

**INSTITUTO FEDERAL DE MINAS GERAIS
CAMPUS SÃO JOÃO EVANGELISTA
BRENO SILVA DA CRUZ QUEIROZ**

**DURABILIDADE DE MOURÕES DE *Eucalyptus cloeziana* F. MUELL TRATADOS E
NÃO TRATADOS**

**SÃO JOÃO EVANGELISTA
2021**

**INSTITUTO FEDERAL DE MINAS GERAIS
CAMPUS SÃO JOÃO EVANGELISTA
BRENO SILVA DA CRUZ QUEIROZ**

**DURABILIDADE DE MOURÕES DE *Eucalyptus cloeziana* F. MUELL TRATADOS E
NÃO TRATADOS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Minas Gerais - *Campus* São João Evangelista como exigência parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientadora: Prof. Dra. Caroline Junqueira Sartori

**SÃO JOÃO EVANGELISTA
2021**

FICHA CATALOGRÁFICA

Q3d Queiroz, Breno Silva da Cruz.

Durabilidade de mourões de *Eucalyptus cloeziana* F.Muell tratados e não tratados. / Breno Silva da Cruz Queiroz. - São João Evangelista: IFMG, 2021.

32fl.;il.

Orientadora: Dra. Caroline Junqueira Sartori.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista, 2021.

1. *Eucalyptus*. 2.Deterioradores. 3.Tratamento preservativo 4. Ensaio de campo. I. Queiroz, Breno Silva da Cruz. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista. III. Título.

CDD 674.386

BRENO SILVA DA CRUZ QUEIROZ

**DURABILIDADE DE MOURÕES DE *Eucalyptus cloeziana* F.Muell
TRATADOS E NÃO TRATADOS**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Instituto Federal de Minas Gerais –
Campus São João Evangelista, como exigência
parcial para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Florestal.

Aprovada em 31/03/2021

BANCA EXAMINADORA



Dr.^a. Caroline Junqueira Sartori (Orientadora)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais –
Campus São João Evangelista



Prof. Dr. Bruno Oliveira Lafetá
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais –
Campus São João Evangelista



Dr.^a. Juliana Jerásio Bianche

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, que fez com que meus objetivos fossem alcançados, durante todos os meus anos de estudos.

A minha família pelo apoio que sempre me deram durante toda a minha vida.

A minha orientadora pelas valiosas contribuições durante todo trabalho.

A todos os professores do meu curso pela elevada qualidade do ensino oferecido.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista, pelos conhecimentos adquiridos ao longo de todos esses anos.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização desta pesquisa.

RESUMO

Eucalyptus é um gênero com espécies de rápido crescimento amplamente difundido no Brasil para diversos usos e aplicações, mas, em geral, possuem baixa durabilidade natural. O presente estudo tem como objetivo avaliar a durabilidade de mourões de madeiras industrialmente tratadas e não tratadas de *Eucalyptus cloeziana*. Para a realização do ensaio de campo da durabilidade da madeira foram utilizadas 40 amostras de 40 cm comprimento sendo 20 tratadas com o preservativo CCA pelo método célula cheia e 20 amostras sem tratamento preservativo. O ensaio de campo foi implantado em novembro de 2019, no Instituto Federal de Minas Gerais *campus* São João Evangelista. Realizaram-se quatro avaliações com intervalos de três meses, completando-se o ciclo climático de um ano. Em cada data de coleta foram desenterradas 10 amostras, 5 tratadas e 5 não tratadas, para análise do índice de deterioração (ID) e variação de massa seca. O tratamento preservativo, e o tempo de exposição dos mourões mostrou-se significativo na perda de massa dos mourões não tratados. Conclui-se que o tratamento preservativo foi eficiente no aumento da durabilidade dos mourões avaliados.

Palavras Chave: *Eucalyptus*, Deterioradores, Tratamento preservativo, Ensaio de campo.

ABSTRACT

Eucalyptus is a genus with fast-growing species that is widespread in Brazil for several uses and applications, but, in general, they have low natural durability. The present study aims to evaluate the durability of industrially treated and untreated *Eucalyptus cloeziana* wood posts. To carry out the field test of wood durability, 40 samples of 40 cm in length were used, 20 of which were treated with the CCA condom by the full cell method and 20 samples without preservative treatment. The field trial was implemented in November 2019, at the Federal Institute of Minas Gerais campus São João Evangelista. Four assessments were carried out at three-month intervals, completing the one-year climate cycle. On each collection date, 10 samples were unearthed, 5 treated and 5 untreated, for analysis of the deterioration index (ID) and dry mass variation. The preservative treatment, and the time of exposure of the posts, was significant in the loss of mass of the untreated posts. It was concluded that the preservative treatment was efficient in increasing the durability of the evaluated posts.

Keywords: Eucalyptus, Deteriorators, Preservative treatment, Field trial.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1	A constituição da madeira	10
2.2	Durabilidade natural da madeira	10
2.3	Deterioração da madeira	11
2.3.1	Deterioração física.....	11
2.3.2	Deterioração química.....	11
2.3.3	Deterioração mecânica.....	11
2.3.4	Deterioração biológica	11
2.4	Caracterização da madeira <i>Eucalyptus cloeziana</i>	12
2.5	Utilizações da madeira tratada de Eucalipto	13
2.6	Tratamento da madeira com soluções preservantes	13
2.7	Ensaio de Deterioração em Campo	14
3	MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1	Caracterização da área de estudo	15
3.2	Ensaio de Campo	16
3.3	Análise Estatística.....	18
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
4.1	Proporção Cerne Alburno	19
4.2	Índice de Deterioração	19
4.3	Perda de Massa	21
4.4	Grau de Degradação por Organismos Xilófagos.....	24
5	CONCLUSÕES.....	26
	REFERÊNCIAS	27

1 INTRODUÇÃO

A madeira é um dos diversos recursos naturais que foi explorada pelo homem como matéria-prima desde o início da humanidade, desde o fogo até a industrialização e desenvolvimento de tecnologias. De acordo com Valle (2009), quando comparada com outros materiais, como o plástico, aço e alumínio e concreto, a madeira se destaca devido a sua natureza renovável e continuidade de produção, por meio das florestas naturais ou plantadas. Porém, por ser um material orgânico, é susceptível a intempéries bióticas, como micro-organismos (fungos e cupins) e abióticas como exposição a luz solar, diferentes períodos de pluviosidade e temperaturas, como também reações químicas diversas (VIVIAN et al., 2014).

Segundo Paes et al., (2004) o conhecimento da resistência natural da madeira é importante para a recomendação de seu emprego, pois evita gastos desnecessários com a reposição de material e reduz os impactos sobre as florestas remanescentes, uma vez que, com o emprego da madeira mais apropriada às condições de risco de deterioração, reduz o corte de árvores. De acordo com Silva (2014) devido a exploração feita de forma irregular de espécies naturais, a legislação brasileira proibiu o uso de diversas espécies nativas do país. Isso, acentuou a competitividade do setor florestal, impulsionando a produção florestal com espécies exóticas e de crescimento rápido, porém com menor durabilidade natural, sendo as do gênero *Eucalyptus* a principal delas (IBÁ, 2016).

