

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA FLORESTAL
CAMPUS DOIS VIZINHOS

ALEX MAINA

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA MECÂNICA E INFLUÊNCIA NA
COR DA MADEIRA DE *Pinus* sp. SOB A AÇÃO DE INTEMPÉRIES**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

**DOIS VIZINHOS
2017**

ALEX MAINA

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA MECÂNICA E INFLUÊNCIA NA
COR DA MADEIRA DE *Pinus* sp. SOB A AÇÃO DE INTEMPÉRIES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso de Bacharelado em Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Orientador: Prof. M.Sc. Ramiro F. França

DOIS VIZINHOS

2017

M224a

Maina, Alex.

Avaliação da resistência mecânica e influência na cor da madeira de *Pinus sp.* sob a ação de intempéries / Alex Maina – Dois Vizinhos, 2017.
23f.:il.

Orientador: Msc. Ramiro F. França
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de
Engenharia Florestal, Dois Vizinhos, 2017.
Bibliografia p. 22-23

1. Pinheiro. 2. Biodegradação. 3. Florestas -
Conservação I. França. Ramiro F., orient.
II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Dois
Vizinhos. III. Título

CDD: 634.9

Ficha catalográfica elaborada por Rosana Silva CRB: 9/1745
Biblioteca da UTFPR-Dois Vizinhos



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Dois Vizinhos



Curso de Engenharia Florestal

TERMO DE APROVAÇÃO

AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA MECÂNICA E INFLUÊNCIA NA COR DA MADEIRA DE *Pinus* sp. SOB A AÇÃO DE INTEMPÉRIES

por

ALEX MAINA

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 08 de junho de 2017 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal. O(a) candidato(a) foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. MSc. Ramiro Faria França
Orientador

Prof. Dr. Marcos Aurélio Mathias de Souza
Membro titular (UTFPR)

Italo Mayke Gonçalves do Amaral
Membro titular (UTFPR)

Prof. MSc. Douglas Edson Carvalho
Membro titular (UTFPR)

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais por todo incentivo, amor e carinho.

A minha namorada por sempre me ajudar nas horas mais difíceis.

Ao meu orientador, Prof. Ramiro Faria França, por toda a orientação que me forneceu ao longo do presente estudo.

A todos os professores que passaram seus conhecimentos de forma clara e objetiva.

A todos os meus amigos que me ajudaram de alguma forma durante toda a graduação.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná pela estrutura disponibilizada.

RESUMO

MAINA, Alex. **Avaliação da Resistência Mecânica e Influência na Cor da Madeira de *Pinus* sp. Sob a Ação de Intempéries.** 2017. Trabalho de conclusão de curso II (Bacharelado em Engenharia florestal) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2017.

A diminuição da disponibilidade de madeiras nativas aumenta a demanda por madeiras de florestas plantadas, como o *Pinus* sp. Desse modo, pesquisas sobre sua preservação contra a ação de intempéries e agentes biodegradadores são importantes, buscando assim uma maior durabilidade do material. O presente trabalho teve por objetivo a avaliação da ação de intempéries na madeira de *Pinus* sp. A metodologia empregada para o estudo foi iniciada a partir da introdução de lâminas de *Pinus* sp. no solo, até a metade do seu comprimento. As amostras consistem em lâminas torneadas de *Pinus* spp. com dimensões aproximadas de 185mm comp x 25mm larg x 2mm esp. O produto utilizado para o tratamento das lâminas foi o stain, um impregnante transparente hidrorrepelente, aplicado por pincelamento no sentido das fibras da madeira previamente limpa. As lâminas tratadas apresentaram comportamentos diferentes dentre os parâmetros colorimétricos, com exceção da luminosidade. O módulo de elasticidade, obtido por ensaio de flexão estática, também apresentou redução com o tempo para as amostras tratadas.

Palavras - Chave: Biodegradação, colorimetria, campo de apodrecimento.

ABSTRACT

MAINA, Alex. **Evaluation of the Mechanical Resistance and Influence on the Color of *Pinus* sp. Under the Action of Intemperies.** 2017. Graduation work II (Bachelor of Forestry Engineering) - Federal Technological University of Paraná. Dois Vizinhos, 2017.

Reducing the availability of native timber increases demand for timber from planted forests, such as *Pinus* sp. This, research on its preservation against the action of weathering and biodegradation agents are important, thus seeking a greater durability of the material. The present work had the objective of evaluating the weathering action on *Pinus* sp. The methodology used for the study was initiated from the introduction of slides of *Pinus* sp. In the soil, up to half its length. The samples consist of turned slides of *Pinus* sp. With dimensions of approximately 185mm leng x 25mm widt x 2mm thick. The product used for the treatment of the slides was the stain, a water-repellent transparent impregnant, applied by brushing towards the fibers of the previously cleaned wood. The treated slides presented different behaviors among the colorimetric parameters, with the exception of luminosity. The modulus of elasticity, obtained by static bending test, also showed a smaller decrease with time for the treated samples.

