



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
PROGRAMA DE PÓS- GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E
FLORESTAIS**

DISSERTAÇÃO

**PROPRIEDADES DA MADEIRA DE DUAS ESPÉCIES NATIVAS
Tachigali vulgaris e Dalbergia nigra DE PLANTIOS HOMOGÊNEOS
PARA PRODUÇÃO DE PISOS**

NORMA DA SILVA ROCHA MACIEL

**SEROPÉDICA, RJ
Fevereiro- 2019**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
PROGRAMA DE PÓS- GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E
FLORESTAIS**

**PROPRIEDADES DA MADEIRA DE DUAS ESPÉCIES NATIVAS
Tachigali vulgaris e Dalbergia nigra DE PLANTIOS HOMOGÊNEOS
PARA PRODUÇÃO DE PISOS**

NORMA DA SILVA ROCHA MACIEL

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências Ambientais e Florestais**, no programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Área de Concentração em Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais.

Orientador

Alexandre Monteiro de Carvalho

Co-orientador

José Reinaldo Moreira da Silva

**SEROPÉDICA, RJ
Fevereiro – 2019**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M822p Maciel, Norma da Silva Rocha, 1984-
PROPRIEDADES DA MADEIRA DE DUAS ESPÉCIES NATIVAS
Tachigali Vulgaris e Dalbergia nigra DE PLANTIOS
HOMOGÊNEOS PARA PRODUÇÃO DE PISOS / Norma da Silva
Rocha Maciel. - Tabatinga -AM, 2019.
54 f.: il.

Orientador: Alexandre Monteiro de Carvalho.
Coorientador: José Reinaldo Moreira da Silva.
Dissertação(Mestrado). -- Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro, Programa de pós-graduação em
Ciências Ambientais e Florestais, 2019.

1. Tecnologia da Madeira. 2. Propriedades da
Madeira. 3. Tachigali Vulgaris. 4. Dalbergia Nigra.
5. Pisos de Madeira. I. Monteiro de Carvalho,
Alexandre , 1971-, orient. II. Reinaldo Moreira da
Silva, José, 1964-, coorient. III Universidade
Federal Rural do Rio de Janeiro. Programa de pós
graduação em Ciências Ambientais e Florestais. IV.
Título.

“O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001”.

"This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001".

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE FLORESTAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E FLORESTAIS

NORMA DA SILVA ROCHA MACIEL

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências Florestais e Ambientais**, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, área de concentração em Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM __/__/____

Alexandre Monteiro de Carvalho - Prof. Dr. UFRRJ (Orientador)

Graziela Baptista Vidaurre - Prof^a. Dr^a. UFES

João Vicente de Figueiredo Latorraca - Prof. Dr. UFRRJ

DEDICATÓRIA

Dedico a minha família

AGRADECIMENTOS

Esse ano não foi fácil, e não sei porque acreditei que seria???

Fazer pesquisa de qualidade em um país que pesquisa se tornou sinônimo de algo macabro ou do inimigo não é fácil. Ter que explicar o óbvio e não ser compreendida, não, não é fácil. Ver conhecidos baterem palmas para a ignorância dói, machuca e desanima. Saber que teremos que lidar, com teorias da terra plana, homossexualidade como doença, ver cristãos apoiando a NÃO criminalização da homofobia, meninas de rosa e meninos de azul na ideologia de gêneros, Kit gay, Mamadeira de órgão sexual, exaltação de torturador, mulher ganhando menos porque merece, mulher apanhando mais porque merece, perseguições dos pobres professores que viraram inimigos da nação com suas “doutrinações” comunista (Lamentável, chega a ser deprimente.), negros sendo massacrados, miséria, vendo o desmatamento aumentar, índio sem nenhum 1 cm de terra...dentre tantas outras, uma “deforma” da previdência que “beneficiará” uma quantitativo de 0 pessoas. Como se animar com tanta desgraça no nosso país? A “mamata” tinha que acabar de alguma maneira né? Afinal “eles” diziam isso. Então vamos aos agradecimentos pois a ciência resiste!

Primeiramente, gostaria de agradecer as forças da natureza, por todos os momentos que ela me proporcionou nessa minha trajetória

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e ao PPGCAF, por oferecer a oportunidade de conhecer os preceitos da Engenharia Florestal e, de maneira particular, viver momentos inesquecíveis.

Agradeço a CAPES pelo auxílio financeiro.

Aos meus pais Norma e Lázaro Maciel e meu irmão Alexander, pelo amor imensurável e incentivo, que sempre depositaram em mim.

Aos meus afilhados Brenda Rocha e Miguel Mozer por serem tão maravilhosos em minha vida.

À minha pequena Sophie, pela companhia, mesmo que quase sempre era dormindo ao lado da mesa rs.

Ao meu esposo Leandro Dias de Oliveira, por toda ajuda, apoio e amor, pelo qual não tenho palavras para expressar o quanto foi importante.

Ao meu orientador, Professor Alexandre Monteiro, por estar disposto a ensinar e aprender para construirmos este trabalho juntos. Não é fácil ser mulher e mãe em um país machista como o Brasil e em um Instituto de maioria homens, então, agradeço por ter acreditado que eu seria capaz de levar essa pesquisa a diante.

Agradeço aos membros da banca, professor João Vicente Latorraca e professora Graziela Vidaurre (pessoas ao qual admiro muito) por poderem contribuir positivamente para o meu aprendizado e serem de extrema importância no sucesso deste trabalho.

A todos os amigos que estiveram comigo nessa caminhada e na luta do dia-a-dia, Mário, Celi, Bianca, Prof. Acacio, Natasha, Tai Cirne, em especial à Anne, que dedicou horas do seu tempo para me ajudar e que até o último momento, me deu palavras de incentivo.... aos amigos que estão longe, mas estão com você sempre, João, Lilian, Zilmar, Jú, Helena, Jorge....tento evitar citar nomes para não ser injusta e esquecer de alguém, mas vocês sabem que tenho a memória da peixinha Dolly!

Aos amigos que estão no dia a dia da militância, pois o lema é: ninguém solta a mão de ninguém, porque, só assim, a voadora tem mais potência!

As amizades que construí, Mayara, Geórgia, Carlinhos, Aninha...as amizades inesperadas, mas que estava escrito nas estrelas kkkk, Jessica Coracine e Antônio, da Indusparquet, já rolou até viagem juntas, amo!!!

A equipe de da UFLA, professor José Reinaldo, ao Professor Trugilho, as alunas da pós Mônica Bezerra e Ana Clara Moraes Moreira, ao aluno de iniciação científica Wigor Deivid de Melo Santos, e a aluna Bic Jr Isabella Ruth de Souza.

Por fim, a todos que de alguma forma contribuíram com minha formação e
minha maneira de ser.

Muito obrigada e não esqueçamos #LULALIVRE !!!!

RESUMO

MACIEL, Norma da Silva Rocha. **PROPRIEDADES DA MADEIRA DE DUAS ESPÉCIES NATIVAS *Tachigali vulgaris* e *Dalbergia nigra* DE PLANTIOS HOMOGÊNEOS PARA PRODUÇÃO DE PISOS**. 2019. 45 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2019.

As propriedades da madeira de espécies nativas da Mata Atlântica e Amazônia provenientes plantios homogêneos de ainda são pouco exploradas, apesar do uso da madeira. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial da madeira das regiões de cerne e de alburno de duas espécies nativas de plantios florestais homogêneos, *Tachigali Vulgaris* e *Dalbergia nigra* separadas por regiões de cerne e alburno, como matéria-prima para a indústria madeireira de pisos. Foram selecionados 3 indivíduos de cada espécie, sendo a idade dos plantios de 30 anos. As análises das propriedades anatômicas macroscópicas, as caracterizações das propriedades físicas como densidade e retração volumétrica e os ensaios de simulação de pisos, incluindo, ensaio de atrito, de carga rolante, impacto de esfera de aço cadente e resistência a abrasividade foram realizadas. As análises das densidades, no jacarandá, não mostraram diferenças significativas em relação às regiões, mas entre espécies, o seu alburno se diferenciou do alburno do Tachi. O cerne do Tachi apresentou a maior densidade, sendo o seu alburno a menor densidade encontrada entre as regiões dos lenhos das espécies estudadas e com média de $0,58 \text{ g.cm}^{-3}$, diferindo significativamente entre si, e da espécie Jacarandá. Nos ensaios de simulação de piso em serviço foi realizada uma comparação entre as variáveis quantitativas para os dois tipos de lenho (cerne e alburno), por meio da técnica de Análise de Variância Multivariada (MANOVA). Observou-se que a espécie Tachi na região do cerne possui a maior resistência entre as espécies e regiões do lenho estudados.

Palavras-chave: Tachi, Jacarandá, qualidade da madeira, cerne, alburno, ensaios de simulação de piso em serviço.

ABSTRACT

MACIEL, Norma da Silva Rocha. **PROPERTIES OF TWO NATIVE SPECIES WOOD *Tachigali Vulgaris* and *Dalbergia Nigra* HOMOGENEOUS FLOOR PLANTS**. 2019. 45 p. Dissertation (master's in environmental and Forestry Sciences). Institute of Forestry, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2019.

Due to the great pressure of the natural native forest, especially on some species, there are few studies on the native species and a great demand of products of forest origin, mainly produced from the wood. The general objective of this work was to evaluate the potential of the wood of two native species of homogeneous forest plantations, *Tachigali vulgaris* and *Dalbergia nigra* separated by heartwood and sapwood regions, as raw material for the timber industry. Three individuals of each species were selected, being the age of the plantations of 30 years. The characterization of the wood technological properties was carried out, considering the macroscopic anatomical properties analyzes, the characterization of the physical properties as density and volumetric retraction and the floor simulation tests, including, friction test, rolling load, impact of falling steel sphere and abrasion resistance. The analysis of density in the jacaranda tree showed no significant difference in relation to the regions, but among species, its sapwood differed from the Tachi sapwood. The Tachi core had the highest density, with the lowest density found among the woody regions of the studied species, with a mean of 0.58 g.cm⁻³, differing significantly from each other, and the Jacarandá species. In the in-service simulation trials, a comparison of the quantitative variables for the two types of wood (heartwood and sapwood) was performed using the Multivariate Analysis of Variance (MANOVA) technique. it was observed that the Tachi species in the heartwood region has the highest resistance among the species and regions of the wood studied.

Key words: Jacarandá, Tachi, technological properties of wood, in-service simulation floor trials.

