



Fundamentos e pesquisas em
**CIÊNCIAS AMBIENTAIS
E AGRÁRIAS**

Jaily Kerller Batista de Andrade
(Org.)

LICURI



Fundamentos e pesquisas em
**CIÊNCIAS AMBIENTAIS
E AGRÁRIAS**

Jaily Kerller Batista de Andrade
(Org.)

LICURI

© 2024 Editora Licuri
Rua Florianópolis, 800
CEP: 58417-240 - Campina Grande, Paraíba
E-mail: contato@editoralicuri.com.br
Site: editoralicuri.com.br

Produção Editorial

Editor Chefe: Dr. Jaily Kerller Batista de Andrade

Revisão: Os Autores

Diagramação e Capa: Aline Soares de Barros

Créditos da capa: Editora Licuri

A554 Andrade, Jaily Kerller Batista.

Fundamentos e pesquisas em Ciências Ambientais e
Agrárias / Jaily Kerller Batista de Andrade - Campina
Grande: Licuri, 2024.

Livro digital (171 f.: il.)

ISBN 978-65-85562-27-0

DOI <https://doi.org/10.58203/Licuri.2270>

Modo de acesso: World Wide Web

1. Meio Ambiente - Brasil. 2. Ciências Florestais - Brasil. 3.
Agrárias. I. Andrade, Jaily Kerller Batista, org, II. Título.
Brasil. Meio ambiente. III. Título. Estudos em Ciências
Florestais e Agrárias.

CDD - 363



O conteúdo deste livro está licenciado sob atribuição de licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0).

O conteúdo dessa obra e a sua revisão expressam estudos, opiniões e abordagens que são de responsabilidade exclusiva dos autores.

CONSELHO EDITORIAL

Dra. Elane da Silva Barbosa

Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, UERN

Dr. Igor Vasconcelos Rocha

Fiocruz Pernambuco - Instituto Aggeu Magalhães, IAM

Dr. João Paulo Laranjo Velho

Universidade de Pernambuco, UPE

Dr. Mairton Gomes da Silva

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, UFRB

MSc. Maria José das Neves Silva

Universidade Federal da Paraíba, UFPB

Dra. Nadia Vilela Pereira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, IFTT

Dra. Priscila Bernardo Martins

Universidade Cruzeiro do Sul, UNICSUL

Dra. Shirlei Marly Alves

Universidade Estadual do Piauí, UEPI

Dr. Valdenildo Pedro da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, IFRN

Dra. Vanessa de Castro Rosa

Universidade do Estado de Minas Gerais

APRESENTAÇÃO

Esta obra busca abordar visão multidisciplinar sobre as pesquisas e inovações nas áreas de Agrárias e Ambientais. Ela traz discussões que envolvem desde o aproveitamento tecnológico de frutas como a jaca e o maracujá até a análise da variabilidade genética de micro-organismos como *Enterococcus faecium*.

Exploramos também o potencial da radiação gama em fitoterápicos e frutos, destacando seus efeitos na descontaminação e na extensão da vida útil dos alimentos. Além disso, são examinadas questões práticas, como a análise estratégica de um laticínio e a caracterização de defensivos agrícolas para o controle de pragas do cajueiro.

Os capítulos abordam ainda temas como a atividade antimicrobiana de méis de abelha, a morfometria de sementes e a purificação de água de condensação de ar-condicionado, oferecendo insights valiosos para a prática e a pesquisa nessas áreas. Por meio de experimentos físico-químicos e sensoriais, os autores exploram novas possibilidades e soluções para desafios ambientais e agrícolas contemporâneos.

Ao reunir pesquisas diversas e inovadoras, este livro busca contribuir para o avanço do conhecimento e para o desenvolvimento de práticas sustentáveis e eficazes no campo ambiental e agrário. Cada capítulo oferece uma janela para o mundo da pesquisa e da inovação, inspirando novas abordagens e descobertas que podem impactar positivamente tanto a agricultura quanto o meio ambiente.

SOBRE OS ORGANIZADORES DA OBRA

Jaily Kerller Batista de Andrade

Possui graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Campina Grande (2014); Complementação Pedagógica com habilitação em Ciências Biológicas pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (2019); Mestrado (2016) e Doutorado (2021) em Ciências Florestais pela Universidade Federal do Espírito Santo.

SUMÁRIO

Apropriação desigual do espaço urbano: Um estudo sobre a formação da Vila Maria dos Anjos, localizada no lixão municipal da cidade do Rio Grande	1
Renata dos Anjos Velho; João Paulo Laranjo Velho	
Abordagens da gestão ambiental na construção civil: uma revisão abrangente da literatura	16
Ingrid Eduarda Alves Paiva; Jorge Luis de Oliveira Pinto Filho	
Gestão ambiental em pequenos estabelecimentos rurais: avaliação e priorização de danos ambientais na atividade olerícola	29
Décio de Oliveira; Admilson Írio Ribeiro	
Análise dos impactos ambientais nas imediações da barragem de Lucrecia, estado do Rio Grande do Norte, Brasil	46
Adriana Maria Alves; Ingrid Eduarda Alves Paiva	
Tensões de crescimento, desdobro, secagem natural e desafios da industrialização da madeira de eucalipto	61
Luciana da Silva Ferreira; Rodolpho Stephan Santos Braga; Juarez Benigno Paes; Flávia Maria Silva Brito; Nédia Pereira Correia Mendes Correia; Glaucileide Ferreira	
Resistência biológica e agentes deterioradores da madeira	73
Pedro Nicó de Medeiros Neto; Joyce de Almeida Pinto; Flávia Maria Silva Brito; Juarez Benigno Paes; Glaucileide Ferreira; Nédia Pereira Correia Mendes Correia	
Insetos Broqueadores Associados ao Cajueiro: uma Revisão	90
Yago Lourenço de Carvalho; Pâmela Brenna Silva Teixeira; Niédja Goyanna Gomes Gonçalves; Gabryellen Araújo da Silva; Maria do Socorro Cavalcante de Souza Mota; Antonio Lindemberg Martins Mesquita	

Embalagens ativas com nanocompósitos e antimicrobianos: uma revisão de literatura	104
Pâmella Riavda Martins Nascimento; Isabella de Cássia; Bárbara Barros Silveira; Larissa Nágila Novais; Káren Ariane Moreira Santos; Fernanda Gonçalves Carlos; Fernanda Morcatti Coura	
O patrimônio (i)material das colônias de imigrantes: cicatrizes do desaparecimento de uma história não contada	122
Alan Ripoll Alves	
Atividade ovicida e pupicida de <i>Eugenia caryophyllata</i> Tumb. (Myrtaceae) em <i>Aedes (Stegomyia) aegypti</i> Linnaeus, 1762 vetor da dengue, chikungunya e zika na Amazônia	134
Eunice da Silva Medeiros do Vale; Brenda Fernanda Freitas da Silva; Iléa Brandão Rodrigues; Wanderli Pedro Tadei	
Avaliação do uso de extratos vegetais em criadouros de <i>Aedes</i> spp no campus do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, Manaus, Amazonas	142
Eunice da Silva Medeiros do Vale; Iléa Brandão Rodrigues; Wanderli Pedro Tadei	

Apropriação desigual do espaço urbano: Um estudo sobre a formação da Vila Maria dos Anjos, localizada no lixão municipal da cidade do Rio Grande

Autoria:

Renata dos Anjos Velho

Pedagogo. Pós-Doutor em Educação, doutor em Educação, mestre em Educação Ambiental, especialista em Educação, Especialista em: Gestão Ambiental; Tecnologia da Informação; Inclusão e Gestão Escolar. Professor na FGV-RJ, Uniarp- SC, Univale-MG e pesquisador na UPE

João Paulo Laranjo Velho

Pedagoga. Mestre em Geografia. Especialista em: Gestão e Administração Escolar; Inclusão Escolar pela Educaminas

Resumo

O presente estudo investigou a relação entre a apropriação desigual do espaço urbano periférico do município do Rio Grande/RS, com as questões habitacionais, tendo em vista que a apropriação do espaço urbano não ocorreu de forma igual para todos, pois o sistema capitalista é seletivo e excludente. Nesse sentido, os que possuem grande poder aquisitivo residem em áreas nobres, enquanto que as famílias de baixa renda residem em locais menos valorizados, sendo que, alguns ocupam áreas irregulares por não terem onde morar, como é o caso da pesquisa em estudo, onde os moradores moram ao redor do lixão municipal. Então, para responder estas questões, nos apropriamos da pesquisa bibliográfica e de campo. Sendo assim, foi aplicado um questionário para os moradores e para o Secretário Municipal de Habitação e o Secretário Municipal de Zeladoria.

Palavras-chave: Ocupação irregular. Lixão. Apropriação desigual. Saúde.

Como citar este capítulo:

ANJOS VELHO, Renata; LARANJO VELHO, João Paulo. Apropriação desigual do espaço urbano: Um estudo sobre a formação da Vila Maria dos Anjos, localizada no lixão municipal da cidade do Rio Grande. In: ANDRADE, Jaily Kerller Batista (Org.). **Fundamentos e pesquisas em Ciências Ambientais e Agrárias**. Campina Grande: Licuri, 2024, p. 1-15. ISBN: 978-65-85562-27-0. DOI: 10.58203/Licuri.22701.

INTRODUÇÃO

O interesse pelo tema surgiu durante uma atividade social no ano de 2020, na Vila Maria dos Anjos, localizada na zona norte, periferia da cidade do Rio Grande, extremo sul do Rio Grande do Sul, diante da crise econômica e sanitária provocada pela pandemia do COVID-19, ocasião em que tivesse a oportunidade de vivenciar a realidade vivida dessa comunidade.

Então, para uma melhor aproximação, a fim de compreender os problemas vividos pela comunidade desse bairro específico, buscou-se através do presente estudo, desenvolvido na linha de pesquisa a Análise Urbano-Regional do Programa de Pós-Graduação em Geografia Humana da Universidade Federal do Rio Grande - FURG, analisar a origem e as transformações da Vila Maria dos Anjos, localizada no lixão municipal da cidade do Rio Grande/RS.

Sendo assim, levou-se em consideração que a desigualdade na apropriação do espaço urbano no município do Rio Grande é resultado da desigualdade social. Partindo desse princípio, o desenvolvimento de estudos sobre o espaço urbano precisa levar em consideração a dinâmica de produção e o crescimento diante das transformações no decorrer do processo de urbanização.

Portanto, para compreendermos a formação da Vila Maria dos Anjos é necessário conhecer os elementos que configuram a produção desse espaço. Um dos grandes problemas que atingem as cidades de forma geral, é a maneira como ocorrem o acesso à terra e as moradias pelas populações de baixa renda, tendo em vista que, a renda de muitas famílias é insuficiente para atender suas necessidades básicas. No entanto, não podemos deixar de considerar que existem políticas públicas de moradias populares, porém, estas são insuficientes para atenderem a demanda.

Segundo o geógrafo e escritor Milton Santos (2009), o crescimento das ocupações irregulares ocorre devido a incapacidade do Estado em proporcionar a população menos privilegiadas, através de políticas públicas, um programa habitacional adequado, pois a omissão do poder público em permitir que os interesses econômicos mundiais tenham precedência e acabem privilegiando um grupo pequeno, as custas de um grupo maior que fica em segundo plano.

Então, para alguns, o acesso a moradia só é possível através da ocupação de terras irregulares, inapropriadas, o que acaba gerando assentamentos urbanos informais, ou seja, são instalados em locais irregulares, sendo estes muitas vezes em áreas de risco e sem infraestrutura adequada, como é o caso da Vila Maria dos Anjos, localizada ao redor do lixão municipal na cidade do Rio Grande/RS.

