

Estoque de biomassa aérea, carbono e sequestro de dióxido de carbono em sistemas florestais na Amazônia Mato-grossense

Antônio Carlos Silveiro da Silva¹, Charles Caioni¹, Jessica Borges da Veiga¹, Rubens Marques Rondon Neto¹, Ademilso Sampaio de Oliveira²

¹Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

²Faculdade de Alta Floresta - FAF

acsilveiro@gmail.com; charlescaioni@hotmail.com; jessica_mt23@hotmail.com; rubensrondon@yahoo.com.br; adesampa@bol.com.br

Resumo: Objetivou-se com esta pesquisa estimar o estoque de biomassa aérea, carbono fixado e o sequestro de dióxido de carbono em diferentes sistemas florestais na Amazônia Mato-grossense, bem como a estrutura diamétrica de tais ambientes. Foram selecionados três ambientes florestais distintos: reflorestamento, sistema agroflorestal e fragmento florestal primário. No total, foram demarcadas 10 unidades amostrais em cada ambiente para determinação do diâmetro do caule a 1,3 m (DAP). A biomassa total aérea de cada ambiente foi estimada para a quantificação do estoque de carbono e estimativa do sequestro de CO₂. A estrutura da vegetação expôs um comportamento dinâmico mediano observado em suas linhas de frequência para os três ambientes. O fragmento florestal apresentou os maiores valores de biomassa aérea, carbono e sequestro de CO₂, seguido do sistema agroflorestal e o reflorestamento. Tais variabilidades encontradas nos resultados podem ser atribuídas à morfologia e fisiologia de seus componentes vegetais. De forma geral todos os ambientes se mostraram importantes na retenção do carbono e dessa maneira contribuindo para a fixação de CO₂ nos ecossistemas florestais.

Palavras-chave: Ecologia florestal, Inventário florestal, Ciclo biogeoquímico.

Stock aerial biomass, carbon and kidnapping of carbon dioxide in the Amazon forest systems Mato-grossense

Abstract: The objective of this research was to analyze the potential of biomass inventory, fixed carbon and carbon dioxide sequestration in different forest ecosystems in the Amazon Mato-grossense as well as the structure (diameter) of such environments. Reforestation, agroforestry and primary forest fragment: three different forest environments were selected. In total, 10 sampling units were demarcated in each environment to determine the stem diameter at 1,3 m (DAP) and total height (Ht) . The total biomass of each environment was estimated for the quantification of carbon stock and estimated potential CO₂ sequestration. The vegetation structure exhibited a median dynamic behavior observed in their lines of frequency for the three environments. The forest fragment showed the highest values of

biomass, carbon and CO₂ sequestration, followed by agroforestry and reforestation. Such variability in results can be attributed to the morphology and physiology of their vegetable compositions and environmental factors. Generally all environments were important in carbon sequestration and thus contributing to CO₂ fixation in forest ecosystems.

Keywords: Forest ecology, Forest inventory, Biogeochemical cycle.

Introdução

Entre os diversos serviços ambientais prestados pelos ambientes florestais, destacam-se o sequestro e estocagem do carbono, em função da intensificação do efeito-estufa e do consequente aquecimento global. Esses fenômenos ocorrem devido ao aumento da concentração dos gases de efeito-estufa, principalmente dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O), provenientes de emissões antrópicas (Ribeiro et al., 2009).

O aumento da concentração desses gases na atmosfera terrestre tem levado à intensificação do efeito estufa natural e, em consequência, às mudanças climáticas globais. Nos últimos anos as atividades econômicas humanas como a urbanização, a criação de gado e o cultivo da terra, assim como o desenvolvimento agrícola, afetaram a cobertura de vegetação e o equilíbrio entre os ecossistemas causando impactos negativos no clima regional e no clima global (Marengo et al., 2011).

Em virtude desse panorama, em 1997 foi elaborado o Protocolo de Quioto (Ribeiro et al., 2010). O qual teve como objetivo à redução das emissões de gases de efeito-estufa em 5% durante o período de 2008 a 2012. O Protocolo entrou oficialmente em vigor em fevereiro de 2005 e trouxe como inovação três mecanismos de flexibilização: Comércio de Emissões, Implementação Conjunta e Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) (Ribeiro et al., 2009).

Apenas o MDL tem possibilitado a participação de países em desenvolvimento na geração de crédito de carbono. O Brasil faz parte destas nações e é considerado privilegiado no cenário mundial em termos de alta produtividade em assimilação de CO₂, pois é um país situado na região tropical possuidor das maiores reservas do mundo em biodiversidade vegetal, o que permite escolher espécies arbóreas mais adequadas para estocagem de CO₂ (Hosokawa, 2004; Ribeiro et al., 2010).

De acordo com Alvarado (2003) uma das formas mais eficientes de diminuir os impactos ambientais ligados às alterações climáticas é reduzir as emissões de carbono, sequestrando-o, fixando-o e mantendo-o pelo maior tempo possível na biomassa vegetal. Em geral, a fixação de carbono pode aumentar através de intervenções como de programas de

manejo de solos com reflorestamentos, sistemas agroflorestais e práticas conservacionistas de solos (Arevalo et al., 2002).

