

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS

**ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE MADEIRA E DA CASCA DE
CLONES DE *EUCALYPTUS* ATRAVÉS DA DENSIDADE BÁSICA**

LUISE TORRES OLIVEIRA

Cruz das Almas - BA, Março de 2018

LUISE TORRES OLIVEIRA

**ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE MADEIRA E DA CASCA DE
CLONES DE *EUCALYPTUS* ATRAVÉS DA DENSIDADE BÁSICA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Colegiado do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB, pela estudante Luise Torres Oliveira, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Florestal sob orientação do Prof. Dr. Clair Rogério da Cruz.

LUISE TORRES OLIVEIRA

**ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE MADEIRA E DA CASCA DE
CLONES DE *EUCALYPTUS* ATRAVÉS DA DENSIDADE BÁSICA**

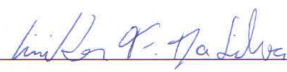
Trabalho de Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB, pela estudante Luise Torres Oliveira como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Florestal.

Aprovado em: 07 / 03 / 2018

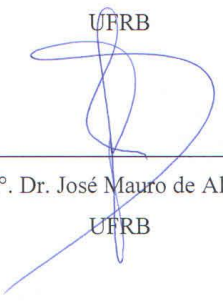
BANCA EXAMINADORA



Prof.º Dr. Clair Rogério da Cruz
UFRB



Prof.º Dr. Liniker Fernandes da Silva
UFRB



Prof.º Dr. José Mauro de Almeida
UFRB

Cruz das Almas - BA, Março de 2018.

AGRADECIMENTOS

Ao meu Deus, toda a minha gratidão por ter sido o meu mentor e ter me dado forças para prosseguir nessa caminhada.

A minha mãe Luiza e ao meu pai Pedro por toda dedicação, paciência, amor e incentivo que me deram durante esses anos.

Agradeço aos meus avós, em especial meus avós paternos Clemildes e Silvio que sempre estavam me apoiando e me incentivando nos estudos.

Aos meus familiares que sempre me trazem alegria.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Clair, pela paciência, compreensão, confiança e apoio. E as minhas colegas de projeto Ivana e Verena que me ajudaram no projeto.

Aos meus colegas da Turma de Engenharia Florestal 2012.1 por todos os momentos bons.

Aos meus amigos Everaldo, Júlio, Lucas e Luciana, que a UFRB me trouxe.

E as minhas amigas Jéssica, Mirelle, Naiara e Victória por todo apoio, carinho e palavras de incentivo.

Obrigada a todos!

RESUMO

A densidade básica da madeira é uma importante propriedade física que juntamente com o peso seco servem para determinar a produção e/ou produtividade de um povoamento florestal. Com isto, o objetivo desse trabalho é estimar a produção em peso seco de madeira e de casca de materiais genéticos de *Eucalyptus*. Para isto, foram utilizados nove materiais genéticos com três árvores de cada material genético, totalizando 27 árvores. As árvores foram cubadas para determinação do volume e porcentagem de casca. Foi feita amostragem das árvores retirando cinco discos de cada para determinação da densidade básica e peso seco das amostras. A estimativa de produção de madeira dos materiais genéticos foi: **1** – 139,11 ton/ha; **2** – 33,71 ton/ha; **3** – 138,00 ton/ha; **4** – 139,11 ton/ha; **5** – 51,00 ton/ha; **6** – 190,44 ton/ha; **7** – 44,44 ton/ha; **8** – 141,55 ton/ha; **9** – 31,88 ton/ha. A estimativa de produção de casca dos materiais genéticos foi: **1** – 14,66 ton/ha; **2** – 33,71 ton/ha; **3** – 18,22 ton/ha; **4** – 18,77 ton/ha; **5** – 12,14 ton/ha; **6** – 30,77 ton/ha; **7** – 7,55 ton/ha; **8** – 22,00 ton/ha; **9** – 7,00 ton/ha.

Palavras-chave: *Eucalyptus*, densidade básica, peso seco, madeira, casca.

ABSTRACT

The basic density of wood is an important physical property that together with the dry weight are used to determine the production and / or productivity of a forest stand. With this, the objective of this work is to estimate the production in dry weight of wood and bark of *Eucalyptus* genetic material. For this, nine genetic materials were used with three trees of each genetic material, totaling 27 trees. The trees were cubed to determine the volume and percentage of bark. The trees were sampled by removing five disks each for determination of the basic density and dry weight of the samples. The estimated wood production of the genetic material was: **1** – 139,11 ton/ha; **2** – 33,71 ton/ha; **3** – 138,00 ton/ha; **4** – 139,11 ton/ha; **5** – 51,00 ton/ha; **6** – 190,44 ton/ha; **7** – 44,44 ton/ha; **8** – 141,55 ton/ha; **9** – 31,88 ton/ha. The peel production estimate of the genetic material was: **1** – 14,66 ton/ha; **2** – 33,71 ton/ha; **3** – 18,22 ton/ha; **4** – 18,77 ton/ha; **5** – 12,14 ton/ha; **6** – 30,77 ton/ha; **7** – 7,55 ton/ha; **8** – 22,00 ton/ha; **9** – 7,00 ton/ha.

