
QUANTIFICAÇÃO DO ACÚMULO DE BIOMASSA E O ESTOQUE DE CARBONO DE CLONES DE *EUCALYPTUS* SPP. NA CHAPADA DO ARARIPE - PE

JOSÉ WESLEY LIMA SILVA¹
JOSÉ ANTÔNIO ALEIXO DA SILVA²
OUOROU GANNI MARIEL GUERRA³
JOSÉ ALVES TAVARES⁴

¹ Biólogo, MSc em Biometria e Estatística Aplicada, doutorando em Ciências Florestais.

² Engenheiro Agrônomo, PhD em Biometria e Manejo Florestal, Professor Titular da UFRPE, Membro das Academias Pernambucana e Brasileira de Ciência Agronômica.

³ Engenheiro Florestal, Doutor em Ciências Florestais.

⁴ Engenheiro Agrônomo, Pesquisador de Instituto Agronômico da Pernambuco (IPA).

Autor para correspondência: jaaleixo@uol.com.br

Resumo: O presente estudo objetivou quantificar o acúmulo de biomassa e o estoque de carbono das partes aéreas de clones de *Eucalyptus* spp. em segunda rotação, na Chapada do Araripe, estado de Pernambuco. A base de dados foi obtida pelo processo de amostragem inteiramente aleatória em um experimento com 15 clones de *Eucalyptus* spp., localizado na Estação Experimental do Instituto Agronômico de Pernambuco (IPA), no município de Araripina-PE. Foram cubadas 150 árvores e coletadas amostras de folhas, galhos, casca e fuste para determinação do teor de umidade, densidade básica da madeira, biomassa e teor de carbono. As diferenças entre os clones foram evidenciadas pela análise de variância e os grupos de clones mais produtivos separados por meio do teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância. O clone mais produtivo em termos de biomassa (88,16 t ha⁻¹) e carbono (34,52 t ha⁻¹) foi o híbrido de *E. urophylla* cruzamento natural. O acúmulo de biomassa médio do experimento foi de 59,64 t ha⁻¹ e o estoque de carbono 24,96 t ha⁻¹.

Palavras-chave: Semiárido, densidade básica da madeira, segunda rotação.

QUANTIFICATION OF THE BIOMASS ACCUMULATION AND CARBON STOCKS IN *EUCALYPTUS* SPP. CLONES IN THE CHAPADA OF ARARIPE - PE

Abstract: The present study aimed to estimate aboveground biomass accumulation and total carbon stock of *Eucalyptus* clones. The database was obtained by entirely random sampling process of an experiment with 15 clones of *Eucalyptus* spp., located at the Experimental Station of the Agronomic Institute of Pernambuco (IPA) in Araripina-PE. Trees (150) were cubed and sampled for leaves, branches, bark, and timber to determine the moisture content, wood density, biomass and carbon concentration. Statistical differences among clones were evidenced by the one-way analysis of variance and the groups of more productive clones were separated using the Scott-Knott test with level of 5% of significance. The most productive clone in terms of biomass (88.16 t ha⁻¹) and carbon (34.52 t ha⁻¹) was the hybrid *E. urophylla*

natural crossing. The average plant biomass accumulation was 59.64 t ha⁻¹ and the stock of carbon 24.96 t ha⁻¹.

Key-words: Semiarid, basic wood density, second rotation.

INTRODUÇÃO

A região Nordeste do Brasil possui a maior parte de sua superfície coberta por um mosaico de vegetações denominado Caatinga (56%), que abrange aproximadamente 800.000 Km² (SANTOS et al. 2011). Com característica xerófila, fisionomia e florística variadas, essa vegetação é exclusiva do semiárido brasileiro e inclui os estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, Ceará, Piauí e Norte de Minas Gerais (PRADO, 2003; PINHEIRO et al. 2013). A aridez, as altas temperaturas, o baixo volume de precipitações e alta evapotranspiração são as principais características climatológicas da região.

