



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Florestas
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 1517-536X

Dezembro, 2002

Documentos 73

Metodologia para Estimar o Estoque de Carbono em Diferentes Sistemas de Uso da Terra

Luis Alberto Arevalo

Julio Cesar Alegre

Luciano Javier Montoya Vilcahuaman

Colombo, PR
2002

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Florestas

Estrada da Ribeira, km 111 - CP 319

83411-000 - Colombo, PR - Brasil

Fone: (41) 666-1313

Fax: (41) 666-1276

Home page: www.cnpf.embrapa.br

E-mail: sac@cnpf.embrapa.br

Para reclamações e sugestões *Fale com o ouvidor*: www.embrapa.br/ouvidor

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Moacir José Sales Medrado

Secretária-Executiva: Guiomar Moreira Braguinha

Membros: Antônio Carlos de S. Medeiros, Edilson B. de Oliveira, Erich G. Schaitza, Honorino R. Rodigheri, Jarbas Y. Shimizu, José Alfredo Sturion, Patricia P. de Mattos, Sérgio Ahrens, Susete do Rocio C. Penteado

Supervisor editorial: Moacir José Sales Medrado

Revisor de texto: Glaci Kokuka

Normalização bibliográfica: Elizabeth Câmara Trevisan
Lidia Woronkoff

Editoração eletrônica: Cleide Fernandes de Oliveira

1ª edição

1ª impressão (2002): 500 exemplares

Todos os direitos reservados.

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

CIP-Brasil. Catalogação-na-publicação.

Embrapa Florestas

Arevalo, Luis Albert

Metodologia para estimar o estoque de carbono em diferentes sistemas de uso da terra / Luis Alberto Arevalo, Julio César Alegre e Luciano Javier Montoya Vilcahuaman. – Colombo : Embrapa Florestas, 2002.

41 p. : il. (Embrapa Florestas. Documentos, 73).

ISSN 1517-536X

1. Carbono – Estoque - Metodologia. 2. Floresta – Carbono – Seqüestro. I. Alegre, J. C. II. Montoya Vilcahuaman, L. J. III. Título. IV. Série.

CDD 551.523

© Embrapa, 2002

Autores

Luis Alberto Arevalo

Engenheiro-agrônomo, Mestre, Pesquisador do ICRAF -
World Agroforestry Centre, Peru
l.arevala@cgian.org

Julio Cesar Alegre

Engenheiro-agrônomo, Doutor, Pesquisador do ICRAF -
World Agroforestry Centre, Peru
j.alegre@cgian.org

Luciano Javier Montoya Vilcahauman

Engenheiro-agrônomo, Doutor, Pesquisador da Embrapa
Florestas.
lucmont@cnpf.embrapa.br

Apresentação

O tema captura de carbono, no Brasil e, em outros países, tem ganhado importância, decorrente de sua influência nas mudanças climáticas. Nesta problemática, reconhece-se a necessidade de estudos específicos de cálculos de captura de carbono pelas florestas. Geralmente, estes cálculos têm sido feito baseados em dados já existentes de produção de biomassa e que não correspondem as formações florestais das diferentes regiões do Brasil.

Nesse sentido, existe uma demanda para estudos dessa natureza, sendo um dos primeiros, a aplicação metodológica para o cálculo de carbono nos diferentes sistemas de uso da terra.

A presente publicação representa o esforço conjunto entre o International Centre for Research in Agroforestry - ICRAF e Embrapa Florestas, visando abordar os aspectos sobre o potencial de seqüestro de carbono pelas florestas, descrever a metodologia, a tomada de dados e os formulários práticos para a determinação do carbono.

A publicação leva em consideração basicamente a metodologia desenvolvida pelo ICRAF, reconhecida internacionalmente. A mesma, foi aplicada no curso, sobre quantificação de carbono capturado pelo sistema de uso da terra com bracatinga (*Mimosa scabrella* Bentham.), no município de Bocaiúva do Sul, Paraná.

Sumário

1. Introdução	9
2. Considerações Gerais	10
2.1. Fontes e depósitos de carbono nos diferentes sistemas de uso da terra	10
2.2. Carbono Sequestrado	11
3. Composição Metodológica	11
4. Biomassa de árvores mortas em pé	16
5. Biomassa de árvores caídas mortas	16
6. Amostragem de solo e determinação da densidade aparente	17
7. Cálculo da biomassa arbórea viva (kg/árvore)	18
8. Cálculo da biomassa de árvores mortas em pé (kg/árvore)	19
9. Cálculo da biomassa de árvores caídas mortas	20
10. Cálculo da biomassa arbustiva/herbácea (t/ha)	21
11. Cálculo da biomassa de serrapilheira	22
12. Cálculo da biomassa vegetal total (t/ha)	22
13. Cálculo da densidade aparente do solo (gr/cc)	23
14. Cálculo do peso do volume de solo por horizonte da amostragem	23
15. Cálculo do carbono na biomassa vegetal total (t/ha)	24
16. Cálculo do carbono no solo	24