Key words: *Eucalyptus*, basic density, dry weight, wood, bark.

LISTA DE TABELA

- Tabela 1** - Descrição das árvores amostradas por local, material genético, idade, espaçamento e número de árvores/ha..... 16
- Tabela 2** - Valores de volume da árvore com casca (m³), volume da árvore sem casca (m³), volume de casca (m³) e porcentagem de casca (%) de materiais genéticos de *Eucalyptus* utilizados..... 18
- Tabela 3** - Valores de densidade básica e peso seco da madeira e de casca dos 9 materiais genéticos..... 20
- Tabela 4** - Estimativa de produção de madeira e de casca para os materiais genéticos avaliados..... 21

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVO	11
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
3.1 GÊNERO <i>Eucalyptus</i>	12
3.2 CARVÃO VEGETAL	13
3.3 DENSIDADE BÁSICA.....	14
3.4 PESO SECO	15
4. MATERIAIS E MÉTODOS	16
4.1 INFORMAÇÕES DE CAMPO	16
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
6. CONCLUSÃO.....	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

1. INTRODUÇÃO

O gênero *Eucalyptus* tem se destacado cada vez mais no ramo florestal por causa do seu crescimento rápido e sua adaptabilidade alta em diferentes ambientes. Este gênero contém algumas espécies que contribuíram com o desenvolvimento do setor florestal, principalmente pela sua variedade.

As florestas plantadas de *Eucalyptus* ocupam amplas áreas no território nacional e tem sido utilizado em diversos setores florestais, como a indústria moveleira, produção de celulose e papel, indústria farmacêutica e alimentícia, construção civil e fins energéticos.

O gênero *Eucalyptus* tem sido muito utilizado para diversos fins comerciais também pelos seus altos rendimentos em ciclos curtos, sendo também que o gênero domina os plantios florestais (ABRAF, 2013).

A madeira de *Eucalyptus* é a principal matéria-prima no setor florestal, muitas indústrias siderúrgicas usam esta madeira para produção do carvão vegetal, devido as suas características desejáveis e sua boa produção volumétrica. O carvão vegetal produzido é utilizado no processo de produção de ferro-gusa.

Dentre as características desejáveis para produção de carvão vegetal a densidade básica se destaca, segundo Foelkel et al.(1990) ela é considerada como um indicador universal que analisa a qualidade da madeira. Uma madeira com densidade básica alta tem uma resistência mecânica melhor (CARDOSO, 2016), e maior capacidade calorífica por metro cúbico.

A densidade básica afeta o rendimento do carvão, sendo que madeiras com alta densidade obterão um carvão com melhor rendimento. Mas não só a densidade básica afeta o rendimento do carvão, ele também é afetado pelo seu processo de carbonização, por exemplo, se uma madeira for submetida a diferentes condições operacionais produzirá um carvão com características distintas.

Por ser uma característica que afeta a qualidade final do produto, a densidade básica também serve como parâmetro de seleção de indivíduos e estabelece a idade de corte de um povoamento florestal.

A densidade básica tem relação direta com o peso seco de madeira. Através da densidade básica e do volume de madeira é possível estimar o peso seco real de um plantio florestal, assim como é aceitável selecionar espécies de alta produtividade e estimar a produtividade por hectare de um povoamento florestal.

Duas árvores com volumes iguais de madeira podem ter quantidade de madeira diferente quando a densidade básica é observada, pois através dela é possível calcular a quantidade de madeira existente nas árvores e valores de massa seca por árvore, isto serve para que a empresa determine o estoque disponível de madeira.

2. OBJETIVO

- O objetivo desse trabalho é estimar a produção em peso seco de madeira e de casca de materiais genéticos de *Eucalyptus*.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 GÊNERO *Eucalyptus*

O Gênero *Eucalyptus* é exótico e pertencente à família *Myrtaceae* que possui mais de 700 espécies descritas, além dos híbridos naturais e artificiais que somam mais de 1.500 materiais genéticos (NEILSON, 2000).

O Brasil apresentou um aumento de 0,5% de área plantada de 2016 para 2017, possuindo atualmente uma área de 7,84 milhões de hectares ocupada por florestas plantadas. O setor brasileiro é responsável por 91% da madeira produzida das florestas plantadas para fins industriais. Com base nos dados de 2016 os plantios de *Eucalyptus* preenchem 5,7 milhões de hectares da área de árvores plantadas do País (IBÁ, 2017).

Segundo Hsing et al. (2016) o *Eucalyptus* é apontado como um interessante grupo de espécie para o setor florestal no Brasil, pois serve para diversos fins comerciais, como celulose e papel, indústria moveleira, produção de bioenergia, produção de carvão vegetal, entre outros.

Segundo a Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas o gênero *Eucalyptus* se institui como um dos principais grupos de espécies arbóreas utilizadas no ramo comercial para produzir madeira (ABRAF, 2013). Segundo a Indústria Brasileira de Árvores, o setor siderúrgico de carvão vegetal ocupa a terceira posição de segmento industrial no Brasil (IBÁ, 2017).

