

Perspectivas Tecnológicas no Controle de Cupins

Technological Perspectives in Termite Control

Bryan Bezerra Domingos de Melo¹, Jessica dos Santos Sá¹, Sheila Valéria Álvares-Carvalho², Crislaine Costa Calazans¹

¹Universidade Federal de Sergipe, Aracajú, SE, Brasil

²Universidade Federal de Alagoas, Maceió, AL, Brasil

Resumo

Os cupins desempenham papéis ecológicos essenciais nos ecossistemas terrestres, mas algumas espécies são pragas significativas em ambientes urbanos agrícolas e florestais. Este trabalho investiga o estado atual das tecnologias de controle de cupins de madeira seca, com ênfase em avanços recentes aplicados à agricultura e ao manejo integrado de pragas. Por meio de uma análise de patentes na base de dados The Lens, foram identificados 186 documentos com destaque para os gêneros *Cryptotermes*, *Coptotermes* e *Nasutitermes*. A maior parte das patentes está classificada nas categorias A01N, A01P e C12N. Após a análise detalhada, 59 documentos foram selecionados, dos quais 44 abordam o controle químico, um combina o controle químico e biológico, oito tratam do controle biológico, dois do controle comportamental e quatro do controle genético.

Palavras-chave: Manejo de Pragas; Patentes; Pragas Urbanas.

Áreas Tecnológicas: Prospecção Tecnológica. Propriedade Intelectual.

Abstract

Termites play essential ecological roles in terrestrial ecosystems, but some species are significant pests in urban, agricultural, and forest environments. This study investigates the current state of drywood termite control technologies, with a focus on recent advances applied to agriculture and integrated pest management. Through a patent analysis on The Lens database, 186 documents were identified, highlighting the genera *Cryptotermes*, *Coptotermes*, and *Nasutitermes*. Most patents are classified under categories A01N, A01P, and C12N. After detailed analysis, 59 documents were selected, of which 44 address chemical control, one combines chemical and biological control, eight address biological control, two address behavioral control, and four address genetic control.

Keywords: Pest Management; Patents; Urban Pests.



1 Introdução

Os cupins, insetos sociais pertencentes à ordem *Blattodea* infraordem *Termitoidea* (Krishna *et al.*, 2013), desempenham um papel ecológico importante devido à sua capacidade de decompor materiais ricos em celulose, como a madeira. Em razão desse hábito alimentar, suas ações no solo são consideradas como benéficas por proporcionar a ciclagem de nutrientes e a geração de matéria orgânica e argila fina, aumentando a fertilidade e a capacidade de retenção de água gradativamente (Dawes-Gromadzki, 2005). No entanto, algumas espécies de cupins se destacam como pragas urbanas, agrícolas e florestais, causando danos significativos (Zanetti *et al.*, 2010).

Existem três tipos principais de cupins, diferenciados pelo seu ambiente de vida: (i) cupins subterrâneos, que vivem no subsolo e preferem comer madeiras macias; (ii) cupins de madeira úmida, que vivem em madeiras muito úmidas e não precisam estar em contato com lama e solo para sobreviver; e (iii) cupins de madeira seca, que não precisam ficar próximos ao solo e preferem madeira seca (Govorushko, 2019).

Entre as espécies de cupins de madeira seca, os gêneros *Cryptotermes*, *Coptotermes* e *Nasutitermes* são considerados mais importantes, sendo encontrados principalmente no ambiente doméstico, onde podem atacar móveis, livros, estruturas de madeira, aglomerado e madeira compensada. São importantes pragas causando sérios danos em construções e estruturas de madeira, tornando as áreas infestadas propensas ao colapso.

Em áreas urbanas, apesar de somente pequena parcela das espécies de térmitas serem consideradas pragas, estas provocam enormes prejuízos. A condição de praga urbana (danos a construções e móveis) é determinada em base pelo impacto econômico do dano, expresso em custos de prevenção, controle e reparo (Constantino, 2002).

Com relação ao controle dos cupins, o controle químico é o mais frequente e eficiente, mas sua utilização excessiva e indiscriminada tem acarretado uma série de problemas, como a lenta degradação do ambiente, a contaminação de residências, a transferência de toxinas de áreas tratadas para não tratadas e até mesmo danos às peças históricas (Hoag, 2004; Querner, 2015; Schummer *et al.*, 2010). A busca por novas ferramentas de manejo ocasionou uma demanda por novos produtos com menor risco toxicológico aos organismos não alvos e ao ambiente de exposição (Regnault-Roger; Vincent; Arnason, 2012).

De acordo com Parra *et al.* (2002), o controle biológico representa uma abordagem inovadora e sustentável para lidar com infestações de pragas, pois busca utilizar organismos vivos, como predadores, parasitoides, parasitas, herbívoros, competidores e patógenos. Compreender os desafios enfrentados na gestão de pragas tem motivado pesquisadores e empresas a explorarem soluções baseadas na biologia desses insetos. Esse cenário motiva o estudo atual, cujo objetivo é analisar as patentes recentes relacionadas ao controle de cupins, com foco em avanços tecnológicos aplicados à agricultura e ao manejo integrado de pragas.

