



Biomassa e nutrientes na parte aérea de espécies arbóreas da Caatinga, Rio Grande do Norte

Erick Daniel Gomes da SILVA^{1*}, Allyson Rocha ALVES¹, Alan Cauê de HOLANDA¹, Romário Mendes BEZERRA¹, Arthur Santos MAGALHÃES¹

¹ Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN, Brasil.

*E-mail: erickufersa@gmail.com

(ORCID: 0000-0003-0968-1116; 0000-0002-5066-4900; 0000-0003-1408-0075; 0000-0003-4215-5310; 0000-0001-5369-4374)

Recebido em 19/10/2021; Aceito em 21/02/2022; Publicado em 26/03/2022.

RESUMO: Objetivou-se nesse trabalho quantificar a biomassa aérea, os teores de nutrientes NPK e estimar o estoque de carbono de espécies nativas da Caatinga, no município de Upanema (RN). Para seleção das espécies avaliadas foi realizado um inventário florestal na área, utilizando unidades amostrais de 400 m², nas quais todos os indivíduos com CAP ≥ 6 cm foram mensurados e, baseado nas informações encontradas, foram selecionadas as espécies. Para a quantificação da biomassa foi utilizado o método destrutivo, onde foram abatidos e seccionados 15 indivíduos de cada espécie. Foram quantificados e pesados, individualmente, os componentes fuste, galhos e folhas. Foram coletadas amostras para realização das análises químicas em laboratório. Os valores médios de biomassa total e carbono por indivíduo arbóreo foram estimados em 26,6 e 13,3 (kg arv⁻¹) na *Mimosa tenuiflora*, 22,4 e 11,2 (kg arv⁻¹) na *Cenostigma pyramidale* e 25,8 e 12,9 (kg arv⁻¹) na *Cordia glazioviana*. A alocação de biomassa seguiu a ordem fuste > galhos > folhas. Os teores de nutrientes obedeceram a sequência N>K>P para todas as classes, exceto *C. pyramidale*. Cada hectare da área avaliada fixou 7,42 Mg⁻¹ de carbono atmosférico e 0,107; 0,011; 0,014 (Mg⁻¹) de NPK, respectivamente. A área apresentou característica de Savana Estépica Arborizada.

Palavras-chave: floresta seca; Chapada do Apodi; ciclo biogeoquímico.

Biomass above-ground and nutrients in caatinga arboreal species, Rio Grande do Norte

ABSTRACT: The objective of this work was to quantify the aboveground biomass, the NPK nutrient contents and estimate the carbon stock of native species from the Caatinga, in the municipality of Upanema (RN). To select the species evaluated, a forest inventory was carried out in the area, using sampling units of 400 m², in which all individuals with CAP ≥ 6 cm were measured and, based on the information found, the species were selected. For biomass quantification, the destructive method was used, where 15 individuals of each species were slaughtered and sectioned. The stem, branches and leaves components were individually quantified and weighed. Samples were collected to carry out chemical analyzes in the laboratory. The mean values of total biomass and carbon per individual tree were estimated at 26.6 and 13.3 (kg arv⁻¹) in *Mimosa tenuiflora*; 22.4 and 11.2 (kg arv⁻¹) in *Cenostigma pyramidale* and 25.8 and 12.9 (kg arv⁻¹) in *Cordia glazioviana*. Biomass allocation followed the order stem > branches > leaves. Nutrient contents followed the sequence N>K>P for all classes, except *C. pyramidale*. Each hectare of the evaluated area fixed 7.42 Mg⁻¹ of atmospheric carbon and 0.107; 0.011; 0.014 (Mg⁻¹) of NPK, respectively. The area presented characteristic of a wooded Steppe Savannah.

Keywords: dry Forest; Chapada do Apodi; biogeochemical cycle.

1. INTRODUÇÃO

A Caatinga é uma formação florestal que abrange 844.453 km², o equivalente a pouco mais da metade da Região Nordeste do país e de aproximadamente 11% do território brasileiro (IBGE 2014). No Estado do Rio Grande do Norte, o Bioma corresponde a aproximadamente 95% do território estadual (IBGE, 2004). Ainda que possua incontestável relevância socioambiental e econômica, a Caatinga tem sido degradada por séculos de exploração, com maior intensidade nos últimos anos. As atividades agropecuárias, queimadas ilegais e o uso ilegal da lenha como energia, exercem

imensurável pressão sobre a vegetação, fauna, recursos hídricos e solos (PAREYN, 2010; BRAND, 2017).

A gestão dos recursos florestais é primordial à continuidade dos serviços ecológicos, principalmente na Caatinga, considerada a região semiárida mais povoada do mundo (IBGE, 2014) e a menos ecologicamente protegida do Brasil (MMA, 2012; KILL; PORTO, 2019). Portanto, quantificar a biomassa possibilita obter conhecimento sobre a vegetação como sua contribuição para o estoque de carbono, suas utilidades e limitações de usos (CHATURVEDI; RAGHUBANSHI, 2013), além de

possibilitar o armazenamento de informações indispensáveis ao licenciamento de quaisquer atividades de impacto sobre o bioma (LIMA et al., 2016).

