

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

SANDIANE CARLA KREFTA

**AVALIAÇÃO DA PERDA DE MASSA DE MADEIRAS DE *PINUS*
TAEDA SUBMETIDAS A CAMPO DE APODRECIMENTO EM
AMBIENTE DE FLORESTA E A CÉU ABERTO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

DOIS VIZINHOS

2018

SANDIANE CARLA KREFTA

**AVALIAÇÃO DA PERDA DE MASSA DE MADEIRAS DE *PINUS*
TAEDA SUBMETIDAS A CAMPO DE APODRECIMENTO EM
AMBIENTE DE FLORESTA E A CÉU ABERTO**

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

Orientador: Prof. Dr. Eleandro José Brun.

DOIS VIZINHOS

2018



TERMO DE APROVAÇÃO

AVALIAÇÃO DA PERDA DE MASSA DE MADEIRAS DE *PINUS TAEDA* SUBMETIDAS A CAMPO DE APODRECIMENTO EM AMBIENTE DE FLORESTA E A CÉU ABERTO

por

Sandiane Carla Krefta

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 26 de novembro de 2018 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. Dr. Eleandro José Brun
Orientador(a)

Prof. Dr. Flávia Alves Pereira
Membro titular (UTFPR)

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

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

RESUMO

KREFTA, S. C. **Avaliação de acabamentos superficiais em madeiras submetidas a campo de apodrecimento.** 2018. 54f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2018.

O plantio de espécies exóticas vem aumentando nos últimos anos, devido ao seu rápido desenvolvimento e crescimento. Entre estas, podemos destacar o uso do gênero *Pinus*, conífera exótica comumente utilizada nas movelarias. Portanto, estudos relacionados as propriedades físicas e químicas da madeira de *Pinus taeda* tornam-se essenciais. Em função disso, o presente trabalho teve por objetivo geral avaliar a perda de massa de madeiras de *Pinus taeda* submetidas a campo de apodrecimento em dois ambientes distintos (floresta e a céu aberto). Foram utilizados corpos de prova com dimensões de 2,0 x 2,0 x 30 cm (espessura, largura e comprimento, respectivamente), adaptados a norma COPANT 30:1-006. Antes da implantação do experimento, o material foi avaliado quanto suas propriedades físicas, sendo elas massa aparente, massa específica, retratibilidade, coeficiente de anisotropia e teor de umidade, avaliando desta forma a perda de massa do material e do acabamento. Posteriormente, foram implantados em campos de apodrecimento a céu aberto e em floresta, contando com 3 tratamentos de diferentes acabamentos e 5 repetições cada, de modo que a cada 25 dias foi avaliada sua sanidade, por meio de testes da perda de massa específica. Foi possível concluir com este trabalho que a massa aparente e massa específica encontrada para a testemunha foi menor que para os materiais com acabamentos, demonstrando a influência deste nas propriedades físicas da madeira. Além disso, o teor de umidade e retratibilidade da testemunha foi maior que o dos materiais com gesso e primer, demonstrando a maior absorção de umidade e instabilidade dimensional do corpo de prova avaliado. A perda de massa foi maior no ambiente de floresta e testemunhas, podendo ser explicados pelas análises físicas dos tratamentos, constatando que a madeira avaliada não teria uma vida útil esperada quando expostas às intempéries.

Palavras-Chaves: *Pinus sp.*; Coníferas; Biodegradação; Acabamentos; Gesso; Primer.

ABSTRACT

KREFTA, S. C. **Evaluation of surface finishes in wood submitted to rotting field.** 2018. 54f. Course Completion Work (Graduation in Forest Engineering) - Federal Technological University of Paraná. Dois Vizinhos, 2018.

The planting of exotic species has been increasing in recent years due to its rapid development and growth. Among these, we can highlight the use of the genus *Pinus*, exotic conifer commonly used in the furniture. Therefore, studies related to the physical and chemical properties of *Pinus taeda* wood become essential. As a result, the present work had as general objective to evaluate the mass loss of *Pinus taeda* wood submitted to a rotting field in two distinct environments (forest and open air). Test specimens with dimensions of 2.0 x 2.0 x 30 cm (thickness, width and length, respectively), were adapted to COPANT 30: 1-006. Before the implantation of the experiment, the material was evaluated for its physical properties, being it apparent mass, specific mass, shrinkability, coefficient of anisotropy and moisture content, thus evaluating the loss of mass of the material and the finish. Afterwards, they were implanted in open and forest rot fields, with 3 treatments of different finishes and 5 repetitions each, so that every 25 days their sanity was evaluated by means of specific mass loss tests. It was possible to conclude with this work that the apparent mass and specific mass found for the control was lower than for the materials with finishes, demonstrating the influence of this on the physical properties of the wood. In addition, the moisture content and retractability of the control was higher than that of the gypsum and primer materials, demonstrating the higher moisture absorption and dimensional instability of the evaluated specimen. The loss of mass was higher in the forest environment and in the control group, which could be explained by the physical analysis of the treatments, noting that the evaluated wood would not have an expected life when exposed to bad weather.

Keywords: *Pinus sp.*; Conifers; Biodegradation; Finishing; Plaster; First.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização do município de Dois Vizinhos – PR.	17
Figura 2 - Locais onde foram instalados os campos de apodrecimento A) Talhão de <i>Pinus</i> B) Local a céu aberto localizados na fazenda experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Dois Vizinhos.	17
Figura 3 - Corpo de prova com as dimensões 2,0 x 2,0 x 30 cm.....	18
Figura 10 - Corpos de prova retirados na primeira coleta.	24
Figura 11 - A) Ambiente de floresta onde foi instalado o experimento; B) Dossel fechado de <i>Pinus</i> sp.	35
Figura 12 - A) Ataque de fungos na testemunha (ambiente de floresta); B) Ataque de fungos na testemunha (ambiente a céu aberto).....	37
Figura 13 - A) Ataque de fungos no material com primer/primer à esquerda e gesso/primer à direita; B) Ataque de fungos na testemunha, ambos em ambiente floresta.	38
Figura 14 – Perda de massa em função do tempo nos campos de apodrecimento	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Variáveis climáticas no estudo de 75 dias para Dois Vizinhos.	16
Tabela 2 - Classificação da resistência ao apodrecimento.	25
Tabela 3 - Média e coeficiente de variação da massa aparente para os tratamentos testemunha, primer/primer e gesso/primer.	26
Tabela 4 - Média e coeficiente de variação da massa básica para os tratamentos testemunha, primer/primer e gesso/primer.	27
Tabela 5 - Média e coeficiente das análises de teor de umidade para os tratamentos testemunha, primer/primer e gesso/primer.	29
Tabela 6 - Média e coeficiente das análises de retratibilidade para os tratamentos testemunha, primer/primer e gesso/primer.	31
Tabela 7 - Perda de massa e classificação de resistência aos vinte e cinco dias de experimento no ambiente floresta e campo.	32
Tabela 8 - Variáveis climáticas no estudo de 25 dias para Dois Vizinhos - PR.....	33
Tabela 9 - Perda de massa e classificação de resistência aos cinquenta dias de experimento no ambiente floresta e campo.	34
Tabela 10 - – Variáveis climáticas no estudo de 50 dias para Dois Vizinhos - PR.....	35
Tabela 11 - Média da luminosidade, umidade relativa do ar e temperatura avaliados no ambiente de floresta em quatro horários distintos.	36
Tabela 12 - Média da luminosidade, umidade relativa do ar e temperatura avaliados no ambiente de campo em quatro horários distintos.	36
Tabela 13 - Perda de massa e classificação de resistência aos setenta e cinco dias de experimento no ambiente floresta e campo.	39
Tabela 14 - Variáveis climáticas no estudo de 75 dias para Dois Vizinhos.....	39

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	7
2	OBJETIVOS.....	9
	2.1 OBJETIVO GERAL.....	9
	2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
3	REVISÃO DE LITERATURA	10
	3.1. <i>Pinus</i> sp.	10
	3.2. <i>Pinus taeda</i>	11
	3.3 BIODEGRADAÇÃO E PRESERVAÇÃO DA MADEIRA	12
	3.3.1 Agentes biodegradadores	12
	3.3.2 Preservação da madeira	14
	3.3.3 Ensaios de deterioração acelerado e campo de apodrecimento.....	15
4	METODOLOGIA	16
	4.1 CARACTERIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DA ÁREA DE REALIZAÇÃO DO ESTUDO.....	16
	4.2 CORPOS DE PROVA E TRATAMENTOS	18
	4.3 AVALIAÇÃO PRÉ-TESTE DE APODRECIMENTO.....	19
	4.3.1 Massa aparente	19
	4.3.2 Massa básica.....	20
	4.3.3 Retratibilidade	21
	4.3.4 Teor de umidade da madeira	22
	4.4 CAMPO DE APODRECIMENTO.....	23
	4.4.1 Determinação da perda de massa das amostras.....	23
	4.5 MEDIÇÃO DA LUMINOSIDADE, UMIDADE RELATIVA DO AR E TEMPERATURA.....	25
	4. 6 ANÁLISE DOS DADOS.....	25
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	26

5.1 MASSA APARENTE	26
5.2 MASSA BÁSICA	27
5.3 TEOR DE UMIDADE	29
5.4 RETRATIBILIDADE	30
5.4.1 Perda de Massa.....	32
6 CONCLUSÕES.....	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
ANEXOS	50

1 INTRODUÇÃO

Evidencia-se ainda que a demanda madeireira tem aumentado cada vez mais, e o uso de florestas plantadas é uma alternativa promissora a fim de se evitar a utilização inadequada de florestas nativas. Dentre as espécies utilizadas em plantios florestais as dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus* apresentam fácil adaptabilidade às condições edafoclimáticas do Brasil e boa aceitação do mercado consumidor.

Em função disso, estudos relacionados as propriedades físicas e químicas da madeira de *Pinus* tornam-se essenciais, uma vez que o conhecimento acerca dessas propriedades torna-se um fator importante para que ocorra a diferenciação de determinado produto no mercado, assim como o uso adequado dos produtos madeireiros, diante das condições a que são submetidos.

Quando a madeira é submetida às intempéries, está sujeita a danos causados por agentes biodeterioradores, afetando suas características como durabilidade, cor, textura, resistência, massa específica, entre outras. Assim, a madeira pode sofrer degradação por meio da ação de bactérias, fungos, insetos, brocas marinhas, entre outros.

Para que estes problemas sejam evitados ou mitigados, a preservação da madeira torna-se uma solução, auxiliando no aumento da vida útil do material. No entanto variáveis como agente causador, espécie da madeira e características da mesma se tornam fatores decisivos na escolha do método preservativo mais eficiente a ser utilizado.

Diante da necessidade de maior conhecimento acerca da durabilidade e resistência da madeira, pesquisas são realizadas com o intuito de fornecer informações sobre o uso adequado e locais em que determinada madeira deve ser empregada. Nesse sentido, uma das metodologias aplicadas atualmente são os campos de apodrecimento e ensaios de deterioração acelerado, onde corpos de prova são submetidos a ambientes externos e suas devidas condições.

Com a aplicação de testes em campos de apodrecimento, torna-se possível determinar quais madeiras podem ser usadas próximas ao solo. Sendo assim, esses testes tornam-se primordiais para determinação da madeira adequada para construções e outras finalidades onde o risco de danos a serem causados na madeira são maiores (ABREU, 1998).

Diante desses pressupostos, estudos a respeito das alterações superficiais, mecânicas e a influência de acabamentos na madeira quando expostos a campos de apodrecimento, tornam-se importantes para que mais informações sejam obtidas, resultando na melhoria da qualidade e uso dos produtos florestais.