17. Cálculo do carbono total do SUT (t/ha)	24
18. Medições complementares	25
ANEXOS	27
ANEXO 1: Equipamentos e materiais para calcular o carbono	29
ANEXO 2: Folha de trabalho de campo no 1.....	30
ANEXO 3: Folha de trabalho de campo no 3.....	32
ANEXO 4: Folha de trabalho de campo no 4.....	33
ANEXO 5: Folha de trabalho de campo no 5.....	34
ANEXO 6 - Desenvolvimento das equações alométricas.	38
Referências Bibliográficas	40

Metodologia para Estimar o Estoque de Carbono em Diferentes Sistemas de Uso da Terra

Luis Alberto Arevalo

Julio Cesar Alegre

Luciano Javier Montoya Vilcahuaman

1. Introdução

O reconhecimento da deterioração do meio ambiente que se reflete em fenômenos que vêm ocorrendo em escala mundial, incidem nos ciclos naturais e alteram os ecossistemas. Um exemplo, que pode ilustrar esta problemática é a *mundança climática*. Este fenômeno está associado à degradação dos recursos naturais, entre eles o desmatamento, o uso inadequado da terra, a queima de combustíveis fósseis e muitas outras atividades humanas que conduzem à emissão de gases para a atmosfera como o dióxido de carbono/ CO_2 , metano/ CH_4 e óxido nitroso/ N_2O , chamados de gases de “efeito estufa” (Woomer et al., 2000).

Atualmente, há intenso debate sobre as possíveis conseqüências deste efeito, sendo tema central de conferências internacionais como a realizada no Rio de Janeiro, em 1992 e, a de Kyoto, Japão, em 1997. É um dos problemas mais cruciais pelo enorme potencial de causar impactos de dimensões globais e, em diferentes contextos como clima, ecologia e sócioeconômica.

Todavia, em torno do anterior, tem-se configurado um mercado onde há fontes que oferecem o serviço de captura ou seqüestro de carbono, através do uso de práticas de conservação de florestas, projetos de reflorestamentos, de uso de sistemas agroflorestais (SAF´s), assim como o uso de práticas agrícolas conservacionistas do solo. Desse modo, incrementando-se o interesse para conhecer o potencial de captura e armazenamento de carbono nos diferentes Sistemas de Uso da Terra (SUT) (Alegre et al., 2000b).

2. Considerações Gerais

2.1. Fontes e depósitos de carbono nos diferentes sistemas de uso da terra

Nos diferentes SUT's, o carbono é liberado pela vegetação depois da sua derrubada e queima e, pelo solo depois das intervenções freqüentes no preparo do solo. Isto ocasiona o rompimento do estado estável do carbono na biomassa, o aumento na velocidade de mineralização da matéria orgânica e consequentemente, a liberação do carbono que se encontra nos poros do solo.

Por outro lado, o uso de práticas de manejo florestal e agroflorestal e, de práticas conservacionistas do preparo do solo pode potencialmente mitigar e reduzir as emissões de carbono, ou seja, seqüestrando-o, capturando-o e mantendo-o o maior tempo possível na biomassa, no solo e nos oceanos. Nas práticas florestais e agroflorestais, o processo se logra através da fotossíntese no solo, através da decomposição e mineralização da matéria orgânica (Dixon, 1995).

Assim, as florestas, os sistemas agroflorestais e os solos podem ser tanto reservatórios como fontes de carbono. Isto vai depender de como e com que propósito são manejados e, como são utilizados seus produtos. As florestas atuam como reservatórios ao absorver o carbono pela conseqüente liberação de oxigênio e retendo-o na biomassa, principalmente, na forma de madeira. Ao queimarem-se, o processo se reverte, usando oxigênio do ar para a combustão e, liberando o carbono armazenado na madeira.

Sabe-se que a capacidade de absorção e fixação de carbono pelas árvores é função da espécie, da taxa de crescimento, da longevidade, do sítio, do clima e do período de rotação, entre outros. Em geral, fixam mais carbono as florestas secundárias e as plantações jovens. As florestas primárias e as plantações maduras, atingem um estágio de equilíbrio quanto a absorção de carbono, já que liberam a mesma quantidade mediante a decomposição da madeira morta e das árvores em senescência.

