



XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

ESTOQUES DE SERRAPILHEIRA E CARBONO DO SOLO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS NO NORDESTE PARAENSE

Michel Emerson Martins Pereira⁽¹⁾; **Steel Silva Vasconcelos**⁽²⁾; **Oswaldo Ryohei Kato**⁽²⁾; **Antonio Kledson Leal Silva**⁽³⁾

⁽¹⁾ Graduando do Curso de Agronomia – Bolsista CNPq – EMBRAPA, Belém, PA, CEP: 66095-100, michel-agro@hotmail.com; ⁽²⁾ Pesquisador da EMBRAPA Amazônia Oriental, Belém, PA, CEP: 66095-100; ⁽³⁾ Professor da Universidade Federal do Pará, Marabá-PA, CEP: 68501-970.

Resumo – Um dos principais fatores que contribuem para as mudanças climáticas é o preparo de área por meio da prática de derruba e queima da vegetação. O preparo de área sem uso do fogo, na qual a queima da vegetação secundária é substituída pela trituração manual ou mecanizada é uma alternativa as alterações climáticas. O presente estudo objetivou estimar a quantidade de carbono estocado na serrapilheira e no solo em sistemas agroflorestais no nordeste paraense. O trabalho foi desenvolvido no município de Igarapé-Açu (PA) em Latossolo amarelo de textura média. Avaliaram-se os seguintes tratamentos: dois sistemas agroflorestais seqüenciais diferentes (com queima e com trituração no preparo de área) e uma floresta secundária (capoeira). A concentração de carbono das amostras de solo foi determinada por combustão via seca. O tratamento trituração ($8,29 \pm 0,54$ Mg ha⁻¹) e a capoeira ($8,67 \pm 0,37$ Mg ha⁻¹) apresentaram maior estoque de serrapilheira do que o tratamento queima ($4,52 \pm 0,60$ Mg ha⁻¹). No solo, a trituração estocou mais carbono do que a queima nos primeiros 10 cm de profundidade e do que a capoeira na profundidade de 5-10 e 10-20 cm. A trituração apresentou estoque significativamente maior em relação aos outros tratamentos na profundidade de 0-30 cm. Conclui-se que o SAF com preparo de área com derruba e trituração da vegetação possui um maior potencial em acumular carbono do que o preparo de área com derruba e queima.

Palavras-Chave: Preparo de área; derruba-e-queima; derruba-e-trituração; Amazônia; agricultura familiar.

INTRODUÇÃO

O desflorestamento da Amazônia, juntamente com a queima, vem gerando desequilíbrios ecológicos, perda de biodiversidade e degradação dos solos. Esses problemas contribuem muito para a mudança climática do planeta devido à grande emissão de CO₂, que intensifica o efeito estufa (Fearnside, 2003). Uma forma de diminuir os impactos ambientais é reduzir as emissões e/ou aumentar os estoques de carbono (Alvarado, 2007).

Um dos sistemas promissores para seqüestrar carbono e reduzir a degradação do solo são os sistemas agroflorestais - SAF's (Albrecht e Kandji, 2003; Luizão et al., 2006; Luizão, 2007). Os SAF's são

reconhecidos como estratégias de mitigação pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (Barker et al., 2007). À exceção da floresta primária, os sistemas agroflorestais podem acumular mais carbono do que qualquer outro sistema (Tapia-coral, et al., 2005; Palm et al., 2000). Segundo Dixon (1995), SAF's bem manejados podem estocar até 228 Mg ha⁻¹ de carbono, considerando-se biomassa e solo.

Os SAF's também oferecem alternativas para aproveitamento de áreas alteradas ou degradadas, envolvendo a reconstituição das características do solo. Associados com técnicas conservacionistas de preparo de área, os SAF's podem representar uma combinação promissora de manejo sustentável de pequenas propriedades agrícolas, o que aumenta as chances de fixação do homem no campo e diminui a necessidade de derruba e queima de novas áreas. Entre as técnicas conservacionistas recomendadas para a agricultura familiar, destaca-se o preparo de área sem uso do fogo, na qual a queima da vegetação secundária é substituída pela trituração manual ou mecanizada (Kato et al., 2006).