Além disso, a utilização adequada da madeira acarreta no aumento de sua vida útil, assim como a adição de acabamentos como gesso e primer, os quais apesar de serem indicados para melhorar a estética dos materiais, auxiliam nos aspectos físicos do material, sendo relevante o estudo e correlação dessas variáveis com a perda de massa quando exposta às condições adversas.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho teve por objetivo geral avaliar a perda de massa de madeiras de *Pinus taeda* submetidas a campo de apodrecimento em ambiente de floresta e a céu aberto.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a massa aparente a 74,34% de umidade para a testemunha, 68,34% para o tratamento primer + primer, e 69,59% para tratamento gesso + primer, bem como a massa básica e teor de umidade correlacionando com a perda de massa dos corpos de prova submetidos ao campo de apodrecimento;
- Determinar a retratibilidade dos corpos de prova;
- Determinar a perda de massa das amostras submetidas a campo de apodrecimento em ambiente de floresta e a céu aberto, avaliando a eficiência dos acabamentos.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1. *Pinus* sp.

Segundo Foelkel et al. (1975), a escassez de madeiras folhosas, de fibras longas, acarretou no aumento de povoamento de coníferas exóticas, onde a mais utilizada é do gênero *Pinus*, a qual vem sendo utilizada para esta finalidade principalmente em regiões de clima tropical.

O gênero *Pinus* pertence à família Pinaceae, é composto por vegetais lenhosos que atingem de 3 a 50 m de altura. No Brasil é cultivado principalmente na região Sul, porém a maioria das espécies é nativa da América do Norte. A atividade de reflorestamento com o gênero apresentou taxas de crescimento muito expressivas e com isso esse, setor ganhou espaço e destaque na economia brasileira (VASQUES et al., 2007).

Além disso, quando comparada com outras espécies, o gênero *Pinus*, apresenta grande versatilidade para crescer e produzir madeira em diversos tipos de ambientes, bem como esta apresenta uma multiplicidade de usos da sua madeira. Sendo assim, essas espécies proporcionam a obtenção da matéria-prima em todo o território nacional, em substituição àquela obtida com espécies nativas (VITALLE e MIRANDA, 2010).

Segundo Nahuz (2010) a grande importância desta madeira tem refletido no mercado mundial, pois a movimentação dos mercados de madeira e produtos derivados cresce continuamente, como mostram os números do comércio entre países exportadores e importadores. O aumento do comércio corresponde tanto aos produtos de menor grau de industrialização, como nos produtos com maior tecnologia empregada, no entanto essa evidência é maior nos produtos com maior tecnologia e valor.

Diante disso, cada vez mais a demanda pelo reflorestamento de *Pinus* vem aumentando, uma vez que inúmeras empresas utilizam os plantios de coníferas para originar seus produtos, podendo ser estes laminados, papel e celulose, madeira serrada, indústria moveleira, entre outros objetivos. A espécie apresenta rápido desenvolvimento e vigor, porém devido a estes aspectos, muitas madeiras apresentam defeitos como rachaduras e baixa resistência mecânica (BRASIL et al., 1980; LOPES et al., 2011).

3.2. *Pinus taeda*

Pinus taeda L. é uma das espécies mais empregadas em reflorestamentos no Sul do Brasil. Em áreas de altitude e frio, supera espécies de eucalipto por ser resistente às baixas temperaturas e é preferido ao *Pinus elliottii* por se desenvolver mais rapidamente. O plantio com finalidades comerciais de *P. taeda* no Brasil iniciou-se em 1948, pelo Serviço Florestal de São Paulo, que introduziu neste estado áreas experimentais de 4 espécies de “pinheiros amarelos do sul dos Estados Unidos Southern Yellow Pines” (*Pinus echinata* Mill, *Pinus palustris* Mill, *Pinus elliotti* Engelm e *P. taeda*) (SHIMIZU, 2008).

As árvores adultas de *P. taeda* podem atingir diâmetros de até 1,50 m e até 40 m de altura (ZEGARRA, 2011) e o incremento médio anual pode atingir 44 m³/ha/ano. De acordo com Kronka et al. (2005) a madeira de *P. taeda* ao longo do tempo tem sido usada para diversas finalidades, sendo uma importante fonte de matéria-prima na fabricação de diferentes produtos, cuja utilização pela indústria moveleira e de construção civil vem crescendo a cada ano. Além desses usos, os autores indicaram o uso dessa espécie para as seguintes finalidades: produção de celulose, dormentes, laminação, e para serraria.

Com densidade entre 0,47 e 0,51 g/cm³, a madeira é usada em construções leves ou pesadas, na produção de laminados, compensados, chapas de fibras e de partículas e na produção de celulose de fibra longa (SOUZA, 2009), confirmando os usos já citados anteriormente. Uma das características problemáticas da espécie é sua fácil disseminação pelo ar, pois as sementes podem brotar e invadir áreas onde não seja desejada (SHIMIZU, 2008).

Trabalho desenvolvido por Mendes et al., (2014) demonstrou que produtos madeireiros de *P.taeda* geralmente possuem características de serem resistentes à biodegradação por organismos xilófagos. No entanto, a aplicação de tratamento pode tornar os sub-produtos dessa espécie ainda mais resistentes.

Ao avaliar perda de massa de *P.taeda* submetido a campo de apodrecimento aos 24 meses, Nunes (2018) considerou *P. taeda* (Juvenil) como resistente e *P. taeda* (Adulto) como moderadamente resistente. A autora ainda ressaltou que nesse período as amostras tiveram apodrecimento intenso, indicando ataque intenso de agentes xilófagos.

3.3 BIODEGRADAÇÃO E PRESERVAÇÃO DA MADEIRA

A utilização da madeira está interligada com suas propriedades físicas, mecânicas e sensoriais, determinando assim a qualidade da mesma, diante disso, as características como sua massa específica, durabilidade, textura, cor e brilho precisam ser observadas e analisadas (OLIVEIRA MORI et al., 2005).

Portanto, o estudo que envolve a biodegradação da madeira consiste na união de diversas áreas como a entomologia, fisiologia vegetal e tecnologia da madeira. Dessa forma pode-se aplicar o múltiplo conhecimento para explicar o comportamento dos microrganismos xilófagos e da madeira (TREVISAN, 2007).

Vale destacar, que a tecnologia da madeira tem relação direta com as propriedades físicas e principalmente mecânicas da madeira. Sendo que o estudo sobre a decomposição do material fornece dados importantes sobre a resistência da espécie analisada (TREVISAN, 2007).

3.3.1 Agentes biodegradadores

Por ser material orgânico, nenhuma madeira é capaz de resistir às intempéries e ataques de agentes biodegradadores, estando sujeita, portanto, a decomposição. Porém, com a ação dos fatores físicos, químicos e biológicos esse processo de degradação pode ser acelerado (OLIVEIRA, 2005). Segundo Silva (2008), agente degradador é todo aquele que possui a capacidade de modificar as características originais da madeira de forma direta ou indireta.

Sendo assim, tanto os fatores bióticos como os abióticos podem causar danos às estruturas da madeira. Levando em consideração que os fatores abióticos são compostos pelas intempéries chuva, vento, radiação solar, e os bióticos por organismos e microrganismos xilófagos, como fungos, bactérias, insetos, entre outros, ambos impactam sobre o tempo de durabilidade da madeira (TREVISAN et al., 2008).

Assim, a madeira pode sofrer degradação por meio da ação de bactérias, fungos, insetos e brocas marinhas, entre outros (VIVIAN et al., 2012). As bactérias

apresentam como características o ataque à madeira úmida. Situação encontrada quando esta é recém cortada, em forma de peças ou lâminas (MORESCHI, 2013).

O ataque ocorre de forma lenta, as quais trazem prejuízos inicialmente às células radiais, em seguida para o raio, e em estágios mais avançados outros componentes da madeira são atacados, tais como as fibras e traqueídes. Em alguns casos, as bactérias atuam juntamente com os fungos (CPT, 2017).

Além das bactérias, podemos citar a ação de fungos. Estes podem ser definidos como organismos unicelulares, assexuados ou sexuados, cuja reprodução se dá por meio de esporos, vivendo como saprófitas ou parasitando animais e plantas (REMADE, 2013). Segundo Stangerlin et al. (2013), os fungos dividem-se em emboloradores, manchadores e apodrecedores.

Quando a madeira é exposta às variações climáticas como umidade, chuva, insolação, comum em pátios de secagem, a mesma fica suscetível aos danos causados por fungos, e esses podem danificar a sua estrutura (ALCÂNTARA, 2015). Sendo assim, os fungos podem degradar algumas estruturas celulares, ou utilizar substâncias de reserva como açúcares e amido, os quais são encontrados no lume celular (BARILLARI, 2002).

Entre os insetos que se alimentam de madeira, os mesmos apresentam uma vasta classificação. Entre os principais grupos, destacam-se as brocas e os cupins. As brocas na fase larval trazem sérios prejuízos a madeira. Os cupins podem ser classificados em basicamente dois grupos, sendo estes de madeira seca e subterrâneos. O primeiro, são os cupins conhecidos pelas suas escavações em forma de galerias. Os do segundo grupo constroem suas colônias principalmente sob o solo e árvores, resultando em danos à madeira também (ABPM, 2017).

Os cupins conseguem degradar a madeira, devido à presença de microorganismos em seu trato digestório que degrada a celulose. Isso resulta na dificuldade de reconhecimento do agente biodegradador, assim como no controle do mesmo, principalmente em madeiras maciças e painéis reconstituídos (RIBEIRO, 2011).

3.3.2 Preservação da madeira

Toda madeira está sujeita a alterações estruturais quando exposta aos agentes biodegradadores (FIEPR, 2014). Porém, algumas espécies podem ser classificadas como resistentes, uma vez que não sofrem ou sofrem menos o ataque dos agentes biológicos, físicos e químicos (STALLBAUN, 2016).

Esta resistência se dá devido a sua estrutura, a qual com a presença de compostos como a lignina e metabólitos secundários, a torna de difícil decomposição. No entanto esta capacidade à degradação sofre influência de fatores bióticos e abióticos (RODRIGUES, 2011).

A crescente demanda por madeiras com alta resistência natural, acarretou em sua indisponibilidade no mercado. Isso fez com que medidas fossem tomadas, entre estas, a substituição de espécies nativas por espécies madeireiras exóticas de rápido desenvolvimento e conseqüentemente a utilização de preservativos para conservação da madeira dessas espécies. Com o uso de preservativos tem-se o aumento da durabilidade e vida útil do material, além de auxiliar na preservação de florestas nativas (VIDAL et al., 2015).

Diante disso, várias metodologias podem ser empregadas para preservar a madeira, isto varia conforme o agente de degradação, o nível desejado de proteção e outros fatores que dependem da espécie utilizada (STEIN, 2003).

Além disso, alguns fatores como as condições climáticas, umidade, contato e tipo do solo, presença de vegetação, entre outras condições, devem ser levados em consideração. Uma vez que estes podem vir a acarretar o aumento ou diminuição do risco e danos causados por estes agentes perante os tratamentos (KUMODE, 2008).

Diante disso, Kumode (2008), ressaltou que a preservação da madeira torna-se essencial para que os recursos florestais sejam utilizados de forma proveitosa, garantindo sua durabilidade, sustentabilidade do material e cumprimento das leis dos órgãos ambientais.

Ainda, segundo Teles (2014), o tratamento com preservantes químicos são de suma importância para o setor florestal e tecnológico da madeira, já que proporciona a manutenção dos aspectos físicos e mecânicos da madeira por um período de tempo maior.

Dessa maneira os métodos preservativos almejam aumentar a vida útil do material à base de madeira, para isto, utilizam-se produtos que evitem o ataque e danos

causados por agentes biológicos (MORESCHI, 2013). No entanto, no Brasil ainda existe uma carência grande de estudos relacionados à preservação da madeira, uma vez que esses são essenciais para o conhecimento da durabilidade e resistência natural de cada espécie e para cada utilidade (MODES et al., 2012).

