

ESTOQUE DE VOLUME, BIOMASSA E CARBONO AÉREO DE COMUNIDADE ARBOREA EM ÁREA DE POS EXPLORAÇÃO FLORESTAL

Maria Cristina Bueno Coelho¹; Max Vinícios Reis de Souza²; Thiessa Tamilla de Carvalho Santana²; Yasmim de Andrade Ramos²; Mauro Luiz Erpen³

1. Professora Associada I do curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Tocantins (UFT) mariacristina@uft.edu.br
2. Acadêmicos do curso de Engenharia florestal da Universidade Federal do Tocantins
3. Professor Associado IV do curso de Engenharia Civil do IF TO

Recebido em: 15/08/2022 – Aprovado em: 15/09/2022 – Publicado em: 30/09/2022
DOI: 10.18677/EnciBio_2022C12

RESUMO

A conservação dos ambientes florestais, significam uma maneira de evitar ou diminuir as emissões de CO₂, decorridas pela derrubada e queima de árvores. Percebe-se a necessidade da realização de estudos que visem ao desenvolvimento e aperfeiçoamento de métodos de quantificação dos estoques volumétrico, de biomassa e de carbono presentes nessas florestas. Considerando a lacuna em dados e estudos em áreas de pós exploração florestal, o objetivo foi estimar o estoque volumétrico, biomassa e carbono aéreo, em Floresta Estacional sob Plano de Manejo Florestal, em Dueré - Tocantins. Foi realizado um inventário florestal com amostragem sistemática por faixas, onde foram instaladas 22 parcelas de 20 m por 50m, totalizando 2,2 hectares de área amostral. Os indivíduos foram identificados botanicamente, e foram medidas as variáveis dendrométricas: diâmetro a altura do peito (DAP) > 5 cm, e altura total das árvores (HT). Os estoques de volume e carbono foram obtidos por equações utilizadas para a área em questão, e a biomassa foi obtida pela relação 2:1 com o carbono aéreo. Os estoques de volume de madeira foram de 355,068 m³. ha⁻¹, de biomassa foi de 204,67 ton. ha⁻¹, e o carbono foi de 102,335 ton. ha⁻¹; as espécies que mais se destacaram foram: *Caraipa densifolia*, *Protium heptaphyllum* e *Calophyllum brasiliense*. O volume se enquadra aos encontrados para formações de mesma tipologia florestal em áreas não manejadas; e os resultados de biomassa e carbono foram superiores para florestas estacionais no estado do Tocantins.

PALAVRAS-CHAVE: Biomassa, estoque de volume, floresta estacional

STOCK OF VOLUME, BIOMASS AND AIR CARBON OF ARBOREA COMMUNITY IN AREA OF POST FOREST EXPLORATION

ABSTRACT

The conservation of forest environments means a way to avoid or reduce CO₂ emissions, caused by the felling and burning of trees. There is a need to carry out studies aimed at developing and improving methods for quantifying volumetric, biomass and carbon stocks present in these forests. Considering the gap in data and studies in post-forestry areas, the objective was to estimate the volumetric stock,

biomass and aerial carbon, in Seasonal Forest under Forest Management Plan, in Dueré - Tocantins. A forest inventory was carried out with systematic sampling by strips, where 22 plots measuring 20 m by 50 m were installed, totaling 2.2 hectares of sample area. The individuals were botanically identified, and the dendrometric variables were measured: diameter at breast height (DBH) > 5 cm, and total tree height (HT). The volume and carbon stocks were obtained by equations used for the area in question, and the biomass was obtained by the 2:1 ratio with aerial carbon. Wood volume stocks were 355.068 m³. ha⁻¹, of biomass was 204.67 ton. ha⁻¹, and carbon was 102.335 ton. ha⁻¹; the species that stood out the most were: *Caraipa densifolia*, *Protium heptaphyllum* and *Calophyllum brasiliense*. The volume fits those found for formations of the same forest typology in unmanaged areas; and the biomass and carbon results were higher for seasonal forests in the state of Tocantins.

KEYWORDS: Seasonal forest, volume stock, biomass.