No contexto de SAF's, são poucos os estudos sobre seqüestro de carbono, sobretudo na Amazônia brasileira (Alvarado, 2007; Albrecht e Kandji, 2003). A determinação do C é necessária para subsidiar a seleção e a proposição de sistemas com potencial de mitigação (Albrecht e Kandji, 2003), a valoração de serviços ambientais (Luizão et al., 2006), o refinamento de modelos biogeoquímicos (Luizão, 2007), a avaliação de cenários de emissão de gases de efeito estufa decorrentes de mudanças no uso da terra (Barker et al., 2007).

O objetivo deste estudo foi estimar a quantidade de carbono estocado na serrapilheira e no solo em sistemas agroflorestais no nordeste paraense.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa está sendo desenvolvida no âmbito do Projeto Agricultura sem Queima, no município de Igarapé Açu, situado no Nordeste do Estado do Pará, região Bragantina, localizado entre 0° 55' e 1° 20' S e 47° 20' e 47° 50' W. O experimento foi realizado na Fazenda Escola de Igarapé Açu (FEIGA), pertencente à Universidade Federal do Pará (UFPA). A precipitação média anual da região Bragantina corresponde a 2.500 mm, com variações médias

mensais de temperatura do ar entre 25,5°C e 26,8°C e de umidade relativa entre 80% e 89% (DNAEE). O solo predominante na região é Latossolo amarelo de textura média (Kato, 1998).

No experimento foram implantados, em 2001, dois sistemas agroflorestais (SAF's) seqüenciais diferindo no preparo de área (derruba-e-queima vs. derruba-e-trituração): (a) sistema com trituração (que consiste na derruba-e-trituração da vegetação secundária no preparo de área) com dois anos, enriquecido com as leguminosas taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum*) e ingá (*Inga edulis*) e (b) um sistema com queima (que envolve a derruba e queima da vegetação secundária no preparo de área) também com dois anos. Adicionalmente, foi avaliada como área de referência uma floresta secundária com aproximadamente 30 anos de idade. Em janeiro de 2010, foram coletados solo e serrapilheira em cinco pontos ao longo de dois transectos alocados aleatoriamente em cada tratamento. Em cada ponto foram coletadas a serrapilheira em uma área de 50 cm x 50 cm e o solo. O solo foi coletado com trado tipo rosca nas profundidades de: 0-5, 5-10, 10-20 e 20-30 cm. No laboratório, as amostras de serrapilheira foram separadas em material lenhoso (diâmetro > 2 cm) e em não-lenhoso (folhas, flores, frutos, pecíolos e galhos com diâmetro ≤ 2 m). Em seguida, as amostras foram secas em estufa a 65 °C por 72 horas e, posteriormente, pesadas e moídas. As amostras de solo passaram pelo processo de secagem ao ar e, em seguida, foram peneiradas em malha de 2 mm, moídas e peneiradas em malha de 0,5 mm. A concentração de carbono das amostras de solo foi determinada por combustão seca, usando-se um analisador elementar LECO (modelo, CNS 2000), pesou-se aproximadamente 0,2 g de solo para análise. A concentração de carbono foi expressa com base na massa seca de solo.

Foram cavadas oito trincheiras por tratamento, quatro por parcela, medindo 0,70 m x 1,20 m x 1,10 m (largura x comprimento x profundidade), nas quais foram coletadas amostras indeformadas de solo com três repetições, sendo uma em cada parede da trincheira nas profundidades que variam de 0-100 cm para determinação da densidade do solo pelo método do anel volumétrico (EMBRAPA, 1997). A média da densidade do solo em cada tratamento foi usada para o cálculo do estoque de carbono no solo.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado. O efeito dos tratamentos sobre o estoque de serrapilheira e de carbono no solo foi testado com análise de variância. Foi usado o teste de Tukey a 5% de probabilidade para a comparação múltipla de médias. A análise estatística foi realizada com o programa SigmaPlot 11.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estoque de serrapilheira lenhosa + não-lenhosa no sistema com trituração ($8,29 \pm 0,54 \text{ Mg ha}^{-1}$) foi significativamente maior do que no sistema com queima ($4,52 \pm 0,60 \text{ Mg ha}^{-1}$) e não diferiu significativamente do estoque na capoeira de 30 anos ($8,67 \pm 0,37 \text{ Mg ha}^{-1}$) (Figura 1). O elevado estoque de