3.3.3 Ensaio de deterioração acelerado e campo de apodrecimento

O conhecimento sobre a resistência ao apodrecimento da madeira, permite determinar o uso e qualidade da mesma, de forma a determinar sua durabilidade e se necessário sua substituição, optando sempre pela melhor escolha relacionada para cada situação desejada (MONTEIRO, 1997).

Assim, experimentos com os campos de apodrecimento têm ganhado destaque por ser um dos métodos em que submete as madeiras, com ou sem tratamento, em contato com intempéries. Frequentemente esse método é utilizado para avaliação da resistência da madeira e eficiência e impregnação de preservativos (COSTA et al., 2005).

O processo que ocorre em campos de apodrecimento consiste no soterramento parcial das amostras à base de madeira, seguido pelas análises periódicas com o intuito de observar a sanidade do material (COSTA et al., 2005).

Segundo Monteiro (1997), estas análises em campo de apodrecimento exigem uma infraestrutura adequada, bem como o acompanhamento em determinados períodos pré-estabelecidos. Diante disso, a busca por ensaios que apresentam resultados confiáveis em um curto período de tempo, têm ganhado destaque diante das indústrias e pesquisadores da área.

Existem métodos que requerem um longo período de execução, onde corpos de prova são mantidos e muitas vezes produzidos em laboratório e submetidos a condições perturbadoras, semelhantes às condições de campo, trazendo como desvantagens o longo tempo para adquirir os resultados. Em contrapartida, os ensaios acelerados apresentam condições distantes dos reais, porém os resultados ocorrem em tempo viável (SOUZA, 2006).

Contudo de maneira geral as pesquisas em campo de apodrecimento conseguem evidenciar quais madeiras podem ser utilizadas em contato com o solo, sendo essencial para a utilização em construções e outras finalidades onde o risco de danos a serem causados na madeira são maiores (ABREU, 1998).

4 METODOLOGIA

4.1 CARACTERIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DA ÁREA DE REALIZAÇÃO DO ESTUDO

O trabalho foi realizado no município de Dois Vizinhos, na região Sudoeste do Paraná (Figura 1), no Câmpus de Dois Vizinhos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). O município de Dois Vizinhos está localizado na região Sudoeste do Paraná, com altitude de 509 metros e coordenadas 25°41'44" – 25°41'49"S e 53°06'23" – 53°06'07" W. Segundo a classificação climática de Koeppen, o tipo climático do local é Cfa, sendo uma zona subtropical úmida quente, ocorre em locais onde a altitude é superior a 500 m, predomina a mata de araucárias e ocorrência de geadas noturnas (de 0 a 3 geadas por ano) (CRUZ, 2007).

Vale mencionar, que conforme o boletim agrometeorológico dos últimos nove anos do GEBIOMET, as chuvas na região são distribuídas em todos os meses do ano, com precipitação média anual entre 1500 a 1770 mm. E com uma temperatura média mínima de 15,7 e uma média máxima de 26,4°C.

As médias climáticas de temperatura e umidade do ar no período de estudo que correspondeu a 75 dias, assim como a precipitação total, podem ser observadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Variáveis climáticas no estudo de 75 dias para Dois Vizinhos.

Variável	Média
Precipitação (mm)	535,20
Temperatura média (°C)	18,71
Umidade relativa do ar média (%)	77,38

Fonte - GEBIOMET (2018).

De acordo com Embrapa (2003), o solo da região é classificado por Latossolo Vermelho Distroférrico típico, de textura argilosa, de coloração avermelhada devido aos altos teores de óxidos de ferro, além de ser predominantemente profundo e permeável.

Além disso, a vegetação local é constituída por Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila Mista (PADILHA JÚNIOR, 2004). Segundo o IBGE (2012), a floresta ombrófila mista, também conhecida por mata de araucária é um exemplo de vegetação do Planalto Meridional, sua composição florística indica uma

ocupação de refúgios Alto-Montanos. Já a Floresta Estacional Semidecidual atualmente encontra-se reduzida, caracterizada pelas espécies advindas da Amazônia, por meio das florestas de galeria, as quais conservaram seus fenotípicos.



Figura 1 - Localização do município de Dois Vizinhos – PR.
Fonte: Portal Dois Vizinhos (2017).

Para realização da pesquisa foram instalados dois campos de apodrecimento, um localizado em um ambiente de floresta e o outro localizado em terreno a céu aberto (Figura 2).

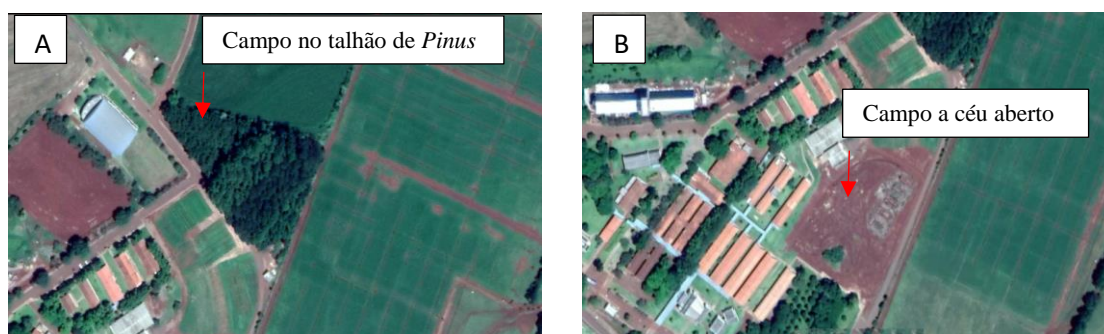


Figura 2 - Locais onde foram instalados os campos de apodrecimento **A)** Talhão de *Pinus* **B)** Local a céu aberto localizados na fazenda experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Dois Vizinhos.
Fonte: Google Earth (2014).

Percebe-se que o primeiro local se encontra em uma região com dossel fechado, neste caso, o talhão de *Pinus* sp., as árvores deste talhão possuem cerca de 13 anos, sendo assim um plantio com dossel fechado e estruturado, já a segunda área a céu

aberto, livre de vegetação ou alterações que possam vir a causar viés nos resultados, neste caso, localizada ao lado do arboreto da universidade.

As análises foram realizadas no Laboratório da Tecnologia da Madeira da UTFPR – Dois Vizinhos.

4.2 CORPOS DE PROVA E TRATAMENTOS

O presente trabalho foi realizado com corpos de prova provenientes de madeira maciça, sendo que a madeira utilizada foi de árvores de *Pinus taeda*, provenientes de um plantio de 7 a 11 anos de idade, de um plantio homogêneo destinado a madeiras maciças para acabamentos e energia.

A partir disso foram analisados 3 tratamentos, sendo:

- Tratamento T0 = testemunha;
- Tratamento T1 = madeira com acabamento em gesso + primer em suas seis faces;
- Tratamento T2 = madeira com acabamento de duas camadas de primer em suas seis faces;

Vale destacar, que a madeira em acabamento em primer é comercializada com a adição de outros acabamentos, proporcionando ao cliente acabamento diferenciado, servindo assim como um fundo ao material, além disso, o gesso é mais utilizado para a estética do produto, utilizado em imperfeições e defeitos visuais.

Cada tratamento contou com 5 repetições, e cada repetição dos corpos de prova apresentarão dimensões de 2,0 x 2,0 x 30 cm (espessura, largura e comprimento, respectivamente), adaptados a norma COPANT 30:1-006 (Figura 4).

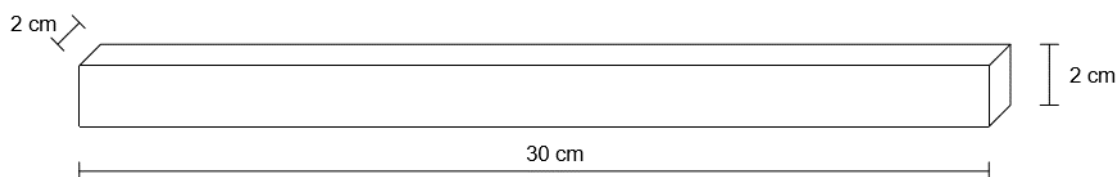


Figura 3 - Corpo de prova com as dimensões 2,0 x 2,0 x 30 cm.

Fonte: Autor (2018).

4.3 AVALIAÇÃO PRÉ-TESTE DE APODRECIMENTO

4.3.1 Massa aparente

Para a determinação da massa aparente, os corpos-de-prova foram imersos em água até atingirem a saturação completa da madeira, desta forma, sua altura, comprimento e espessura foram mensuradas através do paquímetro de precisão de 0,01 mm, e sua massa inicial por meio da balança analítica de precisão de 0,0001g (Figura 4).

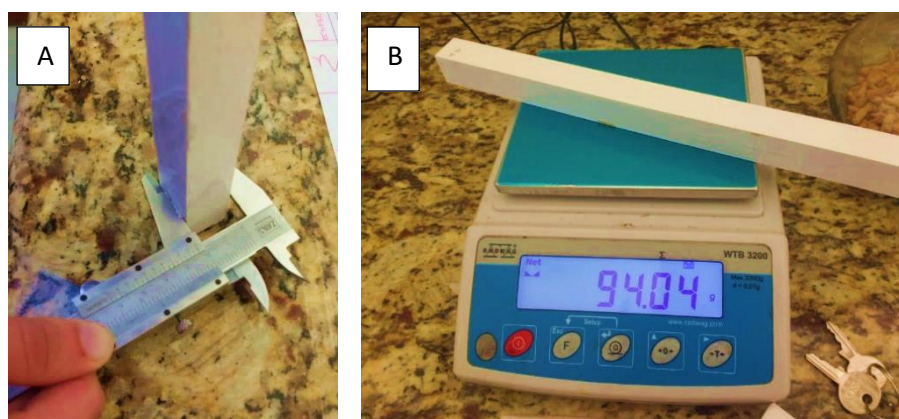


Figura 4 - A) Medição das dimensões dos corpos de prova, por meio do paquímetro; **B)** Uso da balança analítica de precisão.

Fonte - Autor (2018).

Os dados originados das medições, foram aplicados na seguinte equação:

$$D = \frac{Ms}{Vu}$$

Onde:

D = densidade básica (g/ cm³)

Ms = massa seca da amostra (g)

Vu = volume úmido (comprimento x largura x espessura) (cm³)

A massa aparente se deu com a umidade de 74,34% para a testemunha, 68,34% para o tratamento primer + primer, e 69,59% para tratamento gesso + primer.

4.3.2 Massa básica

A metodologia aplicada foi realizada seguindo a NBR 11941, onde dez corpos de prova de cada tratamento (testemunha, primer + primer e gesso + primer), totalizando trinta corpos de prova ao total, foram submersos em água até a completa saturação, de modo que foi possível determinar o volume úmido e o peso do recipiente já preenchido com água (Figura 5).

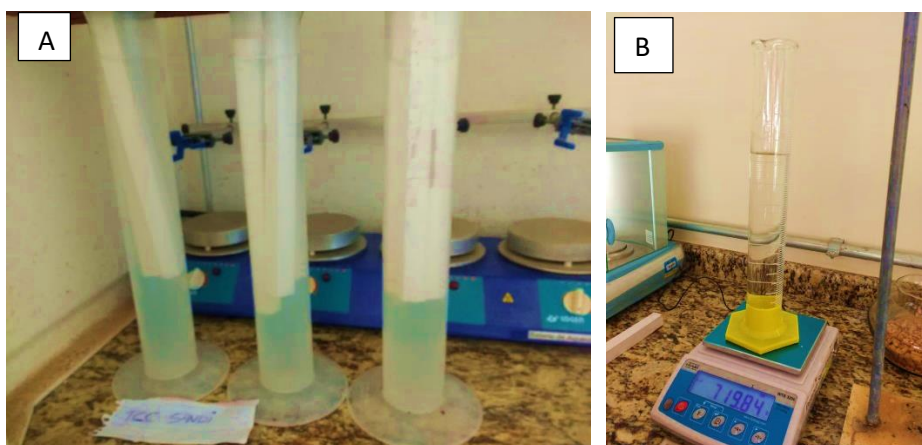


Figura 5 - A) Corpos de prova saturando; **B)** Pesagem do recipiente com água.
Fonte - Autor (2018).