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1: Densidade básica, densidade aparente e retração volumétrica, por espécie e por regiões (cerne e alburno). | 40 |
| Tabela 2: Análise de variância das espécies e suas regiões (cerne e alburno). | 42 |
| Tabela 3: Testes multivariados analisando a influência da posição na espécie <i>Tachigali vulgaris</i> – MANOVA MACRO..... | 43 |
| Tabela 4: Diferença de médias para a espécie <i>Tachigali vulgaris</i> - MANOVA MICRO. | 44 |
| Tabela 5: Importância dos previsores (valores médios dos respectivos ensaios de piso) para a segmentação dos clusters na espécie <i>Tachigali vulgaris</i> | 46 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|-----------|
| Figura 1: Tachigali Vulgaris L. G. Silva & H. C. Lima. Fonte: Reserva Natural Vale . | 18 |
| Figura 2: Dalbergia nigra (Vell.) Allemão ex Benth. Fonte: Reserva Natural Vale | 20 |
| Figura 3: Exportações de produtos florestais do setor Brasileiro | 23 |
| Figura 4: Mapa da localização Reserva Natural Vale. Fonte: Reserva Natural Vale..... | 24 |
| Figura 6: Relógio comparador. Fonte: Próprio autor | 29 |
| Figura 7: Máquina Universal. Fonte: Próprio autor | 30 |
| Figura 8: Bloco retangular de ferro com sola de couro e lixa para uniformizar a sola. Fonte: Próprio autor..... | 31 |
| Figura 9: Máquina de ensaio de carga rolante. Fonte: Próprio autor | 32 |
| Figura 10: Amostras da madeira de Jacarandá com medição da profundidade da depressão após ensaio de carga rolante. | 33 |
| Figura 11: Máquina de impacto de esfera de aço cadente. Fonte: Próprio autor | 34 |
| Figura 12: Folha de carbono para marcar a amostra após queda da esfera de aço. Fonte: Próprio autor | 35 |
| Figura 13: Esquema de medição da profundidade da depressão para o ensaio de impacto da esfera de aço cadente. Fonte: Martins (2008) | 35 |
| Figura 13: Abrasímetro TABER para ensaio de abrasão | 36 |
| Figura 14: Esquema de mensuração da depressão..... | 37 |
| <i>Figura 16: Foto da madeira de Dalbergia nigra (Vell.) Allemão ex Benth e com corte transversal e zoom de 10x. Fonte: LPM.....</i> | <i>39</i> |
| Figura 18: Foto da madeira de Tachigali vulgaris L.G. Silva & H.C. Lima. Fonte: LPM | 40 |
| Figura 20: Análise de cluster em duas etapas para a espécie Tachigali vulgaris. | 45 |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 14 |
| 2. OBJETIVO | 16 |
| 2.1 OBJETIVO GERAL | 16 |
| 3. REVISÃO DE LITERATURA | 17 |
| 3.1 ESPÉCIES NATIVAS AVALIADAS | 17 |
| 3.2 <i>Tachigali vulgaris</i> L. G. Silva & H. C. Lima | 17 |
| 3.3 <i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemão ex Benth | 18 |
| 3.4 QUALIDADE DA MADEIRA | 20 |
| 3.5 INDÚSTRIA DE PISOS NO BRASIL | 22 |
| 4. MATERIAL E MÉTODOS | 23 |
| 4.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL DE COLETA | 23 |
| 4.2 SELEÇÃO DAS ÁRVORES NO CAMPO E DESDOBRO DAS TORAS | 25 |
| 4.2.1 AMOSTRAGEM | 25 |
| 4.3 PROPRIEDADES DA MADEIRA | 25 |
| 4.3.1 PROPRIEDADES ANATÔMICAS MACROSCÓPICAS | 25 |
| 4.3.2 PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA | 26 |
| 4.4 ENSAIOS DE SIMULAÇÃO DE PISOS EM SERVIÇO | 28 |
| 4.4.1 ENSAIO DE ATRITO | 29 |
| 4.4.2 ENSAIO DE CARGA ROLANTE | 31 |
| 4.4.3 NÃO IMPACTO DA ESFERA DE AÇO CADENTE | 33 |
| 4.4.4 RESISTÊNCIA A ABRASÃO | 36 |
| 5.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS | 37 |
| 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 38 |
| 6.1 CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA MACROSCÓPICA | 38 |
| 6.1.1 <i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemão ex Benth. | 38 |
| 6.1.2 <i>Tachigali vulgaris</i> L.G. Silva & H.C. Lima | 39 |
| 6.2 PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA | 40 |
| 6.3 ENSAIOS DE SIMULAÇÃO DE PISOS EM SERVIÇO | 42 |
| 7. CONCLUSÕES | 47 |
| 8. RECOMENDAÇÕES | 47 |
| 9. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA | 48 |

1. INTRODUÇÃO

Devido à grande pressão existente na floresta nativa natural, especialmente sobre algumas espécies, há poucos estudos sobre as espécies nativas e uma grande demanda de produtos de origem florestal, principalmente, produzidos a partir da madeira. Neste contexto, a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, 2015) realizou uma projeção de demanda de 5,2 bilhões de m³ de madeira por ano, que representará, em 2050, acréscimo de 40% na demanda de madeira (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES - IBA, 2016). O Brasil é um país florestal com aproximadamente 58% do seu território coberto por florestas naturais e plantadas, o que representa a segunda maior área de florestas do mundo, atrás apenas da Rússia. São estimados 485,8 milhões de hectares de florestas nativas (FRA 2015) e 10 milhões de hectares de florestas plantadas (IBGE, 2017).

No Brasil, um dos biomas mais afetados pela exploração madeireira é a Mata Atlântica. Este bioma não fornece mais significativas quantidades de madeira, o que teve como consequência o aumento no valor da madeira de espécies nativas (BRANCALION et al., 2012). A exploração de madeira nativa pode ser associada com outras atividades, destacando-se o manejo e geração de produtos florestais não-madeireiros (BRANCALION et al., 2012) e sistemas agroflorestais (CHAZDON, 2008).

O Brasil é considerado um país extremamente diverso devido à variedade de formações vegetais e ecossistemas, que abrigam uma das floras mais diversas e exuberantes do planeta. As espécies florestais sofrem grande pressão quando muitos ecossistemas são alterados ou até mesmo destruídos, o que leva muitas espécies a condições críticas de sobrevivência. O Ministério do Meio Ambiente divulgou a última lista de espécies da flora ameaçadas através da Portaria nº 443, de 17 de dezembro de

2014. Em 2014, o valor da produção de produtos madeireiros provenientes de florestas nativas alcançou o valor de R\$ 3,2 bilhões (IBGE, 2014), ressaltando, ainda que, a maioria das espécies nativas apresentam possibilidades de múltiplos usos e somam-se a isso as características favoráveis de adaptação às condições ambientais, no entanto, é necessário conhecimento sobre o seu potencial tecnológico (GOULART et al., 2012).

Grandes setores da produção, papel, construção civil, móveis, pisos e diversos outros utilizam madeira. Segundo a Associação Nacional dos Produtores de Pisos de Madeira - ANPM (2011), em 2010, a produção de pisos atingiu 28,2 milhões de m², movimentando US\$ 919,8 milhões na economia brasileira. Esses setores, a cada ano, obtêm um crescimento significativo, aumentando devido a crescente ascensão da construção civil.

Diante desse panorama do aumento do consumo e da diversidade florestal, as empresas, cada vez mais, estão investindo em pesquisas com espécies nativas com potencial madeireiro, permitindo a diminuição da pressão sobre as poucas espécies exploradas e a diminuição no impacto ambiental sobre as mesmas (IPT, 2009). Isto permite o aumento do leque de produtos disponibilizados para os consumidores.

A preocupação e o interesse de obtenção de conhecimento de novas espécies estão cada vez maiores, no que se refere ao suprimento dessa demanda de forma equilibrada. Porém, a ausência da disponibilidade de informações sobre as espécies nativas, acaba por incentivar o maior interesse desses produtores pelas plantações de espécies exóticas, devido à maior disponibilidade de conhecimento sobre estas (PIOTTO et al., 2010; PLATH et al., 2011)

O incentivo do setor madeireiro em geral, se deve também ao fato de que a trabalhabilidade com a madeira não é simples, pois se trata de um material que possui heterogeneidade e variação dimensional devido a variação da umidade do ambiente

(OLIVEIRA, 2010); manter a padronização no processo de secagem é muito difícil e afeta a qualidade do produto.

Deste modo, a qualidade da madeira é o resultado da interação de fatores ambientais como espaçamento de plantio, tratamentos silviculturais, sítio, clima, solo e fatores genéticos (FLOREZ, 2012). Sendo assim, pesquisas que envolvam a avaliação da qualidade da madeira são de extrema importância para o conhecimento das espécies e para sabermos como elas se comportam, almejando a padronização da qualidade e, conseqüentemente, um valor agregado maior (VIDAURRE, 2015).

2. OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial da madeira de duas espécies nativas de plantios florestais homogêneos, *Tachigali vulgaris* e *Dalbergia nigra* separadas por regiões de cerne e alburno, como matéria-prima para a indústria de pisos de madeira.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Descrever a anatomia macroscópica da madeira;
- b) Avaliar as propriedades físicas da madeira;
- c) Avaliar o potencial da madeira das espécies estudadas para produção de piso.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 ESPÉCIES NATIVAS AVALIADAS

3.2 *Tachigali vulgaris* L. G. Silva & H. C. Lima

Tachigali vulgaris L.G. Silva & H.C. Lima pertence a família das leguminosas (Fabaceae), conhecida popularmente como Tachi-branco (Figura 1), é uma espécie com distribuição ampla, ocorrendo em nove estados da Amazônia Legal e habitando áreas como Cerrado, Floresta Estacional Semidecidual, e vegetação secundária na Floresta Ombrófila Densa de Terra Firme no Bioma Amazônia (CARVALHO, 2003; MARTORANO et al., 2018), indicando capacidade de adaptação a uma ampla variabilidade de condições climáticas e a solos pobres em nutrientes (CASTRO et al., 1998)

A espécie apresenta rápido crescimento, boa forma de fuste, capacidade de fixar nitrogênio atmosférico e de aumentar a ciclagem de nutrientes e a matéria orgânica no solo, pela alta produção de serrapilheira (CASTRO et al., 1998; MOCHIUTTI et al., 2006). A madeira é classificada de densidade média (0,65 a 0,81 g/cm), sendo o alburno de coloração bege-amarelo-claro, pouco diferenciado do cerne. O cerne tem cor amarelo-claro-oliváceo, irregular (CARVALHO, 2005). A madeira de *Tachigali vulgaris* apresenta características como: superfície irregularmente lustrosa, com textura média e grã reversa.

