

DENSIDADE DA MADEIRA DE *Curatella americana* E *Byrsonima crassifolia* NO ECÓTONO E REGIÃO CENTRAL NA SAVANA ABERTA DE RORAIMA, BRASIL

DENSITY OF *Curatella americana* and *Byrsonima crassifolia* WOOD IN ECOTON AND CENTRAL REGION IN SAVANA ABERTA DE RORAIMA, BRAZIL

DENSIDAD DE LA MADERA DE *Curatella americana* Y *Byrsonima crassifolia* EN EL ECÓTONO Y REGIÓN CENTRAL EN LA SAVANA ABIERTA DE RORAIMA, BRASIL

Sewbert Rodrigues Jati¹, Clério Ferreira Maulaz²

1. 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

2. Fundação Nacional do Índio, R. José Bonifácio, 630 - Aparecida, CEP 69.301-050, Boa Vista – RR, Brasil. eumaulaz@gmail.com

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 albúrnica e cerne dos discos utilizando-se o peso seco em função do volume saturado da peça. Este estudo investigou a variação da densidade da madeira das duas espécies arbustivas mais comuns (*Curatella americana* e *Byrsonima crassifolia*) das savanas de Roraima (lavrado) em duas regiões distintas (Ecótono lavrado-floresta, próximo a sede do município de Alto Alegre e região central do lavrado, no Passarão, a 15 km do município de Boa Vista). Foram verificadas as variações na DM em função das duas espécies e dos dois diferentes sítios de coleta de 20 indivíduos amostrados. 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 discrepância significativa interespecífica Kruskal-Wallis ($p < 0,001$) Student-Newman-Keuls ($p < 0,001$), sendo o maior valor de DM (*C. americana* $0,747 \text{ g.cm}^{-3}$), no Passarão e o menor (*B. crassifolia* $0,267 \text{ g.cm}^{-3}$) no Ecótono, além de diferença significativa entre os sítios de coleta: da Kruskal-Wallis ($p < 0,001$) e do teste de Student-Newman-Keuls ($p < 0,001$). As distinções aqui detectadas podem estar relacionadas a variações ambientais e dos indivíduos e devem ser consideradas como uma importante ferramenta 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: Densidade da madeira; Savana; Roraima; Amazônia; Brasil.

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 study investigated the wood density variation of the two most common shrub species (*Curatella americana* and *Byrsonima crassifolia*) from the savannas of Roraima (plowed) in two distinct regions (Ecotone forest-wood, near the headquarters of the municipality of Alto Alegre and central region of the works, in Passarão, 15 km from the municipality of Boa Vista). The DM variations were verified as a function of the two species and of the two different

collection sites of 20 individuals sampled. 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 Kruskal-Wallis ($p < 0.001$) significant interspecific discrepancy in Student-Newman-Keuls ($p < 0.001$), with the highest value of DM (*C. americana* 0.747 g.cm⁻³) in Passarão and ($p < 0.001$) and the Student-Newman-Keuls test ($p < 0.001$). The distinctions detected here may be related to environmental and individuals variations and should be considered as an important tool to improve the estimates of carbon stocks and flux in arboreal-shrub plants of savanna areas in the Amazon region, helping to refine the biomass data , accumulation and release of carbon.

Keywords: Density of wood; Savana; Roraima; Amazônia; Brazil.

RESUMEN

Densidad de la madera (DM) es una variable importante para estimaciones de stocks de carbono arbóreo o arbóreo-arbustivo en ecosistemas terrestres. Calculada a partir de discos muestrales utilizando cáscara alborno y rodeada de los discos se utiliza el peso seco en función del volumen saturado de la pieza. Este estudio investigó la variación de la densidad de la madera de las dos especies arbustivas más comunes (*Curatella americana* y *Byrsonima crassifolia*) de las sabanas de Roraima (labrado) en dos regiones distintas (Ecótono labrado-bosque, cerca de la sede del municipio de Alto Alegre y región central del labrado, en el Passarão, a 15 km del municipio de Boa Vista). Se verificaron las variaciones en la DM en función de las dos especies y de los dos diferentes sitios de recolección de 20 individuos muestreados. Se utilizó el método no destructivo para la obtención de piezas de madera de la copa de los arbustos con diámetros entre 5 y 10 cm, siguiendo recomendaciones de trabajos anteriores. Los resultados mostraron discrepancia significativa interespecífica Kruskal-Wallis ($p < 0,001$) Student-Newman-Keuls ($p < 0.001$), siendo el mayor valor de DM (*C. americana* 0,747 g.cm⁻³), en el Passarón y el menor (B en el Ecotón, además de una diferencia significativa entre los sitios de recolección: de la Kruskal-Wallis ($p < 0,001$) y de la prueba de Student-Newman-Keuls ($p < 0.001$). Las distinciones aquí detectadas pueden estar relacionadas con variaciones ambientales y de los individuos y deben ser consideradas como una importante herramienta para mejorar las estimaciones de stocks y flujo de carbono en plantas arbóreo-arbustivas de áreas de sabanas en la Amazonia, auxiliando en el refinamiento de los datos de biomasa , acumulación y liberación de carbono.

Palabras clave: Densidad de la madera; sabana; Roraima; Amazon; Brasil.

