

DENSIDADE DA MADEIRA DE ARBUSTOS DO LAVRADO NOS ARREDORES DO MUNICÍPIO DE BOA VISTA - RR, NORTE DA AMAZÔNIA BRASILEIRA

DENSITY OF SHRUB WOODS OF LAVRADO FROM THE MUNICIPALITY OF BOA VISTA - RR, NORTH OF THE BRAZILIAN AMAZON

DENSIDAD DE LAS MADERAS DE LOS ARBUSTOS DE LO LAVRADO DEL CUIDAD DE BOA VISTA - RR, NORTE DE LA AMAZONÍA BRASILEÑA

Sewbert Rodrigues Jati

Fundação Nacional do Índio e Governo do Estado de Roraima, rua São Camilo, 972, Cinturão Verde, CEP: 69.312-369. Boa Vista – RR, Brasil. sewbert@gmail.com

Fred Farias Cavalcante

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Roraima Av. Glaycon de Paiva, 2496 - Pricumã, CEP: 69.303-340. Boa Vista - RR, Brasil. fred.farias@ifrr.edu.br

RESUMO

Densidade da madeira (DM) é uma variável importante para estimativas de estoques de carbono arbóreo ou arbóreo-arbustivo em ecossistemas terrestres. Calculada a partir de discos amostrais utilizando-se casca alburno e cerne dos discos utilizando-se o peso seco em função do volume saturado da peça. Este tema é pouco investigado em florestas e menos ainda em áreas abertas do bioma Amazônia como áreas de savanas e de campinas da Amazônia brasileira. O maior bloco de savanas amazônica brasileira encontra-se em Roraima. Este estudo investigou a variação da densidade básica da madeira de arbustos frequentes no lavrado de Roraima, próximos a cidade de Boa Vista - RR. Foram verificadas as variações na DM de 8 espécies comuns no *lavrado* nos arredores de Boa Vista em transectos seguindo as linhas de caminhamentos tradicionais no *Lavrado*. Foi utilizado o método não destrutivo para obtenção de peças de madeira da copa dos arbustos com diâmetros entre 5 e 10cm, seguindo recomendações de trabalhos anteriores. Os resultados indicaram que a DM entre as espécies diferiu significativamente (ANOVA; $F_{7,148} = 6,9362$; $P < 0,0001$), verificamos ainda algumas diferenciações intere-específicas utilizando o teste de Tukey. As distinções aqui detectadas devem estar relacionadas a variações ambientais e das espécies, devendo ser consideradas como ferramentas para melhorar as estimativas de estoques e fluxo de carbono em plantas arbóreo-arbustivas de áreas de savanas na Amazônia, auxiliando no refino dos dados de biomassa, acúmulo e liberação de carbono.

Palavras-Chave: Carbono; Biomassa; Densidade da madeira; Lavrado; Roraima.

ABSTRACT

Wood density (DM) is an important variable for estimates of tree or arboreal-shrub carbon stocks in terrestrial ecosystems. Calculated from sample disks using the sapwood shell and core of the disks using the dry weight as a function of the saturated volume of the part. This subject is little investigated in forests and even less in open areas of the Amazon biome as savannah and grassland areas of the Brazilian Amazon. The largest block of Brazilian Amazonian savannas is in Roraima. This study investigated the variation of the basic wood density of common shrubs in the Roraima tillage, near the city of Boa Vista - RR. The DM variations of 8 common species in the area around Boa Vista were verified in transects following the traditional routes of the Lavrado. The non - destructive method was used to obtain wood pieces from the shrub canopy with diameters between 5 and 10cm, following recommendations from previous works. The results indicated that DM among species differed significantly (ANOVA; $F 7.148 = 6.9362$; $P < 0.0001$); we also observed some inter-specific differences using Tukey's test. The distinctions detected here should be related to environmental and individual variations and should be considered as an important tool to improve the estimates of carbon stocks and flow in arboreal-shrubby plants of savanna areas in the Amazon, helping to refine biomass data , accumulation and release of carbon.

Keywords: Carbon; Biomass; Density of wood; Lavrado; Roraima.