2 Metodologia

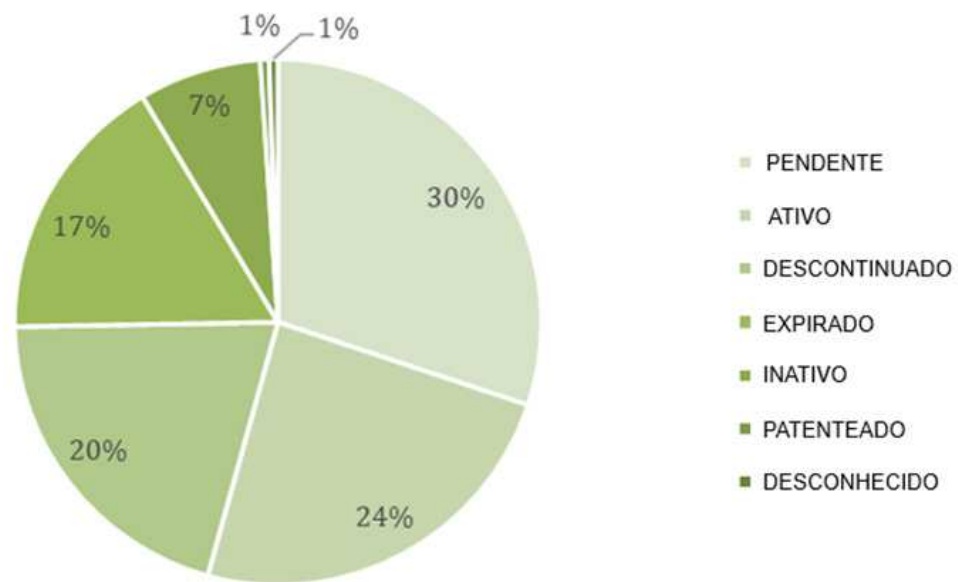
Para atingir os objetivos deste estudo, foram realizadas buscas na base de dados The Lens (The Lens, 2024), uma plataforma especializada em busca e análise de patentes. O protocolo da pesquisa utilizou campos de título, resumo e descrição com operadores booleanos da seguinte forma: (title:(cryptotermes) OR abstract:(cryptotermes) OR claims:(cryptotermes)) OR (title:(coptotermes) OR abstract:(coptotermes) OR claims:(coptotermes)) OR (title:(nasutitermes) OR abstract:(nasutitermes) OR claims:(nasutitermes)) ((title:(cryptotermes) OR (abstract:(cryptotermes) OR claims:(cryptotermes)) OR ((title:(coptotermes) OR (abstract:(coptotermes) OR claims:(coptotermes)) OR (title:(nasutitermes) OR (abstract:(nasutitermes) OR claims:(nasutitermes)))).

Os dados coletados foram analisados de forma exploratória e quantitativa, considerando variáveis como *status* legal das patentes, jurisdição de origem do escritório de depósito de patentes, ano de depósito e Classificação Internacional de Patentes (CIP). Os resultados foram exportados em formato CSV para posterior compilação e análise.

3 Resultados e Discussão

A partir da busca na base de patentes, foi possível identificar 186 documentos relacionados aos gêneros *Cryptotermes*, *Coptotermes* e *Nasutitermes*, cupins considerados insetos-pragas de madeira seca. Desse total, a maior parte encontra-se com *status* legal pendente, fornecendo somente uma expectativa de direito. Na busca foi possível identificar duas patentes com *status* distintos, sendo elas, desconhecido e patenteado. Na Figura 1 é possível observar a distribuição das patentes de acordo com seu *status* legal.

Figura 1 – Distribuição das patentes de acordo com seu *status* legal



Fonte: Adaptada pelos autores deste artigo com base em dados gerados pelo The Lens (2024)

Ao averiguar os *status* legais das patentes, destaca-se que apenas 45 das patentes analisadas permanecem ativas, o que equivale a aproximadamente 24% do total. Esse *status* não apenas reconhece a validade da inovação, mas também sustenta a proteção legal que permite ao titular da patente colher os benefícios de seu trabalho e investimento. Essa garantia de exclusividade não apenas incentiva a criatividade e o progresso tecnológico, mas também promove um ambiente propício para o desenvolvimento e a disseminação de novas ideias e descobertas. Aproximadamente 20% das patentes foram descontinuadas, uma situação que reflete a dinâmica da inovação tecnológica. A descontinuidade tecnológica é entendida como a incorporação de uma ideia inovadora capaz de transformar o sistema vigente (Funk, 2008). Esse fenômeno muitas vezes é impulsionado pelo surgimento de uma nova tecnologia que substitui um produto ou processo estabelecido (Sabatier; Craig-Kennard; Mangematin, 2012).

