_{vf}	sem dimensão	fator de emissão de CO ₂ para o tipo de veículo v com o tipo de combustível f
$FuelConsumption_{vf}$	litros	consumo do tipo de combustível f do tipo de veículo v
n_{vf}	número	número de veículos
k_{vf}	quilômetros	quilômetros rodados pelo tipo de veículo v com o tipo de combustível f no tempo t
e_{vf}	litros km ⁻¹	eficiência do combustível do tipo de veículo v com o tipo de combustível f
C_{AR_CDM}	t CO ₂ -eq ano ⁻¹	remoções antrópicas líquidas de gases de efeito estufa por sumidouros
ΔC_{BSL}	t CO ₂ -eq ano ⁻¹	remoções líquidas de gases de efeito estufa por sumidouros na linha de base
LK	t CO ₂ -eq ano ⁻¹	fugas
$t-CER(t_v)$	t CO ₂	t-RCEs emitidas no ano de verificação t_v
$l-CER(t_v)$	t CO ₂	l-RCEs emitidas no ano de verificação t_v
$C_P(t_v)$	t CO ₂	estoques de carbono existentes no ano de verificação t_v
$C_B(t_v)$	t CO ₂	estoques de carbono estimados no cenário da linha de base no ano de verificação t_v
$E(t)$	t CO ₂	emissões anuais do projeto
$LK(t)$	t CO ₂	fugas anuais
t_v	ano	ano de verificação
k	anos	período de tempo entre as duas verificações
U_S	percentual	incerteza na estimativa do valor do parâmetro médio, %
μ		valor amostral médio do parâmetro
σ		desvio padrão amostral do parâmetro
U_S	percentual	incerteza do produto (emissão por fontes ou remoção por sumidouros);
U_i	percentual	incertezas associadas a cada termo do produto (parâmetros e dados de atividade), $i=1,2,...,n$
U_c	percentual	incerteza percentual combinada, %
U_{si}	percentual	incerteza percentual em cada termo da soma ou da diferença, %
C_{si}	percentual	valor médio de cada termo da soma ou da diferença

2. Referências:

- 1) IPCC Good Practice Guidance for Land Use and Land Use Change and Forestry activities, Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme, 2004. Institute for Global Environment Strategies, Kanagawa, Japan.
- 2) IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in the National Greenhouse Gas Inventories, 2000. Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme, Institute for Global Environment Strategies, Kanagawa, Japan.



- 3) Revised IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories 1996, Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC National Greenhouse gas Inventories Programme, Institute for Global Environment Strategies, Kanagawa, Japan.
- 4) Knipser T., P.W.van Esch, B. Van Putten, Uncertainty in carbon sequestration estimates in a tropical and temperate forest. In CO₂FIX: A Modelling Framework for Quantifying Carbon Sequestration in Forest Ecosystems (G.J. Nabuurs (eds.) (2004), ALTERRA, NL 6700, AA Wageningen, The Netherlands.
- 5) Liski, J., Palosuo, T., Peltoniemi, M. & Sievanen, R., 2005: Carbon and decomposition model Yasso for forest soils. *Ecological Modelling* 189(1-2): 168-182.
- 6) Nabuurs, G.J., Garza-Caligaris, J.F., Kanninen, M., Karjalainen, T., Liski, J., Masera, O., Mohren, G.M.J, Pussinen, A., Schelhaas, M.J. 2001. CO₂FIX V2.0 - manual of a model for quantifying carbon sequestration in forest ecosystems and wood product. ALTERRA Report 445. Wageningen, The Netherlands. 48 pp.
- 7) Masera, O., Garza-Caligaris, J.F., Kanninen, M., Karjalainen, T., Liski, J., Nabuurs, G.J., Pussinen, A. & de Jong, B.J. 2003. Modeling carbon sequestration in afforestation, agroforestry and forest management projects: the CO₂FIX V.2 approach. *Ecological Modelling* 164: 177-199.
- 8) Nabuurs, G.J. & G.M.J. Mohren (1993). Carbon fixation through forestation activities; a study of the carbon sequestering potential of selected forest types, commissioned by the Face Foundation, Institute for Forestry and Nature Research IBN-DLO, Wageningen, IBN Research Report 93/4, 205 pp.
- 9) Nabuurs, G.J. & G.M.J. Mohren (1993). Carbon in Dutch Forest Ecosystem, *Neth. Journal of Agricultural Sciences* 41: 308-26.12.
- 10) Palosuo T., Liski, J., Trofymow, J.A. & Titus, B. 2005. Litter decomposition affected by climate and litter quality – testing the Yasso model with litterbag data from the Canadian Intersite Decomposition Experiment, *Ecological Modelling* 189(1-2): 168-182.
- 11) M.J. Schelhaas, P.W. van Esch, T.A. Groen, B.H.J. de Jong, M. Kanninen, J. Liski, O. Masera, G.M.J. Mohren, G.J. Nabuurs, T. Palosuo, L. Pedroni, A. Vallejo, T. Vilén 2004. CO₂FIX V3.1 Manual - description of a model for quantifying carbon sequestration in forest ecosystems and wood products. ALTERRA Report 1068. Wageningen, The Netherlands.