A grande utilização da madeira de *Eucalyptus* é adequada para que se obtenha variação de produtos por causa da sua qualidade e flexibilidade em sua aplicação. A qualidade dos produtos está ligada diretamente a matéria-prima usada para sua fabricação bem como às suas características físicas, químicas, anatômicas e mecânicas (FREDERICO, 2009).

Segundo Trugilho et al. (2006) é desejável, para fins industriais, que a madeira seja menos heterogênea possível, pois isto interfere na qualidade final do produto. Os plantios de *Eucalyptus* têm potencial para produzir madeiras mais homogêneas. Esse potencial se da em razão da diversidade de espécies existentes, grande capacidade de gerar clones e seus híbridos, permitindo assim a introdução deste gênero em programas de melhoramento genético, manejo, condução de florestas e uso de tecnologia para processamento e usinagem que sejam eficientes para diminuição dos defeitos da madeira, como por exemplo, rachaduras em topo, empenamentos em toras e tábuas (TRUGILHO et al., 2006).

3.2 CARVÃO VEGETAL

No âmbito da indústria siderúrgica nacional um dos redutores energéticos mais importantes é o carvão vegetal (IBÁ, 2015). No Brasil, existe mais de 120 indústrias que produzem ferro-gusa, ferro-liga e aço a partir do carvão vegetal. O setor siderúrgico é responsável por 14% das áreas plantadas no país (IBÁ, 2017).

O Brasil é um grande produtor e consumidor de carvão vegetal. Isto se deve ao uso nas indústrias siderúrgicas para produzir ferro gusa, aço, silício metálico e ferros-liga (CAMPOS, 2008; CARDOSO, 2016).

Em relação aos combustíveis fósseis, o carvão vegetal possui uma densidade energética baixa (MULLER et al., 2005). Entretanto, o uso destas fontes não renováveis para produzir energia aumenta os teores de enxofre e dióxido de carbono na atmosfera, principais causadores de chuva ácida e efeito estufa, respectivamente. (DI BLASI et al., 2008).

A madeira de *Eucalyptus* tem sido muito usada no Brasil devido a sua utilização junto ao setor siderúrgico. A madeira possui as características desejáveis para produção do carvão vegetal, entretanto a qualidade do produto final depende não só da qualidade da madeira como também dos processos que envolvem a carbonização (SANTOS et al., 2016).

Segundo Soares et al. (2014) um dos problemas existentes e enfrentados pela indústria siderúrgica é a heterogeneidade do carvão vegetal. As variações nas características desse produto são provenientes das condições no processo de carbonização e das características da madeira utilizada. Essas características (idade, densidade, percentual de cerne e alburno, composição química teor de lignina, umidade, tamanho da peça) e também as condições no processo de carbonização (temperatura, taxa de aquecimento e pressão) afetam a qualidade e o rendimento do carvão (VIEIRA et al., 2013).

Outro fator que influencia o rendimento gravimétrico do carvão é a alta umidade na carbonização da madeira, em razão de que é queimado parte do material lenhoso para retirada de água em forma de vapor e isso aumenta a friabilidade do carvão (ROUSSET et al., 2011).

Segundo Collet (1955), os componentes minerais encontrados na madeira são encontrados em maiores quantidades na casca e que são repassados para o carvão.

Para produção de ferro-ligas, alguns componentes minerais são indesejáveis quando ele está presente no carvão incorpora as ligas metálicas e acaba se tornando quebradiço (VITAL et al., 1989).

3.3 DENSIDADE BÁSICA

Uma das características importante da madeira que mais tem se destacado é a densidade básica, pois ela tem relação com os processos industriais e com as operações florestais (DIAS et al., 2017).

Fisicamente, a densidade básica pode ser definida como “massa de amostra por unidade de volume” (MELO, 2002). A densidade básica é calculada através da relação do peso seco e do volume verde (RIBEIRO & FILHO, 1993).

Dentre as características físicas da madeira a densidade básica é uma característica que varia entre espécies, a depender do espaçamento, idade e local do plantio (MOKFIENSKI et al., 2003). Além disso, entre as demais propriedades físicas é a mais utilizada como fator de seleção, ela pode ser influenciada pelo ambiente, pela base genética e pelo resultado da interação destes dois fatores (RUY, 1998).

Segundo Batista et al. (2010) entre as demais propriedades da madeira a densidade básica é a mais utilizada, por causa da fácil determinação e pela correlação com as propriedades físicas e mecânicas da madeira e composição celular.

A escolha de alta, média ou baixa densidade vai depender da finalidade do produto, por exemplo, para produção de carvão vegetal para siderurgia requer madeira com alta densidade, já a indústria de celulose de fibra curta requer madeira com densidade intermediária (RIBEIRO & FILHO, 1993).