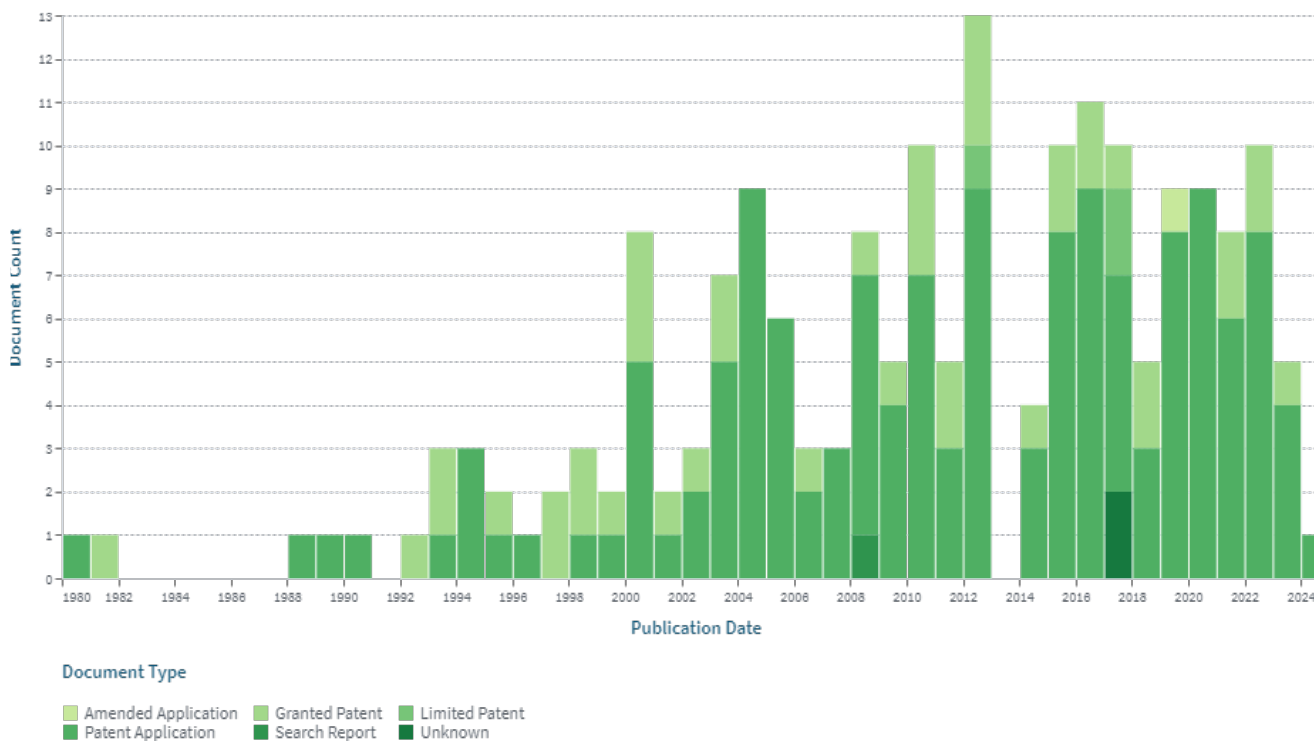
Cerca de 17% das patentes estão expiradas, ocorrendo após um período estabelecido por lei que varia de acordo com o tipo de patente, seja para invenções ou modelos de utilidade. Uma vez expirado esse prazo, a invenção entra em domínio público, perdendo o *status* de exclusividade para o inventor. O prazo de validade padrão de uma patente é de 20 anos a partir da data de depósito da solicitação. Esse prazo pode variar ligeiramente de acordo com as leis de propriedade intelectual de cada país ou região, mas geralmente é o prazo máximo concedido para a proteção de uma invenção ou produto (WIPO, 2024a).

Adicionalmente, um total de 7% das patentes foram classificadas como inativas. Essa condição pode ser atribuída a uma variedade de razões, incluindo a falta de pagamento de taxas, a renúncia ou o abandono por parte do titular, a anulação judicial ou o não cumprimento dos requisitos legais estabelecidos para a concessão da patente.

Com relação aos períodos de depósito de patentes, percebe-se que esses depósitos começaram a ser registrados a partir do ano de 1980. A partir do ano 2000, houve um notável aumento nessas submissões, registrando o maior pico no ano de 2012 conforme ilustrado na Figura 2. Esse crescimento expressivo pode ser atribuído a uma variedade de fatores, como avanços tecnológicos, mudanças nas leis de patentes, interesse comercial em áreas específicas e demanda por soluções inovadoras para problemas emergentes. Esses elementos desempenham um papel crucial na determinação do número de patentes depositadas em um determinado ano, refletindo o dinamismo e a evolução contínua no campo da inovação e da propriedade intelectual.

