

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ENGENHARIA FLORESTAL
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

SÉRGIO ANDERSON DO NASCIMENTO PIOVEZAN

PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DE *Pinus taeda* E *Corymbia citriodora*
PARA UTILIZAÇÃO EM PISOS

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

DOIS VIZINHOS

2021

SÉRGIO ANDERSON DO NASCIMENTO PIOVEZAN

PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DE *Pinus taeda* E *Corymbia citriodora* PARA UTILIZAÇÃO EM PISOS

Trabalho de conclusão de curso apresentado a disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do curso Bacharelado em Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito para aprovação na disciplina.

Orientadora: Prof. Dra. Flavia Alves Pereira

Co-orientador: Prof. Dr. Marcos Aurélio Mathias de Souza

DOIS VIZINHOS

2021



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Dois Vizinhos



Curso de Engenharia Florestal

TERMO DE APROVAÇÃO

PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DE *Pinus taeda* E *Corymbia citriodora*
PARA UTILIZAÇÃO EM PISOS

por

SÉRGIO ANDERSON DO NASCIMENTO PIOVEZAN

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 07 de abril de 2021 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof^ª. Dr^ª. Flávia Alves Pereira
Orientadora

Prof. Cilene Cristina Borges
Membro titular (UTFPR)

Prof^ª. Patrícia Fernandes
Membro titular (UTFPR)

RESUMO

PIOVEZAN, Sergio, A. PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DE *Pinus taeda* E *Corymbia citriodora* PARA UTILIZAÇÃO EM PISOS. 2021 33 p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação de Engenharia Florestal) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, PR.

A caracterização da madeira de *Pinus*, tem uma grande importância para a recomendação de como melhor utiliza-la. Entretanto, para que essas madeiras se tornem uma boa escolha no comércio de pisos, é indispensável a realização de ensaios que aparentem reais condições de seu uso em serviço. Essas encenações evidenciam o que sofre no dia-dia os pisos, referente a pisoteio exercido por sapatos de salto alto, o arraste e também a queda de objetos, a resistência da superfície a atritos provocados durante a condução de objetos e pessoas que o aproveitam. Existe uma ampla dificuldade de selecionar novas madeiras para a confecção de pisos, por conta do baixo conhecimento de seus valores. O presente trabalho avaliou a madeira de *Pinus taeda*, com aplicações de carga rolante, de atrito, endentação causada por cargas aplicadas em pequenas áreas e dureza janka, visando observar se essas madeiras podem ser empregadas para fabricação de pisos, comparando-se em relação a madeira de *Corymbia citriodora*, espécie já muito utilizada. Foram empregadas peças de pisos de madeira com a mesma procedência, origem e fabricação em Dois Vizinhos – PR. Os resultados evidenciaram que, para os testes que simulam a utilização de pisos em serviço, ocorreu diferença expressiva dentre as espécies. Os ensaios com *Corymbia citriodora* se destacaram, e apenas o ensaio de atrito a espécie de *Pinus taeda* se sobressai em comparação. Porém, ambas as madeiras analisadas podem ser empregadas em pisos em madeira, baseando-se nos resultados físico-mecânicos observados.

Palavras-chave: Pisos de madeira, dureza janka, carga rolante.

ABSTRACT

PIOVEZAN, Sergio, A. **Mechanical physical properties of *Pinus taeda* and *Corymbia citriodora* for use on floors**. 2021 33 p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação de Engenharia Florestal) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, PR.

The Pinus wood characterization, have a big importance in the recommendation of how better use it. However, to this wood became a good option in the wooden floors commerce, is indispensable the realization of tests who show real conditions for their use in service. These tests evidence the day-to-day suffering of the wooden floors, concerning trampling by high-heeled shoes, the drag and also the fall of objects, the resistance of the surface to friction caused when the conduction of objects and people who use it. Exist a big difficulty to choose new woods to floors confection, because of the low knowledge of their values. The present work aimed to evaluate the wood of *Pinus taeda*. with applications rolling load, of friction, indentation caused by loads applied in small areas, to look if these wood can be employed to the floor fabrications, according with the results that will be obtained and by the comparison made between wood from *Eucalyptus citriodora*. that is already well used. Parts off wooden floors with the same origin and manufacture were used in Dois Vizinhos – Pr. The results showed that fot the tests that simulate the use of floors in service there was a significant difference between the species, in almost all testes *Eucalyptus citriodora* stands out whres only in the friction teste the species of *Pinus taeda* is still outstanding in comparison, but it was emphasized that tge wood analyzed can ba used when it comes to wooden floors that it is concluded according to the physical mechanical results acquired and through comparisons discovered in the literature.

Key words: Wooden floors, hardness Janka, rolling load.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	OBJETIVO.....	10
2.1	GERAL.....	10
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
3.1	Caracterização das espécies	11
3.1.1	Gênero <i>Eucalyptus</i>	11
3.1.2	Gênero <i>Pinus</i>	12
3.2	Pisos de madeira	13
3.2.1	Classificação de Pisos de Madeira.....	14
3.3	Propriedades físicas de madeiras.....	16
3.3.1	Densidade.....	16
3.3.2	Relação água-madeira	17
4	MATERIAIS E MÉTODOS	19
4.1	Caracterização da cidade.....	19
4.1.1	Dois Vizinhos	19
4.2	<i>Eucalyptus citriodora</i> e <i>Pinus taeda</i>	20
4.3	Preparo dos corpos-de-prova.....	20
4.4	ENSAIOS FISICOS	21
4.5	ENSAIOS MECANICOS.....	21
4.5.1	ENSAIO DE IMPACTO POR ESFERA DE AÇO	21
4.5.2	ENSAIO DE ESFORÇO ROLANTE	23
4.5.3	ENSAIO DE ATRITO.....	24
4.5.4	ENSAIO DE ENDENTAÇÃO CAUSADA POR CARGAS APLICADAS EM PEQUENAS AREAS.....	25
4.5.5	DUREZA JANKA.....	26
5	GRÁFICO DE PREFERÊNCIA	27
6	ANÁLISES.....	28
7	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	29
7.1	AFERIÇÃO DE UMIDADE	29
7.2	ENSAIO DE IMPACTO POR ESFERA DE AÇO	29
7.3	ENSAIO DE ESFORÇO ROLANTE	31
7.4	ENSAIO DE ATRITO	31

7.5	ENSAIO DE ENDENTAÇÃO CAUSADA POR CARGAS APLICADAS EM PEQUENAS AREAS.....	34
7.6	DUREZA JANKA.....	35
8	CONCLUSÕES.....	38
9	GRÁFICO DE PREFERÊNCIA	37

1 INTRODUÇÃO

A madeira, um material com um bom desempenho térmico, sua temperatura é sempre agradável ao contato, sem ficar muito quente ou muito frio. Um material absorvente, os sons não repulsam tanto em sua superfície, ajudando a tirar o efeito de eco dos ambientes. Além do mais, o desenho natural gera um efeito suavemente rústico em qualquer ambiente (JANKOWSKY et al., 2004).

Embora exista uma ampla diversidade de madeiras disponíveis no comércio, raras são as espécies propostas a confecção de pisos. Dentre as frequentemente empregadas para essa finalidade, podem ser mencionadas jatobá, peroba-rosa, ipê, entre outras. Essas madeiras proporcionam uma alta qualidade em vários aspectos, porém sua utilização apresenta desvantagem tendo em vista a degradação do ambiente, sendo que a maior parte da extração de madeira nativa é predatória, além disso, seu custo se torna alto dentro do comércio, tanto para compra como também para sua venda (MUNDOHUSQVARNA, 2016).

Para diminuir a retirada de espécies nativas com destino a produção de madeira serrada, pode-se inserir no comércio novas espécies com um potencial de rápido desenvolvimento que tem origem de reflorestamento. Os gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*, podem ser empregados para o cultivo dessa madeira, e oferecem ampla variabilidade de propriedades físico-mecânicas (REMADE, 2001).

Lembrando que mesmo utilizando plantios sustentáveis, eles proporcionaram impactos ambientais, mas que são, sem sombra de dúvidas, impactos pequenos levando em comparação a extração predatória de madeira (ENRIQUEZ, 2008).

