

## Resistência natural de três espécies de madeiras comerciais ao ataque de térmitas (Insecta, Blattodea) em Fragmento Florestal Urbano de Manaus, Amazonas

Natural resistance of three commercial wood species to termite attack (Insecta, Blattodea) in an Urban Forest Fragment in Manaus, Amazonas

Resistencia natural de tres especies comerciales de madera al ataque de termitas (Insecta, Blattodea) en un Fragmento de Bosque Urbano en Manaus, Amazonas

Recebido: 01/08/2022 | Revisado: 15/08/2022 | Aceito: 17/08/2022 | Publicado: 25/08/2022

**Diulio Andrew Torres de Souza**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1200-2807>  
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Brasil  
E-mail: [diulio51@gmail.com](mailto:diulio51@gmail.com)

**Rayssa Gomes Vasconcelos**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8600-4656>  
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Brasil  
E-mail: [rayssa.gomesvasc@gmail.com](mailto:rayssa.gomesvasc@gmail.com)

**Luiz de Moura Neto**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7587-9847>  
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Brasil  
E-mail: [luizmouraneto@yahoo.com.br](mailto:luizmouraneto@yahoo.com.br)

**Norma Cecilia Rodriguez Bustamante**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0589-785X>  
Universidade Federal do Amazonas, Brasil  
E-mail: [ncbustamante@gmail.com](mailto:ncbustamante@gmail.com)

### Resumo

O conhecimento acerca da biologia e comportamento de térmitas considerados pragas urbanas ainda é incipiente. Neste sentido, este estudo teve como objetivo avaliar a resistência natural de três madeiras: cupiúba (*Goupia glabra* Aubl.), guariúba (*Clarisia racemosa* Ruiz & Pav.) e marupá (*Simaruba amara* Aubl.), importantes espécies comerciais amazônicas, ao ataque de térmitas. Para tal, foram conduzidos experimentos em três áreas no Campus Universitário da Universidade Federal do Amazonas, considerado o terceiro fragmento florestal urbano do mundo. A princípio foram instaladas iscas de papelão corrugado, para a identificação das áreas de atividade termítica. As iscas foram enterradas aleatoriamente, por um período de 80 dias, sendo posteriormente removidas para a inspeção visual. Nos pontos com atividade de forrageamento confirmada, foram instalados corpos-de-prova (30 x 2 x 2 cm) das três espécies madeireiras. Em cada área experimental foram enterrados 12 corpos-de-prova de cada espécie florestal, totalizando 108 corpos. Os corpos-de-prova foram removidos do solo em dois períodos de avaliação: 90 e 120 dias. Os resultados foram submetidos a Análise de Variância (ANOVA). Foram identificadas diferenças estatísticas ao nível de  $p < 0,05$  para o consumo da madeira (g), sendo a espécie com menor densidade (marupá:  $0,40 \text{ g cm}^{-3}$ ) a mais susceptível ao ataque. No total, 55% dos corpos-de-prova foram infestados por térmitas do gênero *Nasutitermes* (*N. corniger* e *N. surinamensis*) e *Cornitermes* (*C. acignathus*). Estes resultados corroboram que a densidade da madeira impacta na resistência natural ao ataque de insetos xilófagos e podem contribuir para que os métodos de prevenção e controle sejam adequadamente planejados.

**Palavras-chave:** Madeira; Cupins; Preferência alimentar; Densidade.

### Abstract

Knowledge about the biology and behavior of termites considered urban pests is still incipient. In this sense, this study aimed to evaluate the natural resistance of cupiúba (*Goupia glabra* Aubl.), guariúba (*Clarisia racemosa* Ruiz & Pav.) and marupá (*Simaruba amara* Aubl.) wood, important commercial Amazonian species, to termite attack. To this end, experiments were carried out in three areas on the University Campus of the Federal University of Amazonas, considered the third urban forest fragment in the world. At first, corrugated cardboard baits were installed to identify areas of termite activity. The baits were randomly buried for a period of 80 days, being later removed for visual inspection. At points with confirmed foraging activity, specimens (30 x 2 x 2 cm) of the three wood species were installed. In each experimental area, 12 specimens of each forest species were buried, totaling 108 bodies. The specimens were removed from the soil in two evaluation periods: 90 and 120 days. The results were submitted to Analysis of Variance (ANOVA). Statistical differences were identified at  $p < 0.05$  for wood consumption (g), with the

species with the lowest density (marupá:  $0.40 \text{ g cm}^{-3}$ ) being the most susceptible to attack. In total, 55% of the specimens were infested by termites of the genus *Nasutitermes* (*N. corniger* and *N. surinamensis*) and *Cornitermes* (*C. acignathus*). These results corroborate that the wood density impacts the natural resistance to the attack of xylophagous insects and can contribute for the prevention and control methods to be properly planned.