RESUMEN

La densidad de la madera (DM) es una variable importante para las estimaciones de las reservas de carbono de árboles o arbustos arbóreos en los ecosistemas terrestres. Calculado a partir de discos de muestra utilizando la capa de albura y el núcleo de los discos utilizando el peso seco en función del volumen saturado de la pieza. Este tema es poco investigado en bosques y aún menos en áreas abiertas del bioma del Amazonas como áreas de sabana y pastizales de la Amazonia brasileña. El bloque más grande de las sabanas amazónicas brasileñas se encuentra en Roraima. Este estudio investigó la variación de la densidad de la madera básica de los arbustos comunes en la labranza de Roraima, cerca de la ciudad de Boa Vista - RR. Las variaciones de DM de 8 especies comunes en el área alrededor de Boa Vista se verificaron en transectos siguiendo las rutas tradicionales del Lavrado. El método no destructivo se utilizó para obtener piezas de madera de la cubierta de arbustos con diámetros entre 5 y 10 cm, siguiendo las recomendaciones de trabajos anteriores. Los resultados indicaron que la DM entre las especies difirió significativamente (ANOVA; $F 7.148 = 6.9362$; $P < 0.0001$); también observamos algunas diferencias inter-específicas usando la prueba de Tukey. Las distinciones detectadas aquí deben estar relacionadas con variaciones ambientales e individuales y deben considerarse como una herramienta importante para mejorar las estimaciones de las reservas y el flujo de carbono en las plantas arbustivas arbóreas de las zonas de sabana en el Amazonas, ayudando a refinar los datos de biomasa. , acumulación y liberación de carbono.

Palabras clave: Carbono; biomasa; Densidad de la madera; Lavrado; Roraima.

1. INTRODUÇÃO

A densidade da madeira reflete o resultado da eficiência metabólica desempenhada pela árvore no que diz respeito ao aprisionamento e formação do banco de carbono na madeira (Muller-Landau 2004; Williamson e Wiemann 2011). A idade do indivíduo e o diâmetro do caule deste podem influenciar de forma significativamente na densidade da madeira de espécies lenhosas (Williamson e Wiemann 2010a; Sarmiento *et al.* 2011). Também deve-se levar em consideração o nicho ecológico (Wittmann *et al.* 2006), e gradientes latitudinais (Woodcock 2000; Wiemann e Williamson 2002; Swenson e Enquist 2007).

Atualmente dados referentes à densidade básica da madeira são utilizados para o descobrimento da biomassa presente em espécies arbóreas (Reyes *et al.* 1992; Fearnside 1997; Chave *et al.* 2005). Atividades científicas como estas são importantes para a obtenção de dados *in loco* e, de forma mais realista e satisfatória, atender o preconizado em acordos internacionais sobre levantamento de dados referentes ao fluxo de carbono no planeta (IPCC 2006).

Pesquisas realizadas em outras regiões acabam inferindo resultados possivelmente distorcidos sobre a realidade dos dados sobre densidade básica de madeiras na Região Amazônica, mostrando a importância de que as pesquisas em sítios específicos gerem dados mais confiáveis (Fearnside 1997; Baker *et al.* 2004; Nogueira *et al.* 2005; Chave *et al.* 2006; Nogueira *et al.* 2007, Jati e Maulaz, 2019). Pesquisas em ambientes típicos do cerrado ou lavrado roraimense (Barbosa e Ferreira 2004) e savanas (Barbosa e Fearnside 2004; Jati *et al.*, 2014; Jati *et al.*, 2019; Jati e Maulaz, 2019), estão crescendo em número e possui uma relevância tremenda para o entendimento da contribuição das plantas no acúmulo de carbono promovido por esses seres vivos dentro do ciclo global do carbono (FUNCATE 2006).

A Savana de Roraima também conhecida como *lavrado* forma o maior bloco de savanas da Amazônia, ocupando 42.706 km², encontra-se cerca de 80% dentro do território do Brasil e estende-se para além da fronteira com a República Bolivariana da Venezuela e República Cooperativista da Guiana (Barbosa e Campos, 2011) e deste território apenas 10% é coberto por espécies lenhosas (Barbosa *et al.*, 2007).

A distribuição de espécies arbóreas e arbustivas no lavrado roraimense, assim como em outras formações vegetativas pelo planeta, ocorre respeitando as variações condicionantes locais, como: tipos de solo, nutrientes do solo, altimetria em relação ao nível do mar (Miranda *et al.*, 2002; Barbosa *et al.*, 2005, Jati *et al.*, 2019, Jati e Maulaz, 2019).