O processo de quantificação da biomassa da parte aérea de espécies florestais consiste na estimativa da massa de vegetação acima do solo por técnicas diretas e indiretas. O método direto exige o abate do indivíduo arbóreo, seu seccionamento e a pesagem dos componentes *in loco*, acompanhado da coleta de amostras para posterior determinação dos valores de massa seca em procedimentos laboratoriais. O método indireto requer informações apenas das características diretamente mensuráveis (diâmetro de fuste, altura) para obtenção da volumetria e ajuste de modelos matemáticos (SOARES et al., 2011; HIGA et al., 2014).

Pesquisas sobre esse tema na região ainda são escassas, isoladas e superficiais. Todavia, o desenvolvimento de metodologias voltadas à obtenção precisa de informações e sua pronta disponibilização aos mais variados agentes interessados, podem ser ferramentas muito úteis na avaliação deste ecossistema florestal quanto à sua conversão de energia e ciclagem de nutrientes, sequestro de carbono atmosférico, manutenção dos serviços ambientais, possibilitando soluções para o uso mais racional dos recursos (DRUMOND et al., 200; BEHLING et al., 2014).

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi quantificar a biomassa aérea, os teores de nutrientes Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K) e estimar o estoque de carbono em três espécies nativas da Caatinga, no município de Upanema (RN).

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em uma área de vegetação nativa de caatinga sob manejo florestal, localizada na propriedade particular intitulada Fazenda Baixa da Oiticica, zona rural de Upanema-RN, situada entre as coordenadas geográficas 5°29'58,20" S e 37°20'28,80" O, com aproximadamente 363 ha de área manejada.

O clima predominante na região, segundo o sistema internacional de classificação de Köppen (1936), é semiárido do tipo Bsw'h, seco, muito quente, com a estação chuvosa concentrada entre os meses de março e maio e a estação seca perdura de 8 a 9 meses, apresentando regimes de chuvas irregulares, com média anual de precipitação aproximada de 653 mm. A temperatura média anual é na faixa de 27,5°C e a umidade relativa do ar é de 70% (CLIMATE-DATE.ORG, 2017).

Para esse estudo foi utilizada uma área com aproximadamente 43 ha. Onde foi realizado um inventário florestal utilizando a metodologia de amostragem aleatória simples proposta por Soares et al. (2011), no qual foram alocadas 15 unidades amostrais de 400 m² (20 m x 20 m), totalizando 6.000 m² de área amostrada. Dentro das unidades amostrais, todos os indivíduos com CAP ≥ 6 cm foram mensurados, e coletadas as informações dendrométricas (altura e o diâmetro a altura do peito), e posteriormente calculados todos parâmetros fitossociológicos do inventário florestal utilizando software Mata Nativa (CIENTEC, 2010). As espécies foram reconhecidas *in loco*, pelo nome popular, tendo por base os aspectos dendrológicos e também foi coletado material botânico para posterior identificação botânica em herbário.

Com base nas informações obtidas no inventário florestal, foram selecionadas as três espécies de maior valor de importância na área, para serem realizados a quantificação da biomassa/carbono e a determinação dos teores de NPK na parte aéreas dessas espécies.

Para escolha dos indivíduos no campo foram selecionados 45 indivíduos arbóreos, compreendendo 15 árvores de cada espécie, distribuídas em 5 classes de diâmetro (3 indivíduos por classe) com intervalos de 6 cm de amplitude (Tabela 1). A escolha dos indivíduos amostrais ocorreu de forma aleatória, evitando-se plantas parcialmente cortadas, queimadas e tombadas, espaçados entre si pela distância mínima de 50 m.