Conforme Claudio Castilho (2011) as cidades são produzidas e representadas para atender aos interesses dos capitalistas, vindo a favorecer a acumulação do capital. Para o geógrafo David Harvey (2005, p. 40) “a acumulação é o motor cuja potência aumenta no modo

de produção capitalista”, pressupondo que, é na cidade que ocorre as desigualdades no que tange a apropriação do espaço, onde quem tem maior poder aquisitivo ocupa melhores áreas, enquanto as pessoas de baixa renda, ocupam áreas menos privilegiadas, até mesmo irregulares.

Partindo desse princípio, buscou-se identificar como e quando ocorreu a ocupação da Vila Maria dos Anjos, local em que ficava o lixão municipal da cidade do Rio Grande/RS. Com isso, levou-se em consideração que trata-se de um local irregular e que as famílias ali inseridas estão sujeitas a várias doenças, diante da exposição ao chorume que contamina o solo, resultado natural da decomposição, dos micro-organismos transportados por cachorros e aves que se alimentam do lixo e posteriormente frequentam as casas dessas famílias que moram nas proximidades.

Para responder estas questões foi realizado uma entrevista com o secretário da Secretaria Municipal de Coordenação, Planejamento, Habitação e Regularização do município do Rio Grande e com o secretário da Secretaria Municipal de Zeladoria, a fim de saber se existia projetos para o reassentamento dessas famílias para uma área regular ou não.

Na ocasião, foi questionado também, se existia projetos para melhoria de infraestrutura para o bairro, visto que, as residências mais próximas ao lixão não têm acesso à energia elétrica, além de estarem expostas a valetas a céu aberto na frente das residências com moscas, mosquitos e outras espécies, em consequência dos resíduos orgânicos existentes no lixão.

Então, para atingir os objetivos, foi analisado o processo de ocupação irregular da Vila Maria dos Anjos, no município do Rio Grande, através da pesquisa documental e de campo, por meio da aplicação de entrevista com o secretário municipal de Coordenadoria, Planejamento, Habitação e Regularização, com o secretário de municipal de Zeladoria e também, para cinco por cento (5%) das famílias moradoras na Vila Maria dos Anjos, de um universo de aproximadamente trezentas (300) famílias, o que corresponde a 16 famílias.

Diante dos dados, se analisou a dinâmica do uso e ocupação do solo na área de estudo, a evolução das políticas públicas do município para evitar novas ocupações no local, buscou-se identificar os problemas socioambientais existentes em decorrência da forma de uso e ocupação do solo na área de estudo e, se existia projeto de realocação dessas famílias, além de identificar se existia um planejamento para evitar novas ocupações.

Diante da falta de infraestrutura mínima na Vila Maria dos Anjos, fizemos uma comparação com o bairro Santa Rosa, o qual é separado por apenas uma rua asfaltada, porém, possui um Fórum Estadual novo e moderno, com uma área de 16.186,90m², tendo sido construído entre os anos de 2018 e 2021, o qual possui um estacionamento pavimentado, uma fachada de 9.235 m² de vidros laminados, além das ruas que passam ao entorno serem pavimentadas. Por outro lado, de dentro do Fórum Estadual é possível ver do outro lado da rua,

a Vila Maria dos Anjos, com uma realidade bem diferente, pois muitos moradores vivem em barracos e não possuem banheiro sanitário.

O lixo por ser considerado algo inservível gera sentimentos negativos para os sujeitos que trabalham diretamente ou que moram próximos aos lixões. Alguns sentimentos negativos mais evidentes são: a exclusão, a vulnerabilidade e o preconceito. Neste sentido, estas questões reforçam a exclusão social. Segundo Henri Acselrad (2009, p. 69), “as áreas com os piores índices estão desprovidas de praticamente todos os serviços públicos e são habitadas pela população de renda mais baixa. Apenas as áreas de péssimas condições ambientais são acessíveis a população mais pobre, frequentemente em favelas”.

Quanto as técnicas usadas para a obtenção dos dados referentes ao problema investigado, ou seja, ao método de pesquisa, tendem a necessitar de uma série de procedimentos operacionais para atenderem as finalidades deste estudo, dentre as quais: a pesquisa exploratória, o levantamento bibliográfico, pesquisa documental e pesquisa de campo (MORAES & COSTA, 1984).

O artigo foi organizado em introdução, apropriação desigual do espaço urbano e a segregação socioespacial, a produção do espaço urbano no município do Rio Grande, a ocupação irregular em área de risco: o caso da Vila Maria dos Anjos, no lixão municipal do Rio Grande -RS, pesquisa documental e de campo e pôr fim, a conclusão.

APROPRIAÇÃO DESIGUAL DO ESPAÇO URBANO E A SEGREGAÇÃO SOCIOESPACIAL

Entendemos o espaço construído como sendo determinante nas relações sociais. Então, não podemos desconsiderar as relações de poder constituídas. Conforme descreve Goettert (2004, p. 6) “O espaço habitado pelos seres humanos deve ser entendido como o local de moradia, de sentimento e de realização dos cidadãos”. Seguindo essa linha de raciocínio do autor, têm-se um espaço de interações e transformações marcados por diferenças. E é através dessas diferenças que surge o processo de exclusão social e a afirmação de estruturas de dominação arcaicas, como a da renda e da propriedade da terra, da dominação política e do acesso ao Estado (BRANDÃO, 2007, p. 133).

O sistema econômico capitalista é excludente, gera concorrência, visa lucro a qualquer custo, o que faz com que os grupos com o melhor poder aquisitivo possam investir para ampliarem o seu negócio, enquanto os menos favorecidos, não possuem recurso financeiro para investir. E, diante dos lucros obtidos, estes grupos privilegiados podem comprar propriedades em bairros

nobres que tem infraestrutura pública, enquanto os não privilegiados compram em bairros com pouca infraestrutura ou sem nenhuma infraestrutura. Em alguns casos, se apropriam de espaços não regularizados e até mesmo impróprio, como é o caso da Vila Maria dos Anjos que fica ao lado do lixão municipal na cidade do Rio Grande.

Para o sociólogo espanhol, Manuel Castells (1983), a cidade é o local onde se ocupa o espaço e se transforma, incluindo as cidades, onde se manifestam as desigualdades entre as classes e grupos sociais que a constituem. Desta maneira, pensar a estrutura urbana tornou-se uma tarefa complexa especialmente ao considerar que o espaço urbano está sujeito as múltiplas tensões, conforme evidencia-se no processo histórico das cidades. A racionalidade herdada da sociedade industrial ainda vigente na lógica dominante interfere na planificação e na organização do espaço urbano.

Com isso, devemos levar em consideração o ritmo da reprodução da vida dentro do contexto da sociedade capitalista de produção, pois o sentido da vida se dá no aspecto da reprodução de uma lógica do capital, onde algumas pessoas são manipuladas pelo sistema imposto pelas forças econômicas e sociais que determinam o estilo de vida em relação ao mundo.

As desigualdades nas condições de acesso à propriedade residencial são sentidas principalmente pelos mais pobres, que ocupam moradias em áreas inadequadas ao desenvolvimento urbano e revelam problemáticas na política habitacional brasileira. Ainda, segundo Yvonne Mautner (1999), a partir da ampliação e diversificação da produção industrial, depois da Revolução de 1930, surgiram impactos também na organização da indústria da construção. E, isso:

de fato, teve, ao longo do processo de industrialização e urbanização no país, um papel importante na implementação das mudanças que afetaram tanto a produção de mercadorias como a reprodução da força de trabalho; e até hoje abrange um largo espectro de formas de produção: da capitalista à doméstica, em seus extremos, refletindo no seu entrelaçamento as condições impostas pela forma peculiar da reprodução expandida no país, assim como a tendência à generalização da forma mercadoria criou, ao longo da história, diferentes formas de trabalho assalariado, o que induziu também a produção de um espaço urbano desigual e fragmentado (MAUTNER, 1999, p. 247-248).

Dessa forma, fica evidente que é fundamental a participação do estado nas políticas públicas de habitação, através da construção de casas populares, a fim de evitar a construção de residências em locais impróprios e irregulares, bem como da necessidade de ofertar apoio técnico aos que vão construir moradias de pequeno porte em terrenos regulares e são de baixa renda, a fim de evitar

risco de exposição dessas famílias quanto a riscos de desabamento e de fenômenos naturais como enchentes, vendavais, entre outros.

A PRODUÇÃO DO ESPAÇO URBANO NO MUNICÍPIO DO RIO GRANDE/RS

A produção do espaço urbano no município do Rio Grande foi marcado pelos diferentes que ao longo de muitos anos se consolidaram. A primeira foi a pecuária através do comércio de couro, depois, as atividades econômicas chamadas urbano- industriais, instaladas na área portuária devido sua importância geográfica.

A produção espacial do município do Rio Grande e a ocupação das áreas do mesmo tem forte relação com as atividades portuárias, pois cada um dos períodos vividos pelo setor, impactou diretamente a sociedade, através da ocupação das áreas por habitações, comércio ou indústria. Nesse aspecto, a cidade é vista como um espaço de organização da sociedade, do fluxo de pessoas e mercadorias, que influenciaram e influenciam no modo de vida da população. Com isso, a posição geográfica foi fator determinante para o desenvolvimento do município.

Podemos dizer que, em cada período econômico, em consequência do Porto ou das indústrias, a cidade passou por momentos de ascensão e declínio, pois a produção não aconteceu de forma contínua. E, conforme os estudos de Oliveira et al (2011):

o processo de crescimento do sistema portuário do Rio Grande não aconteceu de forma contínua e ininterrupta. Ele se deu em um processo histórico eventualmente impulsionado de forma diferenciada pela influência de aspectos diversos, porém com destaque para os condicionantes econômicos e políticos. O porto, como um elo importante na cadeia econômica da produção, refletiu em seus crescimento ciclos econômicos ciclos econômicos mais ou menos bem definidos ou períodos mais propícios da produção primária ou secundária [...] (OLIVEIRA et al, 2011, p. 1).

Cada ciclo econômico vivenciado, faz com que a sociedade sofra influências, que podem ser ótimas em alguns aspectos e outras difíceis, principalmente, no que se refere a questão do emprego.

No caso, da cidade do Rio Grande, esta já gerou muitos empregos nas fábricas de peixes, porém, nos anos 1980, muitas delas foram fechadas, o que acarretou em muitos desempregados no município. Em 2006, diante do início da instalação do Polo Naval na cidade, o setor gerou em torno de 20 mil empregos com bons salários, sendo que em 2013, diante dos problemas que envolveram o setor, começaram a ocorrer demissões em massa tendo em vista que, parou o reparo nas plataformas, o que resultou em uma verdadeira dificuldade financeira para os desempregados, vindo a impactar diretamente na economia do município. O setor imobiliário foi um dos que mais sentiu a

crise, pois a procura era tão grande que, foram construídos 03 hotéis novos na cidade e vários alojamentos, sendo que após o ano de 2014, devido ao retorno dos trabalhadores para os seus estados de origem, o número de hóspedes diminuiu muito e o setor acumulou prejuízo.

Por outro lado, o valor dos imóveis diminuiu e ficou mais acessível e dentro da realidade do mercado, o que possibilitou para alguns moradores do município conseguirem obter um imóvel próprio.

A OCUPAÇÃO IRREGULAR EM ÁREA DE RISCO: O CASO DA VILA MARIA DOS ANJOS, NO LIXÃO MUNICIPAL DO RIO GRANDE/RS

O lixão municipal da cidade do Rio Grande é um problema enfrentado pela administração pública, pois impacta negativamente o meio ambiente e a população que reside nas redondezas. Diante disso, é importante identificar a origem na Vila Maria dos Anjos para compreendermos como, e por que, foi ocupado o terreno ao redor, chamado Vila Maria dos Anjos.

Para obter estas respostas foi feito uma entrevista com o secretário municipal de Planejamento em outubro de 2021, o qual relatou que a origem do lixão no referido bairro, teve início no final da década de 80, sendo mais especificamente no ano de 1988. Porém, no ano de 2008, o mesmo foi desativado tendo em vista que o município passou a contar com um aterro sanitário na localidade da Vila da Quinta no município de Rio Grande.

