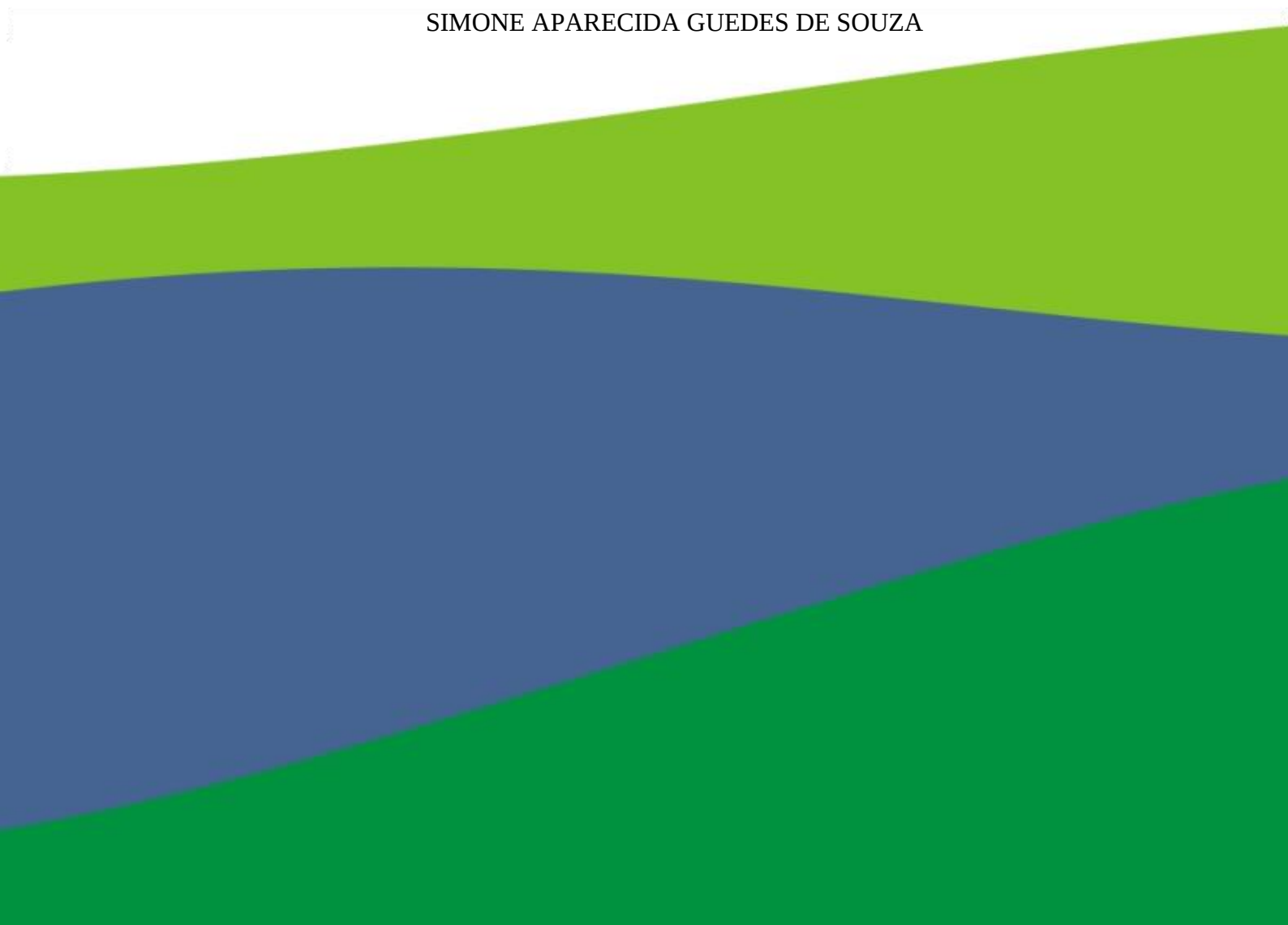


TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ENGENHARIA FLORESTAL

**RESISTÊNCIA NATURAL DA MADEIRA DE ESPECIES NATIVAS AO
ATAQUE DO CUPIM *Nasutitermes* sp.**

SIMONE APARECIDA GUEDES DE SOUZA



Simone Aparecida Guedes de Souza

**RESISTÊNCIA NATURAL DA MADEIRA DE ESPECIES NATIVAS AO ATAQUE
DO CUPIM *Nasutitermes* sp.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial, para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Edy Eime Pereira Barauna

Montes Claros

Instituto de Ciências Agrárias- UFMG

2023



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COLEGIADO DO CURSO DE GRADUAÇÃO
EM ENGENHARIA FLORESTAL

ATA DE DEFESA DE MONOGRAFIA / TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (TCC)

Aos 01 dias do mês de novembro de 2023, às 09h00min, a estudante Simone Aparecida Guedes de Souza, matrícula 2018042216, defendeu o Trabalho intitulado "Resistência Natural da Madeira de Espécies Nativas ao Ataque do Cupim *Nasutitermes* sp." tendo obtido a média (95) noventa e cinco.

Participaram da banca examinadora os abaixo indicados, que, por nada mais terem a declarar; assinam eletronicamente a presente ata.

Nota: 95 (noventa e cinco)

Orientador(a): Edy Eime Pereira Barauna

Nota: 95 (noventa e cinco)

Examinador(a): Letícia Renata de Carvalho

Nota: 95 (noventa e cinco)

Examinador(a): Stanley Schettino



Documento assinado eletronicamente por **Edy Eime Pereira Barauna, Presidente**, em 01/11/2023, às 11:51, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Stanley Schettino, Professor do Magistério Superior**, em 01/11/2023, às 13:13, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Letícia Renata de Carvalho, Professora do Magistério Superior**, em 01/11/2023, às 16:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2738974** e o código CRC **A2EE5D97**.

Este documento deve ser editado apenas pelo Orientador e deve ser assinado eletronicamente por todos os membros da banca.

Referência: Processo nº 23072.264752/2023-53

SEI nº 2738974

AGRADECIMENTOS

A Deus e a Nossa Senhora por me guiar, ser meu sustento nesta caminhada, me concedendo forças para persistir...

Aos meus pais, Cleide e Antônio, por todos os ensinamos, valores, esforço e amor.

A Betânia e Cassiano, por abrir as portas e o coração a mim, sendo fundamentais nessa jornada.

Ao meu namorado, Tarcísio por todo incentivo, companheirismo, ajuda, paciência e amor.

A Mônica e Hélio que me ajudaram, acreditaram, e torceram para tal conquista.

Aos meus amigos, em especial Tayná, Glenda e Rafael pela amizade, ajuda e bons momentos juntos.

Aos amigos Carla e Farley, por todo cuidado e amizade.

Aos meus chefes Sara, Juliana, Deivison e Gracielle, por todo ensinamento, incentivo e amizade.

Ao meu orientador Edy Baraúna, por todo ensinamento, paciência e auxílio.

A todos os membros do Laboratório de Tecnologia da Madeira, por todo auxílio.

Ao Inventário Nacional de Minas Gerais pelo material concedido.

A todos os professores e funcionários do Instituto de Ciências Agrárias- UFMG.

A todos os meus familiares e amigos, que de alguma forma contribuíram para esta realização.

RESUMO

A resistência presente na madeira refere-se à capacidade de resistir ao ataque de agentes biológicos, físicos e químicos. Dentre os agentes biológicos de grande relevância, destacam-se os cupins, que são capazes de provocar grandes prejuízos econômicos ao produtor e consumidor. Os cupins são insetos que se alimentam da celulose, desencadeiam a deterioração da madeira, formando galerias no interior da peça, deixando-as frágeis e quebradiças, como exemplo o cupim do gênero *Nasutitermes* sp. O objetivo do estudo foi avaliar a resistência natural da madeira de *Machaerium amplum* Benth, *Dalbergia nigra* e *Magonia pubescens* A. St.-Hil ao ataque do cupim *Nasutitermes* sp., associando a resistência a degradação ou não aos teores de extrativos e densidade da madeira. Para isso amostras de madeira foram submetidas ao contato com os cupins *Nasutitermes* sp. por 30 dias, em ensaio de alimentação forçada em laboratório com umidade relativa e temperatura controlada. Além disso, foi obtido o teor de extrativo em aparelho tipo Soxhlet, nos solventes tolueno e álcool e posteriormente em água destilada. A densidade anidra foi calculada pela relação entre a massa seca a temperatura de 105° C em estufa e, o volume dessas amostras, obtido com auxílio de paquímetro de precisão. Os resultados indicaram que a espécie *D. nigra* apresentou resistência ao ataque do cupim e maior teor de extrativo. A perda de massa foi mais acentuada na espécie *M. amplum* e apresentou o menor teor de extrativo. Ambas as espécies apresentaram correlação negativa significativa entre a perda de massa e extrativo, exceto para densidade. Além disso, ao final deste estudo as espécies *M. amplum*, e *M. pubescens* apresentaram 100% de mortalidade dos cupins e a *D. nigra* 40%.

