



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

YAGO MESQUITA DA SILVEIRA

ANÁLISE DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DA CASCA DA MADEIRA DE *Tectona grandis* L.f.

Prof. Dr. ALEXANDRE MONTEIRO DE CARVALHO
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
Novembro - 2019



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

YAGO MESQUITA DA SILVEIRA

ANÁLISE DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DA CASCA DA MADEIRA DE *Tectona grandis* L.f.

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Prof. Dr. Alexandre Monteiro de Carvalho

Orientador

SEROPÉDICA, RJ
Novembro - 2019

ANÁLISE DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DA CASCA DA MADEIRA DE *Tectona grandis* L.f.

YAGO MESQUITA DA SILVEIRA

Monografia aprovada em 22 de novembro de 2019.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Alexandre Monteiro de Carvalho
DPF/IF/UFRRJ
Orientador

Prof^ª. Dr^ª. Natália Dias de Souza
DPF/IF/UFRRJ
Membro

Prof. Dr. Edvã Oliveira Brito
DPF/IF/UFRRJ
Membro

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida.

Agradeço a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, por todo suporte necessário para a minha formação como cidadão e engenheiro florestal.

Agradeço ao meu orientador, Alexandre Monteiro, por todo apoio, paciência e todo tempo dedicado a mim e a pesquisa.

Agradeço a toda minha família, pelo carinho, confiança, apoio e bons momentos compartilhados, em especial aos meus pais, Magda Carvalho Mesquita e Francisco José Machado da Silveira que foram os pilares da minha formação.

Agradeço a minha namorada, Letícia Nakamura Veríssimo, por todo apoio e por toda caminhada ao longo desses anos, sendo exemplo, inspiração e companheira.

Agradeço aos membros da banca, professor Edvá Oliveira Brito e Natália Dias de Souza por aceitarem o convite e contribuírem com a concretização desta monografia.

Agradeço ao Mário e ao Osmar por toda ajuda e apoio nos concelhos e procedimentos técnicos no laboratório.

Agradeço a minha turma, 2013.1, por toda amizade e momentos compartilhados. Levo a certeza de ter essa amizade para sempre.

Agradeço aos amigos de república, em especial a Breno, Vinícius, Ramon, Rafael e Eduardo por todos os amigos que passaram pela minha vida nesse tempo de graduação dividindo experiências e momentos felizes.

RESUMO

O objetivo desse estudo foi analisar as características físicas e quantificar os percentuais em volume e peso da casca presente em árvores de *Tectona grandis* L.f.. O material avaliado foi originário de um plantio de teca (*Tectona grandis*), com 11 anos de idade, localizado no município de Redenção, região sudeste do estado do Pará. Para as análises foram escolhidos dois materiais genéticos diferentes, divididos em quatro tratamentos (1, 2, 3 e 4), implantados com espaçamentos de 4,0m x 4,0m. Foram avaliados o teor de casca em (%), o peso da casca em (%) e a densidade básica e aparente da casca. Os resultados obtidos para o teor de casca em volume, por tratamento variou de 5,86% no tratamento 2 a 7,24% no tratamento 3 (médias). Para a porcentagem do peso de casca, foram encontrados valores médios entre 11,10% e 13,81% entre os tratamentos. Os valores de densidade aparente ficaram entre 0,51g/cm³ e 0,67g/cm³ nos tratamentos 2 e 3 respectivamente. Para densidade básica foram encontrados valores entre 0,26 g/cm³ e 0,31 g/cm³. As avaliações para percentual de volume de casca de *Tectona grandis* L.f. do presente projeto mostram que a cada 100 m³ de tora, em média 6,63 m³ são de casca. Esse valor é menor em comparação aos encontrados na literatura, mostrando que o sítio tem potencial para gerar menos resíduos. Os resultados de percentual do peso da casca, apontam que em média 12,76% do peso da tora é representado pela casca dado importante para o planejamento do destino e armazenamento do resíduo.

Palavras-chave: *Tectona grandis*, teca, casca, resíduo.

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the characteristics and to quantify the percentages in bark volume and weight present in *Tectona grandis* L.f.. The material evaluated originated from an 11-year-old teak plant (*Tectona grandis*), located in the municipality of Redenção, southeastern Pará state. For the analyzes, two different genetic materials were chosen, divided into four procedures (1, 2, 3 and 4), implanted with 4.0m x 4.0m spacing. Bark content in (%), bark weight (%) and bark basic and apparent density were taxed. The results obtained for the volume bark content per treatment ranged from 5.86% in treatment 2 to 7.24% in treatment 3 (medium). For a percentage of bark weight, average values were found between 11.10% and 13.81% among the applied ones. The apparent density values were between 0.51g / cm³ and 0.67g / cm³ in procedures 2 and 3, respectively. For basic density values were found between 0.26 g / cm³ and 0.31 g / cm³. As estimates for the percentage volume of *Tectona grandis* L.f caca present present what shows every 100 m³ of log, an average of 6.63 m³ of bark. This value is lower compared to those found in the literature, showing the potential location to generate less waste. The results of the bark weight percentage indicate that on average 12.76% of the log weight is represented by the important data bark for the destination planning and waste storage.