**Keywords:** Wood; Termites; Food preference; Density.

### Resumen

El conocimiento sobre la biología y el comportamiento de las termitas consideradas plagas urbanas es aún incipiente. En ese sentido, este estudio tuvo como objetivo evaluar la resistencia natural de la madera de cupiúba (*Goupia glabra* Aubl.), guariúba (*Clarisia racemosa* Ruiz & Pav.) y marupá (*Simaruba amara* Aubl.), importantes especies comerciales amazónicas, al ataque de termitas. Para ello, se realizaron experimentos en tres áreas del Campus Universitario de la Universidad Federal de Amazonas, considerado el tercer fragmento de bosque urbano del mundo. Al principio, se instalaron cebos de cartón corrugado para identificar áreas de actividad de termitas. Los cebos fueron enterrados aleatoriamente por un período de 80 días, siendo posteriormente retirados para inspección visual. En los puntos con actividad forrajera confirmada se instalaron ejemplares ( $30 \times 2 \times 2 \text{ cm}$ ) de las tres especies de madera. En cada área experimental se enterraron 12 ejemplares de cada especie forestal, totalizando 108 cuerpos. Los especímenes fueron removidos del suelo en dos periodos de evaluación: 90 y 120 días. Los resultados fueron sometidos a Análisis de Varianza (ANOVA). Se identificaron diferencias estadísticas a  $p < 0,05$  para el consumo de madera (g), siendo las especies con menor densidad (marupá:  $0,40 \text{ g cm}^{-3}$ ) las más susceptibles al ataque. En total, el 55% de los ejemplares estaban infestados por termitas del género *Nasutitermes* (*N. corniger* y *N. surinamensis*) y *Cornitermes* (*C. acignathus*). Estos resultados corroboran que la densidad de la madera impacta en la resistencia natural al ataque de insectos xilófagos y puede contribuir para que los métodos de prevención y control sean adecuadamente planificados.

**Palabras clave:** Madera; Termitas; Preferencia de alimentos; Densidad.

## 1. Introdução

Ao longo dos tempos, a madeira se tornou uma matéria-prima amplamente empregada na construção civil, tanto no meio rural quanto urbano, dada as suas propriedades e versatilidade (Araujo et al., 2017). No entanto, um dos fatores limitantes a sua utilização é a susceptibilidade ao ataque de organismos xilófagos que aceleram a deterioração da madeira (Amorim et al., 2018). Entre estes, os térmitas estão entre os principais insetos causadores de danos estruturais e conseqüentemente, prejuízos econômicos (Stallbaun et al., 2017).

Popularmente conhecidos como cupins, os térmitas são insetos eussociais. Ou seja, formam colônias de indivíduos com sobreposição de gerações, com cuidado cooperativo da prole e divisão de trabalho. A estrutura social é composta por indivíduos morfológicamente distintos, classificados em castas com funções específicas dentro da colônia (Krishna et al., 2013; Wilson, 1971). São abundantes na natureza e apresentam importantes funções biológicas, atuando na decomposição da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes e aeração do solo (Ferreira et al., 2011). Apenas uma pequena parcela é considerada praga no agroecossistemas e em áreas urbanizadas, com destaque para os gêneros: *Coptotermes*, *Heterotermes* e *Cryptotermes* (Berti Filho et al., 1993).

Além destes, espécies de *Nasutitermes* como *N. corniger* e *N. surinamensis* são consideradas pragas severas nas regiões Norte e Nordeste (Costa-Leonardo & Rebêlo, 2002). Alimentam-se principalmente de madeira, constroem ninhos cartonados sobre árvores, mas também dentro das residências, em edículas e em pontos altos das edificações como forros e sótãos. Estas espécies são abundantes em áreas arborizadas, tornando os prédios próximos a estes locais mais susceptíveis aos ataques de térmitas (Berti Filho et al., 1993; Costa-Leonardo & Rebêlo, 2002).

De modo geral, do ponto de vista alimentar as madeiras que apresentam menor densidade são mais susceptíveis ao ataque de térmitas. Este comportamento é relatado por Batista et al. (2020), ao avaliarem a resistência natural de seis espécies florestais madeireiras ao ataque de *N. corniger*. Neste estudo, a andiroba ( $0,55 \text{ g cm}^{-3}$ ) apresentou a maior perda de massa, enquanto espécies florestais madeireiras com maior densidade como aroeira ( $1,12 \text{ g cm}^{-3}$ ), maçaranduba ( $0,86 \text{ g cm}^{-3}$ ) e jatobá ( $0,85 \text{ g cm}^{-3}$ ) apresentaram maior resistência. Similarmente, Peralta et al. (2004) investigaram o consumo da madeira de espécies florestais (pinus e eucalipto) por térmitas. Embora os autores não tenham identificado correlação entre densidade e consumo,

observaram uma tendência dos térmitas consumirem com maior intensidade as madeiras de baixa massa específica.

Em contrapartida, Bustamante (1993) em experimentos com *N. corniger*, não observou diferenças no consumo de sete espécies de madeiras nativas do Brasil. Já *N. surinamensis* demonstrou ser mais especializada, preferindo apenas um tipo de madeira (*Salix humboldtiana*). É válido ainda ressaltar que além das propriedades físicas (densidade), a composição química da madeira tais como os teores de lignina, percentual de cinzas (compostos inorgânicos) e os extrativos, também impactam na resistência natural ao ataque de térmitas (Batista et al. 2020). Em seu estudo, Syofuna et al. (2012) demonstraram que espécies susceptíveis podem ter sua durabilidade aumentada quando tratadas com soluções contendo extrativos de espécies com alta resistência ao ataque de xilófagos.

