



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA  
BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**ALEX RICHARD VICENTE FERREIRA**

**TAXOCENOSE DE TÉRMITAS (BLATTODEA: ISOPTERA) EM ÁREA DE  
CANAVIAL E FLORESTA DE EUCALIPTO**

RECIFE  
2025

ALEX RICHARD VICENTE FERREIRA

**TAXOCENOSE DE TÉRMITAS (BLATTODEA: ISOPTERA) EM ÁREA DE  
CANAVIAL E FLORESTA DE EUCALIPTO**

Monografia apresentada à coordenação do curso de Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Federal Rural de Pernambuco como requisito parcial para obter o título de Bacharel em Ciências Biológica

**Orientador(a):** Carolina Nunes Liberal

**Coorientador(a):** Alane Ayana Vieira de Oliveira Couto

RECIFE  
2025

FICHA CATALOGRÁFICA

**F383t Ferreira, Alex Richard Vicente.**

**Taxocenose de térmitas (Blattodea: Isoptera) em área de canavial e floresta de eucalipto / Alex Richard Vicente Ferreira. – Recife, 2025.**

**42 f.; il.**

**Orientador(a): Carolina Nunes Liberal.**

**Co-orientador(a): Alane Ayana Vieira de Oliveira Couto.**

**Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em Ciências Biológicas, Recife, BR-PE, 2025.**

**Inclui referências.**

**1. Cana-de-açúcar. 2. Ecologia. 3. Monocultura. 4. Térmita  
I. Liberal, Carolina Nunes, orient. II. Couto, Alane Ayana  
Vieira de Oliveira, coorient. III. Título**

**CDD 574**

ALEX RICHARD VICENTE FERREIRA

**TAXOCENOSE DE TÉRMITAS (BLATTODEA: ISOPTERA) EM ÁREA DE  
CANAVIAL E FLORESTA DE EUCALIPTO**

Monografia apresentada à coordenação do curso de Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Federal Rural de Pernambuco como requisito parcial para obter o título de Bacharel em Ciências Biológicas.

**Aprovado em:** \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. Carolina Nunes Liberal (Orientadora)  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

Prof. Dr. Mauro de Melo Junior (Examinador Interno)  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

Dra. Aline do Nascimento Filgueira Silva (Examinador Externo)

---

Esp. Luci Duarte da Rosa Borges (Suplente)  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural de Pernambuco e ao Departamento de Biologia pela oportunidade acadêmica.

À Coordenação do curso de Bacharelado em Ciências Biológicas pela disposição e cuidado.

Aos funcionários da UFRPE por estarem sempre zelando e mantendo um bom ambiente de ensino.

Aos professores por todo conhecimento, dedicação e tempo disponibilizado. Agradeço a Estação Experimental de Cana-de-açúcar do Carpina por autorizar as pesquisas de campo em suas mediações.

À minha orientadora Carolina Nunes Liberal por ter aceito a proposta deste trabalho.

À minha coorientadora e amiga Alane Ayana Vieira de Oliveira Couto, que foi a minha luz no fim do túnel. Sem seus conselhos, ensinamentos, cuidado, dedicação e companheirismo, eu teria desistido.

Ao professor e amigo Dr. Marco Aurélio Paes de Oliveira que, além do conhecimento passado, o seu carisma descontraído deixou tudo mais leve.

À professora e amiga Luci Duarte a qual, além de passar muito conhecimento, me deu ótimas lições de vida.

Ao Professor Marcus Vinícius Loss Sperandio por ter me ajudado tanto nos momentos de desespero com relação aos prazos e afins.

À banca avaliadora, por ter aceitado fazer parte da avaliação do meu trabalho.

À professora Arlene Bezerra Rodrigues dos Santos por compartilhar tanto conhecimento sobre a área da entomologia.

Aos amigos e colegas do Laboratório de Ecologia e Taxonomia de Insetos que ajudaram nas atividades de campo e de laboratório, em especial Tereza Queiroz e Breno Simões que estiveram comigo nas horas boas e ruins, escutando meus anseios e ideias mirabolantes.

Aos amigos Daniel, Wiliane e Lana por sempre estarem comigo nas mais diversas situações e me puxando pra fora da minha toca quando eu precisava.

Aos amigos que fiz na faculdade: Sofia, Larissa, Jaqueline, Jayanne, Jhonny, Leonardo e etc que fizeram da experiência acadêmica mais interessante.

Aos meus melhores amigos Afonso e Aldair que estiveram sempre comigo na minha jornada apesar de estarmos todos ocupados, vlw manos!

À minha amiga Amanda Gonçalves que teve um enorme papel na minha vida, me motivando a continuar em frente com sua espontaneidade.

Aos meus pais, Cristiane Maria Ferreira e Antonio Vicente Ferreira que com seus esforços, dedicação e zelo constante para dar tudo de bom e de melhor para nossa família me inspiram a cada dia ser uma pessoa melhor.

Ao meu irmão Andrew Max Vicente Ferreira por ser sempre o amigo que ele é, me fazendo rir das coisas mais simples da vida.

A todas as pessoas que contribuíram para o meu crescimento acadêmico e pessoal de forma direta ou indireta.

## RESUMO

O cultivo da cana-de-açúcar e do eucalipto ocupa um lugar de destaque na economia agrícola e florestal do Brasil. A mudança no uso do solo gera impactos que afetam a biodiversidade. Assim, o presente trabalho tem como objetivo comparar as taxocenoses de térmitas de uma área de cana-de-açúcar com a de uma área de eucalipto, avaliando como a alteração da cultura afeta as taxocenoses locais. O estudo foi realizado entre julho de 2024 e janeiro de 2025 na Estação Experimental de Cana-de-açúcar do Carpina (EECAC - UFRPE), localizada no município de Carpina, Pernambuco. Foram amostradas as taxocenoses de térmitas em duas áreas distintas: uma cultivada com cana-de-açúcar (variedade RB041443) e outra originalmente utilizada para o cultivo de cana-de-açúcar, a qual foi substituída pelo plantio de *Eucalyptus* spp. O método de amostragem incluiu seis transectos medindo 65 m x 2 m, subdivididos em cinco setores de 5 m x 2 m, com intervalos de 10 metros entre cada setor. Ao todo, foram registradas 17 espécies e 147 encontros, pertencentes exclusivamente à família Termitidae, distribuídas em sete subfamílias, com destaque para a subfamília Apicotermatinae. A riqueza das duas áreas foi semelhante, porém a abundância e composição das taxocenoses foram diferentes. A área de eucalipto apresentou maior abundância e maior número de espécies exclusivas. As espécies consideradas pragas, apesar de presentes, não apresentaram dominância. Apesar da semelhança na riqueza de espécies, as diferenças na composição das taxocenoses refletem a influência do tipo de cultivo sobre a fauna de térmitas. A abundância da subfamília Apicotermatinae (se alimentando de matéria orgânica em decomposição) em ambas as áreas reforça que nem todas as espécies de térmitas são pragas, sendo muitas essenciais para a manutenção do equilíbrio ecológico.

**Palavras-chaves:** Cana-de-açúcar; ecologia; monocultura; térmitas.

## ABSTRACT

The cultivation of sugarcane and eucalyptus holds a prominent place in Brazil's agricultural and forestry economy. Changes in land use generate impacts that affect biodiversity. Thus, the present study aims to compare the termite taxocenoses of a sugarcane area with those of a eucalyptus area, evaluating how land-use change affects local taxocenoses. The study was conducted between July 2024 and January 2025 at the Carpina Sugarcane Experimental Station (EECAC - UFRPE), located in the municipality of Carpina, Pernambuco. The research aimed to analyze the termite taxocenoses in two distinct areas: one cultivated with sugarcane (variety RB041443) and another originally used for sugarcane cultivation, which was later replaced by the planting of *Eucalyptus* spp. The sampling method included six transects measuring 65 m x 2 m, subdivided into five sectors of 5 m x 2 m, with 10-meter intervals between each sector. A total of 17 species and 147 encounters were recorded, all belonging to the family Termitidae, distributed across seven subfamilies, with the subfamily Apicotermatinae standing out. Species richness was similar in both areas; however, taxocenosis abundance and composition differed. The eucalyptus area showed higher abundance and a greater number of exclusive species. Although pest species were present, they did not exhibit dominance. Despite the similarity in species richness, differences in taxocenosis composition reflect the influence of crop type on termite fauna. The abundance of the Apicotermatinae subfamily (which feeds on decomposing organic matter) in both areas reinforces that not all termite species are pests, with many being essential for maintaining ecological balance.

**Keywords:** Sugarcane; ecology; monoculture; termites.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1.</b> Porcentagem da riqueza de subfamílias de térmitas em uma área de Eucalipto na EECAC - UFRPE.....	<b>25</b>
<b>Figura 2.</b> Porcentagem da abundância de subfamílias de térmitas em uma área de Eucalipto na EECAC - UFRPE.....	<b>25</b>
<b>Figura 3.</b> Riqueza de espécies de térmitas por grupo alimentar em área de Eucalipto e Cana-de-açúcar na EECAC - UFRPE.....	<b>26</b>
<b>Figura 4.</b> Número de encontros de térmitas por grupo alimentar em área de Eucalipto e Cana-de-açúcar na EECAC - UFRPE.....	<b>26</b>
<b>Figura 5.</b> Porcentagem da riqueza de subfamílias de térmitas em área de Canavial na EECAC - UFRPE.....	<b>27</b>
<b>Figura 6.</b> Porcentagem da abundância de subfamílias de térmitas em área de Canavial na EECAC - UFRPE.....	<b>27</b>
<b>Figura 7.</b> Riqueza de espécies de térmitas em área de Eucalipto e Cana-de-açúcar na EECAC - UFRPE. Letras diferentes indicam uma diferença significativa.....	<b>28</b>
<b>Figura 8.</b> Curva de rarefação das taxocenoses de térmitas encontradas nas áreas de Eucalipto e Cana-de-açúcar da EECAC - UFRPE. Azul - Eucalipto. Laranja - Cana-de-açúcar.....	<b>29</b>
<b>Figura 9.</b> Número de encontros de térmitas em área de Eucalipto e Cana-de-açúcar na EECAC - UFRPE. Letras diferentes indicam uma diferença significativa.....	<b>29</b>
<b>Figura 10.</b> Escalonamento multidimensional não-métrico (nMDS) para as taxocenoses de térmitas em área de Eucalipto e Cana-de-açúcar na EECAC - UFRPE. Azul - Eucalipto. Laranja - Cana-de-açúcar.....	<b>30</b>

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1.** Riqueza observada e estimada, número de encontro e grupo alimentar nas áreas de reflorestamento de Eucalipto e Cana-de-açúcar. N – Número de parcelas em que a espécie foi encontrada. Sobs – Riqueza observada. D.p.: desvio padrão.....**23**

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>11</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>12</b>
2.1. Térmitas	12
2.2. Eucalipto	17
2.3. Cana-de-açúcar	19
<b>3. OBJETIVO GERAL</b>	<b>21</b>
3.1. Objetivos Específicos	21
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>21</b>
4.1. Área de Estudo	21
4.2. Coleta e Classificação	22
4.3. Análise de dados	23
<b>5. RESULTADOS</b>	<b>23</b>
Tabela 1. Riqueza observada e estimada, número de encontro e grupo alimentar nas áreas de reflorestamento de Eucalipto e Cana-de-açúcar. N – Número de parcelas em que a espécie foi encontrada. Sobs – Riqueza observada. D.p.: desvio padrão.	23
Figura 1. Porcentagem da riqueza de subfamílias de térmitas em uma área de Eucalipto na EECAC - UFRPE.	25
Figura 2. Porcentagem da abundância de subfamílias de térmitas em uma área de Eucalipto na EECAC - UFRPE.	25
Figura 3. Riqueza de espécies de térmitas por grupo alimentar em área de Eucalipto e Cana-de-açúcar na EECAC - UFRPE.	26
Figura 4. Número de encontros de térmitas por grupo alimentar em área de Eucalipto e Cana-de-açúcar na EECAC - UFRPE.	26
Figura 5. Porcentagem da riqueza de subfamílias de térmitas em área de Canavial na EECAC - UFRPE.	27
Figura 6. Porcentagem da abundância de subfamílias de térmitas em área de Canavial na EECAC - UFRPE.	27
Figura 7. Riqueza de espécies de térmitas em área de Eucalipto e Cana-de-açúcar na EECAC - UFRPE. Letras diferentes indicam uma diferença significativa.	28
Figura 8. Curva de rarefação das taxocenoses de térmitas encontradas nas áreas de Eucalipto e Cana-de-açúcar da EECAC - UFRPE. Azul - Eucalipto. Laranja - Cana-de-açúcar.	29
Figura 9. Número de encontros de térmitas em área de Eucalipto e Cana-de-açúcar na EECAC - UFRPE. Letras diferentes indicam uma diferença significativa.	29
Figura 10. Escalonamento multidimensional não-métrico (nMDS) para as taxocenoses de térmitas em área de Eucalipto e Cana-de-açúcar na EECAC - UFRPE. Azul - Eucalipto. Laranja - Cana-de-açúcar.	30
<b>6. DISCUSSÃO</b>	<b>31</b>
<b>7. CONCLUSÃO</b>	<b>33</b>
<b>8. REFERÊNCIAS</b>	<b>34</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A silvicultura de eucalipto e o cultivo de cana-de-açúcar ocupam um lugar de destaque na economia agrícola e florestal do Brasil, especialmente nas regiões com condições climáticas favoráveis. A agricultura da cana-de-açúcar é uma das mais importantes no Brasil e no mundo, sendo principalmente cultivada em países tropicais pela sua fácil adaptabilidade, e tendo como finalidade produção de açúcar, etanol, energia, e outros derivados, o que estabelece a sua posição no agronegócio. O seu cultivo foi implementado a milênios, sendo a planta originária da Polinésia e difundida inicialmente em Papua Nova Guiné e Java (Indonésia). No Brasil, o cultivo da cana-de-açúcar remonta os períodos coloniais e continua crescendo até a atualidade (Soto; Chang; Basso, 2017; Medeiros, 2024).