Neste contexto, as áreas florestadas e reflorestadas apresentam alta relevância em termos de sequestro e imobilização de carbono. Os sistemas agroflorestais apresentam potencial na retenção de carbono, servindo como sumidouro deste elemento, mas, também proporcionam produtos alimentares que podem ser comercializados pelos produtores, garantindo-lhes uma renda adicional para a sustentabilidade financeira do sistema (Wolf et al., 2012).

Diante do exposto, o presente estudo objetivou estimar o potencial de estoque de biomassa aérea, carbono imobilizado e a estimativa de sequestro de dióxido de carbono em diferentes sistemas florestais na Amazônia Mato-grossense, através de inventários florestais com o intuito de demonstrar a importância da vegetação em pé no ciclo biogeoquímico do carbono.

Material e Métodos

Área de estudo e caracterização ambiental

O experimento foi conduzido no município de Alta Floresta, localizado no extremo norte do estado de Mato Grosso, a 830 km da capital Cuiabá, possuindo uma área territorial de 8.947 km² (IBGE, 2007) (Figura 1). Esta localizado na mesorregião Norte Mato-grossense, Microrregião de Alta Floresta, entre as coordenadas geográficas de 09° 02' 29" a 11° 15' 45" de latitude sul e 56° 44' 55" a 58° 45' 10" de Longitude oeste, estando a uma altitude de 283 metros. A população do município totaliza 49.164 habitantes (IBGE, 2013).

A precipitação pluviométrica é de 2.000 a 2.300 mm (SEPLAN, 2006). Nessa classificação Alta Floresta encontra-se na Zona I B3a, caracterizando-se por clima Equatorial continental úmido com estação seca definida da Depressão sul amazônica, com temperatura média anual entre 24,3 e 24,8 °C (Butturi et al., 2013).

A cobertura vegetal dominante no município de Alta Floresta é do tipo Floresta Ombrófila Aberta Tropical, Floresta densa tropical, Savanas e Áreas de tensão ecológica que ocorre associada à palmeiras e cipós. Este tipo de floresta caracteriza-se pela presença de árvores de grande porte, muitas vezes bastante espaçadas, pelo frequente agrupamento de palmeiras e, também pela grande quantidade de fanerófitas sarmentosas (Oliveira, 2006).

O relevo faz parte do Planalto Apicás-Sucurundi e da Depressão Interplanáltica Amazônica Meridional. Os solos variam de Argissolos Amarelo e Vermelho-Amarelos e, em

menor proporção os Latossolos e solos Hidromórficos, profundos e moderadamente bem drenados, são solos de baixa a média fertilidade, de mediana porcentagem de nutrientes e principalmente baixos teores de fósforo e médio teor de potássio, cálcio, magnésio e matéria orgânica (Ferreira, 2001).

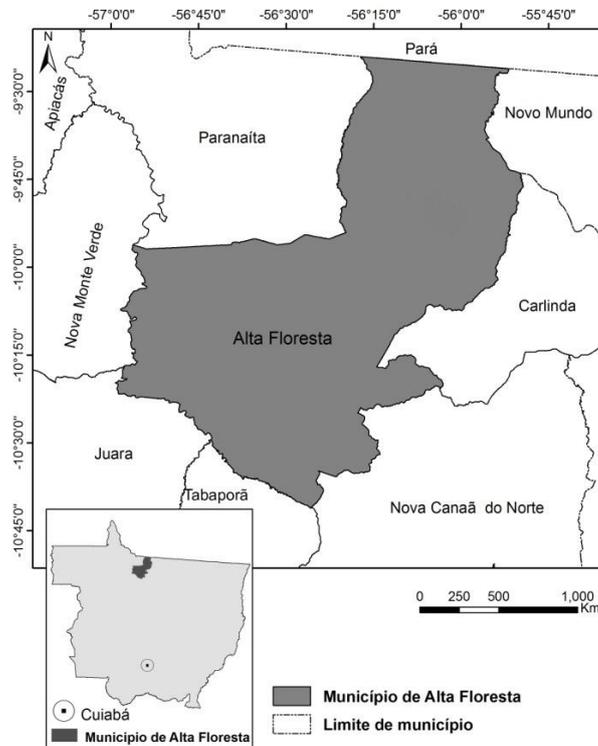


Figura 1. Localização do município de Alta Floresta – MT.

Fonte - Autores

O reflorestamento avaliado localiza-se próximo ao perímetro da cidade de Alta Floresta. A área do povoamento é de 40 x 100 m, com oito anos de implantação e os indivíduos estão distribuídos aleatoriamente sem espaçamento determinado. O sistema agroflorestal (SAFs) possui uma área de 30 x 80 m com 15 anos de implantação. A cultura principal é cacau (*Theobroma cacao* L.) no espaçamento 3 x 4 m, sendo consorciada com outras espécies florestais distribuídas aleatoriamente (Tabela 1). O fragmento florestal primário analisado possui em certo grau uma estrutura alterada, tanto vertical quanto horizontalmente, uma vez que os efeitos de bordas e as aberturas de clareiras se fizeram presentes neste ambiente.

