



## POTENCIAL DE ESTOQUE DE BIOMASSA AÉREA E CARBONO IMOBILIZADO EM SISTEMAS FLORESTAIS NA AMAZÔNIA MATO-GROSSENSE

### POTENTIAL OF BIOMASS AND CARBON STOCK OF FIXED ASSETS IN FOREST SYSTEMS IN MATO-GROSSENSE AMAZON

SILVA<sup>1</sup>, Antônio Carlos Silveiro da; CAIONI<sup>2</sup>, Charles; VEIGA<sup>3</sup>, Jessica Borges da; OLIVEIRA<sup>4</sup>, Ademilso Sampaio de; NETO<sup>5</sup>, Rubens Marque Rondon.

<sup>1</sup>Acadêmico do curso de pós-graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos – UNEMAT, Alta Floresta, e-mail: antoniocarlosjm@hotmail.com. <sup>2</sup>Acadêmico do curso de pós-graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos – UNEMAT, Alta Floresta, e-mail: charlescaione@hotmail.com. <sup>3</sup>Acadêmica do curso de graduação em Ciências Biológicas – UNEMAT, Alta Floresta, e-mail: jessica\_mt23@hotmail.com. <sup>4</sup>Professor do Departamento de Agronomia – UNEMAT, Alta Floresta, e-mail: ademilsosampaio@hotmail.com. <sup>5</sup>Professor do Departamento de Engenharia Florestal – UNEMAT, Alta Floresta, e-mail: rubensrondon@yahoo.com.br.

**Resumo** – O presente estudo objetivou analisar o potencial de estoque de biomassa aérea e carbono fixado em diferentes sistemas florestais na Amazônia Mato-grossense. Foram selecionados três ambientes florestais distintos: reflorestamento, sistema agroflorestal e fragmento florestal secundário. No total, foram demarcadas 10 parcelas em cada ambiente para determinação do diâmetro do caule a 1,3 m (DAP) e altura total (Ht). A biomassa total aérea de cada ambiente foi estimada para a quantificação do estoque de carbono e estimativa do potencial de CO<sub>2</sub> fixado. A estrutura da vegetação, a quantidade de biomassa e o carbono imobilizado não apresentaram grandes diferenças entre as áreas. O sistema agroflorestal apresentou os maiores valores de biomassa aérea e carbono fixado, sendo possivelmente relacionados aos indivíduos de maior incremento médio anual dominantes no sistema. De forma geral todos os ambientes se mostraram importantes na retenção do carbono e assim contribuindo para a fixação de CO<sub>2</sub> nos ecossistemas.

**Palavras-chave** - Ecologia florestal; Inventário florestal; Ciclo biogeoquímico.

**Abstract** - The present study aimed to analyze the potential of stock biomass and carbon fixed in different systems in the Amazon forest of Mato Grosso. We selected three different forests: reforestation, agroforestry and secondary forest fragment. A total of, 10 plots were demarcated in each environment to determine the stem diameter at 1.3 m (DBH). The total aboveground biomass of each forest was estimated for the quantification of carbon stocks and estimate potential CO<sub>2</sub> fixed. The structure of the vegetation, the amount of biomass and carbon fixed showed no major differences between the areas. The agroforestry system showed the highest values of biomass and carbon fixed, possibly being related to individuals of higher average annual increment in the dominant system. Generally all environments were important in carbon sequestration and thus contributing to CO<sub>2</sub> fixation in ecosystems.

**Keywords** – Forest ecology; Forest inventory; Biogeochemical cycle.

## INTRODUÇÃO

As freqüentes alterações decorrentes da ocupação dos ambientes amazônicos, muitas vezes de forma desordenada (OLIVEIRA, 2006), vêm gerando desequilíbrios



# I SEMINÁRIO DE BIODIVERSIDADE E AGROECOSSISTEMAS AMAZÔNICOS

Alta Floresta-MT, 23 e 24 de setembro de 2013

ecológicos e degradação ambiental. Esses problemas são potencializados pela mudança climática do planeta devido ao efeito estufa, causado pela acumulação de CO<sub>2</sub> na atmosfera (FEARNSIDE, 2003).