A resistência natural da madeira a agentes deteriorantes (químicos, físicos e biológicos) é variável entre as espécies e dentro da mesma árvore (cerne e alburno) (Botelho et al., 2000). Neste sentido, ensaios para avaliar a durabilidade natural da madeira são fundamentais e permitem determinar qual o emprego mais adequado, minimizando custos com a reposição de peças deterioradas prematuramente (Stallbaun et al., 2017). Na região Amazônica, por exemplo, espécies florestais como a cupiúba (*Goupia glabra* Aubl.), guariúba (*Clarisia racemosa* Ruiz & Pav.) e marupá (*Simaruba amara* Aubl.) são amplamente utilizadas na construção civil, fabricação de móveis, carpintaria, assoalhos, tacos, instrumentos musicais, entre outros (Rios & Pastore Júnior, 2011). No entanto, são incipientes as informações acerca das perdas ocasionados pelos térmitas, especialmente no caso das espécies florestais amazônicas. Frente ao exposto, este estudo teve como objetivo avaliar o desempenho de três espécies florestais (cupiúba, guariúba e marupá) quanto à resistência natural ao ataque de térmitas.

## 2. Metodologia

### 2.1 Identificação dos pontos de atividade de forrageamento de térmitas

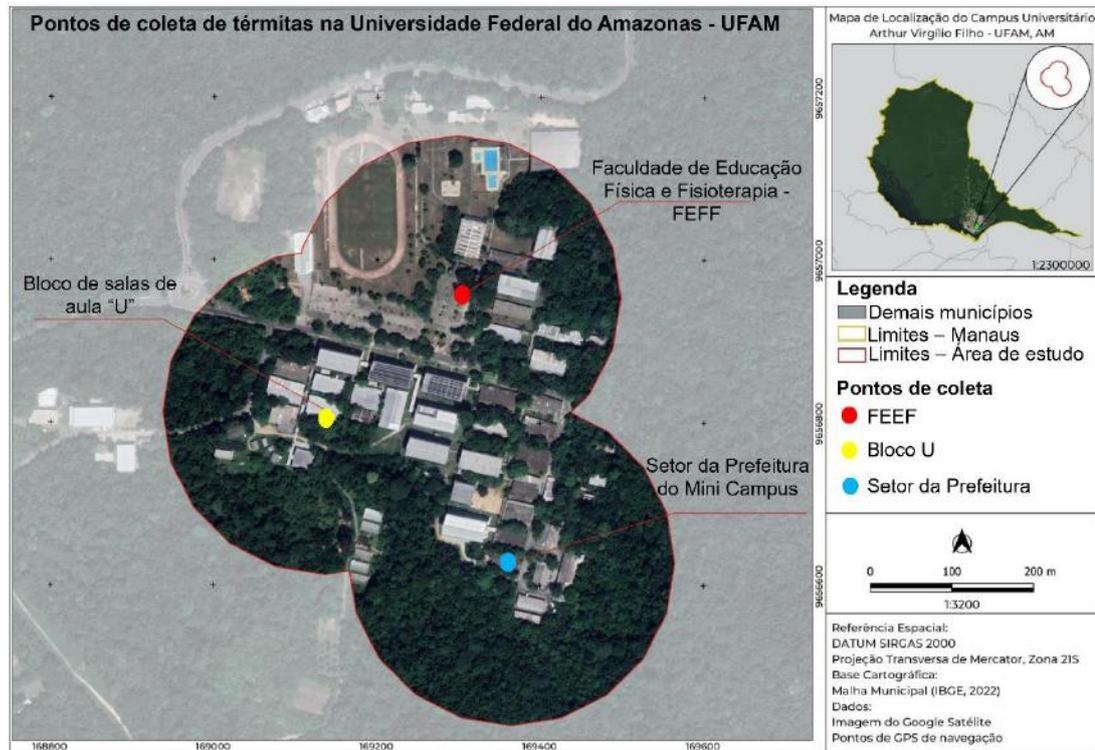
Os experimentos foram conduzidos no Campus Universitário Senador Arthur Virgílio Filho, da Universidade Federal do Amazonas, maior fragmento florestal urbano da cidade de Manaus-AM (3°6'3,20 S; 59°58'30,54 W). O campus possui uma área de aproximadamente 600 ha, coberta por floresta ombrófila densa, florestas secundárias, campinaranas e áreas antropizadas (Rocha et al., 2004).

### 2.2 Identificação dos pontos de atividade de forrageamento de térmitas

Inicialmente foi realizado um teste preliminar para detectar pontos de atividade termítica de forrageamento. Para tal, foram distribuídas iscas em áreas verdes próximas a áreas antropizadas: setor da Prefeitura (Área 1); arredores do bloco da Faculdade de Educação Física e Fisioterapia (FEFF) (Área 2) e arredores do bloco U da Faculdade de Ciências Agrárias (Área 3) (Figura 1). As iscas consistiram de um rolo de papelão corrugado, com 15 cm de altura e 8 cm de diâmetro (Figura 2a).