Palavras chaves: Deterioração da madeira; densidade; extrativo; madeira; perda de massa e resistência.

ABSTRACT

The resistance present in wood refers to the ability to resist attack from biological, physical and chemical agents. Among the biological agents of great relevance, termites stand out, which are capable of causing great economic losses to producers and consumers. Termites are insects that feed on cellulose, triggering the deterioration of wood, forming galleries inside the piece, leaving them fragile and brittle, such as the termite of the genus *Nasutitermes* sp. The objective of the study was to evaluate the natural resistance of *Machaerium amplum* Benth, *Dalbergia nigra* and *Magonia pubescens* A. St.-Hil wood to attack by the termite *Nasutitermes* sp., associating resistance to degradation or not to the extractive content and density of the wood. To this end, wood samples were subjected to contact with the termites *Nasutitermes* sp. for 30 days, in a forced feeding test in a laboratory with relative humidity and controlled temperature. Furthermore, the extractive content was obtained in a Soxhlet-type apparatus, in the solvents toluene and alcohol and later in distilled water. The anhydrous density was calculated by the relationship between the dry mass at a temperature of 105° C in an oven and the volume of these samples, obtained with the aid of a precision caliper. The results indicated that the species *D. nigra* presented resistance to termite attack and a higher extractive content. The mass loss was more pronounced in the species *M. amplum* and had a lower extractive content. Both species showed a significant negative correlation between mass loss and extractives, except for density. Furthermore, at the end of this study the species *M. amplum* and *M. pubescens* showed 100% termite mortality and *D. nigra* 40%.

Keywords: Wood deterioration; density; extractive; wood; loss of mass and resistance.

LISTA DE ILUSTRAÇÃO

Figura 1- Mortalidade média de <i>Nasutitermes</i> sp em contato com as espécies nativas em estudo.....	23
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores médios de perda de massa (%), densidade (g cm⁻³) e teor de extrativos (%) das espécies nativas submetidas ao ataque *Nasutitermes* sp. 20

Tabela 2 - Correlações entre perda de massa (%), densidade (g cm⁻³) e teor de extrativos das espécies nativas submetidas ao ataque *Nasutitermes* sp. 22

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 OBJETIVO.....	12
2.1 Objetivo geral.....	12
2.2 Objetivo específico.....	12
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
3.1 Espécies florestais em estudo.....	12
3.1.1 <i>Magonia pubescens</i> A. St.-Hil.....	12
3.1.2 <i>Machaerium amplum</i> Benth.....	13
3.1.3 <i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemão ex Benth.....	13
3.2 Bioma cerrado.....	14
3.3 Resistência natural da madeira à xilófagos.....	15
3.3.4 Cupins: <i>Nasutitermes</i> sp.....	15
3.4 Substâncias de baixo peso molecular.....	16
3.4.1 Extrativos.....	16
3.5 Aspectos físicos.....	17
3.5.1 Densidade da madeira.....	17
4 METODOLOGIA.....	17
4.1 Coleta das árvores e confecção das amostras.....	17
4.2 Coleta da colônia e captura dos cupins.....	17
4.3 Ensaio de alimentação forçada.....	18
4.4 Determinação do teor de extrativos.....	18
4.5 Densidade da madeira.....	19
4.6 Análise dos resultados.....	20
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	20
6 CONCLUSÃO.....	24
7 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	24

1 INTRODUÇÃO

As florestas nativas brasileiras apresentam alta capacidade de exploração de forma sustentável, gerando ganhos econômicos, sociais e ambientais. Os materiais oriundos de áreas nativas são fortemente utilizados na produção de fármacos, extração de resinas, óleos e gomas, uso decorativo, na construção civil e até mesmo madeireiro (IBGE, 2020; BRAINER, 2021). Dentre as vastas áreas florestais brasileiras, destaca-se o cerrado, que é composto por diferentes formações de vegetação, como savanas, campos, florestas e veredas, abrigando uma grande riqueza de espécies (FERNANDES et al, 2016a).

Dentre as espécies de ocorrência no Brasil, destaca-se as espécies *Machaerium amplum* Benth e *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth pertencem à família Fabaceae ou também chamada de Leguminosae, apresentam uma grande importância econômica e ecológica com espécies que ocorrem em diferentes condições edafoclimáticas do Brasil, estando espalhadas por todos os biomas e regiões (LEWIS, 1987; SOUZA & LORENZI, 2005; FLORA DO BRASIL, 2020). Já a espécie *Magonia pubescens* A. St.-Hil pertence à família Sapindaceae, que está distribuída pelos biomas do país com espécies de ocorrência em diferentes vegetações e climas, principalmente em áreas mais tropicais e subtropicais (FLORA DO BRASIL, 2020; ACEVEDO-RODRÍGUEZ et al., 2011). Ambas as espécies são nativas do Brasil e não endêmicas (FLORA DO BRASIL, 2020).

A madeira dispõe de uma resistência natural, ou seja, a capacidade de resistir ao ataque de agentes biológicos, físicos e químicos, sendo que tal capacidade varia de cada espécie (PAES, 2002; VIVIAN et al., 2020). Tais agentes deterioradores, como bactérias, fungos e cupins realizam sua atividade natural, e apresentam sua importância ambiental, como por exemplo com a disponibilidade de novos materiais ao solo. Porém, também promovem a degradação da madeira, causando grandes prejuízos econômicos ao produtor e consumidor, com a destruição da matéria prima (MORESCHI, 2013).

Os cupins são insetos que se alimentam da celulose, desencadeando a deterioração da madeira, gerando assim galerias no interior da peça, deixando-as frágeis e quebradiças, como exemplo o cupim do gênero *Nasutitermes* sp. (BERTI FILHO et al., 1993; MORESCHI, 2013). Os cupins provocam grandes danos em madeiras de áreas urbanas e rurais, provocam elevada perda de volume na madeira, e gera prejuízos econômicos em madeiras em serviço, sendo considerado uma das piores pragas da madeira (BERTI FILHO et al., 1993; RIBEIRO et al., 2014a; BATISTA, 2020).

Dessa forma, o conhecimento sobre a resistência natural da madeira ao ataque de agentes biológicos é uma importante ferramenta na determinação da finalidade que será destinada à madeira (ALVES et al. 2006). Além disso, a resistência e durabilidade das madeiras está relacionada com os componentes químicos e físicos, dentre os quais se incluem os extrativos e a densidade (BATISTA et al., 2020; MORESCHI, 2012).

Diante das informações supracitadas, é fundamental que estudos sejam realizados sobre a resistência natural das espécies nativas do cerrado ao ataque de agentes xilófagos, mais precisamente os cupins subterrâneos.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

Avaliar a resistência natural de três madeiras nativas ao ataque do cupim *Nasutitermes* sp.

2.2 Objetivo específico

- Estimar a perda de massa, os teores de extrativos e densidade na madeira;
- Verificar a correlação entre perda de massa com os teores de extrativos e densidade;
- Avaliar a mortalidade dos cupins.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Espécies florestais em estudo

3.1.1 *Magonia pubescens* A. St.-Hil

Magonia pubescens A. St.-Hil pertence à família Sapindaceae, conhecida popularmente por tingui (GORIN et al., 1996; OLIVEIRA et al., 2019). É uma espécie nativa do Brasil, não endêmica, que apresenta ocorrência principalmente em três domínios fitogeográficos brasileiros, Amazônia, Caatinga e Cerrado, sendo as principais vegetações o Cerrado (*lato sensu*) e as florestas estacionais semidecíduais (FERRUCCI & SOMNER, 2020). Além disso, é considerada uma espécie pioneira, adaptada a solos fracos e secos, mas com boa drenagem,

além de ser uma espécie decídua, ou seja, perde suas folhas em determinados períodos do ano, bem como é uma espécie do tipo seletiva xerófita (MACEDO et al. 2009; LORENZI, 1992; CARVALHO, 2010; OLIVEIRA et al., 2019).