As plantas tem a capacidade de capturar o dióxido de carbono da atmosfera durante a fotossíntese, que logo a utiliza para gerar alimento necessário para

seu crescimento. Estima-se que um hectare de plantio arbóreo pode absorver em torno de 10 t de C por hectare/ano, da atmosfera. Se estima também, que o 45% da biomassa vegetal é carbono (Alegre et al., 2000a). Em florestas tropicais a biomassa seca pode variar entre 150 e 382 t/ha, dessa forma o carbono armazenado varia entre 67,5 a 171 t/há (Alegre et al., 2000a).

2.2 Carbono Sequestrado

É o carbono que está fixado em forma contínua e pelo maior tempo possível em qualquer SUT. Em geral, a fixação pode aumentar através de intervenções como de programas de manejo de solos com reflorestamentos, sistemas agroflorestais e práticas conservacionistas de solos.

Para estimar o fluxo de carbono que é medido em toneladas de carbono por hectare ano (t/ha/ano), inicialmente, seleciona-se um SUT, estes são constituídos desde florestas nativas, áreas queimadas para cultivos anuais, pastagens ou plantações perenes, florestas secundárias em diferentes idades, sistemas agroflorestais e silvipastoris, capoeiras melhoradas, entre outros.

3. Composição Metodológica

A aplicação da metodologia desenvolvida pelo ICRAF, foi realizada em áreas de *bracatingais* do município de Bocaiúva do Sul, estado do Paraná. A espécie florestal, *bracatinga* (*Mimosa scabrella* Bentham), é o componente de um dos sistemas agroflorestais (SAF's) tradicionais da Região Sul do Brasil. Segundo a silvicultura tropical clássica, o sistema agroflorestal da *bracatinga*, é um sistema "taungyia", com a peculiaridade de ser dirigido, principalmente, à produção de lenha, cujo mercado, até hoje, regula a vitalidade de seu cultivo (Carpanezi, 1994; Carpanezi, 1997). O sistema constitui-se em alternativa de emprego, geração de renda, de fixador do homem no campo e de reposição florestal, principalmente nas pequenas propriedades (Laurent et al., 1990; Mazza et al., 2000). Os autores ainda mencionam que a oferta vantajosa de resíduos de serraria tem causado redução expressiva da demanda de lenha e das áreas de *bracatingais* exploradas anualmente. Assim, a continuidade do seu cultivo depende de sua capacidade em ofertar lenha ou derivados a preços

competitivos, ou de oferecer produtos e/ou serviços novos como a captura de carbono.

Na aplicação da metodologia para estimar a captura de carbono participaram pesquisadores, técnicos e estudantes da área agroflorestal. Esta é composta das seguintes etapas:

Etapa 1. Procedimento para determinar a biomassa vegetal

1 Biomassa arbórea viva

É representada por toda a biomassa (tronco, ramos e folhas) das árvores com diâmetros maiores de 2,5 cm.

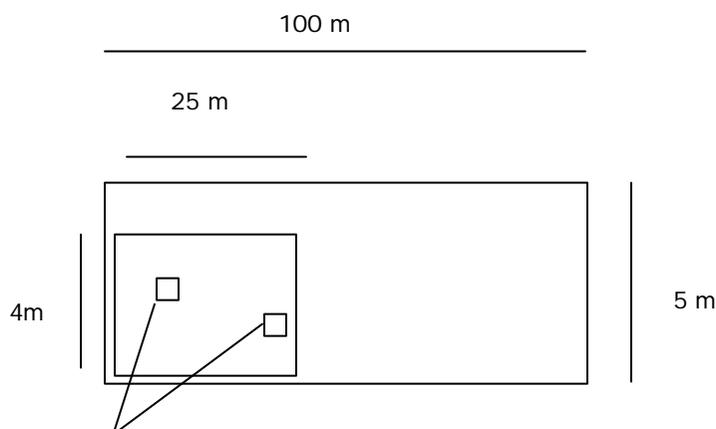
Para estimar o carbono armazenado na biomassa arbórea viva, marcam-se ao acaso 5 parcelas de 4 x 25 m, onde se realizam o inventário florestal, medindo-se a altura com aclímetro e o diâmetro na altura do peito (DAP) de todas as árvores com 2,5 até 30,0 cm de DAP, empregando-se a fita diamétrica (Fig.1).



Fig.1 Medida de diâmetro na altura do peito

Se dentro desta parcela encontram-se árvores com DAP maiores de 30,0 cm, é necessário marcar-se uma nova parcela de 5 x 100m, superposta (Fig. 2).

Para as árvores, bifurcadas abaixo do DAP a biomassa é estimada depois de calcular o diâmetro geral da árvore, utilizando a fórmula raiz quadrada da soma dos diâmetros das ramas individuais.