O cultivo de eucalipto, originário da Austrália, começou a ser difundido no Brasil a partir do século XX e hoje ocupa uma área significativa, com maior concentração no Sudeste, e em expansão no Nordeste. A madeira do eucalipto é amplamente utilizada para produção de celulose, carvão vegetal e madeira serrada, sendo uma cultura economicamente relevante pela alta produtividade e adaptação a climas variados (Andrade, 2015; Rocha, 2016; Rauber, 2018; Moreira; Simioni; Buschinelli, 2021).

Apesar da grande importância dessas duas monoculturas, elas causam diversos impactos ambientais como erosão do solo, queimadas, queda da qualidade hídrica, diminuição da biodiversidade e transformação da paisagem. Todos esses impactos ambientais, ao modificar o solo, favorecem o surgimento de espécies consideradas pragas e, dentre elas, os cupins (Rossetto, 2001; Lima et al., 2016).

Os cupins são insetos eussociais que possuem uma forte ligação com o meio em que vivem, sendo considerados ótimos bioindicadores de desequilíbrio ecológico. O Brasil apresenta uma grande diversidade de espécies, registrando aproximadamente 12% de todas as espécies registradas em todo o mundo (Vasconcellos et al., 2005; Constantino, R., 2025).

Esses insetos desempenham um grande papel na manutenção ecológica devido aos seus hábitos alimentares, atuando na ciclagem de nutrientes e decomposição de compostos orgânicos. (Lima, 2012; Santos et al., 2020; Oliveira, 2019). A monocultura cria uma oferta abundante e constante de matéria orgânica rica em celulose para esses organismos, que quando se encontra em uma situação desfavorável, devido a falta de recursos no ambiente e

erosão do solo, começam a atacar plantações de forma descontrolada, se tornando pragas (Nocelli et al., 2018; Fontes; Berti Filho, 1998).

Nesse trabalho, foram analisadas áreas destinadas às duas monoculturas já citadas, com o intuito de coletar e analisar dados das taxocenoses de térmitas existentes avaliando como a alteração no uso do solo afeta as taxocenoses locais.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Térmitas**

Os cupins são insetos hemimetábolos pertencentes à ordem Blattodea e à Infraordem Isoptera, cujo nome é dado devido à morfologia de suas asas (do Grego, iso, igual; ptera, asas) e que são conhecidos por seu comportamento eussocial bem desenvolvido. Eles vivem em colônias organizadas em castas bem definidas, com divisão de trabalho entre operários, soldados e reprodutores. Uma característica marcante é a sobreposição de gerações e o cuidado cooperativo com a prole, fatores fundamentais para o sucesso ecológico dessas colônias (Gullan; Cranston, 2012).

Atualmente são reconhecidos 324 gêneros e 2.995 espécies, excluindo os fósseis, em todo o planeta, distribuídas principalmente nas regiões tropicais e subtropicais (Constantino, R., 2025). O Brasil é considerado um dos países com maior riqueza de cupins, abrigando 94 gêneros e 363 espécies, demonstrando a importância desse grupo para os ecossistemas brasileiros (Constantino, R., 2025).

As espécies registradas no Brasil pertencem a cinco famílias: Heterotermitidae, Kalotermitidae, Rhinotermitidae, Serritermitidae e Termitidae. Entre essas, a família Termitidae é a mais diversa, representando a maior parte das espécies encontradas no território nacional (Constantino, 2022; Krishna et al., 2013; Hellemans et al., 2024).

Dentro da família Termitidae, as espécies brasileiras estão organizadas em nove subfamílias: Amitermitinae, Apicotermitinae, Crepitermitinae, Cylindrotermitinae, Microcerotermitinae, Nasutitermitinae, Neocapritermitinae, Syntermitinae e Termitinae. Cada subfamília apresenta características e hábitos específicos, o que varia desde a construção de

ninhos subterrâneos até estruturas em madeira seca ou montes de terra (Krishna et al., 2013; Hellemans et al., 2024).

As castas dos cupins são compostas por reprodutores, soldados e operárias as quais possuem diferentes funções no ninho (Costa-Leonardo; Casarin; Lima, 2009). As castas garantem a eficiência das colônias, permitindo uma divisão clara de funções, o que aumenta a sobrevivência e a adaptabilidade a diferentes condições ambientais (Schönhaus, 2012).

Segundo Triplehorn e Johnson (2011), a casta reprodutora dos cupins é composta pelo rei, pela rainha e, em algumas espécies, pelos reprodutores secundários. O ciclo reprodutivo inicia-se com o voo nupcial, evento no qual os indivíduos alados deixam o cupinzeiro para formar novas colônias. Eles perdem as asas através de uma sutura e procuram um local para construir seus ninhos, se abrigam em um local protegido, como cavidades subterrâneas ou madeira em decomposição, onde constroem a câmara nupcial e iniciam a postura dos ovos.

A rainha faz a postura de ovos na colônia, sendo capaz de produzir milhares deles ao longo de sua vida. Em algumas espécies a rainha pode passar por processo chamado de fisogastria, que é quando ocorre um crescimento extremo do abdômen ocasionado pela hipertrofia dos ovários, o que aumenta sua capacidade de postura e pode torná-la até cem vezes maior do que os outros indivíduos da colônia. Devido a essa mudança no abdômen, a rainha torna-se incapaz de se locomover e depende dos operários para alimentação e manutenção (Gullan; Cranston, 2012; Souza et.al., 2014).

Em colônias desenvolvidas, os reprodutores secundários podem desempenhar um papel essencial. Eles surgem em algumas espécies para complementar a reprodução ou substituir o casal real, caso este morra ou diminua a capacidade reprodutiva. Esses indivíduos são ditos neotênicos, ou seja, sexualmente maduros, mas com aparência juvenil, ao qual tem seu desenvolvimento interrompido, com suas asas em forma braquitera ou ápteros. A presença dos reprodutores secundários contribui para a longevidade das colônias, pois permite continuar com a produção de ovos mesmo que a rainha morra (Gullan; Cranston, 2012).

De acordo com Pearce (1997), a casta operária, por sua vez, tem um dos papéis mais importantes. Constituem a casta mais numerosa e desempenham múltiplas funções, como a construção, manutenção e limpeza do ninho, a coleta de alimento e o cuidado com as larvas e as outras castas. Esses indivíduos garantem a integridade estrutural da colônia e a nutrição de todos os seus membros. Como não se reproduzem, permanecem estéreis durante toda a vida. Os operários são a base do funcionamento das colônias, sendo responsáveis por quase todas as atividades diárias, como alimentação e defesa indireta.

A casta dos soldados desempenha o papel de defesa da colônia contra predadores e fatores adversos. Esses indivíduos possuem cabeças amplamente esclerotizadas, adaptadas para oferecer maior resistência e suporte muscular, além de, em algumas espécies, apresentarem uma glândula frontal desenvolvida, responsável pela produção de substâncias químicas de defesa. Suas mandíbulas variam em tamanho e formato conforme a função defensiva da espécie, podendo ser extremamente robustas ou inconspícuas, como no caso da subfamília Nasutitermitinae, que possuem uma projeção da cápsula cefálica em forma de cone (naso) utilizado para lançar secreções tóxicas contra inimigos (Pearce, 1997; Santos, 2004).

Os cupins são insetos sociais cuja organização e alimentação é muito influenciada pelas bactérias no seu intestino que ajudam a quebrar celulose. Essa adaptação ajuda esses insetos a buscar vários tipos de recurso alimentares como lenha, solo rico em matéria orgânica e plantas mortas o que garante a sobrevivência deles em muitos lugares (Lima; Costa-Leonardo 2007).

Os cupins são mestres da construção, criando ninhos impressionantes que refletem milhões de anos de evolução e adaptação ao ambiente. Essas verdadeiras fortalezas não são apenas um lar, mas também garantem a proteção da colônia contra predadores, regulam a temperatura e a umidade, armazenam alimento e facilitam a comunicação entre os indivíduos. Tudo isso é possível graças ao trabalho incansável dos operários, que misturam solo, saliva, fezes e partículas vegetais para erguer estruturas incrivelmente resistentes e bem planejadas. (Nardin; Vagheti 2020; Graminha, 2015).

A forma como os cupins constroem seus ninhos depende do ambiente em que vivem. Algumas espécies cavam túneis no solo, criando câmaras interligadas que mantêm a umidade e protegem a colônia. Outras erguem cupinzeiros que podem alcançar vários metros de altura e possuem um sistema de ventilação natural sofisticado. Esse mecanismo ajuda a manter a temperatura interna sempre estável, garantindo a sobrevivência da colônia mesmo em locais muito secos ou com variações extremas de temperatura (Nardin; Vagheti 2020). Os cupins arborícolas, por outro lado, constroem ninhos sobre árvores, reduzindo a exposição a predadores terrestres e garantindo fácil acesso a fontes de alimento. Essas estruturas são reforçadas com materiais extraídos do próprio ambiente. Já os cupins que vivem em madeira, utilizam troncos mortos e galhos como abrigo e fonte de alimento simultaneamente, criando galerias internas que facilitam sua locomoção e organização. Como exemplo o cupim de madeira seca (Família Kalotermitidae) conhecido por habitar móveis e os fragilizar (Riechelmann, 2010).

Durante a construção dos ninhos, os operários se comunicam através de feromônios e reações ao ambiente, o que torna o trabalho em equipe algo realmente impressionante. Esse comportamento, chamado de estigmergia, permite que eles criem estruturas incríveis sem precisar de um plano detalhado. Cada cupim contribui com pequenas quantidades de material em lugares estratégicos, seguindo os sinais químicos deixados por outros membros da colônia. Esse sistema é fundamental para que os ninhos se mantenham e cresçam, ajudando a colônia a se adaptar constantemente ao seu entorno (Heyde et al., 2021).

Outro aspecto relevante é a estrutura interna dos ninhos, que inclui câmaras especializadas para diferentes funções. Algumas são dedicadas à reprodução e que abrigam o casal reprodutor, outras são usadas para armazenamento de alimento e dependendo da espécie pode ser usada para o cultivo de fungos garantindo uma fonte estável de nutrientes para a colônia como ocorre com a subfamília Macrotermitinae, que utilizam do fungo *Termitomyces* sp. para digerir celulose (Brugerolle; Radek, 2006; Menezes, 2017).

Os cupins também desenvolveram um sistema de resfriamento sofisticado através de aberturas e um sistema elaborado de galerias. Turner (2020) estudou os ninhos de cupins para entender como eles conseguem regular a temperatura, deixando a ventilação dos ninhos mais eficiente e a forma de aplicar as construções humanas. Esses estudos possibilitam novas formas de criar edifícios mais sustentáveis, com isolamento térmico mais eficiente e menos consumo de energia, tornando a engenharia mais sustentável.