1. INTRODUÇÃO

Desde a era industrial, uma série de alterações ambientais foram desencadeadas pelo homem devido à produção e liberação de poluentes nos ecossistemas, que com o passar do tempo e o aumento da população humana são cada vez mais transformados pelo ser humano. Muita atenção se tem dado atualmente ao aquecimento global, ou agravamento do efeito estufa, que se deve ao aumento na emissão de gases que produzem esse efeito – gases de efeito estufa (GEEs), que estão associados à queima de combustíveis fósseis, ao desmatamento, à construção de reservatórios e outras mudanças no uso dos ambientes pelo homem (FEARNSIDE, 1997; IPCC, 2001; BARBOSA; FERREIRA, 2004; CHAVE et. al., 2006; NOGUEIRA et. al., 2007, KEMENES et al., 2007; IPCC 2007; KEMENES, 2012; JATI et. al., 2014).

Sabe-se ainda que o ciclo natural do carbono é proveniente de um fluxo desse gás composto de emissões e de sequestros naturais de carbono e que, de tempos em tempos, seu desequilíbrio tem contribuído com fenômenos de grandes extinções na evolução natural do planeta Terra. Por isso, esse planeta tem, ao longo do tempo, se reinventado buscando seu equilíbrio natural a partir de seus ciclos biogeoquímicos, em especial o ciclo do carbono. Nesse sentido, esse trabalho tem como grande tema esse contexto, mas focará em uma pequena parcela do ciclo do carbono, mais especificamente no carbono acumulado pelas plantas que participam ativamente desse ciclo, pontuando sobre a densidade da madeira (DM).

A densidade da madeira é uma medida que auxilia a quantificar o acúmulo de gás carbônico (CO₂), em forma de biomassa, pelas plantas lenhosas, sendo um dado importante para os temas relacionados ao efeito estufa e seu agravamento, levando ao aquecimento exagerado do planeta (SANTOS et. al., 2016).

Essa medida é expressa pela razão entre a massa seca e o volume saturado de uma unidade amostral conhecida como um disco amostral composto de casca, alburno e cerne da planta (BOWYER et. al., 2007). A relação entre massa e volume é um dos índices mais simples e importantes para avaliação das propriedades funcionais da madeira, refletindo também diferentes atributos da história de vida de espécies arbóreas e arbustivas, ou seja, das espécies lenhosas (MULLER-LANDAU, 2004; WILLIAMSON; WIEMANN, 2011). Vale ressaltar que fatores como nichos ecológicos seletivos (WITTMANN et. al., 2006), estágios de sucessão (WIEMANN; WILLIAMSON, 1988) e sítios latitudinais (WOODCOCK, 2000; WIEMANN; WILLIAMSON, 2002; SWENSON; ENQUIST, 2007) também influenciam nas quantidades de CO₂ assimilados pelas plantas lenhosas e, consequentemente na variação de valores da DM ao nível de espécie e de comunidade arbórea e/ou arbustiva. A idade e o diâmetro do caule do indivíduo também podem influenciar de forma significativa na densidade da madeira de espécies lenhosas assim como a dificuldade encontrada no ambiente, que retarde o crescimento da planta, acaba proporcionando um acúmulo maior de carbono e consequentemente um aumento de sua densidade (WILLIAMSON; WIEMANN, 2010; SARMIENTO et. al., 2011, JATI et. al., 2014).

O entendimento das variações da DM em função das espécies e de variações locais, d'onde essas espécies são encontradas (ambientes) tem sido instrumento(s) importante(s) para transformação de dados de volume de madeira em dados de biomassa (FEARNSIDE, 1997; CHAVE et. al., 2005, SANTOS et. al., 2016). Portanto, entender essas variações nos auxilia a ampliar os conhecimentos relativos às dinâmicas ambientais e suas relações com o desenvolvimento das plantas lenhosas, auxiliando-nos ainda a entender sobre os estoques de carbono terrestres e de fatores que influem em sua variação intra ou interespecificamente. Outra grande importância de se estudar o tema é a regionalização dos dados que auxiliam governos e ONGs a subsidiarem acordos locais ou globais que visem mitigar o agravamento do efeito estufa e mudanças climáticas globais assim como bases de cálculos de acúmulo de carbono que podem estar ligados a negociações até mesmo financeiras (IPCC 2006).

As investigações em sistemas não florestais, ou seja, de baixa biomassa como as campinas (BARBOSA; FERREIRA, 2004) e as savanas amazônicas (BARBOSA; FEARNSIDE, 2004; JATI et. al., 2014) são raras. No entanto essas investigações são importantes pois ocupam cerca de 200.000 km² o que equivale a aproximadamente 5% da área do bioma Amazônia (FUNCATE, 2006) não podendo ser descartado a fim

de maximizar o potencial local e regional dos ecossistemas.

Dentre as savanas amazônicas a de maior importância para um estudo de magnitude são as savanas de Roraima, pois trata-se do maior bloco de savanas do bioma Amazônia (Barbosa et. al., 2007). Da área total das savanas de Roraima, pouco mais de 26.000km² (61% do total) são de fitofisionomias de savanas abertas, que são localmente conhecidas como “lavrado” (Barbosa et. al., 2007). Savanas abertas são aquelas que possuem menos de 10% de cobertura basal proveniente de árvores e/ou arbustos (BARBOSA et. al., 2007). Várias espécies arbóreas são comuns em toda a área da savana de Roraima, mas com distribuição e abundância dependentes de condicionantes ambientais o que torna cada savana de Roraima única (MIRANDA et. al., 2002; BARBOSA et. al., 2005).