O tingui possui altura que pode variar de 4 a 12 m, suas folhas apresentam uma distribuição alternada, composta, do tipo paripinada, que apresentam um folíolo terminal rudimentar. Seus frutos são do tipo cápsula, grandes e com formato globoso, e em seu interior possui grande número de sementes aladas (FERNANDES et al., 2008; SILVA, 2011; FERRUCCI & SOMNER, 2020). Sua madeira de textura média, tronco tortuoso, com ritidoma variando de liso a rugoso e coloração acinzentada. Sua madeira pode ser utilizada para construção civil, para fabricação de portas, caibros, janelas, ripas, além disso sua casca apresenta alta capacidade medicinal (CARVALHO, 2010). A floração ocorre nos meses de agosto a setembro, com frutificação de agosto a setembro, sendo que ocorre quase simultaneamente a nova florada com a maturação dos frutos (LORENZI, 1992; CARVALHO, 2010).

3.1.2 *Machaerium amplum* Benth

Machaerium amplum Benth pertence à família Fabaceae, conhecida popularmente por arranha-gato ou esporão. É uma espécie nativa do Brasil, não endêmica, distribuída em quatro domínios fitogeográficos do país, Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica e Pantanal, em vegetações do tipo floresta estacional semidecidual, cerrado (*lato sensu*), savana amazônica, floresta ciliar ou galeria e vegetação sobre afloramentos rochosos (FILARDI et al., 2020; TAHIRA, 2022).

Arranha-gato é considerada um arbusto, com uma altura que pode chegar a 2 m, suas folhas são compostas, com folíolos dispostos de forma alternada e com formato oblongo/oblongo elíptico. Sua madeira apresenta um ritidoma levemente sulcado, com coloração acinzentada e com lenticelas esbranquiçadas (MARTINS, 2009; TAHIRA, 2022). A inflorescência é do tipo panícula, que ocorre nos meses de maio e junho e seus frutos são do tipo sâmara cultriforme, (POLIDO & SARTORI, 2007; FILARDI et al., 2020; TAHIRA, 2022).

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

Dalbergia nigra (Vell.) Allemão ex Benth pertence à família Fabaceae, conhecida popularmente por jacarandá-da-bahia (LIMA, 2015). Espécie nativa, endêmica do Brasil, com

ocorrência nas regiões Nordeste, Sul e Sudeste do país, principalmente no bioma Mata Atlântica, nas vegetações do tipo Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila (Floresta Pluvial) (FILARDI et al., 2020a).

O jacarandá-da-bahia é uma árvore, com altura que varia de 15 a 25 m, suas folhas são compostas do tipo pinada, com distribuição do tipo alterna, com folíolos que apresentam formato de oboval a oblongo, seus frutos são do tipo sâmaras elíptica ou oblonga e indeiscentes (LORENZI, 1992). A madeira da *D. nigra* é considerada moderadamente pesada, com ritidoma de coloração pardo-acinzentado, com muitas lenticelas, internamente apresenta uma superfície lisa, com alburno de cor branca a amarelo e cerne pardo-escuro arroxeadado (FILARDI et al., 2020a; LORENZI, 1992; CARVALHO, 2003). Sua madeira apresenta alta capacidade para utilização na fabricação de moveis de luxo, revestimentos de moveis, e na construção civil, como caibros, ripas, vigamentos, além de uso decorativo e paisagístico (CARVALHO, 2003).

A floração ocorre entre os meses de setembro a novembro, sendo que os frutos apresentam maturação de agosto a setembro. O jacarandá-da-bahia é uma espécie decídua e seletiva xerófita, encontrada em terrenos secos, pedregosos, de baixa fertilidade e em encostas de boa drenagem (LORENZI, 1992; CARVALHO, 2003; PESSANHA et al., 2022).

3.2 Bioma cerrado

O cerrado é considerado o segundo maior bioma do Brasil, cobrindo um quarto de todo o território brasileiro (ALTOFF et al., 2022). Apresenta diferentes formações de vegetação, como savanas, campos, florestas e veredas, abrigando uma grande diversidade de fauna e flora (FERNANDES et al., 2016a; LIRA-MARTINS et al., 2022). Possui um relevo de planalto antigo, com uma topografia levemente ondulada, com altitude acima de 500 m (FERNANDES, et al., 2016; FERNANDES et al., 2016a).

Os solos do cerrado, são predominantemente profundos, velhos, ácidos e de baixa fertilidade. O latossolo predomina 45,7 % da região do cerrado possui coloração variada, de acordo com seus componentes, e devido sua alta intemperização são profundos e com poucos nutrientes, (FERNANDES et al., 2016; INKOTTE et al., 2019).

As espécies presentes no cerrado brasileiro são adaptadas às diferentes condições ao longo do ano, como por exemplo: climas chuvosos no verão, secos no inverno, ocorrência de fogo natural e solos profundos, secos e de baixa fertilidade (SOUZA & LOBATO, 2004; EMBRAPA CERRADO, 2012; LIRA-MARTINS et al., 2022). Diante disso, as espécies do Cerrado apresentam um amplo desenvolvimento subterrâneo, com grandes raízes, que

trabalham na sustentação, mas principalmente na captação de água, permitindo a sobrevivência em épocas adversas (DURIGAN et al., 2011; CARVALHO, 2009).

3.3 Resistência natural da madeira à xilófagos

A resistência natural da madeira consiste na capacidade de resistir ao ataque de agentes biológicos, físicos e químicos, sendo que tal capacidade varia de cada espécie (PAES, 2002; VIVIAN et al., 2020). Tais agentes deterioradores, como bactérias, fungos, brocas e cupins realizam a degradação da madeira causando grandes prejuízos econômicos ao produtor e consumidor, com a destruição da matéria prima (MORESCHI, 2013; TOMAZELI et al., 2016).

Diante disso, o conhecimento sobre a resistência natural da madeira ao ataque de agentes biológicos é uma importante ferramenta na determinação dos compostos a serem utilizados para obter a resistência necessária para o mercado consumidor e a finalidade que será destinada à madeira (ALVES et al. 2006; BATISTA, 2020).

3.3.4 Cupins: *Nasutitermes* sp

Os cupins são insetos eussociais, pertencentes à subordem Isoptera (ordem Blattodea), dividida em duas castas, que normalmente, são os reprodutores (alguns operários e rainhas) e não reprodutores (operários e soldados) que tem como função a defesa e trabalhos nos ninhos (VARGO, 2019). São insetos que vivem em colônias, se alimentam de material vegetal, como madeira, sendo a celulose sua base alimentar, além de produtos de origem animal, como lã e couro (BRUNE & OHKUMA, 2010; GRIECO et al., 2019).

O fato de os cupins terem a celulose como seu principal alimento, gera a deterioração da madeira, promovendo sérios danos às peças e prejuízos econômicos (MORESCHI, 2013; BATISTA, 2020). Durante a degradação da madeira, são formadas no interior galerias e fora da peça os excrementos que são gerados e liberados após degradação da mesma (BERTI FILHO et al., 1993; MORESCHI, 2013).

O gênero *Nasutitermes* pertence à família Termitidae, considerada a maior família de cupins do mundo e a subfamília Nasutitermitinae (CONSTANTINO, 2002). Seus ninhos podem ser arbóreos ou na superfície do solo, normalmente em áreas de savanas, florestas, campos e áreas de cultivo agrícola (ARAÚJO, 1970; GAZAL et al., 2023). Os *Nasutitermes* apresentam ninhos fácies de serem visualizados, são grandes sobre as árvores, solo ou em partes superiores de casa com madeiras e são chamados de “cabeça-de-negro” (BERTI FILHO et al, 1993;

BANDEIRA, 1998; PIZANO et al, 1990).