Keywords: Biodegradation, colorimetry, rotting field.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
1. OBJETIVOS	10
1.1 OBJETIVO GERAL.....	10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
3. REFERENCIAL TEÓRICO	11
3.1 DESCRIÇÃO DA ESPÉCIE.....	11
3.2 BIODEGRADAÇÃO E PRESERVAÇÃO DA MADEIRA.....	11
3.3 PROPRIEDADES MECÂNICAS DA MADEIRA	13
3.4 PROPRIEDADES ORGANOLÉPTICAS DA MADEIRA	14
4. MATERIAL E MÉTODOS	16
4.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	16
4.2 METODOLOGIA EMPREGADA.....	16
4.3 TRATAMENTO DOS CORPOS DE PROVA	17
4.4 ANÁLISE DE DADOS E ENSAIOS MECÂNICOS	18
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
5.1 MODIFICAÇÕES COLORIMÉTRICAS	19
5.2 PROPRIEDADES MECÂNICAS	22
6. CONCLUSÕES.....	24
7. REFERÊNCIAS.....	25

1. INTRODUÇÃO

A madeira desde muito tempo atrás é uma das principais matérias prima utilizadas, sendo ela que deu origem as primeiras construções de casas, carros, trenós, barcos, armas, entre outros. Mesmo nos dias de hoje em que a madeira vem sendo substituída por outros materiais, como: alumínio, aço e plásticos. A mesma ainda continua com uma grande demanda, ou seja, há a necessidade de uma maior produção florestal.

De acordo com o Serviço Florestal Brasileiro (2010) o setor de florestas plantadas vem aumentando a sua produtividade gradativamente. Os fatores ambientais favoráveis no Brasil beneficiam a silvicultura, mas novas tecnologias são indispensáveis para aumentar ainda mais a produtividade, tais como a utilização de sementes de boa qualidade, o melhoramento genético das espécies, a realização de cruzamentos controlados visando a obtenção de híbridos e a clonagem de espécies florestais por meio de diversas técnicas de propagação vegetativa. Esses fatores fazem com que o Brasil tenha destaque tanto em coníferas como em folhosas.

Uma conífera que possui grande potencial madeireiro são as espécies de *Pinus* sp, que tem uma área plantada no Brasil de 1.588.997 ha. Onde a maior parte está concentrada principalmente na Região Sul do país (88,07%), sendo o estado do Paraná o líder no ranking de área plantada de *Pinus* sp. Com 42,4 % da área total, seguido por Santa Catarina, que possui 34,05 % e Rio Grande do Sul com 11,61%. Isto se deve às condições edafoclimáticas e à localização dos principais centros processadores desse tipo de madeira próximos a estes estados (IBÁ, 2015).

Cabe ressaltar que a utilização dessa espécie exótica contribui para abastecer o mercado para diversos fins, antes atendido por espécies nativas.

É imprescindível falar da durabilidade natural da madeira, no qual é definida, segundo Araujo et al. 2012, como uma vida média útil em exposição a fatores abióticos (acidez, umidade, temperatura, luminosidade, etc.) e a ataques de patógenos (fungos, insetos e xilófagos). Sendo assim, estudos que viabilizem aumentar a durabilidade natural de madeiras são importantes e considerando que espécies plantadas como, por exemplo: Pinus e Eucalipto, que são altamente utilizadas nacionalmente e tratadas com diversos tipos de preservantes, faz-se necessário sua expansão e melhoramento nas técnicas atribuindo um maior valor comercial nas madeiras. (ARAUJO et al. 2012).

Pensando desta forma, a aplicação de produtos preservantes torna-se necessário. Porém a sua utilização deve ser de forma cuidadosa, tanto na escolha do produto quanto aos manipuladores que manusearam o mesmo.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GERAL

O presente estudo teve por objetivo avaliar a ação de intempéries na madeira de *Pinus* sp. e a influência do tratamento com stain hidrorrepelente nas variações de cor e resistência mecânica das amostras.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliação da alteração dos parâmetros colorimétricos com a aplicação do produto stain hidrorrepelente.
- Análise da resistência mecânica com o tempo de exposição sob a ação de intempéries

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 DESCRIÇÃO DA ESPÉCIE NO BRASIL

Introduzidas no Brasil no século XIX, as espécies do gênero *Pinus* foram trazidas pelos europeus para utilização na ornamentação. Esse gênero possui mais de 90 espécies catalogadas. Estas espécies têm origem das regiões árticas e subárticas da Europa. Mas no Brasil sua adaptação é semelhante à de seu país de origem, por conta dos fatores de solo e clima brasileiro, sendo assim plantado no Brasil há mais de um século e tendo como principais usos da matéria-prima são para processamento mecânico em serrarias, laminados, aglomerados e de celulose de fibra longa (DOSSA et al, 2002).

No Brasil o *Pinus* vem sendo amplamente empregado principalmente nas regiões sul e sudeste do Brasil, isso se deve graças a tolerância da espécie a baixas temperaturas, bem como plantio em solos rasos e com baixa produtividade agrícola. As espécies do gênero *Pinus* são muito utilizadas para fabricação de papel e celulose, pois estas apresentam fibras longas que são resistentes e ideais para a fabricação de papéis (BRACELPA, 2010).

