

FOL-6097

1999

ISSN 0103-9342

FL-FOL-6097.1999

Boletim de Pesquisa

Número 31



Estoque de carbono em sistemas de uso da terra em Rondônia

Embrapa

República Federativa do Brasil

Presidente
Fernando Henrique Cardoso

Ministério da Agricultura e do Abastecimento

Ministro
Marcus Vinícius Pratini de Moraes

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Presidente
Alberto Duque Portugal

Diretores
Dante Daniel Giacomelli Scolari
Elza Angela Battaglia Brito da Cunha
José Roberto Rodrigues Peres

Centro de Pesquisa Agroflorestal de Rondônia

Chefe Geral
Nelson Ferreira Sampaio

Chefe Adjunto de Administração
Eliete de Jesus Barbosa Lima

Chefe Adjunto de P & D
Samuel José de Magalhães Oliveira



Estoque de carbono em sistemas de uso da terra em Rondônia

Vanda Gorete S. Rodrigues
Carlos Castilla
Rogério S. Corrêa da Costa
Cheryl Palm

The logo for Embrapa, featuring the word "Embrapa" in a bold, italicized, sans-serif font. The letter "a" is stylized with a thick, black, curved shape that extends from the bottom of the letter and curves back up to the right, resembling a leaf or a drop.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agroflorestal de Rondônia
Ministério da Agricultura e do Abastecimento

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:

Embrapa Rondônia

BR 364, km 5,5, Caixa Postal 406

CEP 78.900-970 - Porto Velho, RO

Telefones: (0xx69) 222-1985 e 222-3080

Tiragem: 200 exemplares

Comitê de Publicações:

Claudio Ramalho Townsend - Presidente

Samuel José de Magalhães Oliveira

José Nilton Medeiros Costa

Angelo Mansur Mendes

Calixto Rosa Neto

Marília Locatelli

Ademilde de Andrade Costa – Secretária

Normalização: Léa A. Fonseca/Simara G. Carvalho – Biblioteca/DIN

Editoração eletrônica: João Porto Cardoso Júnior (estagiário)

Revisão gramatical: Wilma Inês de França Araújo

RODRIGUES, V.G.S.; CASTILLA, C.; COSTA, R.S.C. da; PALM, C.
Estoque de carbono em sistemas de uso da terra em Rondônia.
Porto Velho: EMBRAPA-CPAF Rondônia, 1999. 14p. (EMBRAPA-CPAF Rondônia. Boletim de Pesquisa, 31).

1. Agrossilvicultura. 2. Uso da terra. 3. Carbono. I. Título.
II. Série.

CDD.634.9

© EMBRAPA - 1999

Sumário

Resumo	05
Abstract	06
Introdução	06
Material e Métodos	07
Resultados e Discussão	09
Conclusões	12
Referências bibliográficas	12

Palavras-chaves: Sistemas agroflorestais, seqüestro de carbono, sistemas de uso da terra.

Eng. Agr., M.Sc. Embrapa Rondônia, Caixa Postal 406, CEP 76200-900, Foz de Guaporé, Rondônia, Brasil.

Eng. Agr., D.Sc. ICRP/AGB, PO Box 30877, Nairobi, Kenya.

Eng. Agr., D.Sc. TSDF, Nairobi, Kenya.

Estoque de carbono em sistemas de uso da terra em Rondônia

Vanda Gorete S. Rodrigues¹

Carlos Castilla²

Rogério S. Corrêa da Costa¹

Cheryl Palm³

Resumo

Este trabalho teve como objetivo determinar sistemas de uso da terra praticados em Rondônia, que podem contribuir para o incremento do seqüestro de carbono na fitomassa e no solo. Para medir o estoque de carbono, tomou-se como referência a floresta primária, que foi comparada com os seguintes sistemas de uso da terra: capoeira natural; capoeira melhorada com espécies leguminosas (*Inga edulis* e *Senna sieames*); monocultivo de café; sistemas agroflorestais (café x bandarra; café x seringueira); pastagem tradicional e pastagem manejada. A floresta primária estoca, em média, 188 t ha⁻¹ de C, sendo que 148 t ha⁻¹ está presente na fitomassa acima do solo. O estabelecimento de sistemas agroflorestais e de cultivos de espécies leguminosas (*Inga edulis* e *Senna seames*) de rápido crescimento em áreas de pousio (capoeiras), acumulam carbono ao longo do tempo, podendo recuperar entre 82% e 54% do C contido nas florestas, num período de 15 anos, enquanto que as capoeiras melhoradas estudadas, que seqüestram anualmente 8,8 t/ha/anos de C, poderiam recuperar 66% de C contido no sistema de floresta, se permanecessem em uso durante o mesmo tempo que as agroflorestas (15 anos). A recuperação da perda de carbono como resultado das mudanças na cobertura vegetal, depende do tempo de permanência dos sistemas em uso.