A expansão das áreas de plantios de *Eucalyptus* tem ocorrido, sobretudo, para regiões que apresentam condições climáticas adversas às espécies mais plantadas. De acordo com Tryeman et al., (2013) o *E. cloeziana* se destaca por ser uma espécie adaptada às regiões tropicais e subtropicais destacando-se também pela sua rusticidade e rápido crescimento. Almeida et al., (2007) afirmam que o interesse econômico do *E. cloeziana* para o setor florestal é devido às características tecnológicas da sua madeira, alta densidade, grande durabilidade e excelente qualidade para serrarias, produção de carvão. Além disso, é uma espécie indicada também para construções civis, dentre outros produtos de madeira tratada (FLORES et al., 2016).

De acordo com Silva (2006) para impedir ou atenuar a deterioração da madeira, é preciso utilizar madeiras de elevada resistência natural aos agentes biológicos, físicos e químicos ou incorporar substâncias à madeira que lhe confirmam maior resistência, como preservativos, ignífugos e acabamentos superficiais.

As Usinas de Preservação de Madeiras (UPM) garantem que as madeiras que recebem o tratamento preservativo dos seus produtos (mourões, postes e estacas), quando em

contato direto com o solo possuem durabilidade mínima de 15 anos, podendo alcançar de 20 a 30 anos em condições favoráveis de uso (MONTANA, 2012). A madeira sendo tratada é utilizada tanto na construção civil, na forma de mourões, palanques, postes, dormentes, móveis de jardim, paisagismo entre outros fins do gênero. (MAGALHÃES e PEREIRA, 2003; GALVÃO et al., 2004)

Assim, sabe-se que o intuito principal do tratamento de madeiras é de se aumentar a vida útil de uma madeira que a princípio possui uma menor durabilidade natural. Diante disto, o presente estudo teve como objetivo analisar a durabilidade em ensaio de campo de mourões de madeira de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell tratados e não tratados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A constituição da madeira

Segundo Santos (2008), a madeira é definida como um biopolímero tridimensional, formado por celulose, hemicelulose e lignina, e uma menor quantidade de extrativos e materiais inorgânicos. De acordo com Nassur (2010), devido a madeira ser um material orgânico, existe uma heterogeneidade atribuída aos distintos tipos e funções dos elementos anatômicos constituintes do lenho. No lenho desse material estão presentes substâncias nutritivas, como açúcares, carboidratos, resinas, gomas e amidos que constituem a base alimentar de muitos organismos, dentre os quais, bactérias, fungos, insetos, moluscos e crustáceos (COSTA, 2001).

2.2 Durabilidade natural da madeira

Abruzzi et al., (2012) afirmam que o conhecimento da durabilidade de madeiras é um requisito importante para a sua correta e eficiente utilização. De acordo com Oliveira et al., (2005) nem mesmo madeiras reconhecidas pela elevada durabilidade natural, são capazes de resistir a ação do homem, variações das condições ambientais e ataque dos microorganismos. A durabilidade natural da madeira é determinada por meio da sua capacidade de resistir à ação de organismos xilófagos, sem nenhum tipo de tratamento preservativo (STALLBAUN 2016).

Segundo Vivian et al., (2014) as espécies de *Eucalyptus* devem ser tratadas devido a sua baixa durabilidade natural, podendo alcançar durabilidade de 50 anos, ou mais, quando devidamente preservadas, com tecnologia e tratamentos ideais. Paes et al (2004) afirmam que com o emprego da madeira mais apropriada às condições de risco de deterioração, evita-se

gastos desnecessários com a reposição de peças e reduz os impactos sobre as florestas remanescentes uma vez que reduz o corte de árvores.

2.3 Deterioração da madeira

Nenhuma madeira é capaz de resistir, indefinidamente, às intempéries, às variações das condições ambientais e à ação de organismos biológicos (PAES et al., 2007). De acordo com Silva et al., (2005) a deterioração da madeira pode ocorrer pela ação de agentes químicos físicos, mecânicos e biológicos.

2.3.1 Deterioração física

Condições climáticas como radiação solar, ventos, chuvas e umidade, sejam de forma isolada ou em conjunto podem provocar deterioração física em madeiras expostas. Castro et al., (2018).

2.3.2 Deterioração química

Castro et al., (2018) afirmam que a madeira, quando em contato com substâncias químicas, tais como ácidos e bases fortes, óxido de ferro, dióxido de enxofre e sais de sódio, pode sofrer transformações químicas. De acordo com Mendes et al., (1999), esse tipo de deterioração é facilmente encontrado em peças de madeira em contato com ferragens, ou em contato com tintas e adesivos de formulações não apropriadas.

2.3.3 Deterioração mecânica

Segundo Castro et al., (2018) a madeira está sujeita continuamente a se deteriorar pela ação do desgaste mecânico. Os diferentes tipos de células existentes na madeira influenciam diretamente as propriedades mecânicas do material (NABAIS, 2014).

2.3.4 Deterioração biológica

A deterioração biológica, denominada também por Lelis et al (2001) por biodeterioração, é um termo empregado para designar alterações indesejáveis geradas pela ação, direta ou indireta, de seres vivos nos materiais em uso pelo homem. A madeira por ser um

material biológico está sujeita ao ataque de agentes biodeterioradores que a decompõem para utilizar seus constituintes como fonte de energia e abrigo, (VIVIAN et al., 2014).

Melo et al., (2010) afirmam que a instalação e o ataque dos agentes biodeterioradores na madeira depende de condições ambientais favoráveis como temperatura, umidade, oxigênio e do teor de umidade da própria madeira. De acordo com Oliveira et al., (2017) dependendo da aptidão de cada organismo, o ataque pode ocorrer de forma isolada ou em conjunto com vários tipos de organismos concomitantemente. Oliveira et al., (1986) afirmam que os maiores deterioradores da madeira são os organismos xilófagos. A lignina, hemicelulose e celulose, são os principais componentes macromoleculares da madeira mais atingidos por agentes xilófagos (BOM 2011).

Segundo Moreschi (2013), os fungos são os maiores responsáveis pela perda de massa nos vários tipos de produtos florestais. Oliveira et al., (2005) afirmam que a madeira quando atacada por fungos, apresenta deterioração mais expressiva, uma vez que esses organismos têm a capacidade de alterar as propriedades físicas e químicas da madeira. Os fungos podem causar manchas ou decomposição total da madeira, sendo classificados como emboloradores, machadores e apodrecedores (MOTTA et al., 2013).

Para Rech (2013), os tipos de podridão dos fungos apodrecedores são de podridão mole, branca ou parda. Carvalho et al., (2009) afirmam que os responsáveis pela podridão branca destroem a celulose, hemicelulose e lignina da madeira. De acordo com, Mendes et al (1998), os fungos de podridão parda também destroem a celulose e a hemicelulose da madeira, porém não atacam a lignina. Os causadores da podridão mole atacam os mesmos constituintes da podridão branca podendo atacar também os polissacarídeos em velocidades menores (SILVA, 2014).

Trevisan (2008) afirma que outros organismos xilófagos que atuam na deterioração da madeira são os insetos, sendo as principais ordens: Isoptera (térmitas), Coleóptera (coleobrocas) e em menor proporção a Himenóptera (vespas e formigas). Os danos provocados pelos térmitas geralmente quando são identificáveis, já estão em situações de níveis de deterioração graves, como grandes perdas de seção (MARTINS, 2009).