Não apresenta diferenças significativas entre a madeira de indivíduos obtidos na floresta e obtidos em plantios (MOCHIUTTI et al., 1999; TOMASELLI et al., 1983). O taxi-branco é considerado uma espécie de uso múltiplo. É uma espécie atualmente negligenciada, mas estudos recentes têm valorizado seu potencial para usos madeireiros mais nobres (Orellana, 2015; Faria, 2016) e como composto para ser triturado e misturado ao cimento para uso na construção civil (Sousa et al., 2016).



Figura 1: *Tachigali Vulgaris* L. G. Silva & H. C. Lima. Fonte: Reserva Natural Vale

3.3 *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth

Dalbergia nigra (Vell.) Allemão ex Benth, pertencente à família Fabaceae e popularmente chamada de Jacarandá-da-bahia ou Jacarandá Caviúna (Figura 2), ocorre principalmente nas florestas ombrófilas e estacionais da Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais e Rio de Janeiro (Lima, 2015; ROLIM, 2018). Apresenta crescimento e desenvolvimento ideal com as condições ambientais e temperaturas médias entre 19 a 25° C e precipitação acima de 2000 mm anuais (REGO et al. 2003). É uma árvore que possui tronco tortuoso e irregular, folhas compostas e alternadas, comumente encontrada com 15 a 25 m de altura (PONTES, 2008).

A madeira de jacarandá possui coloração marrom escura com listras pretas. É considerada muito durável, apresentando densidade básica de $0,87\text{g/cm}^3$, sendo classificada como madeira densidade média a alta, dureza média a alta, com baixíssima tendência a torcimentos e empenamentos, indicada para uso estrutural, usos aparentes devido à beleza estética da interação das cores do cerne e alburno, em movelaria e utensílios diversos. Bom acabamento em plainas quando trabalhada na direção a favor da grã, pois em cortes contra a disposição das fibras ao longo da formação da madeira ocorreram maiores defeitos. Em geral, apresenta facilidade de furação por brocas, bons resultados no lixamento e excelente no teste de rasgo lateral. Inserção de pregos dificultada no cerne, devido à maior dureza tornando-se uma madeira considerada das mais valiosas do Brasil, desde os tempos coloniais, para a fabricação de móveis de luxo (IPEF, 2017).

É uma espécie com imenso potencial para o manejo florestal sustentável pela facilidade de adaptação em terrenos de baixa fertilidade, alta comercialização no mercado, madeira de alta qualidade e alta taxa de regeneração em florestas alteradas (SISTON, 2013). Devido à sua exploração, sua madeira foi objeto de exportação através dos portos da Bahia e do Rio de Janeiro desde os tempos coloniais, predatória em virtude de possuir uma madeira de ótima qualidade e à destruição do seu ambiente natural, resultou na inclusão do jacarandá-da-bahia na lista da flora brasileira das espécies vulneráveis de extinção (IBAMA, 2014).



Figura 2: *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth. Fonte: Reserva Natural Vale

3.4 QUALIDADE DA MADEIRA

A avaliação da qualidade da madeira é fundamentada na caracterização das espécies florestais em relação a sua caracterização tecnológica (CARVALHO et al., 2018). De acordo com Beltrame et al. (2015), qualidade é a adequação da madeira para um determinado uso, atendendo os requisitos necessários do setor madeireiro para a fabricação de um produto. Os parâmetros principais de avaliação da qualidade são:

físicos, químicos, mecânicos, anatômicos e silviculturais (espécie, procedência, idade, ritmo de crescimento, forma, conicidade da árvore, etc.).

A madeira, quanto maior homogeneidade, mas atrativa para o setor industrial, pois evita variações no processo produtivo e possível diminuição da qualidade dos produtos, facilitando o beneficiamento, classificação e adicionando maior rendimento a produção (VALE et al., 1995). A proporção de cerne e alborno, e de madeira juvenil e adulta, influenciam nas propriedades físicas e mecânicas da madeira e irão condicionar diretamente a destinação final da espécie em estudo e a qualidade dos produtos provenientes dela (LATORRACA et al., 2000).

Os fatores que podem comprometer as propriedades da madeira são inerentes à própria madeira e ao ambiente em que a árvore se desenvolve (LATORRACA; ALBURQUERQUE, 2000).

A indústria de pisos se desenvolveu enormemente em termos tecnológicos a partir do momento em que se buscou conhecer profundamente todas as variáveis vinculadas a qualidade de diferentes espécies de interesse (GALINA, 2011).

No segmento de piso, existem alguns atributos que influenciam na escolha de algumas espécies para a produção. Esses atributos dependem das características e propriedades desejadas aos produtos finais e das necessidades e exigências dos consumidores. Dentre os atributos de qualidade, estão as características estruturais e estéticas, assim como as propriedades físicas, mecânicas e químicas.

Deste modo, o estudo e a consequente melhoria da qualidade da madeira são de podem aumentar a sua procura e, conseqüentemente, o seu valor de mercado, trazendo maior retorno econômico aos investimentos dos projetos florestais (OLIVEIRA, 2011; VIDAURRE, 2015).

3.5 INDÚSTRIA DE PISOS NO BRASIL

O Brasil, apesar de ter uma das maiores diversidades de florestais do mundo, possui uma baixa participação nas exportações do setor de pisos de madeira. Temos em Tietê- SP, a Indusparquet, uma das maiores empresas do segmento de pisos de madeira nativa tropical do mundo, porém ainda é uma participação incipiente no mercado mundial.

Segundo a Associação Nacional dos Produtores de Pisos de Madeira - ANPM, a China é o principal exportador de pisos de madeira, seguido dos EUA, Alemanha e Bélgica, porém esses países não possuem matéria-prima suficiente para atender à sua produção, necessitando importar grande parte da madeira (ANPM, 2011; OLIVEIRA, 2015).

No Brasil, os maiores consumidores de pisos de madeira estão na construção civil, pois o aumento de renda da população impulsionou o consumo desses produtos nos últimos anos. A produção de pisos de madeira atingiu 14,1 milhões de m³ em 2013, um crescimento de 15,5% em relação à produção de 2012 (IBÁ, 2014).

O setor de pisos de madeira no Brasil é bem pequeno se comparado com outras cadeias produtivas ligadas ao setor de base florestal, como o setor de madeiras que inclui o setor de madeiras processadas e o setor Florestal, que juntos possuem um PIB(R\$) 65 bilhões, enquanto o setor de pisos o PIB (R\$) gira em torno de 567 milhões, tendo uma participação no PIB Brasileiro de 0,02%. (IBGE,2010)

Apesar da pequena participação, em 2010 as indústrias responderam por uma produção nacional de pisos de 11,6 milhões de m², porém este número de 2011 a 2017 sofreu uma queda devida a crise mundial. O setor de pisos de madeira maciça, tem como principal consumidor o mercado externo (Figura 3), mas a crise financeira global não tem facilitado o aumento nas exportações (ANDRADE et al., 2014). Apesar da crise

global, a venda doméstica de pisos laminados registrou alta de 6,2% a.a., aumento de 5,3 milhões de m² no período de 2015 e 2016(IBA, 2017). Estima que o Brasil tenha, aproximadamente, 100 indústrias de pisos de madeira de variados portes, mas com capacidade produtiva para atendimento aos mercados nacional e internacional (ANPM, 2011; OLIVEIRA, 2015).

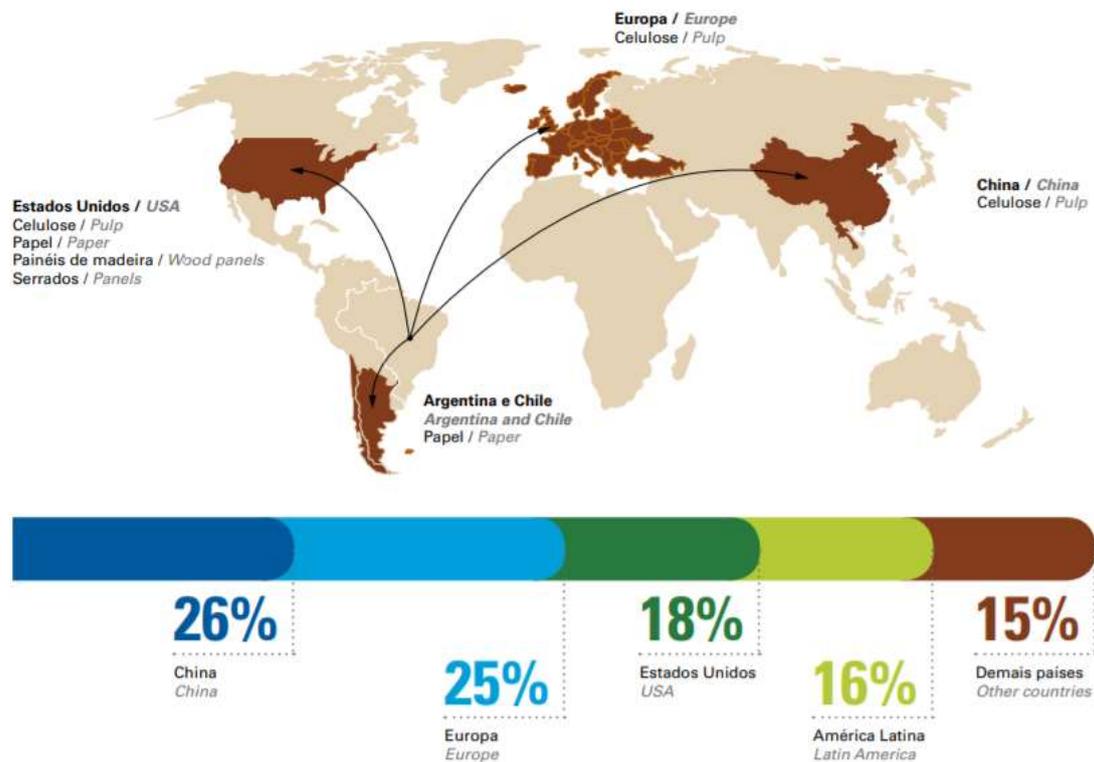


Figura 3: Exportações de produtos florestais do setor Brasileiro

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL DE COLETA

A Reserva Natural Vale fica localizada no município de Sooretama, no norte do estado do Espírito Santo (Figura 4). Ocupa uma área de aproximadamente 23 mil hectares, situada em um fragmento de floresta Ombrófila Densa secundária. O município está situado a 19° 06' 54'' na latitude Sul e 39° 56' 20'' de longitude Oeste.