Além da grande habilidade na construção dos ninhos, os cupins possuem um ótimo sistema de forrageamento, o qual possui diferentes estratégias dependendo do ambiente em que vivem e da espécie. Os operários desempenham o papel principal na busca por alimento, utilizando feromônios para marcar rotas e direcionar outros membros da colônia ao recurso descoberto. Esses feromônios são ajustáveis possibilitando diversos comportamentos como o de solicitar reforço ou alertar algum perigo. O forrageamento pode ocorrer de forma individual (batedores) ou por uma trilha, dependendo do grau de organização da espécie (Costa-leonardo; Casarin; Lima, 2009).

O tamanho e a qualidade do recurso alimentar influenciam diretamente o padrão de forrageamento. No estudo de Souza et al., (2018) a espécie *Nasutitermes corniger* revelou que colônias maiores preferem recursos volumosos e estáveis, enquanto colônias menores exploram fontes menores, o que mostra a adaptabilidade dos cupins em sua busca por alimentos. Fatores ambientais também influenciam no forrageamento dos cupins, tais como umidade do solo e temperatura. Cupins subterrâneos como *Coptotermes formosanus* ajustam

sua atividade de busca por alimento conforme a compactação do solo e a disponibilidade de umidade, com maior atividade forrageira ocorrendo durante períodos de alta umidade (Cornelius; Osbrink, 2010).

No trabalho realizado por Castro et al. (2012) com *Heterotermes tenuis* foi observado que o maior pico de atividade de forrageamento dos cupins foi realizado durante os períodos chuvosos onde a umidade da área estava elevada, e o menor foi nos períodos em que estava mais baixa, o que evidencia que o fator umidade influencia no comportamento de busca por alimento dos cupins.

Além disso, os cupins também servem como fonte de alimento para diversas espécies de mamíferos, aves e répteis. Esses animais são dependentes dos cupins para complementar a sua dieta e alguns os têm como fonte principal de alimento. Os cupinzeiros também oferecem abrigo para outros seres vivos, criando microhabitats dentro dos ecossistemas (Gallo, 2020).

A diversidade de espécies de cupins pode servir como um indicador da saúde ecológica do solo, refletindo os efeitos das práticas de manejo florestal. Teixeira e Junqueira, (2012) destacam que a ausência de cupins em áreas de atividade humana para o cultivo como desmatamento parcial de um fragmento, indica sua rápida resposta a perturbações impostas em seus habitats.

Alguns estudos corroboram a conexão entre a presença de cupins e o dano ambiental. Na investigação realizada em Cabrobó, PE por Silva et al., (2014) a fauna de cupins em áreas de degradação exibe uma grande mudança de comportamento. Da mesma forma, Cunha e Brandão (2005) reafirmaram que algumas espécies são particularmente sensíveis à degradação do solo quando estudaram diferentes biomas em Goiás, sendo duas das espécies estudadas consideradas pragas, o que as torna bioindicadores eficazes da qualidade ambiental.

A pesquisa de Peres Filho et al., (2012) investigou a diversidade dos cupins em áreas de savana submetidas à ação do fogo em diferentes épocas no município de Cuiabá, MT, sendo descoberto que algumas espécies mantêm sua ocorrência, enquanto outras perdem parte significativa da população podendo ser consideradas espécies bioindicadoras de recuperação de áreas degradadas pelo fogo.

Os cupinzeiros não apenas indicam a qualidade do solo, mas também fornecem pistas sobre a disponibilidade hídrica subterrânea. Ahmed e Pradhan, (2018) destacam que a distribuição dessas estruturas pode revelar a presença de lençóis freáticos, pois os cupins são dependentes da água, principalmente nos períodos de seca.

Apesar da importância ecológica, os cupins ainda são vistos principalmente como pragas urbanas e agrícolas, devido ao seu potencial destrutivo em construções e plantações. Todavia, apenas 10% dos cupins são considerados pragas, atingindo esse status devido a escassez de alimento em seus habitats (Lima, 2012; Oliveira, 2019)

Enquanto algumas espécies contribuem para o ecossistema, outras são consideradas pragas, responsáveis por causar um grande prejuízo em vários setores como a construção civil, silvicultura, agricultura, etc. Causando impactos irreversíveis à economia, levando ao investimento pesado no controle, principalmente utilizando defensivos agrícolas como o fipronil, que, no entanto, trazem prejuízos à saúde humana ao longo do tempo, além de eliminar predadores naturais e possibilita a seleção de espécies resistentes (Cruz et al., 2012; Santos et al., 2020; Peres et al., 2010).

Devido a seus hábitos alimentares e de construção de ninhos utilizando matéria orgânica, os cupins podem causar danos a construções, lavouras, móveis, madeira, tecidos, papel, etc. Os cupins subterrâneos são provavelmente os que mais causam problemas, pois, são bem adaptados à convivência com os humanos e tem uma boa distribuição geográfica, além da sua fácil instalação e dificuldade de controle. Já os cupins de madeira seca, por não precisarem de muita umidade para sobreviver, podem obtê-la diretamente da própria madeira, podendo ser encontrados dentro das construções humanas e causando danos que não são rapidamente notados. Os cupins arborícolas constroem seus ninhos em árvores e outras construções, causando danos à medida que fazem suas trilhas (Fontes; Berti Filho, 1998; Riechelmann, 2010; Chaves, 2013)

Como os cupins também atacam raízes de plantas na fase de mudas, muitas culturas são afetadas principalmente como eucaliptos, cana-de-açúcar e várias outras. O ataque ocorre principalmente pela falta de opção devido ao desequilíbrio ecológico, o que leva a medidas de controle ambiental (Santos, 2021; Fontes; Berti Filho, 1998).

## **2.2. Eucalipto**

O *Eucalyptus* spp. pertence à família Myrtaceae. O gênero *Eucalyptus* engloba mais de 800 espécies, sendo facilmente reconhecido pela sua altura, resistência e odor característico, sendo nativo da Austrália e amplamente cultivado desde a década de 1850 em diversas regiões do mundo. O cultivo do eucalipto com o intuito de comércio no Brasil tem início por volta do século XX nos Estados de São Paulo e Minas Gerais, sendo incentivada

por indústrias devido ao seu crescimento acelerado, alta produtividade, capacidade de adaptação a diferentes condições climáticas e utilidade econômica, por ser uma importante fonte de madeira para indústrias de papel, celulose e energia. A silvicultura de eucalipto também é a mais utilizada em reflorestamento (Andrade, 2015; Rocha, 2016; Rauber, 2018). O eucalipto, como cultura perene, tem um ciclo de cultivo longo, variando entre 6 e 15 anos, dependendo da espécie e das condições ambientais. (Higa, R.; Mora; Higa A., 2000).

A utilização do eucalipto na produção de celulose, papel, madeira, siderúrgicas, carvão vegetal, painéis e pisos laminados, óleos essenciais e repelentes demonstra a sua utilidade econômica. Sua madeira é valorizada em diversos setores, mas principalmente na construção civil (Moreira; Simioni; Buschinelli, 2021).

Com a crescente demanda mundial por fontes renováveis de energia e o aumento constante do preço do petróleo, a madeira do eucalipto surge de forma atrativa, pois é de fácil cultivo, além de ser uma matéria prima renovável, sendo utilizado como lenha ou carvão vegetal por indústrias e o que leva a redução de impactos causados pela utilização de combustíveis fósseis (Longue Júnior; Colodette, 2013).

Por ser uma monocultura extensiva, o cultivo do eucalipto provoca vários impactos ambientais como ressecamento do solo, diminuição da biodiversidade e transformação da paisagem. (Lima et al., 2016), o que facilita a ocorrência de pragas que representam um grande desafio para o cultivo do eucalipto, impactando negativamente sua produtividade e elevando os custos de manejo. Entre os principais insetos que afetam essa cultura, destacam-se as formigas cortadeiras (*Atta* e *Acromyrmex*), o gorgulho-do-eucalipto (*Gonipterus* spp.), a vespa da galha (*Leptocybe* invasa), além de diversas espécies de cupins. Esses organismos exploram a madeira como fonte de alimento, abrigo e local para reprodução, abrindo galerias de diferentes tamanhos conforme a espécie envolvida. Além disso, a intensa desfolha causada por esses insetos compromete o bem estar das árvores, podendo resultar em deformações, morte precoce e prejuízos econômicos significativos (Silvares et al., 2023; Farias et al., 2024; Sá et al., 2021).

Segundo Junqueira, Diehl e Berti Filho (2008), espécies subterrâneas atacam as raízes e o caule das mudas jovens, prejudicando o crescimento inicial das plantas. Os cupins xilófagos, como *Nasutitermes* spp., podem atacar a madeira, afetando sua qualidade comercial ao fazerem trilhas e perfurações. O impacto dos cupins na silvicultura do eucalipto pode ser tão severo que muitos produtores recorrem a medidas preventivas, como o tratamento químico

do solo e o uso de mudas resistentes ou geneticamente modificadas (Junqueira, 1999; Brisola; Demarco, 2011).

### **2.3. Cana-de-açúcar**

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) pertence à família Poaceae e é resultado do cruzamento entre diferentes espécies do gênero *Saccharum* é uma das culturas agrícolas mais importantes do mundo, desempenhando um papel fundamental na economia, especialmente em países tropicais como o Brasil, onde é amplamente cultivada para a produção de açúcar, etanol e outros derivados. Seu cultivo é uma atividade milenar, com registros históricos indicando ser originária da Polinésia e sua domesticação desenvolvida inicialmente em Papua Nova Guiné e Java (Indonésia), sendo posteriormente disseminada para a Ásia, Europa e, finalmente para as Américas durante o período colonial. No Brasil a cana-de-açúcar começou a ganhar relevância econômica por cerca da metade do século XVI no nordeste Brasileiro. Atualmente, o Brasil lidera a produção mundial de cana-de-açúcar, sendo responsável por exportar cerca de 61,8% do açúcar mundial junto com a Índia e China, sendo responsável também por mais da metade do etanol produzido globalmente e consolidando-se entre os maiores exportadores de cana-de-açúcar (Soto; Chang; Basso, 2017; Medeiros, 2024).

A cana-de-açúcar tem como principal característica os colmos ricos em sacarose e por conta disso, as variedades comerciais são geralmente híbridas obtidas por meio de melhoramento genético, buscando aumentar a produtividade e a resistência a pragas e doenças. Essas variedades apresentam um crescimento exacerbado atingindo grandes alturas, com colmos espessos e ricos em sacarose, principal produto extraído para a produção de açúcar e etanol (Simon, 2019). O ciclo de cultivo da cana-de-açúcar e de crescimento curto, que dura entre 16 e 18 meses, permitindo colheitas anuais e plantios sequenciais (Embrapa, 2022).

Com os crescentes danos ambientais, há no mercado uma busca assídua por geração de energia de forma limpa e renovável. A energia gerada pela cana-de-açúcar é uma das que se destaca, não apenas com o etanol, mas também pela queima do bagaço cana-de-açúcar, pois contribuem para a redução dos gases do efeito estufa evitando a utilização de combustíveis fósseis. Essa fonte de energia vem sendo empregada na maioria das usinas cana-de-açúcar no Brasil. (Meneguello; Castro 2007)

Devido a sua versatilidade, os campos de cana-de-açúcar estão sempre em expansão com mais de 8,5 milhões de hectares, onde as regiões Centro-Sul e Nordeste se destacam na produtividade. A produção agrícola dessa monocultura pode ser drasticamente influenciada pelo clima e disponibilidade de água especialmente na região Nordeste (Abreu et al., 2013; Vianna; Sentelhas, 2014). A prática dessa monocultura extensiva permite uma grande produção, porém causa diversos impactos ao solo, pois a utilização de uma mesma cultura, leva a um desequilíbrio ambiental extremamente grave onde há o empobrecimento nutricional, a contaminação pelo uso indiscriminado de fertilizantes com o intuito de manter ou recuperar a produtividade da terra e o uso de defensivos agrícolas para o combate de pragas (Zimmermann, 2009).

