

Potencial de créditos de carbono em plantios abandonados de *Hevea guianensis* na Floresta Nacional do Tapajós

Resumo: O objetivo deste trabalho foi estimar o potencial de créditos de carbono na madeira de seringueiras na Floresta Nacional do Tapajós. Nos anos de 2013 e 2018 foram realizados inventários 100% dos plantios, em que se registrou a circunferência e altura das árvores. Calculou-se o carbono fixo ($\text{MgC}\cdot\text{ha}^{-1}$), o carbono equivalente ($\text{CO}_{2(\text{eq})}\cdot\text{ha}^{-1}$) e foi realizada a conversão em créditos por hectare ($\text{R}\$\cdot\text{ha}^{-1}$), a partir do Sistema Europeu de Negociação de CO_2 . Em 2013 foram registradas 2.965 seringueiras e, em 2018, foram inventariadas 2.927. Apesar da morte de algumas árvores no intervalo de 5 anos, foi estimado um total de 72,3103 $\text{MgC}\cdot\text{ha}^{-1}$, em 2013, e 73,3708 $\text{MgC}\cdot\text{ha}^{-1}$, em 2018, reduzindo 0,7777 $\text{CO}_{2(\text{eq})}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$, o que possibilitaria uma receita anual de $\text{R}\$2.500,04$. Dessa forma, conclui-se que os seringais apresentam potencial para geração de créditos de carbono.

Palavras-chave: Amazônia, Floresta Tropical, Serviços Ambientais, Biomassa.

Carbon credit potential in abandoned plantations of *Hevea guianensis* in the Tapajós National Forest

Abstract: The objective of this study was to estimate the carbon credit potential in the wood of rubber trees in the Tapajós National Forest. In the years of 2013 and 2018, 100% inventories of the plantations were carried out, in which the circumference and height of the trees were registered. The fixed carbon ($\text{MgC}\cdot\text{ha}^{-1}$), the equivalent carbon ($\text{CO}_{2(\text{eq})}\cdot\text{ha}^{-1}$) was calculated and converted into credits per hectare ($\text{R}\$ \text{ha}^{-1}$) from the European System for the CO_2 . In 2013, 2,965 rubber trees were registered and, in 2018, 2,927 were inventoried. Despite the death of some trees in the range of 5 years, it was estimated a total of 72.3103 $\text{MgC}\cdot\text{ha}^{-1}$ in 2013, and 73.3708 $\text{MgC}\cdot\text{ha}^{-1}$ in 2018, reducing 0.7777 $\text{CO}_{2(\text{eq})}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$, which would make possible an annual revenue of $\text{R}\$2,500.04$. Thus, it is concluded that the rubber plantations present potential for generating carbon credits.

Keywords: Amazon, Tropical Forest, Environmental Services, Biomass.

1. INTRODUÇÃO

Com o início dos debates para a redução de gases do efeito estufa, no final da década de 1980, realizado pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), várias alternativas foram lançadas para a mitigação das emissões de gases do efeito estufa (GEE), os quais são provenientes principalmente da queima de combustíveis fósseis e florestas, sendo o gás carbônico (CO_2) protagonista desse processo. Para estimular os produtores foi estabelecido, a partir do Protocolo de Kyoto, o fomento ao crédito de carbono, por meio do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), dessa forma surgiu o mercado do carbono (Souza et al., 2010).

Dentre os vários serviços ecossistêmicos oferecidos pelas florestas, destaca-se a captura de CO_2 da atmosfera utilizado no processo da fotossíntese, transformando-o em

compostos orgânicos empregados no crescimento e desenvolvimento vegetal (Fernandes et al., 2007; Aguiar, 2018). Em meio a várias espécies florestais consideradas sumidouros de CO₂, a *Hevea guianensis* Aubl. oferece vantagens por apresentar um longo período de produção, de 20 a 40 anos, para a extração do látex, que tem carbono em sua composição molecular (C₅H₈). Dessa forma, o produtor consegue aliar duas atividades rentáveis em uma só espécie (Fernandes et al, 2007).