Palavras chaves: Sistemas agroflorestais, seqüestro de carbono, sistemas de uso da terra.

¹Eng. Agr., M.Sc. Embrapa Rondônia. Caixa Postal 406. CEP 78900-970, Porto Velho, RO.

²Eng. Agr., D.Sc. ICRAF/ASB. PO Box 30677, Nairobi, Kenya.

³Eng. Agr., D.Sc. TSBF. Nairobi, Kenya.

Abstract

Carbon stock in land use systems in Rondonia

The objective of this research was to determine that alternative forms of land use systems contribute to increment carbon sequestration in vegetation and soil in of states of Rondonia, consisted of original primary forest, pasture, two agroforestry systems, coffee (*Coffea canephora*) plantation and two secondary forest. At each land use system was measured the carbon stock above and below ground. The original primary forest contained 188 ton C ha⁻¹ and 148 ton C ha⁻¹ is aboveground. The establishment of agroforestry systems and cultivation of fast growing legume species (*Inga edulis* and *Senna seames*) in fallow areas accumulate carbon. This fact recover carbon lost during slash and burning primary forest. The agroforestry systems studied may sequesterate carbon recovering from 54% to 82% of the total stored in the primary forest. Theses numbres depend on the agroforestry system established as well its age.

Key work: Agroforestry systems, carbon sequestration, land use systems.

Introdução

O consumo de combustíveis fósseis e o desmatamento são dois fatores de maior relevância nos processos que geram as emissões de gases de efeito estufa, entre eles o dióxido de carbono.

A importância das florestas tropicais no fluxo global do carbono têm sido debatida nos últimos 20 anos pela comunidade científica. A conversão da floresta primária em áreas de pastagens e cultivos agrícolas, provoca mudanças significativas no fluxo de carbono entre a atmosfera e os ecossistemas (LBA, 1998).

Embora presente em concentrações relativamente baixas (0,04%), o dióxido de carbono é o principal gás de efeito estufa na terra. O Brasil estaria entre os dez países com maior contribuição relativa às emissões globais, respondendo por cerca de 1,2% das emissões desse gás (World Bank, 2000). Aproximadamente 80% da contribuição brasileira deve-se a mudança do padrão de ocupação do solo (desmatamento, atividades agropecuárias, etc.) e uma parcela menor, à queima de combustíveis fósseis e do desmatamento destinado

à produção de carvão vegetal (Born, 1997).

Estudos têm demonstrado (Detwiler et al., 1985; Houghton et al., 1993; Dixon, 1995; Silva, 1996; Nobre & Gash, 1997; Katto-Same et al., 1997) que determinados agrossistemas poderiam funcionar como bancos de estoque de carbono, recuperando CO₂ perdidos quando da derrubada e queima de florestas. Propostas para reduzir as emissões líquidas de CO₂ podem ser analisadas através de alternativas de sistemas de uso da terra que possam amenizar a emissão antrópica de gases de efeito estufa.

Este trabalho teve como objetivo, determinar que sistemas de uso da terra praticados em Rondônia, podem contribuir para o incremento do seqüestro de carbono na vegetação e no solo.

Material e Métodos

O estoque de C foi medido em sete sistemas de uso da terra e comparado ao da floresta primária, nos municípios de Theobroma, Porto Velho e Ji-Paraná, RO. Os solos destes municípios são dos tipos Latossolo Amarelo (Theobroma e Porto Velho) e Latossolo Vermelho-Amarelo (Ji-Paraná) com textura argilosa (Embrapa, 1983). As posições geográficas e o clima das regiões onde foram realizados os estudos são mostradas na Tabela 1.

TABELA 1. Posição geográfica e principais componentes climáticos dos municípios de Theobroma, Ji-Paraná e Porto Velho, Rondônia.

Municípios	Tipo de clima (Köpper)	Latitude	Longitude	Altitude m	Temperatura média anual °C	Precipitação média anual mm	Umidade relativa do ar média %
Theobroma	Am	10° 64' S	62°11' O	125	25,5	2400	87
Ji-Paraná	Am	10° 55' S	61°58' O	240	25	2300	82
Porto Velho	Am	8° 56' S	63°55' O	98	26	2500	88

Para medir o estoque de carbono na vegetação e no solo, tomou-se como ponto de referência a floresta primária, que foi comparada com os seguintes sistemas de uso da terra (SUT):

1. Capoeira natural (3 anos);
2. Capoeira melhorada com espécies leguminosas (*Inga edulis* e *Senna sieames*, com 2 anos de idade);
3. Monocultivo de café (7 anos);
4. Sistemas agroflorestais (café x bandarra; café x seringueira, com 12 anos);
5. Pastagem tradicional (onde o único manejo é o fogo, 8 anos);
6. Pastagem manejada (onde o produtor utiliza leguminosa como banco de proteína e rotação de pastejo, 8 anos).