Depois da introdução de tais gêneros citados acima no Brasil, o uso de suas madeiras teve grande ênfase na cultura de carvão e celulose. Determinadas espécies foram escolhidas e aperfeiçoadas por oferecerem atributos aptos para esses usos. Assim, essas madeiras tornaram-se excelentes matéria-prima para a produção de carvão e celulose, mas sem realce no setor

de madeira serrada. De tal modo, existe a necessidade de analisar diferentes espécies, oriundas dessas indústrias, mas que podem oferecer resultados admissíveis para a produção de madeira serrada (FISCHER & ZYLBERSZTAJN, 2012).

Para empregar a madeira de *Pinus* em grande produção para pisos é preciso ter em mente sobre suas propriedades, seu desempenho em serviço, bem como indicar seu adequado uso. Podendo constituir um diferencial no mercado atual de pisos, tanto para acrescentar valor ao produto como para garantir qualidade ao consumidor.

Para confirmar esse potencial, é necessário a efetivação de testes, que aparentem esta forma de uso. Deste modo, o presente trabalho tem como propósito avaliar o potencial de uso das espécies de *Corymbia citriodora* e *Pinus taeda* em pisos de madeira.

2 OBJETIVO

2.1 GERAL

Determinar as propriedades físico-mecânicas de pisos produzidos com madeira de *Pinus taeda* e *Corymbia citriodora*.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar o impacto da esfera de aço em relação aos pisos de madeira de *Corymbia citriodora* e *Pinus taeda*;
- Determinar os resultados do ensaio de esforço rolante nos pisos de madeira de *Corymbia citriodora* e *Pinus taeda*;
- Determinar os resultados causados no ensaio de atrito nos pisos de *Corymbia citriodora* e *Pinus taeda*;
- Determinar as endentações causadas por cargas aplicadas em pequenas áreas nos pisos de *Corymbia citriodora* e *Pinus taeda*;
- Avaliar os resultados apresentados nos pisos de *Corymbia citriodora* e *Pinus taeda* referente ao teste de Dureza Janka;
- Avaliar o comportamento preferencial de consumidores em relação aos resultados expostos.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Caracterização das espécies

3.1.1 Gênero *Eucalyptus*

O gênero *Eucalyptus* é pertencente à família *Myrtaceae*, e apresenta 70 gêneros distintos, e dentro destes são compreendidos 3000 espécimes que abrangem diferentes arbustos e árvores (RIZZINI, 1981). Os espécimes contidos neste gênero são caracterizados de forma geral por apresentar crescimento rápido, desrama natural, forma reta do fuste, e muitas variedades na utilização de sua madeira.

Consistindo em um dos gêneros mais importantes aproveitadas hoje em dia em plantações florestais no Brasil, excedendo nos dias de hoje mais de um milhão e meio de hectares de área plantada. Isso se deve a sua rusticidade, versatilidade e adequabilidade, interligada ao seu ótimo crescimento comparando-se à outras nativas, além da sua referente qualidade da madeira e de seus benéficos produtos, tornando assim a cultura um sucesso no Brasil (PILAU et al., 2007).

Ainda segundo o autor, o mais indicado para climas onde não há ocorrência de geadas é o produto proveniente de cruzamento conhecido como “*urograndis*”, que combina duas espécies (*E. urophylla* e *E. grandis*). As características desejadas deste cruzamento provêm da combinação destas espécies, que fornecem, respectivamente, rápido crescimento e excelente forma e resistência a doenças e secas (PILAU et al., 2007).

Por conta de apresentar restrições de indicação, é fato que quando se planta o eucalipto em uma área por ciclos sucessivos é muito propício o surgimento de doenças e pragas que se tornam resistentes e por conta disso ataquem e prejudiquem a cultura. É justamente por isso que o melhoramento genético traz o processo de cruzamento de espécies com os chamados híbridos, que oferecem distintas características desejadas em espécies diferentes em apenas um indivíduo (EMBRAPA, 2013).

Dentre as espécies do gênero *Eucalyptus* utilizadas para a produção de madeira beneficiada no Brasil, destaca-se o *Eucalyptus grandis*, isto porque a madeira desta espécie e seus índices de produtividade apresentam um desempenho elevado para este tipo de produto (DA ROSA et al., 2017)

O *Eucalypto grandis* é um gênero muito difundido no Brasil, sendo assim indicado para projetos de reflorestamento por conta de suas características ligadas ao crescimento, forma e outros relacionados a termos tecnológicos. Necessita-se de cuidados especiais quanto ao local de plantio desse espécime, uma vez que ela apresenta grande susceptibilidade a contrair doenças fúngicas e também fisiológicas (FERREIRA et al., 2003).

3.1.2 Gênero *Pinus*

O gênero *Pinus* compete a ordem das coníferas, sua área de abrangência natural vai da região polar até os trópicos, em continentes como Europa, Àsia, América do Norte e Central. Apresentando cerca de 105 espécies analisadas. As espécies no Brasil mais plantadas se difundem em: *Pinus taeda*, *Pinus elliotti* (que toleram geadas), *Pinus caribaea var. hondurensis*, *Pinus oocarpa* e *Pinus tecunumanii* (estes toleram déficit hídrico), sendo a maior parte dos plantios nos Estados da região Sul do país (CIFloresta, 2008). No Brasil sua introdução deu-se primeiramente nos estados do Sul perto do fim da década de 1940, essa região foi escolhida tendo em vista a compatibilidade do clima subtropical com seu habitat nativo, acontecendo principalmente através do cultivo do *Pinus elliottii* e do *Pinus taeda* (Georgin, 2014). Segundo Pilau et al., (2007) essa introdução beneficiou o desenvolvimento das fábricas de celulose, serrarias, papéis, móveis, dentre outras. No decorrer do tempo, outras espécies de *Pinus* de clima tropical foram inseridas, tornando a espécie cultivada em quase todo o País, encontrando-se atualmente em expansão.

Segundo Balloni (2009) o *Pinus elliottii* é uma espécie conífera pertencente à família *Pinaceae*, composta por gimnospermas, que é caracterizada por apresentar produção de resina em todos os seus gêneros. A mesma é nativa dos Estados Unidos, sendo cultivada nas regiões subtropicais

na Índia, China e no Brasil, utilizado principalmente na indústria de móveis e na produção de resina.

Introduzido no Brasil, o *Pinus elliotii* mostrou excelente adaptação no sul do país, principalmente nos Estados do Paraná e Santa Catarina. Ao lado do *Pinus taeda* está sendo largamente utilizado no reflorestamento visando a produção de fibras longas em substituição à *Araucária angustifolia* (BARRICHELO et al., 1977).

3.2 Pisos de madeira

É visto como uma superfície, desenvolvida com o destino de permitir que algo pesado ou leve percorra-o (SILVA & BITTENCOURT, 2002). A escolha do mesmo se adequa ao uso e também ao local em que será inserido.

Nenhum outro piso lhe dará mais beleza, comodidade e valor agregado do que o piso de madeira. Ele decora e embeleza qualquer morada/cômodo, além de valorizar o imóvel com o tempo. Em uma análise nacional, nos Estados Unidos, 90% dos corretores imobiliários analisados, asseguraram que imóveis com piso de madeira são vendidos mais ligeiramente e com preço mais elevado em relação aos demais imóveis. São ecologicamente amigáveis, pois veem de fonte natural e em muitos casos de madeira reflorestada (REMADE, 2009).

Pisos de madeira no formato de laminados e sólidos obteve um aumento médio, na produção, de 13,6% ao ano, de 1977 a 2006. Nesse mesmo tempo, o uso do mesmo, por sua vez, teve um crescimento médio elevado atingindo a 16,6% ao ano (Associação Brasileira da Indústria da Madeira Processada Mecanicamente, 2007).

Sabendo que a produção de pisos de madeira no Brasil apresentou um crescimento favorável nos últimos anos, os pisos de madeira maciça ainda possuem uma visão por um padrão de qualidade inadequado e competindo assim no mercado utilizando, principalmente, uma estratégia de preços. Isso se dá pela desordem do setor e da carência de um padrão que mostra a qualidade do produto (JANKOWSKY et al., 2004).

Por ter um visual agradável e aconchegante tendo em relação seu armazenamento térmico, o piso de madeira possui grande procura para ambientes internos, podendo ser confeccionados no Brasil, a partir de diversos tipos de madeiras, tendo como exemplo (JANKOWSKY et al., 2004).

TABELA 1 - Espécies usualmente utilizadas para piso.