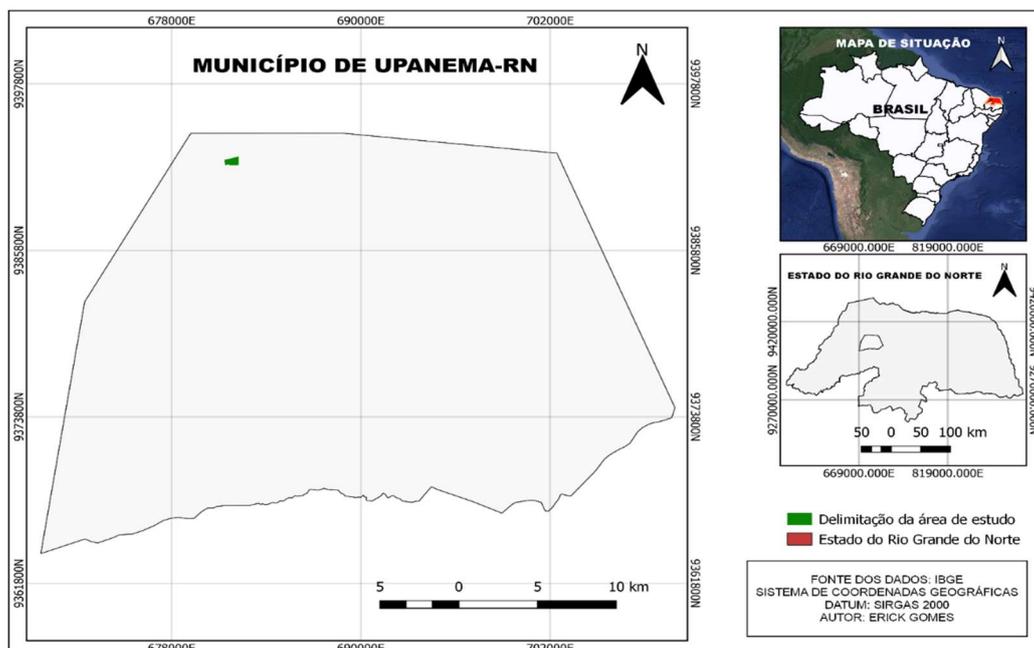


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo, em Upanema, Rio Grande do Norte.
Figure 1. Location map of the study area, in Upanema, Rio Grande do Norte.

Tabela 1. Classes de circunferência utilizadas no estudo em área de Caatinga arbórea-arbustiva, no município de Upanema, RN, Brasil.
Table 1. Circumference classes used in the study in an area of arboreal-shrubby Caatinga, in the municipality of Upanema, RN, Brazil.

Classes de CAP (cm)	Amplitude de classes (cm)
I	6,00 – 11,99
II	12,00 – 17,99
III	18,00 – 23,99
IV	24,00 – 29,99
V	> 30,00

Os 45 indivíduos arbóreos amostrados foram abatidos e processados e cada compartimento da parte aérea (fuste, galhos e folhas) foi pesado individualmente, e em seguida foram coletadas amostras de cerca (100 g a 200 g) para determinação da massa seca dos componentes e realização das análises químicas. O processo de secagem foi realizado em estufa de circulação forçada de ar a 65 ± 2 °C. A biomassa seca dos componentes arbóreos foi estimada através da relação da massa fresca e massa seca das amostras (Equação 1), conforme Soares et al, 2011. Para a obtenção do peso da biomassa seca de todos os componentes da parte aérea foram somados o peso total de cada fração e o peso das respectivas amostras úmidas recolhidas no campo. Toda a coleta de material em campo foi executada no período onde as copas das árvores estavam bem folhadas.

$$BS = \frac{Pu(c) \cdot Ps(a)}{Pu(a)} \quad (01)$$

em que: BS é a biomassa total (kg); Pu (c) é o peso úmido total no campo (kg); Ps (a) é o Peso seco da amostra (kg) e Pu (a) é o Peso úmido da amostra (kg).

Para a conversão de biomassa em carbono foi aplicada a equação abaixo, de acordo com Soares et al. (2011).

$$C = B * 0,5 \quad (02)$$

Tabela 2. Médias de biomassa e carbono por indivíduo, por componentes da parte aérea das espécies selecionadas em uma área de Caatinga arbórea-arbustiva, no município de Upanema, Rio Grande do Norte.

Table 2. Biomass and carbon averages per individual, by components of the aerial part of the selected species in an area of arboreal-shrubby Caatinga, in the municipality of Upanema, Rio Grande do Norte.

Componentes	Biomassa (kg arv ⁻¹)				Biomassa %	Carbono kg arv ⁻¹
	Média	S	Máximo	Mínimo		
Folhas	1,21	0,62	2,38	0,06	4,85	0,61
Galhos	8,84	4,01	17,40	0,00	35,48	4,42
Fuste + casca	14,87	11,1	46,45	0,38	59,67	7,44
Total	24,92	15,73	63,8	0,84	100,00	12,2

S = Desvio padrão

A massa foliar entre as espécies variou de 0,06 kg arv⁻¹ a 2,38 kg.arv⁻¹, com valor médio que representa 4,85 % do total da biomassa acima do solo (Tabela 3). A espécie *Cordia glazioviana* apresentou o maior peso médio de biomassa lenhosa para o componente fuste e o menor para os galhos, enquanto que a *Mimosa tenuiflora* teve a maior participação dos componentes galhos e folhas, se comparadas às demais (Tabela 3).

Os valores de massa seca calculados por indivíduo variaram entre 0,84 kg a 63,8 kg e quanto às médias de biomassa total, a *Cenostigma pyramidale* apresentou o menor

em que: C é o carbono estocado; B é a biomassa total e a constante 0,5 é o índice médio de carbono estimado na madeira.

As determinações dos macronutrientes N, P e K nas folhas, galhos, cascas e fuste foram realizadas segundo a metodologia descrita por Silva (2008). Os extratos da matéria seca para análise de P e K foram obtidas através da digestão úmida usando-se HNO₃:HCl na proporção (2:1) e o N foi obtido através da digestão sulfúrica usada na extração de matéria seca. Os teores de fósforo (P) foram analisados por colorimetria com UV-Vis em 420 nm. O potássio (K) foi determinado pela técnica de fotometria de emissão de chama. O nitrogênio foi determinado pelo método de semi-micro-Kjeldahl (MALAVOLTA,1997).