Tabela 1. Espécies encontradas no levantamento para o Reflorestamento e Sistema Agroflorestal e seus respectivos valores de importância, Alta Floresta – MT

Sistema agroflorestal						
Nome científico	NI	DR%	FR%	DoR%	IVC	IVI
<i>Theobroma cacao</i> L.	89	70,08	37,03	26,25	96,33	133,36
<i>Sapium landulatum</i>	25	19,68	29,63	37,17	56,85	86,48
<i>Schizolobium amazonicum</i>	4	3,14	7,41	22,13	25,27	32,68
<i>Ocotea</i> sp.	3	2,36	3,70	4,87	7,23	10,93
<i>Chlorophora tinctoria</i>	1	0,79	3,70	2,80	3,59	7,29
<i>Enterolobium</i> sp.	1	0,79	3,70	2,21	3,00	6,70
<i>Cedrela fissilis</i>	1	0,79	3,70	1,62	2,41	6,11
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	1	0,79	3,70	1,33	2,12	5,82
<i>Senegalia polyphylla</i>	1	0,79	3,70	1,03	1,82	5,52
<i>Aristida pallens</i> Nuff	1	0,79	3,70	0,59	1,38	5,08
Reflorestamento						
Nome científico	NI	DR%	FR%	DoR%	IVC	IVI
<i>Schizolobium amazonicum</i>	14	8,54	6,18	38,49	47,03	53,20
<i>Tabebuia</i> sp.	29	17,68	9,88	13,47	31,16	41,03
<i>Hevea brasilienses</i>	11	6,71	8,64	7,26	13,97	22,61
Sp2	12	7,31	4,94	8,10	15,41	20,35
<i>Enterolobium</i> sp.	12	7,31	6,17	5,74	13,06	19,23
<i>Inga</i> sp.	10	6,10	7,41	2,12	8,22	15,62
<i>Parkia pendula</i>	9	5,49	6,17	3,03	8,52	14,70
<i>Trattinickia</i> sp.	10	6,10	6,17	1,92	8,01	14,19
<i>Senegalia polyphylla</i>	9	5,49	4,93	2,02	7,51	12,45
<i>Cedrela fissilis</i>	5	3,05	3,70	2,61	5,66	9,36
<i>Bertholletia excelsa</i>	5	3,05	4,93	1,95	4,24	9,18
<i>Tectona grandis</i>	5	3,05	3,70	1,54	4,59	8,30
<i>Chorisia speciosa</i>	3	1,82	3,70	2,75	4,58	8,28
Sp1	4	2,44	2,47	1,82	4,25	6,72
Sp5	4	2,44	2,47	1,44	3,88	6,35
<i>Hymenaea</i> sp.	3	1,82	2,47	1,35	3,18	5,65
<i>Torresea acreana</i>	4	2,44	2,47	0,51	2,95	5,42
<i>Mezilaurus itauba</i>	3	1,82	2,47	0,66	2,49	4,96
Sp3	3	1,82	1,23	1,77	3,60	4,84
Sp6	2	1,22	2,47	0,72	1,94	4,41
<i>Genipa americana</i>	2	1,22	2,47	0,06	1,28	3,75
Sp4	2	1,22	1,23	0,72	1,94	3,18
<i>Aspidosperma</i> sp.	1	0,61	1,23	0,35	0,96	2,19
<i>Eschweilera ovata</i>	1	0,61	1,23	0,27	0,87	2,11
<i>Theobroma sylvestris</i>	1	0,61	1,23	0,06	0,67	1,91

NI = número de indivíduos; DR = densidade relativa; FR = frequência relativa; DoR = dominância relativa; IVC = índice de valor de cobertura; IVI = índice de valor de importância.

Coleta e Análise de Dados

Foram estabelecidas em cada ambiente dez parcelas de 10 x 10 m (100 m²) e realizado o inventário florestal, medindo-se o diâmetro do fuste a 1,3 m de altura (DAP), com auxílio de uma fita diamétrica. No fragmento florestal todos os indivíduos com DAP ≥ 5 cm

foram medidos. No reflorestamento e no sistema agroflorestal todos os indivíduos tiveram o DAP mensurado, independente do diâmetro.

Os indivíduos foram divididos em classes diamétricas para melhor compreensão da estrutura da vegetação dos ambientes. Os mesmos foram distribuídos em centros de classe de diâmetro com intervalos de 5 cm, tendo o centro da primeira classe o valor de 10 cm.

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 Mg.ha^{-1}): $\text{BAVT} = 0,1184 \text{ DAP}^{2,53} * 0,1$. Onde BAVT= biomassa aérea total de indivíduos vivos, DAP= diâmetro do fuste e 0,1 = fator de conversão para parcelas que possui dimensão de 100 m^2 .

O estoque de carbono na vegetação dos ambientes foi obtido multiplicando-se a biomassa florestal aérea pelo fator 0,45 (Brown, 1997). A determinação do CO_2 foi alcançada pela razão entre a massa molecular do dióxido de carbono (CO_2) e a massa atômica do carbono (C) (Brown et al., 1986).

Para diagnóstico estatístico utilizou-se a análise Multivariada de Conglomerados, através do *software* BioEstat 5.0 (Ayres et al., 2007). Este tipo de análise permite agrupar os dados em conglomerados ou *clusters* de acordo com as similaridades entre eles. Neste sentido, para o trabalho o objetivo foi verificar as possíveis semelhanças entre os ambientes florestais utilizando-se suas unidades amostrais. Foram consideradas para verificar a similitude entre os ambientes, as variáveis diâmetro, biomassa aérea, carbono e dióxido de carbono. Sendo realizada com ligação completa e distância euclidiana. Da mesma forma houve a standardização das variáveis devido à magnitude de seus valores.