A densidade básica é um parâmetro complexo, pois pode variar no sentido radial e longitudinal, bem como pode variar entre árvores, entre as espécies, idade, espaçamento, e até mesmo com o local de crescimento (PEREIRA et al., 2016).

Segundo Pereira et al. (2016) a densidade básica é uma característica de suma importância para a produção do carvão vegetal, quanto maior a densidade da madeira maior será a densidade e a resistência mecânica do carvão vegetal.

É importante destacar que a casca também influencia na qualidade do produto para produção do carvão vegetal, por exemplo, quando o fósforo (que é indesejável), está presente no carvão e se incorpora as ligas metálicas e acaba as deixando quebradiças. A presença de casca na carbonização também aumenta o teor de cinzas; que também não é desejável (BARCELLOS et al., 2005).

3.4 PESO SECO

Para o empreendimento florestal, quando se quer a produção de madeira para energia é mais preciso que quantifique o estoque de biomassa do que o estoque por volume de um povoamento florestal (FRANCO et al., 1998). Segundo Finke Herrera (1989) o peso seco é considerado como uma unidade de medida de produção e produtividade florestal a ser modificada em carvão, celulose e fibras para chapa, mais preciso que quantificar o volume.

A maioria dos inventários florestais são atribuídos em desfecho de volume do fuste comercial. Para a produção de celulose e papel, chapas e aglomerados e carvão vegetal são feitos inventários para determinar o volume, porém para que os rendimentos de tais produtos sejam mais precisos é necessário estimar o peso seco, que é obtido na relação direta com a densidade básica da madeira (BRITO & COUTO, 1980).

A estimativa de peso seco é obtida através do volume real e a densidade básica da árvore que constitui a amostra das árvores que foram cubadas rigorosamente (FRANCO et al., 1998). Segundo Medeiros et al. (2014) para calcular o rendimento gravimétrico do carvão o peso seco do carvão se relaciona com o peso seco da madeira e o rendimento gravimétrico é empregado para estabelecer o rendimento em carbono fixo, um carvão com maior teor de carbono fixo vai ser mais eficiente nos fornos para reduzir o minério de ferro.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 INFORMAÇÕES DE CAMPO

O presente trabalho foi realizado na região Nordeste da Bahia. Foram feitas coletas de nove materiais genéticos com três repetições, totalizando 27 árvores. Foram coletados diferentes materiais genéticos, em diferentes espaçamentos e diferentes idades (Tabela 1). As árvores foram coletadas de acordo com o diâmetro médio dos plantios, utilizando-se dados de inventário florestal. Foram selecionadas as árvores que tiveram seu DAP variando 4 mm, para mais ou para menos, do diâmetro médio. Foram escolhidos os indivíduos que tivessem seu estado fitossanitário perfeito, evitando escolher árvores mortas e que estivessem nas bordas dos talhões.

Tabela 1 - Descrição das árvores amostradas por local, material genético, idade, espaçamento e número de árvores/ha.

Espécie	Material genético	Situação Florestal	Idade (anos)	Espaçamento (m)
<i>E. urophylla</i> x <i>E. grandis</i>	1	Implantação	5,1	4 x 2,25
<i>E. urophylla</i> x <i>E. grandis</i>	2	Reforma	3,2	4 x 1,75
<i>E. urophylla</i>	3	Implantação	5,1	4 x 2,25
<i>E. urophylla</i> x <i>E. grandis</i>	4	Implantação	8,2	3 x 3
<i>E. urophylla</i> x <i>E. grandis</i>	5	Reforma	3,2	4 x 1,75
<i>E. urophylla</i> x <i>E. grandis</i>	6	Reforma	8,7	4 x 2,25
<i>E. urophylla</i> x <i>E. grandis</i>	7	Condução	5,1	4,5 x 2
<i>E. urophylla</i> x <i>E. grandis</i>	8	Condução	7,1	3 x 3
<i>E. urophylla</i> x <i>E. grandis</i>	9	Condução	3,9	4 x 2,25

As árvores escolhidas foram derrubadas e medidas até a altura comercial equivalente a 10 cm de circunferência. As árvores foram cubadas para obter o volume da madeira e de casca, tomando medidas de circunferência e de espessura da casca a cada 2 metros até a altura comercial. Foram coletados cinco discos de cada indivíduo (0%, 25%, 50%, 75%, 100%), colocados dentro de sacolas plásticas e o material foi levado para o Laboratório de Tecnologia da Madeira da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia na cidade de Cruz das Almas.

Para determinar a densidade básica dos discos e das cascas de cada árvore, as amostras foram imersas em água até ficarem saturadas e os volumes foram determinados pelo método de imersão em água. Em seguida, as amostras foram levadas à estufa com a temperatura de 105 °C até atingirem o peso constante e posteriormente foram pesadas para determinação do

peso seco. Com os valores de volume e de peso seco de cada amostra foi calculada a densidade básica das amostras.

Com a densidade básica e o volume de madeira e de casca, que foram obtidos na cubagem, foi determinado o peso seco da árvore média do plantio, que juntamente com o número de árvores por hectare possibilitou a estimativa da produtividade dos materiais genéticos.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 2 apresenta o volume da árvore com casca (m³), volume da árvore sem casca (m³), volume de casca (m³) e porcentagem de casca (%).