O local selecionado para ser o lixão municipal na década de 80, era um terreno desocupado, sem infraestrutura urbana. Porém, com a utilização do terreno para depósito de lixo municipal, o espaço começou a ser habitado por famílias catadoras de lixo, pois facilitava o acesso aos resíduos sólidos, assim que fossem descarregados, bem como facilitava para armazenar no pátio do reciclador, até que fosse selecionado para ser levado para reciclagem.

No ano de 2008 a prefeitura municipal encerrou as atividades do lixão municipal, visto ter entrado em funcionamento em 2009 o aterro sanitário localizado na Vila da Quinta, nas proximidades da BR 392. No entanto, no ano de 2019 o aterro sanitário atingiu seu limite máximo de capacidade de receber o lixo e encerrou suas atividades. A partir daí, o antigo lixão municipal passou a ser utilizado como espaço de transbordo, ou seja, despejam o lixo recolhido no município e este lixo é colocado em uma grande carreta para ser transportado para seu destino final na cidade de Candiota – RS.

Está situação obriga as carretas a percorrem aproximadamente 201 quilômetros para o descarte final do lixo, em outro município e isso, gera ônus para os contribuintes. Além, de que o local de transbordo, no antigo lixão, favorece para proliferação de insetos, roedores e, causa um mau cheiro.

Inicialmente, podemos ponderar como uma hipótese de que a ocupação desse espaço foi devido a aproximação do local de trabalho e a falta de moradia, mas, no presente, a maioria das pessoas permanecem no espaço ou ocuparam este espaço nos últimos anos, principalmente pela falta de moradia, tendo em vista que são pessoas de baixa renda. Dessa forma, não possuem condições para comprar um terreno ou casa em um bairro com infraestrutura pública municipal.

A PESQUISA DOCUMENTAL E DE CAMPO E SEUS RESULTADOS

Foram entrevistados 16 famílias da Vila Maria dos Anjos, no município do Rio Grande, RS, o que representa aproximadamente cinco por cento (5%) dos moradores de um universo de aproximadamente 300 famílias, segundo a equipe da saúde da família, a qual atende o local.

Na ocasião, foram feitas dezesseis perguntas (16), tais como: número de membros da família, tempo de moradia, maior nível de escolaridade, ocupação, idade dos membros da família, tipo de construção e número de comodors, se possuem acesso à energia elétrica, se possuem acesso a água potável, se possuem banheiro, se tem acompanhamento de assistente social, se é atendida por equipe de saúde da família, se é beneficiária de bolsa do Governo Federal, se tem consciência dos riscos de morar próximo ao lixo para a saúde, se considera-se branco, negro, índio, mulato, amarelo, qual o motivo que levou a optar em morar na Vila, se já foi procurado pelo poder público para realocação para uma área legalizada.

Entrevista com os moradores da Vila Maria dos Anjos

1. Quanto ao número de membros da família:

- a) 18,75% das residências entrevistadas são constituídas por apenas uma (1 pessoa);
- b) 18,75% são constituídas por famílias com duas (02 pessoas);
- c) 6,25% são formadas por três (03 pessoas);
- d) 12,5% são formadas por quatro (04 pessoas);
- e) 31,25% são constituídas por seis (06 pessoas);
- f) 6,25% são constituídas por sete (07 pessoas);

g) 6,25% são formadas por oito (08 pessoas).

Diante dos dados, percebe-se que 62% das residências são ocupadas por três pessoas ou mais. Sendo grande parte destas residências de madeira e com uma área construída bem pequena.

2. Tempo de moradia das famílias na Vila Maria dos Anjos:

a) 18,75% dos moradores, residem menos de um (01 ano);

b) 12,5% residem a um (1 ano);

c) 6,25% residem a dois (2 anos);

d) 6,25% residem a três (3 anos);

e) 18,75% residem a cinco (5 anos);

f) 12,5% residem a seis (6 anos);

g) 6,25% residem a oito (8 anos);

h) 6,25% residem a quinze (15 anos);

i) 6,25% residem a trinta (30 anos)

j) 6,25% residem a trinta e cinco (35 anos).

Dentre as respostas dos moradores constatasse que 75% dos entrevistados, moram na Vila Maria dos Anjos, no máximo a seis (6 anos). Sendo assim, existe fortes indícios de que o local ainda é atraente para pessoas de baixa renda, pois as pessoas ainda procuram o local para moradia.

3. Maior nível de escolaridade da família?

a) 18% das residências possuem pessoas analfabetas;

b) 6,25% possuem primeira série do ensino fundamental;

c) 6,25% possuem segunda série do ensino fundamental;

d) 6,25% possuem a quarta série do ensino fundamental;

e) 6,25% possuem a sexta série do ensino fundamental;

f) 37,5% possuem o ensino fundamental completo;

e) 18,75% possuem o ensino médio completo.

Dentre as respostas dos moradores, apenas 37% tem ensino fundamental completo e 18,75% o ensino médio completo. Nenhum dos moradores entrevistados possui algum dos integrantes da

família fazendo curso superior, o que pode ser falta de oportunidade ou desconhecimento da importância de buscar novos conhecimentos em uma instituição de ensino superior.

4. Ocupação dos entrevistados

- a) 31,25% são do lar;
- b) 18,75% são recicladores;
- c) 18,75% são aposentados;
- d) 6,25% vigilante;
- e) 12,5% realiza serviços gerais;
- f) 6,25% é industriário;
- g) 6,25% é pedreiro.

Diante dos dados é possível constatar que 50% dos entrevistados são do lar ou aposentados. Portanto, apenas 50% está ativamente no mercado de trabalho.

5. A idade dos membros das famílias:

- a) 7,35% tem idade de 0 a 2 anos;
- b) 26,5% tem idade de 3 a 10 anos;
- c) 14,7% tem idade de 11 a 18 anos;
- d) 18% tem idade de 19 a 30 anos;
- e) 13% tem idade de 31 a 40 anos;
- f) 21% tem acima de 40 anos.

Os dados mostram que 79% dos moradores têm idade de zero até quarenta anos de idade, ou seja, são pessoas jovens, em idade escolar e de inserção no mercado de trabalho.

6. Tipo de construção das moradias:

- a) 87,5% das residências são de madeira
- b) 12,5% das residências são de alvenaria

Diante dos dados fica evidente que o bairro é constituído de famílias de baixa renda, pois além de estarem morando ao redor do lixão municipal, grande parte das residências são de madeira simples, ou seja, não oferecem qualidade nem isolamento térmico.

7. Número de cômodos da residência:

- a) 18,75% das residências possuem um cômodo;
- b) 18,75% possuem dois cômodos;
- c) 18,75% possuem três cômodos;
- d) 31,25% possuem quatro cômodos;
- e) 12,5% possuem cinco cômodos.

Os dados mostram que 56,25% das residências possuem apenas três cômodos (peças), sendo que todas residências são pequenas, o que acaba condicionando grande parte dos moradores a dormirem num mesmo quarto, por ser o único.

8. Perguntado se possuem banheiro na residência

- a) 31% das residências não possuem banheiro;
- b) 69% das residências possuem banheiro.

Mesmo sendo um banheiro, um cômodo fundamental numa residência, pois faz parte do saneamento básico, o qual tem relação direta com a saúde das pessoas, 31% dos entrevistados não possuem banheiro e dos 69% que dizem possuir, são locais simples, de madeira e os dejetos são dispersos no solo, em um buraco, sem o devido tratamento necessário, para evitar a contaminação do solo e das pessoas que tiverem contato fisicamente. Portanto, é o mesmo que nada, em outras palavras.

9. Questionados se possuem acesso à energia elétrica e água potável:

- a) 25% dos entrevistados possuem acesso à energia elétrica ofertada pela empresa prestadora de serviço;
- b) 75% dos entrevistados não são atendidos pela empresa prestadora de serviço, pois as ocupações estão em área não legalizada.

Segundo os moradores, a não oferta de energia elétrica pela empresa prestadora de serviço, está no fato de que a área não é regularizada e com isso, a empresa não instala postes de luz.

Com relação a água potável, o serviço é oferecido para 100% dos moradores, mesmo a área não sendo regularizada, o que segundo os moradores, isso acontece por ser um recurso natural e fundamental para sobrevivência humana.

10. Tem consciência sobre os riscos para a saúde morando ao redor do lixão municipal:

- a) 87,5% dos moradores tem consciência dos riscos;

b) 12,5% dos moradores não tem consciência dos riscos.

A maioria dos moradores, 87,5% dizem ter consciência dos riscos de residirem ao redor do lixão municipal, devido a presença de ratos, gaivotas e animais domésticos que se alimentam do lixo. Também, dizem ter conhecimento da exposição ao chorume que escorre pelas valas a céu aberto, na frente das residências, além do mau cheiro. Porém, alegam que este é o único local que possuem para morar, pois não possuem recursos para comprar um terreno ou residência regularizada.

Com relação aos 12,5% dos moradores, estes se dizem não acreditarem que estão expostos a risco a saúde e reforçam que este é o único local que possuem para morar.

11. Possuem acompanhamento da Assistente Social e da Equipe de saúde da Família:

- a) 100% dos moradores responderam que não recebem acompanhamento de assistência social;
- b) 100% dos moradores dizem ser acompanhados pela Equipe de Saúde da Família.

Diante dos dados, fica explícito que os moradores da Vila Maria dos Anjos, não recebem nenhum tipo de acompanhamento de assistência social, mesmo dependendo grande parte deles de políticas sociais, como, por exemplo, o auxílio financeiro do Governo Federal, como o Auxílio Brasil, o qual depende de um cadastro correto no site do governo, sendo que, uma grande parte desses moradores não possuem computador, internet, nem conhecimento para solicitar o auxílio, vindo a depender da ajuda da comunidade ou precisam se deslocar até um órgão público municipal para pedirem auxílio a fim de efetivarem sua inscrição, pois caso contrário não terão o deferimento para receber a ajuda tão necessária para atender as necessidades básicas da família.

Com relação a Equipe de saúde da família, todos se dizem serem assistidos. E, quando da visita verificam o estado de saúde e fazem os encaminhamentos quando necessários a um médico especialista. Dito isso, eles consideram um ótimo serviço prestado pelos agentes de saúde municipal e dizem possuírem o maior respeito e consideração por estes profissionais.

Entrevista com os Secretário Municipal de Coordenação, Planejamento, Habitação e Regularização

1. Quando o lixão municipal da cidade do Rio Grande teve início?

O terreno passou a ser local de lixão municipal no ano de 1983;

2. O município dispõe de aterro sanitário?

Sim, entrou em funcionamento no ano de 2009 e está em operação, localizado na Vila da Quinta, Distrito do Rio Grande/RS.

3. O lixão municipal localizado na Vila Maria dos Anjos, tem recebido várias carretas diariamente, por que voltou a operar?

O local serve de transbordo desde 2009, ou seja, os caminhões de lixo despejam no terreno o lixo recolhido de toda cidade e após é colocado em uma carreta grande leva para levar ao aterro sanitário.

4. Existe previsão de construir um novo aterro sanitário no município? Onde e quando vai entrar em Não, pois depende de um terreno adequado, de licenciamento ambiental, entre outros fatores que oneram muito o município.

5. Existe projeto para realocação dessas famílias, levando em consideração que o terreno é irregular?

Não existe projeto. O que existe é uma relação de famílias de todo o município para receberem casa do programa casa verde amarelo do Governo Federal.

6. Quais medidas foram adotadas para evitar novas ocupações no local?

Foi feito o recadastramento das famílias que moram no local e está sendo controlada a área para evitar novas ocupações.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A segregação socioespacial é a grande responsável por estas ocupações irregulares, pois fragmenta as classes sociais dentro das cidades. Com isso, as pessoas com menor poder aquisitivo, ocupam áreas marcadas pela insegurança, moradias precárias e com ausência de infraestrutura básica para a população.