Diante desse cenário, o objetivo do trabalho foi quantificar o estoque de carbono, considerando-se o uso da madeira, e o potencial para geração de créditos de carbono em plantios de seringueira abandonados na Floresta Nacional do Tapajós, estado do Pará.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A área de estudo contempla o seringal Terra Rica e o seringal do Ponte, com um total de 30,31 hectares de extensão (Lat.: 02°50'08.96"S - Long.: 54°58'29.37"W). Os plantios estão a uma distância de, aproximadamente, 1,5 km, localizados na Floresta Nacional do Tapajós (Flona do Tapajós), Unidade de Conservação Federal localizada no município de Belterra, oeste do estado do Pará. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Ami, com temperatura média anual de 25,5°C e umidade relativa média por volta de 90% (ALVARES et al., 2013). O solo da região é caracterizado como Latossolo Amarelo Distrófico, a topografia varia de ondulada a suavemente ondulada e a vegetação é classificada como Floresta Ombrófila Densa (IBAMA, 2004). Quanto às características dos seringais, estima-se que foram implantados há, pelo menos 70 anos e, embora sejam plantados, apresentam alta variabilidade de espaçamento, diâmetro e altura.

2.2 Coleta de dados

Foi realizado o inventário 100% dos seringais no ano de 2013, em que foram incluídas todas as árvores com DAP \geq 5 cm e foram registrados o número total de seringueiras, a circunferência (CAP) para posterior obtenção do diâmetro a 1,30 m do solo (DAP), em centímetros, e a altura total, em metros. Em 2018 foi realizado outro inventário 100%, período de 5 anos que os seringais mantiveram-se sem intervenção, registrando novamente o número total de seringueiras e mensurando o CAP e a altura total das árvores.

2.3 Método de quantificação de biomassa e carbono

Foi utilizada a seguinte equação para o cálculo da biomassa:

(1)

Em que: B = biomassa seca em kg; D = diâmetro a 1,30 m do solo; a e b = parâmetros de ajuste das equações alométricas (Silva, 2007; Higuchi et al., 2014).

Não é eficiente estimar a biomassa e, por conseguinte, o carbono de toda a região amazônica a partir de uma única equação e, por isso, Higuchi et al. (2014) sugerem que, na ausência de equação específica, uma solução é utilizar a altura dominante do sítio inventariado como fator de correção. Assim, calculou-se a altura dominante (H_d), utilizando a média das 100 seringueiras de maior diâmetro, a partir de 10 cm de DAP e, assim, obteve-se o H_d que foi utilizada para obtenção de um fator de correção (F) para a equação de biomassa seca. Foi utilizado o fator de correção para a altura dos seringais ($H_s = 21,61$ m) dividido pela da FNT ($H_{FNT} = 34,33$ m), de acordo com a descrição de Aguiar (2017).

$$F = (H_s / H_{FNT}) \quad (2)$$

Para a quantificação de biomassa total foi utilizado, portanto, o modelo de simples entrada, com o ajuste do fator da altura para os seringais.

(3)

Em que: B = biomassa seca em kg; D = diâmetro a 1,30 m do solo; a e b = parâmetros de ajuste das equações alométricas; $e = 0,6295$.

Os valores de biomassa seca foram multiplicados por 0,485 para a obtenção do teor de carbono que, posteriormente, foi extrapolado para megagrama por hectare (Silva, 2007; Higuchi et al., 2009; Aguiar, 2017). Em seguida, foi realizada a distribuição do estoque de carbono nos anos de 2013 e 2018 por centro de classe diamétrica, partindo de um diâmetro mínimo de 5,0 cm e intervalo de classe de 10,0 cm.

Tendo em vista que o mercado de crédito de carbono considera o crescimento da floresta, foi considerado o incremento periódico anual de carbono, conforme a metodologia de Souza e Soares (2013), possibilitando realizar a sua valoração econômica a partir dos serviços ecossistêmicos prestados pelos seringais.