Segundo Lopes e Ribeiro (2006), uma prática comum no cultivo da cana-de-açúcar é a queima da palha o que facilita a colheita e diminui os riscos de acidentes. No entanto, essa ação causa diversos impactos ambientais, como a emissão de gases tóxicos, acidentes em rodovias, degradação da fauna local e contaminação de rios e afluentes. Devido a esses impactos houve uma forte regulação sobre essa prática, onde ela só pode ser empregada em casos muito específicos, além de estar sendo gradualmente substituída pela mecanização (Abreu et al., 2011).

Como todas as outras culturas, a cana-de-açúcar também é afetada por diversos tipos de pragas, fazendo-se necessário a utilização de defensivos agrícolas. Estes não afetam apenas os organismos-alvos, mas todo o ecossistema envolvido, o que torna esse recurso inviável sendo preferível um controle biológico através dos predadores respectivos dessas pragas. Entre as pragas mais conhecidas e prejudiciais da cana-de-açúcar estão a broca da cana-de-açúcar, cigarrinhas das raízes, cupins, besouros e formigas.

Os cupins podem ocasionar sérios problemas a cultura da cana-de-açúcar, apesar de não serem necessariamente pragas, o que depende das condições ecológicas, como a pouca distribuição de recurso, a disponibilidade hídrica, a erosão do solo dentre outros fatores (Nocelli et al., 2018).

Devido ao seu hábito xilófago os cupins se alimentam da celulose encontrada nas plantas devorando gemas, colmos e raízes de plantas jovens, o que dificulta o seu desenvolvimento. Os cupins subterrâneos são os maiores causadores de problemas, pois cavam complexas galerias subterrâneas o que dificulta os agentes de controle agrícola e ainda conecta o seu ninho a fonte de alimento. Os principais gêneros causadores de danos na região

Nordeste são: Amitermes, Cyllindrotermes e Nasutitermes (Conceição; Silva, 2011; Chaves, 2013).

### **3. OBJETIVO GERAL**

O presente trabalho teve como objetivo comparar as taxocenoses de térmitas de uma área de cana-de-açúcar com a de uma área de eucalipto. Avaliando como a alteração da cultura afeta a taxocenose local.

#### **3.1. Objetivos Específicos**

- Identificar as espécies de cupins presentes em uma área de canavial e de uma área de eucalipto;
- Classificar as espécies em grupos tróficos;
- Calcular as principais medidas de diversidade biológica para cada uma das áreas amostradas;
- Comparar os dados obtidos, avaliando os impactos da mudança de monocultura sobre as taxocenoses locais.

### **4. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **4.1. Área de Estudo**

As coletas foram realizadas na Estação Experimental de Cana-de-açúcar de Carpina (EECAC - UFRPE), localizada no município de Carpina, Mata Norte do estado de Pernambuco, nordeste do Brasil (7° 51' 31.32" S e 35° 15' 15.48" W), entre julho de 2024 e janeiro de 2025, no período da manhã das 7 horas até 12 horas.

O clima da região é o sub-úmido seco com deficiência de água moderada no verão e com excesso moderado de água no inverno, com temperatura média de 28°C. A umidade relativa do ar varia entre 65% e 98%, enquanto os ventos apresentaram velocidade média de

14 km/h. O solo predominante na área é argiloso e litólicos e o relevo predominante é o de planaltos. A Estação Experimental de Cana-de-açúcar de Carpina foi criada pelo Instituto do Açúcar e do Álcool (IAA) há aproximadamente 50 anos e possui uma área total de 261 hectares (Simões Neto, 2017).

#### 4.2. Coleta e Classificação

As coletas foram realizadas em duas áreas distintas: uma área destinada ao cultivo de cana-de-açúcar utilizando a variedade RB041443, a qual foi plantada em dezembro de 2023, com aplicação do defensivo agrícola Fipronil em fundo de suco e mantida sob irrigação com mini-canhão; E outra área originalmente utilizada para o cultivo de cana-de-açúcar, o qual foi substituído pelo plantio de *Eucalyptus* spp. No momento da coleta o eucalipto encontrava-se com 18 meses de plantado, tendo sido utilizado Fipronil para controle de formigas cortadeiras apenas no momento do plantio. De acordo com Scorza Júnior e Franco (2013) a duração do Fipronil varia de acordo com as condições em que está inserido, mas a duração média é de 19 a 74 dias.

Em cada área, a taxocenose de térmitas foi investigada por meio de um método padronizado de amostragem, no qual foram estabelecidos seis transectos medindo 65 m x 2 m, subdivididos em cinco setores de 5 m x 2 m, com intervalos de 10 metros entre cada setor. O tempo dedicado à coleta em cada setor seguiu um esforço amostral de 1 hora por pessoa, conforme os procedimentos metodológicos descritos por Canello et al. (2014).

Em cada área, as buscas foram realizadas em todos os possíveis microhabitats, tais como solo, serrapilheira e palhiço, ao longo dos transectos, utilizando enxadecos, bandeja, pás e pinças. Os espécimes encontrados foram coletados com pinças histológicas, preservados em etanol 70% e etiquetados para posterior identificação.

A identificação dos espécimes foi conduzida por meio de literatura especializada e comparação com exemplares da Coleção de Isoptera da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Os espécimes coletados foram classificados em grupos alimentares de acordo com a descrição proposta por Donovan et al., 2001: Grupo I – Compreende espécies que se alimentam de madeira morta e gramíneas; Grupo II – Inclui espécies da família Termitidae com hábitos alimentares variados, consumindo madeira morta, gramíneas, serrapilheira e micro epífitas; Grupo III – Abrange espécies da família Termitidae que se

alimentam das camadas superficiais do solo, ricas em matéria orgânica; Grupo IV – Engloba espécies da família Termitidae classificadas como verdadeiras húmívoras, aparentemente ingerindo partículas minerais do solo.

### 4.3. Análise de dados

Para cada área estudada foram determinadas a riqueza observada e estimada, os índices de diversidade de Shannon e Simpson e o número de encontros, este último utilizado como um indicativo de abundância (Canello *et al.*, 2014). Para avaliar a suficiência amostral e estimar a riqueza de espécies, foi utilizado o estimador Jackknife 1, do software R 4.4.2 (R CORE TEAM, 2024).

As taxocenoses foram ordenadas utilizando o método de escalonamento multidimensional não métrico (nMDS), considerando o índice de similaridade de Jaccard. Diferenças quanto à estrutura das taxocenoses foram testadas através de uma análise de variância permutacional não paramétrica (PERMANOVA), utilizando o índice de Jaccard. Para isso foi utilizado o software PAST v. 3.x (Hammer *et al.*, 2001).

## 5. RESULTADOS

Foram registradas ao todo 17 espécies e 147 encontros. Foi encontrada apenas a família Termitidae com 7 subfamílias, a saber: Amitermitinae, Apicotermitinae, Cylindrotermitinae, Microcerotermitinae, Nasutitermitinae, Neocapritermitinae e Syntermitinae. A subfamília Apicotermitinae apresentou maior riqueza (10 espécies) e maior abundância (75 encontros), enquanto a subfamília Amitermitinae apresentou a segunda maior riqueza (2 espécies) e a subfamília Microcerotermitinae foi a que teve menor abundância (2 encontros). A riqueza estimada nessas áreas foi de 100% da riqueza observada (Tabela 1).

**Tabela 1.** Riqueza observada e estimada, número de encontro e grupo alimentar nas áreas de reflorestamento de Eucalipto e Cana-de-açúcar. N – Número de parcelas em que a espécie foi encontrada. Sobs – Riqueza observada. D.p.: desvio padrão.

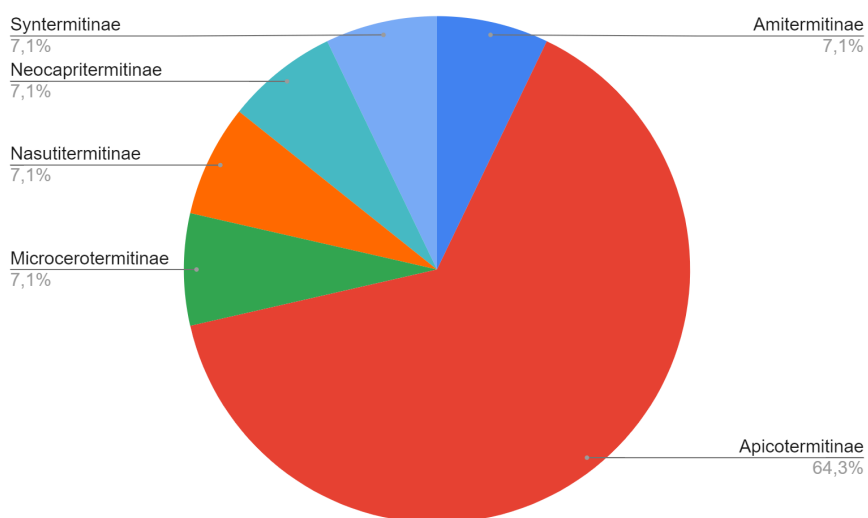
Família/Subfamília/Espécie	EECAC - UFRPE.		Grupo alimentar
	N	N	
	Eucalipto	Cana-de-açúcar	
<b>Termitidae</b>			
<b>Amitermitinae</b>			
<i>Amitermes amifer</i> Silvestri, 1901	-	1	II
<i>Amitermes nordestinus</i> Melo & Fontes 2003	1	4	II
<b>Apicotermitinae</b>			
<i>Anoplotermes</i> sp.1	11	5	III
<i>Anoplotermes</i> sp.2	4	-	III
<i>Aparatermes</i> sp.1	12	2	III
<i>Aparatermes</i> sp.2	-	1	III
<i>Apicotermitinae</i> sp.1	4	2	III
<i>Apicotermitinae</i> sp.2	4	-	III
<i>Apicotermitinae</i> sp.3	9	-	III
<i>Apicotermitinae</i> sp.4	1	-	III
<i>Apicotermitinae</i> sp.5	1	-	III
<i>Ruptitermes reconditus</i> (Silvestri, 1901)	16	3	III
<b>Cylindrotermitinae</b>			
<i>Cylindrotermes sapiranga</i> Rocha & Canello, 2007	-	5	II
<b>Microcerotermitinae</b>			
<i>Microcerotermes indistinctus</i> Mathews, 1977	2	-	II
<b>Nasutitermitinae</b>			
<i>Nasutitermes coxipoensis</i> (Holmgren, 1910)	27	2	II
<b>Neocapritermitinae</b>			
<i>Neocapritermes opacus</i> Hagen, 1858	2	15	III
<b>Syntermitinae</b>			
<i>Syntermes nanus</i> Constantino, 1995	11	2	II
Sobs	14	11	
Riqueza estimada (Jakknife 1)	14	11	
Número de encontros	105	42	

Fonte: Autor (2025)

Na área com o reflorestamento de Eucalipto foram registradas 14 espécies e 105 encontros, sendo 6 espécies exclusivas desse ambiente. A subfamília Apicotermitinae foi a que apresentou maior riqueza com 9 espécies, correspondendo a 64.29% das espécies

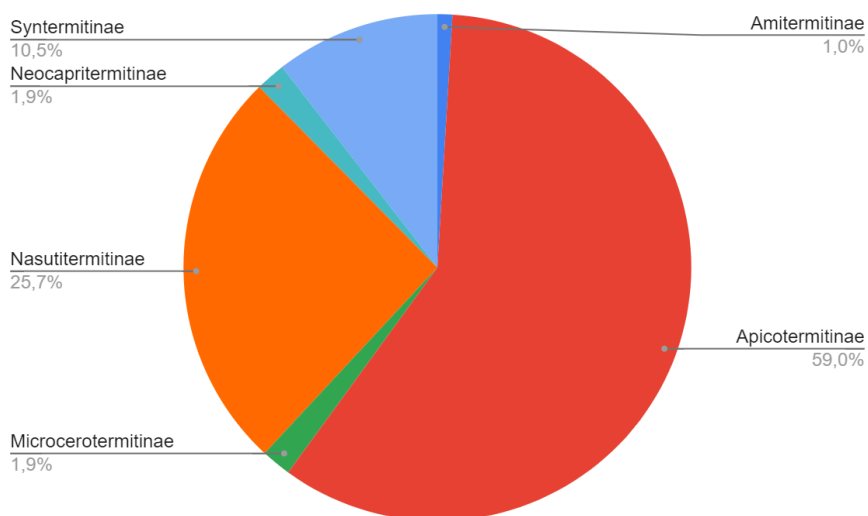
encontradas na área, e maior abundância com 62 encontros 59.05% do total de encontros, seguida pela subfamília Nasutitermitinae com a presença de apenas uma espécie *Nasutitermes coxipoensis* e 27 encontros 26% do total de encontros (Figs 1 e 2). O grupo alimentar III se destacou com 10 espécies e 64 encontros (Figs 3 e 4).