Shimizu (2009) citado por FACCIO (2010), afirma que as espécies de *Pinus* vêm sendo introduzidas no Brasil há mais de um século e são plantadas em escala comercial há mais de 30 anos, para as mais variadas finalidades. E é de grande interesse, pois apresenta um crescimento relativamente rápido as demais espécies, boa qualidade da madeira e adaptabilidade ao clima e ao solo das Regiões Sul e Sudeste (ANTONÂNGELO & BACHA, 1998).

Com isso, devido as suas condições favoráveis nestas regiões de clima, solo, extensão territorial, mão-de-obra, infraestrutura e capacidade gerencial produtiva, o país se torna competitivo há nível de produção e exportação de produtos derivados tanto das madeiras de *Pinus*, como também de seus produtos não maderáveis, como no caso as borrachas, gomas e a mais importante que é a resina (BRACELPA, 2010).

3.2 BIODEGRADAÇÃO E PRESERVAÇÃO DA MADEIRA

A deterioração da madeira pode ser definida como qualquer alteração indesejável nas suas propriedades, pela ação de agentes químicos (ex: ácidos fortes, bases fortes, óxidos de ferro e enxofre, dentre outros) que quando em contato com a madeira ocasionam uma

redução nas suas propriedades físico-químicas, por agentes físicos (ex: fogo, calor umidade), o calor e consequentemente elevadas taxas de raios ultravioletas (UV) ao longo do tempo podem causar transformações químicas e estruturais na madeira, conferindo-lhe um aspecto semelhante a carbonização, sendo este processo conhecido como oxidação da madeira, seguido da umidade que quando elevadas podem tornar propícios o ataque de patógenos biológicos e quanto aos agentes biológicos (brocas, cupins, fungos, bactérias e perfuradores marinhos).

Dentre os agentes deterioradores, eles podem ser divididos em duas classes: os organismos xilófagos, que são organismos que se alimentam da madeira e os organismos não xilófagos, esses representam as aves, roedores, insetos e o próprio homem, os quais são organismos que não se alimentam da madeira porem podem causar sua deterioração (MORESCHI, 2013).

De acordo com Moreschi (2013) para que seja possível o ataque de agentes xilófagos, tais situações devem ser favoráveis, como, a presença de oxigênio (todos os organismos prejudiciais à madeira necessitam para sobreviver), umidade deve estar acima de 20%, a temperatura deve ser entre 20 e 35, deve se ter um clima quente e úmido, alta porcentagem de alburno e de extrativos (fontes de alimento), pH entre 4,5 e 5,5 e a ausência de substâncias tóxicas.

Mendes et al (1988) determina que os agentes xilófagos são os maiores inimigos da madeira causando sérios danos há suas propriedades, exceto as bactérias que se instalam em sua superfície em condições de alta umidade e geralmente se alimentam de nutrientes existentes nas células e nos canais resiníferos, por mais que causam poucos danos a madeira a sua importância é destacada pelo qual são os primeiros colonizadores da mesma, criando condições favoráveis para o desenvolvimento e a instalação de outros organismos deterioradores, como os fungos. Os fungos estão entre os organismos xilófagos que causam os maiores danos econômicos, em casos extremos, eles podem decompor totalmente a madeira ou somente manchá – las. Eles são divididos em três categorias, fungos emboloradores, fungos manchadores e fungos apodrecedores.

Os fungos emboloradores como os fungos manchadores atacam somente a superfície de toras recém – cortadas e em fase de secagem, não danificando a resistência mecânica da madeira, apresentando formação pulverulenta, de coloração variavel, afetando-lhe a aparência com manchas que variam de azul a cinza-escuro (HANADA et al., 2003).

Já os fungos apodrecedores, danificam a resistência mecânica da madeira e destroem as paredes celulares, eles são divididos em três tipos: fungos de podridão mole – a madeira atacada se apresenta com um aspecto de levemente queimada (escurecida) e com fissuras no sentido das fibras; fungos de podridão parda – a madeira tem aspecto de levemente queimada

e com fissuras paralelas e perpendiculares à grã, eles se alimentam da celulose e hemicelulose; fungos de podridão branca – a madeira atacada apresentam coloração clara, perdendo seu aspecto lustroso, formando linhas escuras delimitadas nos locais atacados (MENDES et al, 1988, p. 9, 10, 11, 13).

Dentro da classe Insecta há várias ordens, porém as espécies consideradas mais importantes na deterioração da madeira são: Coleóptera (besouros), Himenóptera (abelhas, vespas e formigas) e Isópteras (cupins). Os Coleópteros são responsáveis por sérios danos apresentados em madeiras secas, em casos extremos eles podem até reduzi-las ao estado de pó. Como agravante, no Brasil, por termos um clima mais favorável para o desenvolvimento deste agente biológico, seu ciclo de vida pode se completar em qualquer época do ano. Os Himenópteros são a terceira classe Insecta em tamanho, com aproximadamente 103.000 espécies descritas, os agentes considerados importantes na biodeterioração da madeira pertencem à família Formicidae, eles são capazes de destruir tanto a madeira de lenho inicial como a de lenho tardio, normalmente preferem as mais moles e úmidas, e as que têm maior facilidade de serem escavadas. Os cupins são agentes biológicos considerados de grande importância na deterioração da madeira, vivem em colônias e se alimentam exclusivamente de celulose e normalmente atacam a madeira pelo caminho mais fácil, deteriorando em primeiro lugar o lenho mais mole da madeira (MORESCHI, 2013).