Neste contexto, as áreas florestadas e reflorestadas apresentam alta relevância em termos de seqüestro e imobilização de carbono. Por exemplo, Alvarado (2003) cita que uma das formas mais eficientes de diminuir os impactos ambientais ligados às alterações climáticas é reduzir as emissões de carbono, seqüestrando-o, fixando-o e mantendo-o pelo maior tempo possível na biomassa vegetal e na matéria orgânica do solo.

Para Higuchi et al. (1998) as estimativas de biomassa florestal são informações imprescindíveis em questões de manejo florestal e clima. Por exemplo, as estimativas dos estoques de carbono são utilizadas para estimar a quantidade de CO<sub>2</sub> seqüestrado pela vegetação, a qual é a mesma que será liberada para a atmosfera durante uma eventual queimada.

Na Amazônia Brasileira poucos são os estudos realizados nas diferentes tipologias vegetais para quantificação da biomassa aérea. Nesse sentido, o presente estudo objetivou estimar o potencial de estoque de biomassa aérea, carbono imobilizado e CO<sub>2</sub> em diferentes sistemas florestais na Amazônia Mato-grossense.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de Estudo

O estudo foi realizado no município de Alta Floresta/MT (10° 27' 56 "S e 56° 09' 01"W), que ocupa uma área 9.310,27 km<sup>2</sup>, na microrregião homogênea de mesmo nome (MIRANDA e AMORIM, 2001).

O reflorestamento avaliado localiza-se na Chácara J1 e compõe-se de ipê (*Tabebuia* sp.), pau de balsa (*Ochroma lagopus*), itaúba (*Mezilaurus itauba*), angelim (*Parkia pendula*), pinho-cuiabano (*Schizolobium amazonicum*), ingá (*Inga heterophylla*). Os indivíduos foram distribuídos aleatoriamente sem espaçamento determinado. A área do povoamento é de 40 x 100m, com oito anos de idade de implantação.

O sistema agroflorestal (SAF) pertence à Chácara do Sr. Emanuel localizada na comunidade Monte Alegre (município de Alta Floresta, MT) e mede 30 x 80m com 15 anos de implantação. A cultura principal é cacau (*Theobroma cacao* L.) no espaçamento 3m x 4m em consorciamento com Leiteiro (*Sapium glandulatum*), Canela (*Ocotea* sp.), Barba de bode (*Aristida pallens* Nuff), Figueira (*Ficus* sp.), Pinho cuiabano (*Schizolobium amazonicum* Ducke), Manjoleiro (*Senegalia polyphylla* (DC.) Britton & Rose), Timburi (*Enterolobium* sp.) e Cedro rosa (*Cedrela fissilis* Vell.), distribuídas aleatoriamente.

A floresta secundária possui uma estrutura bastante alterada tanto vertical quanto horizontal, uma vez que os efeitos de bordas e as aberturas de clareiras estão presentes neste ambiente. A mesma pertence a vários sitiantes e fazendeiros e também está situada na comunidade Monte Alegre.

### Coleta e Análise de Dados



Foram estabelecidas em cada ambiente dez parcelas de 10 x 10m (100m<sup>2</sup>) e realizado o inventário florestal, medindo-se o diâmetro do fuste a 1,3 m de altura (DAP), com auxílio de uma fita diamétrica e altura total (Ht) utilizando-se um hipsômetro vertex. No fragmento florestal secundário todos os indivíduos com DAP ≥ 5 cm foram medidos. No reflorestamento e no sistema agroflorestal todos os indivíduos tiveram o DAP medido, independente do diâmetro.

Para a estimativa da biomassa florestal foi utilizada apenas a variável DAP, seguindo a metodologia proposta por Arevalo et al. (2002), utilizando-se a equação alométrica para os indivíduos vivos (em t.ha<sup>-1</sup>): Bio = 0,1184 DAP<sup>2,53</sup> \* 0,1, onde Bio = biomassa aérea e DAP = diâmetro do fuste.