Para a determinação do conteúdo de nutrientes foram multiplicadas as concentrações médias dos nutrientes dos componentes pelos respectivos valores médios de biomassa seca.

Para análise dos dados foi feita estatística descritiva e os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para diagnóstico de efeito significativo. As médias foram discriminadas, quando necessário, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, sendo realizados esses procedimentos com o auxílio do programa estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011).

3. RESULTADOS

No inventário florestal realizado na área de estudo, as espécies que se apresentaram com maior importância ecológica foram: catingueira (*Cenostigma pyramidale* (Tull.) L. P. Queiroz) com densidade absoluta de 282,0 ind ha⁻¹, pau branco louro (*Cordia glazioviana* (Allemão) Taub.) com densidade absoluta de 158,3 ind.ha⁻¹ e jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir) com densidade absoluta de 155,0 ind.ha⁻¹.

Quanto à biomassa seca total em função das três espécies amostradas, o valor foi estimado em 14,83 Mg ha⁻¹ (24,92 kg arv⁻¹) como pode ser observado na Tabela 2, o que equivale a aproximadamente 7,42 Mg ha⁻¹ de carbono estocado.

valor (22,40 kg.arv⁻¹) e a *Mimosa tenuiflora* obteve o maior (26,58 kg.arv⁻¹), como expresso na Tabela 3. O estoque total de biomassa avaliado sofreu moderada variabilidade entre as árvores, o que gerou o desvio padrão da média de 15,73 kg.arv⁻¹, conforme apresentado anteriormente (Tabela 2).

O aumento em média das alturas totais variou entre os valores (3,9 ± 0,3 a 6,2 ± 1,6 m) atingiu estabilidade entre as classes IV e V e as médias de área de projeção da copa (APC) aumentaram cerca de quatro vezes (2,2 ± 1,0 a 8,7 ± 1,3 m²), tendendo também à estabilidade nas últimas classes. A média de biomassa seca cresceu cerca de 20 vezes (2,9 ± 0,4 a 57,0

± 11,8 kg) da menor classe à maior, refletindo o mesmo efeito na quantidade de carbono estocado por estarem diretamente relacionados.

As frações galhos e fuste aportaram o maior somatório de nutrientes (Tabela 5). A quantidade total de N, P e K no fragmento florestal (43 ha) foi respectivamente 4,59 Mg, 0,48 Mg e 0,61 Mg.

A ordem de concentração de nutrientes nas espécies (Tabela 6), de modo geral, obedeceu a sequência: N > K > P, em todos os componentes, exceto para *Cenostigma pyramidale*. O compartimento folhas aportou a maior concentração desses macronutrientes, na sequência N>P>K, enquanto que na fração fuste foram observadas as menores concentrações.

De maneira geral, a quantidade de P avaliada nas três espécies foi a menor em comparação ao N e K. Para todos os nutrientes entre as espécies e os compartimentos da parte aérea não houve interação significativa (Tabela 6).

A análise da variância para os teores de nutrientes N, P e K, para as classes e para os componentes da biomassa acima do solo para as três espécies avaliadas não indicou interação significativa (P>0,05). Para os nutrientes entre as espécies e entre as classes de circunferência (Tabela 7) não foi observada interação significativa.

Tabela 5. Quantitativo dos nutrientes (NPK) nos componentes da parte aérea das espécies selecionadas em área de Caatinga arbórea-arbustiva, no município de Upanema, Rio Grande do Norte.

Table 5. Quantitative of nutrients (NPK) in the aerial part components of the selected species in an area of arboreal-shrubby Caatinga, in the municipality of Upanema, Rio Grande do Norte.

Compartimento	Nutrientes (kg ha ⁻¹)		
	N	P	K
Folhas	13,97	0,94	2,23
Galhos	46,64	4,24	6,89
Fuste	46,12	5,98	5,12
Total	106,73	11,16	14,24

Tabela 3. Biomassa média por espécie, por componente (kg arv⁻¹) das espécies selecionadas em área de Caatinga arbórea-arbustiva, no município de Upanema, Rio Grande do Norte.

Table 3. Average biomass per species, per component (kg arv⁻¹) of selected species in an area of arboreal-shrubby Caatinga, in the municipality of Upanema, Rio Grande do Norte.

Família	Espécie	Biomassa (kg arv ⁻¹)						
		Fuste		Galhos		Folhas		Total
		Peso	%	Peso	%	Peso	%	
Fabaceae	<i>Mimosa tenuiflora</i> (Will) Poir	15,03	56,55	10,0	37,62	1,55	5,83	26,58
Boraginaceae	<i>Cordia glazioviana</i> (Fr. All.) Taub.	17,18	66,67	7,58	29,41	1,01	3,92	25,77
Fabaceae	<i>Cenostigma pyramidale</i> (Tul.) Gagnon e GP Lewis	12,38	55,27	8,91	39,78	1,11	4,96	22,40

Fuste = fuste com casca. Médias de 15 indivíduos/espécie.