O relevo desta região é caracterizado por uma sequência de colinas tabulares, formadas por sedimentos terciários, e que atingem, em média, 70-80 m de altitude. O

clima na região é quente e úmido, do tipo AW (tropical úmido), com verão chuvoso e inverno seco, temperatura média anual é de 23,3°C, com precipitação pluviométrica média anual de 1.100 mm, segundo a classificação de Koppen (IBGE, 1993; SOUZA, A.L. et. al, 2002).

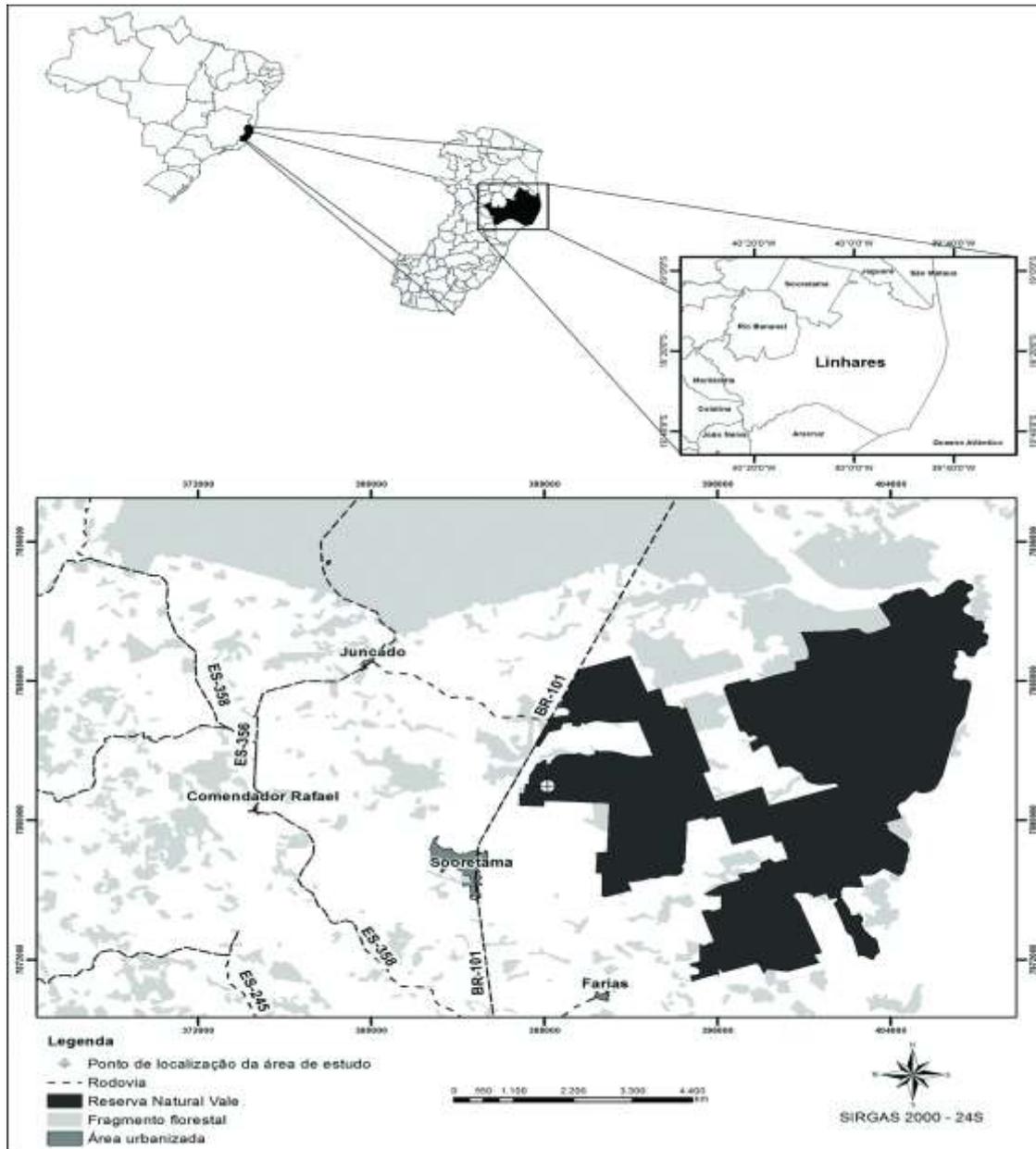


Figura 4: Mapa da localização Reserva Natural Vale. Fonte: Reserva Natural Vale

4.2 SELEÇÃO DAS ÁRVORES NO CAMPO E DESDOBRO DAS TORAS

4.2.1 AMOSTRAGEM

Foram selecionadas três árvores de cada espécie dos plantios homogêneos com 30 anos em média. A seleção seguiu características como: fuste retilíneo, boa sanidade e representatividade da espécie aleatoriamente.

Após a seleção das árvores em campo, procedeu-se o corte dos indivíduos. As primeiras toras foram cortadas medindo 2,10 metros, foram feitas no campo. As toras foram desdobradas em tábuas de 2,10 m de comprimento com espessura de 3 centímetros para pranchas das extremidades e 6 centímetros para as diametrais, e deixadas para secarem ao ar por aproximadamente 180 dias para a confecção das amostras para a avaliação da qualidade da madeira.

4.3 PROPRIEDADES DA MADEIRA

4.3.1 PROPRIEDADES ANATÔMICAS MACROSCÓPICAS

Para as análises das propriedades anatômicas macroscópicas, as análises seguiram as normas de procedimentos em estudo de anatomia da madeira (IBAMA, 1991), onde foram analisadas as seguintes características: cerne e alburno, grã, cor, brilho, odor/cheiro, camadas de crescimento, textura, parênquima axial, raios e poros.

Foram confeccionadas 10 amostras por árvore amostrada, sendo 5 para cada região de cada espécie, com medidas de 5cm X 5cm X 10 cm, orientados nos três eixos anatômicos, transversal, radial e tangencial de cada espécie estudada. As amostras foram lixadas com lixas de diversas gramaturas para destacar as estruturas anatômicas das espécies estudadas. Após a confecção das amostras foram realizadas as caracterizações visuais com auxílio de lente conta-fio com aumento de 10x.

4.3.2 PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA

Para os ensaios físicos, foram utilizadas 10 amostras de cada área amostrada, cerne e alborno, com dimensões de comprimento, largura e espessura iguais a 5,0 cm x 3,0 cm x 2,0 cm respectivamente, sendo 20 amostras por espécie, totalizando 40 corpos de provas. Para a avaliação das propriedades físicas da madeira foi utilizada a NBR 7190 (ABNT, 1997).

As amostras foram mensuradas nas direções transversais, tangencias, radiais e depois obtida a massa. Em seguida, foram inseridas em um recipiente com água para total saturação para novas medições de suas dimensões e pesagens. Após esta etapa, as amostras foram levadas à estufa a temperatura de $103 \pm 2^\circ\text{C}$, até obterem massa e volume constantes. Deste modo, foi determinado o teor de umidade das amostras desde sua condição saturada à completamente secos, assim como a densidade básica, densidade aparente e os índices de retração.

A densidade básica da madeira foi determinada através da equação abaixo (Equação 1):

$$\rho_{bas} = \frac{P_s}{V_v} \quad (\text{g/cm}^3) \quad \text{Equação (1)}$$

Onde:

ρ_{bas} : densidade básica, g/cm^3 ;

P_s : peso seco obtido em estufa a $103 \pm 2^\circ\text{C}$, g; e

V_v : volume na condição de saturação, cm^3 .

A densidade aparente é definida pela razão entre a massa e o volume de corpos-de-prova, para um mesmo teor de umidade, neste caso, a umidade de equilíbrio higroscópica, sendo determinada conforme a Equação 2.

$$\rho_{aparente} = \frac{mtu}{Vtu} \quad \text{Equação (2)}$$

Onde:

$\rho_{aparente}$ = é a densidade aparente, em g.cm⁻³;

mtu = é a massa da madeira, em gramas, para um dado teor de umidade (tu);

Vtu = é o volume da madeira, em cm³, para um dado teor de umidade (tu).

A variação volumétrica foi determinada em função dos corpos – de – provas nos estados saturado e seco, sendo dado pela Equação 3.

$$\text{Retração volumétrica} \quad \Delta V_r = \frac{V_{sat} - V_{seca}}{V_{sat}} * 100 \quad \text{Equação (3)}$$

Onde:

ΔV_r = é a variação volumétrica para retração;

V_{sat} = é o produto das dimensões radial, tangencial e longitudinal na condição saturada;

V_{seca} = é o produto das dimensões radial, tangencial e longitudinal na condição seca.

4.4 ENSAIOS DE SIMULAÇÃO DE PISOS EM SERVIÇO

As amostras foram confeccionadas com dimensões de 240mm x 120mm x 20mm e 95mm x 95mm x 20mm, sendo utilizados 15 amostras por área do lenho de duas espécies, sendo separados por cerne e alburno para cada ensaio, totalizando 240 corpos de prova. As amostras foram aplainadas e mantidos durante dois meses na câmara de climatização, ajustada com a umidade relativa de 12%, antes da realização dos ensaios de simulação dos pisos em serviço.

Foram realizados os ensaios de atrito estático e dinâmico, ensaio de carga rolante, impacto da esfera de aço cadente e ensaio de resistência a abrasão, todos os ensaios de acordo com a norma ASTM D 2394-05 (ASTM, 2011), com exceção do ensaio de resistência a abrasão.

Para a medição das depressões ou endentações das amostras de madeira que foram submetidas aos testes, um relógio comparador de precisão de 0,001mm foi utilizado (Figura 6).



Figura 5: Relógio comparador. Fonte: Próprio autor

4.4.1 ENSAIO DE ATRITO

O ensaio de atrito simula as forças necessárias que uma pessoa precisa para caminhar no piso. O ensaio foi realizado em uma máquina de ensaio universal de 30 toneladas (Figura 6), obtendo, assim os coeficientes de atrito estático e dinâmico.

Para uniformizar a superfície do couro, o mesmo é lixado a cada teste realizado. Este bloco de ferro é ligado, por meio de um cabo de aço, à célula de carga com capacidade de 5000N existente da máquina universal de ensaio. Para cálculo do coeficiente de atrito estático e dinâmico, foram utilizadas as razões entre a força máxima e média, respectivamente, e a massa do bloco (OLIVEIRA, 2016).