Além dos fatores de dissimilaridade das savanas citados acima, há uma recomendação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) em seu relatório elaborado em 2006, que objetivando-se obter dados regionais mais realísticos, deve-se abordar números maiores de espécies locais, além de buscar-se metodologias normalizadas a fim de capturar tais peculiaridades e refinar os trabalhos como tem feito Nogueira et al. (2008), Williamson e Wiemann (2010) que buscaram regionalizar os acúmulos de carbono pela madeira enfatizando suas variações internas. Por isso, estimar a DM das espécies do lavrado favorece os ajustes nos cálculos de biomassa locais e de estoques de carbono do componente arbóreo que aqui ocorre, estabelecendo distinções regionais nesse grande bloco de savanas do norte da Amazônia.

Além do mais, pesquisas realizadas fora da Amazônia inferem em resultados possivelmente distorcidos sobre a realidade dos dados sobre densidade básica das madeiras nessa Região, especialmente em ambientes abertos. Esse aspecto demonstra a importância das pesquisas locais para gerarem dados mais confiáveis. (FEARNSIDE, 1997; BAKER et. al., 2004; NOGUEIRA et. al., 2005; CHAVE et. al., 2006; NOGUEIRA et. al., 2007).

Portanto, esse trabalho é de cunho ecológico, buscando colaborar para que se tenham dados mais precisos sobre densidade da madeira e informações mais precisas sobre o estoque de carbono no lavrado, verificando as diferenças regionais e sua eficiência no que diz respeito ao ciclo do carbono e na contribuição na mitigação dos impactos devido ao agravamento do efeito estufa e das mudanças climáticas.

2.MATERIAL E METODOS

2.1.Sítios de Coletas

O Estado de Roraima possui 3 grandes fitofisionomias (florestas, campinas e savanas) Figura 1. Esse trabalho foi realizado nas savanas abertas de Roraima (Lavrado), onde foram selecionadas as duas espécies mais comuns no lavrado nos dois sítios de coletas (a saber: *Curatella americana* e *Byrsonima crassifolia*), em duas localidades (Figura 2), sendo a primeira em uma área próxima ao Município de Boa Vista, na localidade denominada de Passarão (denominada na Figura 2 de Passarão) que possui o tipo climático Aw pela classificação de Köppen, com chuva anual variando de 1100mm a 1700mm/ano e altitude aproximada de 80m acima do nível do mar (BARBOSA, 1997; BARBOSA et. al., 2007) e outro localizado na borda da savana de Roraima, mais precisamente na região do ecótono savana-floresta, próximo ao município de Alto Alegre (denominada na Figura 2 como Ecótono) com clima Am pela classificação de Köppen, com chuva anual variando de 1700mm a 2000 mm/ano e altitude aproximada de 120m acima do nível do mar (BARBOSA, 1997; BARBOSA et. al., 2007). A localidade do Passarão é nitidamente mais seca e com o solo mais pobre que a região do Ecótono, onde chove mais e o solo é mais rico.

