



## SISTEMAS AGROFLORESTAIS COM PALMA DE ÓLEO ACUMULAM CARBONO NO SOLO DE FORMA SEMELHANTE À FLORESTA SECUNDÁRIA

XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 13ª edição, de 26/08/2024 a 30/08/2024  
ISBN dos Anais: 978-65-5465-112-7

**GOMES; Mila Façanha<sup>1</sup>, CHAGAS; Daniela Samara Abreu Das<sup>2</sup>, CASTELLANI; Débora Cristina<sup>3</sup>, KATO; Osvaldo Ryohei<sup>4</sup>, VASCONCELOS; Steel Silva<sup>5</sup>**

### RESUMO

#### SISTEMAS AGROFLORESTAIS COM PALMA DE ÓLEO ACUMULAM CARBONO NO SOLO DE FORMA SEMELHANTE À FLORESTA SECUNDÁRIA

**Mila Façanha Gomes<sup>1</sup>, Daniela Samara Abreu Das Chagas<sup>2</sup>, Débora Cristina Castellani<sup>3</sup>, Osvaldo Ryohei Kato<sup>4</sup>, Steel Silva Vasconcelos<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>UEAP - Universidade do Estado do Amapá, Amapá, AP

<sup>2</sup>UFRA - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA

<sup>3</sup>NATURA - Centro de Inovação, Área de Pesquisa Avançada, Cajamar, SP

<sup>4</sup>EMBRAPA Amazônia Oriental, Belém, PA

<sup>5</sup>EMBRAPA Florestas, Colombo, PR

### Resumo

Os sistemas agroflorestais (SAFs) são geralmente reconhecidos por aumentar o estoque de carbono (C) do solo. Na região Amazônica, SAFs com palma de óleo têm sido promovidos como uma estratégia produtiva e podem oferecer um benefício adicional de recuperação de áreas degradadas. Aqui avaliamos se a conversão de uma floresta sucessional em sistema agroflorestal com palma de óleo altera o acúmulo líquido de C do solo no Município de Tomé-Açu, Pará. Coletamos amostras de solo nas camadas 0-5, 5-0, 10-20 e 20-30 cm antes e dois anos após a conversão da floresta em sistema agroflorestal com palma de óleo. Calculamos o acúmulo líquido de C do solo nos dois sistemas. O acúmulo líquido de C do solo não foi afetado pelos sistemas avaliados por camada e no perfil do solo (0-30 cm). Contudo, na floresta sucessional e nos SAFs com palma de óleo, a tendência foi de decréscimo de carbono do solo. Nossos resultados mostram que sistemas agroflorestais com palma de óleo impactam o carbono do solo de forma semelhante a uma floresta secundária e ambos apresentam tendência de redução no estoque de carbono do solo.

<sup>1</sup> UEAP - Universidade do Estado do Amapá, Amapá, AP, mila.gomes@ueap.edu.br

<sup>2</sup> UFRA - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA, dchagas708@gmail.com

<sup>3</sup> NATURA - Centro de Inovação, Área de Pesquisa Avançada, Cajamar, SP, deboraCastellani@natura.net

<sup>4</sup> EMBRAPA - Empresa Amazônia Oriental, Belém, PA, kato.embrapa@gmail.com

<sup>5</sup> EMBRAPA - Empresa Florestas, Colombo, PR, steel.vasconcelos@embrapa.br

## INTRODUÇÃO

A regeneração natural de áreas degradadas na Amazônia forma florestas secundárias (PUTZ; REDFORD, 2010) com diferentes níveis de diversidade. Dependendo do uso e intensidade do manejo anterior do solo, as florestas secundárias podem apresentar variados graus de provisão de serviços ecossistêmicos (JAKOVAC et al., 2015). Contudo, as florestas secundárias não são reconhecidas por gerar lucros para os proprietários de terras; de fato, o retorno econômico é uma questão crítica para promover a restauração de terras degradadas pelos proprietários. Desse modo, sistemas agrícolas sustentáveis podem representar uma opção viável para a recuperação de áreas degradadas na Amazônia, pois esses sistemas aliam benefícios econômicos e ambientais.