Para atender os objetivos de um preservante de qualidade é necessário levar em consideração três requisitos, os quais são: Penetração do produto preservativo, desde a superfície até camadas profundas; Retenção do produto preservativo na madeira, variando de espécie para espécie e de organismo para organismo; Distribuição homogênea do produto na madeira tratada, para que haja uma uniformidade, e uma maior eficiência do preservante (MORESCHI, 2013).

Há inúmeras possibilidades de tratamentos preservativos, desde métodos mais simples como o tratamento por pincelamento, indicados para madeiras de baixo risco de exposição e ataque, até os métodos mais sofisticados e de alto custo, como no caso os industriais, que são realizados geralmente em dormentes, postes e mourões, que estão em constante exposição com os agentes deterioradores (REMADE, 2011).

3.3 PROPRIEDADES MECÂNICAS DA MADEIRA

De acordo com Lobão et al (2004) diferentes estudos vem buscando identificar as causas que interferem diretamente as propriedades mecânicas da madeira, desde a onde a árvore se desenvolve até os seus fatores inerentes. Desse modo, sabe-se que as mesmas são

dependentes de diversos fatores, como a densidade da madeira juvenil, sentido da grã, teor de umidade, ataque de insetos, entre outras (Evans et al, 2000).

Para Moreschi (2005), os fatores que afetam as propriedades mecânicas da madeira são ligados a quanto uma peça da mesma pode suportar de forma expressiva, como a direção das fibras, duração da carga, massa específica, temperatura da madeira e teor de umidade.

Com base no parágrafo anterior, Moreschi (2005) ainda enfatiza a elasticidade, que nada mais é que uma a propriedade da madeira que proporciona a retomada de sua forma original, após a retirada da carga que causou alguma deformação. Essa propriedade é caracterizada de corpo sólido quando a carga está abaixo do limite de elasticidade. Já quando excedem os limites de cargas, as deformações são caracterizadas como plásticas e/ou irreversíveis, causando assim a ruptura do material.

3.4 PROPRIEDADES ORGANOLÉPTICAS DA MADEIRA

Para Moreschi (2005), as propriedades organolépticas da madeira são aquelas que de alguma forma se apresentam no material, ligado diretamente aos valores decorativos e ornamentais, que são as texturas, cor, grã, odor, sabor e desenho.

Dessa forma, Bom (2011), define as texturas como, todos os elementos que constituem a madeira, desde as distribuições, dimensões até o percentual de elementos constituintes do lenho. Elas também podem ser divididas em três tipos de texturas, as quais são: textura grossa, fina e textura média. A textura grossa é representada por poros grandes com raios lenhosos, visíveis a olho nu. Já a textura fina apresenta uma superfície homogênea e uniforme, de dimensões pequenas que se encontram distribuídas na forma difusa no lenho. E por último a textura média apresenta uma estrutura entre a textura grossa e a textura fina.

A cor é originada por substâncias como a resina, gomas, derivados dos taninos e corantes específicos, que são depositados dentro das células e que constituem o lenho. Algumas dessas substâncias podem ser tóxicas aos agentes biodegradadores, como no caso os taninos, que fornecem uma proteção natural à madeira e conseqüentemente uma maior durabilidade (MORESCHI, 2005).

Segundo Zenid e Zecantini (2007), a grã é representada pelos elementos que constituem a madeira verticalmente no sentido do eixo da árvore. Dessa forma se tem diferentes tipos de grãs, as quais são: grã direta, conhecida como grã normal, pois seus elementos são constituídos paralelamente ao eixo principal, fornecendo assim uma maior resistência mecânica da madeira. Grã irregular, caracterizada por seus elementos apresentarem variações até o eixo principal do fuste da árvore. Grã ondulada, a qual os

elementos se dão em formas de desenhos de ondas ao longo do fuste, sendo possível a visualização a olho nu, geralmente árvores com esse tipo de grã tem problemas com a resistência mecânica e com a secagem da madeira.

O odor e o sabor são caracterizados por serem originados das mesmas substâncias voláteis, porém servem apenas para contribuir na identificação e distinção das espécies em si. De modo geral esses elementos tendem a diminuir com o passar do tempo da madeira exposta (ZENID, ZECCANTINI. pg. 6. 2007).