INTRODUÇÃO

O Cerrado brasileiro detém 5% da biodiversidade do planeta, sendo reconhecido como a savana mais rica do mundo, abrigando um mosaico de vegetação, desde fisionomias campestres, savânicas e ambientes de florestas, como as matas secas e as matas de galeria (BRASIL, 2011). O estado do Tocantins possui cerca de 277.621 km² de extensão territorial, desse total, ainda restam 72% da vegetação remanescente do bioma cerrado, configurando-se entre os estados com maiores índices desse tipo de cobertura (BRASIL, 2015).

Os ambientes florestais desempenham importantes serviços ambientais relacionados a manutenção das águas superficiais e subterrâneas, além disso, são fontes de matéria prima (madeira, frutos, resinas) de alto valor econômico. Esses ambientes armazenam uma grande quantidade de carbono em seus compartimentos arbóreos e no solo, desempenhando papel importante no equilíbrio do estoque de carbono global (PAN, 2011). De modo geral, os estoques de carbono consistem na quantidade de CO₂ que foi retirada da atmosfera e que se encontra “aprisionada” na biomassa das folhas, galhos, troncos e raízes.

A perda de cobertura vegetal na maioria dos ecossistemas tropicais, tem sido uma das grandes preocupações mundiais das últimas décadas, principalmente pelo importante papel que eles possuem no ciclo global do carbono (DJOMO *et al.*, 2011). O desmatamento desordenado é uma significativa fonte de emissão de CO₂ para a atmosfera, liberando uma maior parte do carbono estocado nas árvores (BACCINI *et al.*, 2012). A história do uso e ocupação da terra no Cerrado revela intensa pressão antrópica no bioma, sendo que o uso insustentável dos recursos ambientais trouxe elevado grau de perturbação, tornando o Cerrado, um dos biomas mais ameaçados do planeta (OLIVEIRA *et al.*, 2019). Estima-se que o desmatamento acarreta de oito a 15% das emissões anuais antropogênicas globais (HOUGHTON *et al.*, 2015). Portanto, a conservação dos distintos ambientes florestais, significa uma maneira de evitar ou diminuir as emissões de CO₂, decorridas pela derrubada e queima das árvores.

Percebe-se a necessidade da realização de estudos que visem o desenvolvimento e aperfeiçoamento de métodos de quantificação dos estoques volumétrico, de biomassa e de carbono presentes nessas florestas. Destaca-se a quantificação do volume de madeira por meio de equações volumétricas, as quais exigem a utilização da altura da árvore (HT), e diâmetro do tronco na altura de 1,30 m do solo (DAP). Outro fator importante é a quantificação da biomassa acima do

solo em formações tropicais, o cálculo é de fundamental importância para a compreensão da dinâmica dos fluxos de carbono entre os ecossistemas terrestres e a atmosfera (CUTLER *et al.*, 2012).

A obtenção de estimativas precisas desses estoques possibilitará maior compreensão do potencial das florestas no sequestro e armazenamento de carbono e na obtenção de produtos madeireiros, além de aumentar as chances de tomadas de decisões corretas sobre o uso desses recursos (AMARO, 2010). Diante do exposto, considerando a lacuna em dados e estudos em áreas de pós exploração florestal, a hipótese testada é de que o manejo florestal sustentável não altera significativamente os estoques de volume, biomassa e carbono aéreo de uma Floresta Estacional Semidecidual Aluvial sob Plano de Manejo Florestal, no município de Dueré, localizada na região sul do Estado do Tocantins.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado no ano de 2019 (de maio a outubro) em uma área de Floresta Estacional Semidecidual Aluvial alterada, pós exploração florestal da unidade de produção anual 1 (UPA 1) em 2015, sob as seguintes coordenadas geográficas: latitude 11° 8' 26" S e longitude 49° 22' 03" W. A área está inserida no Plano de Manejo Florestal Sustentável – PMFS pertencente a empresa POIANI & BIANCHI Ltda, sob nome de fantasia Madeireira Rio Formoso, localizada no município de Dueré, sul do Estado do Tocantins.