Foram confeccionadas 80 iscas, que foram enterradas aleatoriamente no solo das três áreas selecionadas. As iscas ficaram expostas ao ataque de térmitas durante 80 dias e após este período, foram desenterradas para verificação da ocorrência de infestação destes insetos. Os locais com atividade de forrageamento de térmitas confirmada pelas iscas, foram selecionados para a instalação dos corpos-de-prova das três espécies florestais: cupiúba, guariúba e marupá.

**Figura 1.** Localização dos pontos de estudo no Campus Universitário da UFAM.



Fonte: Linhares (2022).

### 2.3 Ensaio de preferência alimentar e resistência natural das madeiras

Os corpos-de-prova consistiram de estacas de madeira de cupiúba, guariúba e marupá, com dimensões de 30 x 2 x 2 cm. As amostras de madeira foram obtidas no município de Manacapuru-AM, localizado a 84 km da capital Manaus, via rodovia Manoel Urbano (AM-070). As estacas foram numeradas e tiveram a extremidade sinalizadas com cores, para facilitar a identificação das espécies no campo (Figura 2b). O volume de cada corpo-de-prova foi determinado no Laboratório de Preservação da Madeira da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA-UFAM). Para tal, as dimensões foram determinadas com o auxílio de paquímetro digital e trena métrica. O volume foi determinado pela fórmula:  $V = \text{comprimento} \times \text{altura} \times \text{largura}$ .

**Figura 2.** Etapas experimentais: **a)** confecção das iscas de papelão; **b)** corpos-de-prova das espécies florestais – cupiúba (branco), guariúba (azul) e marupá (sem tinta); **c)** pesagem das estacas para determinação da massa seca.



Fonte: Autores (2015).

Após a obtenção do volume, as estacas foram pesadas para a determinação do peso úmido. Em seguida, as amostras foram secas a temperatura de 103 °C por 24 horas (Lenz & Zi-Rong, 1985) e pesadas em uma balança semi-analítica (Figura 2c). Determinaram-se a massa e o volume de cada amostra (ASTM, 2007), cujos valores foram utilizados no cálculo da densidade aparente da madeira e da perda de massa dos corpos de prova causada pelos térmitas. A densidade média foi determinada pela equação  $D = P/V$ , onde:  $D$  = densidade média ( $\text{g cm}^{-3}$ );  $P$  = peso médio seco (g) e  $V$  = volume médio ( $\text{cm}^3$ ). As madeiras foram classificadas de acordo com as classes de densidades proposta por Melo et al. (1990):  $\leq 0,50 \text{ g cm}^{-3}$  (leve);  $0,50 - 0,70 \text{ g cm}^{-3}$  (média) e  $\geq 0,70 \text{ g cm}^{-3}$  (pesada).

#### 2.4 Ensaio de preferência alimentar e resistência natural das madeiras

Aos 80 dias após o teste preliminar, foi instalado o experimento para avaliar a preferência alimentar e resistência natural das madeiras ao ataque de térmitas. Nos pontos de atividade termítica de forrageamento comprovada foram enterradas no solo 3 estacas, sendo 1 de cada espécie florestal. Em cada área experimental foram instaladas 36 estacas (12 de cada espécie), que foram removidas do solo aos 90 e 120 dias, conforme metodologia adaptada de Bustamante (1993).

De cada área de estudo foram coletados espécimes de térmitas (soldados e operários) que foram armazenados em frascos de vidro contendo álcool 80%, para posterior identificação. A identificação foi realizada no Laboratório de Entomologia da Coordenação de Pesquisas em Produtos Florestais do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (CPPF/INPA), com o auxílio de lupa estereoscópica e chave de identificação de térmitas.

#### 2.5 Análise de dados

Para a avaliação da resistência natural das madeiras e a preferência alimentar de térmitas, foi adotado delineamento experimental em blocos casualizados, com arranjo fatorial  $3 \times 2$ , sendo testados madeiras de 3 espécies florestais (cupiúba, guariúba e marupá) e 2 períodos de avaliação (90 e 120 dias). A unidade experimental foi composta por 6 estacas, com 3 repetições por tratamento, totalizando 108 corpos-de-prova. A normalidade dos dados e a homogeneidade da variância foram verificadas por meio dos testes de Shapiro-Wilk e Levene ( $p > 0,05$ ) (Andrade & Ogliari, 2005). Após o período de avaliação, as estacas foram secas sob as condições descritas anteriormente, e pesadas novamente para determinação da porcentagem de perda de massa decorrente do ataque de térmitas. Os resultados obtidos foram então submetidos à análise de variância (ANOVA) com o auxílio do software R versão 3.6.0 (Team, 2016). O teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) foi adotado para avaliar as fontes de variação detectadas como significativas. Na ausência de diferenças significativas, os dados foram avaliados por meio de estatística descritiva e análise exploratória, a partir da observação de frequências simples e absolutas (Pereira et al., 2018).