Nome vulgar	Nome científico
Roxinho	<i>Peltogyne Recifensis</i>
Ipê	<i>Tabebuia</i> sp.
Jatobá	<i>Hymenaea</i> sp.
Cabreuvá-Vermelha	<i>Miroxylon balsamum</i>
Cumaru	<i>Dipteryx odorata</i>
Sucupira	<i>Diploptropis purpúrea</i>
Pau marfim	<i>Balfourodendron riedelianum</i>
Perobinha	<i>Aspidosperma sunbincanum</i>
Amendoim	<i>Pterogyne nitens</i>
Goiabão	<i>Pouteria pachycarpa</i>

Fonte: IPT (2008).

3.2.1 Classificação de Pisos de Madeira

3.2.1.1 Piso Maciço

As peças são vendidas com diversas medidas, podendo variar desde 8 ou 9 mm até 19 de espessura, as larguras de 90 a 180 mm e os comprimentos de 304,8 a 2200 mm. Era muito procurado pelo comércio europeu e americano, composto por uma peça única de madeira maciça usinada nos topos e nas laterais e com chanfro, em geral, nos quatro lados (GRANETO, 2010)

Figura 1 - Foto ilustrativa de um piso maciço.



Fonte: PROJETOMADEIRAS (2008).

3.2.1.2 Piso Engenheirado

“Piso engenheirado” é algo que veio recentemente, o qual é um produto fabricado a partir de painéis compensados ou painéis de fibras de alta densidade (HDF – high density fiberboard) revestidos com lâminas de madeira ou papéis melamínicos. No processo aonde fabricam os pisos “engenheirados” (laminados), são utilizadas lâminas de madeira coladas em painel compensado, formando a base do piso. Depois, o compensado passa por calibração e lixamento, para ajustar a espessura, e ganha camadas de lâminas de madeira na face. O final consiste de cortes longitudinais em larguras finais do piso, perfilamento longitudinal e transversal para encaixar e aplicar materiais de acabamento superficial. Oferecem toda o encanto dos pisos de madeira clássicas, em um produto que é mais estável do que o piso de madeira maciça. Tendo em relação que o piso de madeira maciça tem uma mudança de dimensão consideravelmente, à medida que o piso sofre alguma alteração de umidade, o piso engenheirado possui, maior estabilidade dimensional por ser constituído de

lâminas sobrepostas com fibras cruzadas. Por terem maior estabilidade, os pisos engenheirados podem ser instalados em áreas com maior alteração de umidade e podem ser fixados ao contrapiso (REMADE, 2006).

Figura 2 - Foto ilustrativa da estrutura um piso engenheirado.



Fonte: RHODMANN (2018).

3.3 Propriedades físicas de madeiras

São empregadas para recomendar as aplicações propostas a madeira. Para a produção de pisos é fundamental o conhecimento da umidade, densidade e retratibilidade da madeira.

3.3.1 Densidade

A densidade é um dos atributos tecnológicos mais importantes da madeira, pois é dela que outras propriedades dependem, tais como a resistência mecânica, o grau de instabilidade dimensional, acústicas, térmicas e etc. A informação desta propriedade é de suma importância para classificar a madeira e também uma informação útil sobre a qualidade da própria. Devido a sua importância, muitos melhoramentos genéticos e programas sendo sendo utilizados (BURGER & RICHTER, 1991).

A densidade é empregada como um parâmetro de qualidade, tendo aceitação por estar correlacionada com vários atributos de uso do produto final. Sendo também uma característica para um possível melhoramento, por apresentar variabilidade e alto valor entre indivíduos (RUY, 1998).

Algumas diferenças na estrutura são devido a presença de constituintes estranhos podendo ocasionar variações na densidade da madeira. As caracterizações da madeira podem ser quantificadas por diferentes tipos de células, como fibras, traqueídeos, canais de resinas, raios e por suas dimensões (KOLLMANN & COTÉ, 1968).

A densidade da madeira tem indicação direta ao produto final que deseja e a tecnologia a ser inserida. Na produção de madeira, o setor florestal precisa atender uma densidade variável, entre alta e baixa, dependendo do processo que pra ela será atribuída. (FERREIRA & KAGEYAMA, 1978).

Podem possuir classificações em: madeira leve, densidade menor ou igual a $0,500\text{g/cm}^3$; madeira de densidade média de $0,500\text{g/cm}^3$ a $0,720\text{g/cm}^3$ e madeira pesada que possui uma densidade acima de $0,720\text{g/cm}^3$ (IPT, 1985).

3.3.2 Relação água-madeira

O conhecimento da umidade na madeira é de suma importância, tendo em vista que influencia no equilíbrio dimensional e outras propriedades. Sendo de natureza higroscópica ela apresenta mudanças nas suas dimensões de acordo com a temperatura ambiente e umidade relativa (KOLLMANN & COTÉ, 1968).

Quando a madeira perde água de adesão ela vai se retraindo, caracterizando a adsorção. Significando que as variações da dimensão correspondem a adsorção ou à dessorção da água higroscópica que está centrada nas paredes celulares. Se uma peça de madeira está exposta a um ambiente com a umidade e temperatura constantes, ela atingira, após um certo tempo, uma relação de igualdade tendo em vista a troca de umidade com o ar externo. Levando em consideração para que isso aconteça, as dimensões da

peça. Denominando de “umidade de equilíbrio (UE)” a situação entre a madeira e o ar externo (GALVÃO & JANKOWSKY, 1985)

Sendo então de grande importância que as peças de madeira estejam em sua umidade de equilíbrio quando for instalado, assim reduzindo as expansões e contrações indesejadas depois da sua instalação. As mesmas quando excessivas, fazem com que haja fendas e tenha deslocamento de pisos.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

No trabalho apresentado, foram utilizadas peças de pisos de madeira de *Eucalyptus citriodora* e *Pinus taeda*, com a mesma procedência. Com origem e fabricação em Dois Vizinhos – PR.

4.1 Caracterização da cidade

4.1.1 Dois Vizinhos

Dois Vizinhos, uma cidade situada no Sudoeste do Paraná, com uma população que varia em torno de 38.000 habitantes, referente a microrregião de Francisco Beltrão, tendo a referência de sua emancipação no ano de 1961. Respectivamente a isto, foram formados, nos anos imediatos, dois Distritos Administrativos, o de Cruzeiro do Iguaçu e o de Boa Esperança do Iguaçu, os quais foram divididos na década de 1990, oferecendo origem a dois novos municípios (IPARDES, 2019).

Situado no ecótono de Floresta Estacional Semidecidual (FES) e Floresta Ombrófila Mista (FOM), com uma área de extensão de 419,017 km² (IPARDES, 2019). O clima, do tipo Cfa, subtropical, com verão quente, sem estação seca e com temperatura mínima no mês mais quente, de 22°C, segundo a classificação de Köppen (ALVARES et al., 2013). Em relação ao solo, é classificado como Nitossolo Vermelho Distroférrico Úmbrico, com textura argilosa e relevo ondulado (BHERING et al., 2008). Encontra-se entre as coordenadas 25° 44' 03" e 25° 46' 05" Sul e 53° 03' 01' e 53° 03' 10" Oeste em altitudes de 475 a 510 metros, em relação ao nível do mar (IPARDES, 2019).

4.2 *Corymbia citriodora* e *Pinus taeda*.

Os pisos de madeira de *Corymbia citriodora* e *Pinus taeda* foram fornecidas pela empresa Companhia da Madeira Ltda., localizada na Rua Graciosa, Loteamento Araldi, cidade de Dois Vizinhos – PR. As peças de pisos de madeira maciça de *Eucalyptus citriodora* e *Pinus taeda* apresentam um comprimento variando entre 2000 mm a 2500 mm, uma largura entre 50 mm a 100 mm, e um espessura que irá de 8 mm a 22 mm, todas essas medidas, correspondem as normas da ANPM (Associação Nacional dos Produtores de Pisos de Madeira) juntamente com ABNT NBR 15799 (Associação Brasileira de Normas Técnicas). Referente a essas diferenças, elas se levam em conta por causa de partes que são descartadas que constam injurias ou mal feições fazendo com que os pisos sejam impróprios para seu uso. Ambas as peças são originárias de arvores que possuem idade de 12 anos, com reflorestamentos localizados na cidade de Dois Vizinhos, como não existe norma especificativa referente a idade, esse fator será representado pelo que a empresa disponibiliza e utiliza na construção dos pisos de madeira. A empresa foi escolhida por conta do fácil acesso até a mesma, e da disponibilidade do material, levando em conta a boa qualidade dos atributos distintos que existem nas madeiras selecionadas.