Nesse cenário, surge o Polo Gesseiro do Araripe, que abrange as cidades de Araripina, Exu, Ipubi, Ouricuri e Trindade, todas situadas na região semiárida, com área de 11.792 Km² compreendendo 18% da área total do estado de Pernambuco. Essas cidades, juntas, são responsáveis por 97% da produção nacional de gesso, considerado um dos melhores em qualidade do mundo (SILVA, 2008/2009). A produção e comercialização do gesso, produto resultante da calcinação da gipsita, é a atividade econômica que mais se destaca na região do Araripe (SILVA et al. 2013). A energia utilizada pelas indústrias calcificadoras é majoritariamente vegetal e oriunda do desmatamento da Caatinga (SILVA, 2008/2009), devido à grande variação do preço de óleo BPF (óleo de baixo poder de fluidez) que varia de acordo com os preços dos derivados do petróleo

(GADELHA et al. 2012). Segundo Silva et al. (2013), apenas 3% da matriz energética do Polo Gesseiro é proveniente de planos de manejo da Caatinga. Logo, a exploração descontrolada desse recurso leva a um desequilíbrio ambiental desse ecossistema. Daí, a importância do reflorestamento (com planos de manejo) e implantação de florestas energéticas de rápido crescimento nessa região, tendo como principal objetivo a geração de energia para atender a demanda da produção de gesso e, conseqüentemente, o armazenamento do carbono (ALVES et al. 2007; GADELHA et al. 2015).

Segundo Mora e Garcia (2000), o gênero *Eucalyptus* devido às características de rápido crescimento, fácil adaptabilidade às diferentes condições climáticas, ampla diversidade de espécies, multiplicidades de uso e às modernas técnicas de cultivo se torna o mais promissor, dentre as inúmeras espécies arbóreas existentes. No Brasil, essa cultura é a mais utilizada em plantios florestais, de modo que, no ano de 2016, dos 7,84 milhões de hectares da área total de florestas plantadas, 5,62 milhões de hectares ou 71,8% correspondiam à área plantada com espécies desse gênero (IBÁ, 2017).

Atualmente, tem crescido o interesse na quantificação da biomassa florestal, principalmente pelo potencial de armazenamento do carbono atmosférico nas florestas, diante do crescimento das emissões em todo mundo. No entanto, sua determinação é bastante trabalhosa e onerosa, dificultando a realização dessas pesquisas (SILVA et al. 2015).

Assim, objetivou-se com esse trabalho quantificar o acúmulo de biomassa e o estoque de carbono orgânico

nos componentes da parte aérea, em clones de *Eucalyptus* plantados no Polo Gesseiro do Araripe - Pernambuco.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo e planejamento amostral

O estudo foi realizado a partir de um experimento instalado no mês de março de 2002, na Estação Experimental do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) na cidade de Araripina (coordenadas 07° 29' 00'' S e 40° 36' 00'' W, altitude de 816 metros) inserida no Semiárido pernambucano. O clima da região segundo classificação de Köppen é do tipo BshW', caracterizado por um clima semiárido, com chuvas de verão e temperatura média de 25°C. A precipitação média anual é de aproximadamente 700mm, com concentração de 70% entre os meses de dezembro a março (ROCHA, 2012). O solo da região é do tipo Latossolo vermelho-amarelo (ARAÚJO, 2004).

A segunda rotação do experimento teve início em 2009 e os dados coletados no mês de junho de 2015, finalizando a segunda colheita com um povoamento de 5,5 anos de idade. Foram utilizados 15 clones de *Eucalyptus* (tratamentos) e quatro repetições, com espaçamento 3 m x 2 m e delineamento inteiramente casualizado. As parcelas possuem dimensões de 14 m x 21 m, com área total de 294 m², composta por 49 árvores, ao eliminar o efeito de bordadura a parcela ficou composta por 25 árvores. Para compor a amostra para quantificar a biomassa foi utilizado o processo de amostragem inteiramente aleatória, onde foram amostradas 150 árvores, distribuídas entre os 15 clones Tabela 1.

Tabela 1- Descrição dos clones de *Eucalyptus* spp. usados em experimento.

Clone	Descrição
C49	Clone de <i>Eucalyptus tereticornis</i> (cruzamento natural)
C80	Híbrido de <i>E. urophylla</i> X <i>E. tereticornis</i> de Laura (p.c.)
C315	Híbrido de <i>E. urophylla</i> X <i>E. tereticornis</i> de Laura (p.c.)
C101	Híbrido de <i>E. urophylla</i> X <i>E. tereticornis</i> de Laura (p.c.)
C78	Híbrido de <i>E. urophylla</i> X <i>E. tereticornis</i> de Laura (p.c.)
C156	Híbrido de <i>E. urophylla</i> X <i>E. tereticornis</i> de Laura (p.c.)
C39	Clone de <i>E. urophylla</i> (cruzamento natural)
C27	Clone de <i>E. brassiana</i> (cruzamento natural)
C51	Híbrido de <i>E. urophylla</i> X <i>E. tereticornis</i> de Laura (p.c.)
C158	Híbrido de <i>E. urophylla</i> X <i>E. tereticornis</i> de Laura (p.c.)
C41	Clone de <i>E. urophylla</i> (cruzamento natural)
C31	Clone de <i>E. brassiana</i> (cruzamento natural)
C25	Clone de <i>E. brassiana</i> (cruzamento natural)
C33	Clone de <i>E. urophylla</i> (cruzamento natural)
C11	Clone de <i>E. brassiana</i> (cruzamento natural)

p.c. = polinização controlada. Fonte: Alves et al. (2007).