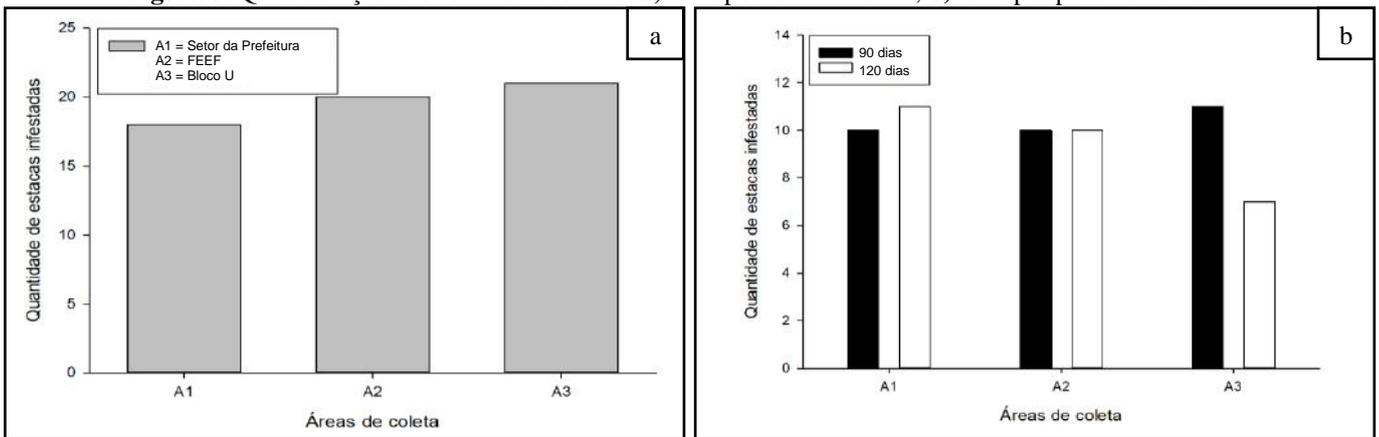
### 3. Resultados e Discussão

Conforme as classes de densidade da madeira proposta por Melo et al. (1990), as espécies florestais avaliadas foram assim classificadas: marupá –  $0,40 \text{ g cm}^{-3}$  (leve); guariúba –  $0,69 \text{ g cm}^{-3}$  (média) e cupiúba –  $0,81 \text{ g cm}^{-3}$  (pesada). Resultados obtidos após 120 dias de experimento, demonstraram ausência de interação entre os fatores testados (espécie x período) ao nível de  $p < 0,05$  para o percentual de estacas infestadas. O mesmo comportamento foi observado quando o fator espécie foi analisado isoladamente. Dos 108 corpos-de-prova (36 de cada espécie e 36 por área), a infestação por térmitas foi registrada em aproximadamente 64% das estacas (Figura 3a).

A coleta de espécimes em cada área experimental possibilitou a identificação de três térmitas: *Nasutitermes corniger*, *Nasutitermes surinamensis* e *Cornitermes acignathus*. De modo geral, a maior incidência de *N. corniger* e *N. surinamensis* foi registrada na Área 2 (arredores da FEEFF) e 3 (arredores do Bloco U), respectivamente. Enquanto *C. acignathus* ficou restrita a Área 1, que corresponde ao Setor da Prefeitura do Campus. Térmitas do gênero *Nasutitermes* como os identificados neste estudo

costumam construir ninhos arbóreos em áreas cultivadas ou florestas (Berti Filho et al., 1993), o que pode explicar a maior ocorrência destes nas áreas 2 e 3 que são rodeadas por densa vegetação, fornecendo alimento farto e local para nidificação. Já as espécies de *Cornitermes* são consideradas pragas urbanas de grande importância devido aos danos causados às construções e mobiliário interno (Costa-Leonardo & Rebêlo, 2002). O setor da Prefeitura (Área 1) é uma área antropizada com muitos prédios antigos e uma serraria, e os indícios apontam que essas construções podem estar infestadas por *C. acignathus* e espécies correlatas. Quanto ao período de avaliação (90 e 120 dias) o percentual de infestação das estacas foi similar, demonstrando que os térmitas mantiveram a atividade de forrageamento constante durante todo o experimento (Figura 3b).

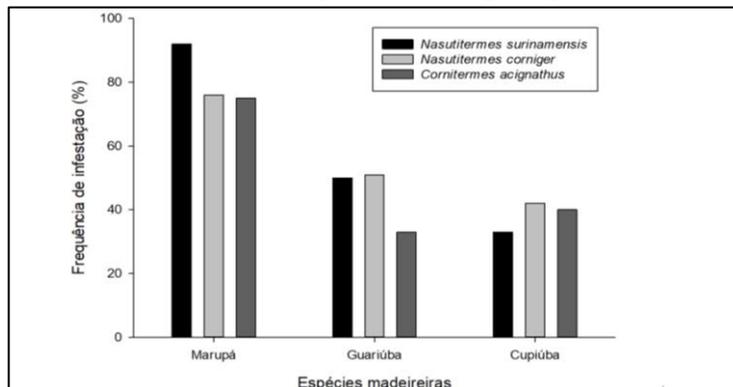
**Figura 3.** Quantificação das estacas infestadas: **a)** total por área de coleta; **b)** total por período de coleta.