4.3 Preparo dos corpos-de-prova

As peças de pisos de madeira das duas espécies, foram processadas na empresa Cia da Madeira em uma máquina 4 faces, e seu comprimento ajustando em uma serra circular para alcançar as medidas necessárias, visando as normas da ABNT NBR 15799.

O comprimento visa a distância dos barrotes que formará o suporte dos pisos de madeira, segundo a ANPM, os mesmos variam de 30 a 50 cm de distância dando sequência assim a preparação dos corpos levando em consideração a maior medida, 50 cm. Sendo que, quanto menor o comprimento da peça, maior sua sustentação física. Após isso, fabricados 10 corpos-de-prova para cada espécie escolhida para tais ensaios.

4.4 ENSAIOS FISICOS

O teor de umidade das madeiras foi determinado utilizando o equipamento MOISTURE METER 11000.

4.5 ENSAIOS MECANICOS

Seguem a norma ASTM D 2394-83 (1994) que apresenta como devem ser aplicados os ensaios de colisão por esfera de aço, ensaio de endentação causada por cargas aplicadas em pequenas áreas, ensaio de esforço rolante e ensaio de atrito. Como não possuímos as mesmas na UTFPR, foi adaptado com objetos me permitindo conseguir exercer os testes com clareza, seguindo outros trabalhos que já realizaram os testes descritos.

Tendo como exemplo incomum o ensaio de atrito, que ao invés da aferição de dados quantitativos conforme a literatura, foi comparado a qualidade final com amostras qualitativas entre espécies. Também foi realizado o teste de Dureza Janka, para se ter um resultado de carga máxima suportada por ambos os pisos, assim sendo, me oferecendo uma averiguação mais profunda referente a cargas suportadas em um mesmo ponto e diferentes partes dos corpos de provas, e fornecendo um ponto positivo para o gênero *Pinus taeda*.

4.5.1 ENSAIO DE IMPACTO POR ESFERA DE AÇO

Esse experimento simulou a colisão durante a queda de pequenos elementos sobre os pisos. Consistindo em deixar cair, uma unidade que irá deferir o impacto sobre os corpos-de-prova. Como existe dificuldades de avaliação direta, foi empregado uma folha de carbono sobre os “cp” para tornar mais nítida a endentação causada pela queda da esfera de aço, facilitando a visualização e a mensuração da medida direta de sua profundidade com o paquímetro digital, fornecendo também um entendimento que a colisão causara. Esse objeto foi fixado a 15 cm e também a 180 cm, realizando três repetições

dos “cp” em cada altura proposta, tendo uma visão e um resultado definitivo sobre os pisos segundo recomendações da ASTM D 2394-83 (ASTM, 1994).

Figura 3 - Ensaio adaptado de impacto por esfera de aço em pisos de madeira de *Pinus taeda* e *Corymbia citriodora*



Fonte: O autor, 2021

4.5.2 ENSAIO DE ESFORÇO ROLANTE

Consistiu em rolar um componente sobre os corpos-de-prova, simulando assim determinada carga que poderá ser rolada no dia-dia após a instalação dos pisos.

Os pisos foram posicionados em uma superfície deixando-os firmes, logo em seguida, uma carga possuindo entre 15 a 25 kg, apoiada em uma superfície com rodas, fará essa passagem sobre os pisos (ASTM, 1994). Segundo Métodos Padrão para Teste de Serviço Simulado de Pisos de Acabamento de Madeira e Base de Madeira, o ensaio constou com um sistema de vai-e-vem totalizando 50 viagens.

Ao final, foi conferido na superfície os defeitos causados pela carga, tendo-se uma averiguação na 10^a, 25^a e 50^a viagem, medindo a profundidade da depressão.

Figura 4 - Ensaio adaptado de esforço rolante em pisos de madeira de *Pinus taeda* e *Corymbia citriodora*



Fonte: O autor, 2021

4.5.3 ENSAIO DE ATRITO

Mostrou como os pisos de madeira irão reagir com o arraste de objetos pesados sobre sua superfície.

Foi adaptado do teste existente da norma de Métodos Padrão para Teste de Serviço Simulado de Pisos de Acabamento de Madeira e Base de Madeira (ASTM), com um elemento pesando 30 kg sobre um suporte que possuía uma lixa 300, que ficou em contato com os “cp” puxando então esse suporte que comportara o peso, assim identificando escamações ou descolamento causados pelas rupturas da área superficial desses corpos de prova, fazendo assim, com que percebemos a diferença de estrutura de ambos gêneros.

Utilizou um celular XS max da marca Apple com resolução de 4608x2592 pixel para a captação das imagens em respostas aos testes

Figura 5 - Ensaio adaptado de atrito em pisos de madeira de *Pinus taeda* e *Corymbia citriodora*



Fonte: O autor, 2021

4.5.4 ENSAIO DE ENDENTAÇÃO CAUSADA POR CARGAS APLICADAS EM PEQUENAS AREAS

Ensaio que teve como proposta, expor os pisos de madeira, a uma situação onde exista diversos contatos com pontas finas a ele, mostrando se a sua superfície conseguiu ter um resultado positivo quanto aos mesmos, e que não venham a ter diversas rupturas por conta das suas conectividades.

Esse ensaio baseou na norma ASTM D 2394-83 (ASTM, 1994), no qual possui uma máquina constituída de uma carcaça de ferro e um rolo móvel, que são apoiados nos "cp", a passagem desse rolo, feita por 50 vezes, irá mostrar os resultados que ali foi expresso. Aonde ao centro dos "cp" foram escolhidas 5 imperfeições com maior grau de aparência.

Figura 6 - Ensaio adaptado de endentação em pisos de madeira de *Pinus taeda* e *Corymbia citriodora*



Fonte: O autor, 2021

4.5.5 DUREZA JANKA

O ensaio de dureza Janka, método utilizado para determinação e classificação da dureza da madeira, foi realizado em máquina EMIC GR048.

Ele indicou qual madeira está mais suscetível ou não a aparições de marcas e arranhões e se é resistente para os contatos intensos. Serão testados levando em consideração a média das cargas máximas segundo os procedimentos estipulados por Stell & Torrie (1960).

Figura 7 - Ensaio de dureza Janka em pisos de madeira de *Pinus taeda* e *Corymbia citriodora*



Fonte: O autor, 2021

5 GRÁFICO DE PREFERÊNCIA

Depois que os corpos de prova foram ensaiados, 100 pessoas foram questionadas sobre os danos sofridos nos corpos de prova e estes relataram sua preferência sobre qual das espécies de pisos de madeira seria sua preferência para uma possível compra. Os entrevistados basearam suas avaliações nos valores dos testes realizados e consequências destes ensaios, tendo assim, uma visão abrangente de qual espécie seria escolhida para uso no dia-dia. Além dos resultados dos testes, foi relatado aos entrevistados o preço praticado para pisos de *Pinus taeda* e estes, demonstravam sua visão de comprador. Ao final, observou-se a preferência por pisos de madeira de *Pinus taeda* em relação às madeiras de *Corymbia citriodora*.

6 ANÁLISES

Para os ensaios de endentação causada por cargas aplicadas em pequenas áreas, da carga rolante e esfera cadente, foi realizado por meio de um delineamento inteiramente casualizado (DIC). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias, comparadas pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software SISVAR 5.7. Os demais cálculos expressados, foi utilizado o programa Excel 2015®. Para o ensaio de resistência a abrasão, foi avaliado as imagens após a concretização do teste para averiguação dos resultados.

7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

7.1 AFERIÇÃO DE UMIDADE

O resultado do lote escolhido de ambas as espécies foi de 14%, a mesma podendo ter um resultado entre a variação ideal de 12% a 15%, recomendado pelo SENAI/CETEMO para fabricação de estruturas de madeiras para construções civis, pois entre esses valores oscila a umidade de equilíbrio da madeira em grande parte das regiões do Brasil (REMADE, 2003).

Figura 8 - Verificação da umidade da madeira em pisos de *Pinus taeda* e *Corymbia citriodora*



Fonte: O autor, 2021

7.2 ENSAIO DE IMPACTO POR ESFERA DE AÇO

Na Tabela 1 pode-se observar os valores das depressões ocasionadas pelo ensaio de impacto da esfera de aço.

As maiores médias do ensaio de impacto da esfera de aço foram observados nas madeiras de *Pinus taeda* com 180mm, seguido pelas madeiras de *Corymbia citriodora*, com as mesmas dimensões. A menor deformação foi nos corpos de prova de eucalipto com 150mm.