**Figura 1.** Porcentagem da riqueza de subfamílias de térmitas em uma área de Eucalipto na EECAC - UFRPE.



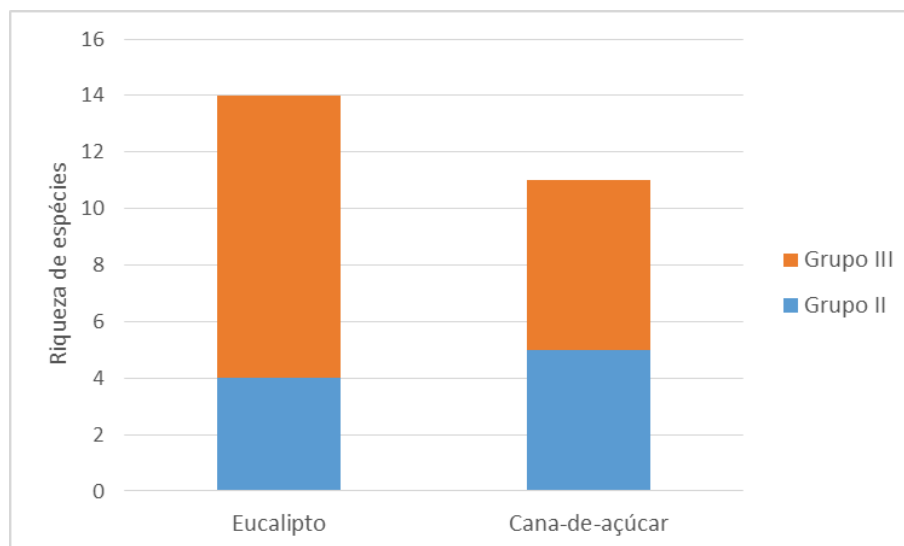
Fonte: Autor (2025)

**Figura 2.** Porcentagem da abundância de subfamílias de térmitas em uma área de Eucalipto na EECAC - UFRPE.



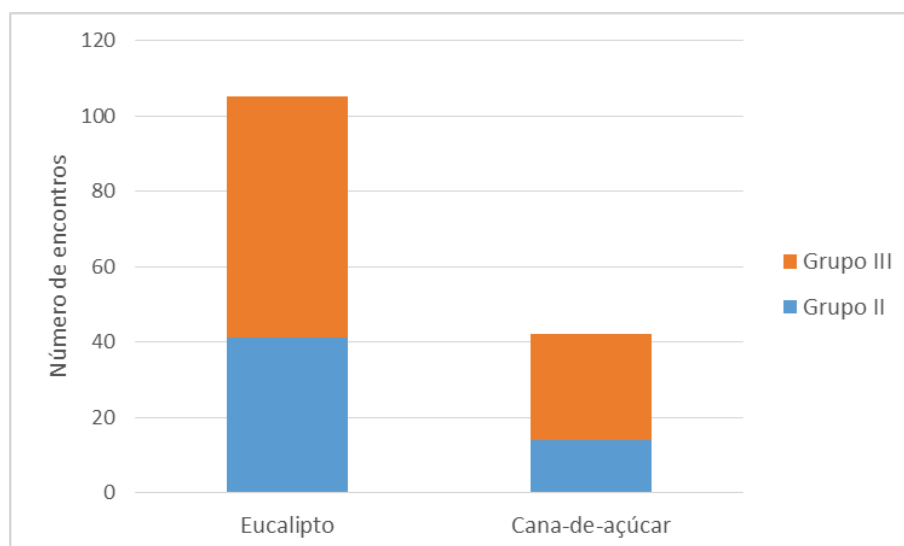
Fonte: Autor (2025)

**Figura 3.** Riqueza de espécies de térmitas por grupo alimentar em área de Eucalipto e Cana-de-açúcar na EECAC - UFRPE.



Fonte: Autor (2025)

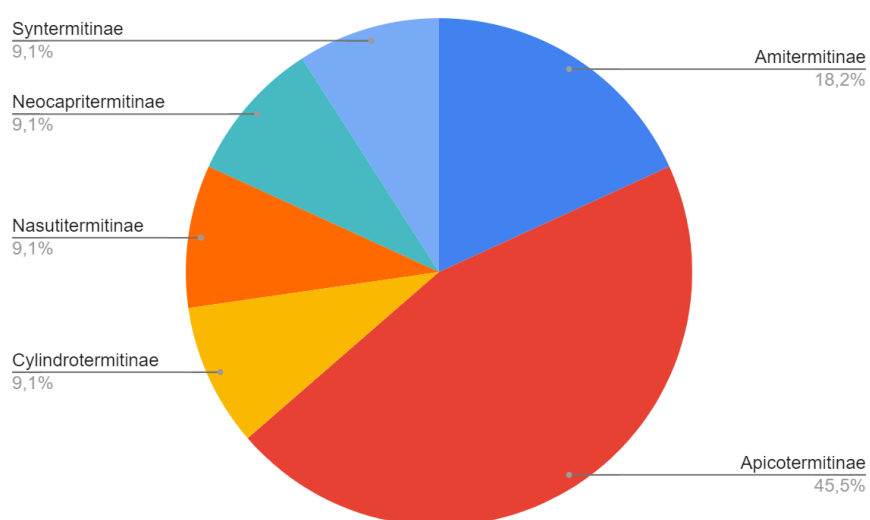
**Figura 4.** Número de encontros de térmitas por grupo alimentar em área de Eucalipto e Cana-de-açúcar na EECAC - UFRPE.



Fonte: Autor (2025)

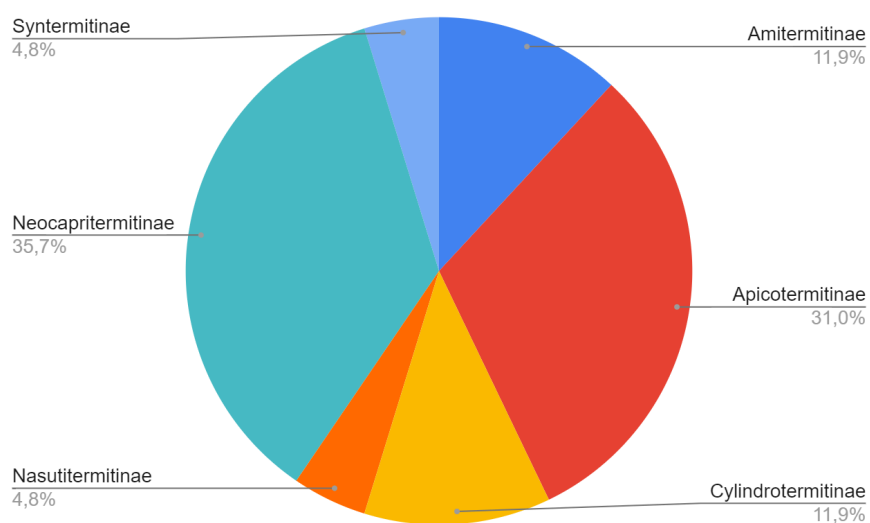
Na área de cana-de-açúcar foram registradas 11 espécies e 42 encontros, sendo 3 espécies exclusivas desse ambiente. A subfamília Apicotermatinae foi a que apresentou maior riqueza com 45.45% espécies, seguida pela subfamília Amitermatinae (2 espécies), enquanto que a maior abundância foi apresentada pela subfamília Neocapritermitinae com a presença de apenas uma espécie *Neocapritermes opacus* com 15 encontros correspondendo a 35.71% dos encontros, seguido pela subfamília Apicotermatinae que reaparece com 13 encontro compondo 31% dos encontros (Figs 5 e 6). O grupo alimentar III se destacou com 6 espécies e 28 encontros (Figs 3 e 4).

**Figura 5.** Porcentagem da riqueza de subfamílias de térmitas em área de Canavial na EECAC - UFRPE.



Fonte: Autor (2025)

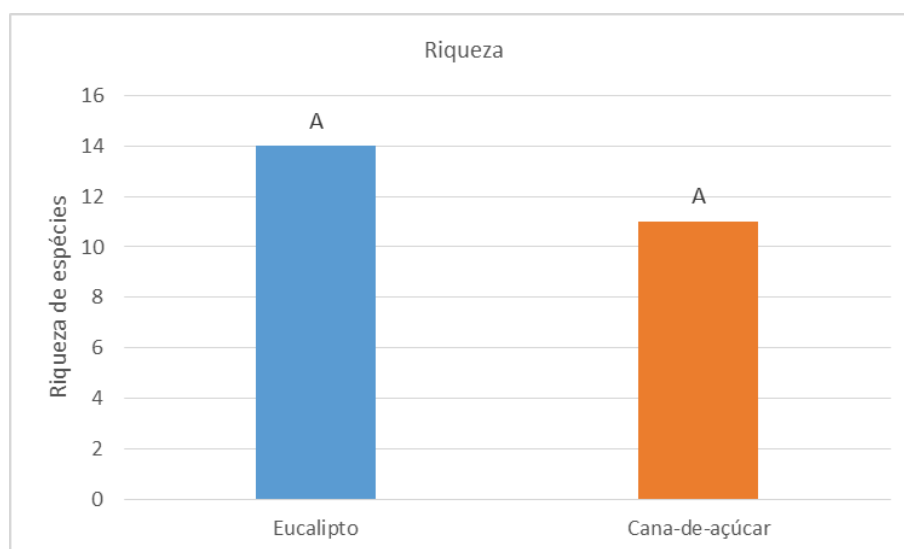
**Figura 6.** Porcentagem da abundância de subfamílias de térmitas em área de Canavial na EECAC - UFRPE.



Fonte: Autor (2025)

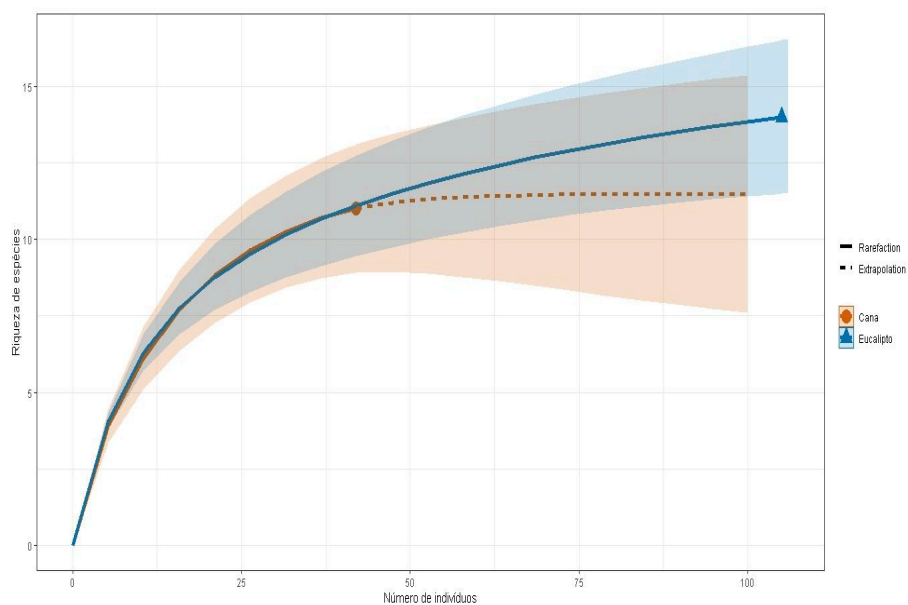
A riqueza das espécies entre as áreas foi similar (Figs 7 e 8). No entanto as áreas de eucalipto e cana-de-açúcar apresentaram espécies exclusivas em relação às áreas, com a área de eucalipto apresentando uma riqueza comparativamente maior.

**Figura 7.** Riqueza de espécies de térmitas em área de Eucalipto e Cana-de-açúcar na EECAC - UFRPE. Letras diferentes indicam uma diferença significativa.



Fonte: Autor (2025)

**Figura 8.** Curva de rarefação das taxocenoses de térmitas encontradas nas áreas de Eucalipto e Cana-de-açúcar da EECAC - UFRPE. Azul - Eucalipto. Laranja - Cana-de-açúcar.