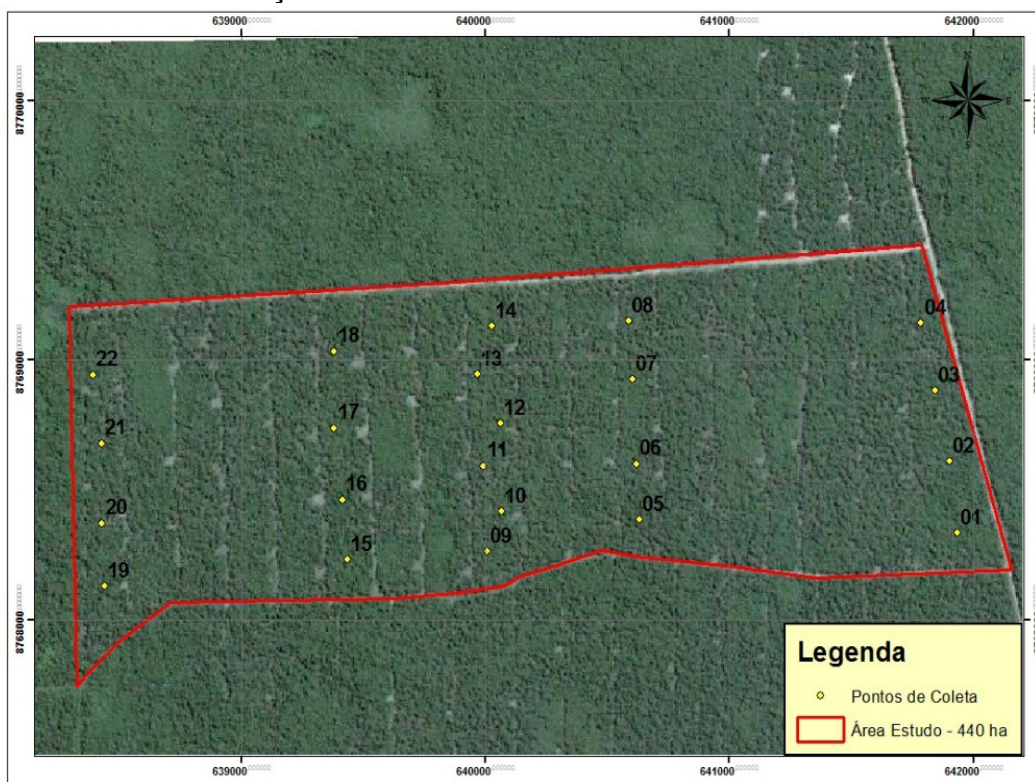
A exploração na área foi feita de acordo com as normativas estabelecidas pela Naturatins, que determina e autoriza a exploração de até 45 m³ por hectare com espécies comerciais de DAP > 50 cm, e conforme as diretrizes técnicas determinadas por Sabogal *et al.* (2000). As espécies comerciais exploradas na área foram *Vochysia tucanorum*, *Apuleia leiocarpa*, *Calophyllum brasiliense*, *Hymenaea parvifolia* e *Aspidosperma álbum*, com um volume em toras explorado de 142,012 m³, 32,557 m³, 3.503,857 m³, 142,012 m³ e 5.101,66 m³. Sendo que a intensidade da exploração e os ciclos das colheitas obedeceram à produtividade da floresta, conhecida por meio dos inventários florestais.

Amostragem e coleta de dados

Foi realizado um inventário florestal em uma área total de 440 hectares (ha) fracionada em 18 faixas (cada faixa aproximadamente 24,44 ha), foi utilizado o procedimento de amostragem sistemática, com aleatorização da primeira unidade amostral. No total foram instaladas 22 unidades amostrais de 20 m x 50 m (1000 m²), distribuídas em cinco faixas, totalizando 2,2 ha de área amostral.

Todos os indivíduos com circunferência do tronco a 1,30 m do solo “CAP” ≥ 15 cm, foram amostrados e identificados botanicamente. A circunferência das árvores foi medida com a utilização da fita métrica, e posteriormente convertida em DAP. Para a medição da altura total (HT) dos indivíduos em metros, foi utilizada clinômetro digital Haglof.

FIGURA 1: Localização das unidades amostrais dentro da área de estudo



Fonte: Google Earth, (2013)

Análise de Dados

Todas as equações foram selecionadas de acordo com o estudo do Mapeamento das Regiões Fitoecológicas e Inventário Florestal do Estado do Tocantins - Inventário Florestal da Faixa Sul (HAIDAR *et al.*, 2013). O volume dos indivíduos amostrados foi estimado a partir da equação desenvolvida por Colpini *et al.* (2009) em área de floresta ombrófila aberta, na região de Mato Grosso. A área de estudo apresenta maior proximidade com o estado do Tocantins, e a equação apresentou R^2 aj acima dos 95%, e com um Syx% de 1,16%, esses resultados e as análises gráficas indicam boa significância e precisão desta equação.

$$\ln(VT) = -9,1892 + 1,9693 \ln(DAP) + 0,837 \ln(HT)$$

Em que: \ln = logaritmo neperiano ou natural; VT = volume total (m^3); DAP = diâmetro em cm tomado a 1,30 m do solo em centímetros; HT = altura total em metros.