matéria orgânica sobre o solo desses tratamentos contribui para proteger o solo, além de representar uma fonte de nutrientes. A serrapilheira é uma fonte de carbono para o solo e também contribui para redução das emissões de gases de efeito estufa (Sampaio, 2008). Por isso se torna importante a análise da serrapilheira, por fornecer informações sobre a entrada de carbono no solo e também por diminuir as emissões de gases que contribuem para as mudanças climáticas.

O maior valor de densidade do solo foi $1,60 \pm 0,02 \text{ g/cm}^3$ no sistema com trituração e na queima na profundidade de 20-30 cm (Figura 2). Tanto a trituração quanto a queima apresentaram valores mais altos de densidade do que a capoeira nos primeiros 20 cm de profundidade (Tukey $P < 0,05$). Houve diferença significativa entre a trituração e a queima somente na profundidade de 0-5 cm (Tukey $P < 0,05$). O fato de a trituração ter apresentado maior densidade em relação à capoeira se deve provavelmente à utilização de maquinário para preparo da área. Com a queima, o aumento na densidade do solo deve-se possivelmente à eliminação da cobertura vegetal, expondo o solo ao impacto de chuva e também ao acúmulo de partículas menores nessa camada provenientes de sucessivas queimadas na área (Gama, 2002).

Devido às diferenças significativas apresentadas na densidade do solo, o estoque de C no solo precisou ser corrigido para massas de solo equivalentes entre os tratamentos. A trituração e a queima apresentaram $6,24 \text{ Mg}$ e $7,08 \text{ Mg C ha}^{-1}$ a mais do que os valores corrigidos, respectivamente.

A trituração apresentou estoque significativamente maior em relação aos outros tratamentos na profundidade de 0-30 cm (Tukey $P < 0,05$), com um total de $59,4 \pm 3,04 \text{ Mg C ha}^{-1}$ aproximadamente 8 Mg C ha^{-1} a mais do que a queima e a capoeira (Figura 4). Sampaio (2008) demonstrou que a parcela sob trituração armazenou na mesma profundidade aproximadamente 10 Mg C ha^{-1} a mais do que a parcela sob queima na mesma área deste estudo. A trituração estocou mais carbono do que a queima nos primeiros 10 cm de profundidade e do que a capoeira na profundidade de 5-10 cm (Tukey $P < 0,05$) (Figura 3). O fato da trituração apresentar um maior estoque de C em relação a capoeira foi devido a uma maior concentração de carbono nessa profundidade (Tukey $P < 0,05$).

Estudos no município de Igarapé-Açu mostraram que a queima da capoeira provoca a perda de 94-97% do carbono, demonstrando que grande parte do carbono é perdida por volatilização e uma pequena parte é perdida por lixiviação após a queima (Sommer et al., 2004).

De acordo com Denich et al. (1999), as vegetações secundárias em pousio enriquecidas com espécies leguminosas de rápido crescimento podem acumular mais carbono acima e abaixo do solo do que as vegetações secundárias não enriquecidas. A associação da prática de manejo sem queima com a utilização de espécies leguminosas para enriquecimento da capoeira pode representar uma estratégia para armazenamento de carbono no solo.