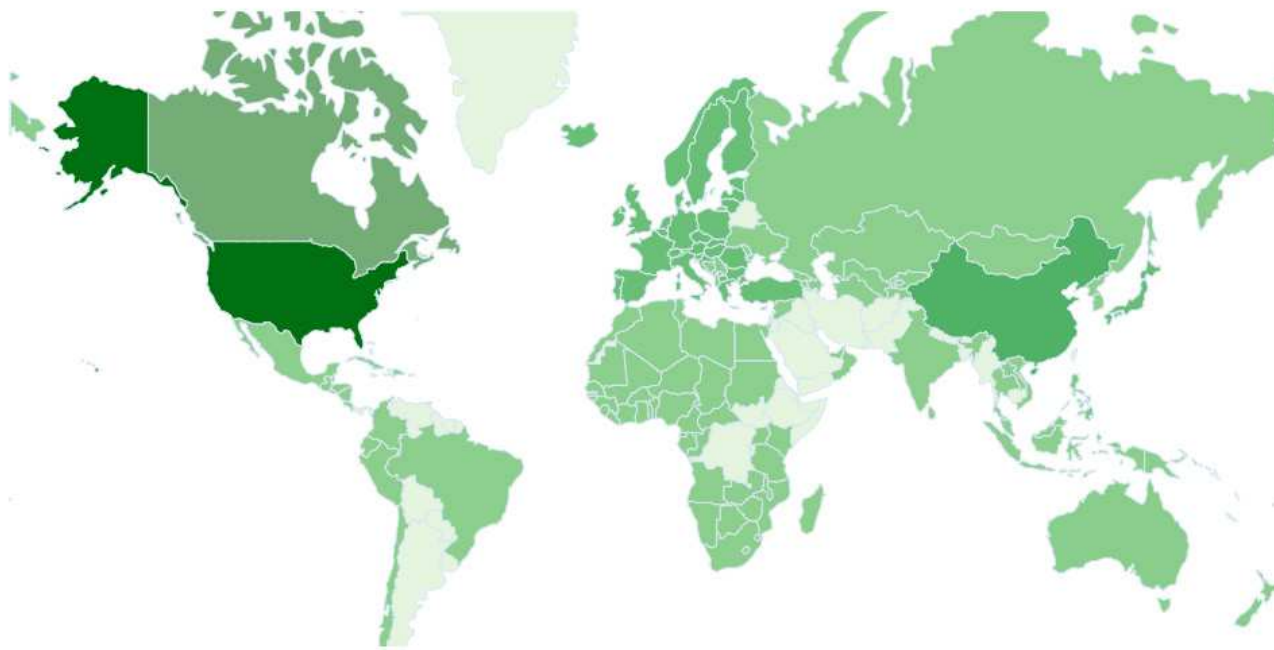
A distribuição geográfica das inovações tecnológicas está organizada em sete jurisdições distintas, abrangendo uma ampla variedade de regiões e países ao redor do mundo, essas jurisdições estão segmentadas em: Estados Unidos, WO-WIPO, China, Japão, Patentes Europeias, Filipinas, Austrália e Nova Zelândia (Figura 3).

Figura 2 – Documentos de patentes depositados por ano



Fonte: The Lens (2024)

Figura 3 – Distribuição geográfica de inovações tecnológicas relacionadas aos gêneros *Cryptotermes*, *Coptotermes* e *Nasutitermes*



Fonte: The Lens (2024)

O Estados Unidos se destaca como o país com o maior número de inovações tecnológicas (82 patentes), que equivale a aproximadamente 44,09%, seguida da WO-WIPO com 44, China 25, Japão 15, Patentes Europeias 14, Filipinas quatro e Austrália e Nova Zelândia com uma patente cada.

Os cupins são insetos presentes em zonas tropicais, subtropicais e temperadas (Amburgey, 2008; Buczkowski; Bertelsmeier, 2017). Portanto, para países localizados nessas zonas, o potencial de danos causados por cupins é um parâmetro importante no projeto de habitações com estrutura de madeira. Exemplos desses países incluem EUA, Japão e Austrália (ACI, 2018; Tsunoda, 2005; Woodrow; Grace, 2008).

Estima-se que os cupins causem uma perda econômica significativa de mais de 40 bilhões de dólares anualmente em todo o mundo (Rust; Su, 2012; Subekti *et al.*, 2015).

Nos Estados Unidos, os danos atribuídos aos cupins totalizam cerca de 11 bilhões de dólares por ano (Subekti *et al.*, 2015). Enquanto isso, na China continental, esse valor pode atingir até 1 bilhão de dólares (Lenz *et al.*, 2003). Apenas em uma única província de Taiwan, as perdas anuais excedem os 4 milhões de dólares (Li *et al.*, 2011). Em países como Japão e Filipinas, os custos estão em torno de 1 bilhão (Tsunoda; Yoshumura, 2004) a 100 milhões de dólares (Acda, 2013), respectivamente.

Com relação à Classificação Internacional de Patentes (CIP), identificou-se que a maior parte das patentes está vinculada às classificações A01N, A01P e C12N (WIPO, 2024b), como apresentado na Figura 4.

(A01N): Métodos de preservação para corpos humanos, animais ou vegetais, ou suas partes, bem como o uso de biocidas para diversos fins, como desinfecção, controle de pragas e herbicidas. Também menciona preparações

utilizadas para fins médicos, odontológicos ou de higiene pessoal que previnem o crescimento de organismos indesejados, além de substâncias utilizadas para repelir ou atrair pragas e regular o crescimento de plantas.

(A01P): Atividade biocida, repelente de pragas, atrativo de pragas ou regulador do crescimento de plantas de compostos químicos ou preparações, conforme especificado em 2006.01.

(C12N): Micro-organismos ou enzimas, composições relacionadas a eles, propagação, preservação ou manutenção de micro-organismos, mutação ou engenharia genética, e meios de cultura (excluindo meios de teste microbiológico, que são classificados sob C12Q 1/00).