A biomassa de cada indivíduo amostrado foi determinada a partir da equação desenvolvida por Higuchi *et al.* (1998) para uma floresta ombrófila de terra firme do Amazonas, que obteve coeficientes de determinação acima de 96% e erro padrão percentual de 2,56%. Conforme os autores a equação demonstra-se consistente e precisa para diferentes tamanhos de amostragem. Enquanto que para determinar o acúmulo de carbono da parte aérea lenhosa, foi considerada a relação de 2:1 entre a biomassa e estoque de carbono, ou seja, a estimativa de biomassa foi multiplicada por 0,5 para a obtenção do estoque de carbono.

$$BA = [0,077 + 0,492 DAP^2 HT] 0,6$$

Em que: BA = estoque de biomassa lenhosa da parte aérea ($ton. ha^{-1}$); DAP = diâmetro a 1,30 m do solo em metros; HT = altura total em metros.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No total foram amostrados 821 indivíduos, distribuídos em 27 espécies e 18 famílias botânicas (Tabela 1). Esse resultado corrobora com o levantamento florístico de *Carvalho et al.* (2016), que encontraram cerca de 26 espécies distribuídas em 18 famílias botânicas em um remanescente florestal de cerradão, localizada no município de Gurupi Tocantins. As espécies que mais se destacaram em relação ao volume estimado, foram *Caraipa densifolia* com 120,499 m³. ha⁻¹, *Protium heptaphyllum* com 57,071 m³. ha⁻¹ e *Calophyllum brasiliense* com 46,738 m³. ha⁻¹.

TABELA 1. Estimativas do estoque de volume (m³. ha⁻¹), biomassa aérea (ton. ha⁻¹), e carbono aéreo (ton. ha⁻¹) das espécies arbóreas do plano de manejo florestal da madeireira Rio Formoso em Dueré, estado do Tocantins.

Nome Científico	Número de indivíduos	Volume (m ³ . ha ⁻¹)	Biomassa (ton. ha ⁻¹)
<i>Caraipa densifolia</i> Mart	148	120,499	67,867
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl) Marchand	106	57,071	32,462
<i>Annona crassiflora</i> Mart.	96	19,090	11,720
<i>Eschweilera ovata</i> Cambess Miers	75	9,695	6,324
<i>Inga vera</i> Willd.	67	12,609	7,822
<i>Annona squamosa</i> L.	66	13,316	8,11
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	61	46,738	26,259
<i>Psidium guajava</i> L.	54	23,249	13,317
<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	30	17,966	10,166
<i>Hirtella glandulosa</i> Spreng.	29	2,002	1,504
<i>Mouriri acutiflora</i> Naudin.	12	2,756	1,635
<i>Rauvolfia sellowii</i> Müll.Arg.	12	3,622	2,096
<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	10	0,773	0,544
<i>Enterolobium timbouva</i> Mart.	9	7,502	4,224
<i>Hymenolobium excelsum</i> Ducke	9	6,588	3,738
<i>Mabea fistulifera</i> Mart.	9	2,333	1,406
<i>Duguetia lanceolata</i> A.St.-Hil.	8	1,237	0,784
<i>Virola sebifera</i> Aubl.	8	1,828	1,112
<i>Buchenavia tetraphylla</i> (Aubl.) R.A.Howard	2	0,925	0,514
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	2	0,898	0,529
<i>Rollinia mucosa</i> (Jacq.)	2	0,438	0,259
<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	1	0,056	0,047
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	1	0,154	0,090
<i>Ficus adhatodifolia</i> Schott in Spreng.	1	3,451	1,946
<i>Handroanthus albus</i> (Cham.) Mattos	1	0,136	0,087
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	1	0,132	0,082
<i>Theobroma cacao</i> L.	1	0,004	0,023
Total	821	355,068	204,670

De acordo com o plano de manejo florestal, no ano de 2011 a área de estudo apresentou uma área basal de 28,21 m². ha⁻¹, após o desbaste a floresta apresentou

área basal de 25,75 m². ha⁻¹. Vieira *et al.* (2014), mencionam que a redução da área basal após o manejo florestal é esperada, visto que a exploração reduz o estoque de madeira na área, afetando diretamente a área basal, e também podendo causar alguns danos na vegetação remanescente, pois muitas árvores remanescentes morrem ou sofrem injúrias, colaborando para a redução do número total de espécies.