Apêndice I

Uso do modelo CO₂Fix para a estimativa *ex ante* das mudanças nos estoques de carbono

Esta metodologia permite o uso do modelo revisado por especialistas CO₂Fix para a estimativa *ex ante* das mudanças nos estoques de carbono no âmbito do cenário do projeto, desde que o modelo seja usado em conformidade com os métodos, etapas e procedimentos descritos nesta metodologia. O modelo CO₂Fix foi desenvolvido no âmbito do projeto de remoção de carbono e manejo florestal sustentável (CASFOR), realizado como colaboração interinstitucional entre a ALTERNIA, Holanda; o Instituto de Ecologia da Universidade do México, no México; o Centro Agronomico Tropical de Investigacion y Ensenanza (CATIE), Costa Rica; e o European Forest Institute, Finlândia.

O CO₂Fix é fornecido gratuitamente e informações detalhadas sobre o modelo podem ser obtidas no endereço: <http://www2.efi.fi/projects/casfor/>. A última versão do modelo comporta a análise de investimentos e o cálculo das RCEs. A descrição do modelo, um manual com diretrizes de uso e instruções para download podem ser obtidos no web site do European Forest Institute²⁹.

O modelo CO₂Fix simula a dinâmica do carbono e o manejo dos sistemas com uma única espécie, várias espécies, formações com diferentes idades e sistemas agroflorestais. Simula os estoques e os fluxos de carbono nas formações florestais em cada hectare e em intervalos de um ano, com base nas taxas de crescimento da madeira do caule disponíveis nas tabelas de produção e nos dados de inventários da área. A informação básica de entrada no modelo é o crescimento do volume do caule (a partir das tabelas de produção ou equações alométricas ou pesquisas) e os parâmetros sobre a alocação do volume ou da biomassa aos outros três compartimentos, como folhagem, galhos e raízes. Os estoques de carbono na biomassa viva são calculados como o equilíbrio entre o crescimento e a perda (decorrente da rotatividade, mortalidade e corte).

As previsões do CO₂Fix baseiam-se em um modelo geral de remoção de carbono e nos modelos de produção que adotam um estoque completo e uma sequência de desbastes ao longo do período de rotação. O modelo usa uma abordagem de coortes, especificando as coortes de espécies ou grupos de espécies com base em sua similaridade em termos de características de crescimento e parâmetros. Um arquivo do CO₂Fix precisa ser elaborado para cada espécie ou grupo de espécies, com parâmetros de apoio. Os parâmetros correspondem às características da espécie em termos de crescimento, regime de manejo representado por meio do desbaste e do corte e variáveis relacionadas com o clima, solo, etc. Os parâmetros iniciais são os valores iniciais dos estoques de carbono de cada reservatório no ano 0.

Estabelecimento dos parâmetros iniciais no modelo CO₂Fix

A parametrização é uma etapa importante na estimativa dos estoques de carbono. Os parâmetros iniciais precisam ser especificados para cada módulo. Os resultados do modelo CO₂Fix devem ser comparados com os dados de campo, e outros refinamentos devem ser realizados. O crescimento da biomassa do caule (Bs) é expresso como uma função da idade. Os valores são inicialmente derivados das tabelas de produção e refinados com dados dos inventários. Os coeficientes de alocação da biomassa (F) em folhagem, galhos e raízes são expressos como função da idade da árvore. Assim como as taxas de crescimento do caule, os parâmetros F precisam ser refinados por meio de amostragem destrutiva. Os dados usados para determinar os valores dos parâmetros baseiam-se em publicações científicas e revisadas por especialistas. A descrição do modelo CO₂Fix e o manual do

²⁹ http://www2.efi.fi/projects/casfor/downloads/co2fix3_1_description.pdf



usuário apresentam as fontes de dados e referências às pesquisas com base nas quais o parâmetro do modelo foi desenvolvido.