Em relação a alimentação, as espécies de *Nasutitermes* sp, não são seletivas, e consomem madeira dura ou mole, seca ou úmida, trabalhada ou não, sendo assim é mais propícia a causar danos em diversos materiais (BANDEIRA, 1998; BRITO, 2021). Tais cupins são causadores de significativos danos em madeiras, consumindo madeiras de foros, telhado, portas, estando normalmente em edificações, rodeadas por árvores, uma vez que os *Nasutitermes* sp. habitam o tronco das árvores (BANDEIRA et al., 1998; COSTA-LEONARDO & RABELO, 2002).

3.4 Substâncias de baixo peso molecular

3.4.1 Extrativos

Os extrativos são compostos orgânicos, considerados componentes acidentais da madeira, ou seja, que não pertencem à parede celular (KLOCK & ANDRADE, 2013; PEDRAZZI et al., 2019). Tais compostos são chamados de extrativos devido a capacidade de serem extraídos pela água ou solúveis em solventes orgânicos neutros (HILL, 2007; GHOFrani et al., 2016; ADAMOVÁ et al., 2020). Os extrativos podem exercer diferentes funções na madeira, como: proteção contra o ataque de insetos e fungos, material de reserva, além de auxiliar na cicatrização e preenchimento de espaços vazios (PAES et al., 2016).

A localização e a maneira como os extrativos são formados varia de acordo com a espécie e a função exercida pela mesma (KLOCK & ANDRADE, 2013). Como exemplo de extrativos, tem-se os taninos, os compostos aromáticos, esteróides, ceras, terpenos e terpenóides, entre outros (BAJER et al., 2020; MARTINS & LOPEZ, 2023). Esses compostos são responsáveis por promoverem na madeira a resistência natural ao ataque de deterioradores, e, apresentação as propriedades organolépticas (ROWELL, 2005; KLOCK & ANDRADE, 2013; MARTINS & LOPEZ, 2023).

Os extrativos podem ser utilizados como preservastes da madeira, atuando como agente repelentes contra ataque de fungos, cupins, brocas e crustáceos (ONUORAH, 2000; BRAND et al., 2006). Em trabalho realizado com resina extraída da espécie *Parthenium argentatum* Gray, amostras de madeira submetidas ao ataque de cupins, não apresentaram danos (BULTMAN et al., 1991). Além disso, tais compostos podem ser utilizados em conjuntos como outras substâncias preservastes, potencializando a eficiência (BRAND et al., 2006).

3.5 Aspectos físicos

3.5.1 Densidade da madeira

Entre espécies florestais é entrado diversas densidades da madeira, tanto de árvores diferentes, quanto em diferentes regiões da mesma árvore, tal fator pode estar vinculado a composição anatômica, seu arranjo celular e condições edafoclimáticas (MELO & CAMARGO, 2016; CASTRO, 2019). A densidade é basicamente a unidade de massa por volume (g/cm^3) (CARNEIRO, 2020). Apresenta capacidade de determinar as propriedades mecânicas e físicas da madeira, bem como está diretamente ligada ao produto final madeireiro (FOELKEL et al., 1971; VITAL, 1984; CARNEIRO, 2020). Tal característica influencia na capacidade de resistência da madeira, sendo que normalmente, madeiras mais densas são mais resistentes e duras (MORESCHI, 2012).

4 METODOLOGIA

4.1 Coleta das árvores e confecção das amostras

O estudo foi conduzido no Laboratório de Tecnologia da Madeira, do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais campus Montes Claros, no norte de Minas Gerais. Foram utilizados discos diametrais das espécies *Magonia pubescens* A. St.-Hil, *Machaerium amplum* Benth e *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Bent. As espécies foram obtidas do Inventário Nacional de Minas Gerais, no qual foram coletadas nas regiões Norte, Noroeste e Centro de Minas Gerais.

Foram extraídas, dos discos diametrais, cinco amostras (repetições) com dimensões de 1,5 x 1,5 x 1,5 cm (longitudinal x radial x tangencial) de cada espécie, totalizando 15 amostras. Além das espécies supracitadas, foram utilizadas cinco amostras de madeira de *Pinus* sp., como padrão de comparação, de acordo com as recomendações da American Society for Testing and Materials (ASTM D – 3345, 2005) com modificações no tamanho das amostras. Foram mensurados a massa e o volume de cada amostra e os valores foram utilizados no cálculo da densidade da madeira e da perda de massa dos corpos de prova causada pelos cupins.

4.2 Coleta da colônia e captura dos cupins

A colônia de cupins do gênero *Nasutitermes* foi coletada no Instituto de Ciências Agrárias/ UFMG, campus Montes Claros- MG. Após a coleta, a colônia foi envolta em pedaços de papelão cortados em formato quadrangular de 20 × 20 cm, colocados no fundo de uma caixa e umedecidos com água destilada para motivar a entrada dos cupins. A caixa foi monitorada até que os cupins migrassem para o papelão. Após essa etapa, os cupins foram transferidos para um balde de 10 litros, onde foram adicionadas 20 toalhas de papel, sendo 10 folhas umedecidas com água destilada, alocadas no fundo do balde, e as outras 10 folhas secas utilizadas como revestimento (ASTM D-3345, 2005). Após o período de 6 horas, foi observado que os insetos se organizaram por entre as toalhas, para separar os mais fracos, que ficaram em cima e os mais vigorosos na parte mais úmida. Os mais vigorosos foram levados para o laboratório e utilizados no ensaio de alimentação forçada.

4.3 Ensaio de alimentação forçada

O experimento foi montado em frascos de 500 ml, lavados e esterilizados (álcool e hipoclorito de sódio (1,0%)), onde foram adicionados 200 g de areia esterilizada e água destilada, até o ponto de saturação, sendo mantidos em repouso por 12 horas (ASTM D-3345, 2005). Em cada frasco foi inserido um corpo de prova de madeira, com parte de seu comprimento inserida na areia, na lateral do recipiente e o restante ficou exposto, juntamente com $1 \text{ g} \pm 0,05 \text{ g}$ de *Nasutitermes* sp. Os frascos foram fechados com o tecido tule para impedir a fuga dos cupins e permitir a entrada de oxigênio. Os frascos ficaram durante 30 dias em sala climatizada à temperatura de $27 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ e $75\% \pm 5\%$ de umidade relativa, conforme a recomendação da ASTM D-3345 (2005) e PAES et al. (2010). As amostras eram examinadas no final da primeira e da quarta semanas, com a finalidade de verificar a presença de túneis e mortalidade dos cupins.

4.4 Determinação do teor de extrativos

Amostras das mesmas madeiras do estudo e não empregadas no experimento de alimentação forçada foram submetidas ao moinho de facas Tipo Willye e, em seguida, reduzidas em serragem. A serragem foi passada em peneira de 40 e 60 mesh e ao final utilizada a porção que ficou retida em 60 mesh. Posteriormente, as amostras foram pesadas em balança de precisão de 0,001g (TAPPI – T 204,1997).

Para o processo de obtenção dos extrativos foram empregados dois solventes: Tolueno-

álcool (2:1) (TAPPI – T 204, 1997; PEDRAZZI et al., 2019). Antes de realizar a extração, as amostras foram lavadas, adicionadas em placas de petri e submetidas ao processo de secagem em estufa a temperatura de $103 \pm 2^\circ\text{C}$ por 24 h (JANKOWSKY, 1990; DONATO, 2013) com adaptação no tempo de secagem pré-estabelecidos a 24 h. Logo após, as amostras foram mensuradas em balança de precisão de aproximadamente 2 g.

A extração foi realizada em aparelho tipo Soxhlet, onde o filtro de papel com a serragem foi colocado no extrator e lavado pelos solventes: 170 ml de tolueno- etanol (2:1), a uma temperatura, respectivamente de 60°C a 100°C durante 6 a 8 horas. Em seguida, as amostras foram secas em temperatura ambiente por 24 horas. Transcorrido esse período, as amostras foram novamente levadas ao Soxhlet e lavadas com 170 ml de água destilada de 6 a 8 horas de acordo com a Norma TAPPI – T 204 (1997) e PEDRAZZI et al. (2019) com adaptação no processo usando a água destilada. Ao término da extração, amostras de madeira livre de extrativos foram secas em temperatura ambiente por 24 horas. Após esse período, foram mensuradas em balança de 0,001g de precisão e por diferença de massa, foi determinado o teor de extrativos.