Fonte: Autores (2022).

Quanto à preferência alimentar, *N. corniger*, *N. surinamensis* e *C. acignathus* demonstraram comportamento generalista consumindo as três fontes de alimento disponibilizadas, em diferentes graus. Cabe destacar que em condições de campo, os térmitas tem acesso a outras fontes nutricionais e podem consumir com maior intensidade os alimentos de sua preferência, podendo ser as madeiras estudadas ou não (Batista et al., 2020). O percentual (%) de estacas de cada espécie madeireira infestada pelos térmitas, independente do período de avaliação, encontra-se na Figura 4. Os resultados apontam que a madeira do marupá, nas condições em que o presente estudo foi realizado foi a mais susceptível ao ataque, especialmente pelos térmitas da espécie *N. surinamensis*, com percentual de infestação superior a 90%. Já *N. corniger* e *C. acignathus* mantiveram níveis de atratividade similares pelas madeiras de guaribúba e cupiúba, porém, a infestação registrada foi inferior a 51%.

**Figura 4.** Percentual de infestação das estacas por espécie de térmitas



Fonte: Autores (2022).

Para avaliar a resistência das madeiras foi computada a perda de massa (g) para cada espécie. No que diz respeito a esta variável, não foi verificada interação entre o período de avaliação e a espécie. No entanto, ao analisar o fator espécie de maneira independente, os resultados diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ) (Tabela 1):

**Tabela 1.** Resumo da Análise de Variância para a perda de massa (g) de três espécies florestais.

Causas de variação	GL	Quadrado médio
		Perda de massa (g)
Blocos	2	317,65
Espécie	2	4035,15*
Período	1	2,60 <sup>ns</sup>
Espécie x Período	2	19,85 <sup>ns</sup>
Resíduo	100	20,52
CV(%)		26,76

\* *significativo a  $p < 0,05$ ; ns não significativo* Fonte: Autores (2022).

As estacas de marupá foram as mais atacadas pelos térmitas, visto que apresentaram maior perda de massa (Tabela 2). O fato dessa espécie apresentar densidade de  $0,40 \text{ g cm}^{-3}$ , sendo considerada uma madeira leve (Melo et al., 1990), pode ter contribuído para a maior atividade de forrageamento dos térmitas, e consequentemente, maior deterioração. Este comportamento corrobora os resultados obtidos por Batista et al. (2020), ao avaliarem a resistência natural ao ataque de *N. corniger* em condições de campo de seis espécies florestais: andiroba (*Carapa guianensis*), aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), cedro (*Cedrella* sp.), jatobá (*Hymenaea courbaril*), louro-canela (*Nectandra* sp.) e maçaranduba (*Manilkara elata*). Esses autores também observaram que as espécies de menor densidade como a andiroba ( $0,55 \text{ g cm}^{-3}$ ) apresentaram maior susceptibilidade, enquanto o jatobá ( $0,85 \text{ g cm}^{-3}$ ) e maçaranduba ( $0,86 \text{ g cm}^{-3}$ ) foram as mais resistentes.

**Tabela 2.** Dados do desdobramento médio para a perda de massa registrada em função do tempo e do período de avaliação.

Área de coleta/Térmita	Espécie Florestal	Perda de massa (g)	
		90 dias	120 dias
FEFF/ <i>N. corniger</i>	Cupiúba	6,49Ca	9,63Ca
	Guariúba	9,94Ba	16,41Ba
	Marupá	32,47Aa	18,33Aa
Bloco U/ <i>N. surinamenses</i>	Cupiúba	7,70Ca	9,42Ca
	Guariúba	13,37Ba	20,41Ba
	Marupá	30,35Aa	40,80Aa
Prefeitura/ <i>C. acignathus</i>	Cupiúba	10,87Ca	7,94Ca
	Guariúba	14,04Ba	5,35Ba
	Marupá	25,75Aa	25,50Aa

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e da mesma letra minúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de  $p < 0,05$ . Fonte: Autores (2022).

Analisando o consumo em função do tempo, foi observado que os danos provocados por *C. acignathus* foram maiores aos 90 dias, apesar de não diferirem estatisticamente dos demais tratamentos. O forrageamento é uma atividade coletiva e dinâmica, que tende a mudar ao longo do tempo à medida que os recursos se exaurem (Crosland et al., 1997; Araújo et al., 2011). Nas condições de campo, o acesso a outras fontes alimentares é facilitado, o que pode justificar o comportamento observado para *C. acignathus*. Menezes (2017) destaca que em se tratando dos cupins subterrâneos, o forrageamento é bastante estudado, enquanto no caso dos cupins tropicais o conhecimento ainda é escasso.