2.4 Caracterização da madeira *Eucalyptus cloeziana*

De acordo com Boland et al., (2006) a espécie do gênero *Eucalyptus cloeziana* possui área de ocorrência natural no Estado de Queensland, Austrália, em latitudes entre 16°S e 27°S. Segundo Clarke et al. (2009), o *E. cloeziana* é uma árvore perene, de grande porte que pode atingir até 55 m de altura e 1,5 m de diâmetro. A cor de sua madeira é composta,

predominantemente, por pigmento amarelo e também vermelho, o que resulta na cor “cinza-oliva”. (CAMARGOS; GONÇALEZ, 2001; GONÇALEZ et al., 2006).

Treuman et al., (2013) afirmam que o *E. cloeziana* se destaca por ser uma espécie adaptada às regiões tropicais e subtropicais. O interesse econômico do *E. cloeziana* para o setor florestal deve-se, principalmente, pelas características tecnológicas da sua madeira, durabilidade, alta densidade e excelente qualidade para serrarias, uso na construção civil e produção de carvão (ALMEIDA et al., 2007).

Segundo Cademartori et al., (2013) a madeira de *E. cloeziana* não apresenta restrição a tratamentos térmicos com ar aquecido em estufas. Sua madeira é especialmente adequada aos processos de tratamento preservativo para geração de produtos como: cruzetas, decks, dormentes, mourões, porteiros, playgrounds, pontes e postes (BOLAND et al., 2006; BORGES, 2008; GOLFARI et al., 1978; VIVIAN, 2011).

2.5 Utilizações da madeira tratada de Eucalipto

O eucalipto é a principal matéria prima na produção de madeiras tratadas, tendo pouca significância o *Pinus* e outras espécies (IBÁ, 2016). De acordo Vidal et al., (2015) os principais produtos são mourões, postes, dormentes, estacas e peças roliças e serradas para construção civil. A maior porcentagem da destinação das madeiras tratadas é o setor rural, sendo 60% do total produzido, através de mourões, estacas e peças para instalações rurais (TUFOLO NETTO, 2010).

2.6 Tratamento da madeira com soluções preservantes

Torres et al., (2011) afirmam que devido a susceptibilidade ao ataque de organismos deterioradores, a madeira necessita de tratamento químico que lhe forneça proteção contra fungos e insetos xilófagos (brocas e cupins) e que, conseqüentemente, aumente sua vida útil. Os métodos industriais para aplicação dos preservativos químicos são realizados em usinas de preservação da madeira, utilizando-se equipamentos específicos como a autoclave, tanques para armazenar os produtos químicos e bomba de vácuo e pressão (MORAES, 1996).

Entre os métodos de preservação de madeira utilizados no mundo inteiro os mais eficientes são aqueles aplicados sob condições de vácuo e pressão, e dentre esses o mais importante é o de “célula cheia”, também conhecida por processo Bethell, que tem por objetivo preencher ao máximo as células da madeira com o produto preservativo (FRANÇA, 1970; COCKCROFT, 1971; DÉON, 1978).

Um dos principais produtos utilizados no tratamento preservativo da madeira é o arseniato de cobre cromatado, conhecido como CCA, preservativo hidrossolúvel à base de cobre (Cu), cromo (Cr) e arsênio (As) (MORESCHI, 1985; VELIZAROVA et al., 2004; GALVÃO et al., 2004).

Madeiras de eucalipto tratadas com CCA, a serem utilizadas em contato com o solo (a exemplo de postes, estacas e mourões), têm a durabilidade média de 15 anos em serviço (especificação técnica do fabricante), podendo ser estendida na prática de 20 a 30 anos (GALVÃO, 1972; SALES et al., 2004).

2.7 Ensaios de Deterioração em Campo

Segundo Vivian (2011) o ensaio de campo é forma usual para determinar a resistência da madeira. Os ensaios de campo são compostos por inspeções periódicas de peças de madeira soterradas parcialmente, onde o principal objetivo é avaliar o estado de sanidade das mesmas (COSTA, 2005).

Melo et al., (2010) afirmam que os ensaios de campo reproduzem condições reais de uso, através de períodos onde a madeira se encontra exposta a luz solar, períodos irregulares de pluviosidade, agentes químicos do solo e aos microrganismos xilófagos. Além disso, o ensaio de campo traz a possibilidade de se avaliar o grau de deterioração da madeira e seus desgastes (LUNZ, 2001).

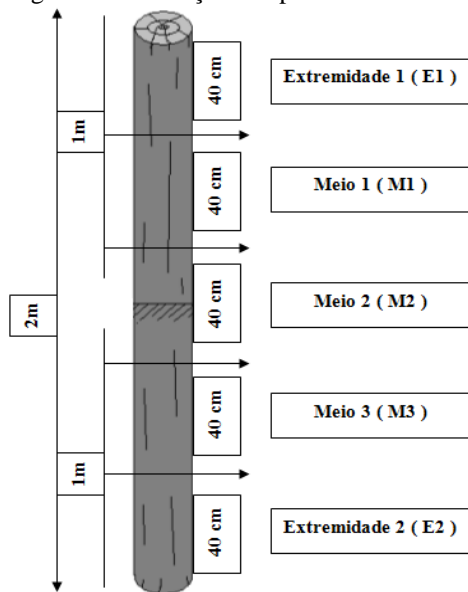
3 MATERIAL E MÉTODOS

Para o estudo da durabilidade da madeira, foram amostrados mourões de *E. cloeziana* F.Muell tratados e não tratados provenientes de plantio comercial de eucalipto, com espaçamento de 3 x 3 m e idade de, aproximadamente, cinco anos, oriundos da região de Capelinha-MG. Os mourões utilizados neste trabalho foram doados pela Usina de Tratamento de Madeira, Baliza Eucalipto Tradado de Minas Gerais, localizada em Guanhães, Minas Gerais. O tratamento preservativo dos mourões tratados foi realizado em autoclave industrial. O método de preservação utilizado pela empresa é o Método de célula cheia, método de Bethell, sendo o C.C.A. (cobre cromo e arsênio) o preservativo utilizado.

Foram selecionados do pátio da empresa oito mourões de dois metros de comprimento e diâmetro de 10 a 12 cm, sendo, quatro mourões tratados e o restante, sem

tratamento. Para cada mourão, obtiveram-se cinco toretes de 40cm (Figura 1), totalizando 40 unidades.

Figura 1 – Ilustração das partes avaliadas nos mourões.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

As amostras dos mourões foram conduzidas ao laboratório de Tecnologia da Madeira, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais Campus São João Evangelista, onde foram determinados com emprego de uma régua graduada, nas duas extremidades das amostras, os diâmetros médios totais e o diâmetro de cerne. A largura do albarno foi obtida pela diferença entre diâmetro total e diâmetro de cerne, dividido por dois. Foi então determinado o percentual de cerne e de albarno das amostras.

Em seguida, as amostras dos mourões foram submetidas à secagem completa em estufa com circulação forçada de ar a uma temperatura de $102 \pm 3^\circ\text{C}$, até atingirem massa constante, assim, a massa seca foi determinada em balança com duas casas decimais. Após a obtenção das massas secas das amostras, as mesmas foram instaladas para o ensaio em campo.