Para análise de herbáceas e serrapilheira

Fig. 2. Desenho de parcelas para a análise dos diferentes componentes da biomassa vegetal.

Em todos os casos, deve-se indicar:

- Nome local da espécie florestal
- descrever se é ramificada (R) ou não (NR);
- indicar o índice de densidade da madeira da espécie (alta = 0,8; media = 0,6 ou baixa = 0,4);
- se é uma palmeira (P) ou cipó (C).

Em anexo, apresentam-se folhas de trabalho de campo que se utilizam para registrar estas medidas; com as quais se cria uma base de dados em Excel, e se realizam os diferentes cálculos da biomassa e de carbono, introduzindo-se as fórmulas recomendadas na etapa 3.

2 *Biomassa arbustiva e herbácea.*

É representada pela biomassa sobre o solo, originária de arbustos com menos de 2,5 cm de diâmetro, de gramíneas e outras ervas.

Para estimar a biomassa marcam-se ao acaso dois quadrantes de 1 x 1 m, dentro das parcelas de 4 x 25 m ou de 5 x 100 m segundo o estabelecido. Nestas, corta-se toda a biomassa ao nível do solo (Fig. 3). Registra-se o peso fresco total por m² e deste, coletar uma amostra (aproximadamente 300 g), logo colocá-la em bolsa de papel corretamente identificada e enviá-la ao laboratório para ser secada em estufas de ar quente a 70 °C até atingir o peso seco constante.

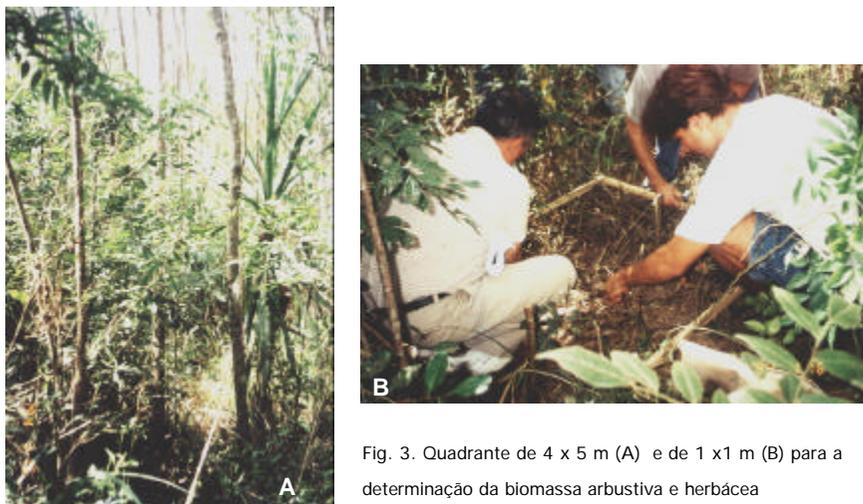


Fig. 3. Quadrante de 4 x 5 m (A) e de 1 x 1 m (B) para a determinação da biomassa arbustiva e herbácea

O peso seco da amostra é estimado em t/ha e, este valor se multiplica pelo fator de 0,45, obtendo-se a quantidade de carbono contida nesta biomassa. (No anexo 4 apresenta-se folha de trabalho, que é usada para registrar a informação com um exemplo numérico e os respectivos cálculos em formato Excel).

3. Biomassa da serrapilheira

É representada pela biomassa de galhos, ramos e outros materiais mortos acumulados.

Para estimar o carbono armazenado neste material, marca-se dentro dos quadrantes de 1 x 1 m, um subquadrante de 0,5 x 0,5 m (Fig. 4). Nele coleta-se toda a serrapilheira e registra-se o peso fresco total acumulado, em 0,25 m². Desta amostra, retira-se uma subamostra e se registra seu peso, colocando-a em saco de papel devidamente codificado e enviada ao laboratório para ser secada em estufa a 75°C até obter-se peso seco constante.



Fig. 4. Quadrantes de 1 x 1 m e de 0,5 x 0,5 m para determinação da biomassa da serrapilheira.

O peso seco da subamostra é estimado em t/ha e este valor se multiplica pelo fator de 0.45, obtendo-se a quantidade de carbono nesta biomassa (folha de trabalho de campo 5, anexo).

4. Biomassa de árvores mortas em pé

A biomassa das árvores mortas em pé é estimada tanto nas parcelas de 4 x 25 m como nas parcelas de 5 x 100 m de acordo com o DAP das árvores, de forma similar a estimação da biomassa arbórea viva (Fig. 5).