Esta pesquisa teve o objetivo investigar a variação da densidade básica média da madeira de arbustos no lavrado de Roraima tendo como sítio de coleta a região em torno de Boa Vista, comparando a variação da Densidade da Madeira entre as espécies coletadas. De cunho ecológico, estudo buscou colaborar para que se tenham dados sobre densidade da madeira e informações mais precisas sobre o estoque de carbono na região e na consecutiva eficiência no que diz respeito ao ciclo do carbono e na contribuição na diminuição dos impactos do efeito estufa (BRASIL-MCT 2010).

2. MATERIAL E METODOS

Sítios de coleta

Foram selecionadas 8 espécies comuns no *lavrado* próximo ao município de Boa Vista (Figura 1) que possui o tipo climático Aw pela classificação de Köppen, com chuva anual variando de 1100mm a 1700 mm e altitude aproximada de 80m acima do nível do mar (Barbosa

1997; Barbosa *et al.* 2007), sendo que Boa Vista encontra-se encravada no *lavrado* e configura-se como a única capital brasileira cujo território encontra-se totalmente no hemisfério norte do planeta (Figura 1).

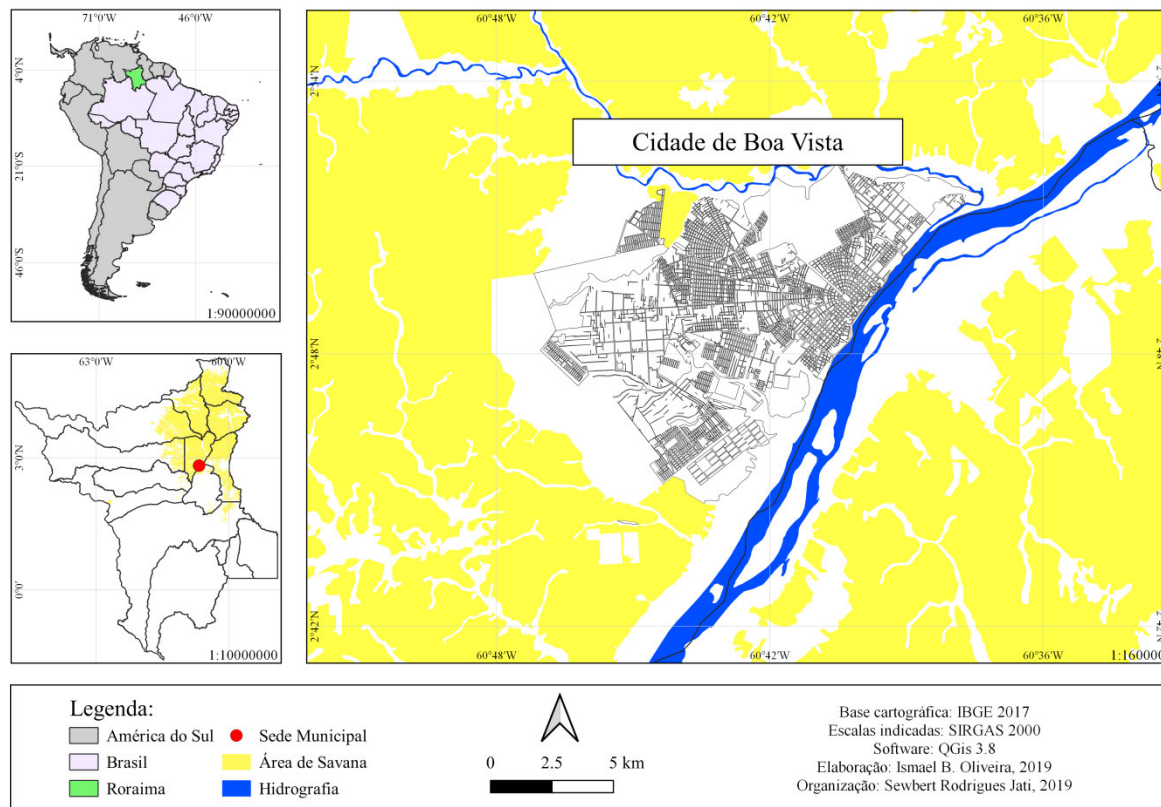


Figura 1: Mapa de localização da área de estudo.