Existem várias definições de Manejo Integrado de Pragas, mas todas compartilham o aspecto comum de combinar diversos métodos para controlar pragas de maneira eficaz, segura e ecologicamente sustentável (Ehler, 2006; Kogan, 1998). Além disso, essas definições reconhecem o MIP como um processo em constante evolução, tanto em termos de seu *design*, como de implementação e de avaliação (Kogan, 1998).

Além de lidar com as pragas, o MIP também considera a saúde das plantas e do solo, promovendo a biodiversidade e a presença de organismos benéficos. As estratégias do MIP abrangem aquelas que previnem, evitam, monitoram e/ou suprimem, “PEMS” (Coble, 2024) uma ampla gama de pragas, incluindo insetos, doenças de plantas, ervas daninhas, nematoides e pragas vertebradas. Muitos programas de controle tendem a agrupar um amplo espectro de tecnologias e práticas de controle de pragas sob o termo “MIP” (Jørs *et al.*, 2017; Parsa *et al.*, 2014).

Para alcançar uma estrutura sólida de manejo integrado, é crucial considerar alguns pilares fundamentais, como: controle cultural, biológico, comportamental, genético, varietal e químico (Gallo *et al.*, 2002).

Figura 4 – Classificação de patentes de acordo com o tipo de produto e as tecnologias sendo implementadas

<p>16 A01N25/00</p> <p>Human Necessities Attention is drawn to the definitions of groups of chemical elements following the title of section C. In groups, the last place</p>	<p>14 A01N43/90</p> <p>Human Necessities having two or more relevant hetero rings, condensed among themselves or with a common carbocyclic ring system</p>	<p>12 A01N45/00</p> <p>Human Necessities Biocides, pest repellants or attractants, or plant growth regulators containing compounds having three or more carbocyclic</p>	<p>13 A01N47/34</p> <p>Human Necessities containing the groups , e.g. biuret Thio-analogues thereof Urea-aldehyde condensation products</p>	<p>13 A01N49/00</p> <p>Human Necessities Biocides, pest repellants or attractants, or plant growth regulators containing compounds containing the group wherein</p>
<p>11 A01N61/00</p> <p>Human Necessities Biocides, pest repellants or attractants, or plant growth regulators containing substances of unknown or undetermined</p>	<p>30 A01N63/30</p> <p>Human Necessities Microbial fungi Substances produced thereby or obtained therefrom</p>	<p>22 A01N65/00</p> <p>Human Necessities Biocides, pest repellants or attractants, or plant growth regulators containing material from algae, lichens, bryophyta,</p>	<p>28 A01P7/04</p> <p>Human Necessities Insecticides</p>	<p>16 C12N9/42</p> <p>Chemistry metallurgy acting on beta-1, 4-glucosidic bonds, e.g. cellulase</p>

Fonte: The Lens (2024)

Após a busca de patentes, foi realizado um refino de patentes relacionadas apenas ao controle. No total, foram encontrados 59 documentos.

Dos 59 documentos analisados, 44 abordam o controle químico, um discute o controle químico e biológico, oito versam sobre o controle biológico, dois apresentam o controle comportamental e quatro discutem o controle genético.

O controle químico de pragas implica utilização de pesticidas e inseticidas para eliminar ou controlar pragas indesejadas. Apesar disso, essa abordagem possui algumas limitações, como a possível resistência das pragas aos produtos químicos e o surgimento de novas pragas secundárias. Portanto, deve-se evitar o uso excessivo desses métodos de controle sempre que possível. No entanto, quando uma população de insetos atinge um nível em que causa danos econômicos significativos, o controle químico pode ser necessário como medida corretiva para prevenir maiores prejuízos (Miranda, 2010).

No combate aos cupins de madeira seca, são mencionados métodos de controle inovadores e eficazes, como os tratamentos químicos do solo e a implementação de barreiras físicas. Essas abordagens impedem a infestação por cupins subterrâneos, como *Coptotermes acinaciformis* (Froggatt) (Isoptera: Rhinotermitidae), evitando seu acesso oculto do solo à madeira. Essas técnicas são aplicadas em uma variedade de estruturas, incluindo edifícios, cercas e postes de energia (Horwood; Lo, 2022).

Em relação ao controle biológico, trata-se de uma prática baseada em princípios ecológicos, essa prática envolve o uso de organismos conhecidos como “inimigos naturais” para regular populações de pragas específicas (Hoddle; Van Driesche, 2009). Esses inimigos naturais englobam uma variedade de agentes, como parasitoides, predadores, nematoides entomopatogênicos, patógenos, micro-organismos competidores ou hiperparasitas de patógenos de plantas, herbívoros que se alimentam de ervas daninhas e suas sementes, competidores por recursos e organismos que produzem toxinas, conhecidas como antibiose ou alelopatia (Flint, 2012; Flint; Van den Bosch, 1981; Heimpel; Mills, 2017; Hoy, 1994). Nas patentes analisadas, todas elas tinham como base algum tipo de fungo entomopatogênico, sendo eles *Paecilomyces Spp.* e *Metarhizium Anisopliae* (Raina; Wright; Lax, 2007; Wright; Connick; Jackson, 2003; Wright; Connick; Jackson, 2004).