Resultados e Discussão

Foram amostrados um total de 611 indivíduos no levantamento, e as distribuições dos indivíduos em classes de diâmetro estão evidenciadas na Figura 2. O reflorestamento juntamente com o fragmento florestal se mostrou de forma intensa no primeiro (até 10 cm) e segundo (10,1-15 cm) centro de classe, diminuindo gradativamente, formando o “J” invertido (Figuras 2A e 2B). De acordo com Schaaf et al. (2006) este é um comportamento esperado em florestas nativas e também observado para reflorestamentos (Silva et al., 2010; Soares, 2009).

Tal ocorrência na estrutura diamétrica do compartimento florestal sugere apenas uma tendência de distribuição balanceada, isso se deve à capacidade de regeneração das espécies vegetais (Souza e Souza, 2005; Alves Junior, 2010). Porém, há uma discrepância entre a

primeira classe de diâmetro e as outras para o fragmento florestal, demonstrando que o processo regenerativo ainda se apresenta no início para este sistema. A presença de clareiras em sua composição pode ter proporcionado alteração em sua dinâmica natural. Machado et al. (2004) explica que a grande quantidade de indivíduos nas classes de menor diâmetro pode indicar que o regime de perturbação é ou foi relativamente intenso e contínuo no sistema florestal.

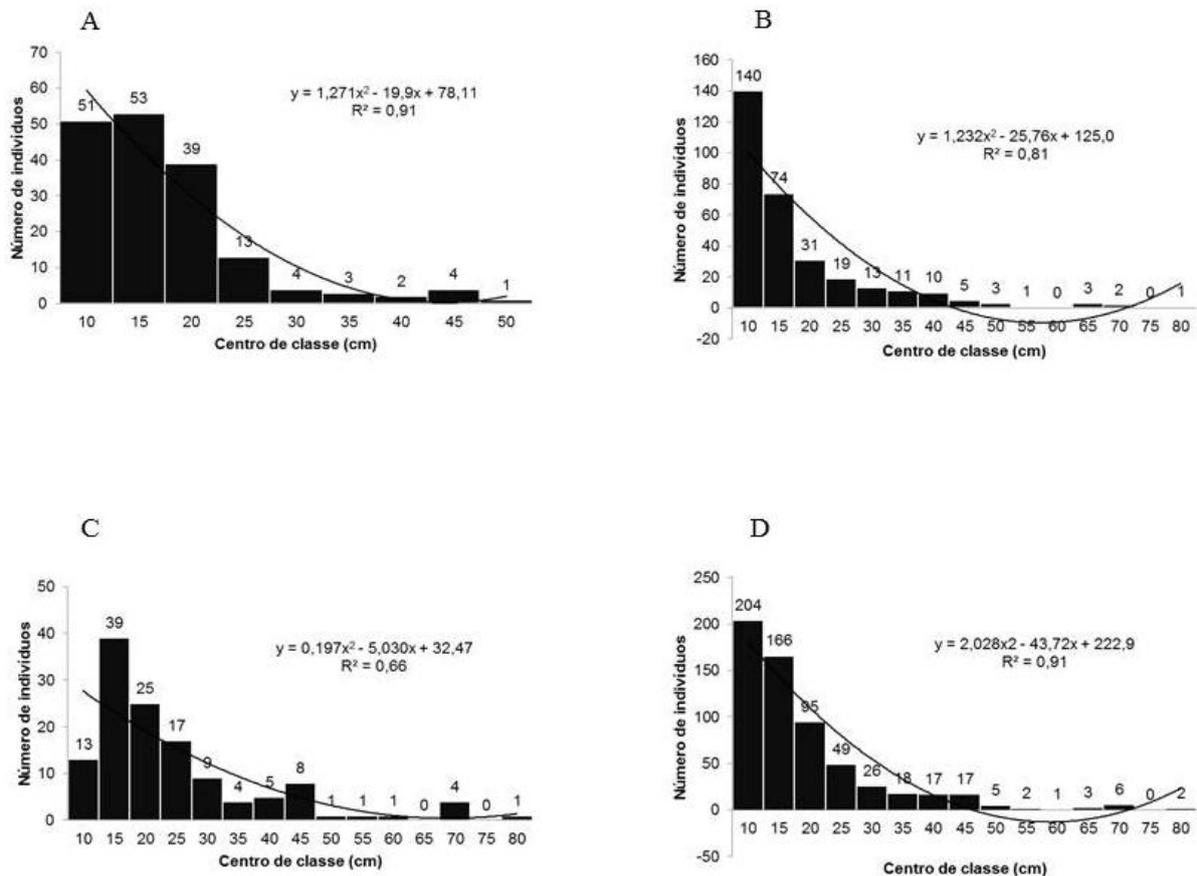


Figura 2. Distribuição dos indivíduos em classes de diâmetro. A - Reflorestamento; B - Fragmento Florestal; C - Sistema Agroflorestal; D - Distribuição de todos os indivíduos ocorrentes no levantamento.

Fonte - Autores

O sistema agroflorestal não apresentou o desenho de J-reverso para as classes diamétricas, devido a maior concentração de indivíduos nos intervalos de 10 a 25 cm (Figura 2C), proporcionadas pelas espécies arbóreas utilizadas em sua estrutura. No entanto, o desenho diamétrico do sistema agroflorestal não interferiu na formação do “J” invertido para a distribuição de todos os indivíduos do levantamento (Figura 2D).