Posteriormente, o material foi preso por meio de uma haste até sua submersão completa, tomando-se cuidados para que o mesmo não encostasse nas paredes ou no fundo do recipiente, registrando assim o volume do corpo de prova submerso (Figura 6).



Figura 6 - Pesagem do recipiente mais material submerso.
Fonte - Autor (2018).

Levou-se para secar em estufa a $\pm 103,2^{\circ}\text{C}$ até massa constante, obtendo-se o valor da massa seca, possibilitando realizar a seguinte equação:

$$Db = \frac{m3}{(m2 - m1)}$$

Onde:

Db = densidade básica da madeira (g/cm³);

M3= massa seca do material (g);

M2= massa do recipiente com água e material imerso (g);

M1= massa do recipiente somente com água (g).

4.3.3 Retratibilidade

Para esta análise, saturou-se os corpos-de-prova até atingirem massa constante, em seguida, mensurou-se as dimensões comprimento, largura e espessura por meio de um paquímetro de 0,01 mm, obtendo-se assim o volume úmido, para que houvesse maior precisão, os corpos de prova foram marcados a 1 cm do topo, para que todos os lados fossem medidos no mesmo ponto, a utilização do lápis cópia facilitou para que as marcações não fossem perdidas ao saturar as madeiras (Figura 7).



Figura 7 - Paquímetro e régua utilizados para medições dos corpos-de-prova.
Fonte - Autor (2018).

Após este processo, foram colocados na estufa, com aproximadamente $\pm 103,2^\circ$ C, até atingirem massa constante, posteriormente colocados em dissecadores (Figura 8) e suas dimensões foram novamente avaliadas, assim como sua massa seca e conseqüentemente seu volume (TRUGILHO et al., 1990). Para finalizar, utilizaram-se os seguintes cálculo:

$$Rv = \left(\frac{Vu - Vs}{Vu} \right) * 100$$

Onde:

Rv = Retratabilidade volumétrica (%);

Vu = volume úmido (comprimento x largura x espessura) (cm³);

Vs = volume seco (comprimento x largura x espessura) (cm³).



Figura 8 - Uso do dessecador após a retirada do material da estufa.

Fonte - Autor (2018).

4.3.4 Teor de umidade da madeira

O teor de umidade foi determinado através de adaptações da norma NBR 7190 (ABNT, 1997), assim, os corpos de prova foram saturados, determinando-se a massa saturada (m_i) para que, posteriormente, fossem levados à estufa a uma temperatura de 103,2°C determinando a massa seca (m_s). Através dos valores da massa úmida e massa seca do material, aplicou-se na seguinte equação:

$$U (\%) = \frac{m_i - m_s}{m_s} \times 100$$

Onde:

U(%)= Teor de umidade da madeira (%);

m_i = massa inicial (g);

m_s = massa seca (g).

4.4 CAMPO DE APODRECIMENTO

Os ensaios nos campos de apodrecimento foram compostos por 15 corpos de prova para cada um dos 3 tratamentos, totalizando 45 corpos de prova para ambiente aberto e mais 45 para fechado, e, portanto, 90 corpos de prova para os dois ambientes (Figura 9).

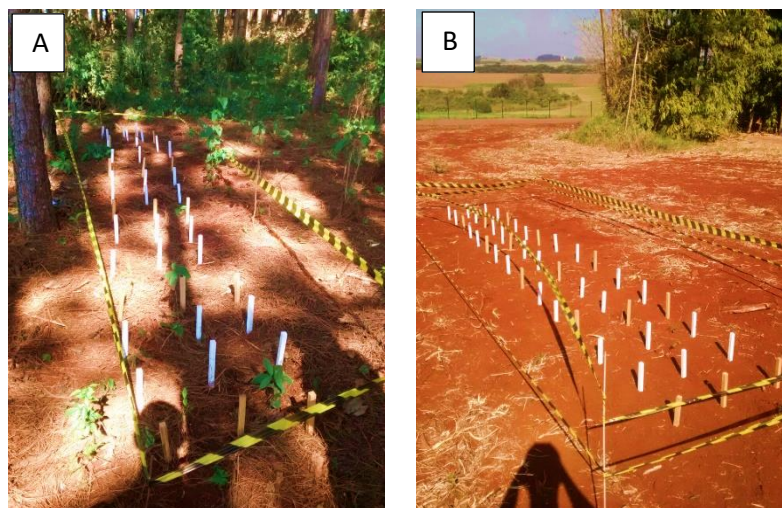


Figura 9 - A) Campo de apodrecimento na floresta; **B)** Campo de apodrecimento a céu aberto.
Fonte - Autor (2018).

Após a obtenção do material, as peças foram dispostas em delineamento inteiramente casualizados (DIC) em campo de apodrecimento a céu aberto e floresta, com espaçamento de 15 cm entre as amostras. Desta forma, os 90 corpos de prova foram enterrados verticalmente no solo até a metade do seu comprimento, neste caso 15 cm ficaram expostos.

O material permaneceu nos campos de apodrecimento durante 75 dias onde, a cada 25 dias, foram retirados uma parte dos mesmos (1/3) para análises da perda de massa das amostras, resultando em 3 coletas de amostras para cada ambiente de exposição (campo aberto e floresta).

4.4.1 Determinação da perda de massa das amostras

A perda da massa ocasionada pela biodeterioração da madeira foi determinada a partir da diferença da massa inicial e final dos corpos de prova. Para a obtenção da

massa inicial, os materiais testados foram dispostos em estufa com ventilação forçada à uma temperatura de 103,2° C, até atingirem peso constante e pesados antes de serem submetidos a campo.

Após a retirada do campo de apodrecimento, o material foi limpo com um pincel a fim de retirar a maior parte das impurezas que estavam presas aos corpos de prova, colocados novamente na estufa à uma temperatura de 103,2° C, pesados, obtendo-se assim a massa final, determinando a perda de massa (Figura 10).



Figura 4 - Corpos de prova retirados na primeira coleta.

Fonte - Autor (2018).

Salienta-se que as amostras foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,0001 g, e os cálculos efetuados a partir da equação abaixo (PILOCELLI, 2015):

$$PM(\%) = (M_i - M_f) / M_i \times 100$$

Onde:

PM = perda de massa total (%);

M_i = peso inicial (g);

M_f = peso final (g).

A partir da porcentagem obtida nos resultados da perda de massa de cada amostra, foi avaliada a resistência ao apodrecimento com embasamento na Norma da American Society for Testing Materials - ASTM D 2017 (2005), conforme na Tabela 2.

Tabela 2 - Classificação da resistência ao apodrecimento.

Porcentagem da Perda de Massa (%)	Classe de Resistência
0 – 10	Altamente Resistente (AR)
11 – 24	Resistente (R)
25 – 44	Moderadamente Resistente (MR)
> 45	Pouco ou Não Resistente (NR)

Fonte: ASTM D 2017 (2005).

4.5 MEDIÇÃO DA LUMINOSIDADE, UMIDADE RELATIVA DO AR E TEMPERATURA

Estas variáveis foram medidas em três dias consecutivos às 9 horas, 12 horas, 15 horas e 18 horas, fazendo a média desses três dias. Para a medição da luminosidade, utilizou-se o luxímetro, anotando os valores correspondentes ao ambiente de floresta e de campo. Já para a medição da umidade relativa do ar e temperatura, utilizou-se o Termo-Higrômetro.

4.6 ANÁLISE DOS DADOS

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e se verificadas diferenças na ANOVA, passar-se-á para comparação de médias através do Teste de Tukey a 1% de probabilidade de erro.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 MASSA APARENTE

Os valores médios encontrados de massa aparente e de coeficiente de variação para os diferentes tratamentos testados de *Pinus taeda*. estão apresentados na Tabela 3. Os dados não foram significativos.

Tabela 3 - Média e coeficiente de variação da massa aparente para os tratamentos testemunha, primer/primer e gesso/primer.

Tratamento	Densidade aparente (g/cm ³)	Coeficiente de Variação (%)
Testemunha	0,44*	12,55
Primer/Primer	0,48	7,51
Gesso/Primer	0,50	7,56

* Não ocorreram diferenças significativas pelo teste de densidade aparente a 1% de probabilidade de erro.
Fonte - Autor (2018).

Os resultados do presente trabalho são semelhantes aos encontrados por Ballarin e Palma (2003) ao estudar as propriedades de resistência e rigidez da madeira juvenil e adulta de *Pinus taeda*, os quais obtiveram amplitude de densidade aparente variando de 0,439 g/cm³ a 0,699 g/cm³. Vale ressaltar, que o material empregado no presente estudo, também é proveniente de florestas jovens, sendo as mesmas destinadas para a fim moveleiro ou energético.

Vale destacar, que os tratamentos com acamentos em gesso e primer, apesar de não apresentar diferenças significativas estatisticamente, tiveram valores maiores que a da testemunha, podendo ter influência quando a perda de massa no campo de apodrecimento, uma vez que dificulta a perda de massa causada por intempéries ou microrganismos xilófagos.

De acordo com Bowyer et al., (2003) e Stallbaun et al., (2017), madeiras que possuem massa mais alta tendem a apresentar teores de extrativos mais elevados e uma maior resistência a organismos xilófagos. A massa da madeira também influencia na habilidade de fragmentar mecanicamente o lenho dos organismos, dificultando o seu consumo, comportamento que coincide com o observado no presente trabalho para amostras submetidas a campo de apodrecimento na floresta.

Neste estudo, o tratamento primer/primer gerou maior homogeneidade das amostras, quando comparado o valor de seu coeficiente de variação com o valor encontrado para a testemunha, sendo ambos de 7,51% e 12,55% respectivamente.

Apesar dos acabamentos exercerem influência na variável massa e em outros fatores relevantes à madeira, pode-se perceber que não foi verificada tendência significativa da massa aparente em elevar ou reduzir os seus valores proporcionalmente em função dos tratamentos. Entretanto, esse resultado pode ser considerado interessante, no âmbito de impulsionar novas pesquisas com outros tratamentos afim de ser verificar a existência de diferença ou não dessa variável.

5.2 MASSA BÁSICA

A massa básica é utilizada como um dos principais parâmetros de qualidade da madeira, uma vez que avalia o tipo de madeira de acordo com suas propriedades físico-mecânicas (BRASIL, 1982). Vale ressaltar, que novamente, os dados não foram significativos.

Na Tabela 4 podem ser observadas as especificações da média e coeficiente de variação (CV(%)) da massa básica correspondente a cada tratamento analisado. Evidencia-se que para a presente análise foram utilizados dez corpos de prova de cada tratamento, resultando nos valores de 0,44 g/cm³ para a testemunha, 0,48 g/cm³ para o tratamento primer/primer e 52 g/cm³ para o tratamento gesso/primer.

Tabela 4 - Média e coeficiente de variação da massa básica para os tratamentos testemunha, primer/primer e gesso/primer.

Tratamento	Densidade básica (g/cm ³)	Coeficiente de Variação (%)
Testemunha	0,44*	17,49
Primer/Primer	0,48	9,59
Gesso/Primer	0,52	8,39

* Não ocorreram diferenças significativas pelo teste de densidade básica a 1% de probabilidade de erro.

Fonte - Autor (2018).

O resultado para o material utilizado como testemunha, pode ser comparado ao encontrado em estudo desenvolvido por Brasil et al. (1980), através do qual relata-se que para *Pinus oocarpa* com 14 anos de idade foi obtida massa equivalente a 0,497 g/cm³, valor superior ao do presente estudo.