Fig. 5. Árvore morta e sua biomassa.

5. Biomassa de árvores caídas mortas

De igual maneira ao caso anterior, medem-se as árvores caídas mortas nos quadrantes de 4 x 25 m ou nos de 5 x 100 m, registrando-se o diâmetro médio e o comprimento da árvore dentro do quadrante (Fig. 6).

Se a árvore caída atravessa a parcela, somente registrar o comprimento da parte compreendida dentro do quadrante.



Fig. 6. Biomassa de árvores caídas mortas registrando-se o diâmetro (A) e o comprimento (B) dentro do sistema de uso da terra com o bracatinga

ETAPA 2. Procedimento para determinar o carbono no solo

6. Amostragem de solo e determinação da densidade aparente

Nos quadrantes demarcados para a amostragem da biomassa arbustiva e herbácea, cavam-se trincheiras de 1m de profundidade, definindo-se nelas horizontes entre 0 – 0,1 m; 0,1 – 0,2 m; 0,2 – 0,4 m e 0,4 – 1,0 m, estes poderão variar de acordo com a textura do solo. Nesse caso, a profundidade do horizonte será determinada em função da textura (Fig. 7).



Fig. 7. Trincheira para amostragem de solo (A) de solo e horizontes para determinação de carbono e da densidade aparente (B).

Em cada um destes horizontes, estimar a densidade aparente do solo; usando cilindros Uhland de volume conhecido. Além disso, tomar uma amostra por horizonte, em média de 500g. As amostras devem ser corretamente identificadas e enviadas ao laboratório para a quantificação de carbono total e análises complementares de textura e pH em KCL; o qual permitirá fazer as respectivas correções por mudanças da textura e acidez do solo, principalmente em solos dos trópicos úmidos.

ETAPA 3. Cálculo para determinar o carbono na biomassa vegetal total

São vários os modelos para estimar os volumes de biomassa arbórea, todos indiretamente, por inferência de suas principais medidas biométricas, geralmente, altura, DAP e densidade da madeira ou da espécie arbórea.

7. Cálculo da biomassa arbórea viva (kg/árvore)

Para calcular a biomassa de cada uma das árvores vivas e mortas em pé, utiliza-se a seguinte equação:

$$BA = 0,1184 \text{ DAP}^{2,53}$$

Onde:

BA = biomassa de árvores vivas e mortas em pé

0,1184 = constante

DAP = diâmetro da altura do peito DAP (cm)

2,53 = constante

Para calcular a quantidade de biomassa por hectare, deve-se somar a biomassa de todas as árvores medidas e registrada (BTAV) já seja na parcela de 4m x 25m ou nas de 5m x 100m, ou seja:

$$\text{BAVT (t/ha)} = \text{BTAV} * 0,1$$

ou

$$\text{BAVT (t/ha)} = \text{BTAV} * 0,02$$

Onde:

BAVT = biomassa total de árvores vivos em t/ha

BTAV = biomassa total na parcela de 2m x 25m ou na de 5m x 100m

0,1 = fator de conversão quando a parcela é de 4m x25m

0,02 = fator de conversão quando a parcela é de 5m x100m

8. Cálculo da biomassa de árvores mortas em pé (kg/árvore)

Para estimar a biomassa de árvores mortas em pé, utilize a mesma fórmula para estimar a biomassa das árvores vivas, ou seja:

$$\text{BAMP (kg/árvore)} = 0,1184 \text{ DAP}^{2,53}$$

Onde:

BAMP = biomassa de árvores vivas e mortas em pé

0,1184 = constante

DAP = diâmetro da altura do peito DAP (cm)

2,53 = constante

Para calcular a quantidade de esta biomassa em t/ha, deve-se somar a biomassa de todas as árvores morta em pé (BAMPP), seja na parcela de 4m x 25m ou nas de 5m x 100m, ou seja:

$$BTAMP \text{ (t/ha)} = BAMPP * 0,1$$

ou

$$BTAMP \text{ (t/ha)} = BAMPP * 0,02$$

Onde:

BTAMP = biomassa total de árvores mortas em pé em t/ha

BAMPP = biomassa de árvores mortas em pé dentro da parcela

0,1 = fator de conversão quando a parcela é de 4m x25m

0,02 = fator de conversão quando a parcela é de 5m x100m

9. Cálculo da biomassa de árvores caídas mortas

Usar a seguinte equação:

$$BACM \text{ (kg/árvore)} = 0,4 \text{ DAP}^2 \text{ L } 0,25 \pi$$

Onde:

BAMC = biomassa de árvores mortas caídas

0,4 = densidade (valor assumido por convenção)

DAP = diâmetro a altura do peito (cm)