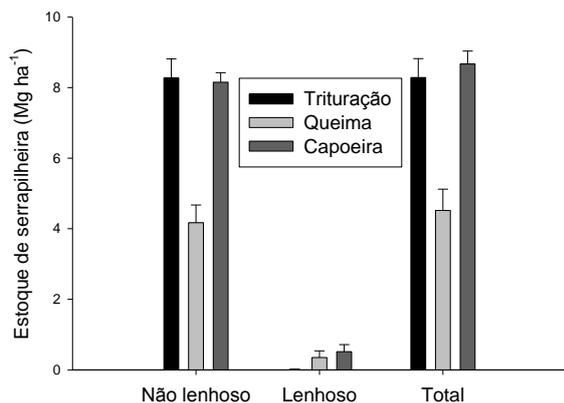


Figura 1. Estoque de serrapilheira em sistemas agroflorestais com diferentes preparos de área e em floresta secundária (capoeira) na Fazenda Escola de Igarapé-Açu – FEIGA. Os dados são a média ± erro-padrão (n = 10).

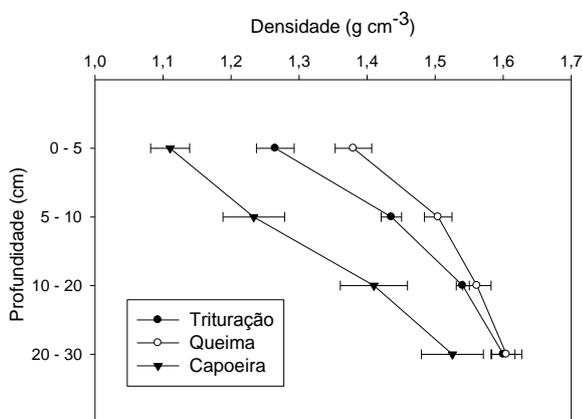


Figura 2. Densidade do solo em diferentes profundidades em sistemas agroflorestais com diferentes preparo de área e em floresta secundária (capoeira) na Fazenda Escola de Igarapé-Açu – FEIGA. Os dados são a média ± erro-padrão (n = 8).

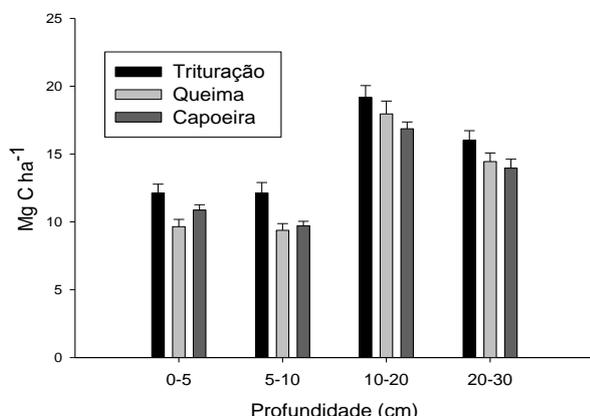


Figura 3. Estoque de carbono no solo em diferentes profundidades em sistemas agroflorestais com diferentes preparo de área e em floresta secundária (capoeira) na Fazenda Escola de Igarapé-Açu –

FEIGA. Os dados são a média ± erro-padrão (n = 10).

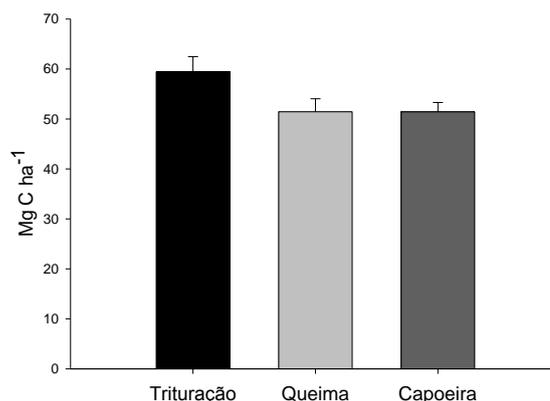


Figura 4. Estoque de carbono total do solo (0-30 cm) em sistemas agroflorestais com diferentes preparo de área e em floresta secundária (capoeira) na Fazenda Escola de Igarapé-Açu – FEIGA. Os dados são a média ± erro-padrão (n = 10).

CONCLUSÕES

1. O sistema com trituração como alternativa a queima no preparo de área pode contribuir para a mitigação das mudanças climáticas.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa, pelo apoio financeiro por meio do Projeto Manejo da capoeira na agricultura da Amazônia sem o uso do fogo (020901180005).