Tabela 2 - Valores de volume da árvore com casca (m³), volume da árvore sem casca (m³), volume de casca (m³) e porcentagem de casca (%) de materiais genéticos de *Eucalyptus* utilizados.

Material genético	Árvores	Volume (m ³)			Casca %
		c/casca	s/casca	casca	
01	1	0,296	0,249	0,048	16,0
	2	0,316	0,263	0,054	16,9
	3	0,298	0,253	0,045	15,1
Média	–	0,304 (0,0110)	0,255 (0,0071)	0,049 (0,0044)	16,0
02	1	0,078	0,060	0,018	23,2
	2	0,079	0,052	0,024	31,9
	3	0,069	0,050	0,018	26,6
Média	–	0,075 (0,0057)	0,054 (0,0051)	0,020 (0,0035)	27,2
03	1	0,350	0,287	0,063	18,0
	2	0,352	0,289	0,062	17,8
	3	0,376	0,298	0,079	20,9
Média	–	0,359 (0,0149)	0,291 (0,0057)	0,068 (0,0093)	18,9
04	1	0,326	0,260	0,066	20,3
	2	0,283	0,220	0,062	22,1
	3	0,298	0,240	0,059	19,7
Média	–	0,302 (0,0217)	0,240 (0,0197)	0,062 (0,0037)	20,7
05	1	0,096	0,072	0,025	25,4
	2	0,108	0,077	0,031	29,1
	3	0,100	0,070	0,030	29,8
Média	–	0,101 (0,0060)	0,073 (0,0034)	0,029 (0,0036)	28,1
06	1	0,408	0,312	0,096	23,6
	2	0,404	0,310	0,094	23,4
	3	0,366	0,283	0,083	22,8
Média	–	0,393 (0,0230)	0,301 (0,0161)	0,091 (0,0069)	23,2
07	1	0,101	0,074	0,027	26,7
	2	0,107	0,080	0,027	25,0
	3	0,090	0,067	0,024	26,3

Média	–	0,099 (0,0082)	0,074 (0,0067)	0,026 (0,0018)	26,0
08	1	0,299	0,230	0,069	23,0
	2	0,276	0,216	0,060	21,7
	3	0,268	0,208	0,060	22,3
Média	–	0,281 (0,0160)	0,218 (0,0110)	0,063 (0,0052)	22,3
09	1	0,070	0,050	0,020	29,2
	2	0,085	0,061	0,024	27,9
	3	0,092	0,067	0,026	27,6
Média	–	0,082 (0,0114)	0,059 (0,0088)	0,023 (0,0026)	28,2

Desvio padrão entre parênteses.

As maiores porcentagens de cascas foram encontradas nos materiais genéticos 9, 5, e 2 e os materiais genéticos 1 e 3 apresentaram menores porcentagens de casca.

Os que apresentaram maiores porcentagens de casca foram justamente aqueles de menor idade e provavelmente esses teores serão menores para esses materiais genéticos em idades mais avançadas. Rios e Mori (2012) nos seus estudos com espécies de *E. urophylla* x *E. grandis* observaram o comportamento da árvore em relação à porcentagem de casca, no qual obtiveram uma variação de 10,82 % a 21,54 % de teor de casca, com isso ele conclui que as árvores mais jovens têm a tendência a ter maiores quantidades de casca, ou seja, quanto mais velhas forem as árvores, menor teor de cascas elas possuem. Os valores encontrados no presente trabalho apresentaram materiais genéticos com porcentagens de casca superiores aos estudos de Torres et al (2016) que estudando clones de *E. urophylla* x *E. grandis*, aos 32 meses, encontraram porcentagem média de casca entre 16 a 21%. Essas diferenças são justificadas, principalmente, pelas diferenças genéticas e pelas particularidades de cada local de plantio. A quantidade de casca nas espécies de *Eucalyptus* pode variar devido à idade, tamanho das árvores, espécie e ao longo do tronco, isto foi constatado por Foelkel (2016) e Paula (1992) que nos seus estudos mostram que a quantidade de casca no *Eucalyptus* varia de acordo a sua idade cronológica, fisiológica, o tamanho das árvores, espécie e varia também com as estações do ano e ao longo do tronco.

Além dos materiais genéticos que apresentaram maiores porcentagens de casca, os demais não apresentaram a tendência de que maiores idades apresentem menores porcentagens de casca.

Os valores de densidade básica e peso seco da madeira e da casca dos materiais genéticos podem ser observados na tabela 3.

Tabela 3 - Valores de densidade básica e peso seco da madeira e da casca dos 9 materiais genéticos.