Variáveis biométricas e cubagem rigorosa

As variáveis biométricas medidas foram diâmetro a altura do peito (DAP), altura total (Ht) e do fuste (H), considerando o fuste a porção compreendida entre a altura de corte “30cm” e altura comercial, medidos com auxílio de suta e fita métrica,

respectivamente. Foram mensurados os diâmetros nas seções 0,30; 0,50; 0,70; 0,90; 1,10; 1,30; 1,50; 1,70; 2,30 m e a partir daí a cada 1 m, para cálculo do volume (V) em m³ por árvore a partir da fórmula de Smalian, conforme Silva et al. (2016/2017).

Determinação da densidade básica da madeira

De cada árvore foram retirados discos de 2,5 cm de espessura a 0%, 50% e 100% da altura do fuste comercial, com objetivo de determinar a densidade básica da madeira (DBM). A DBM foi determinada pelo método dos discos conforme (NBR11941, 2003). Primeiro os discos foram imersos em água para atingirem o ponto de saturação das fibras. Posteriormente, utilizando-se uma balança de precisão e um recipiente com água, foi determinado o peso em gramas do recipiente (m₁), em seguida, imergindo o disco em água sustentado por um fio ligado a uma haste de ferro, de forma a garantir que o mesmo ficasse totalmente imerso e

não tocasse nenhuma das bordas do recipiente, foi determinado o peso do disco na água também em gramas (m₂), o volume verde é dado pela diferença entre o peso do disco imerso e o peso do recipiente com água (m₂-m₁). Em seguida, foi determinado o peso seco (m₃) dos discos em estufa com circulação de ar forçada à temperatura de 105°C ± 2° até atingirem peso seco constante. O valor DBM em g cm⁻³ foi obtido pela fórmula DBM = m₃/(m₂-m₁), considerando que o volume verde do disco equivale ao volume da água deslocada, e a densidade da água como um grama por centímetro cúbico (g cm⁻³).

Cálculo da biomassa seca do fuste e amostragem de componentes da parte aérea

A biomassa seca do fuste (BSF em Kg) foi determinada pela multiplicação de V por sua DBM, ou seja, BSF = V·DBM, conforme (SOARES et al. 1996; VIEIRA et al. 2008). Cada árvore amostrada foi desfolhada, desganhada e o fuste descascado e cada componente ensacado e

pesado. Em seguida, retirou-se uma amostra de 100 g de cada componente, sendo acondicionada em saco de papel, devidamente etiquetado. A determinação da biomassa seca em componentes da parte aérea, folhas, galhos e cascas foram calculados conforme Soares et al. (1996):

$$BS_{PA} = \frac{P_u(c) \cdot P_s(a)}{P_u(a)}$$

em que: BS_{PA}= biomassa seca total da parte aérea; P_u(c)= peso úmido total no campo; P_s(a)=o peso seco da amostra; P_u(a)= peso úmido da amostra, todos em (kg).

Teor de umidade e análise do teor de carbono

Após determinação do peso seco de cada componente, foi calculada a diferença em relação ao peso úmido obtido em campo. A diferença encontrada equivale à quantidade de água retirada. Para

determinar a quantidade de carbono orgânico, foram sorteadas 30 amostras, para cada um dos componentes fuste, folha, galho e casca. As amostras secas foram trituradas em moinho de facas. O pó

foi utilizado para determinar o teor de carbono. A análise foi realizada no Laboratório de Bioquímica Vegetal da Universidade Federal Rural de Pernambuco. O método escolhido se fundamenta na oxidação de matéria orgânica por meio da adição de ácido

Análise estatística

Para cada componente foi calculado a média o desvio padrão e o coeficiente de variação e realizada a análise de variância para a produção de biomassa e o estoque de carbono. Quando constatada diferenças significativas as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott. Este teste é

sulfúrico e dicromato de potássio e em seguida a quantificação do excesso de dicromato, por meio de titulação, com solução padrão de sulfato ferroso amoniacal, conforme metodologia descrita em Bezerra-Neto e Barreto (2011).

indicado quando existe uma grande quantidade de tratamentos e se deseja realizar uma separação entre grupos de médias, desconsiderando quaisquer ambiguidades (Alves et al., 2007). Todas as análises estatísticas foram realizadas no software R (R CORE TEAM, 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Teor de umidade para as partições aéreas e densidade básica da madeira do fuste