O volume estimado para a área de estudo foi de 355,068 m³. ha⁻¹, esse resultado foi superior ao encontrado por Amaro *et al.* (2013), em uma Floresta Estacional Semidecidual no estado de Minas Gerais, que obtiveram volume com casca de 281,51 m³. ha⁻¹. O mesmo foi observado na estrutura arbórea de duas florestas ombrófila densa pós manejo florestal no estado do Pará, ao qual Vieira *et al.* (2015) obtiveram volume lenhoso de 266,8 e 324,1 m³. ha⁻¹. Entretanto, o volume se enquadra nas estimativas de volume de material lenhoso para as florestas estacionais e formações ribeirinhas (matas de galeria e ciliar) da faixa sul do Tocantins (HAIDAR *et al.*, 2013), que oscilou de 133,50 a 380,75 m³. ha⁻¹.

A biomassa estimada foi de 204,67 ton. ha⁻¹, resultado superior as estimativas de biomassa para as florestas estacionais e formações ribeirinhas (matas de galeria e ciliar) da faixa sul do estado Tocantins (HAIDAR *et al.*, 2013), que oscilaram de 78,44 a 158,80 ton. ha⁻¹. Contudo esse resultado foi inferior à biomassa encontrada em florestas de mesma tipologia florestal no estado de Minas Gerais (AMARO *et al.* 2013), que foi de 227,40 ton. ha⁻¹. O estoque de carbono aéreo estimado foi de 102,33 ton. ha⁻¹, resultado superior as estimativas de biomassa para as florestas estacionais e formações ribeirinhas da faixa sul do estado do Tocantins (HAIDAR *et al.*, 2013), que oscilaram de 39,22 a 79,40 ton. ha⁻¹.

O índice de diversidade de Shannon da área foi de 2,57 nats. ha⁻¹, enquanto que o índice de uniformidade de Pielou (J) foi de 0,79, teoricamente, esse valor indica que seria necessário o incremento de mais 21% de espécies, para atingir a diversidade máxima da comunidade vegetal (BROWER; ZAR, 1977). Verificou-se que o índice de diversidade de shannon da área estudada foi inferior ao encontrado em um remanescente de floresta estacional semidecidual, no estado de Mato Grosso (NEGRELLE, 2013), que correspondeu a 2,67 nats. ha⁻¹.

A diversidade também foi inferior à relatada por Haidar *et al.* (2013), em florestas estacionais e áreas de ecótonos no estado do Tocantins, que variou de 2,75 a 4,59 nats. ha⁻¹, enquanto que a equabilidade de Pielou oscilou de 0,72 a 0,86. Além desses, verificou-se que a diversidade da área foi inferior a de florestas pós manejo florestal (VIEIRA *et al.*, 2014), que apresentou diversidade de 4,41 nats. ha⁻¹, e equabilidade de Pielou de 0,86. Também foi inferior ao relato de Vieira *et al.* (2015), em duas áreas de floresta ombrófila densa, que apresentou diversidade de 2,93 e 3,89 nats. ha⁻¹, e equabilidade de 0,84 e 0,86.

O diâmetro conforme tabela 2 apresentou média de 25,92 cm ± 14,32 cm (CV= 55,47%), esse resultado foi superior aos valores encontrados para mediana com 21,96 m e para moda com 14,32 cm, refletindo em 501 indivíduos com diâmetro abaixo do diâmetro médio (61,02%). Este tipo de comportamento no gráfico de distribuição é comum para áreas de floresta nativa, pois conforme Giácomo *et al.* (2015), em áreas de floresta nativa com equilíbrio ecológico, existe o predomínio de indivíduos jovens com diâmetros menores que a média.