A guariúba (0,69 g cm<sup>-3</sup>) e cupiúba (0,81 g cm<sup>-3</sup>) se destacaram pela menor susceptibilidade, tendo demonstrado maior durabilidade natural e resistência ao ataque, sugerindo uma tendência inversamente proporcional entre a densidade da madeira e a sua resistência aos insetos xilófagos. A densidade pode impactar na maior ou menor velocidade de remoção de biomassa, ou seja, em madeiras com menor densidade a quantidade consumida por unidade de tempo pode ser maior (Waller & La Fage 1987). A habilidade de fragmentar mecanicamente o lenho teoricamente seria dificultada nos casos de madeiras com maior densidade, desacelerando o seu consumo (Stallbaun et al., 2017).

Contudo, não se pode considerar a densidade da madeira como o único fator que influencia na resistência à atividade termítica. Paes et al. (2007) avaliaram o desempenho de leucena (*Leucaena leucocephala*), louro-pardo (*Cordia trichotoma*), jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*), marmeleiro-preto (*Croton sonderianus*), sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*), nim-indiano (*Azadirachta indica*) e teca (*Tectona grandis*) e verificaram baixa relação entre a densidade e a resistência natural dessas madeiras. Além da densidade, outras propriedades físico-químicas e a interação entre estes, como o teor de extrativos, cinzas, lignina, terpenóides, quinonas e demais compostos, podem garantir certa proteção e defesa contra o ataque de biodeterioradores (Bustamante, 1993; Costa-Leonardo & Rebêlo, 2002).

Espécies como a candeia (*Eremanthus erythropappus*), cujo principal componente do óleo essencial é o alfabisabolol (com propriedades antibacterianas, antimicóticas, dermatológicas e espasmódicas) (Chagas et al., 2007), possui madeira extremamente resistente ao ataque de térmitas e bactérias. A eficiência do óleo essencial desta espécie contra térmitas foi inclusive testada em condições laboratoriais por Paes et al. (2010). Nesse ensaio, corpos-de-prova de sumaúma (*Ceiba pentandra*) que é uma espécie de baixa densidade (0,30 a 0,37 g cm<sup>-3</sup>) foram tratados com o óleo (por imersão a frio) e submetidas ao ataque de *N. corniger*. Os autores concluíram que este tratamento incrementou a resistência de sumaúma inibindo o ataque dos cupins, revelando que os compostos químicos presentes na madeira têm influência direta sobre a sua resistência natural. Em outro ensaio de alimentação forçada realizado com o carvoeiro (*Sclerolobium paniculatum*) foram observados apenas danos superficiais na madeira, além da alta mortalidade de térmitas (*Nasutitermes* spp.).

Os resultados obtidos para as madeiras de marupá, guariúba e cupiúba sugerem que a densidade pode ser um dos fatores que determina a preferência alimentar dos térmitas. Contudo, constituintes químicos presentes nessas madeiras podem atuar nos mecanismos de seleção da fonte alimentar (Stallbaun et al., 2017). Entender o impacto da atividade termítica sobre as espécies madeireiras comumente utilizadas em construções e mobiliários internos no Amazonas, são fundamentais para que estratégias visando o aumento da vida útil dessas peças sejam adequadamente planejadas.

#### 4. Conclusão

A ocorrência de térmitas identificados neste estudo foi influenciada pelo grau de antropização dos locais de coleta. Sendo que *C. acignathus* foi a espécie mais agressiva, causando grandes danos nos ambientes próximos as edificações. Enquanto os ataques de *N. corniger* e *N. surinamenses* foram menos intensos, possivelmente porque as áreas de estudo estavam próximas de áreas arborizadas, que são os habitats naturais dessas espécies.

Nas condições de campo avaliadas, os térmitas apresentaram maior atratividade pela madeira de marupá (*Simaruba amara* Aubl.), que é uma espécie de baixa densidade. Assim, a perda de massa para as madeiras de guariúba (*Clarisia racemosa* Ruiz & Pav.) e cupiúba (*Goupia glabra* Aubl.) foram consideradas baixas, demonstrando maior resistência natural quando comparada a madeira de marupá. Aparentemente, a preferência alimentar dos térmitas foi influenciada pela densidade, contudo, constituintes químicos de cada madeira podem ter contribuído para os resultados obtidos.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem a Dra. Raimunda Liége Souza de Abreu do Laboratório de Entomologia da Coordenação de

Pesquisas em Produtos Florestais do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (CPPF/INPA) e sua equipe, pelo suporte técnico na identificação dos térmitas. Este trabalho foi desenvolvido com o apoio do Governo do Estado do Amazonas por meio Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM), com a concessão de bolsa de Iniciação Científica.