As espécies arbóreas selecionadas para este estudo foram as mais comuns e de maior abundância em todo Lavrado de Roraima (a saber: *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth., *B. coccolobifolia* Kunth., *Curatella Americana* L.f., *Antonia ovata* Pohl., *Bowdichia virgilioides* Kunth., *Himatanthus articulatus* (Vahl.) Woods., *Roupala montana* Aubl. e *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart.). As três primeiras representam 60-70% do número de indivíduos e 80% do total de biomassa arbórea acima do solo nas áreas de savana aberta de Roraima (Barbosa e Fearnside 2005). Associadas com as demais espécies formam a base do componente arbóreo desta ecorregião (Miranda *et al.* 2002; Barbosa *et al.* 2012).

A seleção dos indivíduos foi realizada no mês de março de 2017. Para manter a independência na escolha dos indivíduos foram estabelecidos transectos, aproveitando as trilhas de caminhada previamente existente. Em cada transecto foram selecionados indivíduos alocados exclusivamente em uma faixa de distância de 50 m de cada lado da linha central de caminhada.

O critério biométrico adotado para escolha dos indivíduos amostrados foi o do diâmetro basal do caule (Db) $> 10\text{cm}$, medido à 2 cm de altura do solo ou logo acima deste limite em função de eventuais protuberâncias do caule. Esta medida foi tomada levando em consideração a transformação da circunferência da base obtida por meio de uma fita métrica calibrada em centímetros com comprimento de 1,5m. O critério biométrico basal foi adotado para que cada indivíduo amostrado fosse configurado plenamente na fase adulta de acordo com Miranda *et al.* (2002).

Desenho experimental

A coleta das amostras foi realizada através do método de poda proposto pelo trabalho de Jati *et. al.* (2014). Nesse trabalho foi estabelecido que a média ponderada da DM de cada indivíduo foi significativamente correlacionada com DM das peças derivadas dos galhos da copa com diâmetro entre 5 e 10 cm ($r = 0,83$; $P < 0,00001$).

Depois de selecionados os indivíduos com $Db > 10\text{cm}$, ao longo dos transectos descritos acima, cada indivíduo foi seccionados, com a ajuda de um arco de serra manual, sendo retirados discos amostrais com os diâmetros entre 5 e 10cm para determinar a DB (Densidade Básica) de cada disco amostral, composto de casca, albarno e cerne.

A DM foi calculada de forma a expressar a massa (peso seco) de cada peça por unidade de volume verde com conteúdo de umidade estimado como estando acima do ponto de saturação das fibras no ato do corte de cada peça em campo (Bowyer *et al.* 2007). Desta forma, cada peça de madeira, foi imediatamente imersa em uma proveta graduada para aferição do deslocamento de água relacionado ao volume verde da peça (cm^3) utilizando-se o princípio de Arquimedes para determinação do volume deslocado. Após este procedimento, todas as peças seguiram ao laboratório para secagem em estufa à $100 \pm 5^\circ\text{C}$ até peso constante (0% umidade). O valor da DB foi calculado através da divisão do peso seco pelo volume.

O conjunto dos dados de DM foi organizado por espécie e aplicada ANOVA (fator único) seguida do Teste de Tukey ($\alpha=0,05$) a fim de verificar as diferenças interespecíficas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A amostragem dos indivíduos com $Db > 10\text{ cm}$ das oito espécies de arbustos da savana aberta de Roraima indicou que a DM entre as espécies diferiu significativamente (ANOVA; $F_{7,148} = 6,9362$; $P < 0,0001$), a Figura 2 demonstra essa variação. Tal variação corrobora com outros trabalhos realizados nas savanas de Roraima.