Keywords: *Tectona grandis*, teca, bark, residue.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	01
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	02
	2.1 <i>Tectona grandis</i> L.f.....	02
	2.2 Resíduos	03
	2.3 Casca	04
3.	MATERIAL E MÉTODOS	05
	3.1 Teor de casca (%)	05
	3.2 Peso da casca (%)	06
	3.3 Densidade	07
	3.3.1 Densidade aparente	07
	3.3.2 Densidade básica	08
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	09
	4.1 Teor de casca (%)	10
	4.2 Peso da casca (%)	11
	4.3 Densidade aparente	12
	4.4 Densidade básica	13
5.	CONCLUSÃO	14
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15

1. INTRODUÇÃO

A *Tectona grandis* L.f., vulgarmente conhecida como teca, é uma espécie arbórea originária da Ásia, de ocorrência natural em florestas tropicais principalmente na Índia, Tailândia, Laos, Camboja, Vietnã e Java (LAMBRET, 1990). Espécie de grande porte, pertencente à família Lamiaceae, antes fazia parte das Verbenaceae, da Ordem Lamiales (CANAL, 2017), podem atingir até 35 m de altura e 1 metro de DAP. Seu tronco é retilíneo e contém casca espessa resistente ao fogo.

A madeira de Teca se destaca por sua beleza, durabilidade, resistência a variações de temperatura e estabilidade dimensional, sendo amplamente utilizada para diversos fins, como na indústria naval, movelaria e marcenaria. Por sua pluralidade de usos, se destaca no mercado internacional como uma das madeiras mais valiosas.

Por sua rusticidade, a espécie tem bom desenvolvimento no Brasil, sendo bem adaptada as condições de solo e clima em várias regiões, entre elas sudeste, sul e norte com destaques para Mato Grosso e Pará. De acordo com a ABRAF, no ano de 2018 a área de plantios de Teca era de 93.957 hectares (ABRAF, 2018). Além do Brasil a espécie localiza-se em plantios comerciais em vários países de diferentes continentes, porém pela limitação de seu desenvolvimento, não é encontrada no continente europeu que é um dos maiores destinos da madeira, onde o metro cúbico pode superar ao do mogno.

Com a demanda existente, é esperado o aumento da produção e com isso o aumento no volume de resíduos provenientes do processo de beneficiamento da madeira. Estima-se que, do volume total de uma tora usinada, de 40% a 60% sejam transformados em resíduos (FINOTTI et al., 2006). O reaproveitamento desses resíduos é fundamental para o desenvolvimento sustentável de diversos segmentos da indústria, já que existe uma procura por matrizes energéticas renováveis e principalmente baratas que substituam combustíveis fósseis, fomentada pela necessidade da redução de gases poluentes que agravam o efeito estufa e uma redução da oferta de petróleo.

O objetivo desse estudo foi analisar as características físicas e quantificar os percentuais em volume e peso da casca presente em árvores de *Tectona grandis* L.f.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Tectona grandis* L.f.

A *Tectona grandis* L.f. ocorre naturalmente em florestas tropicais no sudeste asiático. É uma espécie arbórea da família Lamiaceae (CANAL, 2017).

Apresenta folhas opostas, coriáceas e ásperas, possui pecíolos curtos ou ausentes e ápice e base agudos. Indivíduos adultos apresentam folhas com comprimento de 30 a 40 cm por 25 cm de largura e nos mais jovens podem apresentar o dobro dessas dimensões. A inflorescência é do tipo panícula com flores brancas e pequenas com pecíolos curtos. Os frutos são

classificados como drupas subglobosas de em média 1,2 cm de diâmetro. As sementes são protegidas pelo endocarpo, numa camada dura envolvido pelo mesocarpo que se apresenta numa compacta e densa cobertura feltrosa, onde todo o conjunto está em um invólucro vesicular inflável, o exocarpo (VIEIRA et al., 2002).



Figura 1: Exemplar de *Tectona grandis* L.f. (Sudeste asiático - Camboja) Fonte: Amazon

Pode-se afirmar que a Teca é uma espécie de fácil cultivo e é pouco propensa a agentes patogênicos. Desenvolve-se bem em solos profundos e bem drenados, com razoável fertilidade, compreendendo os de textura variando do barro-arenosa a franco-argilosa. É espécie pioneira, não tolera sombra em nenhuma fase do seu desenvolvimento (FIGUEIREDO, 2001). Se houver boa drenagem, a espécie pode tolerar condições de solo extremas. Segundo Floréz (2012), plantios em solos argilosos ou mal drenados não tiveram bom desenvolvimento. Pela adaptação aos solos brasileiros, a produção de teca é vista com bons olhos no mercado nacional e de acordo com EMBRAPA (2010), investimentos em povoamentos são esperados pois surgem como boa opção econômica para as regiões onde é possível o desenvolvimento da espécie.

Segundo Shimizu et al. (2007) no Mato Grosso, as avaliações de incrementos médios anuais da espécie estão em torno de 25 m³/ha/ano, valores que superam até mesmo a região onde a espécie é nativa, mostrando a boa adaptação da espécie no Brasil.

A madeira da Teca possui alburno estreito e claro, destoando do marrom brilhante do cerne. Sua densidade aparente pode variar entre 0,55 e 0,68 g/cm³ (FIGUEIREDO, 2001). Mesmo sendo uma madeira leve, a Teca apresenta boa resistência a carga, tração e flexão, características também apresentadas em *Swtenia macrophylla*, o Mogno (LIMA et al., 2011).

A Teca surgiu no Brasil na década de 70, no Mato Grosso, pela empresa Serraria Cáceres S.A. através de políticas de incentivos fiscais para reflorestamento, onde eram implementados principalmente povoamentos de *Eucalyptus* e *Pinus* para suprir a demanda por matéria prima e derivados florestais (FIGUEIREDO, 2005).