A caracterização do Desenho se dá pela aparência das faces naturais da madeira, representadas pelos seus elementos como o cerne, alburno, grã, cor e pelos anéis de crescimento (MORESCHI, 2005).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi realizado há campo e no Laboratório de Tecnologia de Madeiras, localizado no Campus da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, município de Dois Vizinhos, na região sudoeste do Paraná, entre as coordenadas geográficas 25° 44' 35" S e 53° 44' 35" W. O município está inserido no terceiro planalto paranaense, com altitude aproximada de 500 metros. A vegetação original da região é classificada como Floresta Ombrófila Mista com elementos da Floresta Estacional Semidecidual.

De acordo com a classificação de Köppen a região possui clima Cfa, com temperaturas médias anuais entre 19°C e 20°C e uma precipitação média anual de 2000 a 2500 milímetros. O solo que predomina na região é o litossolo roxo de textura argilosa.

4.2 METODOLOGIA EMPREGADA

A metodologia empregada para o presente estudo foi realizada a partir da introdução de laminas de *Pinus* sp. em campo de apodrecimento. O experimento foi instalado no mês de outubro, primavera, figura 1.



Figura 1: Introdução das lâminas em campo de apodrecimento.
Fonte: O autor (2017).

As amostras consistem em lâminas torneadas de *Pinus* sp. Com dimensões aproximadas de 185mm comp x 25mm larg x 2mm espe. As mesmas foram divididas em dois grupos, sendo para avaliação das propriedades mecânicas e determinação dos parâmetros colorimétricos de acordo com o delineamento experimental, tabela 1.

Tabela 1. Delineamento experimental

Tratamento	Tempo de Exposição
	Testemunha
	15 dias
Sem Stain/	30 dias
Com Stain	45 dias
	60 dias
	75 dias

Fonte: O autor (2017)

4.3 TRATAMENTO DOS CORPOS DE PROVA

O produto utilizado para o tratamento das lâminas foi o stain, impregnante transparente hidrorrepelente, aplicado por pincelamento sendo realizadas três demãos no sentido das fibras da madeira previamente limpa.

Inicialmente as lâminas foram previamente acondicionadas em sala climatizada, em umidade de equilíbrio estimada em 15%. Antes da exposição às intempéries todas as amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Anatomia e Qualidade da Madeira da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, para medição da cor. Após a retirada das lâminas do campo de apodrecimento, nos tempos determinados pelo delineamento, as mesmas eram limpas com pincel e embaladas em saco plástico até a leitura da cor. Foram selecionadas 60 lâminas, posteriormente divididas igualmente entre os tratamentos. Os parâmetros colorimétricos, L*, a* e b*, foram determinados em espectrofotômetro Konica Minolta CM-5 sendo realizadas 3 leituras por lâmina. Os cálculos de Saturação (C), Ângulo de Tinta (h*) e Mudança Total de Cor (ΔE) foram realizados a partir das equações:

$$C = (a^2 + b^2)^{1/2}$$

$$h = \arctang\left(\frac{b}{a}\right)$$

$$\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2}$$

Onde:

a^* = coordenada cromática sobre o eixo verde-vermelho.

b^* = coordenada cromática sobre o eixo azul-amarelo.

ΔL^* , Δa^* , Δb^* = variação da luminosidade e das coordenadas cromáticas.

4.4 ANÁLISE DE DADOS E ENSAIOS MECÂNICOS

Os ensaios de flexão estática das peças foram realizados em máquina universal de ensaios (EMIC) modelo DL-30000 seguindo script de ensaio elaborado conforme a norma ASTM D143-96, com adaptações quanto às dimensões dos corpos de prova. Para o ensaio utilizaram-se 25 corpos de prova para as testemunhas e 18 corpos de prova para os diferentes tempos de exposição. Após a retirada das amostras do campo as mesmas permaneceram em sala climatizada por sete dias até a execução do ensaio, figura 3.



Figura 2: Ensaio mecânico das laminas de *Pinus* sp.

Fonte: O autor (2017).