O teor de extrativos totais foi obtido segundo a equação:

$$TE (\%) = \frac{P1 - P2}{P1} * 100$$

Onde:

TE% = Teor de extrativos totais, em porcentagem;

P1 = Peso absolutamente seco da madeira com extrativos, em gramas;

P2 = Peso absolutamente seco da madeira livre de extrativos, em gramas.

4.5 Densidade da madeira

Para a determinação da densidade anidra da madeira, amostras das espécies em estudo foram submetidas a secagem em estufa por 48 horas. Em seguida as amostras (anidra) foram pesadas em balança de precisão de 0,001g, e, depois mensurado as medidas com auxílio de paquímetro de precisão para a obtenção do volume seco de cada amostra. De posse da massa seca e volume seco de cada amostra foi calculada a densidade anidra (ASTM D- 1413, 1994; Norma ABNT 11941, 2003 e MARQUES et al., 2012).

A densidade madeira foi obtida segundo a equação:

$$DA = \frac{PS}{VS}$$

Onde:

DA: Densidade Anidra (g cm^{-3})

P= Peso seco (g)

V= Volume seco (cm^3)

4.6 Análise dos resultados

Para avaliar a resistência das madeiras foram computados a perda de massa e a mortalidade dos cupins ao término do experimento. Para a avaliação do teor de extrativos foram obtidas a diferença de massa e a densidade calculada de acordo com os métodos supracitados. Foi empregado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco repetições por espécie.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk e teste de homogeneidade de Bartlett por meio do software R (R CORE TEAM 2020). Em busca de uma maior homogeneidade entre dados, os valores de perda de massa foram transformados em arcsen [raiz quadrada (perda de massa/100)] (STELL & TORRIE, 1980). Posteriormente os dados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e, quando significativo, ao teste de Tukey ($P \leq 0,05$) e Correlação de Pearson ($P \leq 0,05$) (R CORE TEAM 2020).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 1 apresenta os valores de perda de massa, densidade anidra e teor de extrativos para as madeiras avaliadas nesta pesquisa.

Tabela 1 - Valores médios de perda de massa (%), densidade (g cm^{-3}) e teor de extrativos (%) das espécies nativas submetidas ao ataque *Nasutitermes* sp.

Espécie	Perda de massa (%)	Densidade (g cm^{-3})	Teor de extrativo (%)
<i>Machaerium amplum</i> Benth	5,37 a	0,81 b	1,94 c
<i>Magonia pubescens</i> A. St.-Hil	2,26 b	0,90 a	6,09 b
<i>Pinus</i> sp	2,55 b	0,43 d	4,79 bc
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemão ex Bent	1,92 c	0,7 c	13,14 a

Médias dentro de uma coluna seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ($P = 0,05$).

Dentre as espécies nativas avaliadas, a espécie *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth apresentou a menor porcentagem de perda de massa (1,92 %), seguida da *Magonia pubescens* A. St.-Hil (2,26%) e a *Machaerium amplum* Benth, com a maior perda de massa (5,37%) (Tabela 1).

Tais resultados estão associados as características físico-químicas da madeira, como os extrativos e a densidade, conferindo resistência a mesma (PAES et al., 2007; PAES et al., 2013). Os compostos fenólicos da madeira conferem toxidez, repelência e capacidade antialimentar nos insetos xilófagos, desencadeando assim a morte dos cupins e, influenciando na perda de massa (LITTLE, 2010; HASSAN et al., 2019). Em relação a densidade, as madeiras que apresentam maiores densidades, são mais resistentes ao ataque de insetos xilófagos (STALBAUN et al., 2017).

Porém, o mesmo não foi evidenciado nesse estudo, uma vez que a espécie com maior resistência apresentou densidade mais baixa. Isso é explicado pelo fato da resistência da madeira não ser determinada apenas pela densidade, outros fatores também estão associados como cinzas, quantidade de extrativos e lignina (PAES et al., 2007; SOUZA et al., 2022). Já em relação ao *Pinus* sp., apresentou baixa perda de massa (2,55 %), isso se deve pelo hábito alimentar dos cupins *Nasutitermes*, uma vez que não apresentam contato com a madeira de *Pinus*, ocasionado o menor consumo, sendo assim, neste caso o extrativo não apresenta relação com tal resultado (SUPRIANA, 1985).

Existe uma tendência de madeiras de densidade elevada influenciar negativamente a capacidade dos cupins fragmentarem mecanicamente o material, e dificultar o consumo (menor perda de massa) (STALLBAUN et al. 2017; CAMPOS CARLOS et al., 2021). No entanto, não houve correlação significativa entre os valores de perda de massa (%) e densidade (g cm^{-3}) para as espécies em estudo (Tabela 2).

Resultados semelhantes foram obtidos com as espécies nativas da Região Semi-Árida brasileira, *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. ($0,41^{\text{ns}}$), *Croton sonderianus* Muell. Arg. ($-0,33^{\text{ns}}$), e *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth ($-0,26^{\text{ns}}$), onde estas não apresentaram correlação significativa entre perda de massa (%) e densidade da madeira (g cm^{-3}) após o ataque do cupim, *Nasutitermes corniger* (Motsch.) (PAES et al., 2007).

Isso pode ser explicado pelo fato que não se pode considerar a densidade da madeira como o único fator que influencia na resistência à atividade de cupins (de SOUZA et al., 2022; FARIAS et al., 2023). Outras propriedades físico-químicas e a interação entre estes, como o teor de extrativos, cinzas, lignina, terpenóides, quinonas e demais compostos, podem ser os responsáveis por garantir certa proteção e defesa contra o ataque de cupins (PAES et al., 2007;

de SOUZA et al., 2022).

Tabela 2 - Correlações entre perda de massa (%), densidade (g cm^{-3}) e teor de extrativos das espécies nativas submetidas ao ataque *Nasutitermes* sp.

Espécie	Perda de massa x extrativo (%)	Perda de massa (%) x densidade (g cm^{-3})
<i>Machaerium amplum</i> Benth	-0,89*	0,15 ^{ns}
<i>Magonia pubescens</i> A. St.-Hil	-0,65 ^{ns}	-0,38 ^{ns}
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) <i>Allemão ex Bent</i>	-0,93*	0,11 ^{ns}
Entre espécies	-0,94*	0,22 ^{ns}

*Significativo a 5% ($p < 0,05$); ^{ns} Não significativo a 5% ($p < 0,05$).

Os valores de perda de massa (%) das espécies *Dalbergia nigra* (Vell.) *Allemão ex Bent* e *Machaerium amplum* Benth, indicaram correlação significativa negativa entre o teor de extrativos (%), ou seja, com o incremento do teor de extrativo houve diminuição da perda de massa (Tabela 2).

Resultados semelhantes foram obtidos com *Tectona grandis* L. fil. (-0.58**), onde essa espécie apresentou correlação significativa entre perda de massa (%) e o teor de extrativos (g cm^{-3}) após o ataque do cupim subterrâneo, *Reticulitermes speratus* Kolbe (LUKMANDARU & TAKAHASHI 2008; LUKMANDARU, 2013). Correlação negativa também foi exibida entre perda de massa e rendimento de extrativos para *Juniperus occidentalis* Hook. var. *occidentalis* após o ataque do cupim subterrâneo, *Reticulitermes flavipes* Kollar, onde o aumento do teor de extrativos estava associado à diminuição da perda de massa (LIPEH et al., 2020). Isso ocorre devido a capacidade antialimentar ou de provocar a dissuasão alimentar que os compostos fenólicos apresentam, associado com a repelência e toxidez, ocasionando a morte dos cupins em maior ou menor escala, influenciando assim na perda de massa (LITTLE, 2010; HASSAN et al., 2019).