O objetivo da parametrização do modelo CO₂Fix é contabilizar a variabilidade nos estoques de carbono por meio das variáveis de clima, solo, características da espécie e regimes de manejo. Como o modelo se baseia nos dados fixos de entrada obtidos das tabelas de produção, que são geralmente manejadas no âmbito de um regime de silvicultura, os parâmetros dos dados de produção representam de forma adequada o crescimento da formação. Além do volume do caule, o teor de carbono da matéria seca e a densidade básica da madeira precisam ser informados para cada coorte. Os parâmetros relacionados com o clima e os solos podem ser selecionados da região em que o projeto estiver localizado.

As etapas da parametrização do modelo CO₂Fix são descritas a seguir.

Etapla 1: Os fatores que influenciam os estoques de carbono podem ser captados com o uso de dados e parâmetros das tabelas de produção, estudos locais, publicações oficiais, publicações revisadas por especialistas sobre vegetação, solo e clima da região.

Etapla 2: Constitui boa prática avaliar a média, a mediana e a faixa de cada parâmetro necessário no modelo CO₂Fix, a partir de estudos locais e publicações pertinentes à região.

Etapla 3: Várias rodadas do modelo devem ser feitas para calibrar os parâmetros, e as projeções do modelo devem ser comparadas com os dados reais dos reservatórios de carbono para avaliar a solidez dos parâmetros.

Etapla 4: O manual do CO₂Fix deve ser consultado para executar o modelo e realizar sua parametrização^{30,31}.

Estimativa das mudanças no estoque de carbono da biomassa arbórea

A maior parte das tabelas de produção relata apenas o volume negociável do caule e exclui informações sobre a biomassa dos galhos e das folhas. Nessas situações, o modelo CO₂Fix poderia ser usado para estimar as mudanças na biomassa arbórea acima do solo. As etapas a esse respeito são descritas abaixo.

Etapla 1: As estimativas do volume do caule a partir das tabelas de produção ou outros estudos devem ser coletadas e incorporadas aos arquivos das espécies no modelo CO₂Fix.

Etapla 2: Os coeficientes de alocação da biomassa da folhagem (Ef) e dos galhos (Fb) são funções da idade e são usados como parâmetros no modelo CO₂Fix. Os coeficientes de alocação da biomassa selecionados devem refletir as características de crescimento da espécie ou grupo de espécies. Os parâmetros dos componentes da folhagem e dos galhos podem ser coletados em estudos ecológicos, pesquisas locais e publicações. O manual do CO₂Fix também fornece orientação sobre as fontes de dados e etapas a serem seguidas na escolha dos parâmetros iniciais para calibrar o modelo.

³⁰ Nabuurs, G.J., Garza-Caligaris, J.F., Kanninen, M., Karjalainen, T., Liski, J., Masera, O., Mohren, G.M.J., Pussinen, A., Schelhaas, M.J. 2001. CO₂FIX V2.0 - Manual of a model for quantifying carbon sequestration in forest ecosystems and wood products. ALTERRA Report 445. Wageningen, The Netherlands. 48 p.

³¹ M.J. Schelhaas, P.W. van Esch, T.A. Groen, B.H.J. de Jong, M. Kanninen, J. Liski, O. Masera, G.M.J. Mohren, G.J. Nabuurs, T. Palosuo, L. Pedroni, A. Vallejo, T. Vilén 2004. CO₂FIX V3.1 Manual - description of a model for quantifying carbon sequestration in forest ecosystems and wood products. ALTERRA Report 1068. Wageningen, The Netherlands.



$$\Delta C_{AB_Tree,ijk} = [G_{AB_Stem,ijk} + G_{AB_Branch,ijk} + G_{AB_Foliage,ijk}] \cdot CF_k$$

Onde:

$\Delta C_{AB_Tree,ijk}$	é o aumento da biomassa arbórea acima do solo no estrato i , substrato j , espécie k , em t.m.s. ha ⁻¹ ;
$G_{AB_Stem,ijk}$	é aumento da biomassa no caule no estrato i , substrato j , espécie k , em t.m.s. ha ⁻¹ ;
$G_{AB_Branch,ijk}$	é o aumento da biomassa na folhagem ($G_{AB_Stem,ijk} \cdot E_f$) no estrato i , substrato j , espécie k , em t.m.s. ha ⁻¹ ;
$G_{AB_Foliage,ijk}$	é o aumento da biomassa nos galhos ($G_{AB_Stem,ijk} \cdot E_b$) no estrato i , substrato j , espécie k , em t.m.s. ha ⁻¹ ;
CF_k	é a fração de carbono para a espécie k , sem dimensão.

Observação: a classe de idade da variável é refletida no substrato j .