Padilha et al. (2006) determinou a profundidade ocasionada pelo impacto da esfera de aço a partir de relações matemáticas entre diâmetros deixados na superfície, pois encontrou dificuldades em uma medição direta com o paquímetro. Martins (2008) adaptou um método, utilizando um relógio comparador, em que não se tem a medição da profundidade direta. Esses fatos podem apresentar controvérsias nas leituras de dados.

Tabela 1 - Comparação dos valores médios (mm) das depressões do ensaio de impacto da esfera de aço cadente em pisos de madeira de *Pinus taeda* e *Corymbia citriodora*

Espécie de madeiras	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5
<i>Corymbia citriodora</i> 15 cm	0,03 d	0,03 d	0,03 d	0,03 d	0,02 d
<i>Corymbia citriodora</i> 180 cm	0,17 b	0,16 b	0,16 b	0,15 b	0,17 b
<i>Pinus taeda</i> 15 cm	0,06 c	0,06 c	0,06 c	0,06 c	0,05 c
<i>Pinus taeda</i> 180 cm	0,29 a	0,28 a	0,28 a	0,27 a	0,27 a

*Médias seguidas de pelo menos uma letra em comum não difere entre si, a 5% de significância pelo teste de Scott-Knott. Nota: CP: corpo de prova

Fonte: O autor, 2021

Seguindo a mesma sequência de verificação de dados de alguns autores na literatura, e levando em consideração a maior medida realizada em teste 180cm. Visando a espécie de *Corymbia citriodora*, Machado (2008) teve uma média de depressões de 0,21mm para *Eucalyptus microcorys*, e 0,26mm para *Eucalyptus cloeziana*, resultados acima dos encontrados no estudo, sabendo-se que o mesmo autor usou espécies com 22 anos, essa diferença talvez pode ter sido ocasionada pelo método aplicado para aferição dos dados.

Já para a espécie de *Pinus taeda*, nada se encontrou na literatura referente a aplicação do teste, porém, levando em consideração e tendo em vista comparações com o autor Machado (2008), a espécie teve resultados positivos no teste direto de medição tendo uma diferença de apenas 0,01 no CP 4 e 5 visando o *Eucalyptus cloeziana* do mesmo autor que apresentou um resultado de 0,26mm.

7.3 ENSAIO DE ESFORÇO ROLANTE

Na tabela 2, são apresentados os resultados das medias de depressões realizado pelo esforço rolante, e observa-se que houve diferença significativa entre as espécies de madeira utilizadas (Anexo 2).

Tabela 2 - Valores das depressões obtidas pelo ensaio de esforço rolante, para a 10, 25 e 50 viagens em pisos de madeira de *Pinus taeda* e *Corymbia citriodora*

Espécie de madeiras	10 ^a viagem	25 ^a viagem	50 ^a viagem
<i>Corymbia citriodora</i>	0,082 a	0,096 a	0,112 a
<i>Pinus taeda</i>	0,142 b	0,180 b	0,202 b

* Médias seguidas de pelo menos uma letra em comum não difere entre si, a 5% de significância pelo teste de Scott-Knott. Nota: CP: corpo de prova
Fonte: O autor, 2021

As medias encontradas das depressões na última viagem para o *Corymbia citriodora*, demonstraram inferioridade com as que Machado (2008) relata, entretanto se obteve correlações no fim da 10^a viagem para o *Eucalyptus microcorys* e *Corymbia maculata* com médias iguais a 0,080mm e 0,085mm respectivamente. Padilha et al. (2006) e Carmo (1996) relataram valores próximos a 0,224 mm de depressão para o *Eucalyptus urophylla* constando porem uma idade de 8 anos.

Para a o *Pinus taeda* nada se relata na literatura referente ao mesmo teste, porem em comparação ao *Eucalyptus cloeziana* dado em questão pelos resultados de Martins (2005) as depressões na última viagem tem baixa diferença, com uma aferição de 0,010mm de diferença entre ambas.

7.4 ENSAIO DE ATRITO

Nas imagens abaixo encontram-se as comparações de ambas espécies, antes e depois dos testes. Nota-se nas imagens que, após o teste, o *Corymbia*

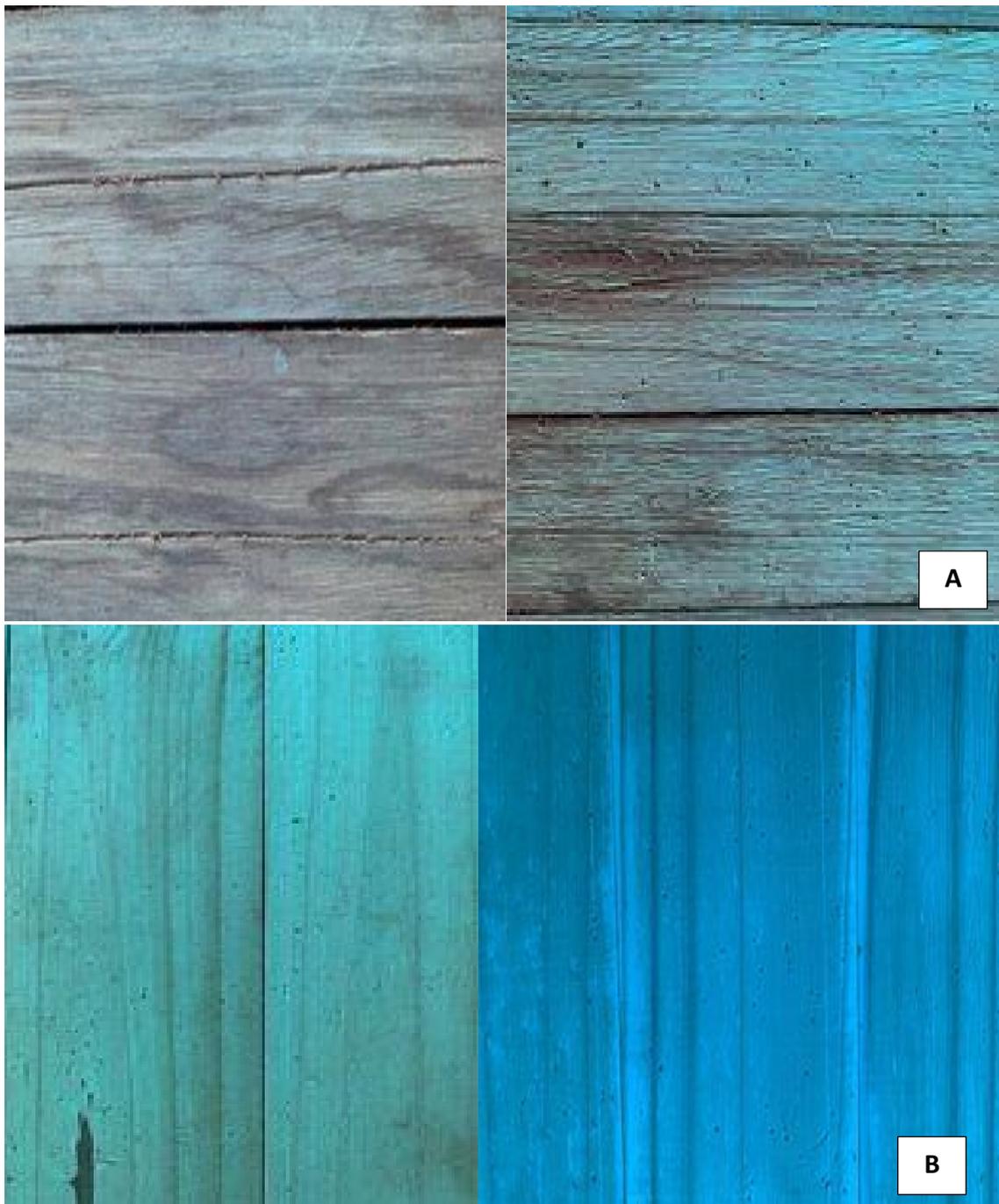
citriodora apresenta pequenas rupturas em sua superfície, demonstrando farpas de pequenos tamanhos, porém, visíveis (Figura 1).

O *Pinus taeda*, após os testes, demonstrou clareamento nas áreas mais afetadas em sua superfície, tornando-o mais áspero, porém, sem estilhaços em sua camada (Figura 2). O mesmo foi exposto a um efeito de luz azul provocado pela câmera de um celular, que deixa mais claro e evidente os pontos mais afetados pelo teste.

O teste de atrito é determinante em função da utilização dos pisos de madeira. É necessário que estas tenham resultados de atrito que não acomodem uma superfície escorregadia. A própria é adotada para se impedir quedas ocasionadas por escorregamentos, assegurando então, um trânsito seguro.