TABELA 2. Resultado da estatística descritiva dos dados de diâmetro (cm), altura (m), estoque de volume (m³. ha⁻¹), biomassa aérea (ton. ha⁻¹), e carbono aéreo (ton. ha⁻¹) das espécies arbóreas do plano de manejo florestal da madeireira Rio Formoso em Dueré, estado do Tocantins.

Estatística Descritiva	Diâmetro	Altura	Volume	Biomassa
Média	25,92	15,74	0,432	0,249
Erro padrão	0,50	0,20	0,023	0,013
Mediana	21,96	15,20	0,196	0,118
Moda	14,32	12,00	0,224	0,131
Desvio padrão	14,38	5,61	0,66	0,364
Variância da amostra	206,79	31,46	0,436	0,132
Curtose	6,92	-0,59	76,956	77,757
Assimetria	1,74	-0,06	6,261	6,338
Intervalo	142,28	25,50	10,746	5,919
Mínimo	4,77	2,50	0,003	0,022
Máximo	147,06	28,00	10,749	5,941
Contagem	821,00	821,00	821,00	821,00
Nível de confiança (95,0%)	0,99	0,38	0,045	0,025

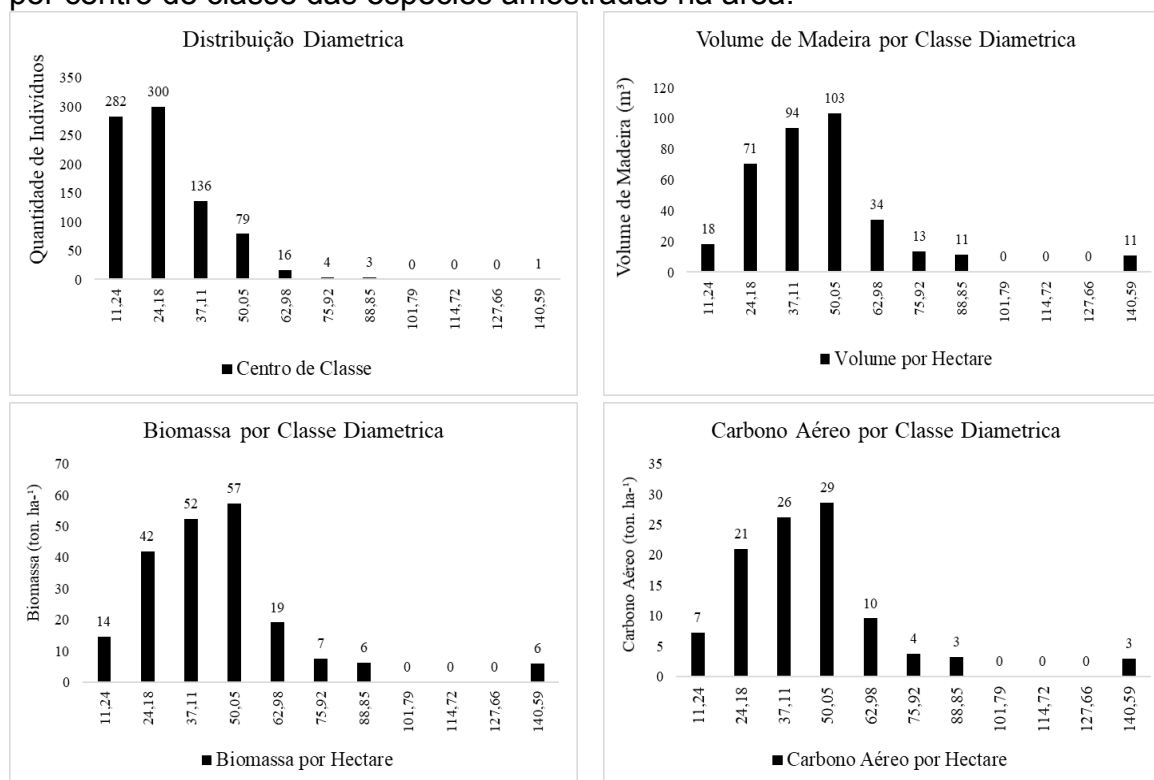
A altura dos indivíduos apresentou média de 15,74 m (CV= 35,62%), esse resultado foi superior a mediana de 15,20 m e a moda de Pearson com 12 m, correspondendo em cerca de 421 indivíduos com altura abaixo da altura média (51,28%).