Figura 6: Máquina Universal. Fonte: Próprio autor



Figura 7: Bloco retangular de ferro com sola de couro e lixa para uniformizar a sola.

Fonte: Próprio autor

4.4.2 ENSAIO DE CARGA ROLANTE

No ensaio de carga rolante é realizada uma simulação do arraste de objetos no piso de madeira (Figura 9). A máquina de ensaio é composta de base de ferro de 1750 x 400 mm e os corpos de prova são posicionados deitados em ângulo de 45° com um gabarito contido na máquina, no sentido de deslocamento da carga. Uma roldana móvel transfere uma carga de 890 N sobre a amostra, com velocidade de deslocamento da carga de 0,06 m/s.



Figura 8: Máquina de ensaio de carga rolante. Fonte: Próprio autor

No ensaio da carga rolante, foram realizadas 50 viagens, sendo que cada viagem corresponde a uma passagem da unidade móvel sobre as amostras. As medições foram feitas com auxílio do relógio comparador (0,01 mm) na 10^a, 25^a e 50^a viagem e foram realizadas a profundidade da depressão, sendo cada medição composta por com três leituras internas e seis externas (Figura 10). Todas as leituras foram feitas na região central do corpo de prova para evitar instabilidade na aplicação da carga.

$$D = Le - Li \quad \text{Equação (3)}$$

Onde:

D = depressão, mm;

Le = média das leituras externas, mm;

Li = média das leituras internas, mm



Figura 9: Amostras da madeira de Jacarandá com medição da profundidade da depressão após ensaio de carga rolante.

4.4.3 NÃO IMPACTO DA ESFERA DE AÇO CADENTE

O ensaio de impacto da esfera de aço cadente consiste na simulação da queda de objetos em diversas alturas. No ensaio há a liberação de uma esfera de aço de 51 mm de diâmetro e massa de 535,0 g para causar o impacto. A máquina de ensaio da esfera cadente possui plataforma móvel com eletroímã, de onde é feita a liberação da esfera de aço e a mudança de altura, sem risco de acidentes ou interferência nos resultados. A liberação da esfera é feita em diversas alturas entre 30 e 180 cm (Figura 11).



Figura 10: Máquina de impacto de esfera de aço cadente. Fonte: Próprio autor

Segundo indicação da D 2394-05 (ASTM, 2011), foi utilizado uma folha de carbono, colocada sobre o corpo de prova, para destacar a área de impacto e facilitar a medição da depressão (Figura 12). Foram selecionadas seis alturas (30cm, 60cm, 90cm, 150cm, 165cm e 180 cm), sendo 30 corpos de prova por espécie, 15 de cada região do lenho (cerne e alburno) e o mesmo corpo de prova para todas as alturas selecionadas. Foram realizadas três repetições de impacto, em cada corpo de prova, na mesma altura de queda.



Figura 11: Folha de carbono para marcar a amostra após queda da esfera de aço. Fonte:

Próprio autor

Para realizar as medições das depressões das amostras, foram realizadas cinco leituras, com relógio comparador (0,01 mm), sendo quatro externamente e uma internamente à depressão. O valor da depressão foi determinado pela diferença entre a média das leituras externas e interna (Figura 13).

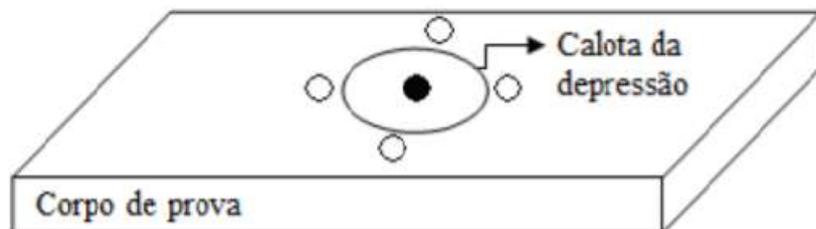


Figura 12: Esquema de medição da profundidade da depressão para o ensaio de impacto da esfera de aço cadente. Fonte: Martins (2008)

4.4.4 RESISTÊNCIA A ABRASÃO

O ensaio determina a resistência da fricção de elementos abrasivos no piso, executada pelo TABER ABRASER modelo 5135 (Figura 14).

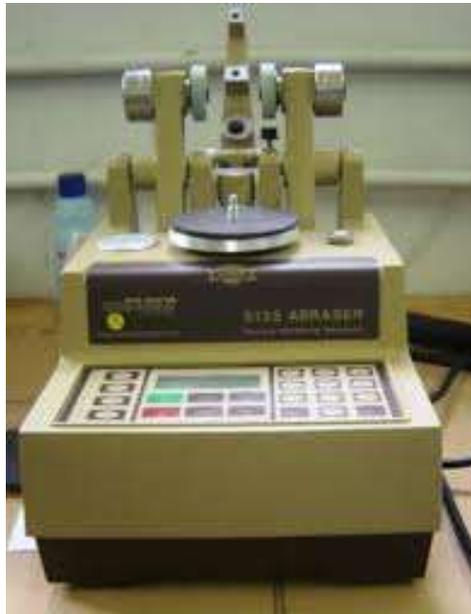


Figura 13: Abrasímetro TABER para ensaio de abrasão

O abrasímetro é provido de dois braços com cargas de 500 g onde são colocados discos abrasivos que giram sobre o corpo de prova a uma frequência de 72 ciclos/min, sendo realizado um total de 500 ciclos. Foram utilizadas 30 amostras de 9,5cm x 9,5cm x 2,0cm por espécie, separando 15 por região do lenho, totalizando 60 amostras. A classificação de tráfego com a resistência a abrasão foi feita pela norma ABNT NBR 14833-1, porém, só foram contemplados os pisos laminados, sendo que para madeira maciça não há norma que contemple esta avaliação, assim, a mensuração foi feita pela média das depressões interna e externa, através do relógio comparador (Figura 15).

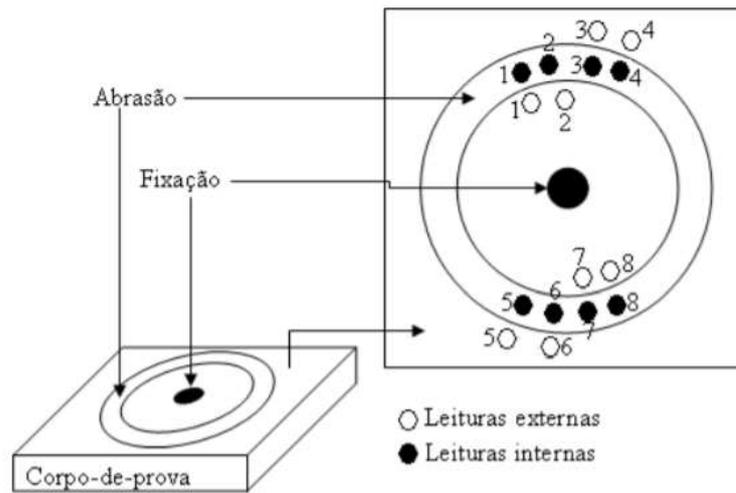


Figura 14: Esquema de mensuração da depressão.

O valor da depressão no corpo de prova foi a média aritmética da diferença dos dezesseis pontos mensurados (Equação 4).

$$D_{resist.Abrasão} = \frac{(Le_1 - Li_1) + (Le_2 - Li_2) \dots + (Le_8 + Li_8)}{8} \quad \text{Equação (4)}$$

Onde:

$D_{resist.Abrasão}$ = depressão causada pelo ensaio de resistência a abrasão

Le_i = leitura externa (superfície original, sem abrasão)

Li_j = leitura interna (superfície em que ocorreu a abrasão)

5.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para a análise estatística das propriedades físicas foi realizada a ANOVA seguida do teste de Tukey a 5% de significância, pois atenderam aos pressupostos de normalidade dos resíduos e homogeneidade da variância.

A comparação entre as variáveis quantitativas de avaliação de pisos para os dois tipos de lenho (cerne e alburno) foi realizada por meio da técnica de Análise de Variância Multivariada (MANOVA). Foram avaliadas, ainda, associações multivariadas entre ambas as espécies estudadas por meio da análise de cluster em duas etapas. O agrupamento foi realizado segundo o Critério de Informação Bayesiana (BIC), utilizando como medida de distância a probabilidade de log. A significância das variáveis dentro de cada cluster foi determinada por meio de teste de Bonferroni T-Student, ao nível de 95% de confiança. Em ambas as análises foi utilizado o software estatístico IBM® SPSS® 20.0.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA MACROSCÓPICA

Nas análises das propriedades anatômicas macroscópicas não foram observadas diferenças entre cerne e alburno, apenas a coloração do cerne e alburno do jacarandá se diferenciou.

6.1.1 *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth.

Como características a espécie apresentou cerne e alburno distintos, cerne castanho com estrias mais escuras e alburno amarelo esbranquiçado, odor não característico, gosto indistinto, textura média a grossa, grã direita a irregular, brilho pouco contrastado (Figura 16).

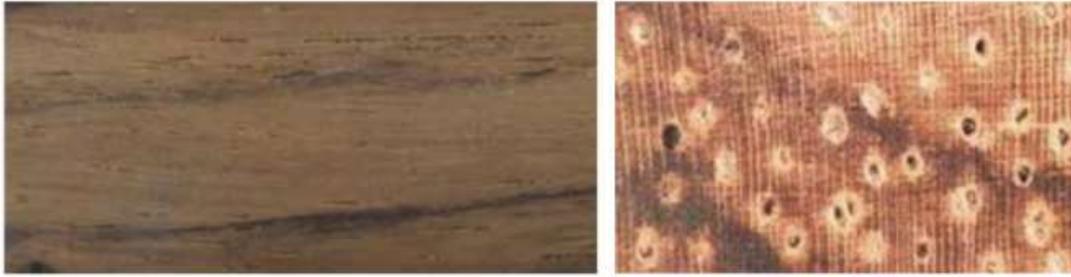


Figura 15: Foto da madeira de Dalbergia nigra (Vell.) Allemão ex Benth e com corte transversal e zoom de 10x. Fonte: LPM

Na descrição anatômica macroscópica o parênquima axial se demonstrou visível sem auxílio de lente de 10x, paratraqueal vasicêntrico e aliforme, ocasionalmente unilateral; apotraqueal difuso e difuso em agregados; em finas faixas descontínuas e em finas linhas marginais. Os raios apresentaram-se visíveis somente com auxílio de lente de 10x nos planos transversal e longitudinal tangencial, pouco contrastado no plano longitudinal radial, finos, numerosos, estratificados. Os vasos foram classificados como visíveis sem auxílio de lente de 10x, médios, muito poucos a poucos, porosidade difusa, predominantemente solitários e múltiplos radiais (2 a 3 vasos). As camadas de Crescimento mostraram-se demarcadas por zonas fibrosas e por finas linhas marginais.