O coeficiente de determinação (R^2) mostrou-se satisfatório para a distribuição do número de indivíduos em relação à distribuição diamétrica encontrada para os mesmos. O reflorestamento em conjunto com os valores totais apresentou o melhor ajuste entre as

variáveis, onde $R^2 = 0,91$. Já o fragmento florestal e o sistema agroflorestal apresentaram um coeficiente de determinação inferior, 0,81 e 0,66 respectivamente, indicando variação percentual da variável dependente, que é explicada pelas variáveis independentes.

Os valores encontrados para biomassa aérea, estoque de carbono e estimativa de sequestro de CO_2 para os três ambientes, estão evidenciados na Tabela 2. O fragmento florestal apresentou as maiores proporções de biomassa aérea, com média de $911,02 \text{ Mg.ha}^{-1}$, e conseqüentemente para o estoque de carbono com uma média de $409,96 \text{ Mg.ha}^{-1}$. Tais resultados podendo ser atribuídos ao maior número de indivíduos encontrado no sistema e nas classes superiores de diâmetro.

O reflorestamento apresentou uma média de $135,80 \text{ Mg.ha}^{-1}$ de carbono estocado, ao passo que o sistema agroflorestal exibiu $325,69 \text{ Mg.ha}^{-1}$, representando um acréscimo de 239,83% em relação ao reflorestamento. Esses valores pode-se remeter a idade do reflorestamento, uma vez que o mesmo se encontra “jovem”, e desta forma, demonstrando sua importância futura na retenção deste elemento.

Apesar da prevalência do cacau no ambiente, o sistema agroflorestal por apresentar indivíduos de porte arbóreo acentuado até mesmo nos maiores centros de classes, exibiu uma importância significativa na estimativa de sequestro de CO_2 (Tabela 2). Desta forma, foi corroborada a ideia 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).

O valor obtido para o carbono aéreo total foi de $8.714,55 \text{ Mg.ha}^{-1}$, deste total o fragmento florestal contribuiu com 47,04%, seguido pelo sistema agroflorestal e reflorestamento, com 37,37% e 15,59% respectivamente. Oliveira (2006) trabalhando com qualidade de solos em sistemas florestais na região norte do estado de Mato Grosso observou resultados semelhantes, onde o fragmento de mata obteve resultados superiores aos encontrados nos sistemas agroflorestais, enfatizando assim a importância dos ambientes nativos na retenção do carbono.

No entanto, os sistemas artificiais também têm se mostrado importantes na retenção de carbono. Autores como Bolfe et al. (2011); Silva (2013); Pereira Neto (2012) relatam em seus trabalhos o grande potencial destes sistemas como sumidouros de carbono para diferentes regiões brasileiras, o que tem aumentado ainda mais a especulação de sua utilização futura como sistemas destinados a créditos de carbono.

Tabela 2. Biomassa aérea (Mg.ha⁻¹), Carbono (Mg.ha⁻¹) e CO₂ (Mg.ha⁻¹) nas unidades amostrais dos ambientes analisados

U.A	Nº ind.	B.A Média	B.A Total	Carbono Médio	Carbono Total	CO ₂ Médio	CO ₂ Total
Reflorestamento							
1	12	13.53	162.38	6.09	73.07	22.35	268.16
2	13	7.84	101.86	3.53	45.84	12.94	168.23
3	17	20.60	350.17	9.27	157.58	34.02	578.31
4	14	6.28	87.96	2.83	39.58	10.38	145.26
5	11	38.44	422.83	17.30	190.27	63.48	698.3
6	12	42.30	507.59	19.03	228.42	69.86	838.28
7	20	11.51	230.11	5.18	103.55	19.00	380.03
8	19	8.69	165.11	3.91	74.30	14.35	272.68
9	24	17.93	430.22	8.07	193.60	29.60	710.51
10	28	19.99	559.62	8.99	251.83	33.01	924.21
Média			301,79		135,80		498,40
Fragmento Florestal							
1	29	33.08	959.39	14.89	431.73	54.64	1584.43
2	26	10.86	282.40	4.89	127.08	17.94	466.38
3	41	33.79	1385.19	15.20	623.33	55.80	2287.64
4	39	26.24	1023.40	11.81	460.53	43.34	1690.14
5	37	24.29	898.88	10.93	404.50	40.12	1484.50
6	30	34.42	1032.47	15.49	464.61	56.84	1705.12
7	29	38.19	1107.43	17.18	498.35	63.07	1828.93
8	34	23.04	783.50	10.37	352.57	38.06	1293.94
9	25	34.22	855.56	15.40	385.00	56.52	1412.96
10	23	34.00	781.98	15.30	351.89	56.15	1291.45
Média			911,02		409,96		1504,55
Sistema Agroflorestal							
1	13	50.96	662.42	22.93	298.09	84.15	1093.98
2	13	36.71	477.24	16.52	214.76	60.63	788.16
3	8	85.32	682.54	38.39	307.14	140.90	1127.22
4	11	53.89	592.83	24.25	266.77	89.01	979.06
5	9	42.86	385.75	19.29	173.59	70.78	637.06
6	13	26.67	346.71	12.00	156.02	44.05	572.59
7	21	68.20	1432.27	30.69	644.52	112.64	2365.39
8	16	93.06	1489.00	41.88	670.05	153.69	2459.08
9	8	31.91	255.24	14.36	114.86	52.69	421.53
10	16	57.10	913.60	25.69	411.12	94.30	1508.81
Média			723,76		325,69		1195,28

U.A = unidade amostral; B.A = biomassa aérea.