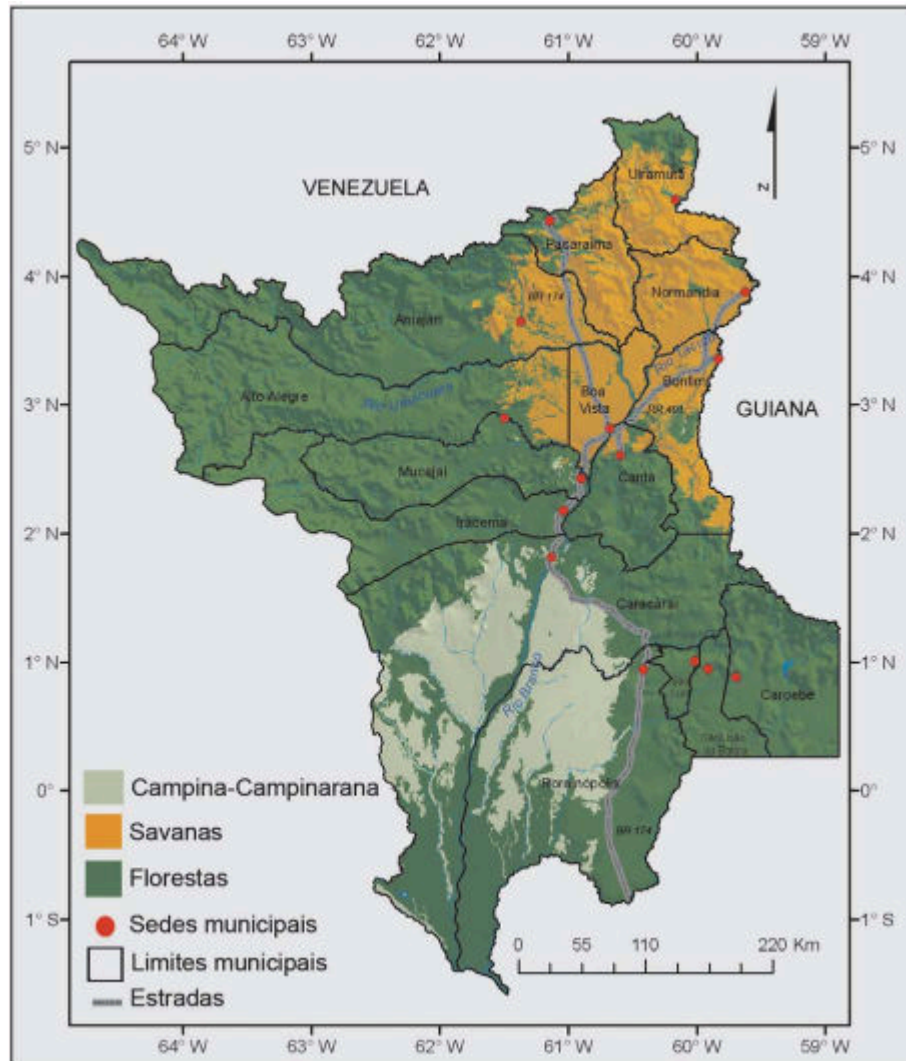


Figura 1: Fitofisionomias de Roraima. Fonte: Barbosa e Barcelar-Lima, 2008.

As espécies arbóreas selecionadas para este estudo foram as duas espécies lenhosas mais abundantes em toda a savana aberta de Roraima: *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth., e *Curatella Americana* L.f., que representam 50-60% do número de indivíduos e 70% do total de biomassa arbórea acima do solo nas áreas de savana aberta de Roraima (BARBOSA; FEARNSSIDE, 2005). Essas duas espécies associadas a *B. coccolobifolia* Kunth., *Antonia ovata* Pohl., *Bowdichia virgilioides* Kunth., *Himatanthus articulatus* (Vahl.) Woods., *Roupala montana* Aubl. e *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. 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 novembro de 2015, primeiramente no Ecótono, localizado na borda do lavrado e posteriormente no Passarão, localizado mais ao centro do lavrado. Para manter a independência na escolha dos indivíduos eles foram selecionados ao longo de trilhas de caminhamentos usadas tradicionalmente pela população que habita e ou utiliza o lavrado, sendo que os indivíduos eram escolhidos após serem encontrados no máximo a uma distância de 50 metros ao longo da trilha, desde que seu diâmetro basal fosse igual ou superior a 10cm, pois a partir dessa área basal tem-se um indivíduo adulto (MIRANDA et. al., 2002). O critério biométrico adotado para escolha dos indivíduos amostrados foi o do diâmetro basal do caule (Db) > 10cm, medido à 2 cm de altura do solo (JATI et. al., 2014). Esta medida foi tomada levando em consideração a transformação da circunferência da base obtida por meio de uma fita métrica de 1,5 metros de comprimento, calibrada em centímetros.

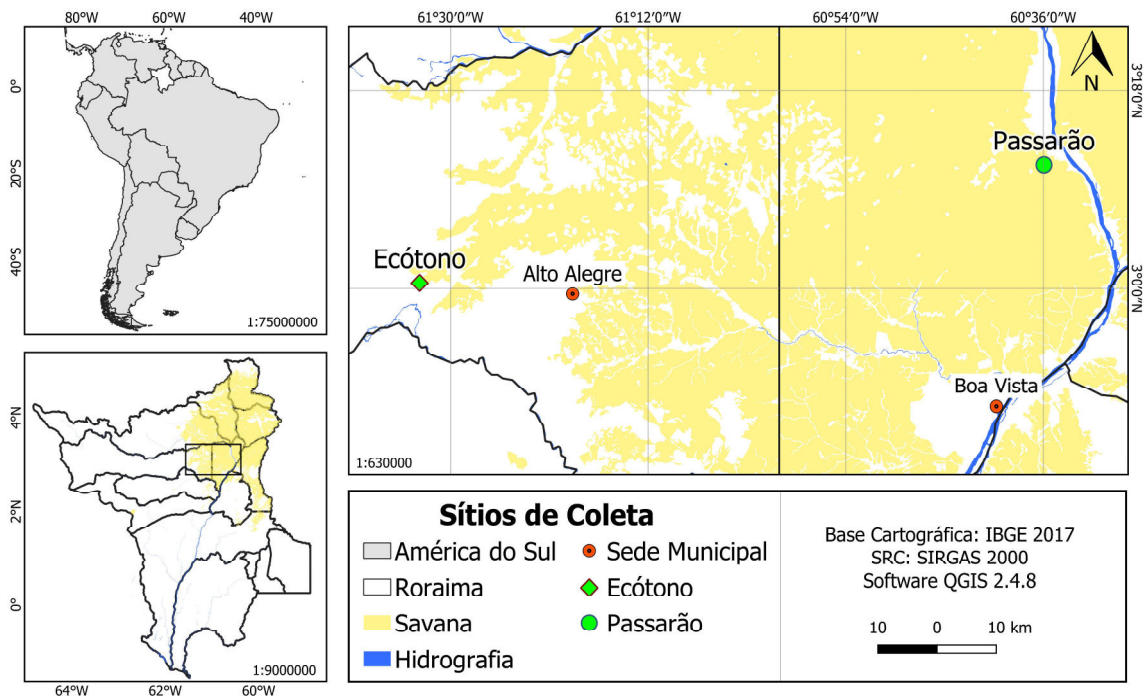


Figura 2: Mapa da área de estudo.