3.1 Caracterização da área de estudo

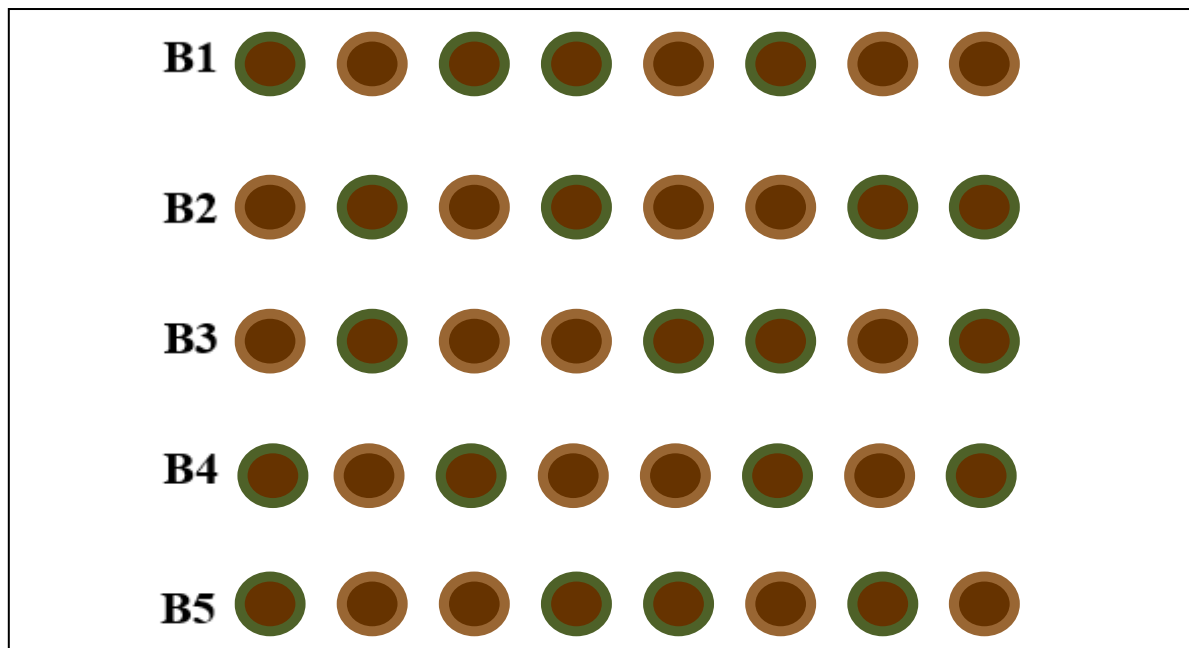
O ensaio de campo foi implantado em uma área aberta de pastagem, de relevo plano ($18^\circ32'52.08''\text{S}$; $42^\circ45'44.87''\text{O}$), localizada no Instituto Federal de Minas Gerais, campus São João Evangelista (IFMG-SJE). O município está localizado na bacia hidrográfica do Rio Doce (sub - bacia do Suaçuí Grande), apresenta clima do tipo CWA (inverno seco e verão chuvoso),

com temperatura média máxima anual de 26,1 °C e média mínima anual de 15 °C. A altitude média é de 680 m em relação ao nível do mar, e a precipitação anual média é de 1.081 mm (CORREIA et al., 2013)

3.2 Ensaio de Campo

Para a realização do ensaio de campo da durabilidade da madeira foram utilizados 40 mourões, sendo assim discriminado: T1 – 20 unidades tratadas com o preservativo CCA pelo método célula cheia processo Bethell) e T2 – 20 unidades sem tratamento preservativo. Os mourões foram aleatoriamente distribuídos em cinco linhas com oito unidades; cada linha conteve 4 unidades de T1 e 4 unidades de T2. Os mourões foram enterrados perpendicularmente ao nível do solo e na profundidade de 20cm. A distância entre linhas foi de 1,0m e entre toretes, de 0,5m (Figura 2).

Figura 2 – Distribuição dos Mourões Tratados e Não tratados em Ensaio de Campo.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.



O ensaio de campo foi implantado em 30 de novembro de 2019, no Instituto Federal de Minas Gerais *campus* São João Evangelista. Periodicamente, foram feitas quatro avaliações com intervalos de três meses, sendo elas: primeira avaliação (30/02/2020), segunda avaliação (30/05/2020), terceira avaliação (30/08/2020) e quarta avaliação (30/11/2020), completando-se

o ciclo climático de 01 ano. Em cada data de coleta foram desenterradas 10 amostras, cinco tratadas e cinco não tratadas. Posteriormente foi realizada a avaliação visual do índice de deterioração dos mourões na posição inferior (região em contato no solo) e topo (região sem contato direto no solo) conforme a classificação definida por Lepage (1986), descrita na Tabela 1.

Tabela 1 – Classificação do índice de deterioração (ID) da madeira

Estado de sanidade das estacas	Atribuição das notas	Índice de deterioração
Sadias	0	100
Levemente atacadas	1	90
Moderadamente atacadas	2	70
Intensamente atacadas	3	40
Destruídas ou rompidas	4	0

Fonte: LEPAGE (1986).

Em seguida, as amostras passaram por processo de limpeza no laboratório, retirando-se todo acúmulo de solo e outros materiais que poderiam interferir na pesagem dos corpos de prova, sem danificá-los. Posteriormente, foram levadas para a estufa com temperatura a $102 \pm 3^\circ\text{C}$ onde foram mantidas até atingirem massa constante, para então verificar a perda de massa de acordo com a Equação 1.

$$PM = \frac{Mi - MF}{Mi} \times 100 \quad (1)$$

Em que:

PM = perda de massa, %;

Mi = massa seca inicial, g;

MF = massa seca final, após ensaio de campo, g.

A perda de massa das amostras (massa residual) foi determinada visando classificar o material em classes de resistência (Tabela 2), conforme norma D-2017 da American Society for Testing and Materials (ASTM, 2005).

Tabela 2 - Classes de resistência quanto à perda de massa.

Perda de massa das amostras (%)	Massa residual (%)	Classe de resistência
0 a 10	90 a 100	Altamente resistente
11 a 24	76 a 89	Resistente
25 a 44	56 a 75	Moderadamente resistente
45 ou mais	55 ou mais	Não resistente

Fonte: ASTM D-2017 (2005).

Os organismos xilófagos são os maiores inimigos naturais da madeira (MENDES, 1998). A classificação quanto ao grau de degradação por organismos xilófagos foi feita conforme a classificação definida por Lepage (1970), descrita na Tabela 3.

Tabela 3 - Classificação do grau de degradação por organismos xilófagos.

Classificação	Nota atribuída
Sadio	10
Levemente atacado	9
Moderadamente atacado	7
Intensamente atacado	4
Destruído ou rompido	0

Fonte: LEPAGE (1970).

Através da estação meteorológica automática **A533** localizada em Guanhões (Latitude: -18.78694444 ; Longitude: -42.94395555) que atende a região de São João Evangelista, no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), foi feito o levantamento dos dados de temperatura média, pluviosidade mensal e umidade relativa média do ar no período entre Novembro de 2019 e Novembro de 2020, a fim de relacionar os dados levantados com o nível de deterioração dos mourões.