Na literatura, não há imagens dos resultados do teste de atrito. Outros trabalhos evidenciam os coeficientes do atrito, determinados por um equipamento que permite a averiguação. Entretanto, no presente trabalho os resultados de atrito de ambas as espécies, foram obtidos tendo como embasamento a positividade das rupturas e a acomodação de uma superfície não escorregadia. A madeira de *Pinus taeda* e de *Eucalyptus citriodora* são viáveis para o uso em pisos, tendo em visto que os dois demonstraram uma superfície áspera necessária e sem rupturas de grau elevado.

Figura 9 – Comparação entre os corpos de prova antes e após os ensaios; 9A: Antes e depois do teste de atrito na madeira de *Corymbia citriodora*; 9B: Antes e depois do teste de atrito na madeira de *Pinus taeda*.



Fonte: O autor, 2021

7.5 ENSAIO DE ENDENTAÇÃO CAUSADA POR CARGAS APLICADAS EM PEQUENAS AREAS

Os valores de endentações da madeira de *Corymbia citriodora* variaram de 0,049 a 0,053, enquanto o *Pinus taeda*, variou de 0,11 a 0,12 (Tabela 3). Nota-se que a madeira de *Corymbia citriodora* teve uma melhor média e melhor comportamento diante o teste.

TABELA 3 - Media dos valores das endentações causadas por cargas aplicadas em pequenas áreas em pisos de madeira de *Pinus taeda* e *Corymbia citriodora*

Espécie de madeiras	Média dos cps
<i>Corymbia citriodora</i>	0,052 a
<i>Pinus taeda</i>	0,12 b

* Médias seguidas de pelo menos uma letra em comum não difere entre si, a 5% de significância pelo teste de Scott-Knott. Nota: CP: corpo de prova

Fonte: O autor, 2021

Observando os dados da tabela, nota-se que a madeira de *Corymbia citriodora* teve em questão, uma melhor média e melhor comportamento diante o teste.

Machado (2008) encontrou valores parecidos frisando a espécie de *Corymbia citriodora* e 0,050 para o *Eucalyptus microcorys*. Padilha et al. (2006) encontraram valores de 0,039 e 0,092 para o *Eucalyptus urophylla* com 8 anos de idade. Já para a espécie de *Pinus taeda*, nada se encontra na literatura sobre o teste, porém, em comparação a Padilha et al (2006). seu resultado não foi tão negativo tendo uma diferença de 0,011mm.

7.6 DUREZA JANKA

As tabelas 4 e 5, mostram os resultados do teste de Dureza Janka, para ambas espécies. Nota-se que para a espécie de *Corymbia citriodora* a potência requerida para a deformação do piso, se torna maior.

TABELA 4 - Teste de Dureza Janka realizado na espécie de *Corymbia citriodora*, demonstrando a capacidade de sustentação de uma força em um determinado ponto.

Corpo de Prova	Resultado das repetições		Médias em kgf
1	403,75	259,34	331,545
2	495,64	519,59	507,615
3	433,74	438,04	435,89
4	435,64	556,17	495,905
5	381,5	352,78	367,14
Média			427,62
Mediana			434,69
DV			85,918
CV%			20,09

TABELA 5 - Teste de Dureza Janka realizado na espécie de *Pinus taeda*, demonstrando a capacidade de sustentação de uma força em um determinado ponto.

Corpo de Prova	Resultado das repetições		Média em kgf
1	153,79	82,78	118,29
2	148,63	110,19	129,41
3	131,09	147,49	139,29
4	98,77	130,39	114,58
5	119,73	128,51	124,12
Média			124,12
Mediana			129,45
DV			22,825
CV(%)			18,24

Fonte: O autor, 2021

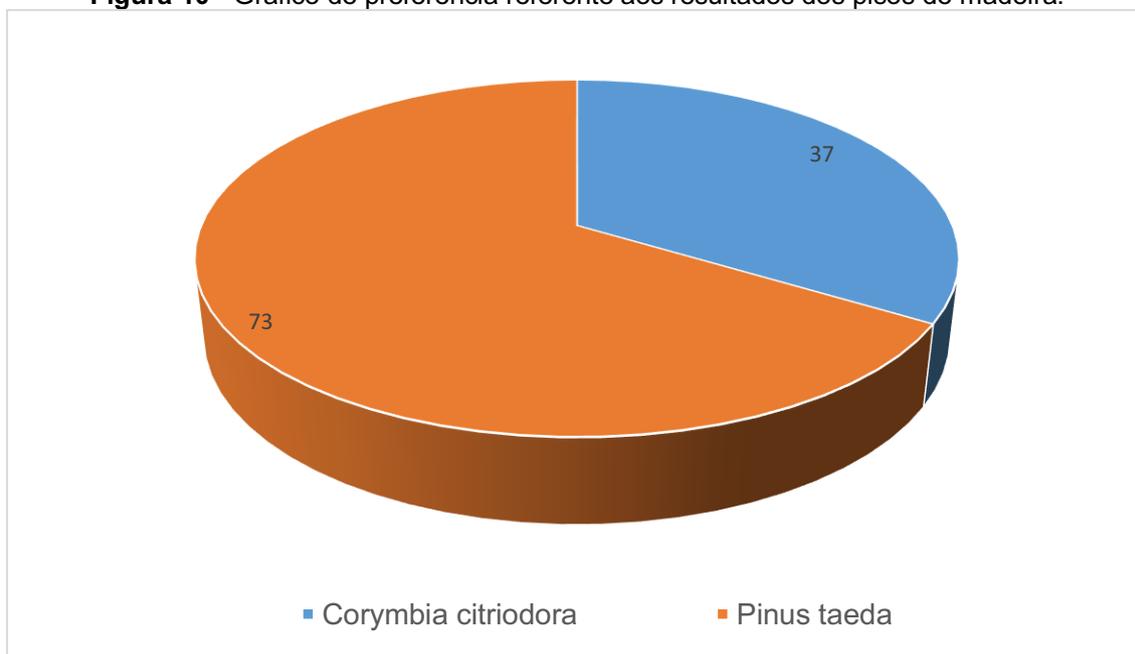
Carvalho (2008) relatou valores médios de dureza janka para *Corymbia citriodora* de 474,05 kgf resultado semelhante aos observados neste trabalho. Eleoterio et al. (2003) relatou resultados de 169,05 kgf para *Pinus taeda*, com 25 anos. A madeira de *Corymbia citriodora* foi mais resistente que a madeira de *Pinus taeda* no teste de Dureza Janka.

No teste de Dureza Janka, a madeira de *Corymbia citriodora* foi mais resistente em relação à madeira de *Pinus taeda*. Isso se deve à sua maior massa específica, com valores em torno de $0,73\text{g/cm}^3$, segundo a literatura, e o *Pinus taeda* com $0,46\text{g/cm}^3$.

8 GRÁFICO DE PREFERÊNCIA

Os pisos confeccionados com madeiras de *Pinus taeda* foram os preferidos pelos consumidores. Ressalta-se que, todos os resultados dos ensaios, de ambas as espécies, foram apresentados previamente a este público. Possivelmente, essa maior aceitação se deveu ao bom desempenho da madeira de *Pinus*, frente aos esforços mecânicos submetidos, mas, principalmente, pelo menor custo destes pisos.

Figura 10 - Gráfico de preferência referente aos resultados dos pisos de madeira.



Fonte: O autor 2021.

9 CONCLUSÕES

No ensaio de impacto da esfera e no ensaio de esforço rolante, a madeira de *Corymbia citriodora* apresentou resultados melhores em relação à madeira de *Pinus taeda*.

No ensaio de atrito, a madeira de *Pinus taeda* apresentou melhores resultados em relação à madeira de *Corymbia citriodora*, segundo a norma ASTM D 2394-83 (ASTM, 1994). Ambas são viáveis para o uso em pisos, tendo em visto que os dois demonstraram uma superfície áspera necessária, e sem rupturas de grau elevado.

No ensaio de endentação, a madeira de *Corymbia citriodora* foi superior a madeira de *Pinus taeda*.

No teste de Dureza Janka, a madeira de *Corymbia citriodora* foi mais resistente em relação à madeira de *Pinus taeda*.

Houve maior preferência por parte dos consumidores pelos pisos produzidos a partir de madeiras de *Pinus taeda*.