2.2.Desenho Experimental

A coleta das amostras foi realizada através do método de poda proposto pelo trabalho de Jati et al. (2014), sendo que no trabalho citado, após contabilização de 75 arbustos do lavrado, oriundos de 6 sítios do lavrado em Roraima, concluiu-se que a média ponderada da DM de cada indivíduo arbustivo das savanas de Roraima está significativamente correlacionada com DM das peças derivadas dos galhos da copa com diâmetro entre 5 e 10 cm ($r = 0,83$; $P < 0,00001$). Foram selecionados 20 arbustos, sendo 10 *C. americana* e 10 *B. crassifolia*, sendo oriundos 5 indivíduos de cada espécie e em cada um dos dois sítios de coleta. Cada indivíduo selecionado, com $Db > 10\text{cm}$, foram seccionados, com a ajuda de um arco de poda manual de 40 cm de comprimento.

De cada indivíduo, foram selecionados 4 discos amostrais com os diâmetros entre 5 e 10cm cada para determinar a DM de cada disco amostral, composto de casca, albúmeno e cerne de acordo com o método de Jati et al. (2014).

No laboratório do curso de Biologia da Faculdade Cathedral a DM foi calculada de forma a expressar a razão entre a massa (peso seco) de cada peça pelo volume saturado (BOWYER et al. 2007). Desta forma, depois de anotado o diâmetro de cada disco amostral, cada um deles, ficou mergulhado em um recipiente com água por 5 dias para alcançar seu ponto de saturação máxima. Para medir o volume saturado, cada disco amostral foi imerso em uma proveta graduada para aferição do deslocamento de água relacionado ao volume do disco em cm^3 . Esse método é o mesmo adotado quando se usa um xilômetro, mas como não tínhamos esse equipamento adotamos a base de cálculo desse instrumento (princípio de Arquimedes). Após este procedimento, todas as peças seguiram para secagem em estufa a $100 \pm 5^\circ\text{C}$ até peso (g) constante (0% umidade). Para se obter o peso seco, pesou-se as amostras em uma balança de precisão, a cada 12 horas até se obter seguidamente duas medidas de peso com o mesmo valor, indicando peso constante. A partir daí o valor da DB foi calculado dividindo-se o peso seco (g) pelo volume saturado (cm^3), utilizando-se uma planilha no programa estatístico Bioestat 5.3 (AYRES et al., 2007).

O conjunto dos dados de DM foi organizado por espécie e por sítio de coleta e, utilizando-se o software Bioestat 5.3 (AYRES et al., 2007). Aplicamos o teste de normalidade de Lilliefors ($\alpha=0,05$) e Kruskal-Wallis (fator único, $\alpha=0,05$) seguida do Teste de Student-Newman-Keuls ($\alpha=0,05$), quando necessário para responder as seguintes questões: (1) Existem diferenças de DM entre os sítios de coletas,

independentes das espécies? (2) Existem diferenças de DM entre as espécies em cada sítio de coleta? (3) Existem diferenças de DM entre as espécies no mesmo sítio de coleta?

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o teste de normalidade de Lilliefors apontar que não houve distribuição normal. Aplicamos o teste de Kruskal-Wallis onde identificamos que a amostragem dos 20 indivíduos com $Db > 10$ cm das duas espécies de arbustos mais abundantes da savana aberta de Roraima diferiram significativamente (Kruskall-Wallis $p < 0,001$; Student-Newman-Keuls $p < 0,001$), sendo o maior valor de DM observado para *C. americana* ($0,747 \text{ g.cm}^{-3}$), no Passarão e o menor para *B. crassifolia* ($0,267 \text{ g.cm}^{-3}$) no Ecótono. A figura a seguir demonstra a variação da DM entre as espécies (figura 3).

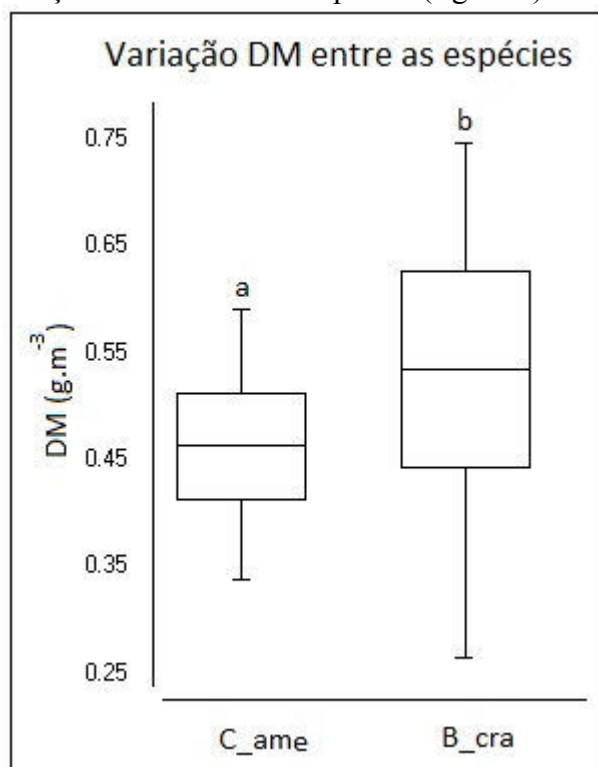


Figura 3: Comparação entre a variação da Densidade das Madeiras entre as espécies estudadas. C_ame = *C. americana* e B_cra = *B. crassifóli*. a e b corresponde a diferença através do teste estatístico Kruskal-Wallis e Student-Newman-Keuls