Tabela 4. Valores médios estimados de área seccional na base (gB, cm²), área seccional no peito (gP, cm²), altura total (HT, m), altura comercial (HC, m), área de projeção da copa (APC, m²), biomassa da parte aérea (B, kg), conteúdo de carbono (C, kg) das espécies selecionadas em área de Caatinga arbórea-arbustiva, no município de Upanema, Rio Grande do Norte.

Table 4. Estimated mean values of sectional area at the base (gB, cm²), sectional area at the chest (gP, cm²), total height (HT, m), commercial height (HC, m), canopy projection area (APC, m²), aboveground biomass (B, kg), carbon content (C, kg) of selected species in an area of arboreal-shrubby Caatinga, in the municipality of Upanema, Rio Grande do Norte.

(CAP*)	gB	gP	HT	HC	APC	B	C
I	8,4 ± 1,4	6,1 ± 0,4	3,9 ± 0,3	2,7 ± 0,5	2,2 ± 1,0	2,9 ± 0,4	1,4 ± 0,2
II	30,2 ± 2,3	19,0 ± 0,7	5,0 ± 1,3	3,8 ± 1,2	4,7 ± 2,1	10,5 ± 1,4	5,3 ± 0,7
III	48,6 ± 0,9	35,7 ± 0,8	5,6 ± 0,9	3,9 ± 1,1	6,1 ± 2,0	19,3 ± 1,6	9,4 ± 0,8
IV	73,2 ± 4,4	57,3 ± 3,6	6,1 ± 0,6	4,5 ± 1,1	8,3 ± 1,5	34,8 ± 2,9	17,4 ± 1,5
V	129,7 ± 17,0	105 ± 17,5	6,2 ± 1,6	4,9 ± 1,6	8,7 ± 1,3	57,0 ± 11,8	28,5 ± 5,9

Tabela 6. Teores médios dos nutrientes nos componentes da parte aérea das espécies selecionadas em área de Caatinga arbórea-arbustiva, no município de Upanema, Rio Grande do Norte.

Table 6. Mean nutrient contents in the aerial part components of the selected species in an area of arboreal-shrubby Caatinga, in the municipality of Upanema, Rio Grande do Norte.

Espécies	Componentes da Parte Aérea				
	Folhas	Galhos	Casca	Fuste	Total
	Nitrogênio (g kg ⁻¹)				
<i>Cordia glazioviana</i>	9,0 ± 1,2	2,7 ± 0,3	5,2 ± 1,0	1,4 ± 0,5	18,3 ± 3,0
<i>Mimosa tenuiflora</i>	5,8 ± 1,1	3,0 ± 0,5	3,6 ± 0,8	2,0 ± 0,7	14,4 ± 1,5
<i>Cenostigma pyramidale</i>	4,6 ± 2,5	3,1 ± 1,0	2,0 ± 0,2	2,0 ± 0,6	11,7 ± 1,7
	Fósforo (g kg ⁻¹)				
<i>Cordia glazioviana</i>	0,3 ± 0,2	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,0	1,0 ± 0,1
<i>Mimosa tenuiflora</i>	0,4 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	1,0 ± 0,1
<i>Cenostigma pyramidale</i>	0,6 ± 0,1	0,4 ± 0,1	0,4 ± 0,1	0,3 ± 0,1	1,7 ± 0,1
	Potássio (g kg ⁻¹)				
<i>Cordia glazioviana</i>	1,8 ± 0,3	0,7 ± 0,2	1,0 ± 0,3	0,3 ± 0,1	3,5 ± 0,6
<i>Mimosa tenuiflora</i>	0,7 ± 0,1	0,3 ± 0,0	0,4 ± 0,1	0,2 ± 0,1	1,6 ± 0,2
<i>Cenostigma pyramidale</i>	0,6 ± 0,1	0,3 ± 0,1	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0	1,2 ± 0,2

Tabela 7. Teores médios dos nutrientes na biomassa da parte aérea, por classe, das espécies selecionadas, em área de Caatinga arbórea-arbustiva, em Upanema, Rio Grande do Norte.

Table 7. Mean nutrient contents in aboveground biomass, by class, of selected species, in an area of arboreal-shrubby Caatinga, in Upanema, Rio Grande do Norte.

Espécies	Classes de CAP (cm)				
	I	II	III	IV	V
	Nitrogênio (g kg ⁻¹)				
<i>Cordia glazioviana</i>	4,9 ± 3,2	4,6 ± 3,2	4,5 ± 3,0	4,5 ± 3,0	4,5 ± 3,0
<i>Mimosa tenuiflora</i>	3,5 ± 1,7	3,4 ± 1,0	3,2 ± 1,6	3,8 ± 2,1	4,1 ± 1,4
<i>Cenostigma pyramidale</i>	3,6 ± 1,5	2,9 ± 1,7	2,8 ± 0,7	2,8 ± 1,8	3,6 ± 2,2
	Fósforo (g kg ⁻¹)				
<i>Cordia glazioviana</i>	0,4 ± 0,1	0,3 ± 0,1	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0
<i>Mimosa tenuiflora</i>	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,1
<i>Cenostigma pyramidale</i>	0,5 ± 0,1	0,5 ± 0,2	0,4 ± 0,1	0,4 ± 0,1	0,5 ± 0,1
	Potássio (g kg ⁻¹)				
<i>Cordia glazioviana</i>	1,2 ± 0,7	1,0 ± 0,7	0,8 ± 0,6	0,9 ± 0,6	1,0 ± 0,6
<i>Mimosa tenuiflora</i>	0,4 ± 0,2	0,4 ± 0,2	0,5 ± 0,3	0,4 ± 0,2	0,3 ± 0,2
<i>Cenostigma pyramidale</i>	0,4 ± 0,2	0,3 ± 0,2	0,3 ± 0,2	0,3 ± 0,2	0,3 ± 0,2