Quanto ao controle químico e biológico, a invenção apresenta um medicamento para controle de cupins contendo timol e nematoides entomopatogênicos. O propósito é aprimorar a prevenção e o controle biológicos de cupins, utilizando substâncias ativas de origem vegetal combinadas com os nematoides. A aplicação demonstra melhoria no controle de cupins, especialmente do

Coptotermes formosanus na China, ao interferir na resposta imunológica dos cupins e na infecção dos nematóides (Zeng *et al.*, 2021).

Considerando o controle comportamental, as patentes encontradas descrevem um método de controle por meio de vibrações que envolve a determinação da faixa de frequência e amplitude das vibrações que afetam o comportamento da praga. Essas vibrações são então aplicadas ao *habitat* da praga para controlar seu comportamento, podendo ser repetidas conforme necessário (Takanashi *et al.*, 2012).

No âmbito do controle genético, uma das patentes descreve um método para criar organismos diploides estéreis que envolve o acasalamento de duas populações de organismos diploides com inserção de genes únicos. Uma população contém organismos heterozigotos com um marcador inserido em um gene crucial para a fertilidade, enquanto a outra possui organismos heterozigotos com um segundo marcador inserido no mesmo gene. A introdução desses marcadores interrompe a expressão do gene de fertilidade, gerando alelos mutantes (Garrity; Laursen, 2022; Garrity; Laursen, 2023).

A descendência é selecionada com base na expressão desses marcadores, e os organismos diploides estéreis são isolados, expressando os marcadores nos alelos mutantes correspondentes. Outra patente emprega o método da técnica de inseto estéril guiada por precisão (pgSIT), que visa a dirigir a sexagem masculina em insetos geneticamente modificados e produzir uma progênie de ovos de insetos machos estéreis geneticamente modificados. Isso é realizado integrando sequências de ácido nucleico no genoma de um primeiro inseto, com pelo menos uma sequência, direcionando uma sequência genômica crucial para as fêmeas. Em seguida, uma endonuclease é introduzida em um segundo inseto, e o cruzamento entre ambos resulta em uma progênie que expressa a endonuclease e as sequências de ácido nucleico. Para induzir a esterilidade masculina, um polinucleotídeo guia direciona uma sequência genômica específica relacionada à esterilidade masculina (Kandul; Akbari, 2019; Kandul; Akbari, 2020).

O desenvolvimento de controles específicos para as térmitas, que levem em consideração sua biologia e abordem as diversas preocupações sobre o uso de produtos químicos no ambiente natural (como persistência e seleção de resistência colateral), deve ser viável. Além disso, é importante priorizar a busca por estratégias integradas e interdisciplinares de controle. Isso incluiria o desenvolvimento de materiais resistentes, a promoção de predadores de térmitas, a implementação de práticas culturais preventivas e o uso de produtos repelentes, possivelmente baseados em feromônios específicos para térmitas ou extratos de plantas (Rouland-Lefèvre, 2010).

4 Considerações Finais

O estudo revelou uma ampla gama de abordagens sobre o controle de cupins de madeira seca, desde o controle químico tradicional até métodos inovadores baseados em biologia e genética. Os resultados mostram não apenas o interesse contínuo na busca por soluções eficazes, mas também o reconhecimento da importância de abordagens integradas e sustentáveis.

A análise das patentes evidencia a dinâmica do campo da pesquisa e do desenvolvimento, refletindo o constante avanço tecnológico e a adaptação às necessidades emergentes. O crescente número de patentes depositadas ao longo das últimas décadas indica um forte impulso na inovação, incentivado por uma variedade de fatores, incluindo avanços tecnológicos, mudanças nas regulamentações e demandas do mercado.

5 Perspectivas Futuras

As perspectivas futuras para o uso de patentes no controle de cupins são bastante promissoras, apresentando potencial para revolucionar a atual abordagem às pragas. Isso possibilita a adoção de métodos mais sustentáveis e adaptáveis a diferentes ambientes. Entre as possibilidades, estão o desenvolvimento de formulações biológicas seguras e aprimoramentos nas formulações já existentes no mercado. Além disso, há espaço para a integração de diversos métodos de controle, como o uso de agentes biológicos, práticas culturais e medidas preventivas.

O avanço tecnológico também desempenha um papel crucial, com a emergência de novas ferramentas de aplicação, como a utilização de frequências sonoras para o manejo de cupins, e o uso de sistemas de liberação controlada e de dispositivos de monitoramento remoto, como drones ou robôs autônomos.

Referências

ACDA, M. N. Geographical distribution of subterranean termites (Isoptera) in economically important regions of Luzon, Philippines. **The Philippine Agricultural Scientist**, v. 96, p. 205-209, 2013.

ACI – AUSTRALIAN CONSTRUCTION INSIGHTS. An Investigation of the Factors Influencing Framing Material Choice in Residential Building: 2018 Follow up. **Forest Wood Products Australia**, 2018.

AMBURGEY, T. L. Insects That Infest Seasoned Wood in Structures. **Development of Commercial Wood Preservatives**, p. 32-57, 2008.

BUCZKOWSKI, G.; BERTELSMEIER, C. Invasive termites in a changing climate: A global perspective. **Ecology and Evolution**, v. 7, n. 3, p. 974-985, 2017.