2.4 Conversão de carbono em CO₂ equivalente

Considerando que as negociações no mercado de créditos de carbono são realizadas em função do CO₂ equivalente (CO_{2eq}), procedeu-se a conversão do carbono em CO₂, conforme a descrição de IPCC (2003). De acordo com o Sistema europeu de negociação de

CO₂ (SENDECO₂, 2019), o preço do CO₂ para maio de 2019 está a 24,41 €. Com o euro equivalendo a US\$ 1,12, o preço médio do CO₂, em dólar comercial, equivale a US\$ 27,34. Assim, converteu-se o estoque de CO₂ para US\$ 27,34 Mg CO_{2eq}. Posteriormente, transformou-se em reais, ao multiplicar pelo valor do dólar, equivalente a R\$3,88 em junho de 2019.

3. RESULTADOS

Em 2013 foram registradas 2.965 seringueiras e, em 2018, foram inventariadas 2.927, indicando uma densidade de 97,9 indivíduos.ha⁻¹ e 96,6 indivíduos.ha⁻¹, respectivamente. Mesmo com a redução no número de árvores em decorrência da morte de algumas seringueiras, os plantios estocaram maiores quantidades de carbono 5 anos após o primeiro inventário, uma vez que foi estimado um estoque de 72,3103 MgC.ha⁻¹, em 2013, e 73,3708 MgC.ha⁻¹, em 2018. A distribuição por centro de classe de diâmetro evidenciou o acúmulo de carbono entre os inventários (Figura 1), com maior concentração entre as classes de 30 a 50 cm tanto em 2013 (78,45%), quanto em 2018 (76,65%).

Figura 1. Distribuição do estoque de carbono por centro de classe de diâmetro em plantios de *Hevea guianensis* Aubl. na Floresta Nacional do Tapajós, estado do Pará.

A Tabela 1 apresenta o estoque de carbono por hectare. A variação de estoque de carbono no período de 2013 a 2018 foi de 1,0605 MgC.ha⁻¹.

Tabela 1. Quantidade de seringueiras, estoque de carbono em megagrama, redução do dióxido de carbono equivalente e valores de créditos gerados em plantios de *Hevea guianensis* Aubl. na Floresta Nacional do Tapajós, estado do Pará.

Ano	N.ha ⁻¹	C (MgC.ha ⁻¹)
2013	97,9	72,3103
2018	96,6	73,3708

Em que: N.ha⁻¹ = número de seringueiras, por hectare; C (MgC.ha⁻¹) = Estoque de Carbono em megagrama, por hectare.

Observou-se que, embora os plantios estejam abandonados, houve um aumento no estoque de carbono ao longo dos anos, reduzindo 0,7777 CO_{2(eq)}.ha⁻¹.ano⁻¹, possibilitando uma receita de R\$ R\$2.500,04 ano⁻¹. Esses dados apontam para uma oportunidade de renda, pois não há nenhum projeto voltado para créditos de carbono atualmente na Floresta Nacional dos Tapajós.

4. DISCUSSÃO

O estoque de carbono encontrado nos seringais avaliados nos anos de 2013 e 2018, assemelham-se ao estimado por Wuaters et al. (2008) em um povoamento de *Hevea brasilienses* de 14 anos de idade no oeste de Gana. Os autores encontraram 76,3 MgC.ha⁻¹ de carbono estocado em uma densidade de plantio que variou de 476 a 550 indivíduos.ha⁻¹. Embora o estoque seja parecido, a densidade é bem distinta, o que é explicado pela idade dos plantios, uma vez que árvores mais velhas tendem a estocar mais carbono (Almeida et al., 2010).

Já no estado da Bahia, Brasil, Cotta et al. (2006) calcularam 68,41 MgC.ha⁻¹ de carbono estocado em seringueiras de uma plantação de 34 anos de idade associada a cacauzeiros. Estes resultados ressaltam o potencial que os seringais da Flona do Tapajós apresentam para gerar créditos de carbono. Cotto et al. (2006), ao realizarem a análise econômica de um consórcio de seringa-cacau de 34 anos no estado da Bahia, verificaram que os custos com a implantação, manutenção e produção do látex são elevados, mas que ao agregar os créditos de carbono provenientes de seringueiras como receita a ser gerada no consórcio, a atividade se torna mais rentável e atrativa ao mercado, principalmente porque é uma atividade que não exige o uso de máquinas e pode ser praticada por pequenos produtores rurais e/ou comunitários.