Sistemas de cultivos perenes mais diversificados (como sistemas agroflorestais) apresentam maior semelhança com a vegetação natural da Amazônia (floresta ombrófila densa), em termos de prestação de serviços ecossistêmicos (por exemplo, sequestro de carbono acima e abaixo do solo, melhoria da qualidade da água, ar e solo e conservação da biodiversidade). Sistemas agroflorestais com palma de óleo têm recebido grande atenção (LUKE et al., 2020; MICCOLIS; VAN NOORDWIJK; AMARAL, 2021) em várias regiões do mundo devido à importância da palma de óleo como uma cultura comercial. Portanto, cultivar palma de óleo em sistemas agroflorestais pode ser uma opção viável que combina benefícios ambientais e econômicos (KHASANAH et al., 2020).

Comparar um sistema agroflorestal com palma de óleo com a vegetação original ajuda a avaliar melhor os impactos da conversão de floresta em agricultura e o potencial de cada sistema para restaurar a saúde do solo. Desse modo, o objetivo do nosso estudo foi avaliar se a conversão de uma floresta sucessional em sistema agroflorestal com palma de óleo altera o acúmulo líquido de C do solo no Município de Tomé-Açu, Pará. A nossa hipótese é que o acúmulo líquido de carbono do solo será maior no sistema agroflorestal com palma de óleo do que na floresta secundária.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em um sítio experimental (02° 25' 08" S, 48° 09' 08" O) no município de Tomé-Açu, estado do Pará, Amazônia Oriental. Os solos predominantes na região são Latossolos Amarelos (RODRIGUES et al., 2001). A área de estudo apresenta um histórico de vários ciclos de cultivo de pimenta-do-reino, sendo a farinha de osso a única fonte nutricional aplicada na área. Em seguida, por 19 anos a pastagem substituiu o pimental, sem uso de calagem e adubação; após este período a área foi deixada em pousio, formando uma floresta secundária de aproximadamente 7 anos (RODRIGUES, 2019).

Em 2018, a área de floresta sucessional foi dividida em duas áreas principais: uma seria convertida em sistema agroflorestal e a outra mantida intacta (área de referência). Para implantação do SAF, a floresta secundária foi cortada, triturada e mantida sobre o solo para formação de cobertura morta. Foi plantado um hectare de sistema agroflorestal, composto por linhas quádruplas de palma de óleo (7,5 m entre linha x 9 m entre plantas) intercaladas por faixas diversificadas em que predominavam *Theobroma cacao* e *Euterpe oleracea*, espécies madeireiras (*Swietenia macrophylla*, *Tabebuia* sp., *Carapa guianensis* e *Schizolobium amazonicum*); adubadeiras, banana (*Musa* spp); anuais, mandioca (*Manihot esculenta*); e frutíferas, taperebá (*Spondias mombin*). A adubação do sistema foi realizada com cachos vazios de palma de óleo, torta de palma de óleo, yoorin e polissulfato de potássio.

<sup>1</sup> UEAP - Universidade do Estado do Amapá, Amapá, AP, mila.gomes@ueap.edu.br

<sup>2</sup> UFRA - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA, dchagas708@gmail.com

<sup>3</sup> NATURA - Centro de Inovação, Área de Pesquisa Avançada, Cajamar, SP, deboraCastellani@natura.net

<sup>4</sup> EMBRAPA - Empresa Amazônia Oriental, Belém, PA, kato.embrapa@gmail.com

<sup>5</sup> EMBRAPA - Empresa Florestas, Colombo, PR, steel.vasconcelos@embrapa.br

Em 2018, antes da implantação do SAF, foram coletadas amostras de solo na área da floresta para quantificação do estoque de C no solo. A área foi dividida em quatro quadrantes e, em cada um deles, foram coletadas, nas camadas 0-5, 5-10, 10-20 e 20-30 cm, três amostras simples para formar uma composta; também foram coletadas, em trincheiras, amostras indeformadas em anel volumétrico. Em 2020, na floresta remanescente, foi repetido o mesmo padrão de amostragem. No SAF, em 2020, foram definidos quatro quadrantes e, em cada um deles, foram escolhidos dois pontos de coletas (base da palma de óleo e base do *T. cacao*); foram coletadas três amostras simples com trado para compor uma composta por ponto de coleta. Em trincheira, foram coletadas amostras indeformadas com anel volumétrico nas profundidades mencionadas. Foi calculada a média do quadrante a partir da média dos pontos de coleta.

Determinamos o carbono total do solo (CT) em analisador elementar (Vario MACRO Cube) e a densidade do solo pela divisão da massa seca de solo dentro do anel pelo volume do anel. Para o cálculo do estoque de carbono de carbono total em  $\text{Mg ha}^{-1}$ , usamos a seguinte equação:

$$\text{Estoque de C} = C \times \text{DS} \times E / 10$$

onde de C é o conteúdo C total ( $\text{g kg}^{-1}$ ) no solo, DS é a densidade da camada do solo ( $\text{g cm}^{-3}$ ), e E é a espessura da camada do solo (cm).