COBLE, H. **The Practice of Integrated Pest Management (IPM) The PAMS Approach**. [2024]. Disponível em: <https://www.ipmcenters.org/about-the-center/what-is-ipm/the-pams-approach-to-ipm/>. Acesso em: 26 abr. 2024.

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

DAWES-GROMADZKI, T. Z. Bugs beneath the surface: the functional significance of soil macroinvertebrates to landscape health in Australia's tropical savannas. **Insect Science**, v. 12, n. 4, p. 307-312, 2005.

EHLER, L. E. Integrated pest management (IPM): definition, historical development and implementation, and the other IPM. **Pest Management Science**, v. 62, n. 9, p. 787-789, 2006.

FLINT, M. L. **IPM in practice: principles and methods of integrated pest management**. Oakland: University of California Agriculture and Natural Resources, 2012. v. 3418. 292p.

FLINT, M. L.; VAN DEN BOSCH, R. **Introduction to Integrated Pest Management**. Springer US, 1981.

FUNK, J. L. Components, Systems and Technological Discontinuities. **Long Range Planning**, v. 41, n. 5, p. 555-573, 2008.

GALLO, D. *et al.* **Entomologia agrícola**. Piracicaba: ESALQ, 2002. 920p.

GARRITY, P. A.; LAURSEN, W. J. **Sterile Organisms, Methods of Making, and Methods of Use Thereof**. WIPO. 7 abril 2022.

GARRITY, P. A.; LAURSEN, W. J. **Sterile Organisms, Methods of Making, and Methods of Use Thereof**. Estados Unidos. 9 nov. 2023.

GOVORUSHKO, S. Economic and ecological importance of termites: A global review. **Entomological Science**, v. 22, n. 1, p. 21-35, 2019.

HEIMPEL, G. E.; MILLS, N. J. **Biological Control**. Cambridge University Press, 2017.

HOAG, H. Biology for art's sake. **Nature**, v. 428, n. 6.986, p. 886-887, abr. 2004.

HODDLE, M. S.; VAN DRIESCHE, R. G. Biological Control of Insect Pests. *In*: HODDLE, M. S.; VAN DRIESCHE, R. G. **Encyclopedia of Insects**. [S.l.] Elsevier, 2009. p. 91-101.

- HORWOOD, M.; LO, N. First detection and eradication of a structural infestation by western drywood termite, *Incisitermes kandinior* (Hagen) (Isoptera: Kalotermitidae), in Australia. **Austral Entomology**, v. 61, n. 3, p. 378-383, 2022.
- HOY, M. A. Parasitoids and predators in management of arthropod pests. In: METCALF, R. L.; LUCKMANN, W. H. (ed.). **Introduction to Insect Pest Management**. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, 1994. p. 129-198.
- JØRS, E. *et al.* Obstacles and Opportunities for Diffusion of Integrated Pest Management Strategies Reported by Bolivian Small-Scale Farmers and Agronomists. **Environmental Health Insights**, 2017.
- KANDUL, N. P.; AKBARI, O. S. **Endonuclease Sexing and Sterilization in Insects**. WIPO. 31 maio 2019.
- KANDUL, N. P.; AKBARI, O. S. **Endonuclease Sexing and Sterilization in Insects**. Estados Unidos. 26 nov. 2020.
- KOGAN, M. Integrated Pest Management: Historical Perspectives and Contemporary Developments. **Annual Review of Entomology**, v. 43, n. 1, p. 243-270, 1998.
- KRISHNA, K. *et al.* Treatise on the Isoptera of the World. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, v. 377, n. 7, p. 1-200, 2013.
- LENZ, M. *et al.* **Finding alternatives to persistent organic pollutants (POPs) for termite management**. [S.l.]: UNEP/FAO/Global IPM Facility Expert Group on Termite Biology and Management, 2003.
- LI, J. *et al.* Laboratory and field evaluation of gravel sand as a physical barrier against *Coptotermes formosanus* and *Reticulitermes flaviceps* (Isoptera: Rhinotermitidae). **Sociobiology**, v. 57, p. 71-78, 2011.
- MIRANDA, J. E. **Manejo integrado de pragas do algodoeiro no cerrado brasileiro**. 2. ed. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010. 36p. (Embrapa Algodão. Circular Técnica, 131). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/863284/1/CIRTEC131.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2024.
- PARRA, J. R. *et al.* Controle Biológico: Terminologia. In: PARRA, J. R. *et al.* **Controle Biológico no Brasil, Parasitóides e Predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p. 143-164.
- PARSA, S. *et al.* Obstacles to integrated pest management adoption in developing countries. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 111, n. 10, p. 3.889-3.894, 2014.
- QUERNER, P. Insect Pests and Integrated Pest Management in Museums, Libraries and Historic Buildings. **Insects**, v. 6, n. 2, p. 595-607, 2015.
- RAINA, A. K.; WRIGHT, M. S.; LAX, R. R. A Strain of the Fungus *Metarhizium Anisopliae*. **Controlling Subterranean Termites**, 2007.
- REGNAULT-ROGER, C.; VINCENT, C.; ARNASON, J. T. Essential Oils in Insect Control: Low-Risk Products in a High-Stakes World. **Annual Review of Entomology**, v. 57, n. 1, p. 405-424, 2012.
- ROULAND-LEFÈVRE, C. Termites as Pests of Agriculture. In: ROULAND-LEFÈVRE, C. **Biology of Termites: a Modern Synthesis**. [S.l.]: Springer Netherlands, 2010. p. 499-517.
- RUST, M. K.; SU, N. Y. Managing Social Insects of Urban Importance. **Annual Review of Entomology**, v. 57, n. 1, p. 355-375, 2012.
- SABATIER, V.; CRAIG-KENNARD, A.; MANGEMATIN, V. When technological discontinuities and disruptive business models challenge dominant industry logics: Insights from the drugs industry. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 79, n. 5, p. 949-962, 2012.
- SCHUMMER, C. *et al.* Gas/particle partitioning of currently used pesticides in the atmosphere of Strasbourg (France). **Air Quality, Atmosphere & Health**, v. 3, n. 3, p. 171-181, 2010.
- SUBEKTI, N. *et al.* Potential for Subterranean Termite Attack against Five Bamboo Species in Correlation with Chemical Components. **Procedia Environmental Sciences**, v. 28, p. 783-788, 2015.
- TAKANASHI, T. *et al.* **Method for Controlling Insect Pest by Vibration**. Patentes Europeias. 18 jul. 2012.
- THE LENS. **Search, Analyze and Manage Patent and Scholarly Data**. [2024]. Disponível em: <https://www.lens.org/>. Acesso em: 5 mar. 2024.
- TSUNODA, K.; YOSHUMURA, T. Current termite management in Japan. Proceedings of 1st Pacific Rim Termite Research Group. **Penang**, Malaysia, p. 1-5, 8 and 9 March, 2004.
- TSUNODA, K. Improved management of termites to protect Japanese homes. In: LEE, C. Y.; ROBINSON, W. H. (ed.). **Proc. Fifth International Conference on Urban Pests**. Malaysia: Perniagaan Ph'ng, 2005. p. 33-37.
- WIPO – WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION. **Patents. What is a patent?** [2024a]. Disponível em: <https://www.wipo.int/patents/en/>. Acesso em: 24 abr. 2024.
- WIPO – WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION. **IPC Publication**. [2024b]. Disponível em: <https://ipcpub.wipo.int/?notion=scheme&version=20240101&symbol=none&menulan g=en&lang=en&viewmode=f&fipcp= no&showdeleted=y es&indexes=no&headings=yes¬es=yes&direct ion=o2n&initial=A&cwid=non e&tree=no&searchmode=smart>. Acesso em: 28 abr. 2024.