A diferença entre os locais sugere que alterações ambientais interferem diretamente na DM, sendo que onde as plantas tem dificuldades de desenvolvimento tendem a ter maior densidade, corroborando com os trabalhos de Woodcock (2000); Wiemann; Williamson (2002); e Swenson; Enquist (2007), onde esses autores estudaram variações ambientais ligadas a umidade, nutrientes do solo e taxa fotossintética (incidência de luz). No caso desse trabalho, verificamos que as plantas do Ecótono possuem menor densidade (Média = $0,458$, Desvio Padrão = $0,06$) quando comparados com as plantas do Passarão (Média = $0,539$, desvio Padrão = $0,09$), ou seja, a DM é $17,58\%$ maior no Passarão do que na região de Ecótono. Essa diferença advem de diferenças ambientais entre os dois sítios de coleta: chove mais no ecótono do que no Passarão (Barbosa, 1997; BARBOSA et. al., 2007). Outro fator importante para o desenvolvimento de plantas é o solo sob essas formações, que de acordo com Vale Jr e Schaefer (2010), na região do ecótono, onde foram coletadas as espécies aqui estudadas, estão sob um argissolo vermelho-amarelo, enquanto que na região do Passarão, o solo é do tipo latossolo amarelo, que de acordo com esses autores o argissolo é mais rico em nutrientes e favorece o desenvolvimento vegetal em comparação com o latossolo amarelo,

onde os vegetais se desenvolvem com maior dificuldade. Levando-se em consideração a variação desses dois fatores as plantas do sítio de coleta Passarão tendem a ter a densidade da madeira maior justamente por que é um local mais árido e com um solo mais pobre em nutrientes quando comparado ao sítio de coleta Ecótono.

Levando-se em consideração as localidades, o resultado da Kruskal-Wallis ($p < 0,001$) e do teste de Student-Newman-Keuls ($p < 0,001$) demonstra que as variações ambientais dos locais interferem diretamente na variação da densidade da madeira independente das espécies (Figura 2). Este resultado corrobora com os resultados apresentados por Jati et al. (2014), que estudou 6 sítios de coleta diferentes no lavrado.

O maior valor observado para o Ecótono foi para *C. americana* $DM=0,592g.cm^{-3}$ e o menor valor foi para *B. crassifolia* $DM=0,267g.cm^{-3}$, já para o Passarão o maior valor foi para *C. americana* $DM=0,747g.cm^{-3}$ e o menor valor foi também para *C. americana* $DM=0,332g.cm^{-3}$. . Notamos aqui que confirma-se a hipótese de que quanto maior a dificuldade de uma planta crescer maior será sua densidade. Como no passarão, por ter o clima mais seco e o solo mais pobres as plantas serão mais densas que na região do ecótono, onde o solo é mais rico e o clima mais úmido (Figura 4).

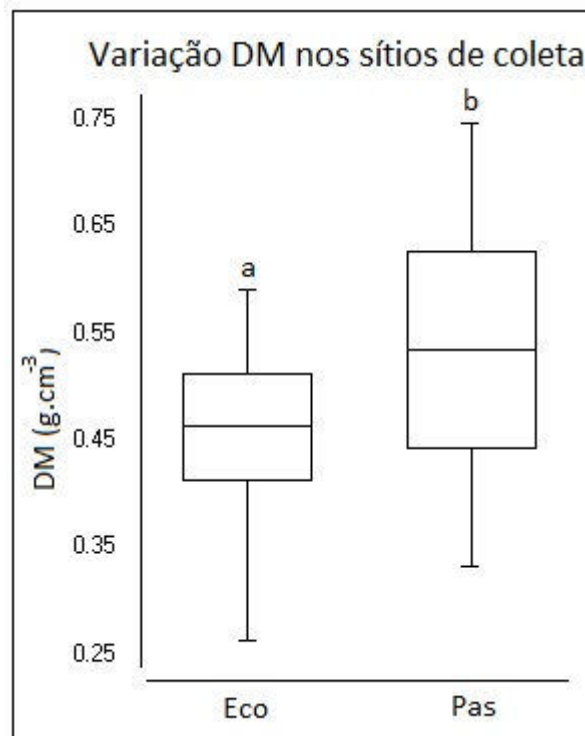


Figura 4: Variação da DM das plantas em cada sítio de coleta. Eco = Ecótono e Pas = Passarão. a e b corresponde a diferença através do teste estatístico Kruskal-Wallis e Student-Newman-Keuls.