Material genético	DB (g/cm³)		PS (Kg)	
	Madeira	Casca	Madeira	Casca
01	0,504	0,280	125,5	13,3
	0,487	0,264	128,0	14,1
	0,482	0,271	122,1	12,2
Média	0,491 (0,0119)	0,272 (0,0083)	125,2 (2,9891)	13,2 (0,9443)
02	0,437	0,281	26,1	5,1
	0,427	0,261	22,0	6,3
	0,446	0,275	22,5	5,0
Média	0,437 (0,0099)	0,272 (0,0106)	23,6 (2,2427)	5,5 (0,7208)
03	0,412	0,246	118,2	15,4
	0,416	0,241	120,3	15,0
	0,450	0,240	134,0	18,9
Média	0,426 (0,0208)	0,242 (0,0031)	124,2 (8,5700)	16,4 (2,1239)
04	0,521	0,281	135,3	18,5
	0,518	0,274	114,0	17,1
	0,527	0,257	126,5	15,1
Média	0,522 (0,0051)	0,271 (0,0123)	125,2 (10,6914)	16,9 (1,7313)
05	0,494	0,313	35,5	7,7
	0,482	0,290	36,9	9,1
	0,495	0,290	34,6	8,6
Média	0,490 (0,0077)	0,298 (0,0131)	35,7 (1,1188)	8,5 (0,7283)
06	0,576	0,308	179,4	29,6
	0,570	0,298	176,6	28,2
	0,559	0,302	158,2	25,2
Média	0,568 (0,0083)	0,303 (0,0050)	171,4 (11,4980)	27,7 (2,2616)
07	0,491	0,275	36,4	7,4
	0,593	0,269	47,4	7,2
	0,544	0,247	36,3	5,9
Média	0,543 (0,0508)	0,263 (0,0146)	40,0 (6,4034)	6,8 (0,8242)
08	0,592	0,314	136,2	21,6
	0,593	0,320	128,1	19,1
	0,566	0,312	118,0	18,7
Média	0,584	0,315	127,4	19,8

	(0,0154)	(0,0041)	(9,1321)	(1,5805)
09	0,500	0,286	24,8	5,9
	0,475	0,262	29,2	6,2
	0,483	0,272	32,3	6,9
Média	0,486	0,274	28,7	6,3
	(0,0124)	(0,0122)	(3,7794)	(0,5584)

Desvio padrão entre parênteses.

O material genético 8 apresentou o maior densidade básica da madeira e o material genético 3 apresentou a menor densidade básica. Os valores aqui encontrados estão em acordo com outros estudos em idades semelhantes, por exemplo, Torres et al (2016) encontrou valores médios de densidade básica da madeira para híbridos de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* de 0,430 g.cm⁻³, aos 32 meses. Trugilho et al (2014) avaliando a densidade básica para híbridos e espécies de eucalipto variando entre 0,446 a 0,590 g.cm⁻³, aos 4 anos.

A densidade básica da casca variou de 0,242 g/cm³ a 0,315 g/cm³ para os materiais genéticos estudados. Miranda e Barrichelo (1991), encontraram nos seus estudos uma média de 0,363 g/cm³ para densidade básica de casca aos 6 anos de idade. Segundo Foelkel (2005) a densidade básica da casca varia de 0,240 até 0,400 g/cm³, sendo assim os valores encontrados neste estudo se enquadram nos valores abrangidos por Foelkel (2005).

O peso seco médio, juntamente com o número de árvores/ha foram utilizados para estimar a produtividade de madeira e casca dos materiais genéticos. Essas estimativas podem ser observadas na tabela 4.

Tabela 4 - Estimativa de produção de madeira e de casca para os materiais genéticos avaliados.

Materiais genéticos	N° árv/ha	PS(Kg)		Estimativa de PS (ton/ha)	
		Madeira/árv	Casca/árv	Madeira/ha	Casca/ha
1	1111,11	125,2	13,2	139,11	14,66
2	1428,57	23,6	5,5	33,71	33,71
3	1111,11	124,2	16,4	138,00	18,22
4	1111,11	125,2	16,9	139,11	18,77
5	1428,57	35,7	8,5	51,00	12,14
6	1111,11	171,4	27,7	190,44	30,77

7	1111,11	40,0	6,8	44,44	7,55
8	1111,11	127,4	19,8	141,55	22,00
9	1111,11	28,7	6,3	31,88	7,00

Os dados obtidos dos 9 materiais genéticos no presente trabalho não podem ser comparados, pois possuem idades, espaçamento, materiais genéticos e sítios diferentes. Isto explica também a diversidade dos dados.

A produtividade do plantio é avaliada através da estimativa de massa de madeira por área. É importante quantificar a produtividade real dos povoamentos florestais, no setor siderúrgico, por exemplo, para que faça a previsão da quantidade real de madeira que é produzida por material genético em um determinado local.

6. CONCLUSÃO

Pode-se concluir com os dados obtidos que:

- A estimativa de produção de madeira dos materiais genéticos foi:

1 – 139,11 ton/ha; **2** – 33,71 ton/ha; **3** – 138,00 ton/ha; **4** – 139,11 ton/ha; **5** – 51,00 ton/ha; **6** – 190,44 ton/ha; **7** – 44,44 ton/ha; **8** – 141,55 ton/ha; **9** – 31,88 ton/ha.