A distribuição do carbono em relação ao diâmetro para os ambientes analisados estão evidenciados na Figura 3. Observa-se que a maior quantidade de carbono estocado apresenta-se nos maiores centros de classe, porém com um menor número de indivíduos. Para o reflorestamento o centro de classe que mais contribuiu foi o 45 cm com 306,53 Mg.ha⁻¹, representando 22,57% em relação ao total. Para o fragmento florestal a distribuição do

carbono se concentrou nas classes de 40, 70 e 35 cm, representando 11,75% (481,77 Mg.ha⁻¹), 9,95% (407,84 Mg.ha⁻¹) e 9,89% (405,8 Mg.ha⁻¹) respectivamente.

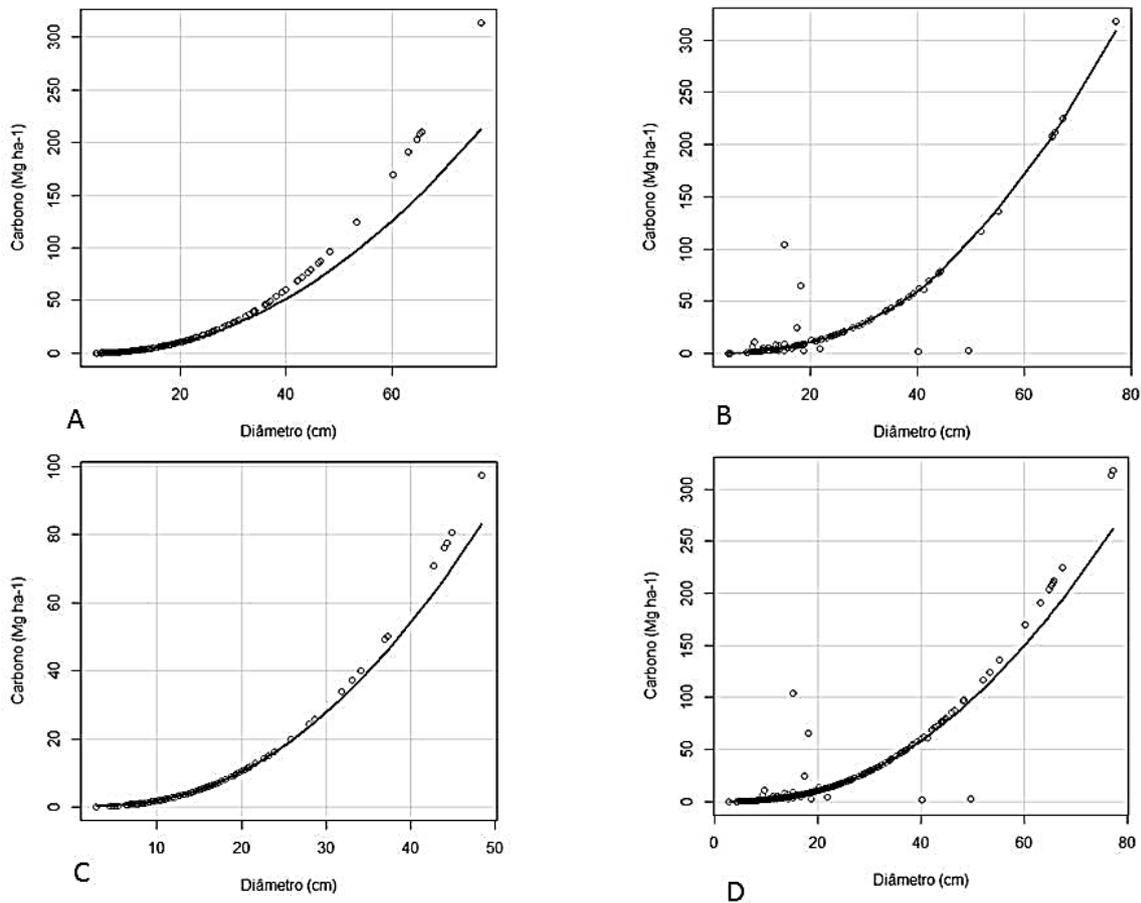


Figura 3. Diagrama de dispersão do carbono (Mg.ha⁻¹) em relação ao diâmetro (cm). A – Reflorestamento; B – Fragmento Florestal; C – Sistema Agroflorestal; D – Distribuição de todos os indivíduos ocorrentes no levantamento.

Fonte - Autores

Em ambos os sistemas, reflorestamento e fragmento florestal, a contribuição dos três primeiros centros de classes (10, 15 e 20 cm) na distribuição do estoque do carbono, evidenciou 36,59% (496,88 Mg.ha⁻¹) para o reflorestamento e 16,50% (676,53 Mg.ha⁻¹) para o fragmento florestal, demonstrando a importância das classes inferiores na retenção deste elemento, uma vez que os mesmos fazendo parte do processo de regeneração natural desses ambientes, contribuirão ainda mais ao longo do tempo.