Os valores médios determinados para cada espécie nesse estudo, expressados na Tabela 1 estão dentro do intervalo esperado para espécies e famílias tropicais (BAKER et. al., 2004; CHAVE et. al., 2006), estando ainda dentro do intervalo observados em alguns táxons do cerrado do Brasil Central (0,3 a 0,75 $g.cm^{-3}$) por Bucci et al. (2004), pelo trabalho de Jati et. al. (2014) que analisou as mesmas espécies do lavrado em sítios diferentes (0,427 a 0,716 $g.cm^{-3}$) e pelo trabalho de Barbosa e Ferreira (2004), que analisou plantas de Campinas e campinaranas e por Barbosa e Fearnside (2004), que analisaram plantas lenhosas do lavrado.

Tabela 1 - Variação da DM de *B. crassifolia* e *C. americana*. N = número de Indivíduos (n) número total de discos amostrais analisados por espécie e local.

Sítios de coleta	Espécies	N (n)	Valores da DM (g.cm ⁻³)		
			Menor	Maior	Média(SD)
Ecótono	<i>B. crassifolia</i>	5 (20)	0,266	0,560	0,473±0,0613
	<i>C. americana</i>	5 (20)	0,348	0,591	0,443±0,0542
Passarão	<i>B. crassifolia</i>	5 (20)	0,470	0,677	0,569±0,0789
	<i>C. americana</i>	5 (20)	0,522	0,747	0,518±0,1053

Levando-se em consideração a variação da DM das duas espécies em relação as localidades, tanto a *B. crassifolia* (Kruskall-Wallis, $p < 0,0094$; Student-Newman-Keuls, $p < 0,05$) quanto a *C. americana* (Kruskall-Wallis, $p = 0,0016$; Student-Newman-Keuls, $p < 0,05$) mostraram responder positivamente a fatores ambientais que diferenciam os dois sítios de coletas e conseqüentemente sua variação na DM. O resumo dos valores (Tabela 1) obtidos nas coletas das DM das duas espécies nos dois sítios de coletas permite observar essas diferenças que foram comprovadas nos testes estatísticos.

A figura a seguir (5) demonstra um gráfico tipo Bloxpot que exhibe a variação das DM das espécies em cada sítio de coleta. Nota-se nessa imagem nítidas variações intra e interespecíficas, assim como as variações dependentes dos locais de coleta (ecótono e região central do Lavrado).

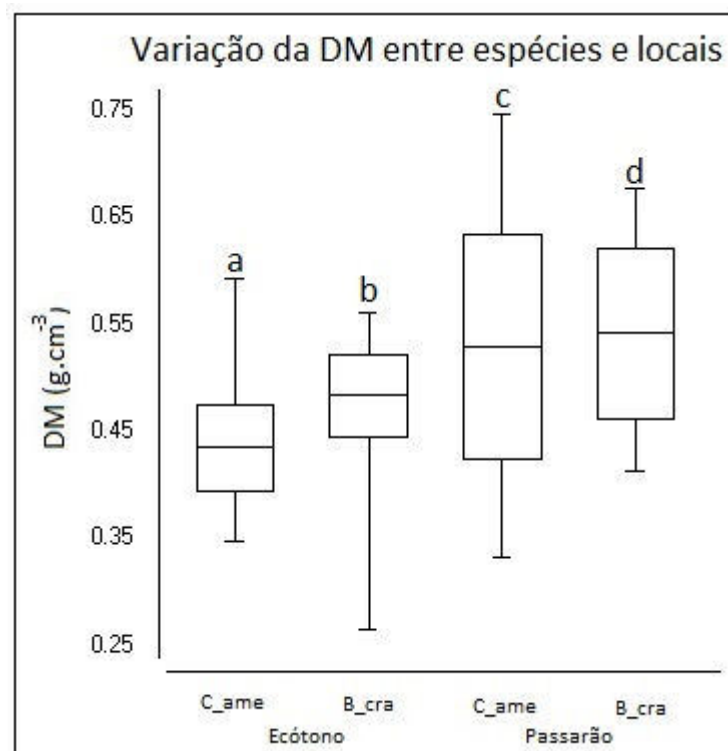


Figura 5: Variação da DM das plantas do estudo. C_ame = *C. americana* e B_cra = *B. crassifolia*. a e b corresponde a diferença através do teste estatístico Kruskal-Wallis e Student-Newman-Keuls

O valor médio geral (0,498 g.cm⁻³) corroboram com a faixa de densidade encontrada por Oliveira et. al. (2012) para os cerradões e cerrados típicos de Minas Gerais, por Jati et. al. (2014) para as savanas de Roraima, por Barbosa e Ferreira (2004) em árvores e arbustos de Campinas e Campinaranas em Roraima e por Barbosa e Fearnside (2004) com plantas lenhosas do lavrado.

Esses resultados demonstram que existem variáveis ambientais que predispõem padrões de densidade da madeira, haja vista as mudanças ambientais pertinentes a cada ambiente; demonstrando que o fator regionalidade deve ser uma variável importante a ser analisada nos trabalhos de cunhos ecológicos da densidade da madeira, a fim de gerar um refinamento adequado e aumentar as previsões de carbono

assimilados pelas plantas bem como de acúmulo de biomassa por esses vegetais.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Densidade da Madeira difere significativamente, tanto entre as espécies mais abundantes do lavrado (*Curatella americana* e *Byrsonima crassifolia*) quanto em relação à distribuição geográfica dos espécimes ao longo do lavrado, sendo essa variação estabelecida provavelmente por alterações do regime de chuva e de tipo de solo associado às plantas.