O estoque de carbono na vegetação dos ambientes foi obtido multiplicando-se a biomassa florestal aérea pelo fator 0,45 (Brown, 1997). Higuchi et al. (1998) consideram um valor apropriado para regiões tropicais entre 0,45 a 0,52. A determinação do CO<sub>2</sub> foi obtida pela razão entre a massa molecular do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e a massa atômica do carbono (C) (BROWN et al., 1986; HOEN e SOLBERG, 1994; ORTIZ, 1997; RAMÍREZ et al., 1997).

O delineamento estatístico do experimento foi inteiramente casualizado (DIC), com três tratamentos e dez repetições. Os resultados foram submetidos à análise estatística pelo teste F e posteriormente ao teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para comparação de médias entre as áreas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferenças significativas entre os tratamentos estudados para biomassa aérea, carbono imobilizado e CO<sub>2</sub> (tabela 1). Os maiores valores foram encontrados no sistema agroflorestal, por apresentar indivíduos mais desenvolvidos em área basal em relação aos outros ambientes. Desta forma, foi corroborada a idéia de que os sistemas agroflorestais são potenciais para a fixação de carbono e, portanto apresentam potencial para melhorar a qualidade ambiental, via regulação do clima (IZAC e SANCHEZ, 2001).

Oliveira (2006) observou resultados contrários, onde o fragmento de mata obteve resultados superiores aos encontrados nos sistemas agroflorestais. Tais valores podem estar relacionados à idade e as espécies utilizadas no arranjo espacial do sistema agroflorestal estudado.

**Tabela 1.** Médias de Biomassa aérea, Carbono imobilizado e Dióxido de Carbono nos três ambientes florestais, em Alta Floresta.

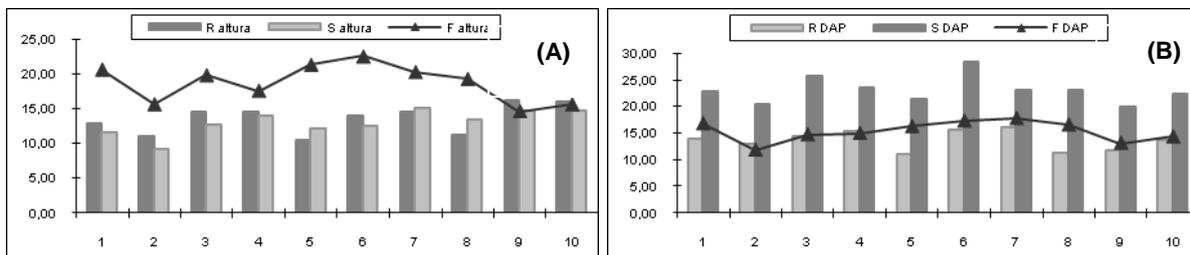
Ambientes	Biomassa (t.ha <sup>-1</sup> )	Carbono (t.ha <sup>-1</sup> )	CO <sub>2</sub> (t.ha <sup>-1</sup> )
Reflorestamento	15,68 b	7,06 b	28,24b
Floresta secundária	29,21 b	13,15 b	48,25b
Sistema agroflorestal	56,57 a	25,46 a	93,43a
DMS	14,69	6,61	24,59
CV%	39,23	39,23	39,21

(\*) Médias seguidas de mesmas letras, minúsculas nas colunas para tratamentos não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV: Coeficiente de variação. DMS: Diferença mínima significativa.

Para os índices de biomassa aérea a média geral ficou em 33,82 t.ha<sup>-1</sup>, o carbono imobilizado em 15,22 t.ha<sup>-1</sup> e o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) em 55,85 t.ha<sup>-1</sup>. O coeficiente de variação encontrado nas análises estatísticas para cada variável (tabela 1) é considerado de acordo com Warriek e Nielse (1980), relativamente médios (12% < CV < 60%), demonstrando uma leve variação de dados.