A Vila Maria dos anjos, mesmo tendo sido ocupada de forma irregular, não pode ficar desassistida pelo poder público municipal e estadual, pois a ocupação se deu pela negligência da administração pública da época em ter permitido ou não ter feito nada para evitar.

O bairro é habitado por pessoas de baixa renda ou desempregados, as quais na maioria das vezes não tem voz perante o setor público, para reivindicar melhorias. Porém, compete a administração municipal buscar ouvir estas pessoas que reivindicam iluminação pública, fechamento valetas a céu aberto, melhoria na pavimentação das ruas, as quais ficam intransitáveis

em dias de chuva, além da regulamentação dos terrenos para que possa ser instalado energia elétrica pela empresa responsável.

Conforme declarado pelos moradores entrevistados, morar na Vila Maria dos Anjos não foi uma opção, mas sim, a única possibilidade de ter um lugar para residir. Então, considerando que o bairro é ocupado pelo menos desde a década de noventa e o município não tomou medidas efetivas para evitar, tão pouco para impossibilitar novas ocupações, que tome então, medidas capaz de minimizar as péssimas condições do local, através de melhorias na infraestrutura, a fim de possibilitar o deslocamento dos pedestres em dia de chuva, assim como possibilitar o acesso à energia elétrica, através da regulamentação do serviço junto a empresa responsável pela instalação.

A cidade do Rio Grande, assim como o Brasil num todo, possui muita desigualdade social. Portanto, são fundamentais programas de moradia do Governo Federal, mas, também é tão importante quanto, o município possuir um programa de regularização e controle rigoroso de construções para evitar ocupações em áreas impróprias para moradia, em que podem colocar em risco a vida ou a saúde dos moradores.

O município dispõe de uma instituição de ensino superior federal, a qual pode auxiliar através dos cursos de engenharia, geografia, entre outros, para que os projetos do município sejam realmente efetivados de forma integral, pois com isso, ganha toda a sociedade. Porém, no presente, o que se observa é uma gestão pública trabalhando de forma individual, não aproveitando todo o potencial que pode ser oferecida por uma IES pública, a qual pode através dos estudantes bolsistas, contribuir para construção de um projeto de regularização de terrenos, demarcação de áreas de risco, enfim, do mapeamento de todo o município, a fim de que a administração pública possa ter conhecimento de toda realidade do município do Rio Grande.

De posse de um mapeamento completo do município, melhores serão as decisões tomadas para efetivação dos projetos de infraestrutura nos bairros. Mesmo que o município já tenha, a parceria com a IES, esta pode ser revista para que suas ações sejam mais efetivas.

REFERÊNCIAS

ACSELRAD, Henri; MELLO, Cecilia Campello; BEZERRA, Gustavo das Neves. O que é justiça ambiental. Rio de Janeiro: Garamond, 2009.

BRANDÃO, Carlos. As heterogeneidades estruturais e a construção da unidade nacional: integração do mercado nacional e a construção de uma “economia urbana complexa”. In.: BRANDÃO, Carlos. Território e desenvolvimento. As múltiplas escalas entre o local e o global. Campina: Ed. Unicamp, 2007.

CASTILHO, Cláudio. Processo de produção desigual do espaço urbano: Recife – impasse permanente da coexistência de interesses da “cidade à Acumulação de capital de capital ‘e’ da “cidade à realização plena da vida humana”! ACTA. Geográfica, Boa Vista, v. 5. n.10 Jul/Dez. de 2011. p. 95-113.

CASTELLS, Manuel. A questão urbana. 4. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.

GOETTERT, Jones Dari. O espaço e o vento: olhares da migração gaúcha para Mato Grosso de quem partiu e de quem ficou. Tese (Doutorado em Geografia). Programa de PósGraduação em Geografia – Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2004.

GOMES, Paulo César da Costa. Geografia e Modernidade. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996

MORAES, Antonio Carlos.; COSTA, Wanderley Messias da. O ponto de partida: o método. In.: MORAES, Antonio Carlos.; COSTA, Wanderley Messias da. Geografia crítica: a valorização do espaço. SP: Hucitec, 1984. P. 26-34

MAUTNER, Yvonne Miriam Martha. A periferia como fronteira de expansão do capital. O processo de urbanização no Brasil. São Paulo: EDUSP, 1999. Disponível em: <https://docplayer.com.br/182047906-A-periferia-como-fronteira-de-expansao-do-capitalyvonne-mautner.html>. Acesso em: 16 fev. 2022

OLIVEIRA, Daniela Schster et al. Correlação entre o crescimento urbano- portuário- industrial do município do Rio Grande/RS e suas unidades Geotécnicas, Anais do V Simpósio Brasileiro de Oceanografia. Santos, 2011.

SANTOS, Milton. A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo. Razão e Emoção. São Paulo: Edusp, 2009

Abordagens da gestão ambiental na construção civil: uma revisão abrangente da literatura

Autoria:

Ingrid Eduarda Alves Paiva

Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Ambiente, Tecnologia e Sociedade, Universidade Federal Rural do Semi-árido - UFRSA

Jorge Luis de Oliveira Pinto Filho

Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente, professor da Universidade Federal Rural do Semi-árido - UFRSA.

Resumo

Este estudo investigou ações de gestão ambiental empresarial nas construtoras, com foco na compreensão das práticas e políticas ambientais adotadas, sendo possível obter percepções sobre como essas empresas lidam com questões relacionadas ao meio ambiente e à sustentabilidade. A pesquisa classifica-se em uma revisão bibliográfica, a qual visa abordar e resolver um problema por meio da análise e discussão de referências teóricas publicadas anteriormente. Os resultados evidenciam a importância da gestão ambiental no ramo da construção civil, ressaltando sua influência na redução dos impactos ambientais das atividades construtivas, na melhoria da eficiência operacional, na promoção da sustentabilidade ao longo da cadeia produtiva, no fortalecimento da imagem da empresa perante seus interesses, aumentando sua competitividade no mercado e garantindo a conformidade com as regulamentações ambientais vigentes. Embora muitas empresas do setor já estejam adotando práticas sustentáveis em suas operações, ainda há desafios a serem enfrentados, como os custos de implementação do SGA e a dificuldade de adequação dos processos aos procedimentos exigidos pelo sistema. Para tanto, ainda há espaço para aprimorar e adotar o sistema de gestão ambiental e conseqüentemente a abrangência de práticas que busquem uma construção sustentável e organizada com os princípios da sustentabilidade.

Palavras-chave: Práticas sustentáveis. Política ambiental. Impactos ambientais.

Como citar este capítulo:

PAIVA, Ingrid Eduarda Alves; PINTO FILHO, Jorge Luis Oliveira. Abordagens da gestão ambiental na construção civil: uma revisão abrangente da literatura . In: ANDRADE, Jaily Kerller Batista (Org.). **Fundamentos e pesquisas em Ciências Ambientais e Agrárias**. Campina Grande: Licuri, 2024, p. 16-28. ISBN: 978-65-85562-27-0. DOI: 10.58203/Licuri.22702.

INTRODUÇÃO

O setor da construção civil se destaca por suas características singulares em comparação com outros setores da economia. Isso inclui a natureza única do empreendimento, a longa vida útil dos produtos construídos, a interdependência entre empresas e a relação estreita com outros setores industriais. Além disso, a construção é marcada por uma progressiva frequência de inovações. De maneira geral, é reconhecido por um setor que desempenha um papel estratégico no crescimento dinâmico e exerce um impacto significativo na economia de um país ou região (MATOS; PINTO; SILVA, 2022).

A construção civil emerge como uma atividade vital, pois provê a infraestrutura pública e privada, sendo essencial para o funcionamento de outras indústrias, comércios e serviços. Este setor exerce uma grande importância em qualquer economia mundial, principalmente devido à sua significativa contribuição para o Produto Interno total da economia. Além de ser empregada como uma ferramenta política para a geração de empregos durante períodos de recessão (MATOS; PINTO; SILVA, 2022).

Atualmente, o modelo de construção civil praticado na cadeia de produção, resulta em diversos danos ambientais. Isso ocorre devido ao uso extensivo de matéria-prima não renovável da natureza e consumir grandes quantidades de energia durante a extração, transporte e processamento dos materiais e por ser também ineficiente no uso dos recursos e representa uma significativa fonte de resíduos na sociedade. Além disso, há emissão de gases poluentes e consumo de energia, seja durante a extração, fabricação ou transporte dos recursos. Outros impactos incluem a contaminação da água devido à lavagem de matérias-primas extraídas e aos processos industriais, constituindo para a mudança climática e outros poluentes, bem como o consumo de energia, água e outros insumos (VALPORTO; AZEVEDO, 2016).

O consumo desenfreado de recursos naturais para a produção de bens, juntamente com a disposição descontrolada no meio ambiente após o uso, caracteriza o modelo de desenvolvimento adotado por esse setor econômico em estudo. Para avançar em direção a uma prática mais sustentável na construção civil, que evite impactos degradantes, é essencial adotar novos paradigmas e buscar medidas integradas em conformidade com os princípios estabelecidos na Agenda 2030, leis, normativas, regulamentos e legislações ambientais nos âmbitos federal, estaduais e municipais (ROTH; GARCIAS, 2009). Essa abordagem requer uma mudança de mentalidade e a implementação de políticas ambientais como a realização de estudos de impacto

ambiental, obtenção de licenças e autorizações dos órgãos ambientais competentes e adoção de práticas sustentáveis.

Em razão do conjunto de fases da construção causar uma série de impactos e degradação, a busca por formas de prevenção e até recuperação das áreas torna-se de extrema relevância. Muitos pesquisadores têm dedicado esforços para investigar e propor soluções inovadoras visando tornar o setor da construção civil mais sustentável, abrangendo uma ampla gama de temas, especialmente a gestão ambiental para objetivar e promover um equilíbrio entre o desenvolvimento econômico, a proteção do meio ambiente e o bem-estar das comunidades. O setor da construção civil, caracterizado por uma forte concorrência entre construtoras e incorporadoras em busca de sua posição no mercado, a implementação de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) torna-se essencial por melhorar a eficiência produtiva, na otimização dos processos e na redução de impactos ambientais, além de contribuir para a redução de custos (MARTINS, et al., 2011).

Por meio do SGA, as empresas do setor podem identificar, avaliar e gerenciar de forma sistemática esses impactos, promovendo práticas mais sustentáveis ao longo de todo o ciclo de vida de um empreendimento. Isso inclui desde a seleção responsável de materiais e tecnologias até a implementação de medidas para reduzir o consumo de recursos naturais, minimizar a geração de resíduos e controlar as emissões de poluentes. Além disso, o SGA envolve o treinamento e a conscientização dos colaboradores sobre a importância da preservação ambiental, bem como a comunicação eficaz com as partes interessadas. O SGA empresarial estabelece políticas, programas e práticas administrativas e operacionais que asseguram a saúde e a segurança das pessoas e a proteção ao meio ambiente (SANTOS, et al., 2011).

Diante do contexto apresentado, é importante que haja conciliação entre as atividades da indústria da construção civil, com vista à utilização mais racional dos recursos naturais. Com o intuito de se discutir, cada vez mais, sobre as questões ambientais nas operações e possíveis soluções para a minimização dos impactos decorrentes, realizou-se uma revisão bibliográfica relacionada a temática em questão, utilizando uma variedade de fontes, incluindo artigos e periódicos. Esse tipo de abordagem nos proporciona uma compreensão mais ampla sobre o tema pesquisado, destacando como o assunto foi abordado, sob quais enfoques e perspectivas na literatura científica. A análise crítica dos textos selecionados permitiu identificar tendências,

lacunas de pesquisa e contribuições significativas para o campo de estudo em questão. Ao final deste processo, o conhecimento adquirido por meio da revisão bibliográfica servirá como base sólida para fundamentar as discussões e conclusões apresentadas neste trabalho.