4. DISCUSSÃO

Mimosa tenuiflora na área dessa pesquisa se deve às suas amplas ocorrências em áreas de caatinga, compondo os estágios iniciais e intermediários de sucessão ecológica, estando elas destacadas com abundância na maioria dos trabalhos de florística e fitossociologia desse bioma (VASCONCELOS et al., 2017; DARIO, 2017; MARQUES et al., 2020). Já a espécie *Cordia glazioviana*, apresentou alta densidade neste estudo, pois possui ampla distribuição geográfica na Chapada do Apodi nos estados do Ceará e Rio Grande do Norte (MELO, 2018).

O valor total de biomassa quantificada nesse estudo foi inferior aos verificados por Amorim et al. (2005) em área de caatinga arbustiva-arbórea do Seridó potiguar, que avaliou 15 espécies (25,07 Mg ha⁻¹) e por Virgens et al. (2017) em área de caatinga arbórea na Bahia, para 9 espécies (29,2 Mg ha⁻¹), mas foi aproximado ao quantitativo obtido por Alves (2012) pesquisando em área savana estépica arborizada no semiárido pernambucano sobre 5 espécies florestais (13,1 Mg ha⁻¹). A diferença de ambiente pode influenciar no porte da vegetação, assim como os usos da lenha pelas comunidades locais, no entanto, observa-se na literatura pertinente que as espécies com maior valor de importância são responsáveis pela maior porcentagem do total de biomassa numa determinada área.

Em relação ao valor médio de biomassa por indivíduo, houve similaridade com os encontrados por Virgens et al. (2017) e por Alves (2012) em área preservada de caatinga (28,7 kg.arv⁻¹), porém foi muito acima dos obtidos por Amorim (2005) que calculou a média de 7,7 kg.arv⁻¹. Essa diferença pode ser explicada pelo número de espécies avaliadas em cada estudo e pelo número de indivíduos/hectare observados.

A presença majoritária do total de biomassa nos componentes fuste e galhos se justifica por essas frações armazenarem a maior parte do carbono fixado, para exercer a função de sustentação da planta e da copa (BRIANEZI et al., 2013; VERES et al., 2019). O padrão de aporte de biomassa fuste>galhos>folhas ocorre em espécies nativas da Caatinga e, nesse caso, os indivíduos amostrados não possuíam bifurcações abaixo de 1,30 m a partir do nível do solo, fator que reduz possíveis ramificações. Contudo, estudos demonstraram a ordem galhos>fuste>folhas, e

diversos fatores estão relacionados a isso, sendo os mais comuns: ambiente, estágio de sucessão, pluviometria e espacialização dos indivíduos. (FARIAS et al., 2016; LIMA JUNIOR et al., 2014). Já a menor contribuição da fração folhas no total da biomassa corrobora com os percentuais verificados por Virgens et al. (2017), e atestam que no momento de realização deste estudo a vegetação estava com níveis ótimos de folhamento.

A variação dos valores de biomassa acumulada entre as classes e entre as espécies ocorreu de forma natural e pode estar relacionada à idade dos indivíduos arbóreos, à densidade específica da madeira, defeitos como fuste oco, e ao porte das árvores. Essas oscilações são reduzidas quando os valores são avaliados dentro das classes (VOGEL et al., 2006).

Sobre a estrutura da vegetação, conforme Andrade e Lima (1981), o ambiente pode ser classificado Caatinga arbóreo-arbustiva, já que alguns indivíduos ultrapassam os 5 m. No entanto, a média das alturas das plantas (5,3 m) enquadra-se na classificação de vegetação de caatinga do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE como Savana Estépica Florestada, composta de vegetação de média densidade, com a presença de espinhos e acúleos, onde a maioria das espécies são decíduas na estação de escassez hídrica, com alguns indivíduos ultrapassando os 7,0 metros de altura (IBGE, 1992). Todavia, a vegetação da área pesquisada é alterada constantemente, sobretudo para a extração das espécies abordadas, principalmente os indivíduos de maior porte.

Quanto à concentração de nutrientes nos componentes arbóreos, a sequência N>K>P foi observada em diversos estudos sobre nutrientes na parte aérea de espécies nativas da caatinga (MEDEIROS et al., 2008; ALVES, 2012). As maiores concentrações desses nutrientes nos órgãos vegetativos e de condução pode ser explicado pelo fato das folhas serem os órgãos responsáveis pelos processos metabólicos das árvores (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Vale destacar que na exploração dos recursos florestais o componente folhas é comumente o material mais deixado nas áreas exploradas, já que possui baixo ou nenhum valor agregado, sendo também o componente florestal mais prontamente disponível aos processos de compostagem e mineralização, de proteção do solo e abrigo biológico. Em

contrapartida, as folhas são muitas vezes, o maior alvo de incêndios.