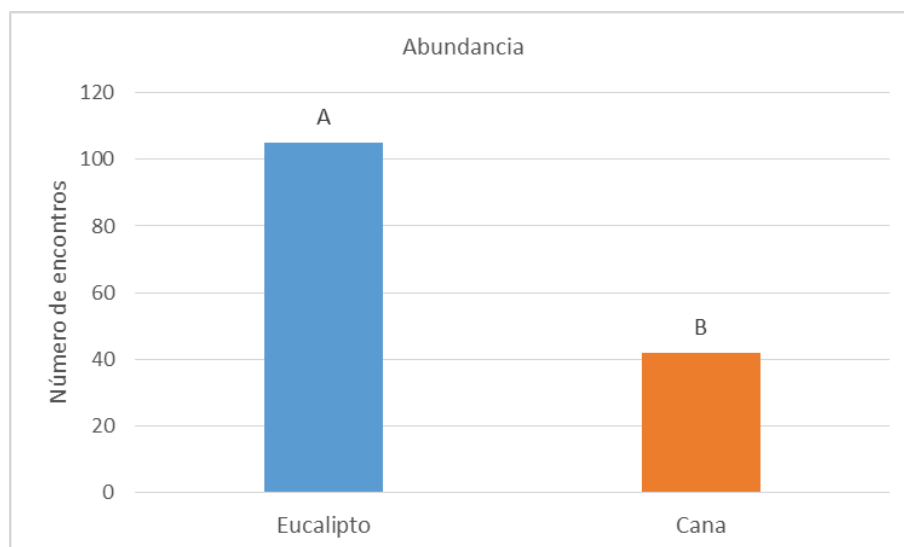
Fonte: Autor (2025)

O número de encontros entre as áreas foi significativamente diferente ( $F = 7.542$ ,  $P < 0.05$  Fig. 9). A área de eucalipto apresentou mais que o dobro de encontros em relação a área de cana-de-açúcar.

De acordo com o nMDS as taxocenose são diferentes, pois houve a formação de grupos (Fig. 10). A PERMANOVA confirma que existe uma diferença significativa entre as taxocenoses ( $F = 15.04$ ,  $P < 0.05$ ).

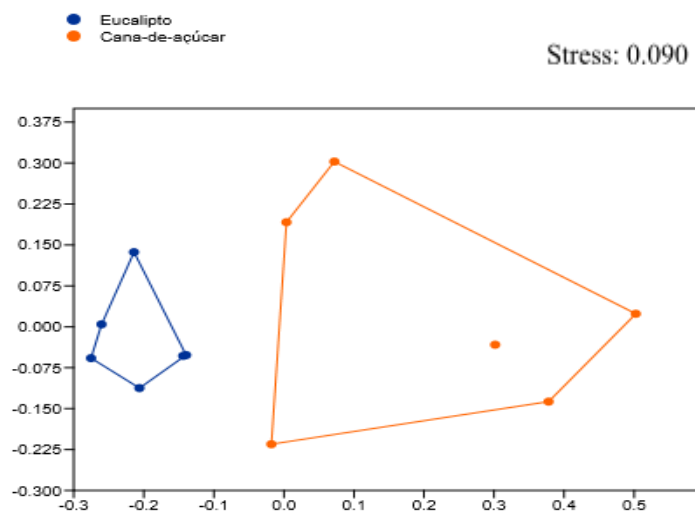
Não houve diferença entre a composição dos grupos alimentares entre as duas áreas amostradas ( $F = 2.708$ ,  $P > 0.05$ ). Com o maior número de espécies pertencentes ao Grupo III. (Fig 3 e 4).

**Figura 9.** Número de encontros de térmitas em área de Eucalipto e Cana-de-açúcar na EECAC - UFRPE. Letras diferentes indicam uma diferença significativa.



Fonte: Autor (2025)

**Figura 10.** Escalonamento multidimensional não-métrico (nMDS) para as taxocenoses de térmitas em área de Eucalipto e Cana-de-açúcar na EECAC - UFRPE. Azul - Eucalipto. Laranja - Cana-de-açúcar.



Fonte: Autor (2025)

## 6. DISCUSSÃO

A riqueza estimada e observada foram iguais em ambas as áreas, portanto o esforço amostral foi suficiente para mostrar a biodiversidade existente nas áreas de estudo. Para ambas as áreas foram encontrados valores de riqueza semelhantes ao encontrado em outros trabalhos realizados nesse tipo de plantio (Silva et al., 2015; Sales et al., 2010; Junqueira, 2004,1999; Couto, 2018; Teixeira; Junqueira, 2012).

Como não houve uma diferença significativa entre os grupos alimentares entre as duas áreas, isso significa que apesar das comunidades serem diferentes, desempenham o mesmo papel ecológico. Pesquisas como a de Couto (2018) reforçam a predominância do grupo III na área de cultivo de cana-de-açúcar. No entanto, pesquisas como as de Sales et al. (2010) e Junqueira (2004) indicam que o grupo II é mais abundante em áreas de eucalipto. Como os eucaliptos da área ainda são jovens e com poucos metros de altura, os mesmos sujeitos a poda frequente, sendo os galhos deixados sobre o solo, e por ser plantado no local onde previamente havia cana-de-açúcar, a matéria orgânica é mais abundante, o que favorece o grupo III.

Apesar da riqueza ser semelhante entre as áreas, a composição das taxocenoses é diferente, com ambas as áreas apresentando espécies semelhantes e exclusivas. No eucalipto foram encontradas as espécies *Anoplotermes* sp.2, *Apicotermatinae* sp.2-5 e *Microcerotermes indistinctus* como exclusivas, enquanto que no canavial foram encontradas *Amitermes amifer*, *Aparatermes* sp.2 e *Cylindrotermes sapiranga* como exclusivas. Apesar desses dados, há registros de ocorrência dessas espécies em ambas as monoculturas (Junqueira; Gonçalves; Teixeira, 2015; Chagas, 2016; Sales et al., 2010; Couto, 2018).

Já as espécies que foram encontradas em ambas as áreas foram: *Amitermes nordestinus*, *Anoplotermes* sp.1, *Aparatermes* sp.1, *Apicotermatinae* sp.1, *Nasutitermes coxipoensis*, *Neocapritermes opacus* e *Syntermes nanus*. Isso pode significar que essas espécies são mais generalistas prevalecendo mesmo com a mudança de cultura.

Em ambas as áreas, a subfamília *Apicotermatinae* apresenta riqueza e abundância considerável sendo a maioria classificados até o nível de gênero, devido a uma dificuldade de identificação, pois, diferente das outras subfamílias, esse grupo não tem a casta de soldados, a qual geralmente é utilizada para essa finalidade, onde há necessidade de um conhecimento aprofundado de sua anatomia interna para serem devidamente catalogados, por esse motivo a sua taxonomia é pouco conhecida (Rocha et al., 2019). Essa abundância da subfamília

Apicotermitinae pode estar relacionada a distribuição de matéria orgânica em decomposição encontrada nas áreas

As espécies pertencentes aos gêneros Amitermes, Anoplotermes, Ruptitermes, Cylindrotermes, Microcerotermes, Nasutitermes, Neocapritermes e Syntermes já foram registradas associadas ao eucalipto no Nordeste brasileiro (Chagas, 2016; Sales et al., 2010), no entanto, não foram encontrados trabalhos registrando os gêneros Aparatermes nesse tipo de habitat no Nordeste, porém eles estão presentes na região Sudeste (Junqueira, 2004).

Dos gêneros encontrados na área de eucalipto e que são consideradas pragas, Anoplotermes, Neocapritermes, Cylindrotermes e Syntermes não apresentavam grande abundância, com exceção do gênero Anoplotermes. (Chagas, 2016)

As espécies pertencentes aos gêneros Amitermes, Anoplotermes, Aparatermes, Ruptitermes, Cylindrotermes, Microcerotermes, Nasutitermes, Neocapritermes e Syntermes já foram registradas associadas a cana-de-açúcar no Nordeste brasileiro (Oliveira, 2011; Couto, 2018; Vasconcellos, 2003).

Os gêneros considerados pragas de cana-de-açúcar são Amitermes, Cylindrotermes, Nasutitermes, Neocapritermes e Syntermes (Chagas, 2016; Couto, 2018). No presente trabalho, se encontrou em abundância a espécie Neocapritermes opacus, o que pode indicar uma possível infestação.

Em regiões com grande ação humana no solo, como o cultivo, a diversidade local é reduzida em comparação com mata nativa devido a simplificação das relações ecológicas (Sales et al., 2010), com isso em consideração, a área de eucalipto tem uma abundância de espécies maior que a de cana-de-açúcar (aproximadamente o dobro). O que significa que as condições ambientais nessa área são mais favoráveis, permitindo uma proliferação dos térmitas.

A cobertura vegetal na área de eucalipto fornece proteção contra a incidência solar além de facilitar a criação de um microclima favorável, já os canaviais são mais expostos ao sol o que leva à falta de umidade. Além disso, a quantidade de alimento disponível é mais abundante na área de eucalipto devido ao ciclo de colheita mais longo e o controle de pragas nessa região podendo ser mais assertivo. A presença desses animais em abundância como os da subfamília Apicotermitinae indicam um equilíbrio ecológico na área, pois são extremamente mais sensíveis a mudanças ambientais.

## 7. CONCLUSÃO

Os resultados demonstram que embora a riqueza tenha sido semelhante entre as áreas, a composição das taxocenoses foi diferente, com ambas as áreas apresentando espécies exclusivas. A composição de grupos alimentares entre as duas áreas foram similares, isso significa que apesar das comunidades serem diferentes, desempenham o mesmo papel ecológico degradando a matéria orgânica do solo.

Como a abundância na área de eucalipto é maior, pode indicar que o microhabitat criado nessa região é mais favorável à proliferação dos cupins, enquanto que o canavial é mais exposto e sujeito a alterações, o que limita o desenvolvimento dos cupins nessa área. A abundância da subfamília Apicotermatinae nas áreas implica que dizer que nem todas as espécies de cupins que ocorrem em área de monoculturas podem ser consideradas pragas, já que muitas estão apenas se alimentando de matéria orgânica em decomposição, favorecendo assim os processos de ciclagem de nutrientes.

## 8. REFERÊNCIAS

- ABREU, D. de. *et al.*. Produção da cana-de-açúcar no Brasil e a saúde do trabalhador rural. **Revista Brasileira de Medicina do Trabalho**, v. 9, n. 2, p. 49-61, 2011.
- ABREU, M. L. DE . *et al.*. **Crescimento e produtividade de cana-de-açúcar em função da disponibilidade hídrica dos Tabuleiros Costeiros de Alagoas**. *Bragantia*, v. 72, n. 3, p. 262–270, 2013.
- AHMED, J. B.; PRADHAN, B. **Termite mounds as bio-indicators of groundwater: prospects and constraints**. *Pertanika Journal of Science & Technology*, v. 26, n. 2, p. 757-772, 2018. Disponível em: [https://opus.lib.uts.edu.au/bitstream/10453/130826/1/AhmedII\\_Biswajeet\\_2018\\_Pertanika%20JST.pdf](https://opus.lib.uts.edu.au/bitstream/10453/130826/1/AhmedII_Biswajeet_2018_Pertanika%20JST.pdf). Acesso em: 7 fev. 2025.
- ANDRADE, M. L. de. **A monocultura do eucalipto: conflitos socioambientais, resistência e enfrentamento na região do sudoeste baiano**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador. 2015.
- BRISOLA, S. H.; DEMARCO, D. **Análise anatômica do caule de *Eucalyptus grandis*, *E. urophylla* e *E. grandis x urophylla*: desenvolvimento da madeira e sua importância para a indústria**. *Scientia Forestalis*, 2011. Disponível em: <https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr91/cap04.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2025.
- BRUGEROLLE, G., RADEK, R. **Symbiotic protozoa of termites**. *Intestinal Microorganisms of Termites and Other Invertebrates*, pg. 183-264. 2006.
- CANCELLO, Eliana Marques et al. Latitudinal variation in Termite species richness and abundance along the Brazilian Atlantic Forest Hotspot. *Biotropica*, v. 46, p. 441-450. 2014.
- CASTRO, C. K. C. *et al.*. Forrageamento de *Heterotermes tenuis* (Hagen) em diferentes profundidades no solo em povoamentos de *Eucalyptus spp.* no município de Cuiabá-MT. **Revista de Agricultura**. 2012. Disponível em: [https://scholar.archive.org/work/g3jnzqhyjncbrmsyqixfmyxjgy/access/wayback/http://www.revistadeagricultura.org.br/index.php/revistadeagricultura/article/download/25/pdf\\_2772](https://scholar.archive.org/work/g3jnzqhyjncbrmsyqixfmyxjgy/access/wayback/http://www.revistadeagricultura.org.br/index.php/revistadeagricultura/article/download/25/pdf_2772). Acesso em: 14 fev. 2025.
- CHAGAS, T. X. **Biodegradação de tocos de *Eucalyptus sp.* pela ação de cupins xilófagos**. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Biodiversidade) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2016.
- CHAVES, R. C. S. **Levantamento de diferentes técnicas de controle de cupins subterrâneos (Isoptera, Rhinotermitidae) em áreas urbanas e rurais**. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2013.