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro na forma de bolsas ITI-A (Michel Pereira) e DTI-2 (Antonio Silva) (Processo: 556810/2009-0).

Ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia Serviços Ambientais da Amazônia (INCT SERNAMB).

REFERÊNCIAS

- ALBRECHT, A., and S.T. KANDJI. Carbon sequestration in tropical agroforestry systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 99, n. 1, p. 15-27, 2003.
- ALVARADO, J.R. Armazenamento de carbono e valoração econômica em sistemas de uso-da-terra comparados com o cultivo da coca (*Erythroxylon coca* Lam.) no Distrito de José Crespo e Castillo, Peru. 2007. 121p. Dissertação (Doutorado em Agroecossistemas da Amazônia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2007.
- BARKER, T.; et al. Technical Summary. *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, eds METZ, B.; DAVIDSON, O.R.; BOSCH, P.R.; DAVE, R. & MEYER, L.A. (Cambridge University Press, Cambridge), 2007. p. 26-93.
- DENICH, M.; KANASHIRO, M.; VLEK, P. L. G. The potential and dynamics of carbon sequestration in traditional and modified fallow system of the Eastern Amazon region, Brazil. In: LAL, R.; KIMBLE, J. M.; STEWART, B. A. (Ed). *Global climate change and tropical ecosystems*. Boca Raton, CRC: [s.n.], 1999. p.213-229.

- DIXON, R.K. SAF's y gases invernadores. *Agrofloresteria en las Americas*, Turrialba, San Jose, v.2, n.7, p.22-27, 1995.
- FEARNSIDE, P.M. *A floresta Amazônica nas mudanças globais*. Manaus: INPA, 2003. 134p.
- GAMA, M.A.P. *Dinâmica do fósforo em solo submetido a sistemas de preparo alternativos ao de corte e queima no nordeste paraense*. Piracicaba: ESALQ, 2002. 96p. Tese Doutorado.
- KATO, M..S.A.; SÁ, T.D.de A. & FIGUEIREDO, R. *Plantio direto na capoeira*. *Ciência e Ambiente* 29:99-111, 2000. In: *Sistemas Agroflorestais: bases científicas para o desenvolvimento sustentável*. Campos goytacazes, RJ: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2006b, 365p.
- KATO, O. R. *Fire-free Land Preparation as alternative to Slash-and-burn Agriculture in the Bragantina Region, eastern Amazon: Crop Performance and Nitrogen Dynamics*. (Doctor in Agricultural Sciences) - Faculty of Agricultural Sciences. Göttingen, 1998.
- LUIZÃO, F.J. *Ciclos de nutrientes na Amazônia: respostas às mudanças ambientais e climáticas*. *Ciência e Cultura* 59:31-36, 2007.
- LUIZÃO, F. J. et al. *Ciclos biogeoquímicos em agroflorestas na Amazonia*. In RODRIGUES, C. G et al.(Eds) *Sistemas agroflorestais: bases científicas para o desenvolvimento sustentável*, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, p 87-100. 2006.
- PALM, C.A., et al. *Carbon sequestration and trace gas emissions in slash-and-burn and alternative land-uses in the humid tropics*. *Alternatives to Slash-and-Burn Programme*, Nairobi, 2000. p 29.
- TAPIA-CORAL, S.; LUIZÃO, F.J.; WANDELLI & FERNANDES ECM. *Carbon and nutrient stocks in the litter layer of agroforestry systems in central Amazonia, Brazil*. *Agroforestry systems* 66:33-42, 2005.
- SAMPAIO, I. C. G. *Biogeoquímica do carbono em solos de parcelas sob trituração, sob queima e sob capoeira*. (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal do Pará. Belém, 2008.
- SOMMER, R., VLEK, P.L.G.; SÁ, T.D.A.; VIELHAUER, K.; COELHO, R.F.R. & FÖLSTER, H. *Nutrient balance of shifting cultivation by burning or mulching in the Eastern Amazon- evidence for subsoil nutrient accumulation*. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 68: 257-271, 2004.