As madeiras de *Corymbia citriodora* e *Pinus taeda* podem ser empregadas para pisos, pois apresentaram resultados físico-mecânicos exigidos pelas normas.

REFERÊNCIAS

ALVARES, Clayton Alcarde et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE. **Estudo setorial 2006**. Curitiba, 2007.

ASTM D2394-83 (1999), Métodos Padrão para Teste de Serviço Simulado de Pisos de Acabamento de Madeira e Base de Madeira, ASTM International, West Conshohocken, PA, 1999.

BALLONI, Carlos. **Caracterização física e química da madeira de *Pinus elliottii***. 2009. 41 f. Trabalho de Graduação do Curso Engenharia Industrial Madeireira - UNESP, Itapeva - RS, 2009.

BROWNING, B. L. The chemistry of wood. New York: J. Wiley, 1963. 689 p.
BURGER, L. M.; RICHTER, H. G. Anatomia da madeira. São Paulo: Nobel, 1991. 154 p.

CARA, Claudia Aparecida et al. Estrutura fundiária e modernização da agricultura do município de Dois Vizinhos-PR. 2012.

CIFloresta. **Aspectos Botânicos**, 2008. Disponível em:<<http://www.ciflorestas.com.br/texto.php?p=pinus>>. Acesso em 24 de abril 2019.

DA ROSA, Thiago Souza et al. Utilização de Cinco Espécies de Eucalyptus para a Produção de Painéis OSB. **Floresta e Ambiente**, v. 24, p. e20160049, 2017.

ENRIQUEZ, G. Desafios da sustentabilidade da Amazônia: biodiversidade, cadeias produtivas e comunidades extrativistas integradas. **Doutorado. Brasília: Centro de Desenvolvimento Sustentável, UnB**, 2008.

FERREIRA, M.; KAGEYAMA, P. Y. Melhoramento genético da densidade de eucalipto. **Boletim Técnico**, 1978.

FISCHER, Augusto; ZYLBERSZTAJN, Décio. O fomento florestal como alternativa de suprimento de matéria-prima na indústria brasileira de celulose. **REAd-Revista Eletrônica de Administração**, v. 18, n. 2, 2012.

GALVAO, APM de; JANKOWSKY, Ivaldo Pontes. Secagem racional da madeira. 1985.

GEORGIN, Jordana. **Plantio de *Pinus elliottii* em pequenas propriedades rurais no norte do Rio Grande do Sul**. Santa Maria - RS: Revista do Centro do Ciências Naturais e Exatas, 2014.

GEORGIN, Jordana. **Plantio de *Pinus elliottii* em pequenas propriedades rurais no norte do Rio Grande do Sul**. Santa Maria - RS: Revista do Centro do Ciências Naturais e Exatas, 2014.

GRANETO, Luiz Felipe. Processo produtivo de piso engenheirado de madeira. **Trabalho de conclusão de curso (Eng^a. Industrial madeireira) – UFPR. Curitiba**, 2010.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Madeiras utilizadas para confecção de pisos**, 2008. Disponível em: <<http://www.indusparquet.com.br>>. Acesso em 24 de abril 2019.

INTISTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. Ensaio físicos e mecânicos: madeiras ensaiadas: agrupamento de propriedades físicas e mecânicas. São Paulo.

IPARDES. **CADERNO ESTATÍSTICO MUNICÍPIO DE DOIS VIZINHOS**, 2019. Disponível

em:<<http://www.ipardes.gov.br/cadernos/MontaCadPdf1.php?Municipio=85590>>. Acesso em 24 de abril 2019.

JANKOWSKY, I. P.; LUIZ, M. G.; ANDRADE, A. Pisos de madeira maciça: agregando valor e qualidade ao produto. **ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA**, v. 9, p. 141-152, 2004.

JEIMY, José et al. Simulação em serviço de pisos de madeira jovem de *Tectona grandis*. **Revista Matéria**, v. 20, n. 4, p. 1048-1060.

KOLLMANN, Franz FP; COTE, W. A. Solid wood. Principles of wood science and technology, vol. 1. 1968.

MARTINS, Marcelo et al. Simulação em uso dos pisos de madeira de *Eucalyptus sp* e *Corymbia maculata*. *Cerne*, v. 19, n. 1, p. 151-156, 2013.

MELCHIORETTO, Daniela; ELEOTÉRIO, Jackson Roberto. Caracterização, classificação e comparação da madeira de *Pinus patula*, *P. elliottii* e *P. taeda* através de suas propriedades físicas e mecânicas. In: Congresso Regional De Iniciação Científica e Tecnológica, XVIII. 2003.

MOREIRA ROVEDDER, Ana Paula; FOLETTO ELTZ, Flávio Luiz. **Desenvolvimento do *Pinus elliottii* e do *Eucalyptus tereticorni* consorciado com plantas de cobertura, em solos degradados por arenização**. *Ciência Rural*, v. 38, n. 1, 2008.

MUNDOHUSQVARNA. **INDUSTRIA DA MADEIRA**, 2016. Disponível em:<http://www.mundohusqvarna.com.br/wpcontent/uploads/2016/03/husqvarna_ebook8_final.pdf>. Acesso em 24 de abril de 2019.

PADILHA, C. et al. Avaliação da qualidade da madeira de *Eucalyptus urophylla* para utilização em pisos. *Scientia Forestalis (IPEF)*, v. 71, p. 141-147, 2006.

PILAU, Felipe Gustavo; ANGELOCCI, Luiz Roberto; SCARPARI, J. A. Radiation balance of an orange tree in orchard and its relation with global solar radiation and grass net radiation. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 15, n. 3, p. 257-266, 2007.

REMADE. **MANEJO PARA USOS MULTIPLOS**, 2001. Disponível em: <http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=14&subject=Manejo&title=Manejo%20Para%20Usos%20M%20FAltiplos>. Acesso em 24 de abril de 2019.

REMADE. **RESISTENCIA MECANICA DA MADEIRA**, 2003. Disponível em: <http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=312&subject=E>. Acesso em 24 de abril de 2019.

RUY, Osmar Francisco. **Variação da qualidade da madeira em clones de *Eucalyptus urophylla* ST Blake da Ilha de Flores, Indonésia**. 1998. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo.

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

SILVA, H.D. da; BELLOTE, A.F.J.; FERREIRA, C.A. **Cultivo do eucalipto: Considerações gerais sobre o plantio**. In: Sistemas de Produção, 4. Versão eletrônica. Embrapa Florestas, Colombo (PR), ago. 2003.

STEEL, Robert George Douglas et al. Principles and procedures of statistics. **Principles and procedures of statistics.**, 1960.

ANEXOS

ANEXO 1

Data da Analise: Mon Apr 26 10:42:58 2021

Warning message:

package 'ExpDes' was built under R version 4.0.3

Variavel = 1 V3

Analysis of Variance Table

	DF	SS	MS	Fc	Pr>Fc
Treatment	3	0.11767	0.039222	3922.2	5.2429e-13
Residuals	8	0.00008	0.000010		
Total	11	0.11775			

CV = 2.31 %

Shapiro-Wilk normality test

p-value: 0.999179

According to Shapiro-Wilk normality test at 5% of significance, residuals can be considered normal.

Homogeneity of variances test

p-value: 0.4928607

According to the test of bartlett at 5% of significance, residuals can be considered homocedastic.

Scott-Knott test

	Groups	Treatments	Means
1	a	4	0.28500000
2	b	2	0.16733333
3	c	3	0.06466667
4	d	1	0.03133333

Variavel = 2 V4

Analysis of Variance Table

	DF	SS	MS	Fc	Pr>Fc
Treatment	3	0.112831	0.037610	2838.5	1.909e-12
Residuals	8	0.000106	0.000013		
Total	11	0.112937			

CV = 2.76 %

Shapiro-Wilk normality test

p-value: 0.9887554

According to Shapiro-Wilk normality test at 5% of significance, residuals can be considered normal.

Homogeneity of variances test

p-value: 0.3852843

According to the test of Bartlett at 5% of significance, residuals can be considered homocedastic.

Scott-Knott test

Groups	Treatments	Means
1	a	4 0.27533333
2	b	2 0.16400000
3	c	3 0.06166667
4	d	1 0.02666667

Variavel = 3 V5

Analysis of Variance Table

	DF	SS	MS	Fc	Pr>Fc
Treatment	3	0.114975	0.038325	3510.7	8.1649e-13
Residuals	8	0.000087	0.000011		
Total	11	0.115063			

CV = 2.52 %

Shapiro-Wilk normality test

p-value: 0.9774377

According to Shapiro-Wilk normality test at 5% of significance, residuals can be considered normal.