A variação temporal estoque de carbono foi realizada de acordo com a equação:

$$\Delta \text{ estoque de C} = \text{Estoque de C sistema 2020} - \text{Estoque de C floresta 2018}$$

Sistema: floresta remanescente ou sistema agroflorestal com palma de óleo

#### Análise estatística

Foi utilizado o teste t para amostras independentes para comparação das médias ( $\Delta$  = Floresta 2018 SAF e  $\Delta$  Floresta 2018 -> Floresta 2020) de carbono total do solo e estoque de carbono do solo em cada camada do solo (0-5, 5-10, 10-20 e 20-30 cm). A normalidade e a homoscedasticidade dos dados foram testadas pelos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. As análises estatísticas foram realizadas usando o software R v.4.4.0 (R Core Team, 2024).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O acúmulo líquido de carbono não foi afetado pelos sistemas de cobertura do solo nas camadas 0-5, 5-10, 10-20 e 20-30 cm (Figura 1A) e no perfil 0-30 cm (Figura 1B). Em geral, o acúmulo líquido foi negativo, exceto na camada 0-5 cm, em que o SAF apresentou tendência de aumento. Diferente do esperado, o acúmulo líquido de carbono no solo não foi positivo ou maior no SAF do que a floresta secundária. Os resultados de redução de carbono do solo encontrados neste estudo diferem do encontrado por Carvalho et al. (2014) em áreas de sistemas agroflorestais orgânicos com palma de óleo com dois anos em Tomé-Açu, no qual SAF com palma de óleo apresentaram aumento do estoque de C em relação a floresta de referência. Logo, o manejo adotado no SAF

<sup>1</sup> UEAP - Universidade do Estado do Amapá, Amapá, AP, mila.gomes@ueap.edu.br

<sup>2</sup> UFRA - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA, dchagas708@gmail.com

<sup>3</sup> NATURA - Centro de Inovação, Área de Pesquisa Avançada, Cajamar, SP, deboraCastellani@natura.net

<sup>4</sup> EMBRAPA - Empresa Amazônia Oriental, Belém, PA, kato.embrapa@gmail.com

<sup>5</sup> EMBRAPA - Empresa Florestas, Colombo, PR, steel.vasconcelos@embrapa.br

estudado na implantação (corte-e-trituração da vegetação e preservação da cobertura morta sob o solo) e na manutenção (adubação com material orgânico) não foi suficiente para evitar reduções do C do solo.

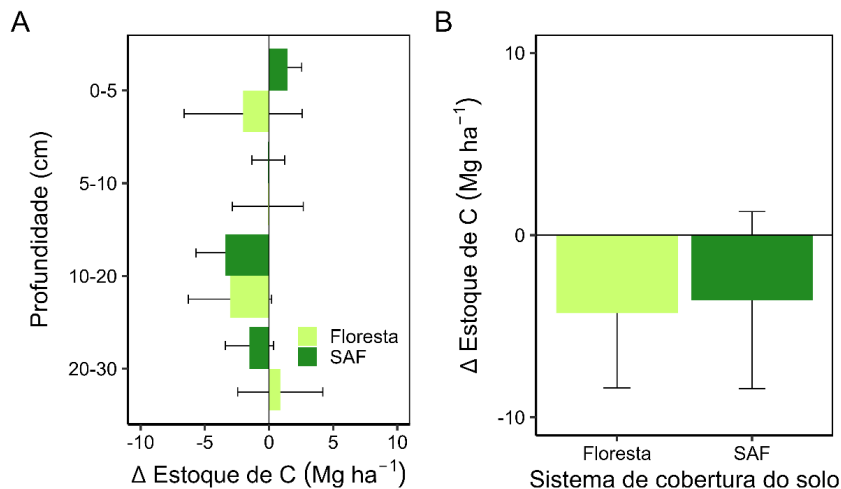


Figura 1: Acúmulo líquido de carbono por camada: 0-5, 5-10, 10-20 e 20-30 cm (A) e no perfil 0-30 cm do solo na floresta e nos sistemas agroflorestais com palma de óleo em Tomé-Açu. Os valores de estoque de carbono do solo são corrigidos para a camada de solo equivalente da floresta. As barras representam as médias do acúmulo líquido  $\pm$  desvio padrão.