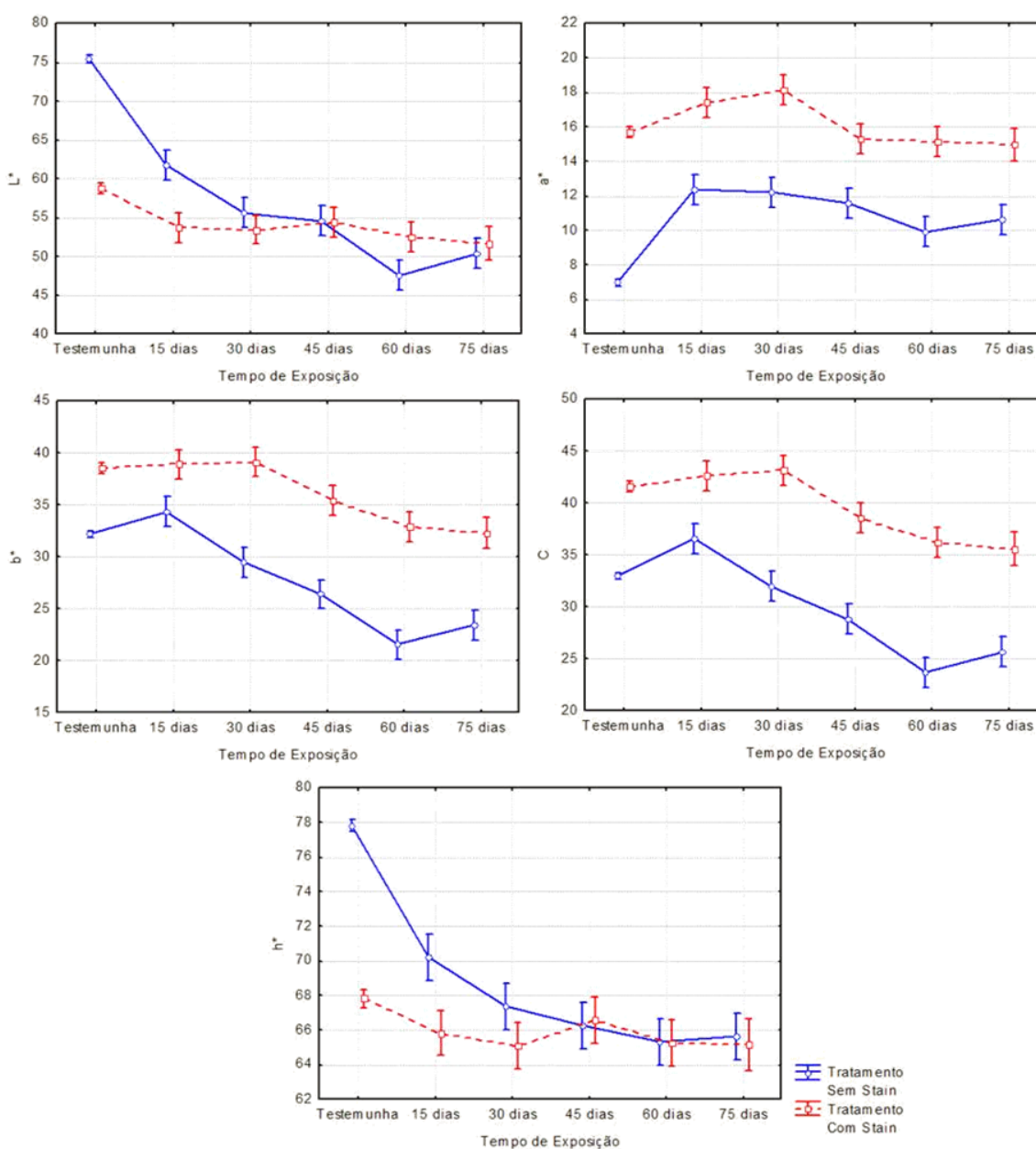
O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado e as médias analisadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, entre os tempos de exposição dentro de cada tratamento.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 MODIFICAÇÕES COLORIMÉTRICAS

O comportamento dos parâmetros colorimétricos avaliados pode ser visualizado na Figura 3, onde é possível verificar tendências e diferenças entre as amostras tratadas e não tratadas com stain.

Figura 3. Relação entre parâmetros colorimétricos (L^* , a^* , b^*) e tempo de exposição.



Fonte: O autor (2017).

Pode se observar uma tendência à diminuição da luminosidade (L^*), um escurecimento, e aumento relacionado a cor vermelha ($+a^*$) das lâminas com o maiores tempo de exposição. Em média a variação da luminosidade foi de 28,7% entre a testemunha e os tratamentos, sendo que a diminuição mais acentuada ocorreu para o tempo de 60 dias, 36,1%. O aumento nos valores na matriz vermelho-verde foi de 65,9% e, para matriz azul-amarelo (b^*) houve uma diminuição média de 16,04%.

Cabe ressaltar que somente no tratamento de 15 dias de campo detectou-se um aumento na cor azul, para os outros tempos houve um aumento na cor amarela, como mostra a Tabela 2, que demonstra os valores obtidos das leituras nas lâminas não tratadas com stain.

Tabela 2. Parâmetros colorimétricos das amostras não tratadas.

Tratamentos	L*	a*	b*	C	h*
Testemunha	75,50a	6,97 ^a	32,19b	32,98c	77,82 ^a
15 dias s/ Stain	61,70b	12,35b	34,36a	36,53 ^a	70,20b
30 dias s/ Stain	55,71c	12,24b	29,45c	31,92c	67,34bc
45 dias s/ Stain	54,50c	11,60bc	26,40d	28,84b	66,28c
60 dias s/ Stain	47,63d	9,90c	21,54e	23,71d	65,65c
75 dias s/ Stain	50,31d	10,6bc	23,40e	25,69d	65,30c

Fonte: O autor (2017).

Legenda: L^* eixo cromático entre preto-branco; a^* eixo cromático entre vermelho-verde; b^* eixo cromático entre azul-amarelo; C saturação; h^* ângulo de tinta.

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Com relação a saturação não há tendência no comportamento dos dados, já o ângulo de tinta, que indica a dominância de alguma tonalidade apresentou grande diminuição já no primeiro grupo avaliado.

Tabela 3. Parâmetros colorimétricos das amostras tratadas com stain.