Todas as amostras foram obtidas após o período chuvoso da região. Entretanto, os anos de 2012, 2013 e 2014 foram caracteristicamente secos, com precipitação média de 363,8 mm, o que pode ter influenciado na produtividade florestal. A média geral do teor de umidade nos clones de *Eucalyptus* cultivados na Chapada do Araripe foi de 46,06%, corroborando os resultados encontrados por Alves et al. (2007), com um valor de 47,15%, levemente superior. Os resultados da percentagem de umidade, divididos por partições aéreas em galho, folha, casca e fuste foram de 35,38%, 49,62%, 46,29% e 53,52%, respectivamente. A maior média para o teor de umidade foi registrada para o clone C41, com valor de 54,49%, enquanto que o clone C27, apresentou o menor resultado com 42,21%. O teor de umidade é inversamente proporcional à densidade da madeira e matéria seca, e o conhecimento da quantidade de água presente nos tecidos vegetais é de fundamental importância, pois baixos teores de umidade é indicativo de menos

espaços vazios na madeira, que seriam preenchidos com água. Em geral, espécies selecionadas como fonte energética devem possuir alta densidade, isto é, maior concentração de matéria orgânica. Segundo Bezerra-Neto e Barreto (2011), a maioria das plantas lenhosas possui aproximadamente 50% de água em seus caules. O teor de umidade registrado no fuste foi de 53,42%, próximo do valor geral 50%. Valor semelhante ao observado por Pedrosa et al. (2013), 47,75% registrado para um plantio de *E. grandis* na região Centro-Oeste.

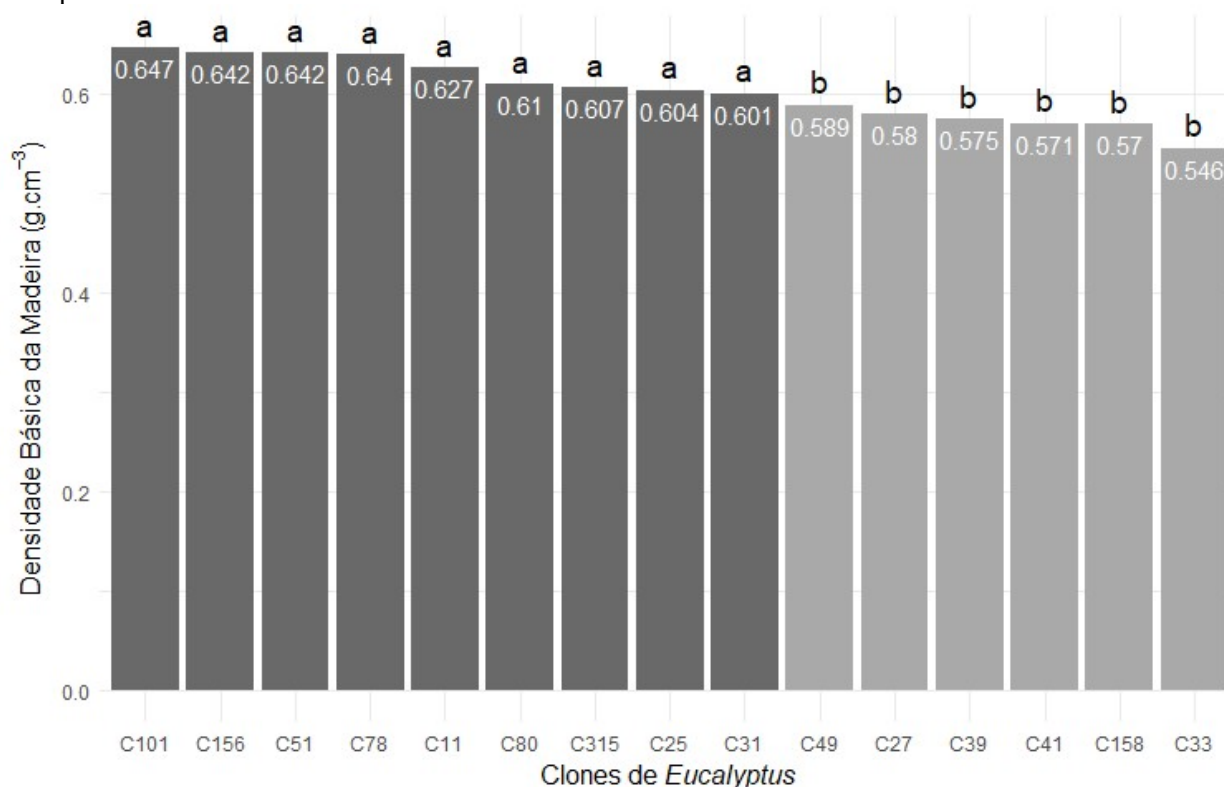
Pelo teste F da análise de variância, ao nível de 5% de significância, realizada para cada componente aéreo foi identificada diferenças significativas para as partições folha e casca. Ambas as partições formaram dois grupos distintos com base na separação do teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). Para a componente folha, os clones C41, C49, C315, C33, C156 e C101, constituíram o grupo com maior média de teor de umidade, enquanto os clones C41, C49, C33, C80, C315, C78 e