Nesse contexto, o potencial de créditos de carbono avaliado nesse estudo pode oportunizar a geração de renda aos comunitários que residem na Flona do Tapajós que, até o presente momento, não apresenta nenhum projeto voltado para este tipo de produto. Além disso, esta atividade pode contribuir com conservação da floresta e agregar valor, além dos produtos madeireiros e não madeireiros já manejados nessa unidade de conservação (Aguar, 2018).

5. CONCLUSÕES

- Os seringais apresentam potencial para geração de créditos de carbono.
- Foi identificado um aumento no estoque de carbono entre 2013 e 2018 nos seringais, reduzindo 3,8884 de CO₂ equivalente, o que geraria uma receita de R\$2.500,04 em créditos anualmente.

6. REFERÊNCIAS

Almeida EM, Júnior JHC, Finger Z. Determinação do estoque de carbono em teca (*Tectona grandis* L. F.) em diferentes idades. *Ciência Florestal* 2010, 20(4): p. 559-568.

Aguiar, DR. Dinâmica e potencial de créditos de carbono na floresta manejada da Flona do Tapajós, estado do Pará [tese]. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas Amazônicas; 2018.

Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, Gonçalves, JLM, Sparovek, G. Koppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 2013, 22(6): p. 711-728.

Cotta MK, Jacovine LAG, Valverde SR, Paiva HN, Virgens Filho AC, Silva ML. Análise econômica do consórcio seringueira-cacau para geração de certificados de emissões reduzidas. *Revista Árvore* 2006, 30(6): 969-979.

Fernandes JGT, Soares CPB, Jacovine LAG, Alvarenga AP. Quantificação do carbono estocado na parte aérea e raízes de *Hevea* sp., aos 12 anos de idade, na zona da mata mineira. *Revista Árvore* 2007, 31(4): p. 657-665.

Higuchi, FG, Lima, AJN, Ribeiro, GHM, Santos, J, Higuchi, N. Equações alométricas específicas: Estimativas de biomassa para diferentes sítios da Amazônia. In: *Dinâmica do Carbono das Florestas da Amazônia: resultados do Projeto CADAF*. Manaus, 2014, p. 21-27.

Higuchi N, Pereira HS, Santos J, Lima AJN, Higuchi FG, Higuchi MIG, Ayres IGSS. Estudo de caso 1, Estoque e dinâmica do carbono da floresta do Estado do Amazonas. In: *Governos locais amazônicos e as questões climáticas globais*, Manaus, 2009, p. 69-70.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Plano de Manejo da Floresta Nacional do Tapajós: Informações Gerais. Volume I, Santarém, 2004. 373 p.

IPCC. Good practice guidance for land use, land-use change and forestry 2003. Publications, 2003. Disponível em: <http://www.ipccggip.iges.or.jp/public/gpplulucf/gpplulucf_contents.html>. Acesso em: 02 jun, 2019.

SENDECO2. Precios CO2. Disponível em: <https://www.sendeco2.com/es/preciosco2>. Acesso em: 02 jun, 2019.

Silva, RP. Alometria, estoque e dinâmica da biomassa de florestas primárias e secundárias na região de Manaus(AM) [tese]. Manaus: Universidade Federal do Amazonas; 2007.

Silveira BD, Floriano EP, Nakajima NY, Hosokawa RT, Rosot NC, Gracioli C. Relação da morfometria e competição com o crescimento de *Trichilia claussenii* em um fragmento de floresta semidecidual, RS. *Revista Floresta* 2015, 45(2): p. 373-382.

Souza ALR, Andrade JCS, Silva-Junior AC, Santos FS, Santos WR. Protocolo de Kyoto e mercado de carbono: estudo exploratório das abordagens contábeis aplicadas aos créditos de carbono e o perfil de projetos de MDL no Brasil. In: *Congresso Nacional em Excelência e Gestão*, 2010, Niterói-RS, p. 01-24.

Wauters JB, Coudert S, Grallien E, Jonard M, Ponette Q. Carbon stock in rubber tree plantations in Western Ghana and Mato Grosso (Brazil). *Forest Ecology and Management* 2008, 255(7): 2347-2361.