- A estimativa de produção de casca dos materiais genéticos foi:

1 – 14,66 ton/ha; **2** – 33,71 ton/ha; **3** – 18,22 ton/ha; **4** – 18,77 ton/ha; **5** – 12,14 ton/ha; **6** – 30,77 ton/ha; **7** – 7,55 ton/ha; **8** – 22,00 ton/ha; **9** – 7,00 ton/ha.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAF. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. **Anuário estatístico da ABRAF 2013 ano base 2012**. Brasília, 2013. 146 p.

BARCELLOS, D. C.; COUTO, L. C.; MULLER, M. D.; COUTO, L. O estado-da-arte da qualidade da madeira de Eucalipto para produção de energia: Um enfoque nos tratamentos silviculturais. **Biomassa & Energia**, v.2, n. 2, p. 141-158, 2005.

BATISTA, D.C.; KLITZKE, R.J.; SANTOS, C.V.T. Densidade básica e retratibilidade da madeira de clones de três espécies de *Eucalyptus*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.20, n.4, p. 665-674, out.-dez., 2010.

BRITO, J. O.; COUTO H.T.Z. Inventário de resíduos florestais. **Série Técnica Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais**, Piracicaba, v.1, n.2, p.A.1 – A.13, Jul.1980.

CAMPOS, A. C. M. **Carvão de *Eucalyptus***: efeito dos parâmetros da pirólise sobre a madeira e seus componentes químicos e predição da qualidade pela espectroscopia NIR. **Dissertação de Mestrado**, Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG, 2008.

CARDOSO, L.F.; XAVIER, E. S.; DE PAULA, N. F.; PAULA, R. C. de. Efeito da temperatura na densidade e no rendimento gravimétrico de carvão de clones de eucalipto. **Ciência & Tecnologia**, Jaboticabal, v. 8, 2016.

COLLET, F. Estudo comparativo, em escala de laboratório, de diversas madeiras utilizadas na fabricação de carvão vegetal. **Boletim da Associação Brasileira de Metais**, 42 (12): 5-14, 1955.

DIAS, D. da C.; COLODETTE, J. L.; THIERSCH, C. R.; LEITE, H. G.; GOMIDE, J. L. Uso da técnica de resistografia e de variáveis dendrométricas na modelagem da densidade básica de povoamentos clonais de *Eucalyptus*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.27, n.2, p. 609-619, abr.-jun., 2017.

DI BLASI, C. Modeling chemical and physical processes of wood and biomass pyrolysis. **Progress in Energy and Combustion Science, Italy**, v. 34, n. 1, p. 47-90, 2008.

FINKE HERRERA, M.E. Densidade básica e equações de peso de madeira seca de povoamentos de eucaliptos de acordo com a idade, local, espécie e método de regeneração. Viçosa, UFV, 1989. 113p. (**Dissertação de Mestrado**).

FOELKEL, C.E.; MORA, E.; MENOCELLI, S. Densidade básica: sua verdadeira utilidade como índice de qualidade da madeira de eucalipto para produção de celulose. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., Campos do Jordão, 1990. **Anais**. Campos do Jordão: 1990. p.719-728.

FOELKEL, C. E. B. Casca da árvore do eucalipto: aspectos morfológicos, fisiológicos, florestais, ecológicos e industriais, visando à produção de celulose e papel. ***Eucalyptus Online Book & Newsletter***, São Paulo, 2005. Capítulo 1, 109 p. Disponível em: <http://www.eucalyptus.com.br/capitulos/capitulo_casca.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2018.

FOELKEL, C. E. B. **Casca da árvore do Eucalipto**. Disponível em: <<http://www.eucalyptus.com.br>>. Acesso em: 28 fev. 2018.

FRANCO, E. J; EFICIÊNCIA NA ESTIMATIVA DO PESO SECO PARA ÁRVORES INDIVIDUAIS E DEFINIÇÃO DO PONTO ÓTIMO DE AMOSTRAGEM PARA DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA DE *Eucalyptus camaldulensis*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.8, n.1, p. 77-92, 1998.

FREDERICO, P. G. U. **Efeito da região e da madeira de eucalipto nas propriedades do carvão vegetal**. 2009. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

HSING, T. Y.; PAULA, N. F.; PAULA, R. C. CARACTERÍSTICAS DENDROMÉTRICAS, QUÍMICAS E DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA DE HÍBRIDOS DE *Eucalyptus grandis* X *Eucalyptus urophylla*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.26, n. 1, p. 273-283, jan.-mar., 2016.

IBA. Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório Ibá 2015**, São Paulo, 16 p, 2015.

IBA. Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório Ibá 2017**, São Paulo, 33 p, 2017.

MEDEIROS NETO, P. N., P. N. D., OLIVEIRA, E. D., PAES, J. B. Relações entre as Características da Madeira e do Carvão Vegetal de duas Espécies da Caatinga. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.21 n.4. p. 484-493, 2014.

MELO, J. E. **Madeira**: características e aplicações. Brasília: LPF, 2002. 30 p.