A menor concentração de P nos compartimentos pode estar relacionada aos baixos níveis de fósforo nos solos da Caatinga, assim como a complexidade na absorção desse nutriente por muitas espécies vegetais (TAIZ; ZEIGER, 2013).

5. CONCLUSÕES

A biomassa seca total quantificada nas espécies estudadas foi de 14,83 Mg ha⁻¹, e com pouca ocorrência de indivíduos de maiores diâmetros, a área apresenta padrão de vegetação bastante alterado pelas atividades antrópicas.

O carbono fixado na biomassa das espécies estudadas foi de aproximadamente 7,42 Mg ha⁻¹ e na área total do fragmento florestal de 319,1 Mg, podendo esse valor está muito aquém da realidade, caso a área fosse conservada.

Quanto aos nutrientes NPK, as espécies estudadas, chegam a armazenar aproximadamente 132 kg ha⁻¹ de NPK.

Diante dessas informações nutricionais, recomenda-se durante o processo de exploração, otimizar o uso dos componentes vegetais extraídos e não queimar os restos florestais explorados, para que os nutrientes contidos nos componentes sejam disponibilizados de volta ao solo, com isso, contribuindo para a manutenção do ecossistema.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à UFERSA - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN, pela logística disponibilizada para a execução das pesquisas e à CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pelo apoio financeiro através de bolsa de estudo.

7. REFERÊNCIAS

ALVES, A. R. **Quantificação de biomassa e ciclagem de nutrientes em áreas de vegetação de caatinga no município de Floresta, Pernambuco**. 116f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2011.

AMORIM, I. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAÚJO, E. L. Flora e estrutura da vegetação arbustiva-arbórea de uma área de caatinga do Seridó, RN, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 19, n. 3, p. 615-623, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062005000300023>

ANDRADE-LIMA, D. The caatingas dominium. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 4, n. 2, p. 149-153, 1981.

ASSISTAT beta. **Sistema para Análise Estatística. Versão 7.7**. SILVA, F. A. S.; Campina Grande: DEAG-CTRN-UFCG, 2013.

BEHLING, A.; SANQUETTA, C. R.; CARON, B. O.; SCHIMIDT, D.; ELLI, E. F.; CORTE, A. P. D. Teores de carbono orgânico de três espécies arbóreas em diferentes espaçamentos. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 34, n. 1, p. 13-19, 2014. DOI: <https://doi.org/10.4336/2014.pfb.34.77.562>

BRAND, M. A. Potencial de uso da biomassa florestal da caatinga, sob manejo sustentável, para geração de energia. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 1, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509826452>

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Cadastro Nacional de Unidades de Conservação**. Unidades de conservação por bioma. Brasília, DF, 2012.

BRIANEZI, D.; JACOVINE, L. A. G.; SOARES, C. P. B.; CASTRO, R. V. O.; BASSO, V. M. Equações alométricas para estimativa de carbono em árvores de uma área urbana em Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v. 37, n. 6, p. 1073-1081, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622013000600009>

CHATURVEDI, R. K.; RAGHUBANSHI, A. S. Aboveground biomass estimation of small diameter woody species of tropical dry forest. **New Forests**, v. 44, n. 4, p. 509-519, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1100/2012/790219>

CIENTEC. **Mata Nativa 3**. Manual do usuário. Viçosa, MG, 2010.

CLIMATE-DATE.ORG. **Dados climáticos para cidades mundiais**. 2017. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/rio-grande-do-norte-216/?page=7>>. Acesso em: 02 jun. 2021.

DARIO, F. R. Estudo fitossociológico de uma área de caatinga em estágio inicial de sucessão ecológica no estado da Paraíba, Brasil. **Revista Geotemas**, v. 7, n. 1, p. 71-83, 2017.

DRUMOND, M. A.; PIRES, I. E.; OLIVEIRA, V. R.; OLIVEIRA, A. R. ALVAREZ, I. A. Produção e distribuição de biomassa de espécies arbóreas no semiárido brasileiro. **Revista Árvore**, v. 32, n. 4, p. 665-669, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622008000400007>

FARIAS, S. G. G.; RODAL, M. J. N.; MELO, A. L. D.; SILVA, M. A. M.; LIMA, A. L. A. D. Fisionomia e estrutura de vegetação de caatinga em diferentes ambientes em Serra talhada-Pernambuco. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 2, p. 435-448, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509822745>

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer statistical analysis system. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>

HIGA, R. C. V.; CARDOSO, D. J.; ANDRADE, G. D. C.; ZANATTA, J. A.; ROSSI, L. M. B.; PULROLNIK, K.; SALIS, S. D. **Protocolo de medição e estimativa de biomassa e carbono florestal dados eletrônicos**. Colombo: Embrapa Florestas, 2014. 89p. (Documentos, 266)

IBGE_Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Série manuais técnicos em geociências, n. 1. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. 92p.