Dessa maneira, vê-se importante investigar ações de gestão ambiental empresarial nas construtoras, com foco na compreensão das práticas e políticas ambientais adotadas, caso integram essas práticas em suas operações como parte de uma estratégia competitiva voltada para a sustentabilidade. Assim é possível obter percepções de como essas empresas lidam com questões ambientais.

CONSTRUÇÃO CIVIL

O setor da construção civil compreende um amplo espectro de atividades relacionadas à concepção, planejamento, execução e manutenção de infraestruturas e edificações. Essas atividades incluem desde a construção de residências, edifícios comerciais e industriais, até a infraestrutura de transporte, como estradas, pontes e túneis, além de obras de saneamento, como sistemas de abastecimento de água e tratamento de esgoto. Como um dos principais pilares da economia, a construção civil é uma indústria intensiva em mão de obra, que emprega uma diversidade de profissionais, desde arquitetos e engenheiros civis até trabalhadores especializados em diferentes áreas (GONÇALVES, et al., 2016). Esse setor desempenha um papel importante no desenvolvimento econômico e social, proporcionando a base física necessária para o funcionamento e crescimento das comunidades e nações.

Com uma diversidade de atividades, esse setor se destaca como uma indústria multifacetada e essencial para o desenvolvimento socioeconômico. Sua amplitude e o impacto substancial que exerce na economia e na sociedade conferem-lhe um papel fundamental, por ser uma das principais vertentes da indústria global, com significativa relevância para o crescimento e a promoção do desenvolvimento do país (FERNANDES, et al., 2015)

A construção civil é de extrema importância para a economia mundial, devido ao desenvolvimento da infraestrutura urbana, responsável por proteger o Produto Interno Bruto (PIB) e empregar mão de obra e estimular o setor econômico (CAMPOS, et al., 2015). Em relação à contribuição para o PIB, esse ramo tem sido responsável por uma parcela significativa da atividade econômica no Brasil, estimando cerca de 4% a 6% do

PIB brasileiro nas últimas décadas. Esta contribuição é resultado de investimentos em projetos residenciais, comerciais, infraestruturas e obras públicas (IBGE, 2021).

Como visto, a construção civil tem uma importância é inegável, o setor contribui para o desenvolvimento urbano e social, criando espaços funcionais e promovendo a interação comunitária. A constante busca por inovação tecnológica, impulsiona a criação de soluções mais eficientes, sustentáveis e inteligentes, fortalecendo a infraestrutura nacional, criando condições favoráveis para o comércio, a indústria e o desenvolvimento de um país (FONTENELLE; COSTA, 2021).

Embora seja uma atividade fundamental para a sociedade, a construção civil é uma das atividades mais poluentes, devido ao consumo excessivo de recursos naturais e geração de resíduos durante toda a sua vida útil, tornando-se um dos maiores causadores de impactos ambientais. Mesmo com tantos benefícios, a construção civil também pode apresentar desafios e riscos, como a necessidade de garantir a segurança dos trabalhadores, o cumprimento das normas e leis ambientais, a qualidade dos materiais utilizados e o orçamento e/ou prazo estipulados para a construção (ALVES, 2017).

Diante dessa complexidade, o setor pode ser classificado de várias maneiras, seja por tipo de atividades, incorporando a construção de edifícios residenciais, comerciais, industriais, obras de infraestrutura e serviços especializados. Além de ser classificado com base no escopo geográfico de atuação, no tamanho e na estrutura organizacional das empresas, nos setores relacionados envolvidos e nas fases do ciclo de vida do projeto (GONÇALVES, et al., 2016). Essas classificações permitem compreender a diversidade e a complexidade do setor, auxiliando na análise, no planejamento e na gestão das atividades relacionadas à construção civil.

Ademais, é importante ressaltar que a construção civil não se limita apenas à criação de estruturas físicas, mas também desempenha um papel fundamental na promoção da qualidade de vida e bem-estar das comunidades. Por meio do desenvolvimento de projetos que priorizam a acessibilidade, a sustentabilidade ambiental e a inclusão social, o qual contribui para a construção de ambientes mais seguros, saudáveis e igualitários (FERNANDES, et al., 2015). Assim, ao considerar sua importância econômica, social e ambiental, fica evidente que a construção civil desempenha um papel essencial na construção e transformação do mundo ao nosso redor.

IMPACTO AMBIENTAL DA CONSTRUÇÃO CIVIL

As discussões sobre os problemas ambientais que afetam o planeta e colocam em risco a vida na Terra têm sido cada vez mais frequentes. Essas discussões acontecem tanto em nível informal como científico e envolvem desde pequenos grupos sociais até mesmo nações. Dessa forma, o conceito de impacto ambiental pode ser buscado na terminologia da palavra, a qual se origina do Latim *impactu* e refere ao choque ou colisão entre substâncias nos três estados físicos da matéria (sólido, líquido e gasoso), radiações ou diversas formas de energia provenientes de obras ou atividades que causem alterações prejudiciais no ambiente natural, artificial, cultural ou social (PAZ, et al., 2018). Essas mudanças podem ser ocasionadas por diferentes formas de energia ou matéria resultantes de atividades humanas, afetando de forma direta ou indireta a saúde e segurança da população, as atividades econômicas e sociais, a biota e a disponibilidade dos recursos ambientais

Quando se fala em impacto ambiental, é comum associá-lo erroneamente a um efeito negativo causado pela ação antrópica, sem considerar os impactos positivos que podem conferir sustentabilidade econômica, social e ambiental ao empreendedorismo atual (PAZ, et al., 2018).

Os impactos ambientais podem ser classificados de acordo com suas características distintivas. Uma característica fundamental é a sua natureza, que podem ser positivos ou negativos. Os impactos positivos incluem a criação de habitats, regeneração de ecossistemas e promoção da biodiversidade, enquanto os negativos envolvem poluição do ar, água e solo, perda de habitat e extinção de espécies. Além disso, os impactos podem variar em escopo, abrangendo desde níveis locais até globais, e em duração, podendo ser temporários ou permanentes. A magnitude dos impactos também é considerada, com alguns sendo menores e reversíveis, enquanto outros são significativos e irreversíveis (SILVA, 1994).

Além das características qualitativas dos impactos ambientais, Spadotto (2002), relata que o aspecto importante a ser considerado é a forma quantitativa do impacto gerado por uma determinada ação, identificando o grau de alteração dos fatores ambientais em termos quantitativos. Ademais, existem outras informações fornecidas pela Avaliação de Impactos Ambientais (AIA), que possibilitam uma melhor ótica de magnitude de impacto, representando em graus de impactos com cores em função dos valores numéricos (SILVA, 1994). É importante ressaltar que a abordagem do meio físico

nos métodos de AIA pode ser subjetiva. Por essa razão, é necessário utilizar critérios bem definidos na escolha do método a ser empregado, tendo em vista que cada método possui uma aplicação específica.

Na construção civil, os impactos ambientais decorrentes são numerosos e ocorrem desde a extração de materiais até a conclusão da obra, diversos aspectos ambientais são afetados. As emissões de gases de efeito estufa provenientes do setor são significativas, especialmente durante o processo de fabricação de materiais de construção, o qual libera dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera, contribuindo para o aquecimento global e as mudanças climáticas (CAMPANA, et al., 2022). Além das construções podem afetar o ciclo hidrológico, alterando o escoamento das águas pluviais e comprometendo a qualidade dos corpos d'água próximos, à perda de habitats naturais, o desmatamento, à fragmentação do solo e à degradação de ecossistemas.

A AIA desempenha um papel fundamental na gestão dos impactos ambientais da construção civil. Responsável por identificar, prever e avaliar os efeitos adversos e benéficos que projetos de construção podem ter sobre o meio ambiente e a comunidade local. Isso abrange uma variedade de aspectos, incluindo o consumo de recursos naturais, a geração de resíduos e poluentes, as alterações na paisagem e na biodiversidade, bem como os impactos sociais e econômicos (GOMES, et al., 2021). Ao conduzir uma AIA, são utilizadas várias ferramentas e metodologias para avaliar os impactos em diferentes estágios do projeto, desde o planejamento até a operação e eventual desativação, desempenhando um papel importante na mitigação dos impactos ambientais e na promoção do desenvolvimento sustentável do setor.

É evidente que a construção civil envolve grandes transformações no meio, responsável por demandas significativas em termos ambientais. O manejo inadequado dos resíduos representa uma preocupação ambiental significativa, com implicações que vão desde a contaminação do solo e da água até a obstrução de cursos d'água e impactos visuais, especialmente em áreas de preservação ambiental. A falta de planejamento urbano contribui para problemas como enchentes e exaustão de recursos naturais. O desperdício dos recursos naturais, não apenas os esgota, mas também resulta em impactos adversos, principalmente na diminuição da biodiversidade (GOMES, et al., 2021). A classificação desses impactos em categorias físicas, bióticas e antrópicas, além de diretas e indiretas, permite uma compreensão abrangente dos efeitos negativos no

meio ambiente e direciona a implementação de medidas para mitigar esses impactos e promover práticas ambientais no setor.

GESTÃO AMBIENTAL DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Na literatura, Barbieri (2007), conceitua a gestão ambiental como um conjunto de práticas, processos e estratégias adotadas por organizações, governos e sociedade para planejar, coordenar, monitorar e controlar as atividades humanas em relação ao meio ambiente. Envolve a identificação e avaliação dos impactos, a definição de metas e objetivos de sustentabilidade, a implementação de medidas de prevenção e mitigação, a busca por soluções ambientalmente responsáveis e o monitoramento contínuo para garantir a conformidade com as regulamentações e a melhoria contínua.

A gestão ambiental visa promover a sustentabilidade, equilibrando o desenvolvimento econômico, a conservação dos recursos naturais e a proteção do meio ambiente para as gerações presentes e futuras. Tinoco (2004), determina a gestão ambiental como uma ampla gama de questões, incluindo aquelas com implicações estratégicas e competitivas.

A gestão ambiental incorpora modelos que priorizam a prevenção e abordam os problemas ambientais de maneira ampla, em consonância com a estratégia da empresa. A proposta de gestão ambiental abrange três dimensões essenciais: a dimensão espacial, que se refere à área onde se espera que as ações de gestão tenham impacto; a dimensão temática, que define as questões ambientais específicas abordadas pelas ações; e a dimensão institucional, relacionada aos agentes responsáveis pela gestão (BARBIERI, 2007).

Há ainda três abordagens distintas no tratamento dos problemas ambientais relacionados às atividades empresariais, que podem ser consideradas fases do processo de implementação da gestão ambiental. Essas abordagens visam reduzir a poluição e o consumo de recursos, mantendo a mesma quantidade de bens e serviços produzidos. À medida que avança, a empresa começa a considerar as questões ambientais como estratégicas, buscando minimizar problemas que possam afetar sua competitividade e aproveitando oportunidades de mercado. O Tabela 01 apresenta os diferentes tipos de abordagens à gestão ambiental conforme descrito por Barbieri (2007).

Tabela 1. Tipos de abordagens da gestão ambiental.

Característica	Controle da poluição	Prevenção da poluição	Estratégica
Preocupação básica	Cumprimento da legislação e resposta às pressões da comunidade	Uso eficiente dos insumos	Competitividade
Postura típica	Reativa	Reativa e proativa	Reativa e proativa
Ações típicas	Corretivas; Tecnologias de remediação e de controle no final do processo (<i>end-of-pipe</i>); Aplicação de norma de segurança	Corretivas e preventivas; Conservação e substituição de insumos; Uso de tecnologias limpas.	Corretivas, preventivas e antecipatórias; Antecipação de problema e captura de oportunidades utilizando soluções de médio e longo prazo; Uso de tecnologias limpas
Percepção dos empresários e administradores	Custo adicional	Redução de custo e aumento da produtividade	Vantagens competitivas
Envolvimento da alta administração	Esporádico	Periódico	Permanente e sistemático
Áreas envolvidas	Ações ambientais confinadas nas áreas produtivas.	As principais ações ambientais continuam confinadas nas áreas produtivas, mas há envolvimento de outras áreas.	Atividades ambientais disseminadas pela organização; Ampliação das ações ambientais para toda a cadeia produtiva

Fonte: Barbieri, 2007.