Hoje a teca vem sendo considerada como uma das espécies tropicais mais importantes no mercado internacional para produção de madeira de alta qualidade. Devido suas propriedades físicas e mecânicas superiores, alta durabilidade, estética e estabilidade dimensional a tornam propícia para inúmeras utilizações, como construção, mobília, lâminas decorativas, carpintaria e indústria naval. Sua madeira é extremamente estável a mudanças de umidade e temperatura, tendo empenamento e contração quase nulos durante a secagem. Essa estabilidade confere bastante resistência a variação de condições climáticas (LIMA et al., 2011).

2.2 Resíduos florestais e madeireiros

Os resíduos florestais são oriundos principalmente da exploração das florestas e da indústria madeireira. A geração de resíduos no setor florestal vai desde o campo até o produto final na indústria e é consequência do processamento da madeira. Ainda no campo, os resíduos florestais podem ser caracterizados como os deixados na floresta devido aos tratamentos culturais, como desrama e desbaste, e devido a colheita da madeira. Os resíduos são todos os materiais resultantes da colheita que continuam no solo sem utilização definida, são eles a casca, galho, copa, árvores doentes, mortas, tocos e raízes (SOUZA, 2010).

Já nas indústrias e serrarias, temos os resíduos provenientes das atividades de beneficiamento da madeira. A maior parte dos resíduos é proveniente do processamento primário da madeira, porém essa fração percentual varia de acordo com determinados fatores, como o tipo de processo, maquinário utilizado e as dimensões e características anatômicas e físicas da tora (FINOTTI et al., 2006).

Todo o resíduo gerado (biomassa) pode ser caracterizado como um recurso natural renovável, podendo ser utilizado como fonte de energia através da queima, produção de carvão ou aproveitamento de óleos e extrativos (COUTO, 2000). Em relação aos combustíveis fosseis, a biomassa tem vantagem pelo baixo custo, menor potencial poluidor, e ser material renovável (CASSELLI, 2013). Estudos apontam que em uma floresta plantada de *Eucalyptus*, 11,7% da biomassa gerada, foi apontada como resíduo do processo de colheita (CASTRO, 2014).

Os processos de usinagem da madeira podem ser classificados começando pelo abate, descascamento, desdobro, produção de partículas e beneficiamento. Para cada atividade listada é necessário um tipo de operação nos quais vão definir a transformação da madeira para cada objetivo (GONÇALVES, 2000).

Segundo Uliana (2005) de acordo com os tipos de máquina, número de operações e mão-de-obra, a quantidade e tipo de resíduos gerados podem variar.

Para Magossi (2007) a quantidade de resíduos que podem ser aproveitados gerados na floresta pode atingir 35% do volume de madeira para fins industriais e 5% para fins energéticos.

Atualmente é observado um aumento nos números de caldeiras que utilizam resíduos florestais como combustível em empresas de grande porte. Segundo Silva (2001) os resíduos lignocelulósicos apresentam bom poder calorífico, por isso são consideradas fontes energéticas capazes de substituir os combustíveis fósseis.

2.3 Casca

As funções da casca envolvem a proteção física (fogo, geada e radiação solar), mecânica (defesa contra herbivoria), e biológica (patógenos como fungos e insetos) (DANIEL, 2009).

Assim como na madeira, o que vai determinar o destino da casca como matéria-prima, são as características anatômicas e químicas. Essas características podem ser determinadas por fatores ambientais ou genéticos, o que pode ser limitante para o destino final do resíduo de casca como matéria prima (PEREIRA et al., 2003).

Grande parte da biomassa florestal é representada pela casca que pode totalizar em média de 9 a 15% do volume da tora. Já na Teca esse volume pode chegar a 18,05% para árvores entre 9 e 10 anos (FIGUEREDO, 2005).

No desdobro primário, o aproveitamento da transformação de toras em tábuas é de 40% de madeira processada, dos 60% restantes são divididos entre serragem, maravalha, cavacos (aparas de corte), pó de serra e casca, que constitui 11% do total da tora (FERREIRA et al. 1989)

As cascas são consideradas resíduos sólidos lignocelulósicos e através da queima podem ser usadas como fontes energéticas (SILVA, 2001). São considerados fontes energéticas de baixo valor de aquisição, porém seu poder calorífico bruto é considerado baixo uma vez que 10 toneladas de casca completamente seca é equivalente a 7 toneladas de carvão e possui a metade do poder calorífico bruto do petróleo, porém ainda assim é possível obter algum retorno (OGUNWUSI, 2013).

3. MATERIAL E MÉTODOS

As análises foram realizadas no Laboratório de Processamento de Madeira, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro no município de Seropédica, Rio de Janeiro.

O material avaliado teve origem em um plantio de teca (*Tectona grandis*), com 11 anos de idade, localizado no município de Redenção, região sudeste do estado do Pará. A área do plantio é dividida entre diferentes materiais clonais, com espaçamentos entre 3,0 x 4,0m e 4,0 x 4,0m e com e sem adubação. Foram escolhidos para as avaliações os materiais clonais que estavam dentro dos tratamentos 1, 2, 10 e 11, todos com espaçamento de 4,0m x 4,0m, sendo que o tratamento 1 e 2 representam o mesmo material genético, sendo o primeiro apresentando adubação ao longo do crescimento e o segundo sem adubação. Os tratamentos 10 e 11 seguem o mesmo modelo, logo são do mesmo material clonal, sendo o tratamento 10 com adubação e o 11 sem adubação.