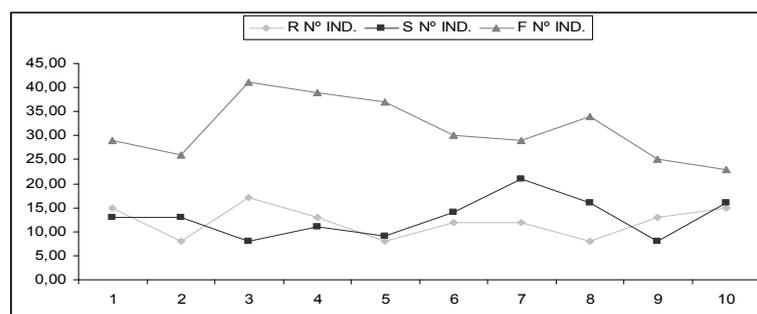
Em relação ao carbono armazenado nos sistemas, o reflorestamento imobilizou 27,73% e a floresta secundária 51,65% do total imobilizado pelo sistema agroflorestal, demonstrando a importância desse ambiente na retenção deste elemento. Porém, em uma análise mais minuciosa, vale ressaltar a necessidade de se avaliar a biomassa por espécie e não somente pelo número de indivíduos ocorrentes. Isto pode ser evidenciado no sistema agroflorestal, onde as espécies arbóreas contribuem com uma maior biomassa, elevando a média do sistema em relação aos outros.

A estrutura da vegetação dos três sistemas florestais pode ser resumida de acordo com a figura 1. As maiores alturas encontram-se na floresta secundária (Figura 1A), com uma média de 18,78 m. O sistema agroflorestal e o reflorestamento mantiveram as alturas similares de acordo com o levantamento. Já para o DAP o sistema agroflorestal apresentou os maiores valores (Figura 1B), podendo estar relacionado aos indivíduos arbóreos presentes no ambiente e dessa forma demonstrando um contraste de estrutura vegetal e elevando a média desses valores no sistema.



**Figura 1:** (A): médias de altura (m) nas 10 parcelas amostradas nos três sistemas florestais. (B): médias de DAP (cm) nas 10 parcelas amostradas nos três sistemas florestais. R= reflorestamento; S= sistema agroflorestal; F= floresta secundária.

A variação do número de indivíduos encontrados nas dez parcelas amostrais dos três ambientes florestais está evidenciada na Figura 2. A área de reflorestamento e o sistema agroflorestal apresentaram quantidades de indivíduos semelhantes.

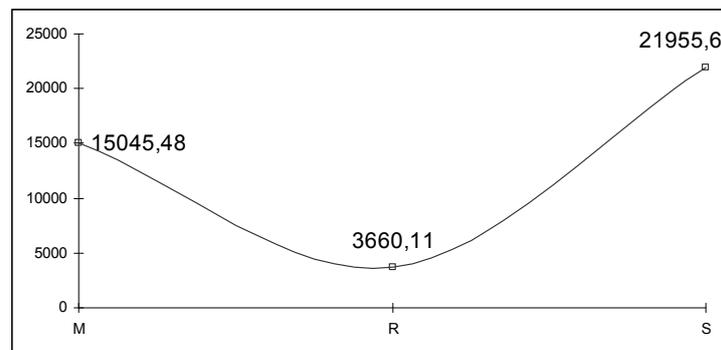


**Figura 2.** Número de indivíduos nas 10 parcelas amostradas nos três sistemas florestais. R=

reflorestamento; S= sistema agroflorestal; F= floresta secundária.

Os maiores valores encontram-se na floresta secundária, o que pode ser atribuído ao processo de regeneração natural ocorrentes nesses ambientes e desta forma não apresentando um padrão de distribuição e espaçamentos determinados.

A importância desses ambientes na retenção do dióxido de carbono é evidenciada na Figura 3. Caso houvesse um distúrbio futuro nesses sistemas como, uma queimada, a quantidade desse composto que seria emitido para a atmosfera é significativa (apenas da biomassa aérea), uma vez que o volume de biomassa florestal e sua distribuição são fatores controladores do estoque de carbono global, como também servem de base para a predição futura de mudanças climáticas (SEDJO, 1992; DIXON *et al.*, 1994). Dessa forma a quantidade total de CO<sub>2</sub> presente nos três sistemas florestais é de 40.661,19 (t.ha<sup>-1</sup>), mas a predominância de retenção do carbono atmosférico é do sistema agroflorestal.