De acordo com o Tinoco (2004), os Sistemas de Gestão Ambiental são aplicáveis a diversas atividades econômicas, sejam elas públicas ou privadas, especialmente aquelas que apresentam potenciais impactos negativos ao meio ambiente. A implementação de um SGA permite que uma organização controle e minimize os riscos ambientais associados às suas atividades, além de oferece uma vantagem competitiva significativa, uma vez que o mercado reconhece e valoriza as empresas ecologicamente responsáveis.

Silva et al. (2017), ao avaliar a aplicação de sistemas de gestão ambiental nas construtoras, partindo da investigação dos impactos ambientais ocasionados, mostrando a importância da implicação de sistemas de gestão ambiental neste ramo de negócio. Resultou-se que a adoção de uma política de gestão ambiental pelas empresas de construção civil constitui, na atualidade, uma forma de aplicar critérios gerais para melhoria no rendimento ambiental, ou seja, desenvolver um sistema para preservar o meio ambiente, a fim de satisfazer as necessidades da organização, dos clientes e cumprir as normas legais.

Santos et al. (2020) apontou em seu trabalho que as empresas construtoras de edificações estão inserindo algumas práticas sustentáveis em suas obras, seja pela

imagem da empresa ou pelo cumprimento rigoroso de leis ambientais. Fico evidente que existe exigência do mercado e conseqüentemente as vantagens competitivas ao adotar práticas ambientais. Apesar que essas empresas ainda precisam melhorar em seus processos e atividades que equilibrem os três pilares da sustentabilidade.

Ramos, Marques, Muylder e Barros (2015), observaram em seu estudo que uma empresa construtora possui um SGA bem estruturado e uma padronização em seus processos, com o objetivo de simplificá-los, especialmente aqueles que estão relacionados a atividades que resultam em retrabalhos e desperdícios. Entende-se que a praticidade proporcionada por essa abordagem contribui não apenas para a preservação do meio ambiente, mas também para uma maior produtividade e, conseqüentemente, melhores resultados para a organização. Destaca-se que o principal desafio encontrado foi a questão dos custos de implantação do SGA, seguido pela dificuldade de adequação dos processos de execução dos serviços aos procedimentos exigidos pelo sistema. A implementação eficaz do SGA representa um desafio significativo e essencial para a empresa, visando não apenas a conformidade ambiental, mas também a melhoria contínua de suas operações.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, fica evidente que a construção civil desempenha um papel de grande importância em diversos aspectos da sociedade, principalmente para o desenvolvimento econômico e social de uma região, e por ser responsável pela infraestrutura básica, como moradias, edifícios comerciais e instalações públicas, que são essenciais para o funcionamento adequado de uma comunidade. No entanto, é importante ressaltar que, juntamente com esses benefícios, a construção civil apresenta desafios significativos, especialmente no que diz respeito aos impactos ambientais. Evidenciou-se que esse setor é causador por uma série de impactos ambientais adversos, desde a extração de recursos naturais até a conclusão das obras, afetando o meio ambiente, incluindo aspectos físicos, bióticos e antrópicos. Destaca-se que a implementação de estudos de avaliação de impactos ambientais desempenha um papel crucial na gestão das atividades industriais, permitindo uma melhor compreensão e identificação dos impactos decorrentes dessas operações sobre o meio ambiente. Adicionalmente, tais estudos fornecem uma base sólida para a eficaz implementação de um SGA.

A partir dos estudos apresentados, é possível concluir que a implementação do SGA tem se mostrado uma estratégia essencial para o setor da construção civil. Esses sistemas permitem às organizações controlar e minimizar os impactos ambientais de suas operações, além de conferir uma vantagem competitiva significativa, uma vez que o mercado valoriza e reconhece as organizações ecologicamente responsáveis. Os estudos também destacam a importância da aplicação de políticas de gestão ambiental pelas construtoras, não apenas para atender às exigências legais, mas também é uma exigência do mercado, resultando em vantagens competitivas e pela as necessidades dos clientes, a fim de promover a melhoria do desempenho ambiental. No entanto, é importante ressaltar que as empresas ainda enfrentam desafios, como os custos de implantação do SGA e a dificuldade de adequação dos processos aos procedimentos exigidos pelo sistema. Embora algumas empresas já estejam adotando práticas sustentáveis em suas obras, é evidente que ainda há espaço para melhorias, especialmente no que diz respeito ao equilíbrio dos três pilares da sustentabilidade: econômico, social e ambiental.

Ao adotar um SGA, as empresas podem não apenas atender às regulamentações ambientais e mitigar riscos legais, mas também alcançar benefícios adicionais, como redução de custos operacionais, aumento da eficiência energética, melhoria da reputação da marca e maior atratividade para investidores e clientes preocupados com a sustentabilidade. Portanto, a implementação de estudos de avaliação de impactos ambientais e a adoção de um SGA são medidas essenciais para garantir a operação responsável e sustentável das atividades industriais, contribuindo para a proteção do meio ambiente e o bem-estar das comunidades locais.

Recomenda-se que trabalhos futuros foquem na pesquisa do perfil da construção civil em regiões de expansão urbana. Isso envolveria uma análise detalhada das práticas e padrões de construção nessas áreas, bem como dos desafios ambientais e sociais específicos que surgem com o crescimento urbano. Além disso, investigar como as empresas de construção estão respondendo às demandas por sustentabilidade nessas regiões em rápido desenvolvimento, identificando oportunidades para melhorias nas práticas de gestão ambiental e na adoção de tecnologias e materiais sustentáveis. Essas pesquisas podem fornecer percepções valiosas para orientar políticas e práticas que promovam um desenvolvimento urbano mais sustentável e resiliente às mudanças climáticas.

REFERÊNCIAS

ALVES, L. V. ANÁLISE DO NÍVEL DE EVIDENCIAÇÃO DAS PRÁTICAS AMBIENTAIS NAS EMPRESAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL DO DF LISTADAS NA BM&FBOVESPA. 2017. 40 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Contábeis, Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais, Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

BARBIERI, J. C. *Gestão Ambiental Empresarial: conceitos, modelos e instrumentos*. 2. ed. São Paulo: Saraiva. 2007.

CAMPOS, V. R; MATOS, N. S; BERTINI, A. A. Artigo. Sustentabilidade e gestão ambiental na construção civil: Análise dos sistemas de certificação LEED e ISO 14001. *Revista Eletrônica Gestão & Saúde*. Vol. 6 (Supl. 2). Abril, 2015 p. 1104-18.

FERNANDES, J. L; FERNANDES, A. S. C; LOPES, D. M; NÓBREGA, M. J. R. ASPECTOS GERAIS DA LOGÍSTICA APLICADA A CONSTRUÇÃO CIVIL. *Revista TEC-USU* | ISSN: 2596-1284 | RIO DE JANEIRO | V. 6 | N. 2 | P. 88-97 | 2023.

FONTENELLE, M. A. M.; COSTA, E. K. F. Gestão de Obras Residenciais em Condomínio de Casas: Estudo de Caso. *3º Workshop de Tecnologia de Processos e Sistemas Construtivos (TECSIC 2021)* 18 e 19 de agosto de 2021. E0190XXX.

GOMES, C. P; LEITE, G. U; SENA, R. W. R; ANDRADE, E. M. G. Impacto ambiental e gerenciamento de resíduos sólidos advindos da construção civil no Brasil: uma revisão de literatura. *Revista Multidisciplinar e de Psicologia*. V.15, N. 55, p. 729-742, maio/2021 - ISSN 1981-1179

GONÇALVES, D. S; SOUZA, P. A; OLIVEIRA, A. L. Impactos ambientais diagnósticos após as novas construções no câmpus da UFT - Guruti, Tocantins. *Revista Eletrônica do Curso de Geografia*, 2016.

MARTINS, M. F; OLIVEIRA, V. M; FERREIRA, R. G. S; CÂNDIDO, G. A. O ecodesign como ferramenta de gestão ambiental aplicada ao setor da construção civil: o caso de um condomínio horizontal como proposta sustentável em Campina Grande - PB. *Revista Ciência Administrativa, Fortaleza*, v. 17, n. 3, p. 883-914, set/dez. 2011.

MATOS, E.B; PINTO, W. J; SILVA, L. N; Empreendedorismo no setor da construção civil: uma revisão sistemática de literatura. *Revista de Ensino de Engenharia*, v. 41, p. 154-165, 2022 - ISSN 2236-0158.

PAZ, D; LAFAYETTE, K; SOBRAL, M.C; HOLANDA, M. J; XIMENES, T. Riscos de impactos ambientais provenientes da deposição irregular de Resíduos da Construção Civil (RCC) em bacias hidrográficas da região metropolitana do Recife. *Revista de Águas Subterrâneas*, v. 32, n.3, p. 325-336, 2018.

RAMOS, M.A; MARQUES, M. J; MUYLDER, C. F; BARROS, L. C. SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL EM UMA EMPRESA DO SETOR DE CONSTRUÇÃO CIVIL DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE. XXXV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. *Perspectivas Globais para a Engenharia de Produção*, Fortaleza, CE, Brasil, 13 a 16 de outubro de 2015

ROTH, C. G; GARCIAS, C. M. Construção civil e a degradação ambiental. *Revista desenvolvimento em questão, Editora Unijuí*, ano 7, n° 13. jan./jun. 2009 p. 111-128.

SANTOS, F. F; SEHEN, D. F. P; SOUSA, M. A. B; CECHIN, N. F. Práticas de sustentabilidade na construção civil: um estudo em empresas construtoras de edificações. *Revista Organizações e Sustentabilidade*, 8 (2), p 34-53, Londrina, PR, jun/dez. 2020.

SILVA, E. Avaliação qualitativa de impactos florestais do reflorestamento no Brasil. 1994. 309 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1994.

SILVA, J.C.B; QUELHAS, O. L. G; AMORIM, M. F. Análise comparativa de modelos e práticas de gestão ambiental em pequenas e médias empresas do setor da construção civil a partir de estudos teóricos. *Revista Interações*, Campo Grande, MS, v. 18, n. 1, p. 151-164, jan./mar. 2017.

SPADOTTO, C. A. Classificação de Impacto Ambiental. Comitê de Meio Ambiente: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2002. Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br/herbicidas/>. Acesso: 17 mar. 2023.

TINOCO, J. E. P.; KRAEMER, M. E. P. *Contabilidade e gestão ambiental*. São Paulo: Atlas, 2004.

VALPORTO, M. S; AZEVEDO, P. S. Gestão do design da identificação dos fatores de impactos ambientais da construção civil. Estudos em Design | *Revista (online)*. Rio de Janeiro: v. 24 | n. 1 [2016], p. 124 - 151 | ISSN 1983-196X

Gestão ambiental em pequenos estabelecimentos rurais: avaliação e priorização de danos ambientais na atividade olerícola

Autoria:

Décio de Oliveira

Mestre em Ciências Ambientais, Universidade estadual paulista - UNESP - Sorocaba

Admilson Írio Ribeiro

Doutor em Engenharia agrícola, professor da Universidade estadual paulista - UNESP - Sorocaba

Resumo

O Objetivo do estudo é identificar os danos ambientais por meio de análise dos aspectos ambientais das atividades produtivas olerícolas e propor uma priorização desses danos com a utilização da matriz de priorização da gravidade, urgência e tendência (Matriz GUT). O Método consiste em avaliar os resultados do experimento aplicado em três pequenas propriedades agrícola dentro dos municípios de Araçoiaba da Serra - SP e Capela do Alto - SP. Os resultados após o uso da matriz GUT, mostrou que para cada propriedade rural as prioridades de gerenciamento dos danos foram diferentes. A priorização no gerenciamento do dano ambiental na propriedade rural 1 é com relação ao reservatório de água, o dano da pequena propriedade 2 é sobre a saúde e segurança ocupacional e o dano a ser priorizado da propriedade olerícola 3 é relacionado a perda de produtividade. O estudo demonstra a necessidade em conhecer e priorizar os danos ambientais nas pequenas propriedades rurais para aprimoramento no processo de gestão ambiental e introduzir ferramentas da gestão para o gerenciamento desses. A olericultura exerce um papel importante tanto para produção de alimentos quanto para geração de renda, e contribui significativamente para diminuir o êxodo rural e aumentar a oferta de alimentos.