3.1 Teor de casca (%)

Para a determinação do teor de casca, foram medidas 32 toras identificando em cada uma delas as porções da base, meio e topo, sendo anotados seus respectivos tratamentos. Com o auxílio de uma régua de 30 cm, foi medida a espessura da casca em dois seguimentos opostos x e x' . O diâmetro do tronco foi medido também com a régua nos eixos x e y obtendo-se a média entre as medições (Figura 1). O volume de casca foi então calculado através da Equação 1 e o resultado expresso em porcentagem.

$$\text{Teor de casca (\%)} = \frac{x+x'}{D_{\text{méd}}} \cdot 100 \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

$x + x'$ = Espessura da casca em dois seguimentos opostos;

$D_{\text{méd}}$ = Média do diâmetro.



Figura 2: (A) distância (x), (B) distância (x'), (C) distância eixo (y) e (D) distância eixo(x)

3.2 Peso da casca (%)

Para que fosse estimada a porcentagem do peso da casca, foram separados discos em diferentes alturas do tronco, identificados e separados por tratamento. Cada amostra (disco) foi dividida ao meio a fim de evitar erros de mensuração por injúrias na casca provenientes do armazenamento e transporte e assim foram escolhidas as metades onde se obteve uma melhor representatividade da real condição da casca no campo.

Escolhidas as frações do disco, as porções de casca foram retiradas manualmente com o auxílio de um formão e separadas em recipientes para armazenamento, logo foram pesadas e secas em estufa. Os discos foram secos a $103^{\circ}\text{C} \pm 2$, sendo feitas verificações periódicas até a estabilidade do seu peso seco. A casca foi seca a 80°C e seu peso também foi verificado periodicamente até a estabilidade. (Figura 2 e 3). Após a secagem foram pesados os discos e cascas, sendo utilizada a Equação 2 para determinação dos resultados.

$$(\%) \text{ peso de casca} = \frac{\text{Peso absolutamente seca}}{\text{Peso absolutamente seca (disco + casca)}}$$

Equação 2



Figura 3: Representação das cunhas (metade dos discos) utilizadas nas análises e as cascas (ao fundo) em recipientes de alumínio.

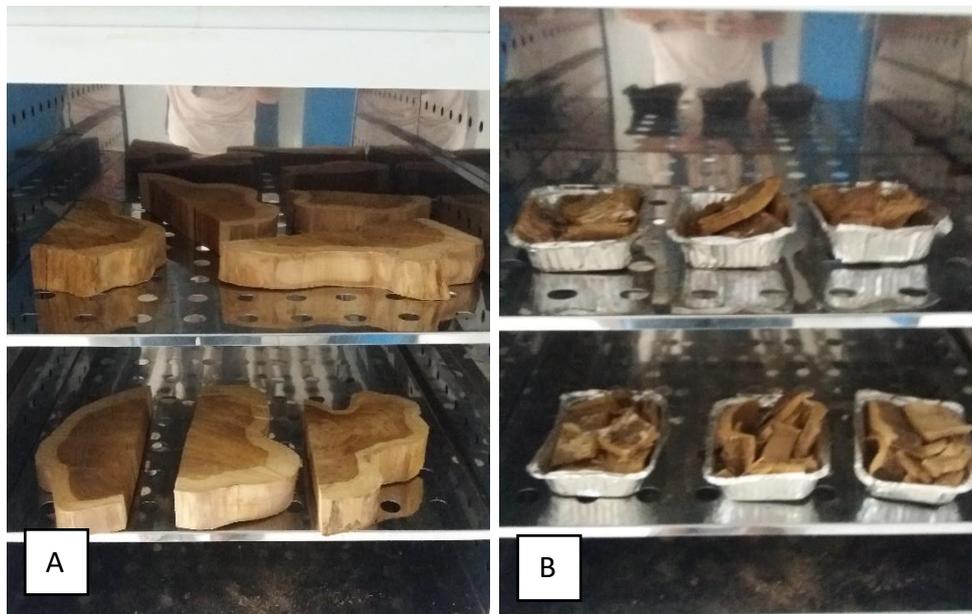


Figura 4: (A) Amostras das cunhas secando em estufa a $103^{\circ}\text{C} \pm 2$; (B) amostras de casca secando a 80°C .

3.3 Densidade

3.3.1 Densidade aparente

Na determinação da densidade aparente foram coletadas amostras de cascas de diferentes tratamentos e separados em seis sub-amostras que foram pesadas e aferidos os volumes. Para determinar o volume de cada porção foi utilizado um Becker de 1 litro, com graduação de 50 em 50ml. Foi utilizada areia fina lavada e peneirada para preencher o becker. Após o preenchimento do Becker com 500 ml com a areia, esta foi retirada e foram inseridas as amostras; em seguida a areia foi adicionada novamente ao recipiente, preenchendo todos os espaços vazios. A diferença na graduação do Becker foi anotada para cada repetição e assim foi determinado o volume das sub-amostras de casca (Figura 4).

A densidade aparente foi determinada transformando a graduação em ml em cm^3 e obtida pela relação do peso úmido da amostra pelo seu volume úmido, conforme a Equação 3.

$$\text{Densidade aparente (g/cm}^3\text{)} = \frac{P(u)}{V(u)} \quad \text{Equação 3}$$

Onde:

$P(u)$ = Peso das amostras na umidade de equilíbrio

$V(u)$ = Volume das amostras saturadas

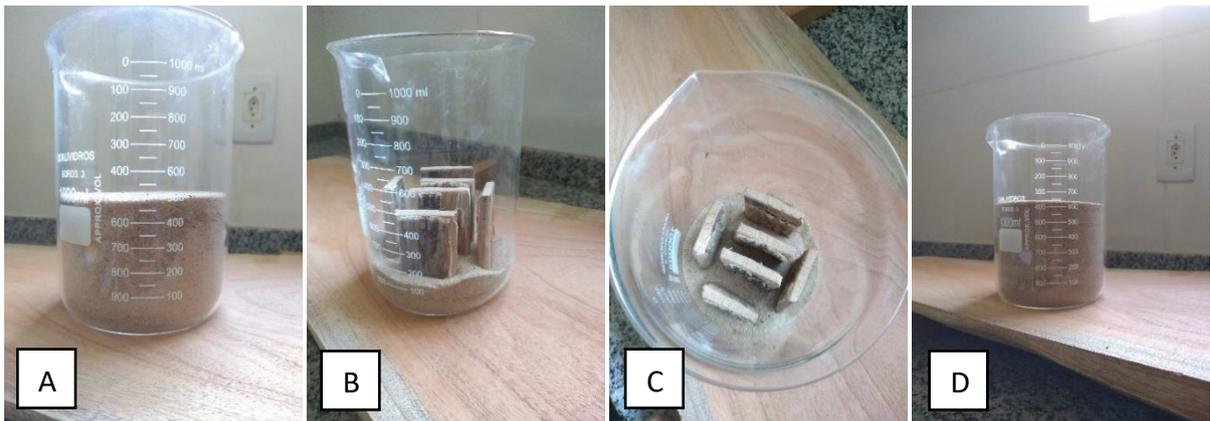


Figura 5: (A) Becker preenchido com areia até a marcação de 500 ml, (B) amostras úmidas inseridas, (C) visão superior da disposição das amostras e (D) Becker preenchido com as amostras e areia, determinando a variação na escala graduada.

3.3.2 Densidade básica

Nas determinações de densidade básica, as sub-amostras foram imersas em sua totalidade na água durante 8 dias, nesse período foi analisado a variação do peso e a saturação foi verificada conforme os procedimentos da norma NBR 7190 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1997). (Figuras 5 e 6).

A densidade básica é obtida pela relação do peso seco da amostra dividido pelo seu volume em condição de saturação em água (Equação 4). As Figuras 5 e 6 apresentam imagens da metodologia de determinação da densidade básica.

$$\text{Densidade básica (g/cm}^3\text{)} = \frac{P(\textit{seco})}{V(\textit{sat})} \quad \text{Equação 4}$$

Onde:

$P(\textit{seco})$ = Peso das amostras secas em estufa a $103^{\circ}\text{C} \pm 2$

$V(\textit{sat})$ = Volume das amostras saturadas

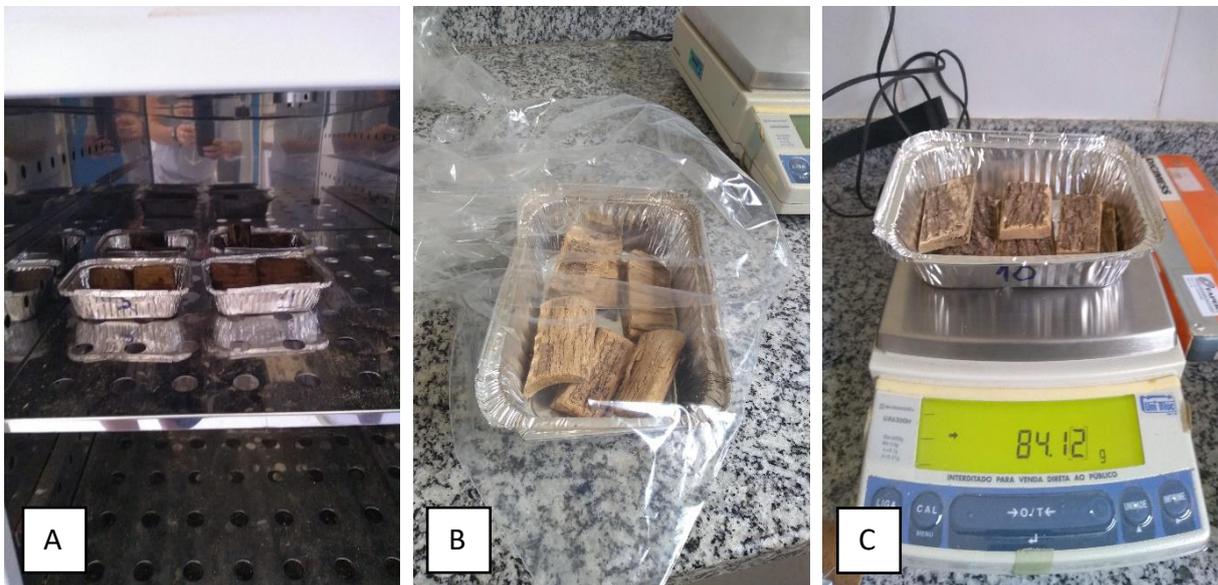


Figura 6: (A) Amostras secando em estufa a 103 ± 2 ; (B) Amostras esfriando dentro de sacos plásticos para evitar erros na pesagem; (C) Amostras pesadas em balança de precisão.