6.1.2 *Tachigali vulgaris* L.G. Silva & H.C. Lima

Nas características gerais da madeira da *Tachigali vulgaris* L.G. Silva & H.C. Lima, a espécie apresentou cerne e alburno indistintos, cor castanho-rosado, odor característico, gosto indistinto, textura média, grã irregular, brilho pouco contrastado (Figura 17).



Figura 16: Foto da madeira de *Tachigali vulgaris* L.G. Silva & H.C. Lima. Fonte: LPM

Na descrição anatômica macroscópica o parênquima axial se apresentou visível somente com auxílio de lente de 10x, paratraqueal escasso. Os raios foram classificados como pouco visíveis sem auxílio de lente de 10x nos planos transversal e longitudinal tangencial, não contrastado no plano longitudinal radial, finos, numerosos, não estratificados. Os vasos foram classificados como visíveis sem auxílio de lente de 10x, médios, poucos a numerosos, porosidade difusa, predominantemente múltiplos radiais (2 a 4 vasos) e solitários, frequentemente obstruídos por substância branca. As camadas de crescimento demonstraram-se demarcadas por zonas fibrosas.

6.2 PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA

Os resultados apresentados na Tabela 1 referem-se aos dados de médias da densidade básica, densidade aparente e retração volumétrica, por espécie e por regiões (cerne e alburno).

Tabela 1: Densidade básica, densidade aparente e retração volumétrica, por espécie e por regiões (cerne e alburno).

| Propriedade física | Jacarandá | | Tachi | |
|--|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | Alburno | Cerne | Alburno | Cerne |
| Densidade básica (g.cm ⁻³) | 0,58 Aa (8,00) | 0,62 Ba (4,32) | 0,48 Bb (1,76) | 0,68 Aa (5,83) |

| | | | | |
|--|-----------------|------------------|------------------|-----------------|
| Densidade aparente a 12% (g.cm ⁻³) | 0,74 Aa (7,97) | 0,74 Ba (1,95) | 0,59 Bb (2,05) | 0,84 Aa (5,99) |
| Retração volumétrica (%) | 12,58 Ba (7,19) | 11,93 Ba (33,69) | 12,67 Ab (11,21) | 14,59 Aa (7,67) |

Média seguida do coeficiente de variação entre parêntesis. Letras maiúsculas e minúsculas iguais indicam que não houve diferença significativa (5% de significância) entre as espécies e as regiões (cerne e albarno), respectivamente.

A densidade do cerne e do albarno não apresentaram diferença significativa para a madeira de jacarandá, no entanto, o albarno apresentou diferença estatística do albarno do Tachi. Essa diferença se justifica pela presença de parênquima paratraqueal vasicêntrico e aliforme, este tipo de parênquima pode contribuir para menor densidade, pois este tipo de célula parenquimática tem paredes mais finas e não lignificadas, diminuindo a densidade da espécie. Fujiwara et al. (1991), Silva et al. (2011) e Santos (2017) observaram que a densidade da madeira está diretamente relacionada com a espessura da parede das fibras, a percentagem de material da parede e o tipo de parede que se encontra na espécie.

A densidade básica da madeira foi classificada de acordo com os estudos de Trugilho et al. (1990) e Silveira et al. (2013), nos quais madeiras de baixa densidade apresentam valores abaixo de 0,550 g.cm⁻³, média densidade entre 0,550 e 0,720 g.cm⁻³, e madeiras pesadas ou de alta densidade valores superiores a 0,730 g cm⁻³. Ambas espécies estão enquadradas na classificação como média densidade pois estão na faixa de 0,550 e 0,720 g.cm⁻³.

O cerne do Tachi apresentou a maior densidade, sendo o seu albarno a menor densidade encontrada entre as regiões dos lenhos das espécies estudadas e com média de 0,58 g.cm⁻³, diferindo significativamente entre si, e da espécie Jacarandá. Segundo a classificação, essa maior densidade pode ser explicada pela anatomia e pela idade da própria espécie, já que o Tachi apresentou os vasos obstruídos por substâncias brancas e

as camadas de crescimento demarcadas por zonas fibrosas, podendo assim ter elevado sua densidade.

Estudos realizados por Moraes et al. (2012), Silva (2018) e Tonini (2018), encontraram a densidade básica para o Tachi de 0,52, 0,49 e 0,64 g.cm⁻³ aos 13, 7 e 18 anos, respectivamente. Segundo Vital (1984), Trugilho (1996) e Jati et al. (2014), essa tendência é consequência do aumento da espessura da parede celular e da diminuição da largura das células, sendo uma das características que melhor expressa as propriedades funcionais da madeira, corroborando e explicando a influência da idade no presente estudo já que a idade foi de 30 anos e a densidade se apresentou maior do que os trabalhos citados, pois a densidade varia dependendo da espécie, explicando a diferença de respostas.

6.3 ENSAIOS DE SIMULAÇÃO DE PISOS EM SERVIÇO

Na Tabela 2, é apresentado os resultados dos ensaios de simulação de pisos em serviço das duas espécies estudadas e suas diferentes regiões do lenho.

Tabela 2: Análise de variância das espécies e suas regiões (cerne e alburno).

| Ensaio de piso | Jacarandá | | Tachi | | |
|---------------------------------|-----------------------|---------------|----------------|-----------------|--------------|
| | Alburno | Cerne | Alburno | Cerne | |
| Abrasão (mm) | 0,106 (80,34) | 0,083 (38,97) | 0,118 (100) | 0,075 (69,13) | |
| Carga rolante (10 viagens) (mm) | 0,185 (75,69) | 0,175 (56,85) | 0,342* (29,94) | 0,164* (101,03) | |
| Carga rolante (25 viagens) (mm) | 0,255 (61,43) | 0,240 (41,35) | 0,471* (24,68) | 0,156* (61,80) | |
| Carga rolante (50 viagens) (mm) | 0,286 (58,27) | 0,271 (36,24) | 0,535* (24,04) | 0,200* (55,04) | |
| Esfera (altura 180 cm) (mm) | 0,433 (14,59) | 0,482 (10,54) | 0,547* (14,55) | 0,280* (26,65) | |
| Atrito | Força máxima | 3,67 (32,93) | 5,04 (33,78) | 4,69 (17,74) | 4,02 (26,43) |
| | Força média | 2,87 (45,72) | 3,82 (21,28) | 2,46 (33,04) | 3,20 (39,41) |
| | Coefficiente estático | 0,32 (32,99) | 0,44 (33,70) | 0,41 (17,46) | 0,35 (26,39) |
| | Coefficiente dinâmico | 0,25 (45,60) | 0,33 (21,40) | 0,21 (33,03) | 0,28 (39,27) |

Média seguida do coeficiente de variação entre parêntesis. *Indica diferença significativa pela Análise de Variância Multivariada (MANOVA).

De acordo com os testes da MANOVA, não houve diferença significativa nos ensaios com a espécie Jacarandá para os ensaios de abrasão, carga rolante, esfera cadente e atrito para a madeira de cerne e de alburno. Então, na estatística terminamos com o Jacarandá e seguimos para um maior detalhamento para saber quais são os ensaios que diferenciaram o Tachi.

A análise prosseguiu apenas para a espécie Tachi, pois houve diferença significativa na espécie para os ensaios de piso (Tabela 3).

Tabela 3: Testes multivariados analisando a influência da posição na espécie *Tachigali vulgaris* – MANOVA MACRO

| Efeito | Valor | F | GL | Erro GL | Sig. | Eta quadrático parcial | |
|-------------------|-------------------------------|---------------------|---------------------|---------|-------|------------------------|-------|
| Traço de Pillai | 0,942 | 14,396 ^b | 9 | 8 | 0,000 | 0,942 | |
| Posição | Lambda de Wilks (λ) | 0,058 | 14,396 ^b | 9 | 8 | 0,000 | 0,942 |
| (cerne e alburno) | Traço de Hotelling | 16,196 | 14,396 ^b | 9 | 8 | 0,000 | 0,942 |
| | Maior raiz de Roy | 16,196 | 14,396 ^b | 9 | 8 | 0,000 | 0,942 |

b. Estatística exata

O λ de Wilks é uma medida do poder de explicação da variável independente (posição) sobre as variáveis dependentes (ensaios de piso), definindo diferença de média entre grupos. É preferível que os valores deste teste sejam mais próximos de zero do que de 1. Se a estatística F associada for significativa estatisticamente, conclui-se que há diferenças significantes entre pelo menos dois grupos. Analisando a Tabela 5, nota-se que o valor de λ de Wilks foi próximo a zero, indicando pouca influência de erro de amostragem no resultado obtido. Valor-p < 5% indica que existe diferença de médias entre os grupos explicada pela posição.

O eta quadrático representa a proporção de variância que a variável independente explica a combinação linear ou as inter-relações das variáveis dependentes. Considera-se um tamanho de efeito pequeno = 0,02; tamanho de efeito médio $\geq 0,13$; e um tamanho de

efeito grande $\geq 0,26$. O eta quadrático = $0,942 > 0,26$, o que indica um tamanho de efeito grande da região sobre as variáveis dependentes.

O Traço de Pillai, Traço de Hotteling's e Maior Raiz de Roy corroboram a rejeição da hipótese nula de igualdade de médias e indicam a significância estatística para diferenças de médias das variáveis dependentes entre as regiões “cerne” e “alburno” da espécie Tachi.

Como a análise da MANOVA MACRO indicou diferença significativa entre as variáveis dependentes, foi necessária uma análise mais minuciosa sobre as fontes de variação responsáveis por essa diferença. A Tabela 4 apresenta os resultados da MANOVA MICRO.