C51 formaram o grupo de maior média para teor de umidade na componente casca.

Um dos principais fatores para se determinar a biomassa é a DBM. O clone C101 apresentou a maior DBM ($0,647 \text{ g.cm}^{-3}$), enquanto que o clone C33 foi o de menor DBM com ($0,546 \text{ g.cm}^{-3}$), corroborando com os resultados encontrados por Alves et al. (2007). Verificou-se que houve diferenças significativas entre os clones. Pela figura 1 é possível distinguir dois grupos para a DBM o que foi constatado pelo teste de

Scott-Knott ($p < 0,05$). Por ser de fácil determinação e de fundamental importância para avaliar a qualidade da madeira, a densidade se tornou uma das características mais pesquisadas (BRUDER, 2012). A DBM possui relação direta com a dimensão das fibras, espessura da parede, volume dos vasos e parênquimas, variação na proporção da madeira em diferentes estações do ano (FOELKEL et al. 1971). Bruder (2012), para *Eucalyptus* spp., encontrou resultados de DBM entre $0,62$ e $0,65 \text{ g.cm}^{-3}$.

Figura 1- Densidade básica da madeira para clones de *Eucalyptus* em segunda rotação, na Chapada do Araripe-PE.



Segundo Ribeiro e Filho (1993), a explicação mais plausível para mudanças na densidade são as variações da idade das espécies, tendendo ao aumento com a idade até atingir o equilíbrio, formando a madeira madura. Entretanto, outros fatores

podem ser considerados, tais como, fatores climáticos, genéticos, solo entre outros. Desta forma, para a região semiárida do Araripe é indicado como fonte de recursos energéticos o grupo de clones que apresentaram à maior DBM.

Acúmulo de biomassa nos componentes da parte aérea

Os resultados do acúmulo de biomassa para as partições aéreas dos 15 clones estudados foram transformados para $t\cdot ha^{-1}$, considerando o número de árvores na área útil da parcela, multiplicando o número de árvores por hectare pela biomassa da árvore. A biomassa média total foi estimada em $59,64 t\cdot ha^{-1}$. Considerando a produção da biomassa aérea total, o clone C39, resultou em um acúmulo $88,16 t\cdot ha^{-1}$, cerca de duas vezes mais biomassa que o C49 com $41,53 t\cdot ha^{-1}$, com menor valor. No entanto, ao nível de 5% de significância, não se constataram diferenças significativas.

Os resultados da produção de biomassa são apresentados na Tabela 2. Alves et al. (2007), trabalhando com esses clones em primeira rotação, encontraram diferenças significativas para os seguintes componentes: folhas, galhos e fuste. No entanto, para a segunda rotação, apenas o componente galho apresentou diferenças estatísticas significativas pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de significância. Os clones C78, C156, C39 e C31 formaram o grupo com maior biomassa no galho.

Tabela 2- Descrição do acúmulo de biomassa seca dos 15 clones de *Eucalyptus* em segunda rotação, na Chapada do Araripe-PE.

Clones	Biomassa Seca (em $t\cdot ha^{-1}$)				
	Galho	Folha	Casca	Fuste	Total
C49	8,31	6,78	5,18	21,25	41,53
C80	10,22	6,18	6,84	40,63	63,87
C315	12,01	6,09	6,19	24,88	49,17
C101	15,78	8,21	7,94	34,19	66,13
C78	20,68	9,16	8,52	39,28	77,64
C156	18,88	10,23	7,03	27,65	63,79
C39	15,91	11,73	12,05	48,48	88,16
C27	8,89	8,17	5,22	24,68	46,96
C51	10,78	5,83	5,50	24,29	46,39
C158	14,38	9,14	9,34	31,04	63,90
C41	10,73	6,22	5,36	31,75	54,06
C31	16,17	9,89	9,90	35,09	71,06
C25	12,38	9,64	7,65	28,77	58,44
C33	10,31	6,01	6,71	27,41	50,44
C11	11,72	8,97	8,11	24,33	53,12
Média	13,14	8,15	7,44	30,91	59,64
DP*	3,67	1,88	1,95	7,49	12,80
CV**	27,91	22,90	26,28	24,33	21,47

*Desvio Padrão e **Coeficiente de Variação.