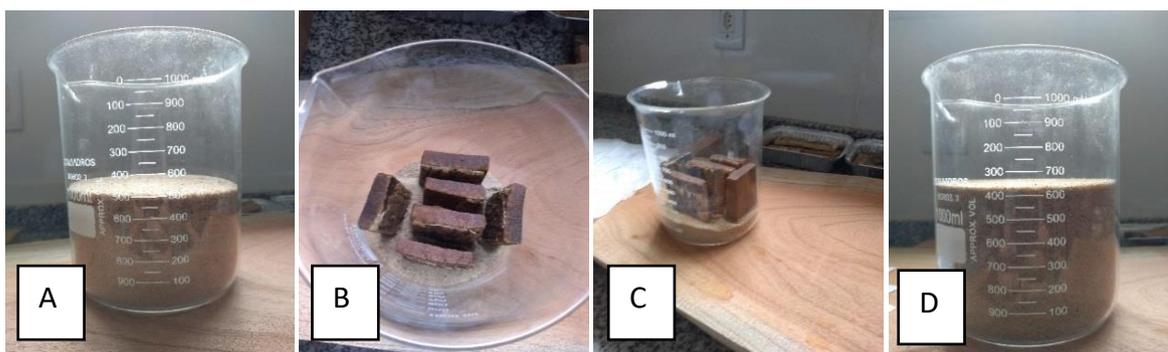


Figura 7: (A) Becker preenchido com areia até a marcação de 500 ml; (B) Amostras saturadas inseridas, (C) Visão superior da disposição das amostras e (D) Becker preenchido com as amostras e areia, determinando a variação na escala graduada.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Teor de casca em volume

A Tabela 1 apresenta os resultados da porcentagem ou teor de casca em volume, por indivíduo e a média por tratamento.

Tabela 1: Resultados da porcentagem ou teor de casca em volume das amostras de Teca.

Tratamento	Indivíduo	Teor de casca (%)	
		(% casca) / Indivíduo	Média (% casca) / Tratamento
1	1	6,09%	6,74%
	2	6,54%	
	3	6,81%	
	4	7,01%	
	5	7,26%	
2	6	5,46%	5,86%
	7	6,79%	
	8	6,33%	
	9	4,88%	
3	10	6,82%	7,24%
	11	7,95%	
	12	7,15%	
	13	7,05%	
4	14	7,22%	6,53%
	15	5,73%	
	16	5,26%	
	17	8,33%	
4	18	6,32%	
	19	7,01%	
Média	-	6,63%	

Na Tabela 2 são apresentados os resultados da estatística descritiva dos resultados de porcentagem ou teor de casca em volume das árvores de *Tectona grandis* L.f.

Tabela 2: Resultados de análises estatísticas por tratamento e por indivíduos.

	Análise estatística			
	Média	Variância	Desvio padrão	CV (%)
Tratamento 1	6,74%	0,0000203	0,004511	6,69%
Tratamento 2	5,86%	0,0000736	0,008582	14,64%
Tratamento 3	7,24%	0,0000182	0,004267	5,89%
Tratamento 4	6,53%	0,0001442	0,012006	18,39%
Geral (por indivíduo)	6,63%	0,0000770	0,008773	13,23%

Entre os indivíduos foram encontrados valores de teor de casca em volume entre 4,88% a 8,33%, resultando em média de 6,63% (Tabela 1). O coeficiente de variação (CV%) ficou em 13,23%.

Figueredo (2005) encontrou resultados diferentes dos encontrados nesse trabalho. Para povoamentos comerciais de 8 a 9,5 anos o percentual médio encontrado foi de 18,05% com coeficiente de variação de 21,69%. Já Tonini et al. (2009), após avaliarem um experimento de desbaste em Serra da Prata, em um campo experimental da EMBRAPA, no município de Iracema, centro-oeste do estado de Roraima, encontraram o valor médio de 25% em povoamentos com 6,8 anos num espaçamento de 3 m x 2 m. Sanquetta et al. (2014) por sua vez, observou um percentual de 12,0% em materiais clonais e de 12,59% em amostras originárias de sementes, no município de Redenção no Sudeste do Pará.

A Tabela 2 apresenta a média, variância, desvio padrão e coeficiente de variação em relação aos indivíduos e aos tratamentos.

No Tratamento 1 o teor de casca em volume variou de 6,09% a 7,26% e sua média foi de 6,74%, com coeficiente de variação de 6,69%. Já no Tratamento 2 a variação foi de 4,88% a 6,79% e a média ficou em 5,86%, com coeficiente de variação de 14,64%. Os resultados mostram que no Tratamento 1, que recebeu adubação, o teor de casca foi superior ao Tratamento 2 sem adubação.

No Tratamento 3 o teor de casca em volume variou de 6,82% a 7,95% e sua média foi de 7,24%, com coeficiente de variação de 5,89%. Já no Tratamento 4 a variação foi de 5,26% a 8,33% e a média ficou em 6,53%, com coeficiente de variação de 18,39%. (Tabelas 1 e 2).

Nota-se que os Tratamentos 2 e 4, que tiveram adubação, mostraram o maior teor de casca.

As variações nos resultados de percentual volumétrico apresentados, mostram uma heterogeneidade nos plantios no Brasil. Tais variações podem ser explicadas por fatores genéticos, ambientais e manejos aplicados.

4.2 Porcentagem do peso de casca

A Tabela 3 apresenta dados da porcentagem do peso da casca em relação ao disco da fração de tronco analisada.

Tabela 3: Resultados médios da porcentagem do peso da casca por tratamento e análise estatística por indivíduos

Peso da casca (%)			
Tratamento	Indivíduo	% Casca	Média (%) / Tratamento
1	1.A	11,21%	12,46%
	1.B	13,70%	
2	2.A	11,10%	11,10%
3	10.A	11,87%	12,84%
	10.B	13,80%	
4	11.A	14,11%	13,81%
	11.B	13,50%	
Análise estatística (indivíduos)			
Média		12,76%	
Variância		0,000171	
Desvio padrão		0,013095	
CV (%)		10,27%	

Em relação aos indivíduos, observou-se valores de porcentagem do peso da casca entre 11,10% e 14,11% com média de 12,76% e coeficiente de variação 10,27%.