O sistema agroflorestal apresentou a distribuição de carbono mais concentrada nos centros de classes 70 cm (852,28 Mg.ha⁻¹) e 45 cm (552,91 Mg.ha⁻¹), respectivamente representando 26,15% e 16,97% em relação ao total. Isso podendo ser atribuído ao número significativo de indivíduos encontrados em ambos os centros de classes. Os três primeiros centros de classe contribuíram na retenção do carbono com 9,97% (324,78 Mg.ha⁻¹).

De forma geral, caso houvesse um distúrbio futuro nesses sistemas como, uma possível queimada, a quantidade de dióxido de carbono 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 (Dixon et al., 1994).

Os resultados para a análise de conglomerado estão evidenciados na Figura 4. Observa-se na parte superior que o fragmento florestal manteve um padrão de semelhança entre suas unidades amostrais (UA), porém ocorreram proximidades com o reflorestamento (UA 10), e sistema agroflorestal (UA 9) indicando uma possível aproximação futura destes ambientes com a área nativa, uma vez que os mesmos se encontram jovens. Já no centro do dendrograma podemos detectar maiores semelhanças e proximidades entre as UA dos três ambientes e mais abaixo uma maior interação entre o sistema agroflorestal com o reflorestamento, demonstrando uma estrutura vegetal similar entre esses ambientes antropizados.

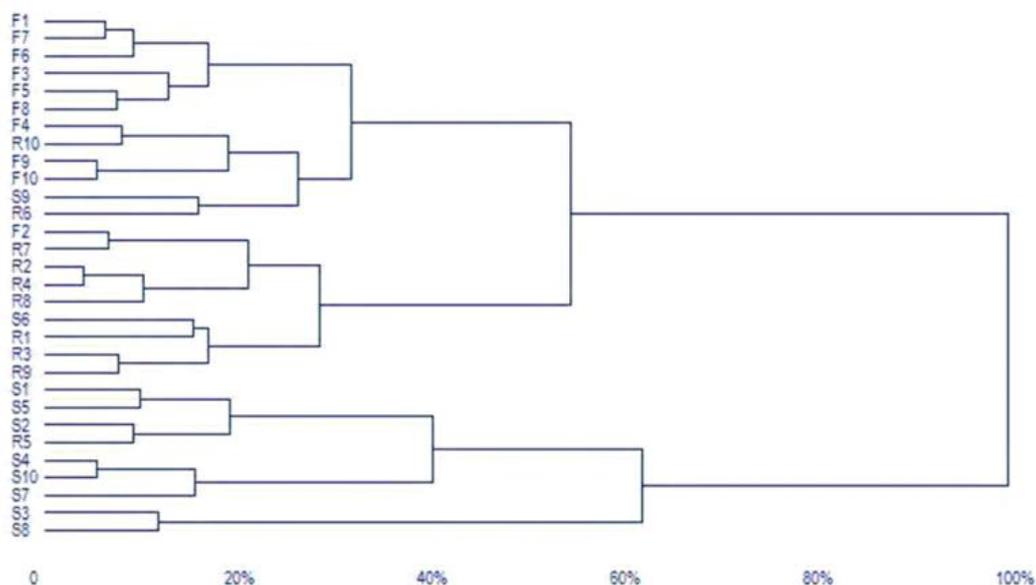


Figura 4. Dendrograma da análise de conglomerados com distância Euclidiana e ligação completa, para os três ambientes, utilizando-se as 10 unidades amostrais de cada ambiente. Variáveis: Diâmetro, biomassa aérea, carbono e dióxido de carbono. F = Fragmento florestal; R = Reflorestamento; S = Sistema agroflorestal.

Fonte - Autores

Conclusão

Obteve-se uma variabilidade nos valores de biomassa, carbono e dióxido de carbono para os três ambientes, proporcionada pela divergência da estrutura desses sistemas florestais

como, morfologia de sua composição vegetal. No entanto, a quantidade de CO₂ que poderia ser emitida para a atmosfera com a carbonização desses ambientes demonstra a importância desses ecossistemas florestais no ciclo biogeoquímico do carbono.

Referências

ALVES JÚNIOR, F. T.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A.; MARANGON, L. C.; COSTA JÚNIOR, R. F.; SILVA, S. O. Utilização do quociente de De Liocourt na avaliação da distribuição diamétrica em fragmentos de floresta ombrófila aberta em Pernambuco. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 2, p. 307-319, abr.-jun., 2010

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, 2002. (Documentos 73).

AYRES, M., AYRES Jr, M., AYRES, D. L., SANTOS, A. A. S. **Bioestat 5.0 aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas**. Belém: IDSM, 2007. 364p.

BOLFE, E. L.; BATISTELLA, M.; FERREIRA, M. C. Correlação entre o carbono de sistemas agroflorestais e índices de vegetação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15., 2011, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SBSR, INPE, 2011. p. 1705-1712.

BROWN, S. **Estimating biomass and biomass change of tropical forests: a primer**. Rome: FAO, 1997.

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.

BUTTURI, W.; NUNES, E. J. S.; SILVA, E. P. Banco de dados geográfico aplicado ao cadastro ambiental rural do município de Alta Floresta – MT. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v. 11, n. 1, p. 1-8, 2013.

DIXON, R. K.; HOUGHTON, R. A.; SOLOMON, A. M.; TREXLER, M. C.; WISNIEVSKI, J. Carbon Pools and Flux of Global Forest Ecosystems. **Science**, Washington, v. 263, p. 185-190, 1994.

FEARNSIDE, P. M. **A floresta Amazônia nas mudanças globais**. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), 2003.