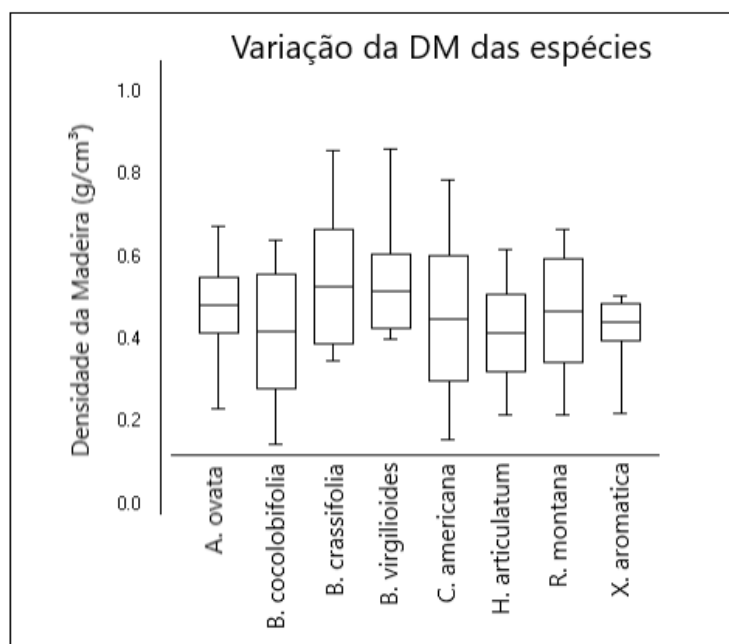


Figura 2: Variação da DM das espécies desse estudo.

O maior valor médio da Densidade Básica foi observado para *B. crassifolia* ($0,560\text{g.cm}^{-3}$) e o menor para *C. americana* ($0,409\text{g.cm}^{-3}$), a média geral de todas as espécies foi de $0,483\text{g.cm}^{-3}$. A Tabela 1 demonstra esses e demais resultados da Densidade da Madeira, de todas as espécies envolvidas no estudo.

Tabela 1: Resultados das DB das espécies do estudo.

(n) corresponde ao número de discos amostrais entre 5 e 10 cm de diâmetro avaliados em cada espécie.

| Espécie | Menor DB (g.cm^{-3}) | Maior DB (g.cm^{-3}) | Média DB (g.cm^{-3}) |
|-------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| <i>Antonia ovata</i> (8) | 0,364 | 0,675 | 0,4921 |
| <i>Byrsonima Cocolobifolia</i> (10) | 0,146 | 0,643 | 0,4885 |
| <i>Byrsonima crassifolia</i> (26) | 0,382 | 0,860 | 0,5600 |
| <i>Bowdichia virgilioides</i> (24) | 0,400 | 0,859 | 0,5088 |
| <i>Curatella americana</i> (52) | 0,158 | 0,667 | 0,409 |
| <i>Himatantus articulatum</i> (13) | 0,218 | 0,617 | 0,4100 |
| <i>Roupala montana</i> (15) | 0,353 | 0,667 | 0,5575 |
| <i>Xilopia aromatica</i> (8) | 0,366 | 0,500 | 0,4415 |
| Médias gerais | 0,298 | 0,686 | 0,483 |

Após aplicação do teste de Tukey, verificou-se que algumas espécies diferiam significativamente, quando comparadas umas com as outras (Interespecificamente). A Tabela 2 demonstra os resultados dessas comparações a partir do cruzamento das médias dos resultados da Densidade da Madeira de todas as espécies.

Tabela 2: Comparação entre as espécies através do teste de Tukey, com significância de 95%,