Faria et al. (2002) estimaram em $41,9 t\cdot ha^{-1}$ a biomassa do fuste, em segunda rotação, em um povoamento de *E. grandis* com 80 meses, após o primeiro corte. Na presente pesquisa, a média do acúmulo da biomassa no fuste foi de $30,91 t\cdot ha^{-1}$ e o

clone C39 o que mais acumulou, apresentando $48,48 t\cdot ha^{-1}$. A componente madeira do tronco (fuste) apresentou a maior quantidade de biomassa, 52%, seguido dos galhos (22%), folhas (13,5%) e casca (12,5%). A somatória das

componentes folhas e galhos representou 35,5% da biomassa total acima do solo. Comparando estes resultados com os de Alves et al. (2007), houve uma acentuada queda de produção na biomassa total, de 88 para 59,64 t.ha⁻¹. Entretanto, além de se tratar da segunda rotação, nos últimos três anos do experimento, a precipitação média foi de 363,8 mm, abaixo da normal climatológica.

Sob melhores condições climáticas, Viera et al. (2013) determinaram a biomassa total acima do solo em 198,5 t.ha⁻¹, de um híbrido de *E. urophylla* x *E. globulus*, localizado no Horto Florestal Terra Dura, no município de Eldorado do Sul - RS. Enquanto estudos realizados por Guimaraes et al. (2015), obtiveram um valor de 121,9 t.ha⁻¹ para um povoamento

de *E. dunnii*, aos 4 anos de idade, também localizado no Rio Grande do Sul. Santana et al. (2008), constataram que a biomassa estimada varia entre regiões, e ao comparar a biomassa da parte aérea entre a região de maior com a de menor produtividade, a diferença chegou a 146 t.ha⁻¹, aos sete anos. Com isso, destaca-se que a produtividade é menor em regiões com maior estresse hídrico, sendo de fundamental importância o estudo de clones mais resistentes a esse fator limitante. Contudo, florestas plantadas de eucaliptos apresentam maior acúmulo de biomassa em comparação à Caatinga, segundo Júnior et al. (2014). A biomassa acumulada em área de Caatinga, localizada em Petrolina, foi de 33,57 t.ha⁻¹.

Acúmulo do carbono nos componentes da parte aérea

O teor de carbono orgânico em percentagem encontrado para as partições fuste, galho, casca e folha foi, em média, 42,03%; 39,94%; 37,30% e 35,23%, respectivamente. Os teores de carbono dificilmente ultrapassam valores de 50% (SILVA et al. 2015). O clone que apresentou maior teor de carbono foi o C101, com teor médio de 40%. Enquanto que, o teor médio para o experimento foi de 38,62%. Entretanto, não apresentaram diferenças significativas pelo teste F ao nível de 5% de significância.

As quantidades de carbono orgânico total nos componentes da parte aérea, em segunda rotação, são

apresentadas na tabela 3. Analisando as estimativas das quantidades médias de carbono presentes nos fustes, folhas, galhos e cascas, constatou-se que o fuste representa o componente aéreo da planta com maior quantidade de carbono 55%, seguido dos galhos 22%, folhas 12% e cascas (11%). Alves et al. (2007), determinaram a mesma relação do acúmulo de carbono, fuste > galho > folha > casca. O fuste é responsável pela maior concentração de carbono. Segundo Gatto et al. (2011), quanto maior a idade do povoamento, maior será a proporção de carbono no fuste.

Tabela 3- Estoque de carbono e CO₂ assimilado (em t.ha⁻¹) nos 15 clones de *Eucalyptus* em segunda rotação, na Chapada do Araripe-PE.