FERREIRA, J.C.V. **Mato Grosso e Seus Municípios**. Cuiabá: Secretaria de Estado de Educação, 2001. 660p.

HOSOKAWA, R. T. Brasil como receptor de investimentos para mitigar o efeito estufa com reflorestamentos ou repovoamentos. In: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAL SOBRE FLORESTAS, 7., 2004, Brasília. **Anais...** Rio de Janeiro: Instituto Ambiental Biosfera, 2004. p. 23.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2007**. IBGE. 2007. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=510025#>>. Acesso em: 09 abr. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2013**. IBGE. 2013. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=510025&search=matogroso|alta-floresta>>. Acesso em: 09 abr. 2014.

IZAC, A. M. N.; SANCHEZ, P. A.: Towards a natural resource management paradigm for international agriculture: the example of agroforestry research. **Agricultural Systems**, s.l., v. 69, p. 5-25. 2001.

MACHADO, E. L. M.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; CARVALHO, W. A. C.; SOUZA, J. S.; BORÉM, R. A. T.; BOTEZELLI, L. Análise comparativa da estrutura e flora do compartimento arbóreo-arbustivo de um remanescente florestal na fazenda Beira Lago, Lavras, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 4, p.499-516, 2004.

MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A.; CHAN CHOU, S.; TOMASELLA, J.; SAMPAIO, G.; ALVES, L. M.; OBREGÓN, G. O.; SOARES, W. R.; BETTS, R.; KAY, G. **Riscos das mudanças climáticas no Brasil: Análise conjunta Brasil-Reino Unido sobre os impactos das mudanças climáticas e do desmatamento na Amazônia**. São Paulo: INPE, 2011.

MENDONÇA, A. V. R.; SOUZA, J. S.; GIULIETTI, A. M.; BERG, C.V.D. Estimação de biomassa aérea da caatinga do norte da Bahia. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 33, n. 76, p. 355-368, out./dez. 2013.

OLIVEIRA, A.S. **Qualidade do Solo em Sistemas Agroflorestais em Alta Floresta-MT**. 2006. 62 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo e Nutrição de Plantas) - Departamento de Ciências do solo e nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

PEREIRA NETO, J. A. **Estoque de carbono em sistemas agroflorestais de cacaueteiro como subsídios a políticas de serviços ambientais**. 2012. 216 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Socioambiental) – Programa de doutorado em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido, Universidade Federal do Pará, Belém, 2012.

RIBEIRO, S. C.; JACOVINE, L. A. G.; SOARES, C. P. B.; MARTINS, S. V.; SOUZA, A. L.; NARDELLI, A. M. B. Quantificação de biomassa e estimativa de estoque de Carbono em uma floresta madura no município de viçosa, Minas gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 5, p. 917-926, 2009.

RIBEIRO, S. C.; JACOVINE, L. A. G.; SOARES, C. P. B.; MARTINS, S. V.; NARDELLI, A. M. B. SOUZA, A. L. Quantificação de biomassa e estimativa de estoque de carbono em uma capoeira da zona da mata mineira. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 495-504, 2010.

SCHAAF, L. B.; FIGUEIREDO FILHO, A.; GALVÃO, F.; SANQUETTA, R. C. Alteração na estrutura diamétrica de uma Floresta Ombrófila Mista no período entre 1979 e 2001. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 283-295, 2006.

SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO GERAL (SEPLAN). Unidades Climáticas do Estado de Mato Grosso. In: **Zoneamento Sócio**

Econômico Ecológico. 2001. Cuiabá: PRODEAGRO. CDRom do Atlas Climatológico de Mato Grosso. Governo do Estado de Mato Grosso. Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral. Laboratório de Climatologia. Universidade Federal do Estado de Mato Grosso, 2006.

SILVA, S. M. **Quantificação de carbono de um sistema agroflorestal em área de cerrado no Brasil Central.** 2013. 58 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Gestão Ambiental) – Faculdade UNB Planaltina, Universidade de Brasília, Planaltina, 2013.

SILVA, V. T.; MADRI, P. S.; FERRACIN, T. P.; BIANCHINI, E.; TOREZAN, J. M. D.; PIMENTA, J. A. Comparação entre parâmetros abióticos e a estrutura florestal de um fragmento de floresta e um reflorestamento abandonado de eucalipto (*Eucalyptus saligna* Smith) no parque ecológico da Klabin, Telêmaco Borba/PR. **Semina: Ciências Biológicas da Saúde**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 37-51 jan./jun. 2010.

SOARES, P. **Levantamento fitossociológico de regeneração natural em reflorestamento misto no noroeste de Mato Grosso.** 2009. 50f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) – Faculdade de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2009.

SOUZA, D. R.; SOUZA, A. L. Emprego do método BDq de seleção após a exploração florestal em floresta ombrófila densa de terra firme, Amazônia Oriental. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 617- 625, 2005.

WOLF, R. **Sistemas agroflorestais: potencial para sequestro de carbono e produção de outros serviços ambientais.** In: SEMINÁRIO DE AGROECOLOGIA DE MATO GROSSO DO SUL, 4., 2012, Glória de Dourados. **Anais...** Glória de Dourados: seminário de agroecologia de mato grosso do sul, 2012. p. 1-5.

Recebido para publicação em: 06/07/2014

Aceito para publicação em: 12/12/2014