| Tukey | Diferença | Q | P (95%) |
|--|-----------|--------|---------|
| <i>Antonia ovata</i> x <i>Byrsonima cocolobifolia</i> | 0,0036 | 0,0963 | ns |
| <i>Antonia ovata</i> x <i>Byrsonima crassifolia</i> | 0,0679 | 2,115 | ns |
| <i>Antonia ovata</i> x <i>Bowdichia virgilioides</i> | 0,0166 | 0,513 | ns |
| <i>Antonia ovata</i> x <i>Curatella americana</i> | 0,0831 | 2,7569 | ns |
| <i>Antonia ovata</i> x <i>Himatantus articulatum</i> | 0,0821 | 2,3025 | ns |
| <i>Antonia ovata</i> x <i>Roupala montanna</i> | 0,0654 | 1,8822 | ns |
| <i>Antonia ovata</i> x <i>Xilopia aromática</i> | 0,0506 | 1,2756 | ns |
| <i>Byrsonima cocolobifolia</i> x <i>Byrsonima crassifolia</i> | 0,0715 | 2,4208 | ns |
| <i>Byrsonima cocolobifolia</i> x <i>Bowdichia virgilioides</i> | 0,0202 | 0,6778 | ns |
| <i>Byrsonima cocolobifolia</i> x <i>Curatella americana</i> | 0,0795 | 2,8999 | ns |
| <i>Byrsonima cocolobifolia</i> x <i>Himatantus articulatum</i> | 0,0785 | 2,3512 | ns |
| <i>Byrsonima cocolobifolia</i> x <i>Roupala montanna</i> | 0,069 | 2,1303 | ns |
| <i>Byrsonima cocolobifolia</i> x <i>Xilopia aromática</i> | 0,047 | 1,2483 | ns |
| <i>Byrsonima crassifolia</i> x <i>Bowdichia virgilioides</i> | 0,0513 | 2,2809 | ns |
| <i>Byrsonima crassifolia</i> x <i>Curatella americana</i> | 0,151 | 7,9191 | < 0,01 |
| <i>Byrsonima crassifolia</i> x <i>Himatantus articulatum</i> | 0,15 | 5,5633 | < 0,01 |
| <i>Byrsonima crassifolia</i> x <i>Roupala montanna</i> | 0,0025 | 0,0958 | ns |
| <i>Byrsonima crassifolia</i> x <i>Xilopia aromática</i> | 0,1185 | 3,6925 | ns |
| <i>Bowdichia virgilioides</i> x <i>Curatella americana</i> | 0,0997 | 5,0915 | < 0,01 |
| <i>Bowdichia virgilioides</i> x <i>Himatantus articulatum</i> | 0,0987 | 3,6127 | ns |
| <i>Bowdichia virgilioides</i> x <i>Roupala montanna</i> | 0,0488 | 1,8673 | ns |
| <i>Bowdichia virgilioides</i> x <i>Xilopia aromática</i> | 0,0673 | 2,0753 | ns |
| <i>Curatella americana</i> x <i>Himatantus articulatum</i> | 0,001 | 0,0398 | ns |
| <i>Curatella americana</i> x <i>Roupala montanna</i> | 0,1485 | 6,384 | < 0,01 |
| <i>Curatella americana</i> x <i>Xilopia aromática</i> | 0,0325 | 1,0775 | ns |
| <i>Himatantus articulatum</i> x <i>Roupala montanna</i> | 0,1475 | 4,905 | < 0,05 |
| <i>Himatantus articulatum</i> x <i>Xilopia aromática</i> | 0,0315 | 0,8831 | ns |
| <i>Roupala montanna</i> x <i>Xilopia aromática</i> | 0,116 | 3,339 | ns |

Os valores médios determinados para cada espécie desse estudo variaram entre 0,409 - 0,560 g.cm⁻³ estando em conformidade do intervalo esperado para espécies e famílias tropicais (Baker et al. 2004; Chave et al. 2006), assim como nos intervalos observados por Bucci et al.

(2004), que coletou alguns táxons arbóreos do cerrado do Brasil Central (0,35 - 0,75 g.cm⁻³). Além do mais esse resultado corroboram com os valores da variação encontrada por Jati et al. (2014), que foi de 0,427 - 0,716g.cm⁻³, Jati e Maulaz (2019) cuja variação média foi de 0,267 - 0,747 g.cm⁻³ e Jati et al. (2019), que chegou a valores de DM equivalentes a 0,512 - 0,665g.cm⁻³.

No entanto, essa variação ficou abaixo da faixa de densidade da madeira determinada por Oliveira et al. (2012) para os cerradões e cerrados típicos de Minas Gerais (0,585-0,612g.cm⁻³). A média geral desse estudo (0,483 g.cm⁻³) se aproximou da média geral do estudo de Jati et al. (2014) que foi de 0,404g.cm⁻³, Jati et al. (2019a) que chegou a anotação de 0,501 g.cm⁻³ e Jati et al. (2019b), cujo resultado foi de 0,584 g.cm⁻³, sendo que os 3 estudos utilizaram o mesmo método de coleta, além de terem sido desenvolvidos nas savanas abertas de Roraima.

As DM das espécies envolvidas nesse trabalho foram classificadas, de acordo com Sternadt (2001) como leves (*Antonia ovata*, *Byrsonima Cocolobifolia*, *Curatella americana*, *Himatantus articulatum* e *Xilopia aromatica*), cujas plantas classificadas dessa forma tem a DM abaixo de 0,5 g.cm⁻³. Já as espécies *Byrsonima crassifolia*, *Bowdichia virgilioides* e *Roupala montana*, foram consideradas como médias leve com a DM variando entre 0,50 a 0,65g.cm⁻³. Esse dado difere para o resultado encontrado por Jati et al (2014), que classificou *Roupala montana* como média pesada em seu estudo.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das observações desse estudo fica evidente que há variações entre as Densidades da madeira das principais espécies do lavrado, sendo que as espécies diferenciam-se em classes de densidade da madeira que variam de leve a médias leves, ou seja, possuem todas as espécies aqui estudadas possuem uma baixa densidade.