Tabela 4: Diferença de médias para a espécie *Tachigali vulgaris* - MANOVA MICRO.

| Fonte | Variável dependente | Tipo III Soma dos Quadrados | GL | Média dos Quadrados | F | Sig. | Eta parcial quadrado |
|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------|----|---------------------|--------|-------|----------------------|
| | Força Máxima | 0,836 | 1 | 0,836 | 0,838 | 0,374 | 0,050 |
| | Força Média | 0,876 | 1 | 0,876 | 0,843 | 0,372 | 0,050 |
| | Coefficiente Estático | 0,006 | 1 | 0,006 | 0,861 | 0,367 | 0,051 |
| | Coefficiente Dinâmico | 0,006 | 1 | 0,006 | 0,821 | 0,378 | 0,049 |
| Posição (cerne e alburno) | Abrasão | 0,008 | 1 | 0,008 | 3,356 | 0,086 | 0,173 |
| | Carga rolante (10 viagens) | 0,158 | 1 | 0,158 | 6,492 | 0,021 | 0,289 |
| | Carga rolante (25 viagens) | 0,493 | 1 | 0,493 | 84,867 | 0,000 | 0,841 |
| | Carga rolante (50 viagens) | 0,610 | 1 | 0,610 | 74,566 | 0,000 | 0,823 |
| | Esfera | 0,322 | 1 | 0,322 | 54,229 | 0,000 | 0,772 |

De acordo com a tabela 5, a hipótese nula de igualdade de médias é rejeitada para os testes de cargas rolantes (10, 25 e 50 viagens) e esfera ($\alpha = 5\%$), o que significa dizer que as variáveis da análise apresentam diferença de médias entre as regiões cerne e alburno para a espécie Tachi.

A análise de cluster em duas etapas (Figura 20) corroborou os resultados observados pela MANOVA para a espécie Tachi, isto é, os dois tipos de regiões apresentam padrão de resposta distinto quando submetidos aos ensaios de piso.

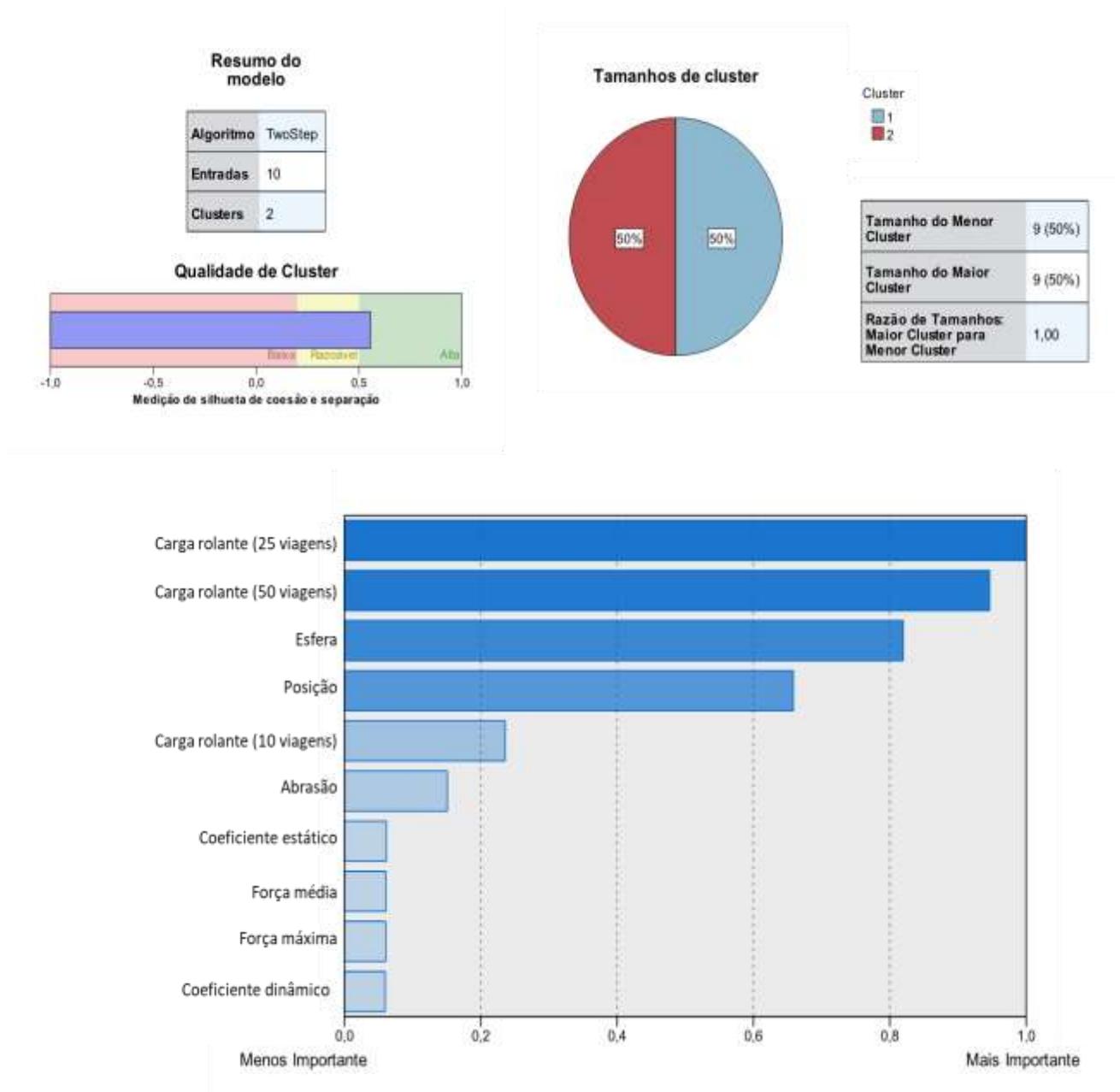


Figura 17: Análise de cluster em duas etapas para a espécie *Tachigali vulgaris*.

Em ambos os clusters, o ensaio de piso “carga rolante (25 viagens)” foi o mais importante na segmentação dos lenhos, seguido do ensaio de “carga rolante (50 viagens)”. Na tabela 5 observou-se que as únicas variáveis que diferiram estatisticamente pela MANOVA apresentaram maior importância na segmentação dos lenhos. Comparando os agrupamentos formados, o cluster 1, composto pela região de alburno, apresentou maiores valores para os ensaios de cargas rolantes (10, 25 e 50 viagens), esfera, abrasão, coeficiente estático e força máxima; e menores valores para força média e coeficiente dinâmico.

Tabela 5: Importância dos previsores (valores médios dos respectivos ensaios de piso) para a segmentação dos clusters na espécie *Tachigali vulgaris*.

| Variável | Cluster | |
|---------------------------------|-------------|-----------|
| | 1 - Alburno | 2 – Cerne |
| Carga rolante (25 viagens) (mm) | 0,46 | 0,13 |
| Carga rolante (50 viagens) (mm) | 0,54 | 0,17 |
| Esfera (mm) | 0,55 | 0,28 |
| Carga rolante (10 viagens) (mm) | 0,36 | 0,18 |
| Abrasão (mm) | 0,12 | 0,07 |
| Coeficiente estático | 0,41 | 0,37 |
| Força média | 2,32 | 2,76 |
| Força máxima | 4,69 | 4,26 |
| Coeficiente dinâmico | 0,20 | 0,24 |

O valor da deformação diminui proporcionalmente com o aumento do número de viagens para o ensaio de carga rolante, pois a madeira vai compactando, aumentando sua resistência da mecânica. O cerne do Tachi tem uma menor deformação pois tem uma densidade maior e, portanto, uma maior resistência mecânica. Corroborando com Martins et al. (2012) e Padilha et al. (2006) que em estudo com *Eucalyptus* sp encontraram o valor da deformação causada pelo arraste, inversamente proporcional a variação da densidade do material.

Nos ensaios de esfera de aço cadente observou-se uma diferença significativa entre regiões de lenho, o cerne se apresentou mais resistente a deformação da esfera do

que o alburno. Cortez-Barbosa et al. (2014) encontrou em pisos EGP de bambu e Pinus, apresentou em seu estudo uma resposta em termos de resistência ao impacto baixa, devido a densidade das madeiras utilizadas. Já BLANCO-FLÓREZ et al. (2015) encontrou um tendencial exponencial para as deformações para teca conforme aumento da altura da queda. Portanto, observou-se que a espécie Tachi na região do cerne possui a maior resistência dentre as espécies e regiões do lenho estudados.

7. CONCLUSÕES

- As espécies Jacarandá e Tachi provenientes de plantios homogêneos são adequadas para produção de pisos.
- A madeira de Jacarandá estudada não demonstrou diferenças entre as regiões do cerne e alburno, podendo ser utilizada na indústria de pisos sem distinção de região.
- A madeira de Tachi apresentou distinção entre as porções de cerne e alburno, sendo recomendado a separação dessas regiões do lenho para um melhor desempenho dos pisos.
- A espécie Tachi apresentou-se melhor no geral para os ensaios de simulação de pisos em comparação com o Jacarandá.
- Entre as regiões do lenho das espécies, o cerne do Tachi foi o que teve o melhor desempenho dentre as regiões das duas espécies.

8. RECOMENDAÇÕES

Além de estudos tecnológicos com a madeira de *Tachigali Vulgaris* e *Dalbergia nigra*, aconselha-se um estudo mais amplo, envolvendo anatomia microscópica, química das espécies e a montagem de um programa de secagem com cada região do lenho.

9. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ANDRADE, A. **Pisos de Madeira:** características de espécies brasileiras. Piracicaba: ANPM, 2015,184p.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PRODUTORES DE PISOS DE MADEIRA.
Análise tecnológica e econômica do setor brasileiro de pisos de madeira.
Piracicaba, 2011. 69 p

BACKES, P. ; IRGANG, B. 2004. **Mata atlântica:** as árvores e a paisagem. Paisagem do Sul, Porto Alegre.

BLANCO-FLÓREZ, J.; SILVA, J. R. M.; BRAGA, P. P. C.; LIMA, J. T.; TRUGILHO, P.F. Simulação em serviço de pisos de madeira jovem de *Tectona grandis* revista Matéria, v.20, n.4, pp. 1048 – 1060, 2015.

BRANCALION, P.H.S.; VIANI, R.A.G.; STRASSBURG, B.B.N.; RODRIGUES, R.R. Finding the money for tropical forest restoration, **Unasylva**, Roma, v. 63, n. 239, p. 41 - 50, 2012.

CARVALHO, A. M. ; LATORRACA, J. V. F. ; REIS, C. A. ; SILVA, C. E. S. ;
CARVALHO, P. C. L. ; MACIEL, N. S. R. ; PACE, J. H. C. ; CASTRO, J. P. ; SANTOS,
G. C. V. ; SOUZA, J. ; SIQUEIRA, G. S. ; FERREIRA, M. E. S. ; SAKAI, E. S. .
AVALIAÇÕES DE QUALIDADE DA MADEIRA EM ESPÉCIES NATIVAS DE
PLANTIOS FLORESTAIS. In: Samir G. Rolim; Daniel Piotto. (Org.). SILVICULTURA

E TECNOLOGIA DE ESPÉCIES DA MATA ATLANTICA. 01ed.Belo Horizonte: Editora Rona, 2018, v. 01, p. 45-52.