**Figura 3:** Quantidade total de CO<sub>2</sub> (t.ha<sup>-1</sup>) retidos nos três ambientes florestais. R: reflorestamento. S: sistema agroflorestal. F: floresta secundária.

## CONCLUSÕES

O sistema agroflorestal apresentou os maiores valores na retenção do CO<sub>2</sub> sendo relacionado aos indivíduos arbóreos de maior incremento presente no sistema.

Não houve diferenças significativas na retenção do CO<sub>2</sub> entre o reflorestamento e a floresta secundária e da mesma maneira apresentando uma estrutura vegetacional semelhante, podendo considerar que o reflorestamento e a floresta secundária tende a aumentar esses valores, já que estão em desenvolvimento.

A quantidade de CO<sub>2</sub> que poderia ser emitida para a atmosfera com a carbonização desses ambientes demonstra a importância desses ecossistemas florestais no ciclo biogeoquímico do carbono e seqüestro/retenção de CO<sub>2</sub>.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AREVALO, L. A.; ALEGRE, J. C.; VILCAHUAMAN, L. M. **Metodologia para estimar estoque de carbono em diferentes sistemas de uso da terra**. Colombo: Embrapa Florestas, Embrapa Florestas, Documentos 73, 2002.



## I SEMINÁRIO DE BIODIVERSIDADE E AGROECOSSISTEMAS AMAZÔNICOS

Alta Floresta-MT, 23 e 24 de setembro de 2013

- BROWN, S. **Estimating biomass and biomass change of tropical forests: a primer**. Rome: FAO, 1997. 55 p.
- BROWN, S.; LUGO, A. E.; CHAPMAN, J. Biomass of tropical tree plantations and its implication for the global carbon budget. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v. 13, p. 390-394, 1986.
- DIXON, R. K.; HOUGHTON, R. A.; SOLOMON, A. M.; TREXLER, M. C.; WISNIEVSKI, J. Carbon Pools and Flux of Global Forest Ecosystems. **Science**, Washington, DC, v. 263, p. 185-190, 1994.
- FEARNSIDE, P. M. A floresta Amazônia nas mudanças globais. Manaus, **Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa)**, 134 p. 2003.
- HIGUCHI, N.; SANTOS, J. dos; RIBEIRO, R. J.; MINETTE, L.; BIOT, Y. Biomassa da parte aérea da vegetação da floresta tropical úmida de terra-firme da Amazônia brasileira. **Acta Amazônica**. V.28, N.2, p. 153 – 166, 1998.
- HOEN, H.; SOLBERG, B. Potencial and economic efficiency of carbon sequestration in Forest biomass through silvicultural management. **Forest Science**, v.40, n.3, p.429-451, 1994.
- IZAC, A. M. N.; SANCHEZ, P. A.: **Towards a natural resource management paradigm for international agriculture: the example of agroforestry research**. *Agric. Syst.* 69:5-25. 2001.
- MIRANDA, L. & AMORIM, Z. **Mato Grosso – Atlas geográfico** – Cuiabá: ed. Entrelinhas, 2001.
- OLIVEIRA, A.S. **Qualidade do Solo em Sistemas Agroflorestais em Alta Floresta-MT**. Viçosa-MG, 2006. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo e Nutrição de Plantas)-Departamento de Ciências do solo e nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa. 69 p.
- ORTIZ, R. Costa Rican secondary Forest: an economic option for joint implementation initiatives to reduce atmospheric CO<sub>2</sub>. **Seminar in Punta Leona**. Costa Rica, p.19, 1997.
- RAMÍREZ, O.; GÓMEZ, M.; SHULTZ, S. Valuing the contribution of plantation forestry to the national accounts of Costa Rica from the ecological economics perspective. **Seminar in Beijer**, Costa Rica, p.28, 1997.
- SEDJO, R. A. Temperature Forest ecosystem in the global carbon cycle. **Ambio**, Stockholm, v. 21, p. 274-277, 1992.
- WARRIECK, A.W.; NIELSEN, D.R. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: HILLEL, D. (ed.). **Applications of soil physics**. New York : Academic, 1980. Cap.2, p.319-344.