O C contido na fitomassa das árvores, troncos mortos, vegetação de sub-bosque e liteira, foi calculado assumindo que o conteúdo de carbono na biomassa é 45%. Todo o material foi medido em 5 quadrantes de 5 m x 20 m, distribuídos ao acaso nos sistemas estudados.

A fitomassa com diâmetro à altura do peito (DAP) acima de 5 cm foi medida e aplicada a equação alométrica de Brown et al., (1989). Para a fitomassa com menos de 5 cm de diâmetro, foi utilizado o método destrutivo, onde as plantas foram arrancadas e secas até o peso constante. A biomassa de árvores caídas e mortas dentro dos quadrantes, foi calculada usando a fórmula $D \times \pi \times H \times s$ (onde: D = diâmetro, H = altura e s é a densidade específica estimada em 0,4 g/cm²).

A vegetação de sub-bosque foi cortada e coletada em dois sub-quadrantes de 1 m x 1 m dentro de cada quadrante, incluindo todo material vegetativo, como ervas e plantas com menos de 2,5 cm de diâmetro. Para a liteira foram coletadas duas amostras aleatoriamente dentro dos sub-quadrante, utilizando uma moldura de madeira de 0,5 m x 0,5 m. Tanto o material de sub-bosque como de liteira, foram submetidos à secagem até o peso constante, para o cálculo do peso da matéria seca.

Foram coletadas duas amostras de solo em cada quadrante, nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm para determinar o teor de carbono orgânico no solo.

Resultados e Discussão

A Figura 1 mostra o estoque de carbono nos sistemas de uso da terra avaliados em Rondônia. A conversão da floresta primária em sistemas de produção agrícola representa uma significativa perda do C no ecossistema.

O estudo mostrou que a floresta primária estoca em média 188 t ha⁻¹ de C, sendo que 148 t ha⁻¹ está presente na fitomassa acima do solo.

Nos sistemas agroflorestais com café x bandarra e café x seringueira, o estoque de C, acima do solo foi de 97.2 e 64.5 t C ha⁻¹, equívulendo a 65.7% e 43.6% do C contido na floresta primária. No sistema de monocultivo de café (7 anos) o C máximo estocado na parte aérea foi de 16.60 t C ha⁻¹ (11.2% do estoque de C em floresta).

Para a área em pousio com capoeira natural (5 anos), o estoque de C foi de 11,23 t C ha⁻¹ (7.6% da floresta), enquanto que a capoeira melhorada, área em pousio com espécies leguminosas de rápido crescimento (Ingá e Senna - 2 anos), em média foi de 13,03 t C ha⁻¹ (8.8% do C da floresta).

Observa-se na Figura 1 que nos sistemas estudados, as pastagens, as capoeira melhoradas e o SAF 2 (café x seringueira), apresentaram quantidades de carbono no solo, maiores que o contido na floresta. Nas capoeiras melhoradas o estoque de C no solo foi 21% superior ao das florestas; as pastagens, tanto a tradicional como a melhorada e o SAF 2 apresentaram acúmulos de 18% e 14,6% a mais em relação ao sistema de floresta primária. Cerri et al. (1991), estudando a dinâmica do carbono nos solos da Amazônia, observaram que depois de 8 anos de implantação das pastagens, após o desmatamento, ainda havia 50% do carbono no solo proveniente da floresta. Resultados semelhantes foram por Katto-Same et al., (1997), em Camarões. Para este autor a matéria orgânica no solo é fisicamente protegida de perdas, devido a quantidade de material que não sofrem combustão completa, após a derruba e queima da floresta.