CARVALHO, P. E. R. Espécies arbóreas brasileiras. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2008. v. 3, 593 p.

CARVALHO, P.E.R., *Mimosa scabrella* Bentham var. *aspericarpa* (hoehne) Burkart. In: Carvalho, P.E R. Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Colombo: EMBRAPA-CNPQ / Brasília: EMBRAPA SPI, 1994. p. 344-347.

CORANDIN, V. T. R.; MUÑIZ, G. I. B. Normas de procedimentos em estudos de anatomia de madeira: I Angiospermae, II Gimnospermae. Brasília: IBAMA, 19 p. (LPF Série técnica 15) 1992.

CORTEZ-BARBOSA, J., SILVA, J.R.M, ALVARENGA, F., et al. "Simulation Analysis of In-Service Bamboo and Pine EGP Composite Flooring", *Advanced Materials Research.*, v.1025-1026, pp.233-240, 2014.

FUJIWARA, S.; SAMESHIMA, K.; KURODA, K. & TAKAMURA, N. 1991. Anatomy and properties of Japanese hardwoods I. Variation of fibre dimensions and tissue proportions and their relation to basic density. **IAWA Bulletin 12**: 419-424.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Mapa da vegetação do Brasil**. Brasília: IBGE, 1993. 1 p.

GALINA, I. C. M. et al. **Instalação de pisos**. Piracicapa: ANPM, 2013. 53 p.

IBAMA – Lista oficial de Flora ameaçada em extinção – Acesso em 29 dezembro de 2018. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/documentos/lista-de-especies-ameacadasdeextincao>.

IBAMA. Normas de procedimentos em estudos de anatomia de madeira: I. Angiospermae, II. Gimnospermae. Brasília, DF: IBAMA, LPF, 1992. 19 p. (IBAMA. Série técnica, n. 15).

INSTITUTO DE PESQUISAS ECOLÓGICAS- IPE. **Lista de espécies nativas**. Disponível em: <http://flora.ipe.org.br/>. Acesso em: 22 de setembro de 2018.

IPEF - Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais – Disponível em: <<http://www.ipef.br/identificacao/nativas/detalhes.asp?codigo=7>> . Acesso em: 02 de janeiro de 2018.

JESUS, R. M. A Reserva Florestal da Companhia Vale do Rio Doce, Linhares-ES: a experiência da CVRD. In.: **SEMINÁRIO SOBRE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E IMPACTO AMBIENTAL EM ÁREA DE TRÓPICO ÚMIDO BRASILEIRO**, 1987, Belém. Anais... Belém: Companhia Vale do Rio Doce, 1987. 333 p.

LOPES, D. J. V ; MEDEIROS NETO, P. N. ; TINTI, V. P. ; BOBADILHA, G. S. ; SILVA, A. P. C. . Relação da massa específica básica, anidra e inchamento volumétrico de quatro espécies florestais. Enciclopédia Biosfera, v. 10, p. 1623-1632, 2014.

LORENZI, H. 1992. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Editora Plantarum, Nova Odessa.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. 4 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. v.1, 368 p.

LORENZI, H.. **Árvores Brasileiras**: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil. V.1, 5. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2008. V.1, 384p.

MAINIERI, C.; CHIMELO, J. P. **Fichas de características das madeiras brasileiras**. 2. ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1989. 419 p.

MARTINS, M.; SILVA, J. R. M.; LIMA, J. T.; GONÇALVES, M. T. T.; FILIPE, A. P. Simulação em uso dos pisos de madeira de *Eucalyptus* sp e *Corymbia maculata*. **Revista Cerne**, Lavras, v. 19, n. 1, p. 151 -156, jan./mar. 2012.

Martorano, L. G. et al. Zoneamento topoclimático do Taxi-branco (*Tachigali vulgaris* L.F) na Amazônia Legal: estratégias de planejamento com metas de desenvolvimento sustentável. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2018. 70 p. (Documentos, Embrapa Amazônia Oriental, 435).

MOCHIUTTI, S.; QUEIROZ, J. A. L. de; MELÉM JUNIOR, N. J. Produção de serapilheira e retorno de nutrientes de um povoamento de taxi-branco e de uma floresta secundária no Amapá. *Boletim de Pesquisa Florestal*, n. 52, p. 3-20, jan./jun. 2006.

OBINO, C. R. Usos da madeira de eucalipto. In: SIMPÓSIO IPEF, 6., 1996, Piracicaba. **Anais....** Piracicaba: IPEF, 1996. v. 4, p. 27-29.

OLIVEIRA, MÔNICA BEZERRA de. **Avaliação da qualidade de pisos comerciais confeccionados com madeiras de *Bowdichia nitida* Benth (Spr.), *Dipterxy odorata* (aubl.) Willd, *Mimosa scabrella* Benth e *Tabebuia impetiginosa*.** – Lavras: UFLA, 2016. 56 p.: il.

OLIVEIRA, J. T. D. S.; FIEDLER, N. C.; TOMAZELLO FILHO, M. Avaliação da retratibilidade da madeira de sete espécies de *Eucalyptus*. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.34, n.5, p.929-936, 2010.

ORELHANA, J. B. P. Valorização tecnológica da madeira de *Tachigali vulgaris* proveniente de plantios de dois sítios distintos localizados no estado do Amapá. 2015b. 77 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Brasília, Brasília, DF.

PADILHA, C. et al. Avaliação da qualidade da madeira de *Eucalyptus urophylla* para utilização em pisos. **Revista do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais**, Piracicaba, v. 2, n. 71, p. 141-147, ago. 2006.

Pennington, R.T. Molecular and morphological data provide phylogenetic resolution at different hierarchical levels in *Andira*. **Journal Systematic of Biology** 45: 496-515.1996.

REGO, G. M., POSSAMAI, E. Jacarandá-da-Bahia (*Dalbergia nigra* Vellozo) Leguminosae Papilionoidae: Produção de Mudas. EMBRAPA- Comunicado Técnico, ISSN 1517-5030 Colombo, PR Dezembro, 2003.

ROLIM, S. G. ; PIOTTO, D. ; CARVALHO, A. M. ; LATORRACA, J. V. F. ; REIS, C. A. ; SOUZA, J. ; SIQUEIRA, G. S. ; ORELLANA, E. ; SILVA, C. E. S. ; CARVALHO, P. C. L. ; MACIEL, N. S. R. ; PACE, J. H. C. ; CASTRO, J. P. ; SANTOS, G. C. V. ; FERREIRA, M. E. S. ; SAKAI, E. S. ; JESUS, R. M. . CRESCIMENTO E CARACTERÍSTICAS DA MADEIRA DE ESPÉCIES ARBÓREAS EM EXPERIMENTOS SILVICULTURAIS NO NORTE DO ESPÍRITO SANTO. In: Samir G. Rolim; Daniel Piotto. (Org.). SILVICULTURA E TECNOLOGIA DE ESPÉCIES DA MATA ATLANTICA. 01ed.Belo Horizonte: Editora Rona, 2018, v. 01, p. 53-160.

SILVA, F. D.; BITTENCOURT, R. M. Estudo do desgaste à abrasão do eucalipto, madeira laminada e bambu gigante laminado utilizados como elemento de piso. In: **ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA**, 8., 2002, Uberlândia. Anais... Uberlândia: UFU, 2002. p. 289-298.

SILVA, A. T.; SANTANA, C. A. A. **Manual de identificação e plantio de mudas de espécies florestais**. Rio de Janeiro: Wall Print, 2009.

SILVA, S. M.; SANTOS, A. R. F.; CALLADO, C. H.; BARROS, C. F.; SILVA, L. B.. Growth rings in woody species of Ombrophilous Dense Forest: occurrence, anatomical features and ecological considerations. REVISTA BRASILEIRA DE BOTÂNICA (IMPRESSO) **JCR**, v. 40, p. 281-290, 2017.

SILVA, M. O. S. Crescimento e qualidade da madeira da espécie *Tachigali vulgaris* cultivada em diferentes espaçamentos para uso bioenergético – Belém, PA, 2018.

SILVA, L. B. ; SANTOS, F. A. R.; GASSON, P.; CUTLER, D. Estudo comparativo da madeira de *Mimosa ophthalmocentra* Mart. ex Benth e *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. (Fabaceae-Mimosoideae) na caatinga nordestina. Acta Botanica Brasílica (Impresso), v. 25, p. 301-314, 2011

SILVEIRA, L. H. C.; REZENDE, A. V.; VALE, A. T. Teor de umidade e densidade básica da madeira de nove espécies comerciais amazônicas. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 43, n. 2, p.179 – 184, 2013. DOI: 10.1590/S0044-59672013000200007

SISTON, L. C. S. **Detecção da deterioração de acessos de sementes de *Dalbergia nigra* (Vell) Fr. All – (Fabaceae) por teste bioquímicos, de vigor e análise citogenética.** 26 Dissertação (mestrado) – Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Florestal, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, 2013.

SOUZA, A.L. et al. Dinâmica da composição florística de uma floresta ombrófila densa secundária, após corte de cipós, Reserva Natural da Companhia Vale do Rio Doce S.A., Estado do Espírito Santo, Brasil. **Revista Árvore**, v. 26, n. 5, p. 549-558, 2002.

TRUGILHO, P. F.; SILVA, D. A.; FRAZÃO, F. J. L.; MATOS, J. L. M. Comparação de métodos de determinação da densidade básica em madeira. *Acta Amazônica*, Manaus, v. 20, p. 307-319, 1990.

TRUGILHO, P. F.; LIMA, J. T.; MENDES, L. M. Influência da idade nas características físico-químicas e anatômicas da madeira de *Eucalyptus saligna*. *Cerne*, Lavras, v. 2, n. 1, p. 94-111, 1996.

TOMASELLI, I.; MARQUES, L. C. T.; CARPANEZZI, A.; PEREIRA, J. C. D. Caracterização da madeira de Taxi-branco-da-terra-firme (*Sclerolobium paniculatum* vogel) para energia. *Boletim de Pesquisa Florestal*, n. 6/7, p. 33-44, 1983. Disponível em: Acesso em: 12 julho. 2018

VITAL, B. R. Métodos de determinação de densidade da madeira. Viçosa, MG: SIF, 1984. 21 p. (Boletim Técnico, 1)

* * *