Entretando, Higa et al., (1973) encontraram para *Pinus taeda* e para *Pinus elliottii* com 7 anos de idade, médias básicas de 0,319 e 0,331 g/cm³ respectivamente, valores esses inferiores ao encontrado para a testemunha.

Esse fato pode estar relacionado com a diferença das espécies utilizadas, uma vez que a utilizada nesse estudo foi *Pinus taeda*, bem como a idade das árvores, pois as árvores utilizadas para a realização desse estudo variavam de 7 a 11 anos de idade, variáveis as quais exercem influência na massa básica.

Por sua vez, Barrichelo et al. (1977) ao analisarem a massa básica de *Pinus taeda*, encontraram o valor médio de 0,44 g/cm³ o que coincide com o estudo em questão.

Através ainda da Tabela 4, pode-se notar que as amostras de gesso/primer se mostraram mais homogêneas que as sem tratamento, uma vez que o CV (%) encontrado foi de 9,59 %, diferente das testemunhas, as quais apresentaram variação dimensional de aproximadamente 17%.

Esse resultado pode ser explicado, pelo fato de que os acabamentos utilizados, deixaram as amostras mais estáveis, proporcionando assim, a menor amplitude de variação tanto de densidade como de massa. Explicação essa que vai de acordo com relato de Melo (2013) referente a capacidade de substâncias empregadas na madeira bloquear parcialmente os sítios de adsorção da mesma, melhorando seus aspectos e estabilidade.

Nisgoski (2005), ainda abordaram que para o gênero *Pinus*, há tendência de aumento da massa com o aumento da idade até os 15 anos, a partir dessa idade, as variáveis idade e massa, passam a ser inversamente proporcional, ou seja, conforme a idade aumento, ocorre o decréscimo da massa. Ainda segundo o autor, fatores como clima e aspectos ambientais, pode acarretar no crescimento acelerado das plantas e consequentemente numa massa mais baixa.

Outro fator importante diz respeito ao tempo e facilidade do processo de obtenção de dados para a mensuração adequada de massa básica. Sendo que para tanto, se faz necessária a utilização de material saturado e outro em estado completamente seco, demandando um longo período para a obtenção dos dados necessários (BRUDER, 2012).

Diante desse contexto, é possível perceber que tanto densidade aparente como a básica seguiram a ordem crescente de valores para testemunha, primer/primer e gesso/primer respectivamente, resultado esse que está intrinsecamente relacionado com

a perda de massa das amostras submetidas à floresta com exceção da análise aos 25 dias, uma vez que o resultado mostrou que a perda de massa constatada na testemunha foi maior que para as madeiras tratadas. Dessa maneira pode-se inferir que os acabamentos dificultaram o ataque de organismos xilófagos.

5.3 TEOR DE UMIDADE

Toda madeira sofre variações de suas dimensões quando expostas a diferentes teores de umidade, salienta-se, que isso ocorre quando a umidade da madeira está abaixo do ponto de saturação das fibras, normalmente podendo ser visualizadas em sua utilização (SERPA et al., 2006).

Como Calegari et al. (2007) expõe em seu trabalho a obtenção do teor de umidade tem grande importância, uma vez que reflete na qualidade do produto final. A média dos teores de umidade encontrados no presente trabalho para os três tratamentos testados, assim como seus coeficientes de variação, podem ser observados na Tabela 5. No entanto, não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos.

Tabela 5 - Média e coeficiente das análises de teor de umidade para os tratamentos testemunha, primer/primer e gesso/primer.

Tratamento	Teor de umidade (%)	Coefficiente de Variação (%)
Testemunha	74,349*	13,421
Primer/Primer	68,342	19,271
Gesso/Primer	69,596	12,841

* Não ocorreram diferenças significativas pelo teste de teor de umidade a 1% de probabilidade de erro.

Fonte - Autor (2018).

Trabalho realizado por Almeida et al. (2010), com *Pinus taeda*, teve teor de umidade encontrado de 86,65% se diferindo do resultado encontrado para a testemunha de 74,349%, podendo assim ser explicado pelos fatores em que os corpos foram submetidos, bem como a idade do indivíduo. De acordo com Muñiz (1993) a variação do teor de umidade de *Pinus* enquadra-se na faixa de transição de 30-60% a 120%, diminuindo conforme o aumento de idade dos indivíduos.

Apesar de não serem detectadas diferenças significativas entre os tratamentos, e a variação ser considerada média para todos eles, conhecer o teor de umidade de determinada espécie de acordo com Trevisan et al., (2008) e Motta et al., (2012) tem

extrema importância pois tem influência tanto na adesão de determinado produto na madeira, como também da resistência da madeira à ataque de agentes biodeterioradores.

Em estudos realizados por Trevisan et al. (2008), avaliando a influência do teor de umidade na resistência da madeira de diferentes espécies de *Pinus* concluiu que essa variável tem relação direta com a suscetibilidade da madeira ao ataque de agentes biodeterioradores. Resultado também encontrado por Saccoman et al., (2017) ao avaliar a espécie *Rhizoctonia solani*.

Pode-se perceber então que a testemunha neste caso, teria a maior suscetibilidade de ataques de fungos devido a esse fator, contribuindo para sua biodegradação e perda de massa, sendo que de acordo com Hanada et al., (2033) altos teores de umidade da madeira favorecem o aparecimento de fungos deterioradores e em condições favoráveis, ficam mais suscetíveis ao ataque de fungos xilófagos, como ocorreu no presente trabalho.

5.4 RETRATIBILIDADE

A retratibilidade pode ser definida como sendo a perda de água que ocorre entre o momento em que a madeira está totalmente saturada até sua secagem completa, processo caracterizado por acarretar a perda de massa, umidade e conseqüentemente do volume (REZENDE, ESCOBEDO e FERRAZ, 1988).

Vale ressaltar que a retratibilidade da madeira não é perfeitamente linear, uma vez que há gradientes de umidade durante o processo de secagem, assim, só ocorreria exatamente aos 28% se as dimensões das peças fossem pequenas o bastante para proporcionar uma umidade uniforme durante todo o período de secagem, sendo essenciais para indicar de forma mais segura o destino correto para a madeira (REZENDE et al., 1995).

Através da Tabela 6, podem ser observados os resultados médios e coeficientes de variação para a variável retratibilidade de *Pinus taeda*. Ressalta-se que não foram detectadas diferenças significativas para essa variável em função dos três tratamentos testados.

Tabela 6 - Média e coeficiente das análises de retratibilidade para os tratamentos testemunha, primer/primer e gesso/primer.

Tratamento	Retratibilidade (%)	Coeficiente de Variação (%)
Testemunha	12,724*	16,162
Primer/Primer	12,208	18,625
Gesso/Primer	12,650	22,641

* Não ocorreram diferenças significativas pelo teste de retratibilidade a 1% de probabilidade de erro.

Fonte - Autor (2018).

Observa-se através da tabela acima, elevados valores para os coeficientes de variação, no entanto são similares a resultados relatados por Moreschi (2010), que obtiveram para esse parâmetro estatístico variação de 15% a 26% ao estudar *Pinus* sp.

Além disso, a retratibilidade das madeiras que compuseram os tratamentos de madeira com acabamento foi ligeiramente menor que a amostras testemunhas. Conforme Feuchard (2012) a retratibilidade é dependente de outras variáveis entre elas teor de umidade e densidade, que interferem também na perda de massa.

Dados encontrados por Palma e Ballarin (2003), mostraram que a média da contração volumétrica para o gênero *Pinus taeda* correspondeu a 13,23%, próximo ao valor encontrado nos corpos de prova do presente trabalho, sendo que os mesmos atingiram aproximadamente 12%, tanto para a testemunha como para os demais tratamentos.

Siqueira et al. (2001), ao analisarem a retratibilidade volumétrica para *Pinus merkusii* no estado de São Paulo, encontraram resultado de 10,2%, também semelhante aos outros trabalhos citados anteriormente e conseqüentemente a presente pesquisa.

Já em trabalho desenvolvido por Juizo et al., (2015) com *Pinus patula* o valor em porcentagem volumétrica encontrado para retratibilidade foi de 14%, sendo o mesmo superior ao encontrado no trabalho em questão. Essas diferenças podem ser explicadas conforme Rezende et al., (1995) pois fatores como espécie, variedade e idade da árvore influenciam no comportamento da madeira em relação a sua variação dimensional.

Referente aos pressupostos anteriores salienta-se que o conhecimento sobre a retratibilidade auxilia em diversos processos madeireiros, entre eles na secagem, sendo que durante sua realização, alguns pontos do material atingem o ponto limite de estabilidade antes que outros, uma vez que geralmente os pontos internos demoram mais que os externos para ficarem estáveis. Ao conhecer então a retratibilidade da madeira trabalhada, a detecção do ponto de limite de estabilidade torna-se mais fácil.

Além disso, o conhecimento sobre essa alteração é essencial para espécies principalmente de rápido crescimento, pois influenciará em sua utilização correta, para fins industriais, construções civis ou movelaria (TRIANOSKI et al., 2013).

5.4.1 Perda de Massa

Análises relacionadas à perda de massa da madeira, são essenciais para destinar o uso e aplicação da mesma, bem como o reconhecimento de sua resistência a condições adversas como temperatura, umidade, radiação solar, precipitação, ataque por microrganismos xilófagos entre outros aspectos.

A primeira coleta de materiais foi realizada exatamente após vinte e cinco dias de sua implantação do experimento. A degradação do material analisado foi baixa, tendo sua classificação como altamente resistente, uma vez que ambos os locais apresentaram porcentagem de perda de massa inferior a 10% (Tabela 7).

Tabela 7 - Perda de massa e classificação de resistência aos vinte e cinco dias de experimento no ambiente floresta e campo.

FLORESTA				CÉU ABERTO			
Tratamento	Perda de massa (%)	CV (%)	Clas.	Tratamento	Perda de massa (%)	CV (%)	Clas.
Testemunha	1,861**	13,443	AR	Testemunha	1,031	13,307	AR
Primer/Primer	3,213	5,639	AR	Primer/Primer	2,688	7,891	AR
Gesso/Primer	2,685	25,487	AR	Gesso/Primer	2,572	25,487	AR
Média	2,586	14,856			2,097	15,562	

** Não ocorreram diferenças significativas entre tratamentos e entre ambientes para a perda de massa a 1% de probabilidade de erro.

Onde: Clas: Classificação; AR: altamente resistente.

Fonte - Autor (2018).

Ao realizar a análise de variância dos dados de perda de massa, o p-valor obtido foi superior ao nível de significância estipulado, implicando que os presentes tratamentos e os locais de campo de apodrecimento não foram capazes de reproduzir variações para essa variável.

Mesmo não sendo diferente estatisticamente percebe-se que amostras das testemunhas tiveram maior perda de massa na floresta do que as submetidas a céu aberto, já para as amostras tratadas a perda de massa foi menor a campo para primer/primer e houve uma diferença mínima entre campo e floresta para gesso/primer.

Sobre o valor de perda de massa da testemunha ser o mais diferente entre as médias encontradas para os demais tratamentos, nos dois locais de campo de apodrecimento, no entanto, ainda ser estatisticamente iguais, pode-se considerar que aspectos específicos da anatomia da madeira não são abrangidos pela análise de variância e/ou deixam de contribuir de maneira relevante a 1% ou a 5% de significância estatística.

Além disso, é importante destacar que os materiais da primeira coleta foram classificados como altamente resistente, já que estão na faixa de 0% a 10%, sendo de alta durabilidade às condições externas a que foram submetidos.

Fatores externos como temperatura média, umidade relativa do ar e precipitação proporcionam condições favoráveis para o ataque de organismos xilófagos, fungos e lixiviação, acarretando na perda de massa dos corpos de prova. Dessa forma, consta a seguir a Tabela 8 com as variáveis temperatura média, umidade relativa e precipitação ao longo dos vinte e cinco dias de análises.