Estoque de carbono em diferentes sistemas de uso da terra em Rondônia

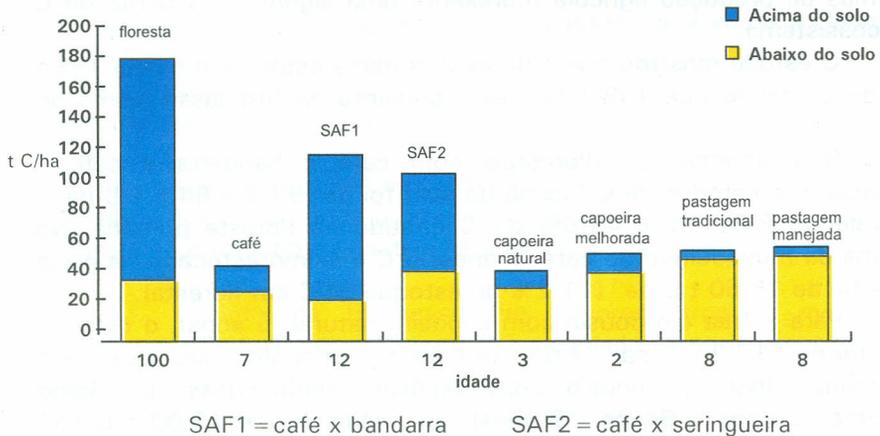


FIG. 1. Estoque de carbono na fitomassa e no solo em diferentes sistemas de uso da terra em Rondônia, Brasil, 1998.

Apesar de alguns sistemas apresentarem índices elevados quando se refere ao estoque de C avaliado numa determinada fase da cultura, há que se considerar a importância dos valores da taxa de acúmulo anual de carbono ($I_c = t\ C/ha/ano$) nos sistemas. Esta taxa foi calculada levando em consideração o estoque de carbono no período avaliado e a idade que cada sistema permanece em produção ou em uso.

A recuperação da perda de carbono como resultado da mudança na cobertura vegetal, depende do tempo de permanência dos sistemas em uso.

O cálculo do tempo médio do estoque de carbono para o plantio do café com uma fase de estabelecimento de 7 anos, onde a fitomassa é máxima, seguido de 5 anos de produção até o corte e restabelecimento (total de 12 anos), poderá acumular 19% do carbono contido num sistema de floresta primária (Tabela 2).

Nos sistemas agroflorestais e nas capoeiras melhoradas os valores de I_c não diferiram significativamente entre si (Tabela 2). O potencial máximo de estoque de carbono dos SAF's, estimados em um

tempo de rotação de 15 anos, foi de 82% e 54%, respectivamente, para café x seringueira e café x bandarra. As capoeiras melhoradas com 3 anos, seqüestraram em média 13% do C contido na floresta. No entanto, se permanecessem o mesmo período estimados para os SAF's (15 anos), poderiam estocar até 66% do C contido numa floresta primária. Apesar da perda de carbono pela fitomassa quando da derruba e queima da floresta primária, é possível capturar e armazenar no espaço e no tempo quantidades significativas em agroecossistemas como as agroflorestas.

Valores semelhantes da taxa de estoque de carbono foram encontrados por Katto-Same et al., (1997) em sistemas agroflorestais com cacau em Camarões e por Palm et al., (1999) na Indonésia, em plantações de seringueira com 25 anos de idade. Dixon, (1995) avaliando sistemas agroflorestais em mais de 50 países de diferentes ecorregiões, observou que estes sistemas poderiam reduzir as emissões de gases de efeito estufa e conservar ou capturar carbono. Os valores dos estoque de carbono, incluindo C, abaixo e acima do solo, segundo o autor, oscilam entre 12 e 228 toneladas C ha⁻¹, estando nos trópicos úmidos o maior potencial para acumulação de carbono através da biomassa.

TABELA 2. Valores médios do Carbono acima do solo (C_{acima}), Taxa de acumulação de Carbono/ano (I_c), tempo para máxima de acumulação de Carbono (T_{max}), Carbono máximo acumulado em T_{max} (C_{max}) e relação do carbono nos sistemas de uso da terra com floresta primária. Rondônia. Brasil. 1997.

Sistema de uso da terra	Idade anos	C _{acima} t/ha	I _c t/ha/ano	T _{max} anos	C _{max} t/ha	C _{max} /C _{FLO}
Floresta primária	100	148	-	-	148	1
Capoeira natural	5	11,23	2,2 b	5	11,0	0,07
Capoeira melhorada	2	13,0	6,5 a	3	19,5	0,13
SAF-café x seringueira	12	97,2	8,1 a	15	121,5	0,82
SAF- café x bandarra	12	64,5	5,4 a	15	80,6	0,54
Pastagem tradicional	8	5,7	0,7 c	10	7,1	0,05
Pastagem melhorada	8	6,0	0,8 c	10	7,6	0,09
Monocultivo de café	7	16,6	2,4 b	12	28,4	0,19

CV = 18%. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a nível de 5%.