Clone	Carbono Total (em t.ha ⁻¹)				
	Galho	Fuste	Casca	Fuste	Total
C49	3,59	2,67	1,95	9,38	17,59
C80	4,25	2,26	2,58	17,58	26,67
C315	5,17	2,07	2,36	11,11	20,71
C101	6,59	2,96	3,19	16,91	29,64
C78	8,71	3,24	3,27	16,98	32,20
C156	7,62	3,50	2,74	12,53	26,39
C39	6,53	3,78	4,69	19,53	34,52
C27	3,68	2,93	2,10	10,94	19,65
C51	4,54	2,07	2,16	10,56	19,33
C158	5,98	3,41	3,56	13,24	26,20
C41	4,46	2,44	2,07	13,54	22,51
C31	6,63	3,68	3,97	14,99	29,27
C25	4,98	3,26	2,91	12,64	23,79
C33	4,30	2,29	2,57	11,80	20,96
C11	4,83	3,11	3,08	10,45	21,48
Média	5,46	2,92	2,88	13,61	24,86
DP	1,50	0,60	0,77	3,36	5,36
CV	27,4	20,34	26,80	24,67	21,55

Para a quantidade de carbono orgânico na biomassa, as partições casca e folha não apresentaram diferenças significativas entre os clones. Entretanto, houve diferença entre os componentes galhos, fuste e carbono total. Pelo teste de Scott-Knott os clones C156 e C78 não diferem entre si mas diferem dos demais, para a quantidade de carbono orgânico nos galhos, formando o grupo mais produtivo. Já, nos fustes os clones C39, C156, C101, C80, C41, C158, C31, C78 e C25 não se diferenciaram, formando o grupo onde ocorreu o maior estoque. Para a quantidade de carbono total os clones C39, C78, C156 e C31 formaram o grupo com as maiores médias se diferenciando dos demais. As diferenças entre clones apresentados para análise da quantidade de

carbono são semelhantes às encontradas por Alves et al. (2007).

Nutto (2002), determinou a seguinte relação: uma tonelada de carbono corresponde a 3,66 toneladas de CO₂ assimiladas. Com base nessas condições, é apresentado na Tabela 4 a quantidade de CO₂ assimilada. A quantidade média de CO₂ assimilado foi 90,50 t.h⁻¹, enquanto que Alves et al. (2007), determinaram que a primeira rotação desse experimento com idade de 4,5 anos, a média foi de 141,24 t.ha⁻¹, demonstrando uma alta diferença para a segunda rotação, porém esse período foi afetado pelas as condições climáticas extremas. Segundo Mora e Garcia (2000), uma floresta jovem de eucaliptos em condições normais deve fixar 35 toneladas de CO₂ por ano.

Tabela 4- Estoque de carbono e CO₂ assimilado (em t.ha⁻¹) nos 15 clones de *Eucalyptus* em segunda rotação, na Chapada do Araripe-PE.

Clone	CO ₂ Assimilado (em t.ha ⁻¹)					Total
	Galho	Fuste	Casca	Fuste		
C49	13,13	9,76	7,15	34,32		64,37
C80	15,57	8,29	9,45	64,33		97,63
C315	18,92	7,56	8,64	40,67		75,80
C101	24,12	10,82	11,66	61,87		108,47
C78	31,87	11,86	11,96	62,15		117,85
C156	27,88	12,80	10,04	45,86		96,59
C39	23,88	14,26	17,17	71,47		126,78
C27	13,45	10,72	7,69	40,06		71,93
C51	16,61	7,58	7,92	38,65		70,76
C158	21,86	12,50	13,04	48,46		95,88
C41	16,32	8,94	7,57	49,57		82,40
C31	24,28	13,45	14,52	54,87		107,13
C25	18,23	11,93	10,66	46,27		87,09
C33	15,73	8,28	9,39	43,19		76,70
C11	17,69	11,40	11,27	38,26		78,62
Média	19,97	10,65	10,54	49,33		90,50
DP	5,47	2,82	2,82	11,18		18,50
CV	27,41	19,93	26,77	22,66		20,44

CONCLUSÕES

O clone C39 híbrido de *E. urophylla* (cruzamento natural) pode ser indicado para plantação no Polo Gesseiro do Araripe em função de sua produtividade, acúmulo de carbono e

biomassa em primeira e segunda rotação, embora tem apresentado acentuada queda de produtividade, que pode ser justificada pelo longo período de seca a que a região foi submetida.

REFERÊNCIAS

- ALVES, A. M. C. et al. Quantificação da produção de biomassa em clones de eucaliptos com 4,5 anos, no Polo Gesseiro do Araripe-PE. **Revista de Ciências Agrárias**, 48: 161–173. 2007.
- BEZERRA-NETO, E.; BARRETO, L. P. **Análises químicas e bioquímicas em plantas**. Recife, PE, EDUFRRPE, 2011.
- BRUDER, E. M. **Métodos de determinação da densidade básica e aparente da madeira de *Eucalyptus* sp.** 2012. 113 f. Dissertação (Agronomia) — Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- FARIA, G. E. et al. Produção e estado nutricional de povoamentos de *Eucalyptus grandis*, em segunda rotação, em resposta à adubação potássica. **Revista Árvore**, 26: 577–584, 2002.