O volume estimado apresentou uma média de 0,432 m³. ha⁻¹, esse resultado foi superior aos valores encontrados para moda com 0,224 m³. ha⁻¹ e para mediana com 0,196 m³. ha⁻¹. Conseqüentemente, refletindo-se em 575 indivíduos com volume abaixo da média, enquanto que somente 246 indivíduos apresentaram valores de volume acima do volume médio.

Em relação a biomassa encontrada para a área de estudo, foi obtida uma média de 0,249 ton. ha⁻¹, sendo superior aos valores de moda com 0,131 ton. ha⁻¹ e mediana com 0,118 ton. ha⁻¹, o que influenciou em cerca de 578 indivíduos com biomassa abaixo da média, e 243 indivíduos com biomassa acima da média. Enquanto que a variável carbono aéreo apresentou valor médio de 0,125 ton. ha⁻¹. Considerando a relação 2:1 entre a biomassa e carbono aéreo, constatou-se que ambas as variáveis apresentaram as mesmas quantidades de indivíduos abaixo e acima da média.

A distribuição dos indivíduos arbóreas em intervalo de classe de diâmetro tende ao formato do “J reverso”, com elevada concentração de indivíduos nas duas primeiras classes de diâmetro, que juntas somam acima de 70% da densidade total da comunidade. Esse tipo de distribuição caracteriza uma comunidade com estoque e potencial regenerativo sob o ponto de vista ecológico. Apesar da densidade de indivíduos na faixa dos 11 a 24 cm de diâmetro, isto não refletiu nos valores dos estoques de volume, biomassa e carbono; sendo que os mesmos se concentraram nos indivíduos da faixa dos 37 a 50 cm de diâmetro.

FIGURA 2: Distribuição diamétrica, estoques de volume, biomassa e carbono aéreo por centro de classe das espécies amostradas na área.



CONCLUSÃO

Os estoques de volume, biomassa e carbono aéreo foi de 355,068 m³. ha⁻¹, 204,67 ton. ha⁻¹ e 102,335 ton. ha⁻¹, respectivamente sendo representado em sua maioria pelas espécies *Caraipa densifolia*; *Protium heptaphyllum* e *Calophyllum brasiliense*, sendo representados na sua maioria por indivíduos com DAP ≤ 37,11 cm.

O índice de diversidade de Shannon da área e de uniformidade de Pielou (J) indicam que seria necessário o incremento de mais 21% de espécies, para atingir a diversidade máxima da comunidade vegetal.

As estimativas de volume de madeira e estoque de carbono se enquadram aos resultados encontrados na literatura para formações de mesma tipologia florestal em áreas de pós manejo florestal, indicando que a mesma funciona como reservatório de carbono podendo funcionar como um instrumento para ações de manejo garantindo desta forma a integridade da floresta e a biodiversidade.

AGRADECIMENTOS

"Agradecemos à Dr^a Maria Cristina Bueno Coelho pela excelente colaboração e também a UFT pelo apoio"

REFERENCIAS

AMARO, M. A. **Quantificação do estoque volumétrico, de biomassa e de carbono em uma Floresta Estacional Semidecidual no município de Viçosa, MG.** 2010. 183 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa, Minas Gerais, 2010.

AMARO, M. A.; SOARES, C. P. B.; SOUZA, A. L. D.; LEITE, H. G.; SILVA, G. F. DA. Estoque volumétrico, de biomassa e de carbono em uma Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n.5, p.849-857, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622013000500007>

BACCINI, A. G. S. J.; GOETZ, S. J.; WALKER, W. S.; LAPORTE, N. T.; SUN, M., SULLA-MENASHE, D.; SAMANTA, S. Estimated carbon dioxide emissions from tropical deforestation improved by carbon-density maps. **Nature Climate Change**, Boston, v. 2, n. 3, p. 182-185, 2012.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Plano de ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas: cerrado**. Brasília: MMA, 2011. 200 p. https://www.mma.gov.br/estruturas/201/_arquivos/ppccerrado_201.pdf

Brasil. Ministério do Meio Ambiente. **Mapeamento do Uso e Cobertura do Cerrado: Projeto Terra Class Cerrado 2013**. Brasília: MMA, v.1, p. 67, 2015. http://www.dpi.inpe.br/tccerrado/Metodologia_TCCerrado_2013.pdf

BROWER, J. E.; ZAR, J. H. Biotic sampling methods. **Field and Laboratory Methods for General Ecology**. Wm. C. Brown, Iowa, p. 65-105, 1977.