3.3 Análise Estatística

A análise estatística foi realizada através de parcelas subdivididas. Utilizou-se a análise de variância (ANOVA) com posterior teste de Tukey em nível de 5% de significância, de modo a verificar as diferenças entre as épocas das análises e entre a madeira com tratamento preservativo e sem preservativo, com emprego do software SISVAR (FERREIRA 2011).

Com o emprego do software Excel foi realizada análise de regressão entre as variáveis de perda de massa (variável dependente) em função do tempo (variável independente), e obtenção da equação de regressão e coeficiente de determinação da equação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Proporção Cerne Alburno

Os valores obtidos de porcentagem de cerne e alburno, do presente estudo estão apresentados na tabela 4, nota-se que não houveram diferenças estatísticas significativas entre os mourões tratados e não tratados tanto para o percentual de cerne quanto para o percentual de alburno.

Tabela 4 – Valores médios do diâmetro (cm) dos mourões. Área de Cerne e Alburno médio (%)

Região	Mourões Tratados	Mourões não tratados
Cerne (%) ^{ns}	67,53	67,62
Alburno (%) ^{ns}	32,47	32,38

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

^{ns} Não significativo a 5% de significância.

Torres et al., (2011) afirmam que a eficiência do tratamento preservativo está associada às características da madeira (relação cerne: alburno, teor de umidade e permeabilidade) e à natureza do produto químico utilizado. Lopes et al., (2017) avaliaram a influências do diâmetro e umidade de mourões de *Corymbia torelliana*, *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, na qualidade do tratamento preservativo. Os autores concluíram que a relação cerne:alburno exerceu influência nas propriedades de tratabilidade da madeira no sentido inversamente proporcional, ou seja, quanto menor esta relação, melhores características de tratabilidade são alcançadas.

4.2 Índice de Deterioração

Valores de avaliação visual do índice de deterioração médio dos mourões tratados e não tratados nas posições inferior (região com contato no solo) e topo (região sem contato direto com o solo) avaliados em ensaio de campo a cada três meses estão na Tabela 5, conforme a classificação sugerida por Lepage (1986) na Tabela 1.

Tabela 5 – Classificação média do índice de deterioração em diferentes posições durante as avaliações.

Avaliação	Mourões Tratados		Mourões não tratados	
	Região		Região	
	T	I	T	I
1	100	100	100	94
2	100	98	100	94
3	100	96	100	82
4	100	96	100	56

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

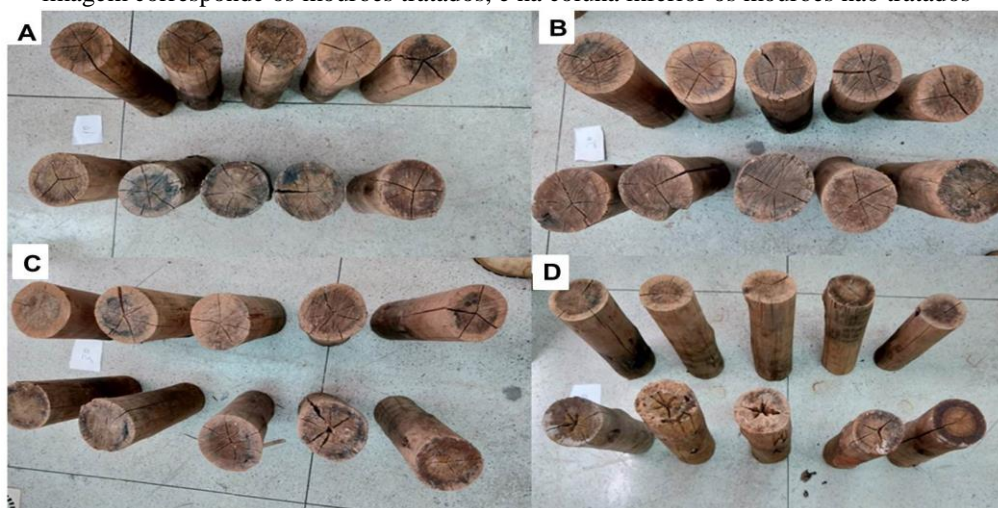
Topo (T); Inferior (I).

Nas amostras de mourões tratados, observa-se que o índice de deterioração visual médio nas regiões durante as avaliações foi superior a 90 (Tabela 5), indicando uma baixa deterioração e classificação de sadio a levemente atacadas, conforme classificação definida por Lepage (1986), descrita na Tabela 1.

Por outro lado, menores valores de ID foram observados nas amostras mourões não tratados (Tabela 5) na posição inferior dos mourões, com deterioração de moderada a intensa. Quintilhan et al., (2018), avaliando a deterioração de madeiras tratada e não tratada de *Corymbia citriodora*, *Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus grandis*, e *Eucalyptus camaldulensis*, ao longo de 12 meses, em diferentes posições, em ensaio de campo verificaram que o ID para as madeiras tratadas foi superior as não tratadas nas diferentes posições, mesma tendência observada no presente estudo.

As amostras dos mourões tratados e não tratados nas porções inferiores, ou seja, em contato com o solo, após as avaliações em campo podem ser visualizadas na Figura 3, e a região sem contato com o solo podem ser vistas na Figura 4.

Figura 3 - Avaliação visual dos mourões na região inferior (região com contato no solo) ao fim de 12 meses de ensaio. Sendo avaliação 1 (A), avaliação 2 (B), avaliação 3 (C), avaliação 4 (D). A coluna superior de cada imagem corresponde os mourões tratados, e na coluna inferior os mourões não tratados



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Na Figura 3 observa-se que mesmo aumentando o tempo de exposição dos mourões tratados, houve pouca variação na sua deterioração, comprovando o ganho de durabilidade após tratamento preservativo.

Figura 4 - Avaliação visual dos mourões na região do topo (região sem contato direto com o solo) ao fim de 12 meses de ensaio. Sendo avaliação 1 (A), avaliação 2 (B), avaliação 3 (C), avaliação 4 (D). A coluna superior de cada imagem corresponde os mourões tratados, e na coluna inferior os mourões não tratados



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Após avaliação do índice de deterioração nas posições dos mourões, em ensaio de campo, conforme visto na tabela 5 e Figuras 3 e 4, foi possível observar que a deterioração está ligada diretamente com a região de maior contato com o solo, principalmente nas madeiras não tratadas.

Quintilhan (2017) avaliando a durabilidade da madeira tratada e não tratada de *Eucalyptus* e *Corymbia* em ensaio de campo por 12 meses, afirmou que a deterioração está ligada diretamente ao maior contato com o solo, principalmente para as madeiras não tratadas, mesma tendência observada no presente estudo. O solo é um dos meios em que se é encontrado maior desenvolvimento de organismos xilófagos, devido a retenção de umidade e sua composição ser em parte, por matéria orgânica, (MELO et al., 2010; CARVALHO et al., 2016).

4.3 Perda de Massa

Os valores da perda de massa (PM) verificados nos mourões tratados e não tratados avaliados em ensaio de campo a cada três meses podem ser encontrados na (Tabela 6), conforme norma D-2017 da American Society for Testing and Materials.