Homogeneity of variances test

p-value: 0.3485

According to the test of Bartlett at 5% of significance, residuals can be considered homocedastic.

Scott-Knott test

Groups	Treatments	Means
1	a	4 0.27900000
2	b	2 0.15866667
3	c	3 0.05900000
4	d	1 0.02866667

Variavel = 4 V6

Analysis of Variance Table

	DF	SS	MS	Fc	Pr>Fc
Treatment	3	0.099508	0.033169	3316.9	1.0245e-12
Residuals	8	0.000080	0.000010		
Total	11	0.099588			

CV = 2.45 %

Shapiro-Wilk normality test

p-value: 0.9265735

According to Shapiro-Wilk normality test at 5% of significance, residuals can be considered normal.

Homogeneity of variances test

p-value: 0.146415

According to the test of bartlett at 5% of significance, residuals can be considered homocedastic.

Scott-Knott test

	Groups	Treatments	Means
1	a	4	0.26666667
2	b	2	0.15400000
3	c	3	0.06333333
4	d	1	0.03266667

Variavel = 5 V7

Analysis of Variance Table

	DF	SS	MS	Fc	Pr>Fc
Treatment	3	0.116050	0.038683	4991.4	2.0002e-13
Residuals	8	0.000062	0.000008		
Total	11	0.116112			

CV = 2.16 %

Shapiro-Wilk normality test

p-value: 0.1949654

According to Shapiro-Wilk normality test at 5% of significance, residuals can be considered normal.

Homogeneity of variances test

p-value: 0.3876222

According to the test of bartlett at 5% of significance, residuals can be considered homocedastic.

Scott-Knott test

	Groups	Treatments	Means
1	a	4	0.27200000
2	b	2	0.16633333
3	c	3	0.05366667
4	d	1	0.02333333

ANEXO 2

Data da Analise: Mon Apr 26 10:41:00 2021

Warning message:
package 'ExpDes' was built under R version 4.0.3

Variavel = 1 V3

Analysis of Variance Table

	DF	SS	MS	Fc	Pr>Fc
Treatment	1	0.35006	0.35006	504.71	1.6311e-08
Residuals	8	0.00555	0.00069		
Total	9	0.35561			

CV = 8.75 %

Shapiro-Wilk normality test

p-value: 0.02971698

WARNING: at 5% of significance, residuals can not be considered normal!

Homogeneity of variances test

p-value: 0.001057161

WARNING: at 5% of significance, residuals can not be considered homocedastic!

Scott-Knott test

	Groups	Treatments	Means
1	a	1	0.4880
2	b	2	0.1138

Variavel = 2 V4

Analysis of Variance Table

	DF	SS	MS	Fc	Pr>Fc
Treatment	1	0.40080	0.40080	1079.9	8.0198e-10
Residuals	8	0.00297	0.00037		
Total	9	0.40377			

CV = 6.1 %

Shapiro-Wilk normality test

p-value: 0.5343074

According to Shapiro-Wilk normality test at 5% of significance, residuals can be considered normal.

Homogeneity of variances test

p-value: 0.001833988

WARNING: at 5% of significance, residuals can not be considered homocedastic!

Scott-Knott test

Groups Treatments Means
1 a 1 0.5160
2 b 2 0.1156

Variavel = 3 V5

Analysis of Variance Table

DF SS MS Fc Pr>Fc
Treatment 1 0.41616 0.41616 286.17 1.5122e-07
Residuals 8 0.01163 0.00145
Total 9 0.42779

CV = 12.07 %

Shapiro-Wilk normality test

p-value: 0.1854709

According to Shapiro-Wilk normality test at 5% of significance, residuals can be considered normal.

Homogeneity of variances test

p-value: 6.932484e-05

WARNING: at 5% of significance, residuals can not be considered homocedastic!

Scott-Knott test

Groups Treatments Means
1 a 1 0.520
2 b 2 0.112

Variavel = 4 V6

Analysis of Variance Table

DF SS MS Fc Pr>Fc
Treatment 1 0.41128 0.41128 439.8 2.8055e-08
Residuals 8 0.00748 0.00094

Total 9 0.41876

CV = 9.64 %

Shapiro-Wilk normality test

p-value: 0.2393727

According to Shapiro-Wilk normality test at 5% of significance, residuals can be considered normal.

Homogeneity of variances test

p-value: 0.0008213468

WARNING: at 5% of significance, residuals can not be considered homocedastic!

Scott-Knott test

Groups	Treatments	Means
1	a	1 0.5200
2	b	2 0.1144

Variavel = 5 V7

Analysis of Variance Table

	DF	SS	MS	Fc	Pr>Fc
Treatment	1	0.39720	0.3972	663.22	5.5441e-09
Residuals	8	0.00479	0.0006		
Total	9	0.40200			

CV = 7.68 %

Shapiro-Wilk normality test

p-value: 0.364709

According to Shapiro-Wilk normality test at 5% of significance, residuals can be considered normal.

Homogeneity of variances test

p-value: 0.00348432

WARNING: at 5% of significance, residuals can not be considered homocedastic!

Scott-Knott test

Groups	Treatments	Means
1	a	1 0.5180
2	b	2 0.1194

Variavel = 6 V8

Analysis of Variance Table

	DF	SS	MS	Fc	Pr>Fc
Treatment	1	0.49328	0.49328	1291.8	3.9332e-10
Residuals	8	0.00305	0.00038		
Total	9	0.49634			

CV = 5.72 %

Shapiro-Wilk normality test

p-value: 0.02608629

WARNING: at 5% of significance, residuals can not be considered normal!

Homogeneity of variances test

p-value: 0.01189027

WARNING: at 5% of significance, residuals can not be considered homocedastic!

Scott-Knott test

Groups	Treatments	Means
1	a	1 0.5640
2	b	2 0.1198

Variavel = 7 V9

Analysis of Variance Table

	DF	SS	MS	Fc	Pr>Fc
Treatment	1	0.45924	0.45924	828.36	2.2978e-09
Residuals	8	0.00444	0.00055		
Total	9	0.46368			

CV = 7.1 %

Shapiro-Wilk normality test

p-value: 0.1495227

According to Shapiro-Wilk normality test at 5% of significance, residuals can be considered normal.

Homogeneity of variances test

p-value: 0.004318853

WARNING: at 5% of significance, residuals can not be considered homocedastic!

Scott-Knott test

Groups	Treatments	Means
1	a	1 0.5460
2	b	2 0.1174

Variavel = 8 V10

Analysis of Variance Table

	DF	SS	MS	Fc	Pr>Fc
Treatment	1	0.42642	0.42642	315.4	1.0342e-07
Residuals	8	0.01082	0.00135		
Total	9	0.43724			

CV = 11.37 %

Shapiro-Wilk normality test

p-value: 0.3343419

According to Shapiro-Wilk normality test at 5% of significance, residuals can be considered normal.

Homogeneity of variances test

p-value: 0.0026164

WARNING: at 5% of significance, residuals can not be considered homocedastic!

Scott-Knott test

	Groups	Treatments	Means
1	a	1	0.530
2	b	2	0.117

Variavel = 9 V11

Analysis of Variance Table

	DF	SS	MS	Fc	Pr>Fc
Treatment	1	0.36062	0.36062	396.13	4.2324e-08
Residuals	8	0.00728	0.00091		
Total	9	0.36790			

CV = 9.86 %

Shapiro-Wilk normality test

p-value: 0.4988548

According to Shapiro-Wilk normality test at 5% of significance, residuals can be considered normal.

Homogeneity of variances test

p-value: 0.003243608

WARNING: at 5% of significance, residuals can not be considered homocedastic!

Scott-Knott test

	Groups	Treatments	Means
1	a	1	0.4960
2	b	2	0.1162

Variavel = 10 V12

Analysis of Variance Table

	DF	SS	MS	Fc	Pr>Fc
Treatment	1	0.37172	0.37172	336.28	8.0477e-08
Residuals	8	0.00884	0.00111		
Total	9	0.38056			

CV = 10.68 %

Shapiro-Wilk normality test

p-value: 0.5571203

According to Shapiro-Wilk normality test at 5% of significance, residuals can be considered normal.

Homogeneity of variances test

p-value: 0.001318932

WARNING: at 5% of significance, residuals can not be considered homocedastic!

Scott-Knott test

	Groups	Treatments	Means
1	a	1	0.5040
2	b	2	0.1184