CARVALHO, M. A. F.; BITTAR, P. A.; SOUZA, P. B.; FERREIRA, R. Q. DE S. Florística, fitossociologia e estrutura diamétrica de um remanescente florestal no município de Gurupi, Tocantins. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v.11, n.4, p.59-66, 2016.

COLPINI, C.; TRAVAGIN D. P.; SOARES, T. S.; SILVA V. S. M. Determinação do volume, do fator de forma e da porcentagem de casca de árvores individuais em uma Floresta Ombrófila Aberta na região noroeste de Mato Grosso. **Acta Amazônica**, Manaus, v.1, n. 39, p. 97-104, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672009000100010>

CUTLER, M.E.J.; BOYD, D.S.; FOODY, G.M.; VETRIVEL, A. Estimating tropical forest biomass with a combination of SAR image texture and Landsat TM data: an assessment of predictions between regions. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, Rio de Janeiro, v.70, p .66 -77, 2012.

OLIVEIRA, C. P.; FRANCELINO, M. R.; DE PAULA, M. D.; DOS SANTOS LELES, P. S.; DE ANDRADE, F. C. Comparação de modelos estatísticos para estimativa da biomassa de árvores, e estimativa do estoque de carbono acima do solo em Cerrado. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 29, n. 1, p. 255-269, 2019.

DJOMO, A.N.; KNOHL, A.; GRAVENHORST, G. Estimations of total ecosystems carbon pools distribution and carbon biomass current annual increment of a moist tropical forest. **Forest Ecology and Management**, Netherlands, v.261, p.1448-1459, 2011.

GIÁCOMO, R. G.; PEREIRA, M. G.; CARVALHO, D. C. D.; MEDEIROS, V. S. D.; GAUI, T. D. Florística e fitossociologia em áreas de Cerradão e Mata Mesofítica na

Estação Ecológica de Pirapitinga, MG. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 22, n. 3, p. 287-298, 2015. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.067913>

HAIDAR, R. F.; DIAS, R. R.; FELFILI, J. Ma. **Mapeamento das Regiões Fitoecológicas e Inventário Florestal do Estado do Tocantins**. Inventário Florestal da Faixa Sul. Palmas: Seplan/DZE, 2013. 274 p.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; 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**, Manaus – AM, v. 2, n. 28, p. 153-166, 1998.

HOUGHTON, R. A.; BYERS, B.; NASSIKAS, A. A. A role for tropical forests in stabilizing atmospheric CO₂. **Nature Climate Change**, Boston, v. 5, n. 12, p. 1022-1023, 2015.

NEGRELLE, R. R. B. Composição e estrutura do componente arbóreo de remanescente de floresta estacional semidecidual aluvial no Pantanal Mato-Grossense, Brasil. **Revista Árvore**, v. 37, n. 6, p. 989-999, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622013000600001>

PAN, Y. Mitochondria, reactive oxygen species, and chronological aging: a message from yeast. **Experimental gerontology**, Rio de Janeiro, v. 46, n. 11, p. 847-852, 2011.

SABOGAL, C.; SILVA, J.N.M.; ZWEED, J.; PEREIRA JÚNIOR, R.; BARRETO, P.; GUEREREIRO, C.A. **Diretrizes técnicas para a exploração de impacto reduzido em operações florestais de terra firme na Amazônia brasileira**. Belém: Projeto manejo florestal sustentável em escala comercial na Amazônia brasileira, 2000. 52p. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/389669/1/OrientalDoc64.pdf>

VIEIRA, D. S.; GAMA, J. R. V.; RIBEIRO, R. B. S.; XIMENES, L. C.; CORRÊA, V. V.; ALVES, A. F. Comparação estrutural entre floresta manejada e não manejada na Comunidade Santo Antônio, estado do Pará. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 4, p. 1067-1074, 2014. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509816619>

VIEIRA, D. S., GAMA, J. R. V., DE OLIVEIRA, M. L. R., & RIBEIRO, R. B. S. (2015). Análise estrutura e uso múltiplo de espécies arbóreas em florestas manejadas no médio vale do rio Curuá-Una, Pará. **Floresta**, v. 45, n. 3, p. 465-476, 2015. <http://dx.doi.org/10.5380/ufv.v45i3.35584>