Devido a esse resultado podemos inferir que os arbustos de Roraima acumulam menores quantidades de carbono quando comparado com arvores de floresta densa, uma vez que as arvores possuem uma média geral maior de Densidade da Madeira (de média a Pesada), além de uma biomassa maior.

Mesmo assim, vale ressaltar que a preservação do *lavrado* no entorno do município de Boa Vista – RR deve ser promovida, pois mesmo acumulando uma quantidade menor de carbono que ambientes de floresta, esse acúmulo auxilia na mitigação dos danos causadas pela emissão dos gases de efeito estufa especialmente o carbono, pois o mesmo é assimilados pelas plantas a través da fotossíntese.

REFERÊNCIAS

BAKER, T. R. et al. Variation in wood density determines spatial patterns in Amazonian forest biomass. **Global Change Biology**, v. 10, n. 5, p. 545-562. 2004.

Baker, T.R.; Phillips, O.; Malhi, Y.; Almeida, S.; Arroyo, L.; Fiore, A.D.; et al. Variation in wood density determines spatial patterns in Amazonian forest biomass. **Global Change Biology**, 10: 545-562, 2004.

BARBOSA, R. I.; FEARNESIDE, P. M. Wood density of trees in open savannas of the Brazilian Amazon. **Forest Ecology and Management**, v. 199. n. 1, p. 115-123, set. 2004.

Barbosa, R.I. **Distribuição das chuvas em Roraima**. In: Barbosa, R.I.; Ferreira, E.F.G.; Castellon, E.G. (Eds.). *Homem, Ambiente e Ecologia no Estado de Roraima*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia e Governo do Estado de Roraima, Manaus, Amazonas, p.325-335, 1997.

Barbosa, R.I.; Campos, C. Detection and geographical distribution of clearing areas in the savannas ('lavrado') of Roraima using Google Earth web tool. **Journal of Geography and Regional Planning**, v, 4, p: 122-136, 2011.

Barbosa, R.I.; Campos, C.; Pinto, F.; Fearnside, P.M. The "Lavrados" of Roraima: biodiversity and conservation of Brazil's Amazonian savannas. **Functional Ecosystems and Communities**, v1, p: 29-41, 2007.

Barbosa, R.I.; Fearnside, P.M. Above-ground biomass and the fate of carbon after burning in the savannas of Roraima, Brazilian Amazonia. **Forest Ecology and Management**, v. 216, p: 295-316, 2005.

Barbosa, R.I.; Mourão Jr., M.; Casadio, G.M.L.; da Silva, S.J.R. Reproductive phenology of the main tree species in the Roraima savanna, Brazilian Amazon. **Ecotropica**, v.18, p: 81-91, 2012.

Barbosa, R.I.; Nascimento, S.P.; Amorim, P.A.F.; Silva, R.F. Notas sobre a composição arbóreo-arbustiva de uma fisionomia das savanas de Roraima, Amazônia Brasileira. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, p: 323-329, 2005.

Bowyer, J.L.; Shmulsky, R.; Haygreen, J.G. **Forest products and wood science: an introduction**. 5th ed. Blackwell Publishing, Iowa, 2007, 557p.

BRASIL-MCT. 2010. **Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. Vol. 1. Coordenação-Geral de Mudanças Globais do Clima, Ministério da Ciência e Tecnologia, Brasília-DF, 2010, 280p.

Bucci, S.J.; Goldstein, G.; Meinzer, F.C.; Scholz, F.G.; Franco, A.C.; Bustamante, M. Functional convergence in hydraulic architecture and water relations of tropical savanna trees: from leaf to whole plant. **Tree Physiology**, v. 24, p: 891-899, 2004.

Chave, J. et al. Regional and phylogenetic variation of wood density across 2456 neotropical tree species. **Ecological Applications**, v. 16, n. 6, p. 2356-2367, 2006.

Chave, J.; Andalo, C.; Brown, S.; Cairns, M.A.; Chambers, J.Q.; Eamus, D.; et al. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. **Oecologia**, v. 145, p: 87-99, 2005.