Palavras-chave: Gestão de impactos. Êxodo rural. Matriz GUT. Produção de alimentos.

Como citar este capítulo:

OLIVEIRA, Décio; RIBEIRO, Admilson. Gestão ambiental em pequenos estabelecimentos rurais: avaliação e priorização de danos ambientais na atividade olerícola. In: ANDRADE, Jaily Kerller Batista (Org.). **Fundamentos e pesquisas em Ciências Ambientais e Agrárias**. Campina Grande: Licuri, 2024, p. 29-45. ISBN: 978-65-85562-27-0. DOI: 10.58203/Licuri.22703.

INTRODUÇÃO

A agricultura e a pecuária ocupam cerca de 37% da área do planeta (THE WORLD BANK, 2020). Estima-se, segundo a ONU - Organização das Nações Unidas (2015), que até 2050, a população humana atingirá 9,7 bilhões de pessoas. As projeções para o futuro de uma população crescente, impõem a necessidade de aumento na produção de alimentos, a forma de cultivo dessas lavouras irá impor imensos desafios à atividade agrícola.

Nesse cenário, constata-se que a maior parte dos alimentos que chegam na mesa dos brasileiros vem de pequenos estabelecimentos rurais, sendo uma estimativa de setenta por cento do total conforme a descrição do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE 2019).

Segundo o mais recente censo agropecuário realizado pelo IBGE, o Brasil tem um total de 5.073.324 estabelecimentos agropecuários, que ocupam uma área total de 351.289.000 de hectares, ou seja, cerca de 41% da área total do país, sendo que, 4.670.000 são de pequenos estabelecimentos agropecuários, 231.400 são médios estabelecimentos agropecuários e 92.800 são grandes estabelecimentos agropecuários. Isso significa que 92% dos estabelecimentos rurais são considerados pequenos.

No entanto, práticas inadequadas de cultivos de alimentos podem ocasionar danos ambientais nessas pequenas propriedades rurais e conseqüentemente, comprometer sua produção agrícola, havendo conseqüências que prejudicam ao meio físico, biótico e antrópico (MONTEL et. al. 2021).

Alguns danos ambientais em propriedades rurais, tem se intensificado ao longo do tempo, perda de fertilidade do solo, contaminação e assoreamento de corpos hídricos são alguns dos exemplos de danos ambientais que podem trazer prejuízos ao produtor rural e o desenvolvimento da região onde está inserido. Sobre isso Rocha et. al. (2020) apontou em seu estudo que a adoção da monocultura, o aumento de insumos químicos e mecânicos, causou às propriedades rurais uma seqüência de danos ambientais no solo, na água, no ar e na biodiversidade.

Sendo assim, torna-se necessário conhecer esses danos ambientais, para melhoria das técnicas de manejo da produção agrícola e estabelecer uma rotina de gerenciamento da pequena propriedade rural visando entender que as atividades humanas causam efeitos adversos a todo meio ambiente. Silva et. al. (2020), descrevem que os produtores rurais já são vistos como gerenciadores e que necessitam de

competências específicas para conduzir o negócio da propriedade rural, até mesmo para a própria sobrevivência.

Para Molin e Armada (2021), deveriam ser ampliadas as discussões sobre a consciência planetária, e melhorar o entendimento a respeito do meio ambiente e os objetivos do desenvolvimento sustentável, pois a humanidade depende de ar, água e solos de boa qualidade para a sustentabilidade. Contudo, nem sempre, as comunidades utilizam esses recursos naturais de forma a preservá-los, portanto é necessário que se possibilite que as pessoas, agora e no futuro, atinjam um nível satisfatório no desenvolvimento social, econômico e ambiental.

Coomes et. al. (2019), descreve que, o aumento da produção agrícola global, foi em grande parte impulsionado por inovações que aumentaram a eficiência do uso de mão de obra, terra, capital e outros insumos, e que, no entanto, os debates sobre o futuro da agricultura ainda pesam muito sobre os modelos tradicionais de uso da terra agrícola, e enfatiza que os resultados devem ser baseados na sustentabilidade e resiliência nos sistemas agrícolas.

Dessa forma, o objetivo deste estudo, é priorizar os danos ambientais em pequenas propriedades olerícolas e entender como esses danos ambientais podem afetar a produção de alimentos. Observa-se que por menores que sejam os danos ambientais de uma pequena propriedade rural é importante entender até que ponto os produtores de olericultura, tem responsabilidade direta na gestão do empreendimento rural. O desafio das pequenas propriedades de olericultura, está em manter um desenvolvimento econômico adequado, e em contrapartida, assegurar a proteção e preservação dos recursos naturais.

METODOLOGIA

Identificação dos danos ambientais ocorridos aos meios físicos, bióticos e antrópicos da propriedade olerícola

A escolha das pequenas propriedades olerícolas, teve como critérios, ser de pequenas dimensões espaciais, serem de produções específicas de olericulturas, e com a mão de obra para produção rural sendo predominantemente dos familiares.

Os procedimentos adotados na realização da identificação dos danos ambientais aos meios físicos, bióticos e antrópicos das pequenas propriedades olerícolas, estão divididos em quatro etapas: (1) Pesquisa do histórico da propriedade rural e da região; (2) Análise in loco da propriedade rural; (3) Elencar os aspectos e danos ambientais identificados; e, por fim (4) Priorizar os danos ambientais com uso da matriz GUT.

Uso da ferramenta de gestão Matriz GUT

O cálculo é feito da seguinte forma: pega-se os valores de cada dano e multiplica-se desta maneira: Gravidade (G) x Urgência (U) x Tendência (T), e obtêm os resultados e uma escala de danos ambientais que são priorizados. Para a atribuição de notas devem-se levar em conta os seguintes fatores expostos no Quadro 1.

Quadro 1. MATRIZ GUT: Demonstração sintetizada da ferramenta de priorização e apoio à tomada de decisão.

Valor	Gravidade (G)	Urgência (U)	Tendência (T)	Pontuação G x U x T
5	Os prejuízos são extremamente Graves	É necessário agir imediatamente	O agravamento será imediato	125
4	Muito Grave	Com alguma urgência	Vai piorar rapidamente	64
3	Grave	O mais cedo possível	Vai piorar no médio prazo	27
2	Pouco Grave	Pode esperar um pouco	No longo prazo tende a piorar	8
1	Sem Gravidade	Não tem pressa	Não vai piorar	1

Fonte: Adaptado de Daychoum.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Danos ambientais e consequências na produção de olerícolas

No Brasil, muito se discute sobre a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) e de certo modo, o que se refere também aos Danos ambientais, que acabam de alguma forma, tendo um entendimento de que também são analisados de forma antecipada, sendo que os danos ambientais são sempre os impactos negativos sobre o meio ambiente, ou seja, já é uma situação estabelecida.

Para Sánchez (2013), a Avaliação de impacto ambiental visa antever as possíveis consequências de uma decisão. As referências à AIA de ações ou eventos passados, como por exemplo, depois de um acidente envolvendo a liberação de alguma substância

química, nesse caso, a preocupação é com os danos ambientais causados, ou seja, os impactos ambientais negativos, pois não se trata de antecipar uma situação futura, mas de tentar medir as alterações detectadas e, ocasionalmente, de valorar economicamente as perdas.

Na avaliação de dano ambiental, busca-se fazer a comparação entre a situação atual do ambiente e aquela que supõe ter existido no passado, já na avaliação de impacto ambiental, parte-se da descrição da situação atual do ambiente para fazer uma projeção de sua situação futura, como é demonstrada na Figura 1.

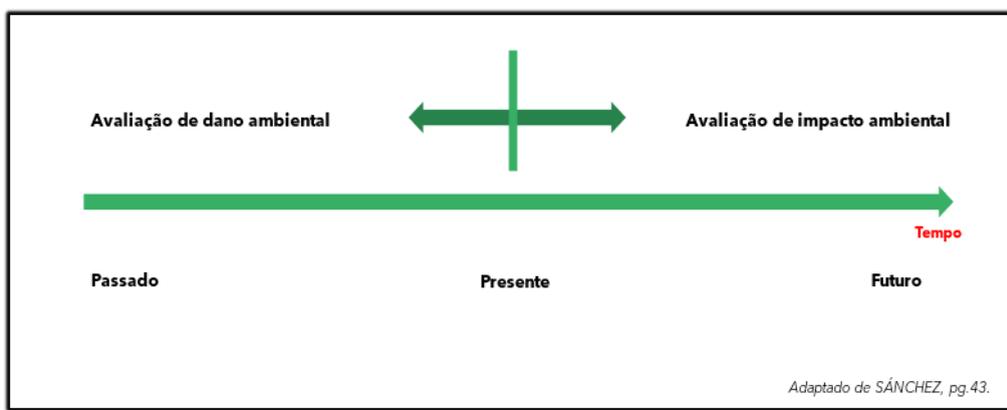


Figura 1. Conceito de avaliação de dano ambiental e impacto ambiental.

Estudos têm demonstrado que, apesar de ocuparem uma menor área em comparação com grandes propriedades, as pequenas propriedades rurais muitas vezes contribuem de forma significativa para a degradação ambiental devido a práticas agrícolas inadequadas e falta de recursos para implementar técnicas sustentáveis (Martins et al., 2024).

Entre os principais danos ambientais associados às pequenas propriedades rurais estão o desmatamento, a erosão do solo, a contaminação de recursos hídricos por agrotóxicos e resíduos de atividades agropecuárias, e a perda de biodiversidade (Brito et al., 2024).

Bierhals et al. (2020), salientou a importância dos remanescente de vegetação nativa nas pequenas propriedades rurais, destacando o contexto que caracteriza o processo de desflorestamento recebido por essas propriedades rurais, gerado pela modificação das áreas de vegetação nativa em pastagens e em áreas agricultáveis, alertando que as zonas rurais são prenunciadoras das fontes dos corpos hídricos, e a

intensificação do desmatamento dessas áreas tem, presumivelmente, reduzido a existência dos mananciais, de grande relevância para as regiões rural e urbana.

Santos (2021) faz abordagens sobre a influência do aumento da temperatura ambiental na produção de olerícolas, as consequências das mudanças climáticas são bastante nocivos e podem se agravar se o setor agrícola não se adaptar a este novo cenário climático, e ressalta que são necessárias mudanças emergenciais, visando buscar formas sustentáveis de se trabalhar no campo, pois ao mesmo tempo que a agricultura é dependente do clima é também a mais sensível à sua mudança.

Mascarenhas et. al. (2021) ressaltam a necessidade de adaptação do mercado de hortaliças para uma produção mais limpa e eficiente, no estudo apresentado destacam a opção de adubação orgânica em quiabeiro, que teve influência positiva no desenvolvimento da raiz, parte aérea e número de frutos. Isso poderá resultar em diminuição dos danos ambientais da pequena propriedade olerícola amenizando às consequências adversas sobre o meio ambiente.