A espécie *Magonia pubescens* A. St.-Hil não apresentou correlação significativa entre a perda de massa (%) e o teor de extrativos (%). Correlações não significativas entre perda de massa (%) e teor de extrativo (%), também foram encontradas em espécies como *Acacia mangium* (0,88^{ns}), *Casuarina equisetifolia* (-0,02^{ns}), *Eucalyptus cloeziana* (-0,88^{ns}) após o ataque do cupim, *Nasutitermes corniger* (PAES et al., 2015). A falta de correlação é explicada

pelo fato, que não é apenas a quantidade do teor de extrativo a ser considerado, mas também os compostos presentes, o tipo e localização, havendo assim um efeito sobre o cupim, mas nem sempre será associado uma correlação (FINDLAY, 1985; PAES et al., 2016).

A Figura 1 apresenta a mortalidade dos cupins *Nasutitermes* sp durante o ensaio de alimentação forçada.

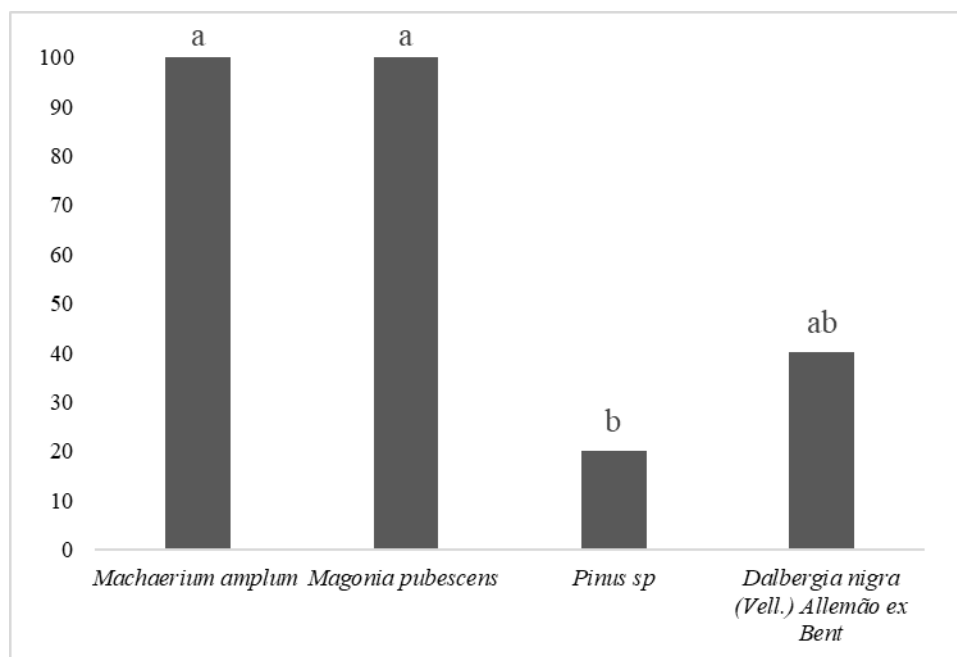


Figura 1- Mortalidade média de *Nasutitermes* sp em contato com as espécies nativas em estudo.

*Médias seguidas da mesma letra, não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Ao final do estudo ocorreu 100 % de mortalidade de *Nasutitermes* sp, quando em contato com as espécies *M. amplum*, *M. pubescens*, exceto para *D. nigra* (40%) e *Pinus* sp (20%) (Figura 1). Resultados semelhantes foram obtidos com as espécies *Chlorophora tinctoria* (68,5%), *Hymenolobium petraeum* (54,5%), *Anadenanthera columbrinarum*. Cebil (78%), *Anadenanthera peregrina* (91%), *Dalbergia nigra* (49,5%), *Manilkara longifolia* (73%), *Peltogine nitens* (76,5%), *Caesalpinia chinata* (65,5%), *Eucalyptus cloeziana* (75%) e *Eucalyptus torelliana* (70%), onde estas proporcionaram maior mortalidade do cupim *Cryptotermes brevis*, em relação ao *Pinus caribaea* (43%) (GONÇALVES et al., 2013).

A alta porcentagem de mortalidade (100%) de *Nasutitermes* sp, quando em contato com as espécies nativas *M. amplum*, *M. pubescens* pode ser explicada pela ação direta dos extrativos dificultando o consumo (PAES, 2002; RIBEIRO et al., 2014). Isso ocorre, pois, os extrativos destas espécies podem conter taninos, compostos aromáticos, esteróides, ceras, terpenos e terpenóides com efeitos tóxicos a cupins (PAES et al.; 2003; 2007; KLOCK & ANDRADE,

2013; ROWELL, 2005; GONÇALVES et al., 2013). Adicionalmente, a alta mortalidade de *Nasutitermes* sp. pode estar associada ao desequilíbrio sobre os simbiontes, ocasionadas pelos teores de extrativos (STALLBAUN et al., 2017). Isso pelo fato que os extrativos podem alterar a quantidade desses microrganismos presentes no intestino dos insetos, e com isso, pode se tornar insuficiente para digerir a celulose, e causar-lhes a morte (SUPRIANA, 1985; COSTA et al., 2019).

Por outro lado, a baixa mortalidade de *Nasutitermes* sp, quando em contato com *D. nigra*, está associado a composição química presente no extrativo, não sendo considerado tóxico o bastante para promover a mortalidade em maior escala dos cupins (GONÇALVES et al., 2013). Já para o *Pinus* sp., pode ser explicada pelo fato que esta espécie é pouco tóxica e resistente a organismos xilófagos, e por isso ela é considerada uma espécie padrão para teste de resistência de madeira ao ataque de organismos xilófagos (GONÇALVES et al., 2013; PAES et al., 2015; BATISTA et al., 2020).

Diante dos resultados encontrados, mais estudos devem ser desenvolvidos, a fim de identificar os tipos de extrativos presentes, e a finalidade a ser empregada.

6 CONCLUSÃO

- A espécie *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth apresentou maior resistência ao ataque do cupim *Nasutitermes* sp. Já a espécie *Machaerium amplum* Benth apresentou maior perda de massa.
- A espécie *Magonia Pubescenses*, apresentou maior densidade.
- A espécie *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth apresentou maior teor de extrativos.
- As espécies *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth e *Machaerium amplum* Benth apresentaram correlação negativa para perda de massa e extrativos.
- *Machaerium amplum* Benth e *Magonia Pubescenses* apresentaram 100% de mortalidade dos cupins.
- Nenhuma espécie apresentou correlação significativa entre a perda de massa e densidade.

7 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ACEVEDO-RODRÍGUEZ, P. et al. Sapindaceae. In: Flowering plants. Eudicots: Sapindales,

cucurbitales, myrtaceae. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2010. p. 357-407.

ADAMOVIĆ, T.; HRADECKÝ, J.; PÁNEK, M. Volatile organic compounds (VOCs) from wood and wood-based panels: Methods for evaluation, potential health risks, and mitigation. *Polymers*, v. 12, n. 10, p. 2289, 2020.

ALTHOFF, D.; RODRIGUES, L.N.; DA SILVA, D. D. Predicting runoff series in ungauged basins of the Brazilian Cerrado biome. **Environmental Modelling & Software**, v. 105315, 2022.

ALVES, M. V. S. et al. Resistência natural de seis espécies de madeiras da região amazônica a fungos apodrecedores, em ensaios de laboratório. **Ciência Florestal**, v. 16, p. 17-26, 2006.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D 1413: standard test method for wood preservatives by laboratory soil-block cultures. Annual Book of ASTM Standards, Philadelphia, v. 410, p. 119-121, 1994.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM. ASTM D-3345: standard test method for laboratory evaluation of wood and other cellulosic materials for resistance to termites. West Conshohocken: ASTM; 2005.

ARAÚJO, R. L. A new genus of Nasutitermes from Brazil (Isoptera: Termitidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v.14, n.5, p.365-368, 1970.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-11941: Determinação da densidade básica em madeira. 2003.

BAJER, T. et al. Volatile compounds fingerprinting of larch tree samples for Siberian and European larch distinction. **European journal of wood and wood products**, v. 78, n. 2, p. 393-402, 2020.

BANDEIRA, A. G.; MIRANDA, C. S.; VASCONCELLOS, A. Danos causados por cupins em João Pessoa, Paraíba-Brasil. **Cupins: o desafio do conhecimento**. Piracicaba: FEALQ, p. 75-85, 1998.