Conclusões

1. O estabelecimento de sistemas agroflorestais e de cultivos de espécies leguminosas (*Inga edulis* e *Senna seames*) de rápido crescimento em áreas de pousio, acumulam carbono ao longo do tempo, que podem recuperar quantidades perdidas durante a derruba e queima de sistemas de florestas primárias. Os sistemas agroflorestais estudados, podem funcionar como banco de estoque de carbono, recuperando entre 82% e 54% do C contido na floresta, num período de 15 anos. As áreas em pousio utilizando leguminosas arbóreas de rápido crescimento podem acumular taxas anuais de C semelhantes as de agroflorestas.
2. As pastagens, implantadas há 8 anos, acumulam entre 5% a 9% de carbono contido na fitomassa antes do desmatamento. No entanto, a quantidade de C no solo apresenta níveis mais altos em relação ao encontrado no ecossistema de floresta.
3. As pastagens, as capoeiras melhoradas e o SAF café x seringueira, apresentaram quantidades de carbono no solo maiores que o contido na floresta.
4. Os sistemas de monocultivo de café e no SAF café x bandarra e na capoeira natural com 5 anos, mostram estoques de C inferiores ao contido na floresta antes da derruba e queima.

Referências bibliográficas

- BORN, R.H. O sistema climático e o fenômeno das mudanças climáticas, aspectos técnicos e científicos. Vitae Civilis. 1993. 25p.
- BROWN, S.A.; GILESPIE, J.R.; LUCO, A.E. Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data. **Forest Science**, v.35, n.4, p.881-902. 1989.
- CERRI, C.C.; BERNOUX, M.; VOLKOFF, B.; MORAES, J.L. Dinâmica do carbono nos solos da Amazônia. IN: ALVAREZ, V.V.H.; FONTES, L.E.F.; FONTES, M.P.F., ed. O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado. Viçosa: SBCS/UFV, 1996. p 61-69.

- DETWILER, R.P.; HALL, C.A.S.; BOGDONOFF, P. Land use change and carbon exchange in the tropics: estimates for the entire region. **Environmental Management**, v.9, n.4, p.335-344. 1985.
- DIXON, R.K. Sistemas agroflorestais y gases invernadero. **Agroforesteria en las Americas**, v.2, n.7, p. 22-26, 1995.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de solos (Rio de Janeiro, RJ). **Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do estado de Rondônia: relatório final – Parte I.** Rio de Janeiro. 1983. 558p.
- HOUGHTON, R.A.; UNRUH, J.D.; LEFEVRE, P.A. Current land use in the tropics and its potential for sequestering carbon. **Global Biogeochemical Cycles**, New York, n.7, p.305-320. 1993.
- KATTO-SAME, J., WOOMER, P. L. MOUKAM, A., ZAPFAK, L. Carbon dynamics in slash and burn agriculture and land use alternatives of the humid forest zone in Cameroon. **Agriculture Ecosystems & Environment**, n.65, p.245-256. 1997.
- LBA (São Paulo, SP). Experimento de grande escala da biosfera-atmosfera na Amazônia. Cachoeira Paulista: LBA/CPTEC, 1998. Não paginado. (Componente LBA- Ecologia).
- NOBRE, C. A.; GASH, J. Desmatamento muda clima da Amazônia. **Ciência Hoje**, v.22, n. 128, p.32-41. 1997.
- PALM, C.A.; WOOMER, P.L.; ALEGRE, L; AREVALO, L.; CASTILLA, C.; CORDEIRO, D.G.; FEIGL, B.; HAIRIAH, K.; KATTO-SAME, J.; MENDES, A.; MOUKAM, A.; MURDIYARSO, D.; NJOMGANG, R.; PARTON, W.J.; RICSE, A.; RODRIGUES, V.; SITOMPUL, S.M.; NOORDWIJK VAN, M. Carbon sequestration and trace gas emissions in slash-and-burn and alternative land-uses in the humid tropics. Alternative to Slash-and-Burn (ASB) - Climate Change Working Group: final report, phase II. Nairobi, Kenya, 1999. 18p.

SILVA, E. O papel dos plantios florestais no seqüestro de gás carbono.
In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ECOSISTEMAS
FLORESTAIS, 1996, p.52.

WORLD BANK. World development report 1999/2000. [online]
www.wds.worldbank.org. Consultado em Fev./2000.



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agroflorestal de Rondônia
Ministério da Agricultura e do Abastecimento***

*BR 364 km 5,5 – C. Postal: 406 - CEP 78900-970 – Porto Velho / RO
Fone: (0xx69)222-3080 Fax (069)222-3857 / 222-3070
www.cpafro.embrapa.br E-mail: sac@cpafro.embrapa.br*

**Ministério da
Agricultura e do
Abastecimento**