Tabela 6 – Perda de massa média (%) dos mourões tratados e não tratados, em cada avaliação

Avaliação	Mourões Tratados	Mourões não tratados
1	0,51 (0,09) A a	0,70 (0,08) A b
2	0,81 (0,11) B a	3,23 (0,91) B b
3	1,11 (0,14) C a	10,01 (0,96) C b
4	1,29 (0,18) C a	19,61 (1,40) D b

Os valores em parênteses correspondem os desvios. Médias seguidas na vertical, pela mesma letra maiúscula ou na horizontal, pela mesma letra minúscula, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 6, nas quatro avaliações realizadas, verificou-se que para os mourões tratados, as perdas de massas após três, seis e nove meses são estatisticamente diferentes. Já após nove e doze meses não foram verificadas diferenças estatística significativa. Já para os mourões sem tratamento preservativo, as quatro avaliações diferem entre si.

Após o período do ensaio, ou seja, após a quarta avaliação, os mourões tratados obtiveram uma massa residual de 98,71%, classificadas como altamente resistente. Já os mourões que não receberam tratamento preservativo, obtiveram após o período de um ano uma massa residual de 80,39%, os quais são classificados ainda como resistentes, conforme Tabela 2.

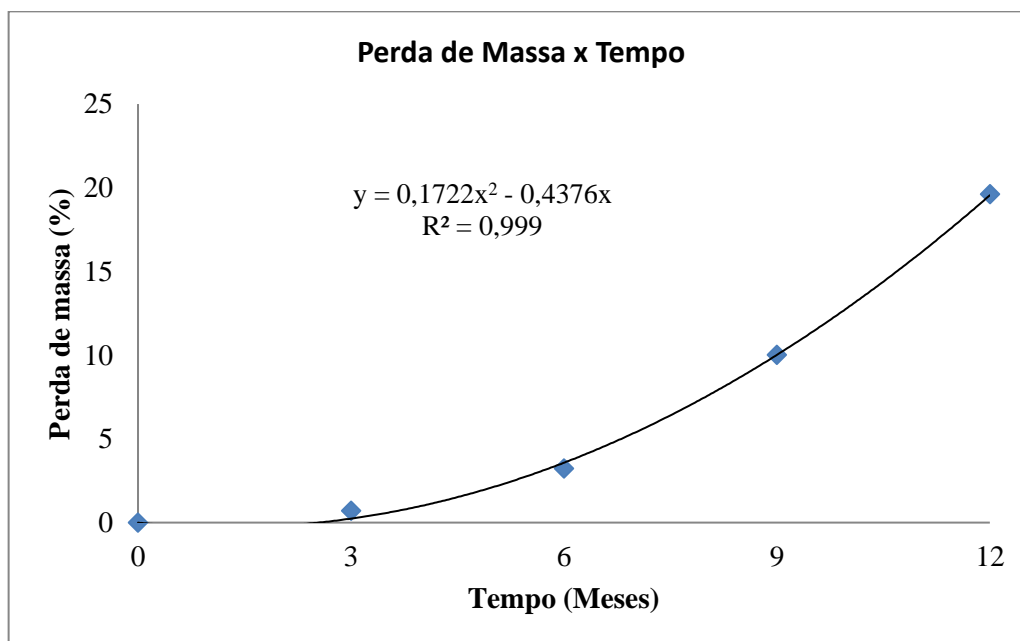
Quintilhan (2017) avaliando a durabilidade da madeira tratada e não tratada de *Eucalyptus e Corymbia* em ensaio de campo durante 12 meses, constatou que a perda de massa em função do tempo (4, 8 e 12 meses) para as madeiras tratadas mostrou-se baixa e similar ao longo do experimento. Ainda segundo o autor, como o cerne geralmente possui durabilidade natural, devido às substâncias encontradas em sua região, sendo assim, grandes aumentos de perda de massa não são esperados em curtos períodos de tempo. A região do alburno preservado possui garantia de ao menos 15 anos de durabilidade (MONTANA, 2012).

Para os mourões não tratados (Tabela 6) verificou-se significância na perda de massa, em todas as avaliações. Vivian et al., (2014) afirmam que a madeira é susceptível a intempéries bióticos, como micro-organismos (bactérias e fungos), insetos (térmitas e coleópteros) e abióticos como exposição a luz solar, diferentes períodos de pluviosidade e temperaturas. Quintilhan (2017) em seus estudos verificou que a maior ocorrência de cupins justificava a perda de massa das madeiras não tratadas ao decorrer do tempo, resultado semelhante foi encontrado como observado na Tabela 6 e Figura 5.

Melo et al. (2010) em seus estudos geraram equações para estimar o percentual de perda de massa em função do tempo para as amostras que permaneceram em ensaio de campo.

Na Figura 5, está apresentada a curva de regressão entre a perda de massa em função do tempo de ensaio de campo dos mourões não tratados.

Figura 5 – Regressão da perda de massa dos mourões não tratados em função do tempo em que as amostras permaneceram em ensaio de campo.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

A partir da equação expressa no gráfico da Figura 5 foi avaliado a relação polinomial entre duas variáveis: perda de massa (%) e tempo em (meses), a qual apresentou um elevado coeficiente de correlação, que foi de 0,999, podendo-se estimar a perda de massa em função do tempo neste período do estudo, que foi de um ano.

A perda de massa pode ter ocorrido também em razão da alta umidade e temperatura durante todo o período do ensaio de campo (Tabela 7). Araújo et al. (2012) afirmaram que condições tropicais, de alta umidade e elevada temperatura, favoreceram maior perda de massa de madeiras não tratadas.

Tabela 7 - Valores do Número de Dias (D), Temperatura Média (°C), Precipitação total (mm) e Umidade Relativa Média (%), no período de cada avaliação.

	Período	Número de Dias (D)	Temperatura (°C)	Precipitação (mm)	Umidade Relativa (%)
Avaliação 1	30/11/ 2019 à 29/02/2020	91	23,1	597,4	79,3
Avaliação 2	29/02/2020 à 30/05/2020	91	20,9	557	81,1
Avaliação 3	30/05/2020 à 29/08/2020	91	17,8	42	75,6

Avaliação 4	30/08/2020 à 30/11/2020	92	21,6	287	71,8
Totais		365	20,9	1483,4	77,0

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)

4.4 Grau de Degradação por Organismos Xilófagos

A avaliação quanto ao grau de degradação por organismos xilófagos (Tabela 8), foi feita conforme a classificação definida por Lepage (1970), descrita na Tabela 3.