Tratamentos	L*	a*	b*	C	h*
Testemunha	75,50 ^a	6,97 ^a	32,19 ^c	32,98 ^b	77,82 ^a
Testemunha c/ Stain	58,83 ^b	15,67 ^b	38,50 ^a	41,59 ^a	67,82 ^b
15 dias c/ Stain	53,77 ^c	17,44 ^c	38,91 ^a	42,65 ^a	65,83 ^{bc}
30 dias c/ Stain	53,43 ^c	18,14 ^c	39,15 ^a	43,16 ^a	65,09 ^c
45 dias c/ Stain	54,38 ^c	15,32 ^b	35,39 ^b	38,58 ^c	66,56 ^{bc}
60 dias c/ Stain	52,49 ^c	15,12 ^b	32,87 ^{bc}	36,19 ^c	65,22 ^c
75 dias c/ Stain	51,67 ^c	14,95 ^b	32,30 ^{bc}	35,59 ^c	65,16 ^c

Fonte: O autor (2017).

Legenda: L* eixo cromático entre preto-branco; a* eixo cromático entre vermelho-verde; b* eixo cromático entre azul-amarelo; C saturação; h* ângulo de tinta.

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Após o tratamento com stain hidrorrepelente ficou evidente uma menor variação dos parâmetros colorimétricos, pode se apontar um pequeno escurecimento das amostras e notar que a aplicação do produto, mesmo nomeado como transparente, provoca alteração das cores da madeira, se diferindo estatisticamente em todos os parâmetros quando comparadas a testemunha e a madeira tratada. Quanto aos demais parâmetros, a*, b*, C e h*, não é possível observar comportamentos bem definidos, como demonstra a Tabela 4.

Tabela 4. Modificações colorimétricas para madeiras tratadas e não tratadas com stain.

Tratamentos	Sem Stain				Com Stain			
	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE
15 dias	-14,01	5,13	1,49	15,08	-4,57	2,42	1,49	5,70
30 dias	-20,73	5,59	-3,95	21,92	-4,19	2,15	1,88	5,86
45 dias	-20,69	5,03	-3,42	21,70	-5,24	-0,67	-4,75	7,46
60 dias	-26,94	2,54	-11,19	29,34	-6,44	-0,45	-5,95	9,39
75 dias	-26,26	4,12	-8,76	28,04	-8,15	-0,83	-6,63	10,62

Fonte: O autor (2017).

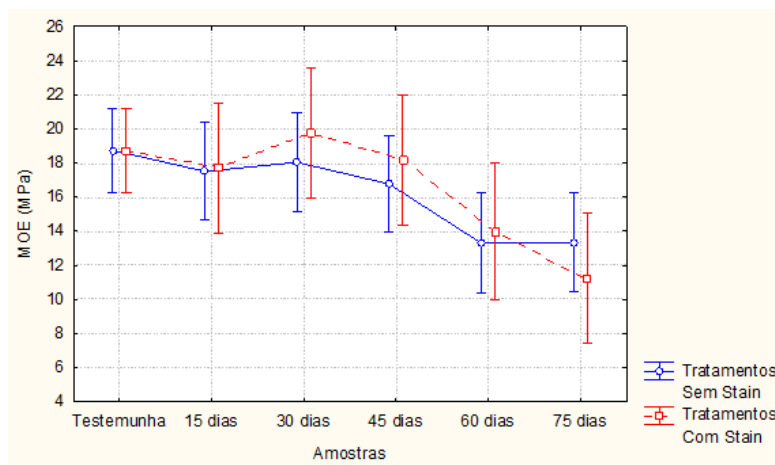
Legenda: ΔL^* variação da colorimetria entre preto-branco; Δa^* variação da colorimetria entre vermelho-verde; Δb^* variação da colorimetria entre azul-amarelo; ΔE média das variações de ΔL^* , Δa^* , Δb^* , com e sem stain

Os sinais positivos e negativos observados na Tabela 3 significam: $+\Delta L^*$ aumento da luminosidade; $-\Delta L^*$ redução da luminosidade; $+\Delta a^*$ aumento na cor vermelha; $-\Delta a^*$ aumento na cor verde; $+\Delta b^*$ aumento na cor amarela e $-\Delta b^*$ aumento na cor azul.

5.2 PROPRIEDADES MECÂNICAS

O período das amostras em campo também causaram modificações na resistência mecânica do material. Os resultados do módulo de elasticidade demonstraram comportamento diferente, porém não significativos, entre as lâminas tratadas e não tratadas, como apresentado na Figura 4.

Figura 4. Propriedades mecânicas de amostras tratadas e não tratadas com stain hidrorrepelente.



Observando o gráfico acima, notamos uma maior resistência das amostras tratadas com stain hidrorrepelente até 60 dias. Porém a partir dos 60 dias expostas às ações intempéricas a resistência mecânica do material tratado vai reduzindo, tornando-se menos resistente em relação às amostras não tratadas. Com tudo, essa variação não é significativa, conforme representados na tabela 5.

Tabela 5. Módulo de elasticidade médio dos tratamentos.