Tabela 8 - Variáveis climáticas no estudo de 25 dias para Dois Vizinhos - PR.

Variável	Média
Precipitação (mm)	160,4
Temperatura média (°C)	17,6
Umidade relativa do ar média (%)	78

Fonte - GEBIOMET (2018).

Estudos realizados no estado do Rio Grande do Sul onde diferentes espécies de eucalipto foram submetidas a campo de apodrecimento também não obtiveram altos índices de biodegradação, não ultrapassando os 5% para a madeira não tratada e tratada (VIVIAN et al., 2014).

Assim como os autores citados no parágrafo anterior, neste presente trabalho não foram encontradas diferenças significativas entre os ambientes e entre os diferentes tratamentos. Esse resultado pode ser explicado pelo curto espaço de tempo em que as amostras ficaram expostas aos ambientes.

Por sua vez, os corpos de prova da segunda coleta (cinquenta dias), também não obtiveram resultados significativos na análise de variância a 1% de probabilidade de erro, porém, é possível perceber através da Tabela 7, que os mesmos sofreram diferença

de perda de massa quando comparados com a primeira coleta realizada após vinte e cinco dias.

Nesse sentido, destaca-se a perda de massa da testemunha no ambiente de floresta, a qual resultou em aproximadamente 15%, sendo unicamente classificada como resistente, isso se dá pela falta de acabamentos, os quais mesmo não sendo utilizados para este fim, acabam retardando o ataque de microrganismos xilófagos e fungos, uma vez que diminuem a absorção de água e rachaduras, aspectos que influenciam na biodegradação da madeira (Tabela 9).

Tabela 9 - Perda de massa e classificação de resistência aos cinquenta dias de experimento no ambiente floresta e campo.

FLORESTA				CÉU ABERTO			
Tratamento	Perda de massa (%)	CV (%)	Clas.	Tratamento	Perda de massa (%)	CV (%)	Clas.
Testemunha	15,787**	15,073	R	Testemunha	1,795	12,951	AR
Primer/Primer	7,359	11,234	AR	Primer/Primer	2,819	16,023	AR
Gesso/Primer	3,241	20,673	AR	Gesso/Primer	3,240	23,296	AR
Média	8,796	15,66			2,618	16,024	

** Não ocorreram diferenças significativas entre tratamentos e entre ambientes para a perda de massa a 1% de probabilidade de erro.

Onde: Clas: Classificação; R: resistente; AR: altamente resistente.

Fonte - Autor (2018).

Salienta-se que a degradação quando comparadas as duas coletas, continuou sendo maior para as amostras submetidas ao ambiente de floresta. Isso pode ser verificado a partir das médias de perda de massa, onde a primeira coleta resultou na média de 2,586 %, já a segunda em 8,796%. Apesar do ambiente a céu aberto apresentar uma pequena diferença de uma coleta para a outra, podemos verificar também o aumento, onde após vinte e cinco dias perdeu cerca de 2,097% e após cinquenta dias 2,618%.

Apesar do curto tempo de cinquenta dias de campo de apodrecimento, ressalta-se a importância desse estudo para determinação da resistência seja natural ou de acabamentos na madeira, a fim de definir sua utilização ou não em ambientes externos.

No entanto, para as amostras submetidas aos tratamentos primer/primer e gesso/primer, pode-se observar que a degradação foi maior na floresta quando comparada a campo, já que na floresta o teor de umidade, matéria orgânica e organismos xilófagos é maior que no ambiente a céu aberto, uma vez que o ambiente de floresta se trata de um plantio de pinus com presença de acúmulo de serrapilheira,

dossel fechado e pouca luminosidade, esse resultado é compreensível (Figura 11). Mas, diferente de Corassa et al. (2014), que identificaram cupins após trinta dias após a instalação do campo de apodrecimento, nesse estudo não foi constatado o aparecimento de pragas.



Figura 5 - A) Ambiente de floresta onde foi instalado o experimento; **B)** Dossel fechado de *Pinus* sp.
Fonte - Autor (2018).

Segundo Melo et al. (2010), a maior perda de massa tende a ocorrer na floresta, devido ao alto armazenamento de água no solo, bem como baixa luminosidade causada pelo dossel fechado do local e, conseqüentemente, temperaturas amenas quando comparado com o ambiente a céu aberto, diante deste contexto, segue abaixo a tabela com as variáveis temperatura média, umidade relativa do ar e precipitação (Tabela 10).

Tabela 10 - – Variáveis climáticas no estudo de 50 dias para Dois Vizinhos - PR.

Variável	Média
Precipitação (mm)	249,8
Temperatura média (°C)	17
Umidade relativa do ar média (%)	77

Fonte - GEBIOMET (2018).

Além disso, a diferença de luminosidade e umidade relativa do ar entre os ambientes mais uma vez reforçam que pelo fato de que o ambiente de floresta apresenta menor luminosidade e maior umidade relativa, uma vez que no ambiente de floresta ocorre a interceptação da radiação solar em aproximadamente 4% quando comparada a céu aberto, intensificando a biodegradação da madeira, como podemos perceber com a Tabela 11 e 12.

Tabela 11 - Média da luminosidade, umidade relativa do ar e temperatura avaliados no ambiente de floresta em quatro horários distintos.

Floresta			
Horário	Luminosidade (Lx)	Umidade Relativa do ar (%)	Temperatura °C
9h	2060	66,9	19,9
12h	4200	48	26,8
15h	4400	50	29,6
18h	4000	46,9	29

Fonte: Autor (2018).

Tabela 12 - Média da luminosidade, umidade relativa do ar e temperatura avaliados no ambiente de campo em quatro horários distintos.

Céu aberto			
Horário	Luminosidade (Lx)	Umidade Relativa do ar (%)	Temperatura °C
9h	80000	55	23,9
12h	115000	46,8	27,4
15h	116000	44,8	30,6
18h	73000	44,9	32,1

Fonte: Autor (2018).

Como foi possível perceber, a temperatura média, umidade relativa do ar e precipitação por serem cumulativos nesses cinquenta dias, proporcionaram o surgimento de fungos, uma vez que a umidade relativa do ar e precipitação foram altas, gerando dessa forma o aumento de perda de massa principalmente no ambiente de floresta, uma vez que pelo fato de apresentar dossel fechado, a radiação que infiltra no ambiente é bem menor, resultando em alto teor de umidade quando comparado ao ambiente de campo.

Além disso, o ambiente de floresta fornece ao material que está sendo testado cobertura vegetal, a qual intercepta a radiação solar e manutenção de um microclima com menores índice de evaporação de água pela floresta (RIBEIRO et al., 2014).

Já em relação as amostras submetidas a céu aberto, percebeu-se que as madeiras com menor valor de densidade, menor teor de umidade e maior retratibilidade apresentaram maior perda de massa, não seguindo os padrões apresentados por outros trabalhos.

Isso pode ser reflexo do ambiente na qual as mesmas estavam submetidas, que por ser mais seco e mais exposto a insolação e vento do que o ambiente de floresta, podem ter diferentes organismos xilófagos dos encontrados na floresta. Stangerlin (2012) enfatizou que apesar da relação entre perda de massa e teor de umidade com a densidade da madeira, o potencial de resistência natural não pode ser associado apenas a esses dois parâmetros, mas também com outros fatores.

Em contrapartida, a maior exposição solar no ambiente a céu aberto acarreta em processos bruscos de secagem e umedecimento da madeira, propiciando rachaduras e tensões no material, aumentando a umidade e conseqüentemente o ataque de fungos, principalmente os apodrecedores (MARCONDES et al., 2013).

Diante do pressuposto, é nítida a diferença do ataque de fungos no ambiente a céu aberto e na floresta, de forma que o material coletado na floresta apresentou em grande parte das testemunhas fungos, e a céu aberto apenas alguns corpos de prova com acabamento apresentaram o ataque desses microrganismos (Figura 12).

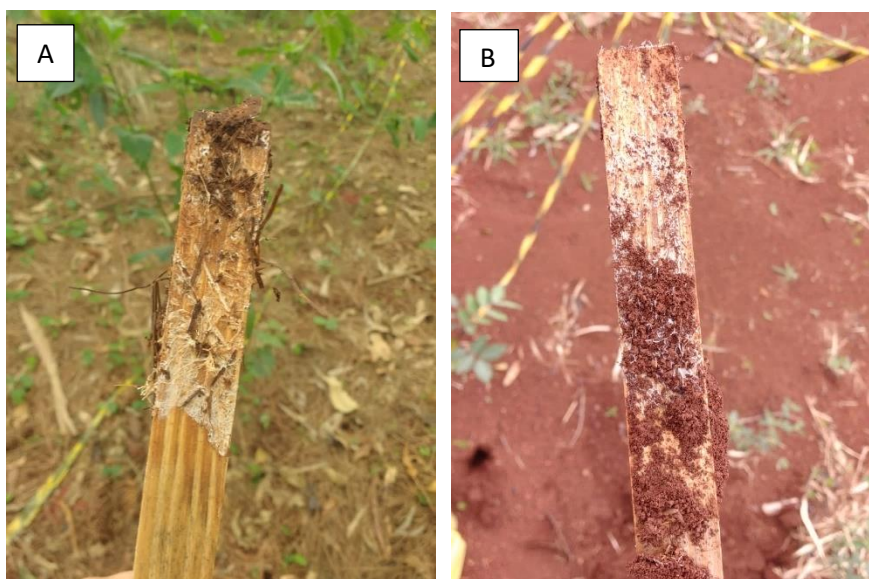


Figura 6 - A) Ataque de fungos na testemunha (ambiente de floresta); **B)** Ataque de fungos na testemunha (ambiente a céu aberto).

Fonte - Autor (2018).

Além disso, de acordo Oliveira et al. (2005), quando madeiras são utilizadas em locais com alto teor de umidade, as mesmas podem apresentar parte de seus extrativos lixiviados e sofrerem com ataque de fungos apodrecedores, como apresentado na Figura 13.



Figura 7 - A) Ataque de fungos no material com primer/primer à esquerda e gesso/primer à direita; **B)** Ataque de fungos na testemunha, ambos em ambiente floresta.
Fonte - Autor (2018).

A Figura 13- A ainda retrata a diferença entre os dois tratamentos, sendo que o corpo de prova do acabamento primer/primer localizado à esquerda sofreu menos ataque de microrganismos que o corpo de prova que representa o tratamento gesso/primer à direita.

Além disso, nota-se na Figura 13 – B que a testemunha, na floresta sofreu maior suscetibilidade ao ataque de fungos, quando comparada aos corpos de prova tratados. Dessa maneira, esses resultados enfatizam a importância de análises visuais.

De acordo com Trevisan et al. (2004), o ataque de microrganismos pode estar relacionado com o fato de que locais que apresentam temperaturas entre 5°C e 65°C, propiciam o desenvolvimento de microrganismos, porém são poucos que são aptos a colonizarem a madeira em temperaturas acima de 35°C ou 40°C. Ou seja, temperaturas altas proporcionadas por campo a céu aberto dificultam o ataque de microrganismos.

O pinus sofre principalmente ataque por fungos degradadores, a maioria das manchas, bolores, mofo e apodrecimento são causados por estes microrganismos que penetram na madeira e se alastram, denominadas hifas (MAGALHÃES, 2005). E uma forma de reduzir esse ataque é através de tratamentos, como pode ser constatado nos resultados anteriores.

Tabela 13 - Perda de massa e classificação de resistência aos setenta e cinco dias de experimento no ambiente floresta e campo.

FLORESTA				CÉU ABERTO			
Tratamento	Perda de massa (%)	CV (%)	Clas.	Tratamento	Perda de massa (%)	CV (%)	Clas.
Testemunha	15,833**	15,329	R	Testemunha	1,860**	22,543	AR
Primer/Primer	7,641	16,190	AR	Primer/Primer	3,020	17,145	AR
Gesso/Primer	4,511	13,791	AR	Gesso/Primer	3,729	15,381	AR
Média	9,328	15,103			8,609	18,356	

** Não ocorreram diferenças significativas entre tratamentos e entre ambientes para a perda de massa a 1% de probabilidade de erro.