Etapla 3: As projeções do modelo devem ser comparadas com as estimativas da biomassa dos estudos disponíveis sobre tipos de espécies similares ou dados de estudos secundários e publicações, a fim de demonstrar a validade dos parâmetros e melhorar a solidez das projeções do modelo.

Etapla 4: As projeções do modelo CO₂Fix são feitas para as etapas de tempo de um ano e seguem a abordagem de ganho-perda, que leva em conta o crescimento e a perda de biomassa arbórea durante o ano em razão de corte e perturbações, como incêndios, pragas, etc. A mudança anual no estoque de carbono das árvores é refletida na estimativa *ex ante*. Os parâmetros de crescimento refletem os aumentos anuais, e as perdas de biomassa arbórea acima do solo são refletidas nos desbastes, cortes e perturbações.

$$\Delta C_{AB_Tree,ijk} = A_{ijk} \cdot \sum_i \sum_j \sum_k (\Delta C_{AB_Tree_Growth,ijk} - \Delta C_{AB_Tree_Loss,ijk})$$

Onde:

$\Delta C_{AB_Tree,ijk}$	é a mudança anual na biomassa arbórea acima do solo no estrato i , substrato j , espécie k , em t C;
$\Delta C_{AB_Tree_Growth,ijk}$	é o crescimento anual da biomassa arbórea no estrato i , substrato j , espécie k , em t C ha ⁻¹ ;
$\Delta C_{AB_Tree_Loss,ijk}$	é a perda anual na biomassa arbórea no estrato i , substrato j , espécie k , em t C ha ⁻¹ ;
A_{ijk}	é a área do estrato i , substrato j e espécie k , em ha.

A biomassa colhida por meio de desbaste e cortes é subtraída da biomassa existente, e os resíduos da exploração florestal e a madeira morta após o corte das árvores são somados ao módulo do solo, uma vez que devem se decompor com o tempo.

$$\Delta C_{AB_Tree_Loss,ijk} = \Delta C_{AB_Tree_Harvest,ijk} + \Delta C_{AB_Tree_Dist,ijk}$$

$\Delta C_{AB_Tree_Harvest,ijk}$	é a mudança anual na perda de biomassa arbórea decorrente de corte no estrato i , substrato j , espécie k , em t.m.s. ha ⁻¹ ano ⁻¹ ;
$\Delta C_{AB_Tree_Dist,ijk}$	é a mudança anual na perda de biomassa arbórea decorrente de perturbação no estrato i , substrato j , espécie k , em t.m.s. ha ⁻¹ ano ⁻¹ .



Estimativa das mudanças no estoque de carbono da biomassa não-arbórea dos arbustos

A biomassa dos arbustos pode ser estimada, modelando-se as espécies de plantas perenes lenhosas não-arbóreas como uma coorte da espécie k . Os dados dos arbustos podem ser coletados em estudos locais ou publicações e usados para parametrizar o crescimento dos arbustos no modelo, a fim de se estimar a biomassa dos arbustos e projetar a mudança no estoque de carbono.

Estimativa das mudanças no estoque de carbono da biomassa abaixo do solo

No modelo CO₂Fix, a relação entre a biomassa abaixo do solo e a biomassa acima do solo é expressa do seguinte modo.

$$C_{BB,ijk} = [C_{AB_Stem,ijk} \bullet R_{T,kF}]$$

Onde:

$C_{BB,ijk}$	é a biomassa abaixo do solo no estrato i , substrato j , espécie k , em t.m.s. ha ⁻¹ ;
$C_{AB_Stem,ijk}$	é o estoque de carbono da biomassa do caule no estrato i , substrato j , espécie k , em t C ha ⁻¹ ;
$R_{T,kF}$	é a biomassa da raiz como fração da biomassa do caule para a espécie k , sem dimensão.

Estimativa das mudanças no estoque de carbono da madeira morta

No modelo CO₂Fix, a madeira morta é incluída na serapilheira lenhosa grossa (caules e tocos) e, em menor grau, na serapilheira lenhosa pequena e fina (galhos finos e grossos, raízes grossas). Os dados da mortalidade natural obtidos nas publicações e pesquisas e tabelas de produção podem ser usados para parametrizar a variável da mortalidade como uma fração da biomassa em pé no menu principal **Biomass** dentro de **Mortality**. A mortalidade pode ser agrupada em mortalidade natural e mortalidade decorrente de atividades de manejo e pode ser representada como uma fração da biomassa em pé. Essa fração pode variar com a idade ou com a razão entre a biomassa real e máxima alcançável.