MIRANDA, C. R. E.; BARRICHELO, L. E. G. Celulose de madeira de *E. citriodora*: influência do tamanho de cavacos. **O Papel**, v. 52, n. 12, p. 119-139, 1991.

MOKFIENSKI, A.; GOMIDE, J. L.; COLODETTE, J. L.; OLIVEIRA, R. C. Importância da densidade e do teor de carboidratos totais da madeira de eucalipto no desempenho da linha de fibra. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL SOBRE CELULOSE KRAFT DE EUCALIPTO, 2003, Viçosa. **Anais...** Viçosa: 2003. p. 15-28.

MÜLLER, M. D.; COUTO, L.; NEVES, J. C. L. Produção de biomassa e balanço nutricional de plantações de eucalipto clonal em diferentes densidades de plantio no município de Itamarandiba-MG. **Biomassa & Energia**, v. 2, n. 2, p. 91-101, 2005.

NEILSON, D. The global *Eucalyptus* resoucer and some solidwood-panel product developmental issues. **IUFRO Conference**, Launceston, Australia, 2000.

PAULA, F. Variação da porcentagem de casca ao longo do tronco e entre árvores de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 16, n. 3, p. 309-318, 1992.

PEREIRA, B. L. C.; CARVALHO, A. M. M. L. C.; OLIVEIRA, A. C.; SANTOS, L. C.; CARNEIRO, A. de C. O.; MAGALHÃES, M. A.de. Efeito da carbonização da madeira na estrutura anatômica e densidade do carvão vegetal de *Eucalyptus*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.26, n. 2, p. 545-557, abr.-jun. 2016.

RIBEIRO, F. de A.; FILHO, J. Z. Variação da densidade básica da madeira em espécies/procedências de *Eucalyptus* spp. **IPEF**, n. 46, p. 76-85, jan./dez. 1993.

RIOS, P. D., MORI, F. A. Estimativa de idade das árvores, massa específica e cubagem da casca de *Kielmeyera coriacea* Mart. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 40, n. 93, p. 085-093, mar. 2012.

ROUSSET, P.; FIGUEIREDO, C.; SOUZA, M. DE.; QUIRINO, W. **Pressure effect on the quality of eucalyptus wood charcoal for the steel industry: A statistical analysis approach.** *Fuel Processing Technology*, v.92, p.1890-1897, 2011. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.fuproc.2011.05.005>>.

RUY, O.F. Variação da qualidade da madeira em clones de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake da Ilha de Flores, Indonésia. Piracicaba, 1998. 69 p. **Dissertação** (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo.

SANTOS, R. C. dos.; CARNEIRO, A.de C. O.; VITAL, B. R.; CASTRO, R. V. O.; VIDAURRE, G. B.; TRUGILHO, P. F.; CASTRO, A. F. N. M. Influência das propriedades químicas e da relação siringil/guaiacil da madeira de eucalipto na produção de carvão vegetal. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.26, n.2, p. 657-669, abr.-jun., 2016.

SOARES, V.C., BIANCHI, M. L., TRUGILHO, P. F., JÚNIOR PEREIRA, A., HOFLE, J. Correlações entre as propriedades da madeira e do carvão Vegetal de híbridos de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.38, n.3, p.543-549, 2014.

TORRES, C. M. M. E., OLIVEIRA, A. C., PEREIRA, B. L. C., JACOVINE, L. A. G., OLIVEIRA NETO, S. N. D., CARNEIRO, A. D. C. O., TORRES, C. M. M. E. Estimativas da produção e propriedades da madeira de eucalipto em Sistemas Agroflorestais. **Scientia Forestalis**. Piracicaba, v. 44, n. 109, p. 137-148, mar. 2016.

TRUGILHO, P.F; LIMA, J.P; PÁDUA, F.A; SORAGI, L.C; ANDRADE, C.R. Deformação residual longitudinal (DRL) e tangencial (DRT) em seis clones de *Eucalyptus* spp. **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 3, p. 279-286, jul/set, 2006.

TRUGILHO, P. F. GOULART, S. L., ASSIS, A. O., COUTO, F. B. S., ALVES, I. C. N., PROTASIO, T. P., NAPOLI, A. Características de crescimento, composição química, física e estimativa de massa seca de madeira em clones e espécies de *Eucalyptus* jovens. **Ciência Rural**, Santa Maria, Online, 2014.

VIEIRA, R. S. LIMA, J. T., MONTEIRO, T. C., SELVATTI, T. S., BARAUNA, E. E. P., NAPOLI, A. Influência da temperatura no rendimento dos produtos da carbonização de *Eucalyptus microcorys*. **Cerne**, Lavras, v. 19, n. 1, p. 59-64, jan./mar. 2013.

VITAL, B.R. ; ANDRADE, A.M. ; VALENTE, O.F. ; CAMPOS, J.C.C. Influência da casca no rendimento e na qualidade do carvão vegetal de *Eucalyptus grandis*. **IPEF**, n. 41/42, p. 44-49, jan./dez. 1989.