Onde: Clas: Classificação; R: resistente; AR: altamente resistente.

Fonte - Autor (2018).

Como o esperado, a terceira coleta (Tabela 13) obteve uma pequena variação na perda de massa, assim como as anteriores, a testemunha teve a maior perda, onde mais uma vez podemos constatar que os acabamentos influenciaram na resistência ao ataque de microrganismos xilófagos.

Além disso, os fatores climáticos observados nas tabelas 8, 10 e 12 foram acumulativos, sendo assim expostos a mais tempo a fatores que favorecem a biodegradação do material, como demonstra a tabela a seguir (Tabela 14).

Tabela 14 - Variáveis climáticas no estudo de 75 dias para Dois Vizinhos.

Variável	Média
Precipitação (mm)	535,20
Temperatura média (°C)	18,71
Umidade relativa do ar média (%)	77,38

Fonte - GEBIOMET (2018).

Sendo assim, tanto os fatores bióticos como os abióticos podem causar danos às estruturas da madeira. Levando em consideração que os fatores abióticos são compostos pelas intempéries chuva, vento, radiação solar, e os bióticos por organismos e microrganismos xilófagos, como fungos, bactérias, insetos, entre outros, ambos impactam sobre o tempo de durabilidade da madeira (TREVISAN et al., 2008).

Portanto, observar a Figura 14, a diferença entre os ambientes ocorreu de forma sutil, nota-se que a perda de massa final na floresta ao longo dos setenta e cinco dias foi maior que a perda de massa a céu aberto, em função do microclima criado na floresta, acelerando o processo de biodegradação da madeira.

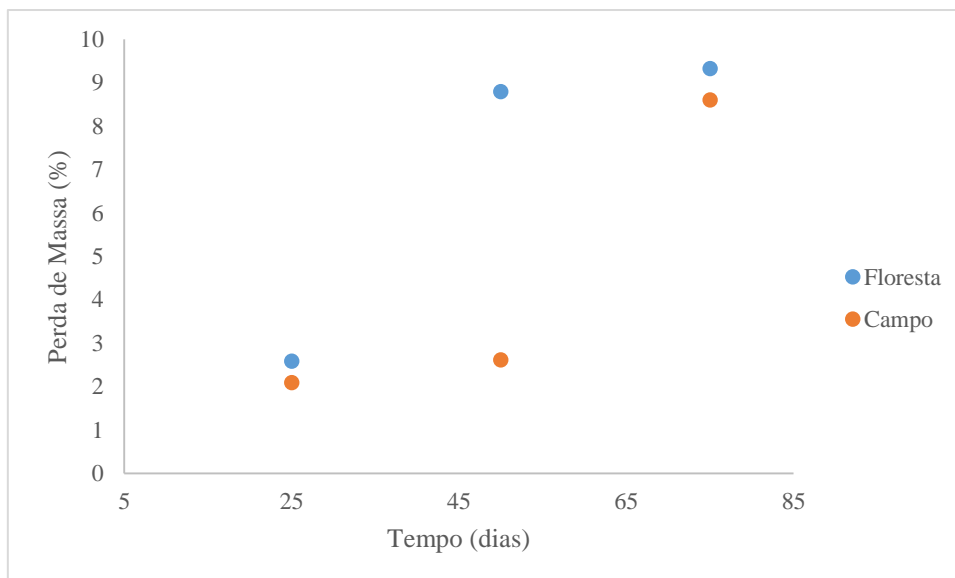


Figura 8 – Perda de massa em função do tempo nos campos de apodrecimento
Fonte - Autor (2018).

Vale salientar que estudos mais aprofundados sobre a influência de acabamentos na biodegradação da madeira são essenciais para o melhoramento e/ou verificação da qualidade do produto utilizado para revestimento do material, pois apesar de terem a função estética para acabamento, foi possível perceber que minimizam a degradação, preservando a madeira por um período de tempo maior, e que a perda de massa se torna diretamente proporcional ao tempo em que o material está exposto, de acordo com os resultados obtidos neste trabalho.

Além disso, estudos com maior tempo de duração com materiais com acabamentos, seriam fundamentais para verificar a sua vida útil, bem como a máxima duração que o material tem, mantendo os consumidores informados, podendo destacar a sua qualidade e custo benefício do mesmo.

6 CONCLUSÕES

Os resultados encontrados para os corpos de prova de *Pinus taeda*, submetidos a três tratamentos não diferiram estatisticamente entre si para as cinco variáveis testadas antes de serem implantadas a campo. No entanto, evidencia-se que:

- A massa aparente e básica foi menor para as testemunhas quando comparadas aos tratamentos de primer/primer e gesso/primer, podendo ter influência na perda de massa, onde os acabamentos dificultaram a perda de massa;
- O teor de umidade foi maior na testemunha, influenciando na suscetibilidade ao ataque de fungos no campo de apodrecimento;
- A retratibilidade volumétrica foi maior na testemunha, demonstrando que os acabamentos, mesmo que estatisticamente não significativa, exercem maior estabilidade a madeira;
- Aos vinte e cinco dias de campo de apodrecimento, a perda de massa foi mínima, porém, desde a primeira coleta foi possível perceber que a floresta e testemunhas tiveram uma perda de massa maior quando comparadas a céu aberto, todo material foi classificado como altamente resistente;
- Aos cinquenta dias a testemunha da floresta foi classificada como resistente, o restante da segunda coleta classificou-se como altamente resistente, e o ambiente de floresta continuou com sua perda de massa maior que do ambiente a céu aberto;
- A perda de massa, ao final dos setenta e cinco dias, foi maior nas testemunhas para o ambiente de floresta, porém, por ser classificada como resistente em apenas setenta e cinco dias (curto espaço de tempo), não seriam indicadas para uso externo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABPM. **Associação Brasileira de Preservadores de Madeira**. 2017. Disponível em: <<http://www.abpm.com.br/faq>>. Acesso em: 27 de março de 2017.

ABREU, R. L. S.; CARDIAS, M. D. F. C.; DE MORAIS, J. W.; e DE JESUS, M. A. Durabilidade natural de 46 espécies de madeiras amazônicas em contato com o solo em ambiente florestal. **Scientia Forestalis**, n. 54, p. 81-92, 1998.

ALCÂNTARA, M. C.; DE LIMA, E. A.; GOES, B. C.; HELM, C. V.; AUER, C. G.; E ZEFERINO, I. Efeitos do ataque de fungos de podridão nas características da madeira de eucalipto. **Embrapa Florestas**. 6 p. 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1027224/efeitos-do-ataque-de-fungos-de-podridao-nas-caracteristicas-da-madeira-de-eucalipto>. Acesso: 02 de outubro de 2018.

ALMEIDA, N. A. **Biodegradação de produtos à base da madeira de cedro australiano (*Toona ciliata* M. Roem. Var. *australis*)**. 2010. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

BARILLARI, C.T. **Durabilidade da madeira do gênero *Pinus* tratada com preservantes: Avaliação em campo de apodrecimento**. 2002. 79 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba – SP, 2002.

BALLARIN, A. W.; PALMA, H. A. L. Propriedades de resistência e rigidez da madeira juvenil e adulta de *Pinus taeda* L. **Revista Árvore**, v. 27, n. 03, p. 371-380, 2003.

BARRICHELO, L. E. G.; KAGEYAMA, P. Y.; SPELTZ, R. M.; BONISH, H. S.; BRITO, J. O.; FERREIRA, M. Estudos de procedências de *Pinus taeda* visando aproveitamento industrial. **IPEF**, n. 15, p. 1-14, 1977.

BOWYER, J. L.; SHMULSKY, R.; HAYGREEN, J. G. Forest products and wood science: an introduction. 4. ed. **Iowa: Iowa State Press**, 2003. 554p.

BRASIL, M. A. M.; NICOLLELO, N.; DE ARRUDA VEIGA, R. A. Variação da densidade básica da madeira de *Pinus oocarpa* Schiede em diversas idades na região de Agudos, SP. **Floresta**, v. 11, n. 1, p. 33-39, 1980.

BRASIL, M. A. M.; MONTAGNA, R. G.; COELHO, L. C. C.; VEIGA, R. A. A. Densidade básica da madeira de *Pinus elliottii* var. *elliottii* em três regiões do Estado de São Paulo. **Boletim tecnico-Instituto Florestal**, v. 36, n. 1, p. 9-17, 1982.

BRUDER, E. M. **Métodos de determinação da densidade básica e aparente da madeira de *Eucalyptus* sp.** 2012. 113f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, São Paulo – SP. 2012.

CALEGARI, L.; STANGERLIN, D. M.; SANTINI, E. J.; LONGHI, S. J.; CARMO, P. I. O.; SILVA FILHO, L. C. P.; GATTO, D. A. Monitoramento do teor de umidade de madeiras de *Pinus elliottii* Engelm. e *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, sob diferentes temperaturas de secagem, através do ultra-som. **Ciência Florestal**, v. 17, n. 4, p. 399-408, 2007.

CORASSA, J. DE N.; PIRES, E.M.; ANDRADE NETO, V.R.; TARIGA, T.C. Térmitas associados à degradação de cinco espécies florestais em campo de apodrecimento. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 1, p. 1-7, 2014.

COSTA, A. F.; DO VALE, A. T.; GONZALEZ, J. C.; e DE SOUZA, F. D. M. Durabilidade de madeiras tratadas e não tratadas em campo de apodrecimento. **Floresta e Ambiente**. v. 12, n.1, p. 07-14, 2005.

CPT. **Principais Microrganismos que Atacam a Madeira.** 2017. Disponível em:<<http://www.cpt.com.br/cursos-produtosflorestais-agricultura/artigos/principais-microrganismos-que-atacam-a-madeira>>. Acesso em: 20 de março de 2017.

CRUZ, G. C. F. D. **Alguns aspectos do clima dos Campos Gerais.** In: MELO, M. P. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2007, Capítulo 5: p. 59-72.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Embrapa: Rio de Janeiro, 2006, 306 p.

FEUCHARD, L. D. **Propriedades tecnológicas da madeira de *Casuarina equisetifolia*.** 2012. 44f. Monografia (Bacharel em Engenharia Industrial Madeireira). Universidade Federal do Espírito Santo. Jeronimo Monteiro. 2012.

FIEPR. **Durabilidade da madeira.** 2017. Disponível em:<http://www.fiepr.org.br/paraempresas/conselhos/base_florestal/uploadAddress/Cat

egoria%20de%20uso%20das%20madeiras[15464].pdf>. Acesso em: 28 de março de 2017.

GEBIOMET. **Dados do boletim agrometeorológico de Dois Vizinhos**. Disponível em:< <http://www.gebiomet.com.br/boletins.php>>. Acesso em 03 de novembro de 2018.

GONÇALEZ, J. C.; SOARES V. F.; ALVES CAMARGOS, J. A.; JORDÃO ZERBINI, N. Influência do sítio nas propriedades da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. **Cerne**, v. 15, n. 2, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2ª ed. Rio de Janeiro: IBGE. 2012, 271 p.

KRONKA, F. J. N.; BERTOLANI, F.; PONCE, R. H. **A cultura do Pinus no Brasil**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2005.

KUMODE, M. M. N. **Análise das causas da deterioração precoce dos postes de madeira tratada na Ilha do Mel**. 2008. 108 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR, 2008.

LOPES, C. S. D., NOLASCO, A. M., TOMAZELLO FILHO, M., DOS SANTOS DIAS, C. T., e PANSINI, A. Estudo da massa específica básica e da variação dimensional da madeira de três espécies de eucalipto para a indústria moveleira. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 2, p. 315-322, 2011.