A mortalidade é estimada como uma função da idade da árvore ou como uma função da biomassa relativa (razão da biomassa em pé em relação à biomassa máxima da formação). Além da mortalidade das árvores, a dinâmica do carbono em outros compartimentos de biomassa precisa considerar a rotatividade da folhagem, dos galhos e das raízes das árvores remanescentes.

Os desbastes e os cortes podem aumentar a mortalidade, dependendo dos métodos de corte e tecnologia usados e podem ser expressos em termos do número de árvores, área basal, volume ou biomassa desbastada ou colhida. O modelo também leva em conta a fração de decomposição no componente de modelagem da madeira morta.

Estimativa das mudanças no estoque de carbono da serapilheira

Os dados de estimativa da serapilheira obtidos em publicações devem ser usados para parametrizar o modelo CO₂Fix. Os dados da serapilheira podem ser introduzidos diretamente no modelo ou podem ser estimados com o uso do módulo da biomassa por meio de rotatividade da biomassa, mortalidade natural, mortalidade do manejo e resíduos de exploração florestal.



Estimativa das mudanças no carbono orgânico do solo

O CO₂Fix usa o modelo Yasso³² para modelar a dinâmica do carbono do solo. O modelo Yasso descreve a decomposição e a dinâmica do carbono do solo e calibra o estoque total do carbono do solo sem fazer distinção entre as camadas de solo. Usa parâmetros do modelo do solo, parâmetros da madeira morta e da serapilheira do módulo da biomassa e o parâmetro do clima como dados de entrada nos Parâmetros Gerais. Distingue-se o compartimento da raiz em raiz grossa e raiz fina no momento da rotatividade (*turnover*). Supõe-se que as frações desses dois sigam a razão entre os galhos e a serapilheira da folhagem. Como a rotatividade das raízes finas é mais alta, a rotatividade total da raiz é mais alta nas espécies de curta rotação do que nas de longa rotação.

O módulo do solo consiste de duas partes – Parâmetros gerais e Parâmetros da coorte. Os parâmetros para o módulo do solo são usados no menu principal Solo. Na parte dos Parâmetros gerais, o usuário precisa fornecer parâmetros do clima para o local. Esses parâmetros são a soma efetiva da temperatura (dias com graus abaixo de zero) ao longo do ano (°C), precipitação (mm) e evapotranspiração potencial (mm). O modelo foi testado para avaliar os efeitos do clima nas taxas de decomposição da serapilheira em uma ampla gama de ecossistemas (Liski et al. 2003, Palosuo et al. 2003).

Os dados de estimativa do carbono orgânico do solo devem ser obtidos em publicações e usados para parametrizar o modelo CO₂Fix. O modelo usa a serapilheira não-lenhosa (folhagem e raízes finas), serapilheira lenhosa fina (galhos e raízes grossas) e serapilheira lenhosa grossa (caules e tocos) como componentes que sofrem decomposição ao longo do tempo. O fracionamento da serapilheira determina a taxa de decomposição em cada etapa de tempo e é influenciado pelas variáveis do clima, como temperatura e umidade.

Avaliação da incerteza no modelo CO₂Fix

O modelo CO₂Fix tem algoritmos de simulação para avaliar a incerteza. Os parâmetros do modelo levam em conta a variabilidade das taxas de crescimento das espécies, o teor de carbono e decomposição do húmus, e as várias rodadas captam a incerteza nos reservatórios de carbono. Como os dados do aumento anual nas tabelas de produção baseiam-se em dados das parcelas amostrais que, por sua vez, baseiam-se em procedimentos válidos de inventário, a análise do cenário do modelo CO₂Fix pode ser considerada sólida na avaliação da variabilidade. A estimativa para mais ou para menos das remoções líquidas reais de gases de efeito estufa pode ser minimizada pela identificação correta da classe de terras do local com o uso dos modelos de produção que representam com precisão a qualidade do local e as taxas de crescimento das espécies no âmbito do cenário do projeto.

Transparência e conservadorismo das estimativas ex ante

O modelo CO₂Fix normalmente faz uma estimativa conservadora dos estoques de carbono na biomassa e na serapilheira acima do solo. Também fornece dados de entrada para o módulo do solo. Todos os dados usados no modelo CO₂Fix baseiam-se em pesquisas científicas, inventários de floresta e métodos de manejo válidos. As estimativas *ex ante* do modelo CO₂Fix são conservadoras em comparação com os valores calculados a partir de dados de campo. Portanto, é plausível usar o modelo CO₂Fix para a estimativa *ex ante* da remoção líquida real de gases de efeito estufa por sumidouros no âmbito do projeto.

³² Ver Liski et al. <http://www.efi.fi/projects/yasso/>.