CONCEIÇÃO, L. L.; SILVA, C. M. da. **O controle biológico e suas aplicações na cultura de cana-de-açúcar.** Faculdade Integrado de Campo Mourão, Paraná, Brasil. Campo Digit@l, v.6, n.1, p.14-25, 2011.

CONSTANTINO, R. **Dados atualizados sobre a diversidade de cupins no Brasil.** Disponível em: <http://164.41.140.9/Brasil/statistics.php>. Acesso em: 04 fev. 2025.

CONSTANTINO, R. **Dados atualizados sobre a diversidade de cupins no mundo.** Disponível em: <http://164.41.140.9/catal/statistics.php?filtro=extant>. Acesso em: 04 fev. 2025

CONSTANTINO, R. **Guia de Identificação de Cupins.** Universidade de Brasília, Departamento de Zoologia, Laboratório de Termitologia, 2022.

CORNELIUS, M. L.; OSBRINK, W. L. A. **Effect of soil type and moisture availability on the foraging behavior of the Formosan subterranean termite (*Isoptera: Rhinotermitidae*).** Journal of Economic Entomology, v. 103, p. 799-807, 2010. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Mary-Cornelius-3/publication/44693067\\_Effect\\_of\\_Soil\\_Type\\_and\\_Moisture\\_Availability\\_on\\_the\\_Foraging\\_Behavior\\_of\\_the\\_Formosan\\_Subterranean\\_Termite\\_Isoptera\\_Rhinotermitidae/links/0deec52a5d5b163b03000000/Effect-of-Soil-Type-and-Moisture-Availability-on-the-Foraging-Behavior-of-the-Formosan-Subterranean-Termite-Isoptera-Rhinotermitidae.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Mary-Cornelius-3/publication/44693067_Effect_of_Soil_Type_and_Moisture_Availability_on_the_Foraging_Behavior_of_the_Formosan_Subterranean_Termite_Isoptera_Rhinotermitidae/links/0deec52a5d5b163b03000000/Effect-of-Soil-Type-and-Moisture-Availability-on-the-Foraging-Behavior-of-the-Formosan-Subterranean-Termite-Isoptera-Rhinotermitidae.pdf). Acesso em: 05 fev. 2025.

COSTA-LEONARDO, A. M.; CASARIN, F. E.; LIMA, J. T. Comunicação química em Isoptera. *Neotropical Entomology*, v. 38, n. 1, p. 1–6, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ne/a/gnKvGZpXHjk8RnW5958XQ3F/?lang=en&format=pdf>. Acesso em: 04 fev. 2025.

COUTO, A. A. V. de O. **Térmitas em fragmentos de Floresta Atlântica: estrutura das taxocenoses, variabilidade genética e efeitos da matriz de cana-de-açúcar sobre o isolamento de populações.** Tese (Doutorado em Ciências Biológicas – Zoologia) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018.

CUNHA, H. F.; BRANDÃO, D. **Cupins (Isoptera) bioindicadores no Estado de Goiás, Brasil.** In: CONGRESSO DE PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO DA UFG – CONPEEX, 2., 2005, Goiânia. Anais eletrônicos do XIII Seminário de Iniciação Científica. Goiânia: UFG, 2005. p. n.p.

CRUZ C. S. A. *et al.*. Uso de plantas em pó seco com propriedades termiticida sobre a mortalidade de cupins arbóreos. **Revista Verde** (Mossoró – RN), v. 7, n. 3, p. 01-05, jul-set, 2012

DONOVAN, S.E. *et al.*. **Gut content analysis and a new feeding group classification of termites.** Ecological Entomology, 26: 356–366, 2001. doi: 10.1046/j.1365-2311.2001.00342.x.

EMBRAPA. **Plantio da cana-de-açúcar: manejo e produção.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cana/producao/manejo/plantio>. 2022 Acesso em: 26 fev. 2025.

FARIAS, F. J. *et al.*. Monitoramento de danos e pragas em plantas de eucalipto: avaliação e controle para a produtividade sustentável. **Revista de Gestão e Secretariado – GeSec**, V. 15,

N. 12, P. 01-11, São José dos Pinhais, Paraná, Brasil. 2024. Disponível em: <https://ojs.revistagesec.org.br/secretariado/article/view/4428/2888>. Acesso em: 14 fev. 2025.

FONTES, L R; BERTI FILHO, Evôneo. **Cupins: o desafio do conhecimento**. Piracicaba: FEALQ. Acesso em: 05 mar. 2025. , 1998

JUNQUEIRA, L. K.; BERTI FILHO, E. **Termites (Insecta: Isoptera) in plantings of Eucalyptus spp. (Myrtaceae) in Anhembi, SP, Brazil**. *Acta Biologica Leopoldensia*. 2009

JUNQUEIRA, L. K. **Cupins (Insecta: Isoptera) em plantios de Eucalyptus spp. (Myrtaceae): impactos e estratégias de controle**. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo (USP). 1999. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11142/tde-20191218-175339/publico/JunqueiraLucianeKern.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2025.

JUNQUEIRA, L. K.; DIEHL, E.; BERTI FILHO, E. *Termites in eucalyptus forest plantations and forest remnants: an ecological approach*. **Bioikos**, 2008. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Luciane-Junqueira/publication/304613932\\_Termites\\_in\\_eucalyptus\\_forest\\_plantations\\_and\\_forest\\_remnants\\_an\\_ecological\\_approach/links/577687c508ae1b18a7e1ac39/Termites-in-eucalyptus-forest-plantations-and-forest-remnants-an-ecological-approach.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Luciane-Junqueira/publication/304613932_Termites_in_eucalyptus_forest_plantations_and_forest_remnants_an_ecological_approach/links/577687c508ae1b18a7e1ac39/Termites-in-eucalyptus-forest-plantations-and-forest-remnants-an-ecological-approach.pdf). Acesso em: 05 fev. 2025.

JUNQUEIRA, L. K.; GONÇALVES, E. R.; TEIXEIRA, L. M. C. Termite communities in sugarcane plantations in southeastern Brazil: an ecological approach. **EntomoBrasilis**, v. 8, n. 2, p. 105-116, 2015. DOI: 10.12741/ebrasilis.v8i2.502.

GALLO, C. C. **Características bromatológicas de formigas e cupins visando a alimentação de tamanduás criados em cativeiro**. 2020. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista (UNESP), Jaboticabal, 2020. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/4a6a395a-8667-4eb6-92a1-9afef8130da6/content>. Acesso em: 14 fev. 2025.

GRAMINHA, C. A. **Caracterização morfológica, química e mineralógica de microagregados de um latossolo roxo de Iracemápolis, SP, e de pelotas produzidas por cupins**. 2015. 101 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em: [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44134/tde-04022015-095520/publico/Graminha\\_\\_\\_Mestrado.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44134/tde-04022015-095520/publico/Graminha___Mestrado.pdf). Acesso em: 14 fev. 2025.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **Os Insetos: Um Resumo de Entomologia** (p. 283–287). São Paulo: Editora Roca. 2012.

HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. **Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis**. *Palaeontologia Electronica*, v. 4, n. 1, art. 4, 2001. Disponível em: [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm). Acesso em: 25 fev. 2025.

HELLEMANS, S. *et al.*. **Genomic data provide insights into the classification of extant termites.** Nature Communications, v. 15, n. 6724, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41467-024-51028-y>.

HEYDE, A.; *et al.*. **Self-organized biotectonics of termite nests.** Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS), v. 118, n. 14, e2006985118, 2021. Disponível em: <https://www.pnas.org/doi/pdf/10.1073/pnas.2006985118>. Acesso em: 05 fev. 2025.

HIGA, R. C. V.; MORA, A. L.; HIGA, A. R. **Plantio de eucalipto na pequena propriedade rural. Colombo: Embrapa Florestas, 31 p.** (Embrapa Florestas. Documentos, 54). 2000. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/312925/1/doc54.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2025.

KRISHNA, K. *et al.*. **Treatise on the Isoptera of the World.** New York: Bulletin of the American Museum of Natural History, n. 377, v. 1-7, 2013.

LIMA, A. R. *et al.*. **IMPACTOS DA MONOCULTURA DE EUCALIPTO SOBRE A ESTRUTURA AGRÁRIA NAS REGIÕES NORTE E CENTRAL DO ESPÍRITO SANTO.** **Revista Nera**, [S. l.], n. 34, p. 12–36, 2016. DOI: 10.47946/rnera.v0i34.4977. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/nera/article/view/4977>. Acesso em: 14 fev 2025

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

LIMA L. D. S. **O PAPEL ECOLÓGICO DOS CUPINS (INSECTA:ISOPTERA).** Faculdade de Ciências da Educação e Saúde (FACES)– UNICEUB, Brasília, 2012. Disponível em: <https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/235/6445/1/20803220.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2025.

LONGUE JÚNIOR, D.; COLODETTE, J. L. **Importância e versatilidade da madeira de eucalipto para a indústria de base florestal.** Pesquisa Florestal Brasileira, [S. l.], v. 33, n. 76, p. 429–438, DOI: 10.4336/2013.pfb.33.76.528. 2013. Disponível em: <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/528>. Acesso em: 14 fev. 2025.

LOPES, F. S.; RIBEIRO, H.. Mapeamento de internações hospitalares por problemas respiratórios e possíveis associações à exposição humana aos produtos da queima da palha de cana-de-açúcar no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 9, n. 2, p. 215–225, jun. 2006.

MEDEIROS, J. K. Cana-de-açúcar no Brasil. **Revista de Educação a Distância do IFSC.** Florianópolis-SC - v.1, n.5, p.40-54. 2024. Disponível em: <https://ojs.ifsc.edu.br/index.php/eadifsc/article/download/3783/4818>. Acesso em: 14 fev. 2025.

MENEGUELLO, L. A.; CASTRO, M. C. A. A. DE. **O Protocolo de Kyoto e a geração de energia elétrica pela biomassa da cana-de-açúcar como mecanismo de desenvolvimento limpo.** Interações (Campo Grande), v. 8, n. 1, p. 33–43, mar. 2007.

MENEZES, L. R. **Diversidade microbiana e estocagem do alimento em *Cornitermes cumulans* (Isoptera: Termitidae).** Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista

(UNESP), Rio Claro, 2017. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstreams/48890266-c4bf-4527-a557-95f4f0b8f150/download>. Acesso em: 14 fev. 2025.

MOREIRA, J. M. Á. P.; SIMIONI, F. J.; BUSCHINELLI, C. C. de A. **A viabilização econômica da cultura do eucalipto. In: GOMES, A. R. S.; REZENDE, G. de C. (org.). Eucalipto no Brasil: zoneamento climático, sistemas de produção e inovação para o setor produtivo.** Colombo: Embrapa Florestas, Cap. 25, p. 783-816. 2021. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1131903/1/EmbrapaFlorestas-2021-LV-EucaliptoEmbrapa-cap25.pdf>. Acesso em: 7 fev. 2025.

NARDIN, A. C. F. D.; VAGHETTI, M. A. O. **A natureza como mentora: design de edificações eficientes inspiradas nos mecanismos termo regulatórios do cupinzeiro.** ENSUS, 2020. Disponível em: [https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/249664/ENSUS\\_2020\\_paper\\_103.pdf?sequence=1](https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/249664/ENSUS_2020_paper_103.pdf?sequence=1). Acesso em: 14 fev. 2025.