Tabela 8 - Classificação média do grau de degradação por organismos xilófagos durante as avaliações

Avaliação	Tratados	Não Tratados
1	10	9,6
2	10	9
3	10	8,2
4	10	6

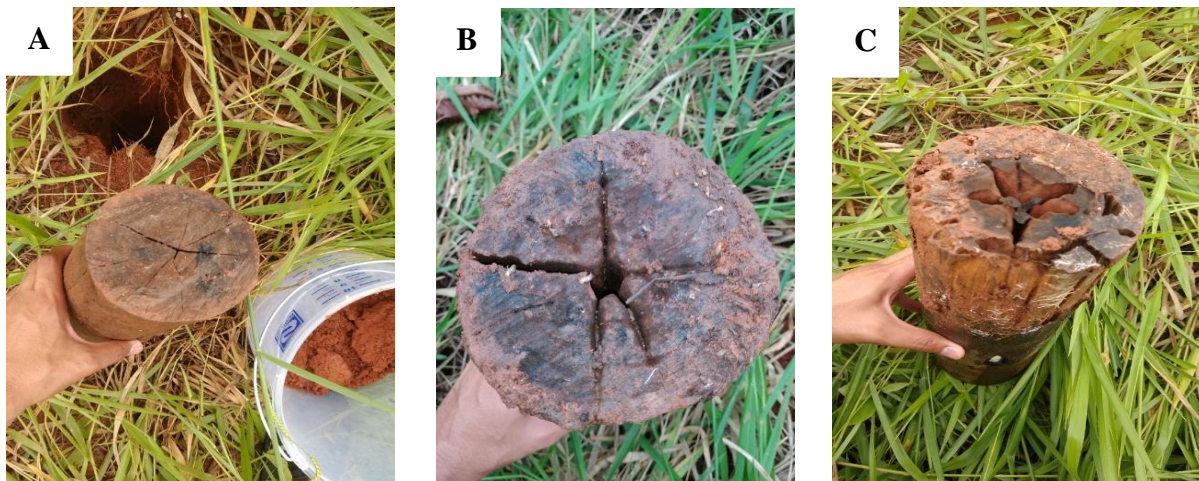
Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Para o grau de degradação por organismos xilófagos, observa-se nota média de 10 (Tabela 5), durante as avaliações, indicando que os mourões tratados foram considerados sadios visivelmente, conforme classificação definida por Lepage (1970). Por outro lado, menores notas médias foram observadas para as amostras de mourões não tratados.

De acordo com Paes (2002), devido à baixa densidade e durabilidade natural dos mourões sem tratamento preservativo, eles são rapidamente infestados e degradados por fungos e cupins. Vivian et al. (2014) apontam que temperaturas entre 5 °C e 35 °C são as mais propícias para o desenvolvimento da maior parte dos microrganismos, sendo essa faixa ocorrida durante todo o período do ensaio de campo (Tabela 4).

Com o intuito de exemplificar o grau de degradação por organismos xilófagos em relação ao tempo de exposição dos mourões no ensaio de campo, são mostradas, na Figura 6, uma estaca tratada (A) após 12 meses (quarta avaliação), uma estaca não tratada (B) após 9 meses (segunda avaliação), outra estaca não tratada (C) após 12 meses (quarta avaliação).

Figura 6 – Mourões de *Eucalyptus cloeziana* ensaio de durabilidade no campo: (A) tratada com CCA, após 12 meses de implantação; (B) não tratada, após 9 meses de implantação; (C) não tratada, após 12 meses de implantação.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Como observado nas Figura 6, é notório o ataque de cupins nos mourões durante as avaliações devido a formação de galerias e a estrutura da madeira deteriorada. De acordo com Moreschi (2005) os cupins subterrâneos possuem a característica de melhor se desenvolverem em locais mais úmidos, com temperaturas altas e grande quantidade de alimento disponível, como madeiras em contato com o solo. Tais condições são as encontradas no presente trabalho (Tabela 7).

5 CONCLUSÕES

A perda de massa dos mourões tratados após o período de ensaio foi de 1,29%, enquanto que para os mourões sem tratamentos foi de 19,61%.

Apesar de um curto período de análise, observaram-se resultados promissores em relação à durabilidade da madeira de eucalipto tratada com CCA, apontando para a viabilidade técnica de seu uso em substituição às espécies tradicionais nativas.

Portanto, o tratamento preservativo com CCA mostrou-se eficiente no aumento da durabilidade de mourões de *Eucalyptus cloeziana* F.Muell, no período do estudo em questão.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA DE NOTÍCIAS DO IBGE. **PEVS 2013: silvicultura e extrativismo produzem R\$ 18,7 bilhões.** 2014. Disponível em: < <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/22620-pevs-2017-producao-da-silvicultura-e-da-extracao-vegetal-chega-a-r-19-1-bilhoes-e-cresce-3-4-em-relacao-a-2016> >. Acesso em: 28 jul. 2019.

ALMEIDA, F.D.; XAVIER, A.; DIAS, J.M.M.; PAIVA, H.N. Eficiência das auxinas (AIB e ANA) no enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 455-463, 2007.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM D-2017, **Standard test method of accelerated laboratory test of natural decay resistance of wood.** Annual book of ASTM Standards, Philadelphia, v.0410, p.324-28, 1994.

ARAUJO, H. J. B. D.; MAGALHÃES, W. L. E.; OLIVEIRA, L. C. D. Durabilidade de madeira de eucalipto citriodora (*Corymbia citriodora* (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson) tratada com CCA em ambiente amazônico. *Acta Amazonica*, v.42, n.1, p.49-58, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Peças roliças preservadas de eucalipto para construções rurais – Requisitos: ABNT 9480.** 2. Ed. Rio de Janeiro, 2009. 12p.

BENDSTEN, B. A. Properties of wood from improved and intensively managed trees. **Forest Products Journal**, v. 28, p. 61-72, 1978.

BORGES, Mariley Gonçalves; LEITE, Marcos Esdras; LEITE, Manoel Reinaldo. Mapeamento do eucalipto no estado de Minas Gerais utilizando o sensor modis. **Espaço Aberto**, v. 8, n. 1, p. 53-70, 2018.

BRITO L. D. **Patologia em estruturas de madeira: metodologia de inspeção e técnicas de reabilitação.** 2004. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Engenharia Civil – Estruturas) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. p. 502, 2014.

BRITO, L. D.; CALIL JR., C. Manual de projeto e construção de estruturas com peças roliças de madeira de reflorestamento. **Cadernos de Engenharia de Estruturas**, São Carlos, v. 12, n. 56, p. 57-77, 2010.

CADEMARTORI, P.H.G.; SANTOS, P.S.B.; SERRANO, L.; LABIDI, J.; GATTO, D.A. Effect of thermal treatment on physicochemical properties of Gympie messmate wood. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v. 45, p.360-366, 2013.

CARBALLEIRA LOPEZ, G. A. C., MILANO, S. **Avaliação de durabilidade natural da madeira e de produtos usados na sua proteção**. In: LEPAGE, E. S. (Coord.). Manual de preservação da madeira. São Paulo: IPT, v. 2, p. 473-521, 1986.

CARVALHO, HÉFER JOÁS OLIVEIRA. **Desenvolvimento de metodologia para homogeneização de coloração de madeira de cerne e alburno de *Eucalyptus grandis***. 2011.

CASTRO, VINICIUS GOMES DE. Deterioração e preservação da madeira / Organizadores, Vinicius Gomes de Castro, Pompeu Paes Guimarães, Autores, Vinicius Gomes de Castro et al. — Mossoró: Ed, **UFERSA**, 2018. 213p.

CORREIA, A. C. G.; SANTANA, R. C.; OLIVEIRA, L. R.; TITON, M.; ATAIDE, G. M.; LEITE, F. P. **Volume de substrato e idade: influência no desempenho de mudas clonais de eucalipto após replantio**. *Cerne*, v. 19, n. 2, p. 185-191, 2013. Disponível em: . Acesso em 29 set. 2020

COSTA E SILVA, C. M. O. **Avaliação da resistência ao fogo de produtos de construção**. 2010. 133f. Dissertação (Mestrado). Universidade de Aveiro, 2010. 133p.