FOELKEL, C. E. B.; BRASIL, M. A. M.; BARRICHELO, L. E. G. Métodos para determinação da densidade básica de cavacos para coníferas e folhosas. **Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais**, n. 2/3: 65–74. 1971.

GADELHA, F. H. L. et al. Produtividade de clones de eucaliptos em diferentes sistemas de manejo para fins energéticos. **Pesquisa Florestal Brasileira**, 35: 263-270. 2015.

GADELHA, F. H. L. et al. Rendimento volumétrico e energético de clones de híbridos de *Eucalyptus* sp. no Polo Gesseiro do Araripe, PE. **Ciência Florestal**, 22: 331-341. 2012.

GATTO, A. et al. Estoque de carbono na biomassa de plantações de eucalipto na região centro-leste do estado de Minas Gerais. **Revista Árvore**, 35: 895–905. 2011.

GUIMARAES, C. C. et al. Biomass and nutrients of *Eucalyptus dunnii* maiden stand in pampa gaúcho. **Revista Árvore**, 39: 873–882. 2015.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). **Relatório 2017**. Brasília. 2017. Disponível em: <http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2017.pdf>. Acesso em: 1 fev. 2018.

LIMA JÚNIOR, C. et al. Estimativa de biomassa lenhosa da caatinga com uso de equações alométricas e índice de vegetação. **Scientia Forestalis**, 42: 289-298. 2014.

MORA, A. L.; GARCIA, C. H. **A cultura do eucalipto no Brasil**. 1. ed. São Paulo, SP, Sociedade Brasileira de Silvicultura. 2000.

NBR 11941. **Madeira**: determinação da densidade básica. Rio de Janeiro, 2003.

NUTTO, L. et al. O mercado internacional de CO₂: impacto das florestas naturais e das plantações. Em: SANQUETTA, C. R. et al. (Ed.). **As florestas e o carbono**. Curitiba, PR, Ed. dos Autores. p. 89-108. 2002.

PEDROSA, T. D. et al. Estimativa da biomassa em um plantio de *Eucalyptus grandis* na região Centro-Oeste. **Scientia Plena**, 9: 1-7. 2013.

PINHEIRO, E. A. R.; COSTA, C. A. G.; ARAUJO, J. C. Effective root depth of the caatinga biome. **Journal of Arid Environments**, 89: p. 1–4. 2013.

PRADO, D. E. As caatingas da América do Sul. Em: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, M. J. C. (Ed.). **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife, PE, Ed. Universitária da UFPE. p. 3–73. 2003.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna, AT, R Foundation for Statistical Computing. 2017. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 1 fev. 2018.

RIBEIRO, F. A.; ZANI FILHO, J. Variação da densidade básica da madeira em espécies/procedências de *Eucalyptus* spp. **Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais**, n. 46: 76–85. 1993.

ROCHA, K. D. **Produtividade volumétrica de clones de *Eucalyptus* spp. na região do Pólo Gesseiro do Araripe**. 2012. 111 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) — Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

SANTANA, R. C. et al. Biomass estimation of brazilian *Eucalypt* plantations. **Revista Árvore**, 32: 697–706. 2008.

SANTOS, J. C. et al. Caatinga the scientific negligence experienced by a dry tropical forest. **Tropical Conservation Science**, 4: 276–286. 2011.

SILVA, J. A. A. et al. Modelagem do crescimento volumétrico de clones de eucalipto (*Eucalyptus urophylla*) no Polo Gesseiro do Araripe-PE. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, 13: 173-190. 2016-2017.

SILVA, J. A. A. Potencialidades de florestas energética de *Eucalyptus* no Polo Gesseiro do Araripe, Pernambuco. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, 5/6: 301–319. 2008-2009.

SILVA, J. A. A. et al. Produtividade volumétrica de clones de *Eucalyptus* spp. no Polo Gesseiro do Araripe, Pernambuco. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, 10: 240-260. 2013.

SOARES, C. P. B. et al. Modelos para estimar a biomassa de parte aérea em um povoamento de *Eucalyptus grandis* na região de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, 20: 179–189. 1996.

VIERA, M. et al. Biomassa e nutrientes em um povoamento de *Eucalyptus urophylla* x *E. globulus*, em Eldorado do Sul-RS. **Ecologia e Nutrição Florestal**, 1: 1-13. 2013.

VIEIRA, S. A. et al. Estimation of biomass and carbon stocks: the case of the Atlantic forest. **Biota Neotropical**, 8: 21–29. 2008.