WOODROW, R. J.; GRACE, J. K. Termite Control from the Perspective of the Termite: A 21st Century Approach. **Development of Commercial Wood Preservatives**, p. 256-271, 2008.

WRIGHT, M. S.; CONNICK, W. J. J.; JACKSON, M. A. **Use of Paecilomyces Spp. as Pathogenic Agents Against Subterranean Termites**. WIPO. 13 maio 2004.

WRIGHT, M. S.; CONNICK, W. J. J.; JACKSON, M. A. **Use of Paecilomyces Spp. as Pathogenic Agents Against Subterranean Termites**. WIPO. 30 maio 2003.

ZANETTI, R. *et al.* **Manejo integrado de cupins**. Lavras: Departamento de Entomologia, Universidade Federal de Lavras, 2010. (Notas de aula da disciplina Entomologia aplicada (ENT-109).

ZENG, W. *et al.* **Thymol-containing termite control medicine and application thereof**. China. 27 ago. 2021.

Sobre os Autores

Bryan Bezerra Domingos de Melo

E-mail: bryanmelo.ef@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-0110-8839>

Estudante de Graduação.

Endereço profissional: Departamento de Ciências Florestais, Câmpus São Cristóvão, Cidade Univ. Prof. José Aloísio de Campos, Av. Marcelo Deda Chagas, s/n, Bairro Rosa Elze, São Cristóvão, SE. CEP: 49107-230.

Jessica dos Santos Sá

E-mail: jessicadossantossa@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-0665-087X>

Mestre em Agricultura e Biodiversidade pela Universidade Federal de Sergipe em 2023.

Endereço profissional: Departamento de Ciências Florestais, Câmpus São Cristóvão, Cidade Univ. Prof. José Aloísio de Campos, Av. Marcelo Deda Chagas, s/n, Bairro Rosa Elze, São Cristóvão, SE. CEP: 49107-230.

Sheila Valéria Álvares-Carvalho

E-mail: carvalhosva@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0545-2703>

Doutora em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Lavras em 2014.

Endereço profissional: Câmpus de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas, BR-104, Rio Largo, AL. CEP: 57100-000.

Crislaine Costa Calazans

E-mail: crislainecalazans@academico.ufs.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6100-0608>

Doutora em Agricultura e Biodiversidade pela Universidade Federal de Sergipe em 2023.

Endereço profissional: Departamento de Ciências Florestais, Câmpus São Cristóvão, Cidade Univ. Prof. José Aloísio de Campos, Av. Marcelo Deda Chagas, s/n, Bairro Rosa Elze, São Cristóvão, SE. CEP: 49107-230.