COSTA, A.F., VALE, A.T., GONÇALEZ, J.C., SOUZA, F.D.M. Durabilidade de madeiras tratadas e não tratadas em campo de apodrecimento. **Floresta e Ambiente**, v. 12, n. 1, p. 7-14, 2005.

COSTA, A.F. 2003. **Processos práticos de tratamento de madeiras para o meio rural**. UnB, Brasília, Brasil. 26 p.

COOKSON, L. J. The preservation of eucalypts. In: CONFERENCE OF THE FUTURE OF EUCALYPTS FOR WOOD PRODUCTS 1., 2000, Launceston. **Proceedings...** Launceston: 2000. P.248-85.

FARIA, W. S. et al. **Avaliação das propriedades físico-mecânicas da madeira de *Eucalyptus camaldulensis* tratado e não tratado com preservativo.** *Enciclopédia Biosfera*, v. 11, n. 21, p. 287-293, 2015.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v.35, p.1039-1042, 2011.

FLORIAN, A. Principais agentes deterioradores da madeira. **Revista da Madeira**, n. 134.

GALLIO, Ezequiel et al . Caracterização tecnológica da madeira de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 15, n. 3, p. 244-250, 2016.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **IBÁ 2017**. São Paulo, 2017. Relatório IBÁ 2017 relativo a 2016. Disponível em: <http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2017.pdf>. Acesso em: jul. 2019

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2018-09/ibge-brasil-tem-985-milhoes-de-hectares-de-florestas-plantadas>. Acesso em: jul. 2019

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da extração vegetal e da silvicultura, v. 31, p. 1–55, 2016.

KLOCK, UMBERTO et al. **Química da madeira**. Curitiba: UFPR, v. 3, 2005.

LIMA, J. T.; COSTA-LEONARDO, A. M. Recursos alimentares explorados pelos cupins (Insecta: Isoptera). **Biota Neotropica**, v. 7, n.2, p. 243-250, 2007.

MENDES, A. S.; ALVES, M. V. S. A degradação da madeira e sua preservação. Brasília: IBDF/LPF, 1988. 57 p.

LOPES, Dercílio Junior Verly et al. Influências do Diâmetro e Umidade da Madeira na Qualidade do Tratamento Preservativo. **Floresta Ambient.**, Seropédica, v. 24, e20160207, 2017. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S217980872017000100187&lng=en&nrm=iso>. access on 24 Mar. 2021. Epub Sep 12, 2017.

MOUTINHO, Victor Hugo Pereira. **Influência da variabilidade dimensional e da densidade da madeira de *Eucalyptus* sp. E *Corymbia* sp. Na qualidade do carvão.** 2011. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

NASSUR, O.A.C. **Variabilidade das propriedades tecnológicas da madeira de *Toona ciliata* M. Roem. com dezoito anos de idade.** 2010. 84f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia da madeira, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

OLIVEIRA, José Tarcísio de; TOMASELLO, Mário; SILVA, José de Castro. Resistência natural da madeira de sete espécies de eucalipto ao apodrecimento. **Revista Árvore**, v. 29, n. 6, p. 993-998, 2005.

OLIVEIRA, Leandro Silva de. **Propagação de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell.** 2014. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

OLIVEIRA, A. M.F. et al. **Agentes destruidores da madeira.** In: Manual de Preservação de Madeiras. São Paulo: 1986, p. 99-275.

OLIVEIRA, J. T. S. 1997. **Caracterização da madeira de eucalipto para a construção civil.** Tese Doutorado. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

OLIVEIRA, José Tarcísio da Silva; PAES, Juarez Benigno; VIDAURRE, Graziela Baptista. Resistência biológica da madeira de espécies de Eucalipto ao ataque de cupim de madeira seca. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 45, n. 113, p. 145-150, Mar. 2017.

PAES, J.B.; VITAL, B.R. Resistência natural da madeira de cinco espécies de eucalipto a cupins subterrâneos em testes de laboratório. **Rev. Árvore**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 1-6, 2000.

PAES, Juarez Benigno; MEDEIROS NETO, Pedro Nicó de; LIMA, Carlos Roberto de; FREITAS, Maria de Fátima de; DINIZ, Carlos Estevam Franco. **Efeito dos extrativos e cinzas na resistência natural de quatro madeiras a cupins xilófagos**. **Cerne**, Lavras, v. 19, n. 3, p. 399-405, Jul./Set. 2013.

PAES, J. B.; MELO, R. R.; LIMA, C. R.; OLIVEIRA, E. Resistência natural de sete madeiras ao cupim subterrâneo (*Nasutitermes corniger* Motsch.) em ensaio de preferência alimentar. **Rev. Bras. Ciênc. Agrár.** Recife, v.2, n.1, p.57-62, 2007.

RODRIGUES, Rodrigo Bastos et al. **Eficiência de Preservativos e Durabilidade Natural de *Eucalyptus pellita*, *Eucalyptus urophylla* e *Corymbia citriodora* a Organismos Xilófagos**. 2011.

SANTOS, Iris Dias. **Influência dos teores de lignina, holocelulose e extrativos na densidade básica e na contração da madeira e no rendimento e densidade do carvão vegetal de cinco espécies lenhosas do cerrado**. 2008.

SILVA, J. de C. Preservantes: Madeira preservada e seus conceitos. **Revista da Madeira**. Edição n, 2007.

SJÖSTRÖM, E.; ALÉN, R. Analytical methods in wood chemistry, pulping, and papermaking. Berlin: Springer. Germany, 1998. 316p.

VIVIAN, Magnos Alan et al. Resistência biológica da madeira tratada de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus cloeziana* a fungos apodrecedores em ensaios de laboratório. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 1, p. 175-183, 2015.

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**, Colombo, v. 34, n. 80, p. 425-433, 2014.

VIVIAN, M.A. **Resistência biológica da madeira tratada de Eucalyptus cloeziana em ensaios de laboratório e campo**. 2011, 104f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestais) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil.

TREVISAN, H. **Degradação natural de toras e sua influência nas propriedades físicas e mecânicas da madeira de cinco espécies florestais**. 2006. 56p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto Florestas, Rio de Janeiro, 2006.

TREVISAN, H.; DE NADAI, J.; LUNZ, A. M.; CARVALHO, A. G. Ocorrência de térmitas subterrâneas (isoptera: rhinotermitidae e termitidae) e durabilidade natural da madeira de cinco espécies florestais. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 13, n. 2,. p.153-158, 2003.

TREVISAN, H.; MARQUES, F. M. T.; CARVALHO, A. G. de. Degradação Natural de Toras de Cinco Espécies Florestais em dois Ambientes. **Rev. Floresta**, Curitiba, PR, v. 38, n. 1, jan./mar 2008.

TRUEMAN, S.J.; MCMAHON, T.V.; BRISTOW, M. Production of Eucalyptus cloeziana cuttings in response to stock plant temperature. **Journal of Tropical Forest Science**, Kuala Lumpur, v. 25, n. 1, p. 60–69, 2013.