O Tratamento 1 apresentou média de 12,46% e foi superior ao tratamento 2 que apresentou média de 11,10%. No Tratamento 2, porém, só foi utilizado um disco para a realização dos testes, o que pode ter contribuído para variação do resultado real.

Os Tratamentos 3 e 4 apresentaram respectivamente os valores médios de 12,84% e 13,81%. Era esperado que o percentual do peso da casca no Tratamento 3 fosse superior já que na avaliação anterior (% em volume) o Tratamento 3 apresentou maior teor de casca em relação ao Tratamento 4. Pode-se deduzir então que outros fatores além da espessura da casca interferiram no seu peso.

4.3 Densidade aparente

A densidade aparente da casca das **árvores de teca avaliadas** variou entre os tratamentos de 0,51 g/cm³ a 0,67 g/cm³ com média de 0,58 g/cm³ como mostrado na Tabela 4 a seguir.

Tabela 4: Resultados da densidade aparente por tratamento e média por indivíduos.

Tratamentos	Densidade Aparente		
	Peso (g)	Volume (cm ³)	Densidade g/cm ³
1	82,98	145	0,572
2	56,96	110	0,518
3	84,12	125	0,673
4	67,56	120	0,563
Média	-	-	0,582

Para efeito de comparação, a densidade aparente da casca de Pinus utilizada para substrato segundo Zorzetto et al., (2014) é de 0,336 g/cm³. Segundo Abad et al. (1993), um substrato ideal deve apresentar densidade volumétrica ou aparente inferior a 0,400 g/cm³, mostrando que a casca de teca, não seria ideal para o uso como substrato.

4.4 Densidade básica

Os valores de densidade básica da casca da teca avaliada variaram de 0,26 g/cm³ no Tratamento 4 a 0,31 g/cm³ no Tratamento 1, com média de 0,28 g/cm³.

Tabela 5: Resultados da densidade básica por tratamento e média por indivíduos.

Amostra	Densidade Básica		
	Peso (g)	Volume (cm ³)	Densidade g/cm ³
1	62,54	200	0,313
2	42,5	150	0,283
3	62,91	225	0,280
4	48,39	180	0,269
Média	-	-	0,286

Os Tratamentos 1 e 2 que, com o mesmo material clonal, apenas com diferença em relação a abução, mostraram resultados distintos, de 0,31 g/cm³ e 0,28 g/cm³ respectivamente. Já os Tratamentos 3 e 4 apresentaram resultados mais próximos entre si, de 0,27 g/cm³ e 0,26 g/cm³ respectivamente.

Em seu trabalho sobre características energéticas da madeira e casca de espécies do cerrado, Vale (2002) encontrou dados para densidade básica de casca, como por exemplo da *Dalbergia miscolobium* e *Tabebuia ochraceae* com valores de densidade de 0,43 g/cm³ e 0,42 g/cm³ respectivamente. As espécies foram definidas como potenciais para uso energético.

5. CONCLUSÕES

As avaliações para percentual de volume de caca de *Tectona grandis* L.f do presente projeto mostram que a cada 100 m³ de tora, em média 6,63 m³ são de casca, ou seja, material residual que pode ser reaproveitado, por exemplo, para energia.

Os resultados de percentual do peso da casca, apontam que em média 12,76% do peso da tora é representado pela casca. A escassez de informações para esse dado específico dificulta a comparação entre trabalhos, uma vez que é uma variável importante para o planejamento do destino e armazenamento do resíduo.

Dados para comparação de densidade básica e aparente de casca de espécies arbóreas, também são escassos, porém os dados encontrados nesse trabalho podem servir como norteadores para futuros trabalhos de aproveitamento de resíduos que levem a densidade como fator condicionante de aplicabilidade.

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que existe a necessidade de avanços tecnológicos e científicos para o aproveitamento da casca como material residual do processo madeireiro, direcionando a pesquisa para a aplicabilidade do resíduo de *Tectona grandis* L.f no mercado.

6. BIBLIOGRAFIA

ABAD, M.; MARTINEZ, P. F.; MARTINEZ, J. Evaluación agrónomica de los substratos de cultivo. **Actas de Horticultura**, Villaviciosa, Espanha, v. 11, p. 141-154, 1993.

ABRAF – Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. **Anuário estatístico da ABRAF**, 2012. 149 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7190. Projeto de Estruturas de Madeira. Rio de Janeiro, 1997.

CANAL, W.D. **Efeito da idade e da posição radial nas propriedades anatômicas, físicas e químicas da madeira de *Tectona grandis*** 2017. 55 p. Dissertação (mestrado em Ciência Florestal) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, 2017.

CASTRO, A.F. **Potencial dos resíduos florestais e dos gases para carbonização da madeira para geração de energia elétrica** 2014. 110p. Tese (Doutorado em ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa – MG, 2014.

COUTO, L.; FONSECA, E.M.B.; MULLER, M.D. **O estado da arte das plantações de florestas de rápido crescimento para produção de biomassa para energia em Minas Gerais: aspectos técnicos, econômicos sociais e ambientais**. Belo Horizonte: CEMIG, 200, 44 p.

DANIEL, G. Wood and Fibre Morphology. *In*: EDS. M. EK, G. GELLERSTEDT, G. HENRIKSSON. **Wood Chemistry and Biotechnology**. Walter de Gruyter GmbH & Co. KG, Berlin, 2009. Volume 1. p 45-70.

FIGUEIREDO, E.O.; SCOLFORO, J.R.S.; OLIVEIRA, A.D. Estimativa do Percentual de Casca e do Fator de Forma em Povoamentos Jovens de Teca (*Tectona grandis* L.f.). Embrapa CPAF-AC – **Ministério da Agricultura, pecuária e Abastecimento (Documento 165)**, p.5, 2005.