IBGE_Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Território**. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. Disponível em: ><https://brasilemsintese.ibge.gov.br/territorio.html><. Acesso em: 16. jun. 2021

IBGE_Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Anuário estatístico do Brasil**. vol. 1 (1908/1912). - Rio de Janeiro: IBGE, 1916- v. 2014.

KILL, L. H. P.; PORTO, D. D. Bioma Caatinga: oportunidades e desafios de pesquisa para o desenvolvimento sustentável. In: VILELA, E. F.; CALLEGARO, G. M.; FERNANDES, G. W. (Org.). **Biomass e agricultura: oportunidades e desafios**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciência: FAPEMIG, 2019. p. 65-80.

- KÖPPEN, W. Das geographische system der klimate. In: KÖPPEN, W.; GEIGER, G. (Eds.). **Handbuch der klimatologie**. Gebr: Borntraeger, 1936. p. 1–44
- LIMA, M. C. D.; GARCIA, P. A. B. B.; SANQUETTA, C. R.; NOVAES, A. B. D.; MELO, L. C. D. Biomass and carbon stock from *Pinus caribaea* var. *hondurensis* under homogenous stands in southwest Bahia, Brazil. **Ciência Rural**, v. 46, p. 957-962, 2016. DOI: 10.1590/0103-8478cr20150493.
- LIMA JÚNIOR, C.; ACCIOLY, L. D. O.; GIONGO, V.; LIMA, R. D. A.; SAMPAIO, E. D. S.; MENEZES, R. S. C. Estimativa de biomassa lenhosa da caatinga com uso de equações alométricas e índice de vegetação. **Scientia Forestalis**, v. 42, n. 102, p. 289-298, 2014.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. rev. e atual. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.
- MARQUES, F. J.; CABRAL, A. G. A.; LIMA, C. R.; FRANÇA, P. R. C. Florística e estrutura do componente arbustivo-arbóreo da caatinga nas margens do rio Sucuru em Coxixola, Paraíba: reflexos da antropização. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, p. 20058-20072, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n4-252.
- MEDEIROS, M. L. D.; VITAL, R. V.; TERTULIANO, S. S. X. Avaliação do estado nutricional de dez espécies arbóreas ocorrentes no semiárido Paraibano. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 3, p. 31-39, 2008.
- MELO, J. I. M., PAULINO, R. C.; OLIVEIRA, R. C.; VIEIRA, D. D. Flora of Rio Grande do Norte, Brazil: Boraginales. **Phytotaxa**, v. 357, n. 4, p. 235-260, 2018. DOI: <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.357.4.1>
- PAREYN, F. G. C. Os recursos florestais nativos e a sua gestão no estado de Pernambuco – o papel do manejo florestal sustentável. In: GARIGLIO, M. A. et al. (Org.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. p. 99-112.
- SILVA, G. C.; SAMPAIO, E. V. S. B. Biomassas de partes aéreas em plantas da caatinga. **Revista Árvore**, v. 32, n. 3, p. 567-575, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622008000300017>
- SOARES, C. P. B.; PAULA NETO, F.; SOUZA, A. L. de. **Dendrometria e Inventário Florestal**. 2 ed. Viçosa: Editora UFV, 2011. 272 p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5 ed. Porto Alegre: Artemed, 2013. 954p.
- VASCONCELOS, A. D. M.; HENRIQUES, I. G. N.; SOUZA, M. P.; SANTOS, W. S. de; SANTOS, W. de S.; RAMOS, G. G. Caracterização florística e fitossociológica em área de Caatinga para fins de manejo florestal no município de São Francisco-PI. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 13, n. 4, p. 329-337, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.30969/acsa.v13i4.967>
- VERES, Q. J. I.; WATZLAWICK, L. F.; SILVA, R. A. R. Estimativas de biomassa e carbono em fragmento de floresta estacional semidecidual no oeste do paraná. **BIOFIX Scientific Journal**, v. 5, n. 1, p. 23-31, 2019. <http://dx.doi.org/10.5380/biofix.v5i1.66001>
- VIEIRA, D. D.; PAULINO, R. C.; OLIVEIRA, R. C.; VIEIRA, D. D. Flora of Rio Grande do Norte, Brazil: Boraginales. **Phytotaxa**, v. 357, n. 4, p. 235-260, 2018. DOI: <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.357.4.1>
- VIRGENS, A. P.; GARCIA, P. A. B. B.; PAULA, A.; CARVALHO, F. F. de; ARAGÃO, M. de A.; MONROE, P. H. M. Biomassa de espécies florestais em área de caatinga arbórea. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 37, n. 92, p. 13-19, 2017. DOI: <https://doi.org/10.4336/2017.pfb.37.92.1465>
- VOGEL, H. L. M.; SCHUMACHER, M. V.; TRÜBY, P. Quantificação da biomassa em uma floresta estacional decidual em Itaara. **Ciência Florestal**, v. 16, n. 4, p. 419-425, 2006. DOI: <https://doi.org/10.5902/198050981923>