BANDEIRA, A. G. Danos causados por cupins na Amazônia brasileira. **Cupins: O desafio do conhecimento. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz. Piracicaba. Brazil**, p. 87-98, 1998.

BATISTA, F. G. et al. Resistência natural da madeira de seis espécies à *Nasutitermes corniger* Motsch em condição de campo. **Madera y bosques**, v. 26, n. 2, 2020.

BATISTA, F. G. **Resistência natural de madeiras de cinco espécies do bioma Caatinga em ensaio de campo**. 2020. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

BERTI FILHO, E.; MARICONI, F. A. M.; WILCKEN, C. F. Manual de pragas em florestas: cupins ou térmitas. **Piracicaba: IPEF/SIF**, v. 3, p. 56, 1993.

BRAINER, M. S. C. P. Recursos florestais naturais: produtos da exploração. 2021.

BRAND, M. A.; ANZALDO, J.; MORESCHI, J. C. Novos produtos para o tratamento preservante da madeira. Perspectivas da pesquisa e utilização. **Floresta**, v. 36, n. 1, 2006.

BRITO, A. C. S. Avaliação da eficácia e repelência do extrato foliar da “cuieira” (*Crescentia cujete* L.) contra cupins no município de Parintins-AM. Universidade do Estado do Amazonas (Monografia). 2021.

BRUNE, A.; OHKUMA, M. Role of the termite gut microbiota in symbiotic digestion. *Biology of termites: a modern synthesis*, p. 439-475, 2011.

BULTMAN, John D. et al. The efficacy of guayule resin as a pesticide. **Bioresource technology**, v. 35, n. 2, p. 197-201, 1991.

CAMPOS CARLOS, L. K.; DIODATO, M. A.; CASTRO, V. G. Durabilidade natural de cinco espécies madeireiras da Caatinga em ensaio de deterioração em campo aberto e natural. **Advances in Forestry Science**, v. 8, n. 3, p. 1527-1534, 2021.

CARNEIRO F. S. et al. Densidade da madeira de espécies florestais de quatro áreas experimentais da Amazônia oriental brasileira. 2020

CARVALHO, P. E. R. Espécies Arbóreas Brasileiras. Embrapa Informação Tecnológica. Brasília- DF, 2003.

CARVALHO, J. X. FOGO NO CERRADO: Causas e Consequências da Ação do Fogo no Bioma Cerrado no Município de Goiás. 2009.

CARVALHO, P. E. R. Espécies Arbóreas Brasileiras. 2010.

CASTRO, V. G. C; PARCHEN, C. F. A.; IWAKIRI, S. Produção de compósitos madeiramento de baixa densidade pelo método vibro-dinâmico de compactação. *Matéria* (Rio de Janeiro), v. 24, 2019.

CONSTANTINO, R. The pest termites of South America: taxonomy, distribution and status. **Journal of Applied Entomology**, v. 126, n. 7-8, p. 355-365, 2002.

COSTA-LEONARDO, A. M.; REBÊLO, J. M. M. Cupins-praga: morfologia, biologia e controle. In: **Cupins-Praga: morfologia, biologia e controle**. 2002. p. 128-128.

COSTA, F. N. et al. Natural resistance of seven amazon woods to xylophagous termite *Nasutitermes octopilis* (Banks). **Floresta e Ambiente**, v. 26, 2019.

DONATO, D. B. Métodos de Amostragem e de determinação do teor de umidade da madeira em tora. 2013.

DURIGAN, G. et al. **Manual para recuperação da vegetação de cerrado**. Revisada e Atualizada: Secretaria estadual de Meio Ambiente. 3 ed., 2011.

EMBRAPA CERRADO. O Cerrado. 2012. Disponível em: <https://www.cpac.embrapa.br/unidade/ocerrado/#:~:texto%20clima%20dominante%20na%20regi%C3%A3o,de%201500%20%C2%B1%20500%20mm>. Acesso em: de abril de 2022.

Fabaceae in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB115>>. Acesso em: 12 abr. 2022.

FARIAS, S. M. A. P. et al. Degradação biológica e a durabilidade natural de espécies florestais da Amazônia em campo de apodrecimento no Acre. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 4, p. e10112440990-e10112440990, 2023.

FERNANDES, F.F.; D'ALESSANDRE, W.B.; FREITAS, E. P. S. Toxicity of extract of *Magonia pubescens* (Sapindales: Sapindaceae) St. Hil. to control the brown dog tick, *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille) (Acari: Ixodidae). **Neotropical Entomology**, v. 37, p. 205-208, 2008.

FERNANDES, G. W. et al. **Cerrado: em busca de soluções sustentáveis**. Rede Com Cerrado. Belo Horizonte- MG, 2016.

FERNANDES, G. W. et al. **Cerrado: um bioma rico e ameaçado**. In. PEIXOTO, A. L. et al. Conhecendo a biodiversidade. PPBIO/ CNPQ. Brasília- DF, 2016a.

FERRUCCI, M.S.; SOMNER, G.V. *Magonia* in **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB20906> . Acesso em: 13 abr. 2022.

FILARDI, F.L.R.; CARDOSO, D.B.O.S.; LIMA, H.C. *Machaerium* in **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2020. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB23056>. Acesso em: 14 abr. 2022.

FILARDI, F.L.R.; CARDOSO, D.B.O.S.; LIMA, H.C. *Dalbergia* in **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2020a. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB22915>. Acesso em: 13 abr. 2022.

FINDLAY, W. P. K. The nature and durability of wood. In: **Preservation of timber in the tropics**. Dordrecht: Springer Netherlands, 1985. p. 1-13.

FOELKEL, C. E. B.; BRASIL, M. A. M.; BARRICHELO, L. E. G. Métodos para determinação

da densidade básica de cavacos para coníferas e folhosas. **IPEF, Piracicaba**, v. 2, n. 3, p. 65-74, 1971.

GAZAL, V. et al. Habitual nesting and foraging of termites (Insecta: Blattodea) in tree species. **Scientific Electronic Archives**. v. 16, n. 3, 2023.

GHOFRANI, M.; MIRKHANDOUZI, F. Z.; ASHORI, A. Effects of extractives removal on the performance of clear varnish coatings on boards. **Journal of Composite Materials**, v. 50, n. 21, p. 3019-3024, 2016.

GONÇALVES, F. G. et al. Durabilidade Natural de Espécies Florestais Madeireiras ao Ataque de Cupim de Madeira Seca. **Floresta e Ambiente**, v. 20, p. 110-116, 2013.

GORIN, P.A.J. et al. Characterization of carbohydrate components of na unusual hydrogel formed by seed coats of *Magonia pubescens* (Tingui). **Carbohydrate Research**, v. 282, n. 2, p. 325-333, 1996.

GRIECO, MB et al. Metagenomic Analysis of the Whole Gut Microbiota in Brazilian Termitidae Termites *Cornitermes cumulans*, *Cyrtotermes strictinasus*, *Syntermes dirus*, *Nasutitermes jaraguae*, *Nasutitermes aquilinus*, *Grigiotermes bequaerti*, and *Orthognathotermes mirim*. **Current Microbiology**. v. 76, p. 687-697, 2019.

HASSAN, B. et al. Toxicity potential of heartwood extractives from two mulberry species against *Heterotermes indicola*. **Maderas, Ciencia y tecnologia**, v. 21, n. 2, p. 153-162, 2019.

HILL, C. AS. **Wood Modification: Chemical, Thermal and Other Processes**. John Wiley & Sons, 2007.

INKOTTE, J. et al. Métodos de avaliação da ciclagem de nutrientes no bioma Cerrado: uma revisão sistemática. **Ciência Florestal**, v. 29, p. 988-1003, 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). PEVS- Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura. 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da->

<extracao-vegetal-e-da-silvicultura.html?=&t=destaques> . Acesso em: 24 de abril de 2022.

JANKOWSKY, I. P. **Fundamentos de secagem das madeiras**. Piracicaba: Documentos Florestais ESALQ/ USP. Disponível em: <http://www.ipef.br/publicacoes/docflorestais/cap10.pdf>. Acesso em: 10 out. 2023., 1990.