L = comprimento da árvore (m)

0,25 = constante

π = pi, constante (3,1416)

Para calcular a quantidade de biomassa em t/ha, deve-se somar a biomassa de todas as árvores caídas mortas (BACMP) medidas e registrada já seja na parcela de 4m x 25m ou nas de 5m x 100m, ou seja:

$$BTACM \text{ (t/ha)} = BACMP * 0,1$$

ou

$$BTACM \text{ (t/ha)} = BACMP * 0,02$$

Onde:

BTACM = biomassa total de árvores caídas mortas em t/ha

BACMP = biomassa total das árvores caídas mortas na parcela de 2m x 25m ou na de 5m x 100m

0,1 = fator de conversão quando a parcela é de 4m x 25m

0,02 = fator de conversão quando a parcela é de 5m x 100m

10. Cálculo da biomassa arbustiva/herbácea (t/ha)

Para estimar esta biomassa em t/ha, deve-se utilizar a seguinte equação:

$$BAH \text{ (t/ha)} = (PSM/PFM) * 0,1$$

onde:

BAH = biomassa arbustiva/herbácea, matéria seca

PSM = peso seco da amostra coletada

PFM = peso fresco da amostra coletada

0,1 = fator de conversão quando a parcela é de 4m x 25m

11. Cálculo da biomassa de serrapilheira

Para estimar esta biomassa em t/ha, deve-se utilizar a seguinte equação:

$$BH \text{ (t/ha)} = (\text{PSM/PFM}) \times \text{PFT} \times 0,04$$

onde:

BH = biomassa da serrapilheira, matéria seca

PSM = peso seco da amostra coletada

PFM = peso fresco da amostra coletada

PFT = peso fresco total por metro quadrado

0,04 = fator de conversão

12. Cálculo da biomassa vegetal total (t/ha)

$$\text{BVT (t/ha)} = (\text{BAVT} + \text{BTAMP} + \text{BTACM} + \text{BAH} + \text{BH})$$

Onde:

BVT = biomassa vegetal total

BAVT = biomassa total de árvores vivos

BTAMP = biomassa total das árvores mortas em pé

BTACM = biomassa total das árvores caídas mortas

BAH = biomassa arbustiva e herbácea

BH = biomassa da serrapilheira

ETAPA 4: Cálculo para determinar o carbono no solo

13. Cálculo da densidade aparente do solo (gr/cc).

Para calcular o peso do volume do solo por hectare, é necessário analisar primeiro a densidade aparente do solo para cada um dos horizontes analisados.

$$DA \text{ (gr/cc)} = \text{PSN/VCH}$$

Onde:

DA = densidade aparente, em gr/cc

PSN = peso seco do solo dentro do cilindro

VCH = volume cilindro Uhland (constante)

14. Cálculo do peso do volume de solo por horizonte da amostragem.

$$\text{PVs (t/ha)} = \text{DA} * \text{Ps} * 10000$$

Onde:

PVs = peso do volume do solo

DA = densidade aparente

Ps = profundidade ou espessura do horizonte do solo

10,000 = constante

ETAPA 5: Cálculo do carbono total

15. Cálculo do carbono na biomassa vegetal total (t/ha)

$$CBV \text{ (t/ha)} = BVT * 0,45$$

Onde:

CBV (t/ha) = carbono na biomassa vegetal

BVT = biomassa vegetal total

0,45 = constante

16. Cálculo do carbono no solo

$$CS \text{ (t/ha)} = (PVs * \%C_{LAB}) / 100$$

Onde:

CS = Carbono no solo, em t/ha

PVs = Peso do volume do solo

$\%C_{LAB}$ = Resultados de C em percentagem analisados em laboratório

100 = Fator de correção

17. Cálculo do carbono total do SUT (t/ha)

$$CT \text{ (t/ha)} = CBV + CS$$

Onde:

CT = carbono total do SUT

CBV = carbono na biomassa vegetal total

CS = carbono no solo

18. Medições complementares

No caso de análises de SUT's onde há presença de cinzas e carvão superficial, estes devem ser registrados nas folhas de trabalho de campo 7 e 8, anexo. Os valores estabelecidos para estes componentes devem ser adicionados à quantidade total do carbono no sistema. Os cálculos realizam-se de forma semelhante para o caso da biomassa da serrapilheira em t/ha.

No caso de não dispor das equações alométricas que permitam o cálculo do volume de biomassa arbórea de algumas espécies que predominam no sistema, será necessário fazer medições complementares em forma destrutiva, o que é detalhado no anexo 6.