SÁ, C.P.; FIGUEIREDO, E.O.; OLIVEIRA, L.C. Caracterização e Análise da Rentabilidade Financeira do Cultivo da Teca (*Tectona grandis* L.f) para Produção de Madeira em Rio Branco, Acre. Embrapa CPAF-AC – **Ministério da Agricultura, pecuária e Abastecimento (Circular técnica 53)**, p.6, 2010.

VIEIRA, A. H; MARTINS, E.P; PEQUENO, P.L.L; LOCATELLI, M. Aspectos silviculturais da teca em Rondônia. Embrapa CPAF – **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Documentos 68)**, p.8, 2002.

FERREIRA, C.E.M.; CARRASCO, E.V.M.; HELMEISTER, J.C.; Tecnologia de adesivos poliuretanos: propriedades e aplicações em madeiras. In: **Anais Encontro Brasileiro em Madeiras e Estruturas de Madeiras**. São Carlos, São Paulo: LaMEM/EESC-USP, 1989. p. 39- 74.

FIGUEIREDO, E. O. **Reflorestamento com teca (*Tectona grandis*) no estado do Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2001, 28 p

FIGUEIREDO, E. O. **Avaliação de povoamentos de teca (*Tectona grandis* L.f.) na microrregião do Baixo Rio Acre**. 2005. 301 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

FIGUEIREDO, E.O.; OLIVEIRA, A.D; SCOLFORO, J.R.S. Análise econômica de povoamentos não desbastados de *Tectona grandis* L.f., na microrregião do baixo Rio Acre. **Revista Cerne, Lavras**, v. 11, n. 4, p. 342-353, 2005.

FINOTTI, A. R.; SCHNEIDER, V. E.; WANDER, P. R.; HILLIG, E.; SILVA, M. D’A. Uso energético de resíduos de madeira na cadeia produtiva de madeira/móveis e possibilidades de geração de créditos de carbono. In: Pólo Moveleiro da Serra Gaúcha - **Sistemas de gerenciamento ambiental na indústria moveleira**. Orgs. Educs, 2006, p. 191-230.

FLÓREZ, J.B. **Caracterização tecnológica da madeira jovem de *Teca Tectona grandis* L. f)**. 2009. 85p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) Universidade Federal de Lavras, 2012.

FONTES, P.J.P. **Auto-Suficiência Energética em Serraria de *Pinus* e Aproveitamento os Resíduos**. 1994, 135p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1994.

GONÇALVES, M. T. T. **Processamento da madeira**. Bauru: SP, 2000. 242 p

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas, Possibilidade e métodos de aproveitamento sustentado**. Eschborn: Dt Ges. Für Techn. Zusammenarbeit (GTZ). GmbH. 343p. 1990.

LIMA, II.; GARCIA, R; LONGUI, EL.; FLORSHEIM, S.M.B. Dimensões anatômicas da madeira de *Tectona grandis* Linn, em função do espaçamento e da posição radial do tronco, **Sci. Flor., Piracicaba**, v. 39, n. 89, p. 61-68, 2011.

MAGOSSI, D.C. **A produção florestal e a industrialização de seus resíduos na região de Jaguariaiva** – Paraná. 2007. 88 p. Dissertação (mestrado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

OGUNWUSI, A.A. Potentials of industrial utilization of bark. **Journal of Natural Sciences Research**, v. 3 n. 5, p. 106–116. 2013.

PEREIRA, C.S. Biorrefinaria de matérias-primas ricas em suberina: o reacender do interesse num biopolímero antigo. In: **Boletim de Biotecnologia**, 2013 p11–12.

SANQUETTA, M.N.I.; SANQUETTA, C.R.; DALLA, C.A.P.; MOGNON, F. BEHLING. Incremento diamétrico e percentuais de cerne e de casca em povoamentos de *tectona grandis* no sudeste do Pará. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.18; p. 2014

SHIMIZU, J.Y.; KLEIN, H.; OLIVEIRA, J.R.V. **Diagnóstico das plantações florestais em Mato Grosso**. Cuiabá, MT, 2007. 63 p

SILVA, D. **Avaliação da eficiência energética em uma indústria de painéis e compensados**. 2001. 182 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias – Universidade Federal Rural do Paraná, Curitiba. 2001.

SOUZA, M.M. **Caracterização e viabilidade econômica do uso energético de resíduos da colheita e do processamento de *Pinus taeda* L.**2012, 77p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

TONINI, S.H; COSTA M.C.G; SCHWENGBER L.A.M. Crescimento da Teca (*Tectona grandis*) em Reflorestamento na Amazônia, **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n.59, p.05-14, jul./dez. 2009

ULIANA, L. R. **Diagnóstico de resíduos na produção de móveis: subsídios para a gestão empresarial.** Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba - SP, 2005. p 101

VALE, A. T; BRASIL, M. A. M; LEÃO, A. L. Quantificação e caracterização energética da madeira e casca de espécies do cerrado. 2002. **Ciência Florestal**, Santa Maria. v.12, n. 1, p. 71-80, 2002.

VIEIRA, A. H; MARTINS, E.P; PEQUENO, P.L.L; LOCATELLI, M. Aspectos silviculturais da teca em Rondônia. Embrapa CPAF – **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento** (Documentos 68), p.8, 2002.

Zorzeto, T. Q. **Caracterização física e química de substratos para plantas e sua avaliação no rendimento do morangueiro (*Fragaria x ananassa Duch.*).** 2011. 94 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agronômico, Campinas, SP. 2011

* * *