KLOCK, U; ANDRADE, A. S. Química da madeira. **Setor de Ciências Agrárias. Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal. Universidade Federal do Paraná**, v. 4, 2013.

LEWIS, G. 1987. **Legumes of Bahia**. Kew: Royal Botanic Gardens, 369p.

LIMA, H.C. de 2015 *Dalbergia* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB22915>.

LIPEH, S. et al. Relationship between attenuated total reflectance Fourier transform infrared spectroscopy of western juniper and natural resistance to fungal and termite attack. **Holzforschung**, v. 74, n. 3, p. 246-259, 2020.

LIRA- MARTINS, D. et al. Soil properties and geomorphic processes influence vegetation composition, structure, and function in the Cerrado Domain. **Plant and Soli**, v. 476, n. 1-2, p. 549-588, 2022.

LITTLE, N. S.; SCHUTZ, T. P.; NICHOLAS, D. D. Termite-resistant heartwood. Effect of antioxidants on termite feeding deterrence and mortality. **Holzforschung**, v. 64, p. 395-398, 2010.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992, v. 1, 352p.

LUKMANDARU, G.; TAKAHASHI K. Variation in the natural termite resistance of teak (*Tectona grandis* Linn. fil.) wood as a function of tree age. **Annals of Forest Science**, v. 65, n. 7, p. 1, 2008.

LUKMANDARU, G. The natural termite resistance of teak wood grown in community forest. **Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis**, v. 11, n. 2, p. 131-139, 2013.

MACEDO, M. C. et al. Biometria de frutos e sementes e germinação de *Magonia pubescens* St. Hil (Sapindaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 2, p. 202-211, 2009.

MARQUES, S. S. et al. Estudo comparativo da massa específica aparente e retrabilidade da madeira de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.) nativa e de reflorestamento. **Revista Árvore**, v. 36, p. 373-380, 2012.

MARTINS, M. V. Leguminosas arbustivas e arbóreas de fragmentos florestais remanescentes no nordeste paulista, Brasil. 2009.

MARTINS, J. A.; LOPEZ, R. Biological Deterioration and Natural Durability of Wood in Europe. **Forests**, v. 14, n. 2, p. 283, 2023.

MELO, J. E., CAMARGOS, J. A. A. A madeira e seus usos. **Brasília: SFB/LPF/MMA**, 2016.

MORESCHI, J. C. Propriedades da Madeira. **Setor de Ciências Agrárias. Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal. Universidade Federal do Paraná**, v. 4, 2012.

MORESCHI, J. C. Biodegradação e preservação da madeira. **Setor de Ciências Agrárias Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal. Universidade Federal do Paraná**, v. 4, 2013.

OLIVEIRA, L. P. et al. Biofuel production from *Pachira aquatic* Aubl and *Magonia pubescens* A StHil: Physical-chemical properties of neat vegetable oils, methyl-esters and bio-oils (hydrocarbons). **Industrial Crops & Products**, v. 127, p. 158-163, 2019.

ONUORAH, Eugene O. The wood preservative potentials of heartwood extracts of *Milicia excelsa* and *Erythrophleum suaveolens*. **Bioresource technology**, v. 75, n. 2, p. 171-173, 2000.

PAES, J. B. Resistência natural da madeira de *Corymbia maculata* (Hook) K.D. Hill & L.A.S. Jonhson a fungos e cupins xilófagos, em condições de laboratório. **Revista Árvore**. v. 26, p.

761-767, 2002.

PAES, J. B. et al. Resistência natural de nove madeiras do semi-árido brasileiro a cupins subterrâneos, em ensaio de laboratório. **Cerne**, v. 9, n. 1, p. 36-47, 2003.

PAES, J. B.; MORAIS, V. M.; LIMA, C. R. Resistência natural de nove madeiras do Semi-árido brasileiro a fungos xilófagos em condições de laboratório. **Revista Árvore**, v. 28, p. 275-282, 2004.

PAES, J. B. et al. Resistência natural de sete madeiras ao cupim subterrâneo (*Nasutitermes corniger* Motsch.) em ensaio de preferência alimentar. **Revista Brasileira de ciências Agrárias**, v. 2, n. 1, p. 57-62, 2007.

PAES, J. B. et al. Eficiência dos óleos de nim e mamona contra cupins xilófagos em ensaio de alimentação forçada. **Cerne**, v. 16, p. 105-113, 2010.

PAES, J. B. et al. Efeitos dos extrativos e cinzas na resistência natural de quatro madeiras a cupins xilófagos. **Cerne**, v. 19, p. 399-405, 2013.

PAES, J. B. et al. Efeitos dos extrativos e da densidade na resistência natural de madeiras ao térmita *Nasutitermes corniger*. **Cerne**, v. 21, p. 569-578, 2015.

PAES, J. B. et al. Efeito do teor de extrativos na resistência natural de cinco madeiras ao ataque de cupins xilófagos. **Ciência Florestal**, v. 26, p. 1259-1269, 2016.

PEDRAZZI, et al. Química da Madeira. **Centro de Ciências Florestais. Universidade Federal de Santa Maria**, v. 1, 2019.

PESSANHA, L. S. et al. Benzyladenine affects polyamine contents and proteomic profiles during in vitro shoot development and ex vitro rooting in *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth. (Fabaceae). **Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)**, v. 151, n. 1, p. 75-92, 2022.

PIZANO, M. A.; MACEDO, N. BOTELHO, P.S.M. Racionalização no controle de cupins

subterrâneos em cana-de-açúcar. **Álcool & açúcar**, v. 53, p. 26-27, 1990.

POLIDO, C. A.; SARTORI, A. L. B. O Gênero *Machaerium* (leguminosae-papilionoideaedalbergieae) no pantanal brasileiro. **Rodriguésia**, v. 58, p. 313-329, 2007.

RIBEIRO, M. X. et al. Resistência das madeiras de pinus, cedro australiano e seus produtos derivados ao ataque de *Cryptotermes brevis*. **Cerne**, v. 20, p. 433-439, 2014.

RIBEIRO, M. A. et al. 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. 1, p. 402-411, 2014a.

ROWELL, R. M (Ed). **Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites**. New York: Taylor & Francis Group, 2005.

Sapindaceae in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB216>>. Acesso em: 12 abr. 2022.

SILVA, K. F. **Sapindaceae na Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil**. 2011. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Embrapa Informação Tecnológica; Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004.

SOUZA, V. C. & LORENZI, H. Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. 2005.

SOUZA, D. A. T. et al. Resistência natural de três espécies de madeiras comerciais ao ataque de térmitas (Insecta, Blattodea) em Fragmento Florestal Urbano de Manaus, Amazonas. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 11, p. e365111133602-e365111133602, 2022.

STELL, R. G. D.; TORRIE, J. H. Principles and procedures of statistic: a biometrical approach. 2nd Mc Graw Hill. New York, v. 27, 1980.

STALLBAUN, P. H., et al. (2017). Resistência natural da madeira de *Sclerolobium paniculatum* Vogel a cupins em condições de laboratório. **Floresta e Ambiente**, v. 24, 2017.

SUPRIANA, N. Notes the resistance of tropical wood against termites. Stockholm: The International Research Group on Wood Preservation; 1985. 9 p. Doc. IRG/WP/1249.

TAHIRA, L. S. **Estudo químico e fitotóxico do extrato hidroetanólico das folhas de *Machaerium amplum* Benth.** 2021. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

TECHNICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY. TAPPI – T 204 cm–97: Solvent extractives of wood and pulp: Standards Regulations and Style Guidelines. Atlanta: TAPPI Press. 1997.

TOMAZELI, A. J. et al. Durabilidade natural de quatro espécies florestais em campo de apodrecimento. **Tecno-lógica**, v. 20, n. 1, p. 20-25, 2016. *anta Cruz do Sul*, v. 20, n. 1, p. 20-25, 2016.

VARGO, E. L. Diversity of Termite Breeding Systems. **Insects**, v. 10, n. 2, p. 52, 2019.

VITAL, B. R. Métodos de determinação da densidade da madeira. **Viçosa, MG: SIF**, v. 501, 1984.

VIVIAN, M. A et al. Caracterização tecnológica da madeira de *Cupressus lusitânica* visando à produção de polpa celulósica. **Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo**, v. 40, 2020.