ANEXOS

ANEXO 1: Equipamentos e materiais para calcular o carbono

Equipamentos:

- GPS (1);
- Bússola (1);
- Hipsômetro (1);
- Balanças de 1, 5, 10 e 50 Kg de capacidade (1 de cada um).

Materiais:

- Corda de nylon de 100 m;
- Trena de 100 e 50m (1 c/u);
- Trena de 3m (1);
- Suta (1);
- Fita diamétrica (2);
- Tesoura de poda (3);
- Serrote de poda (3)
- Rastelo (4);
- Pá (2);
- Picareta (2);
- Fação (4);
- Canivete (2);
- Cilindros UHLANDS;
- Barbantes (12);
- Prumo (6);
- Bolsas de papel # 20, 12, 8, 6 (1000 c/u);
- Bolsas de plástico 12x18, 7x10, 8x12 (1000 c/u);
- Sacos de polietileno de 50 Kg (5 dúzias);
- Marco de madeira de 1m x 1m;
- Marco de madeira de 0.5m x 0.5 m;
- Lápis e canetas;
- Pranchetas (6);
- Caderno de campo (6);
- Material de escritório e de informática.

ANEXO 4: Folha de trabalho de campo nº 4**BIOMASSA HERBÁCEA**

Orientação do quadrante:..... Número da parcela:.....

Uso da terra e idade:

Nº de quadrante e subamostra	Biomassa herbácea (peso fresco em kg/m ²)	Peso fresco subamostra (gramas)	Peso seco subamostra (gramas)	Biomassa herbácea (peso seco em kg/m ²)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
MEDIA				

ANEXO 5: Folha de trabalho de campo nº 5

BIOMASSA DA SERRAPILHEIRA

Orientação do quadrante:.....Número da parcela:.....

Uso da terra e idade:

Nº de quadrante	Serapilheira (peso fresco em kg/0,25m ²)	Peso fresco subamostra (gramas)	Peso seco subamostra (gramas)	Serapilheira (peso seco em kg/0,25m ²)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Folha de trabalho de campo nº 7

CARVÃO E CINZAS SUPERFICIAIS

Orientação do quadrante:.....Número da parcela:.....

Uso da terra e idade:

Carvão superficial

Nº de quadrante	Carvão superficial (peso fresco em kg/0,25m ²)	Peso fresco subamostra carvão superficial (gramas)	Peso seco subamostra carvão superficial (gramas)	Carvão superficial (peso seco em kg/0,25m ²)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
Média				

Folha de trabalho de campo nº 8

CINZAS

Orientação do quadrante:.....Número da parcela:.....

Uso da terra e idade:

Nº de quadrante	Cinzas (peso fresco em kg/m ²)	Peso fresco subamostra (gramas)	Peso seco subamostra (gramas)	Cinzas (peso seco em kg/m ²)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
Média				

ANEXO 6 - Desenvolvimento das equações alométricas.

Para desenvolver equações alométricas que tenham boas predições sobre a biomassa total da árvore, são realizadas amostragens destrutivas das árvores. Deve tomar-se um número mínimo de 10 árvores por classes diamétricas, seguindo os seguintes passos:

1. Diâmetro (DAP): registrar o diâmetro das árvores à altura do peito (DAP).

Se a árvore tem bifurcações que se iniciam a menos de 1,3 m de altura, registrar cada um dos diâmetros e logo calcular o diâmetro geral da árvore, utilizando a fórmula de raiz quadrada, da soma de cada um dos fustes medidos.

- 1) **Altura (H):** registrar a altura das árvores desde o nível do solo até o ápice da planta. Para executar esta medida pode-se utilizar diferentes equipes e ferramentas como o hipsômetro, réguas graduadas, trenas, aclímetro, etc.
- 2) **Densidade da árvore (Da):** registrar o valor da densidade da árvore. Quando a densidade é alta, anotar 0,8, se a densidade é média, anotar 0,6 e se a densidade é baixa anotar 0,4. Estes valores são constantes universais.
- 3) **Corte de árvores:** cortar a árvore ao nível do solo e dividi-la nos seus diferentes componentes como folhas, ramos maiores e menores de 2,5 cm de diâmetro, ramilhos, frutos, etc.
- 4) **Registro de pesos frescos:** registrar os pesos frescos totais de cada um dos componentes da árvore. Para tal, coletar amostras de cada um destes componentes, registrar seu peso fresco, colocá-las em bolsas de papel corretamente identificadas e secá-las em estufas de ar quente a 70°C até peso seco constante.
- 5) **Registro do peso seco:** registrar o peso seco.
- 6) **Cálculo da matéria seca:** calcular a matéria seca de cada um dos componentes da árvore:

$$MS = (psm/pfm) * pft;$$

onde:

MS = matéria seca do componente;

Pm = peso seco da amostra;

pfm = peso fresco da amostra;

pft = peso fresco total do componente.