Acredita-se ainda que outros fatores ambientais nesses locais podem levar a essa variação da densidade da madeira das espécies aqui estudadas e outras espécies do lavrado. Por esse motivo, sugere-se que trabalhos futuros possam investigar quais os fatores ambientais desenvolvem respostas mais relevantes à variação da densidade da madeira.

AGRADECIMENTOS

As faculdades Cathedral em Boa Vista por ceder seu laboratório de biologia para uso dos equipamentos necessários para as coletas e tratamentos laboratoriais apropriados ao cálculo da densidade da madeira dos discos amostrais coletados em campo.

REFERÊNCIAS

- 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.* v. 10, p: 545-562. 2004.
- BARBOSA, R.I.; BARCELAR-LIMA, C.G. **Notas sobre a diversidade de plantas e fitofisionomias em Roraima através do banco de dados do herbário INPA.** *Amazônia: Ciência. & Desenvolvimento.* v. 4, n. 7, p: 131-154. 2008
- 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.; FEARNESIDE, P.M. **The "Lavrados" of Roraima: biodiversity and conservation of Brazil's Amazonian savannas.** *Functional Ecosystems and Communities.* v. 1, p: 29-41. 2007.
- BARBOSA, R.I.; FEARNESIDE, P.M. **Wood density of trees in open savannas of the Brazilian Amazon.** *Forest Ecology and Management.* v. 199, p: 115-123. 2004.
- BARBOSA, R.I.; FERREIRA, C.A.C. **Densidade básica da madeira de um ecossistema de campina em Roraima, Amazônia brasileira.** *Acta Amazônica.* n 34, p: 587-591. 2004
- 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 Botânica 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, 557pp. 2007.

BUCCI S.J.; GOLDSTEIN G.; MEINZER FC.; FRANCO AC.; CAMPANELLO P.; SCHOLS FG. **Mechanisms contributing to seasonal homeostasis of minimum leafwater potential and predawn disequilibrium between soil and plants in Neotropical savanna trees.** *Trees*. v.19, p. 296-304. 2005.

CHAVE, J.; MULLER-LANDAU, H.C.; BAKER, T.R.; EASDALE, T.A.; STEEGE, H.T.; WEBB, C.O. **Regional and phylogenetic variation of wood density across 2456 Neotropical tree species.** *Ecological Applications*. n 16, p: 2356–2367. 2006.

FEARNSIDE, P.M. **Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle.** *Acta Amazônica*. v. 36, n. 3, p: 395 – 400. 2006.

FEARNSIDE, P.M. **Wood density for estimating forest biomass in Brazilian Amazonia.** *Forest Ecology and Management*. n 90, 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, 93pp. 2006.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. **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.; FEARNSIDE, P. M; BARBOSA, R. I. **Densidade da madeira de árvores em savanas do norte da Amazônia brasileira.** *Acta Amazônica*. v. 44, n. 1, p: 79-86. 2014.

KEMENES, A. **Mudança de Clima e Geração de Energia.** *Ciência Hoje*. v. 50, p. 36-41. 2012

KEMENES, A.; FORSBERG, B.R.; MELACK, J.M. **Methane release below a tropical hydroelectric dam.** *Geophysical Research Letters*. v. 34, p. 1-5. 2007.

MIRANDA, I.S.; ABSY, M.L.; REBÊLO, G.H. **Community structure of woody plants of Roraima savannahs, 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, p: 20-32. 2004.

NOGUEIRA, E.M.; FEARNSIDE, P.M.; NELSON, B.W. **Normalization of wood density in biomass estimates of Amazon forests.** *Forest Ecology and Management*. v. 256, p: 990-996. 2008.

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*. n 248, p: 119-135. 2007.

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.

SANTOS, G. M.; ALEXANDRE, A.; PRIOR, C. A. **From radiocarbon analysis to interpretation: A comment on "Phytolith Radiocarbon Dating in Archaeological and Paleocological Research: A**

Case Study of Phytoliths from Modern Neotropical Plants and a Review of the Previous Dating Evidence". *Journal of Archaeological Science*. 2016.

SARMIENTO, C.; PATINO, S.; PAINE, C.E.; BEAUCHENE, J.; THIBAUT, A.; BARALOTO, C. **Within-individual variation of trunk and branch xylem density in tropical trees.** *American Journal of Botany*. v. 98, p: 140-149. 2011.

SWENSON, N.G.; ENQUIST, B.J. **Ecological and evolutionary determinants of a key plant functional traits: wood density and its community-wide variation across latitude and elevation.** *American Journal of Botany*. v. 94, p: 451-459. 2007.

WIEMANN, M.C.; WILLIAMSON, G.B. **Extreme radial changes in wood specific gravity in some tropical pioneers.** *Wood and Fiber Science*. v. 20, p: 344-349. 1988.

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. **Age-dependent radial increases in wood specific gravity of tropical pioneers in Costa Rica.** *Biotropica*. v. 42, p: 590-597. 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, p: 255-268. 2006.

WOODCOCK, D.W. **Wood specific gravity of trees and forest type in the southern Peruvian Amazon.** *Acta Amazonica*. v. 30, p: 589-599. 2000.