MAGALHÃES, W. L. E. Controle de manchadores e apodrecedores da madeira de pínus. In: SEMINÁRIO DE ATUALIDADES DE PROTEÇÃO FLORESTAL, 2005. **Anais...** Blumenau - SC. Fundação Universidade Regional de Blumenau. 2005. 25p.

MARCONDES, E.; RIBEIRO, M. A.; STANGERLIN, D. M.; SOUZA, A. P.; MELO, R. R.; GATTO, D. A. Resistência natural da madeira de duas espécies amazônicas em ensaios de deterioração de campo. **Scientia Plena**, v. 9, n. 6, p. 1-9, 2013.

MELO, R. R. de; MENEZZI, C. H. S. D. Influência da massa específica nas propriedades físico-mecânicas de painéis aglomerados. **Silva Lusitana**, v. 18, n. 1, p. 59-73, 2010.

MENDES, R. F.; JÚNIOR, G. B.; GARLET, A.; VIDAL, J. M.; ALMEIDA, N. F.; JANKOWSKY, I. P. Resistência de painéis compensados de *Pinus taeda* tratados com preservantes ao ataque de fungos xilófagos. **Cerne**, v.20, n.1, p. 105-112, 2014.

MODES, K. S. M.; BELTRAME, R.; VIVIAN, M. A.; SANTINI, E. J.; MUNIZ, M. F. B. Resistência natural das madeiras de sete espécies florestais ao fungo *Pycnoporus sanguineus* causador da podridão-branca. **Cerne**, v. 18, n. 3, p. 407-411, 2012.

MONTEIRO, M.B.B. **Método alternativo de ensaio acelerado para avaliação da resistência natural de madeiras ao ataque de fungos apodrecedores**. 1997. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) - Escola Superior de Agricultura “Luiz Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba – SP, 1997.

MORESCHI, J. C. Biodegradação e Preservação da Madeira. **Manual Didático do Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná**. Curitiba: Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal. 31p. v. 28, 2013.

MORESCHI, J. C. Propriedades da madeira. **Manual Didático do Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná**. Curitiba: Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal. 175p. 2010.

MUÑIZ, G. I. B. **Caracterização e desenvolvimento de modelos para estimar as propriedades e o comportamento na secagem da madeira de *Pinus elliottii* Engelm. e *Pinus taeda* L.** 1993. 252 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba - PR, 1993.

NAHUZ, M. A. R. Atividade Industriais com madeira de Pinus: atualidade e desafios. **Revista da Madeira**. Caxias do Sul, RS. Edição nº 124, jul, 2010. Disponível em: <http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=1472&subject=Mercado%20Pinus&title=Atividades%20industriais%20com%20madeira%20de%20Pinus:%20atualidade%20e%20desafios>. Acesso em: 27 de abril de 2017.

NISGOSKI, S. **Espectroscopia no infravermelho próximo no estudo de características da madeira e papel de *Pinus taeda* L.** 2005. 173f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR, 2005.

NUNES, G. C. **Durabilidade natural das madeiras de *Cupressus lusitanica*, *Cryptomeria japonica* e *Pinus taeda* em ensaio de deteriorização a campo**. 2018. 55f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos – SC. 2018.

OLIVEIRA, F. G. R.; SALES, A. Efeito da densidade e do teor de umidade na velocidade ultra-sônica da madeira. **Minerva**, v. 2, n. 1, p. 25-31, 2005.

OLIVEIRA, J. T.S; TOMAZELLO FILHO, M.; SILVA, J. de C. Resistência natural da madeira de sete espécies de eucalipto ao apodrecimento. **Revista Árvore**, v. 29, n.6, p. 993-998, 2005.

OLIVEIRA MORI, C. L. S.; LIMA, J. T.; MORI, F. A.; TRUGILHO, P. F.; GONCALEZ, J. C. Caracterização da cor da madeira de clones de híbridos de *Eucalyptus* spp. **Cerne**, v. 11, n. 2, p. 137-146, 2005.

PADILHA JÚNIOR, J. B. **O Impacto da Reserva Legal Florestal sobre a Agropecuária Paranaense, em um Ambiente de Risco**. 2004. 194f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR, 2004.

PALMA, H. A. L.; BALLARIN, A. W. Propriedades de contração na madeira juvenil e adulta de *Pinus taeda* L. **Scientia Forestalis**, n. 64, p. 13-22, 2003.

PEREIRA, J. C. D.; TOMASELLI, I. A influência do desbaste na qualidade da madeira de *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 49, p. 61-81, 2004.

PILOCELLI, A.; STANGERLIN, D. M.; PEREIRA, R. L.; GATTO, D. A.; CALEGARI, L.; PARIZ, E.; SUSIN, F. Resistência natural das madeiras de cumaru, cedrinho e paricá submetidas a ensaios de deterioração de campo. **Revista Ciência da Madeira (Brazilian Journal of Wood Science)**. v. 6, n. 1, p. 1-10, 2015.

PORTAL DOIS VIZINHOS. **Mapas e Localização**. Disponível em:<http://www.portaldoisvizinhos.com.br/municipio_mapas.asp>. Acesso em: 15 de abril de 2017.

REZENDE, M. A.; ESCOBEDO, J. F.; FERRAZ, E. S. B. Retratibilidade volumétrica e densidade aparente da madeira em função da umidade. **Scientia Forestalis**, v. 39, p. 33-40, 1988.

REZENDE, M.A de; SAGLIETTI, J. R. C.; GUERRINI, I. A. Estudo das interrelações entre massa específica, retratibilidade e umidade da madeira do *Pinus caribaea* var. *hondurensis* aos 8 anos de idade. **IPEF**, n. 48/49, p. 133-141, 1995.

RIBEIRO, M. X. **Resistência de painéis aglomerados a cupins de madeira seca (*Cryptotermes brevis*)**. 2011. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) – Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG, 2011.

RIBEIRO, M. A.; STANGERLIN, D. M.; SOUZA, A. P.; CARDOSO, G. V.; CALEGARI, L.; GATTO, D. A. Durabilidade natural da madeira de jequitibá em ensaios de deterioração em campo aberto e floresta durante as estações de seca e chuva. **Comunicata Scientiae**, v. 5, n. 4, p. 402-411, 2014.

RODRIGUES, R.B. **Eficiência de preservativos e durabilidade natural de *Eucalyptus pellita*, *Eucalyptus urophylla* e *Corymbia citriodora* a organismos xilófagos**. 2011. 69 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica – RJ, 2011.

RODRIGUES, C.; WOICIECHOWSKI, A. L.; ALBERTO JUNIOR, L. A.; SUSAN, L.; KARP, G.; GOELZER, F. D.; SOBRAL, K. C. A.; CORAL, J. D.; CAMPIONI, T, S.; MACENO, M. A. C.; SOCCOL, C. R. Materiais lignocelulósicos como matéria-prima para a obtenção de biomoléculas de valor comercial. IN: RESENDE, R. R. **Biotecnologia aplicada à agroindústria : fundamentos e aplicações**. São Paulo: Blucher, 2016, p. 283-314.

SACCOMAN, N. A. F.; TEIXEIRA, S. O.; DAVID, G. Q.; PERES, W. M.; YAMASHITA, O. M.; KOGA, P. S. Resistência da madeira serrada de jatobá ao ataque de *Rhizoctonia solani* em diferentes teores de umidade. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 16, n. 3, p. 360-365, 2017.

SHIMIZU, J.Y. **Pinus na Silvicultura Brasileira**. Colombo: Embrapa, 2008.

SILVA, J. P. **Especificações de tratamentos de preservação para elementos de madeira**. 2008. 36 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2008.

SIQUEIRA, M. D. M.; PEREIRA, J.; MATTOS, P. P.; SHIMIZU, J. Características físicas, químicas e anatômicas da madeira de *Pinus merkusii*. **Embrapa Florestas- Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, Colombo – PR, p. 1-4, 2001.

SOUZA, R. B. de. **Suscetibilidade de pastas de cimento ao ataque por sulfatos- método de ensaio acelerado**. 2006. 131 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) - Universidade de São Paulo, São Paulo – SP, 2006.

SOUZA, C. A. M. **Modelos de afilamento para *Pinus taeda* L. ajustado segundo a forma do tronco e métodos de estratificação**. 2009. 120 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

STANGERLIN, D. M.; COSTA, A. F.; GARLET, A.; PASTORE, T. C. M. Resistência natural da madeira de três espécies amazônicas submetidas ao ataque de fungos apodrecedores. **Revista Ciência da Madeira (Brazilian Journal of Wood Science)**, v. 4, n. 1, p. 10. 2013.

STANGERLIN, D. M. **Monitoramento de propriedades de madeiras da Amazônia submetidas ao ataque de fungos apodrecedores**. 2012. 259f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais)—Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

STALLBAUN, P. H.; BARAUNA, E. E. P.; PAES, J. B.; RIBEIRO, N. C.; MONTEIRO, T. C.; ARANTES, M. D. C. Resistência natural da madeira *Sclerolobium paniculatum* Vogel a cupins em condições de laboratório. **Floresta e Ambiente**. V. 24, p. 1-6, 2017.

STEIN, F. da R. **Avaliação técnica do tempo de estocagem da madeira**. 2003. 36f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Celulose e Papel) - Universidade Federal de Viçosa- MG, 2003.

TELES, R. F. **Ensaio não destrutivo para avaliar o desempenho de madeiras amazônicas tratadas quimicamente**. 2014. 209 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília, Brasília – DF, 2014.

TREVISAN, H.; MARQUES, F.M.T.; DE CARVALHO, A.G. Degradação natural de toras de cinco espécies florestais em dois ambientes. **Floresta**. n. 1, v. 38, p. 33-41, 2008.

TREVISAN, H.; TIEPPO, F. M. M.; CARVALHO, A. G. D.; e LELIS, R. C. C. Avaliação de propriedades físicas e mecânicas da madeira de cinco espécies florestais em função da deterioração em dois ambientes. **Revista Árvore**, v. 31, n. 1, p. 93-101, 2007.

TRIANOSKI, R.; MATOS, J. D.; IWAKIRI, S.; PRATA, J. G. Avaliação da estabilidade dimensional de espécies de Pinus tropicais. **Floresta e Ambiente, Seropédica**, v. 20, n. 3, p. 398-406, 2013.

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 Amazonica**. v. 20, n.1 p. 307-319. 1990.

VASQUES, A. G.; NOGUEIRA, A. S.; KIRCHNER, F. F.; BERGER, R. Uma síntese da contribuição do gênero *Pinus* para o desenvolvimento sustentável no sul do Brasil. **Floresta**, v. 37, n. 3, p. 445-450, 2007.

VIDAL, J. M.; EVANGELISTA, W. V.; DE CASTRO SILVA, J.; JANKOWSKY, I. P. Preservação de madeiras no Brasil: Histórico, cenário atual e tendências. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 1, p. 257-271, 2015.

VITALE, V.; MIRANDA, G. de M. Análise Comparativa da Viabilidade Econômica de plantios de *Pinus taeda* e *Eucalyptus dunnii* na região Centro-sul do Paraná. **Floresta**. Curitiba, v. 40, n. 3, p. 469-476. 2010.

VIVIAN, M. A.; SANTINI, E. J.; MODES, K. S.; CARVALHO, D. E.; MORAIS, W. W. C. Resistência biológica da madeira tratada de duas espécies de *Eucalyptus* em ensaio de campo. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 34, n. 80, p. 425-433, 2014.

ZEGARRA, B. E. V. **Caracterização de estruturas anatômicas e da densidade do lenho de árvores de *Pinus taeda* e efeito nas propriedades tecnológicas dos painéis OSB**. 2011. 121 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”; Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2011.

ANEXOS

Anexo 1: Croqui da disposição dos corpos de prova na área experimental. **A)** Indica a disposição da implantação a céu aberto; **B)** Croqui do ambiente em floresta.