FEARNSIDE, P. M. Wood density for estimating forest biomass in Brazilian Amazonia. **Forest Ecology and Management**, v. 90, n 1, p. 59-87, 1997.

FUNCATE. **Uso e cobertura da terra na Floresta Amazônica: Subprojeto 106/2004 PROBIO (Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira)**. Secretaria de Biodiversidade e Florestas do Ministério de Meio Ambiente, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Fundo para o Meio Ambiente Global e Banco Mundial, Brasília, DF, 2006, 93p.

IPCC. **2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. In: Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (Eds.), National Greenhouse Gas Inventories Programme, IGES, Japão. sem paginação, 2006.

Jati, S. R.; Barbosa, R. I.; Fearnside, P. M. Densidade da madeira de árvores em savanas do norte da Amazônia brasileira. **Acta Amazonica**, v. 44, n. 1, p: 79 – 86, 2014.

Jati, S. R.; Maulaz, C. F. Densidade da Madeira de *Curatella Americana* e *Byrsonima crassifolia* no ecótono e região central da savana aberta de Roraima, Brasil. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 13, n. 1, p: 63 – 73, 2019.

Jati, S. R.; Barbosa, R. I.; Fearnside, P. M. Influência dos fatores edáficos e da altimetria na densidade da madeira do componente arbóreo-arbustivo de áreas de savannas abertas de Roraima, Brasil. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 13, n. 1, p: 29 – 39, 2019.

Miranda, I.S.; Absy, M.L.; Rebêlo, G.H. Community structure of woody plants of Roraima savannas, Brazil. **Plant Ecology**, v. 164, p: 109-123, 2002.

MULLER-LANDAU, H. C. Interspecific and Inter-site Variation in Wood Specific Gravity of Tropical Trees. **Biotropica**, v. 36, n.1, p. 20-32, 2004.

Nogueira, E.; Nelson, B.; Fearnside, P. Wood density in dense forest in central Amazonia, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 208, p: 261-286, 2005.

Nogueira, E.; Fearnside, P.; Nelson, B.; Franca, M. Wood density in forests of Brazil's 'arc of deforestation': Implications for biomass and flux of carbon from land-use change in Amazonia. **Forest Ecology and Management**, v. 248, p: 119-135, 2007.

Oliveira, G.M.V.; Mello, J.M.; Trugilho, P.F.; Scolforo, J.R.S.; Altoé, T.F.; Silva-Neto, A.J.; Oliveira, A.D. Efeito do ambiente sobre a densidade da madeira em diferentes fitofisionomias do estado de Minas Gerais. **Cerne**, v. 18, p: 345-352, 2012.

OLIVEIRA, G. M. V. et al. Efeito do ambiente sobre a densidade da madeira em diferentes Fitofisionomias do estado de minas gerais. **Regional Planning**, v. 4, p: 122-136, 2012.

Reyes, G.; Brown, S.; Chapman, J.; Lugo, A.E. **Wood densities of tropical tree species (SO-88)**. United States Department of Agricultura, Forest Service, New Orleans. 1992, 15 p.

SARMIENTO, C. et al. Within-individual variation of trunk and branch xylem density in tropical trees. **American Journal of Botany**, v. 98, n.1, p. 140-149, 2011.

Swenson, N.G.; Enquist, B.J. The relationship between stem and branch wood specific gravity and the ability of each measure to predict leaf area. **American Journal of Botany**, v. 95, p: 516–519, 2008.

Wiemann, M.C.; Williamson, G.B. Geographic variation in wood specific gravity: effects of latitude, temperature, and precipitation. **Wood and Fiber Science**, v. 34, p: 96-107, 2002.

Williamson, G. B.; Wiemann, M. C. Measuring wood specific gravity ... correctly. **American Journal of Botany**, v. 97. n. 3, p. 519-524, 2010.

Williamson, G.B.; Wiemann, M.C. Age versus size determination of radial variation in wood specific gravity: lessons from eccentrics. **Trees**, v. 25, p: 585-591, 2011.

Wittmann, F.; Schöngart, J.; Parolin, P.; Worbes, M.; Piedade, M.T.F.; Junk, W.J. Wood specific gravity of trees in Amazonian white-water forests in relation to flooding. **IAWA Journal**, v.27, 2006

Woodcock, D. W. Wood specific gravity of trees and forest types in the Southern peruvian Amazon. **Acta Amazonica**, v. 30, n. 4, p: 589-599. 2000.