Tratamentos	MOE (MPa)	
	Sem Stain	Com Stain
Testemunha	18,75a	18,75 ^a
15 dias	17,51a	17,73 ^a
30 dias	18,04a	19,75 ^a
45 dias	16,77a	18,15ab
60 dias	13,30a	14,00ab
75 dias	13,37a	11,22b

Fonte: O autor (2017)

Como visto na tabela 5, nas amostras tratadas houve diferença estatística entre as amostras, de menor tempo de exposição e a de maior tempo de exposição, Testemunha, 15 dias e 30 dias comparadas ao tempo de exposição de 75 dias. Entre os tratamentos, madeiras tratadas ou não tratadas, não houve diferença significativa em períodos iguais.

6. CONCLUSÕES

A avaliação da colorimetria das amostras tratadas com stain obtiveram resultados significativos, diminuindo a variação de cor causada pela ação intempérica, promovendo assim, uma maior uniformidade das mesmas.

Além disso, também foi possível identificar a diminuição da luminosidade representada pelo fator L^* causando um escurecimento das lâminas que ficaram um maior tempo em exposição às ações intempéricas.

Mesmo os resultados mecânicos não sendo significativos com tratamentos até 75 dias em campo de apodrecimento. É possível notar que o uso do stain para a resistência do material expostos a ações intempéricas não é recomendado.

7. REFERÊNCIAS

ANTONÂNGELO, Alessandro.; BACHA, C. J. I. As fases da silvicultura no Brasil. **Revista Brasileira de Economia**, v. 52, n. 1, pág. 207-238, 1998.

ARAÚJO, B. J. H.; MAGALHÃES E. L. W.; OLIVEIRA, C. L. **Durabilidade de madeira de eucalipto citriodora (Corymbiacitriodora (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson) tratada com CCA em ambiente amazônico**. ACTA Amazônica, v. 42(1), p. 50, 2012.

BOM, P. **Estrutura da Madeira**. Centro Universitario de União da Vitória. Pg. 14. 2011

BRACELPA. **Associação Brasileira de Papel e Celulose**. Disponível em:<<http://bracelpa.org.br/bra2/?q=node/137>>. Acesso em: 29 de setembro de 2016.

CARVALHO, A. **Madeiras Portuguesas**. Instituto Florestal, Lisboa, p. 6, 1996.

DOSSA, Derli; Silva, HELTON D. da; BELLOTE, Antonio F. J.; RODIGHIERI, Honorino R. Comunicado Técnico 82. **Produção e Rentabilidade de Pinus em Empresas Florestais**. ISSN 1517-5030 Colombo – PR, 2002. Disponível em: <http://www.sifloresta.ufv.br/bitstream/handle/123456789/6446/Comunicado_Tecnico_82.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 29 de setembro de 2016.

EVANS, J.L.W.; SENFT, J. F.; GREEN, D. W. **Juvenile wood effect in red alder: analysis of physical and mechanical data to delineate juvenile and mature wood zones**. Forest Products Journal, v.50, n.7/8, p.75-87, 2000.

FACCIO, Marcos L. R. **Importância do gênero *Pinus* sp. para o setor madeireiro no Brasil**. Trabalho de Conclusão de Curso (Estágio Profissionalizante em Engenharia Industrial Madeireira do Curso de Engenharia Industrial Madeireira) - Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2010.

HANADA, R. E.; SALES-CAMPOS, C.; ABREU, R. L.S.; PFENNING. L. **Fungos emboloradores e manchadores de madeira em toras estocadas em indústrias madeireiras no município de Manaus, Amazonas, Brasil**. Acta Amazonica, v. 33, n. 3, p.483-488, 2003.

HASELEIN, R.C.; **Características Estruturais da Madeira de *Pinus elliottii* Engelm aos 30 anos de Idade**. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 10, n. 2, p.143. 2000.

IBÁ, Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório Ibá 2015**. Disponível em: http://iba.org/images/shared/iba_2015.pdf. Acessado dia: 04/10/2016.

LOBÃO, M. S. et al. **Caracterização das propriedades físico-mecânicas da madeira de eucalipto com diferentes densidades**. Revista Árvore, v.28, n.6, p.889-894, 2004.

MENDES, S. A.; ALVES, S. V. M. **A Degradação da Madeira e sua Preservação**. Inpa, DPq/IBDF, p. 9 - 18, 1988.

MORESCHI, C. J. **Biodegradação e Presevação da Madeira**. V. I, p. 9, 23, 37, 40, 2013.

MORESCHI, C. J. **Propriedades da Madeira**. Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal da UFPR. pg. 4, 5, 6, 7 e 101; 1ª. edição: fevereiro/ 2005.

REMADE. Revista da Madeira, **Métodos de Tratamento de Madeira**. Disponível em: http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=1566&subject=Preserva%E7%E3o&title=M%E9todos%20de%20tratamento%20de%20madeira. 2011. Acessado dia: 15/05/2017.

ZENID, J. G. ZECCANTINI, G. C.T. **Identificação Macroscópicas de Madeiras**. IPT, pg. 6. 2007.