NOCELLI, R. C. F. *et al.* **Controle de pragas na cana-de-açúcar e seu impacto sobre organismos voadores não alvos.** In: BUENO, O. C. (Org.). Ebook Cana-de-açúcar. 2018. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Odair-Bueno/publication/329152023\\_Ebook\\_Cana\\_de\\_a\\_cucar/links/5bf80641a6fdcc53881543f0/Ebook-Cana-de-acucar.pdf#page=89](https://www.researchgate.net/profile/Odair-Bueno/publication/329152023_Ebook_Cana_de_a_cucar/links/5bf80641a6fdcc53881543f0/Ebook-Cana-de-acucar.pdf#page=89). Acesso em: 14 fev. 2025.

OLIVEIRA, B. V. S. Procedimentos metodológicos em laboratório para estudo do cupim *Nasutitermes corniger* (Blattodea: Termitidae). **Revista de Entomologia Aplicada**, 2019. Disponível em: [https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/12201/2/Bruna\\_Vieira\\_Santos\\_Oliveira.pdf](https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/12201/2/Bruna_Vieira_Santos_Oliveira.pdf). Acesso em: 14 fev. 2025.

OLIVEIRA, G. F. dos S. **Controle biológico de *Nasutitermes corniger* (Motschulsky) (Isoptera: Termitidae) por fungos entomopatogênicos: *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) (Sorokin).** Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2011. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/bitstream/tede/4368/2/Tese%20-%20Ginarajad%C3%A7a%20Ferreira%20dos%20Santos%20Oliveira.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2025.

OLIVEIRA, M. A. P. de. **Composição De Comunidades Termíticas Em áreas De Cana-de-açúcar E Em Fragmentos De Mata Atlântica De Pernambuco.** 2011.

PEARCE, M. J. **Termites: Biology and Pest Management.** Wallingford: CAB International, p. 9–30. 1997.

PERES FILHO, O. *et al.* **Diversidade de Cupins em Áreas de Savana, Submetidas a Diferentes Regimes de Fogo.** Floresta e Ambiente, v. 19, n. 1, p. 91–100, jan. 2012.

PERES FILHO, O. *et al.* **Levantamento da termitofauna em reflorestamento de *Eucalyptus camaldulensis* e mata ripária no município de Cuiabá, estado de Mato Grosso.** Multitemas, Campo Grande-MS, n.38, p.7-26, jul. 2010.

PLAZA, T. G. D. **Caracterização das guildas de cupins em uma área de Floresta Amazônica, Rondônia, Brasil.** 2019. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/38/38131/tde-14102019-162303/publico/TeseTarikGDPlaza.pdf>. Acesso em: 7 fev. 2025.

RAUBER, M. **Bioecologia de *Leptocybe invasa* (Hymenoptera: Eulophidae) e ocorrência de parasitóides em *Eucalyptus spp.* (Myrtaceae).** 2018. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/197339/001094987.pdf?sequence=1>. Acesso em: 14 fev. 2025.

R CORE TEAM. **The R Project for Statistical Computing.** Disponível em: <https://www.r-project.org/>. Acesso em: 25 fev. 2025.

RIEHELMANN, N. **Registro de danos causados por cupins (*Insecta: Isoptera*) presentes nas edificações do município de Ubatuba, Litoral Norte de São Paulo entre 2000 a 2009.** Monografia (Especialização em Entomologia Urbana) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Rio Claro, 2010. Disponível em: <https://ib.rc.unesp.br/Home/Pesquisa58/CEIS-CentrodeEstudosdeInsetosSociais/t5-registro-de-danos-causados-por-cupins-insecta-isoptera-presentes-nas-edificacoes-do-municipio-de-ubatuba-litoral-norte-de-sao-paulo-entre-2000-a-2009.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2025.

ROCHA, L. S. **Entomofauna associada ao cultivo de eucalipto na região sudoeste da Bahia.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista. 2016.

ROCHA, M. M.; et al.. **Overview of the morphology of Neotropical termite workers: history and practice.** Sociobiology 66, 1-32, abril. 2019

ROSSETTO, R. **A cultura da cana, da degradação à conservação.** Visão Agrícola, v. x, p. 80-85, 2004. Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/cana-impacto-ambiental01.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2025.

SÁ, L. A. N. *et al.*. **Apoio à prevenção, monitoramento e controle de ingresso de pragas quarentenárias florestais no território brasileiro.** 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/51683/2/Apoio%20%C3%A0%20preven%20%C3%A7%C3%A3o%20monitoramento%20e%20controle%20de%20ingresso%20de%20pragas%20quarenten%C3%A1rias%20florestais%20no%20territ%C3%B3rio%20brasileiro.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2025.

SALES, M. J. D. et al.. **Frequência e riqueza de cupins em áreas de plantio de eucalipto no litoral norte da Bahia.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 45, n. 12, p. 1351–1356, dez. 2010. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/8473>.

SANTOS, A. dos. Cupins. in: LEMES, P. G.; ZANUNCIO, J. C. (Org.). **Novo Manual de Pragas Florestais Brasileiras.** Montes Claros: Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais. p.567-604, 2021.

SANTOS, C. A. **A glândula frontal e musculatura associada: morfologia e aplicação como indicador taxonômico de gêneros neotropicais de Nasutitermitinae (Isoptera: Termitidae).** Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista (UNESP). 2004. Disponível em: [https://repositorio.unesp.br/bitstream/11449/100556/1/santos\\_ca\\_dr\\_rcla.pdf](https://repositorio.unesp.br/bitstream/11449/100556/1/santos_ca_dr_rcla.pdf). Acesso em: 14 fev. 2025

SANTOS, L. D. V. *et al.* Processamento digital de imagem na investigação de caminhamento de cupins *Nasutitermes corniger* (Insecta: Isoptera). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 8, n. 4, p. 102-110, 2020.

SCHÖNHAUS, G. C. **Aspectos da biologia e fisiologia da alimentação do cupim neotropical *Cornitermes cumulans* (Isoptera, Termitidae).** Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Estadual Paulista (UNESP). 2012. Disponível em: [https://repositorio.unesp.br/bitstream/11449/121104/1/schonhaus\\_gc\\_tcc\\_rcla.pdf](https://repositorio.unesp.br/bitstream/11449/121104/1/schonhaus_gc_tcc_rcla.pdf). Acesso em: 14 fev. 2025.

SCORZA JÚNIOR, R. P.; FRANCO, A. A.. **A temperatura e umidade na degradação de fipronil em dois solos de Mato Grosso do Sul.** *Ciência Rural*, v. 43, n. 7, p. 1203–1209, jul. 2013.

SILVA, A. K. de O. *et al.* **Indicadores do processo de degradação ambiental no município de Cabrobó-PE.** CONGRESSO BRASILEIRO DE GEÓGRAFOS – CBG, 2014, Vitória. Anais [...]. Vitória: Associação dos Geógrafos Brasileiros, 2014. Disponível em: [https://www.cbg2014.agb.org.br/resources/anais/1/1404327542\\_ARQUIVO\\_cbg\\_degradacao.pdf](https://www.cbg2014.agb.org.br/resources/anais/1/1404327542_ARQUIVO_cbg_degradacao.pdf). Acesso em: 7 fev. 2025.

SILVA, A. P. T. DA . *et al.* ESPÉCIES DE CUPINS (ISOPTERA) EM CULTURA DE EUCALIPTO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO DE IRRIGAÇÃO, EM REGIÃO DE TRANSIÇÃO CERRADO-PANTANAL DE MATO GROSSO DO SUL, BRASIL. **Revista Árvore**, v. 39, n. 1, p. 137–146, jan. 2015.

SILVARES, P. H. S. *et al.*; **Impactos das pragas florestais na qualidade da madeira de silvicultura: revisão de literatura.** 2023. Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.com.br/articles/230312553.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2025.

SIMÕES NETO, D. E.. **Desenvolvimento de clones, obtenção de variedades e ações para transferência e adoção de novos genótipos de cana-de-açúcar pelos produtores da região.** *Workshop Estratégico: Desafios e Perspectivas do Setor Sucroenergético no Nordeste*, Campinas, 2017. Disponível em: [https://pages.cnpem.br/wectbe/wp-content/uploads/sites/83/2017/04/Djalma\\_Euzebio\\_Apresentacao%20-%20Djalma-Euz%20-%20bio-CTBE.pdf](https://pages.cnpem.br/wectbe/wp-content/uploads/sites/83/2017/04/Djalma_Euzebio_Apresentacao%20-%20Djalma-Euz%20-%20bio-CTBE.pdf). Acesso em: 16 fev. 2025

SIMON, E. D. **Caracterização genotípica e fenotípica de genótipos de cana-de-açúcar coletados no sul do Brasil.** Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019. Disponível em: [https://repositorio.ufpel.edu.br/bitstream/handle/prefix/4520/TESE\\_Elis\\_Simon%20Oficial.pdf](https://repositorio.ufpel.edu.br/bitstream/handle/prefix/4520/TESE_Elis_Simon%20Oficial.pdf). Acesso em: 14 fev. 2025.

SOTO, M. A. A.; CHANG, H. K.; BASSO, J. B. **Cana de açúcar e seus impactos: Uma visão acadêmica** Capítulos 6, 11, 13, 14. *ResearchGate*, 2017. Disponível em:

[https://www.researchgate.net/profile/Miguel-Angel-Soto/publication/318704642\\_Cana\\_de\\_acucar\\_e\\_seus\\_impactos\\_Uma\\_visao\\_academica\\_-\\_Capitulos\\_6\\_1113\\_e\\_14/links/59789bdca6fdcc30bdc1390e/Cana-de-acucar-e-seus-impactos-Uma-visao-academica-Capitulos-6-11-13-e-14.pdf#page=13](https://www.researchgate.net/profile/Miguel-Angel-Soto/publication/318704642_Cana_de_acucar_e_seus_impactos_Uma_visao_academica_-_Capitulos_6_1113_e_14/links/59789bdca6fdcc30bdc1390e/Cana-de-acucar-e-seus-impactos-Uma-visao-academica-Capitulos-6-11-13-e-14.pdf#page=13). Acesso em: 5 fev. 2025.

SOUZA, J. C. *et al.* **Controle de cupins de montículo em pastagens**. Circular Técnica EPAMIG, 2014. Disponível em: <https://livrariaepamig.com.br/wp-content/uploads/2023/03/CT-201.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2025

SOUZA, T. S. *et al.* **Influence of food resource size on the foraging behavior of *Nasutitermes corniger* (Motschulsky)**. *Sociobiology*, v. 65, p. 291-298, 2018. Disponível em: <https://periodicos.uefs.br/index.php/sociobiology/article/view/2844/2890>. Acesso em: 05 fev. 2025.

TEIXEIRA, L. M. C.; JUNQUEIRA, L. K.. **Riqueza e abundância de cupins (Insecta: Isoptera) em cultivos comerciais de cana-de-açúcar no estado de São Paulo, Brasil**. Anais do XVII Encontro de Iniciação Científica e Anais do II Encontro de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação, Campinas, SP, 25 e 26 de setembro de 2012.

TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. **Estudo dos insetos**. 7. ed. São Paulo: Cengage Learning, p. 254–261. 2011.

TURNER, J. S. **Beyond biomimicry: What termites can tell us about realizing the living building**. *Proceedings of the Conference on Industrialized, Intelligent Construction*, 2020. Disponível em: <https://research.usq.edu.au/download/727a05a257e12467c77c2659f4ccf4d9faad387b878b8e275d8eb520797f86ae/11080355/Modelling%20outcomes%20of%20collaboration%20in%20building%20information%20modelling%20through%20gaming%20theory%20lenses.pdf#page=247>. Acesso em: 05 fev. 2025.

VASCONCELLOS, Alexandre. **Ecologia e biodiversidade de cupins (Insecta, Isoptera) em remanescentes da Mata Atlântica do Nordeste Brasileiro**. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas – Zoologia) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2003.

VIANNA, M. DOS S.; SENTELHAS, P. C.. **Simulação do risco de déficit hídrico em regiões de expansão do cultivo de cana-de-açúcar no Brasil**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 49, n. 4, p. 237–246, abr. 2014.

ZIMMERMANN, C. L. **Monocultura e transgenia: impactos ambientais e insegurança alimentar**. *Veredas do Direito*, Belo Horizonte, v. 6, n. 12, p. 79-100, jul./dez. 2009. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/211934062.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2025.