## Referências

- Amorim, E. P., Arruda, T. P. M., Eburneo, L., & Silva, J. R. O. (2018). Microorganisms that attack forest species in the north of the state of Mato Grosso. *Scientific Electronic Archives*, 11(4), 60-63.
- Andrade, D. F. de, & Ogliari, P. J. (2005). *Estatística para as ciências agrárias e biológicas: com noções de experimentação*. Universidade Federal de Santa Catarina.
- Araujo, V. A., Garcia, J. N., Cortez-Barbosa, J., Gava, M., Savi, A. F., Morales, E. A. M., Lahr, F. A. R., Vasconcelos, J. S., & Christoforo, A. L. (2017). Importância da madeira de florestas plantadas para a indústria de manufaturados. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 37(90), 189-200.
- ASTM. (2007). Standard Test Method for Wood Preservatives by Laboratory Soil-Block Cultures.
- Batista, F. G., Melo, R. R. de, Calegari, L., Medeiros, D. T. de, & Lopes, P. J. G. (2020). Resistência natural da madeira de seis espécies à *Nasutitermes corniger* Motsch. em condição de campo. *Madera y Bosques*, 26(2).
- Berti Filho, E., Mariconi, F. A. M., & Wilcken, C. F. (1993). *Manual de pragas em florestas: cupins ou térmitas*. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais.
- Botelho, G. M. L., Santana, M. A. E., & Alves, M. V. da S. (2000). Caracterização química, durabilidade natural e tratabilidade da madeira de seis espécies de Eucalyptus plantadas no Distrito Federal. *Revista Árvore*, 24(1), 115-121.
- Bustamante, N. C. R. (1993). *Preferências alimentares de 5 espécies de cupins Nasutitermes Dudley, 1890 (Termitidae, Isoptera) por 7 espécies de madeira de várzea na Amazônia Central*. [Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia]. Biblioteca Digital de Teses e Dissertações do INPA. <https://koha.inpa.gov.br/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=5213>
- Chagas, M. P., Lisi, C. S., & Tomazello Filho, M. (2007). Caracterização macro e microscópica da madeira de candeia (*Eremanthus erythropappus*, Asteraceae). *Revista Brasileira de Biociências*, 5(S1), 156-158.
- Costa-Leonardo, A. M., & Rebêlo, J. M. M. (2002). Cupins-praga: morfologia, biologia e controle. In *Cupins-Praga: morfologia, biologia e controle* (pp. 128-128).
- Ferreira, E. V. O., Martins, V., Junior, A. V. I., Giasson, E., & Nascimento, P. C. (2011). Ação dos térmitas no solo. *Ciência Rural*, 41(5), 804-811.
- Krishna, K., Grimaldi, D. A., Krishna, V., & Engel, M. S. (2013). Treatise on the Isoptera of the World: Basal Families. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 2013(377), 200-623.
- Lenz, M., & Zi-Rong, D. (1985). Validity of using susceptible timbers as indicators of termite vigour in laboratory studies on the resistance of materials to termites. *Material und Organismen*, 20(2), 97-108.
- Melo, J. D., Coradin, V. T. R., & Mendes, J. C. (1990). Classes de densidade para madeiras da Amazônia brasileira. In *Anais do Congresso Florestal Brasileiro* (pp. 695-699).
- Paes, J. B., da Fonsêca, C. M. B., de Lima, C. R., & de Souza, A. D. (2010). *Eremanthus erythropappus* Oil Efficiency to Improvement of *Ceiba pentandra* Wood Resistance to Termites. *Cerne*, 16(2), 217-225.
- Paes, J. B., Melo, R. R., Lima, C. R., & Oliveira, E. (2007). Resistência natural de sete madeiras ao cupim subterrâneo (*Nasutitermes corniger* Motsch.) em ensaio de preferência alimentar. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 2(1), 57-62.
- Peralta, R. C. G., Menezes, E. B., Carvalho, A. G., & Aguiar-Menezes, E. D. L. (2004). Wood consumption rates of forest species by subterranean termites (Isoptera) under field conditions. *Revista Árvore*, 28, 283-289.
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica* (1st ed.). Universidade Federal de Santa Maria.
- Rios, M. N. da S., & Pastore Júnior, F. (Orgs.). (2011). *Plantas da Amazônia: 450 espécies de uso geral*. Universidade de Brasília. <http://leunb.bce.unb.br>
- Rocha, L. C. da, Lorosa, N. E. S., & Franco, A. M. R. (2004). Feeding preference of the sand flies *Lutzomyia umbratilis* and *L. spathotrichia* (Diptera: Psychodidae, Phlebotominae) in an urban forest patch in the city of Manaus, Amazonas, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 99, 571-574.
- Stallbaun, P. H., Barauna, E. E. P., Paes, J. B., Ribeiro, N. C., Monteiro, T. C., & Arantes, M. D. C. (2017). Resistência Natural da Madeira de *Sclerolobium paniculatum* Vogel a cupins em condições de laboratório. *Floresta e Ambiente*, 24, 1-6.
- Syofuna, A., Banana, A. Y., & Nakabonge, G. (2012). Efficiency of natural wood extractives as wood preservatives against termite attack. *Maderas. Ciencia y tecnología*, 14(2), 155-163.
- Team, R. C. (2016). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing.
- Waller, D.A. & La Fage, J. P. (1987). Nutritional ecology of termites. In *Nutritional Ecology of Insects*, (pp. 487-532).
- Wilson, E. O. (1971). *The insect societies*. Harvard University Press.