Ao avaliar a conversão de uma floresta secundária em sistema agroflorestal alguns fatores devem ser levados em consideração, como manejo do solo, histórico da área e período de implantação do sistema, pois são fatores preponderantes na avaliação do aumento ou redução do estoque de carbono no solo (ZARIN et al., 2005). No presente estudo, os dois sistemas avaliados, SAF e floresta, foram estabelecidos sobre áreas intensamente exploradas por cultivo de pimenta-do-reino e pastagem, que de modo geral, tendem a esgotar as reservas do solo e podem prejudicar o crescimento das espécies. Logo, sugerimos que o tempo de avaliação não foi suficiente para demonstrar os efeitos da implantação do sistema agroflorestal com palma de óleo.

## CONCLUSÕES

Em dois anos após a implantação, sistemas agroflorestais com palma de óleo impactam o carbono do solo de forma semelhante a uma floresta secundária e ambos apresentam tendência de redução no estoque de carbono do solo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, W. R *et al.* Short-term changes in the soil carbon stocks of young oil palm-based agroforestry systems in the eastern Amazon. **Agroforestry Systems** 88: 357-368, 2014.

JAKOVAC, C. C. et al. Loss of secondary-forest resilience by land-use intensification in the Amazon. **Journal of Ecology**, v. 103, n. 1, p. 67-77, 2015.

<sup>1</sup> UEAP - Universidade do Estado do Amapá, Amapá, AP, mila.gomes@ueap.edu.br  
<sup>2</sup> UFRA - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA, dchagas708@gmail.com  
<sup>3</sup> NATURA - Centro de Inovação, Área de Pesquisa Avançada, Cajamar, SP, deboraCastellani@natura.net  
<sup>4</sup> EMBRAPA - Empresa Amazônia Oriental, Belém, PA, kato.embrapa@gmail.com  
<sup>5</sup> EMBRAPA - Empresa Florestas, Colombo, PR, steel.vasconcelos@embrapa.br

KHASANAH, N. et al. Oil palm agroforestry can achieve economic and environmental gains as indicated by multifunctional land equivalent ratios. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 3, n. January, p. 1-13, 2020.

LUKE, S. H. et al. Managing oil palm plantations more sustainably: Large-scale experiments within the biodiversity and ecosystem function in tropical agriculture (BEFTA) programme. **Frontiers in Forests and Global Change**, v. 2, n. January, p. 1-20, 2020.

MICCOLIS, A.; VAN NOORDWIJK, M.; AMARAL, J. Oil palm in Brazil: lessons from policies and agroforestry innovation. In: **Tree commodities and resilient green economies in Africa**. Nairobi, Kenya: [s.n.].

PUTZ, F. E.; REDFORD, K. H. The importance of defining "Forest": Tropical forest degradation, deforestation, long-term phase shifts, and further transitions. **Biotropica**, v. 42, n. 1, p. 10-20, 2010.

RODRIGUES, S. J. S. DE C. **Dinâmica de carbono em sistemas agroflorestais com palma de óleo na Amazônia oriental**. [s.l.] Universidade Federal Rural da Amazônia, 2019.

RODRIGUES, T. E. et al. **Caracterização e Classificação dos Solos do Município de Tomé-Açu, PA**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2001. JAKOVAC, C. C. et al. Loss of secondary-forest resilience by land-use intensification in the Amazon. **Journal of Ecology**, v. 103, n. 1, p. 67-77, 2015.

Zarin, D. J. et al. Legacy of fire slows carbon accumulation in Amazonian forest regrowth. **Frontiers in Ecology and the Environment** v.3, n. 7, p. 365-369, 2005. 2021

**PALAVRAS-CHAVE:** Estoque de carbono do solo, Uso da terra, Dendê

<sup>1</sup> UEAP - Universidade do Estado do Amapá, Amapá, AP, mila.gomes@ueap.edu.br

<sup>2</sup> UFRA - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA, dchagas708@gmail.com

<sup>3</sup> NATURA - Centro de Inovação, Área de Pesquisa Avançada, Cajamar, SP, deboraCastellani@natura.net

<sup>4</sup> EMBRAPA - Empresa Amazônia Oriental, Belém, PA, kato.embrapa@gmail.com

<sup>5</sup> EMBRAPA - Empresa Florestas, Colombo, PR, steel.vasconcelos@embrapa.br