- 8) Cálculo da biomassa:** cálculo da biomassa total da árvore com base na matéria seca:

BT (matéria seca) = (msf + msrmay + msrme + mshojas + msfrutos*);

onde:

BT = Biomassa total com base na matéria seca;

msf = peso seco do fuste;

msrmay = peso seco dos ramos maiores de 2,5 cm de diâmetro;

msrme = peso seco dos ramos menores de 2,5 cm de diâmetro;

mshojas = peso seco das folhas;

msfrutos = peso seco dos frutos (se encontrados).

- 9) Desenvolvimento de equações alométricas:** realizar testes de regressão de BT em forma individual versus o DAP ou versus H ou, regressões de BT versus DAP*H ou introduzir a variável densidade da árvore em cada uma das equações.

Durante o teste, pode-se introduzir os dados das árvores analisadas por classe diamétrica ou em forma global. A equação com maior valor de coeficiente r será aquela que apresenta a melhor predição sobre a produção de biomassa da árvore e, portanto, a que deve utilizar-se, para as seguintes análises de biomassa.

Referências Bibliográficas

ALEGRE, J. C.; AREVALO, L; RICSE, A. Reservas de carbono y emision de gases con diferentes sistemas de uso de la tierra en dos sitios de la Amazonia peruana. In: TALLER INTERNACIONAL DE SISTEMAS AGROFORESTALES, 2000, Santa Fe. [Memorias...]. Bogota: CORPOICA, 2000a. p.

ALEGRE, J. C.; RICSE, A.; AREVALO, L.; BARBARAN, J.; PALM, C. Reservas de carbono en diferentes sistemas de uso de la tierra en la Amazonia peruana. Consorcio para el desarrollo sostenible de Ucayali. CODESU. Boletín Informativo, n. 12, p. 8-9, 2000b.

CARPANEZZI, O. T. B. Produtividade florestal e agrícola em sistemas de cultivo da bracatinga (*Mimosa scabrella* Bentham) em Bocaiúva do Sul, Região Metropolitana de Curitiba – Paraná. 1994. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - ESALQ, USP, Piracicaba.

CARPANEZZI, A. A. **Banco de sementes e deposição de folheda e seus nutrientes em povoamentos de bracatinga (*Mimosa scabrella* Bentham) na Região Metropolitana de Curitiba.** 1997. 154 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, UNESP, Rio Claro.

DIXON, R. K. Sistemas agroforestales y gases de invernadero. **Agroforesteria en las Américas**, v. 2, n. 7, p. 22-26, jul./set. 1995.

LAURENT, J. M. E.; CAMPOS, J. B.; BITTENCOURT, S. M. **Análise técnico-econômica do sistema agroflorestal da bracatinga na Região Metropolitana de Curitiba.** Curitiba: Emater-PR, 1990. 72 p. (Serie Estudos Florestais, 4). PROJETO FAO-GCP/BRA/025/FRA.

MAZZA, C. A. S.; BAGGIO, A. J.; CARPANEZZI, A. A. **Distribuição espacial da bracatinga na Região Metropolitana de Curitiba com imagens do satélite Landsat.** Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 36 p. (Embrapa Florestas. Circular Técnica, 36).

PALM, C. A.; WOOMER, P. L.; ALEGRE, J. C.; AREVALO, L.; CASTILLO, C.; CORDEIRO, D. G.; FEIGL, B.; HAIRIAH, K.; KOTTO-SAME, J.; MENDES, A.; MOUKAM, A.; MURDIYARSO, D. NJOMGANG, R.; PARTON, W. J.; RICSE, A.; RODRIGUEZ, V.; SITOMPUL, S. M.; NOORDWIJK, M. van. **Carbon sequestration and trace gas emissions in slash-and-burn and alternative land-uses in the humid tropics.** Nairobi: ICRAF, ASB Climate Change Working Group, 1999. 33 p. Final Report Phase II.

WOOMER, P. L.; PALM, C. A.; ALEGRE, J. C.; CASTILLA, C.; CORDEIRO, D. G.; HAIRIAH, K.; KOTTO-SAME, J.; MOUKAM, A.; RICSE, A.; RODRIGUEZ, V.; NOORDWIJK, M. van. Slash-and-burn effects on carbon stocks in the humid tropics. In: LAL, R.; KIMBLE, J. M.; STEWART, B. A. (Ed.). **Global climate change and tropical ecosystems.** Boca Raton: CRC Press, 2000 p. 99-115. (Advances in Soil Science).