Melo et. al. (2021) descrevem algumas práticas de redução de danos ambientais, que poderiam ser adotadas pelas pequenas propriedades rurais, tais como: coleta seletiva; devolução de embalagens de agrotóxicos; medidas para reduzir o consumo de energia; medidas para reduzir o desperdício de insumos agrícolas; técnicas de conservação do solo e da água; exigir dos trabalhadores o uso correto dos equipamentos de proteção individual - EPI; Contratar trabalhadores de acordo com a Lei de Consolidação da Legislação Trabalhista; ter fossas sépticas e poços para coleta de água; manter áreas protegidas permanentes e usar agrotóxicos de acordo com as prescrições agronômicas.

Kummer et al. (2023), salienta que para o aprimoramento da gestão ambiental no meio rural, deverão serem adotados instrumentos de caráter preventivo e que para isso temos o licenciamento ambiental, que é um mecanismo de controle e restrição das atividades humanas para impedir que esta venha causar danos ao meio ambiente.

Romanini Netto et al. (2021), analisaram a falta de reconhecimento do protagonismo do produtor de olericultura, destacando que isso resulta na intensificação do êxodo rural no país, ressaltando a necessidade de fortalecimento desse setor de produção, havendo necessidade em proporcionar maneiras de adaptação às condições socioeconômicas e ambientais.

Matriz GUT

Em uma empresa, independentemente de sua produção seja ela rural ou não, a resolução de muitos problemas gera ao produtor rural certa confusão em sua análise, sendo que ele encontra dificuldades na identificação das questões prioritárias que merecem maior atenção. Faz-se necessário a separação dos problemas para então ordená-los e solucionar os de grande relevância (MESQUITA et al. 2023).

Daychoum (2011), a define como uma ferramenta que serve para priorizar os problemas e tratá-los. Entretanto, considera os fatores Gravidade, Urgência e Tendência, e para cada qual atribui uma pontuação numa escala de 1(um) a 5 (cinco), em que Gravidade diz respeito a não resolução do problema, e indica o impacto, principalmente, em relação aos resultados, e processos que surgirão em longo prazo.

A urgência é a variável relacionada com a disponibilidade de tempo necessário para resolução de determinada situação. A Tendência representa o potencial de crescimento do problema, a probabilidade do problema se tornar maior com o passar do tempo, é a avaliação da tendência de crescimento, redução ou desaparecimento do problema.

Hékis et al (2013) afirmam que essa ferramenta responde racionalmente às questões “o que devemos fazer primeiro?”, e “por onde devemos começar?”. Assim, a matriz GUT atua diretamente nesse aspecto.

Num primeiro passo é necessário qualificar os problemas, e na sequência atribuir uma pontuação correspondente as variáveis estabelecidas na matriz, cujo objetivo é priorizar as ações de forma racional, levando em consideração a Gravidade, Urgência e Tendência de um determinado problema.

Escolha das pequenas propriedades olerícolas para análise experimental e identificação dos danos ambientais ocorridos aos meios físicos, bióticos e antrópicos da propriedade olerícola

Os estabelecimentos rurais dos quais foram realizadas as pesquisas se localizam no interior do estado de São Paulo e compõem a região metropolitana de Sorocaba RMS. Os municípios são vizinhos e são divididos entre território.

Uma das pequenas propriedades agrícola de produção de olericultura se localiza no município de Araçoiaba da Serra - SP, denominada propriedade rural 1; já as outras

duas pequenas propriedades rurais se localizam no município de Capela do Alto - SP, denominada propriedade rural 2 e propriedade rural 3.

Identificação dos aspectos e danos ambientais nas pequenas propriedades olerícola

Os danos ambientais observados, ocorreram conforme a dinâmica dessas pequenas propriedades de olericultura (Quadro 2), tais dinâmicas relacionadas, são as mesmas que se adotam nas três pequenas propriedades, do qual se realiza o estudo. Os aspectos e danos e ambientais foram classificados conforme o seu meio de ação, avaliando os meios físicos, bióticos e antrópicos.

Quadro 2. Levantamento de aspectos e danos ambientais na atividade de produção de olerícolas.

Aspecto Ambiental	Danos ambientais: meio físico	Danos ambientais: meio bióticos	Danos ambientais: meio antrópico
1-Preparo do solo	-Perda estrutural do solo -Intensificação de processo erosivo -Compactação do solo -Impermeabilização do solo -Intensificação da Lixiviação	-Diminuição da diversidade biológica da fauna no local -Diminuição da diversidade biológica da flora no local -Diminuição da diversidade biológica do solo	-Risco da saúde e segurança ocupacional -Perda de produtividade
2-Plantio	-Compactação e impermeabilização do solo	-Extinção de espécies nativas	-Risco da saúde e segurança ocupacional
3-Tratamento fitossanitário	-Risco de contaminação do solo -Risco da contaminação atmosférica -Risco de contaminação aos recursos hídricos	-Risco de contaminação de animais terrestres -Risco de contaminação de animais aquáticos -Risco de extinção de espécies da fauna -Risco de extinção de espécies de flora	-Risco da saúde e segurança ocupacional
4-Colheita	-Compactação e impermeabilização do solo -Geração de resíduos orgânicos	-Afugentamento de espécies da fauna que estavam habitando o local	-Risco da saúde e segurança ocupacional
5-Retirada da água para Irrigação	-Esgotamento de recursos naturais hídricos -Situação de nível baixo no reservatório de água	-Comprometimento das espécies aquáticas devido ao nível baixo do reservatório de água	-Abandono de terras agricultáveis devido à falta de água -Êxodo rural
6-Movimentação de máquinas agrícola	-Emissão de poluentes atmosféricos -Compactação e impermeabilização do solo	-Afugentamento de fauna	-Risco da saúde e segurança ocupacional -Emissão de ruídos

Priorização dos danos ambientais mais significativos, com uso da ferramenta de gestão, matriz de priorização GUT (Gravidade, Urgência e Tendência)

Após o levantamento dos aspectos e danos ambientais, houve então a necessidade de analisar esses danos, com propósito de priorizar àqueles que, necessitam maior priorização na busca por soluções nas pequenas propriedades olerícolas (Tabela 1). Para tanto, adotou se a matriz GUT.

Entre os danos ambientais analisados com a matriz GUT da propriedade rural 1, apontou que, a situação de nível baixo no reservatório de água e que causa maiores preocupação e a necessidade de priorização na resolução desse dano que além de aumentar a escassez de água, também pode comprometer os meios bióticos e antrópicos, então há necessidade de se buscar alternativas para que amenize esse dano ambiental no momento e que, seja mitigado a médio e longo prazo.

É fundamental para produção de hortaliças haver um nível de água adequado no reservatório, a fim de garantir a produção da olericultura, mesmo nos períodos de seca. Sobre isso Aznar (2021), sugere adoção de práticas de uso racional de recursos hídricos na olericultura, bem como a introdução de novos métodos de irrigação para evitar o desperdício de água e evitando comprometer a qualidade da lavoura, pois é praticamente impossível produzir hortaliças sem água.

Tabela 1. Matriz de priorização GUT dos danos ambientais da atividade de produção de olerícolas

Matriz GUT - Propriedade rural 1					
DANO AMBIENTAL	GRAVIDADE	URGÊNCIA	TENDÊNCIA	TOTAL	PRIORIZAÇÃO
Situação de nível baixo no reservatório de água	5	5	4	100	1°
Perda de produtividade	4	4	4	64	2°
Risco da Saúde e Segurança Ocupacional no tratamento fitossanitário	4	4	3	48	3°
Esgotamento de recursos naturais hídricos	5	3	3	45	4°
Comprometimento das espécies aquáticas	4	3	3	36	5°
Risco de contaminação de vizinhança	3	3	3	27	6°
Risco da Saúde e Segurança Ocupacional na colheita	3	3	2	18	7°
Êxodo rural	3	2	2	12	8°
Risco da Saúde e Segurança Ocupacional no plantio	2	2	2	8	9°

Os olericultores dessa propriedade, captam água para uso de irrigação de um rio perene, no entanto o modelo de irrigação de que se utiliza é de irrigação por aspersão convencional, esse método de irrigação consiste em jatos de água lançados ao ar e que caem sobre a lavoura na forma de chuva. Para a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), o método de irrigação localizado por gotejamento, juntamente com o de microaspersão, são os mais recomendados por apresentarem as maiores eficiências hídricas e menor consumo de energia elétrica.

Na pequena propriedade de olerícolas, não se dispões de infraestrutura de energia elétrica, quando questionado do motivo, a resposta é de que como não são proprietários não buscaram essa infraestrutura. Neste caso, sendo então o bombeamento da água captada do rio, feito por motor movido a óleo diesel, que é um combúvel não renovável pois têm origem fóssil. Também foi identificado na pesquisa alguns vazamentos de óleo diesel do motor que se encontrava às margens do rio, causando danos ao recurso hidrico e a fauna local.

Já para o risco SSO (saúde e segurança ocupacional) durante o plantio, verificou se para esse estabelecimento rural, o que obteve a menor pontuação entre os danos ambientais mais significativos, buscou se analisar os meios que se utilizam para amenizar esse dano, como por exemplo tempo de descanso e ferramentas adequadas para execução desse trabalho, vale ressaltar que, os danos ambientais que tiveram uma soma total relativamente baixo, não pode ser considerado uma situação resolvida, é necessário que todas às ações de atividade de trabalho dentro da propriedade olerícola, seja planejada e revista periodicamente, para que não ocorram situações adversas aos meios físicos, bióticos e antrópicos.

O total de pontuação de cada dano ambiental da propriedade rural 2 (Tabela 2), não teve números elevados, isso mostra que os danos ambientais da propriedade olerícola não estão se intensificando, porém os danos existem e precisam ser gerenciados para que não ocorram maiores consequências no futuro, entretanto o dano que teve maior pontuação, foi o que está relacionado ao risco de SSO (Saúde e Segurança Ocupacional) do trabalhador rural, que no caso é exercido durante o tratamento fitossanitário da produção de olerícolas, isso é preocupante a médio e longo prazo, pois pode impossibilitar o trabalhador de exercer suas funções laborais de trabalho, devido a contaminação com esses produtos químicos, havendo todo um prejuízo no seu desenvolvimento social e econômico. A pesquisa levou em consideração

o uso de EPI (Equipamento de Proteção Individual), o horário de aplicação e o tempo de exposição e manuseio desses produtos.

Tabela 2. Matriz de priorização GUT dos danos ambientais da atividade de produção de olerícolas

Matriz GUT - Propriedade rural 2					
DANO AMBIENTAL	GRAVIDADE	URGÊNCIA	TENDÊNCIA	TOTAL	PRIORIZAÇÃO
Risco da Saúde e Segurança Ocupacional no tratamento fitossanitário	3	4	3	36	1º
Risco de contaminação de vizinhança	3	3	3	27	2º
Risco da Saúde e Segurança Ocupacional na colheita	3	3	2	18	3º
Esgotamento de recursos naturais hídricos	2	3	2	12	4º
Risco da Saúde e Segurança Ocupacional no plantio	2	3	2	12	5º
Êxodo rural	2	2	3	12	6º
Perda de produtividade	2	2	2	8	7º
Risco de nível baixo no reservatório de água	1	2	3	6	8º
Comprometimento das espécies aquáticas	1	2	2	4	9º

O tratamento fitossanitário que se adota pelo olericultor é o uso de produtos químicos, que são utilizados na agricultura para controlar doenças, insetos, ou plantas daninhas que causam danos às plantações.

Segundo Silva (2020), as situações de riscos e a alta probabilidade de os agricultores adoecerem decorrem de um lado da própria toxicidade dos produtos e, do outro, do tempo de exposição. Ainda que o produto tenha baixo nível de toxicidade, caso haja uma exposição prolongada, é alto o risco de contaminação, assim como o inverso também é verdadeiro, ou seja, se o grau de toxicidade é elevado, mesmo que o tempo de exposição seja curto, o risco de contaminação também é significativo.

Com relação ao EPI, os produtores rurais envolvidos têm conhecimento, mas, no entanto, quando questionados sobre maneiras de uso dos EPIs e os mais adequados para àquela função, então desconhecem, bem como também não possuem compreensão para o armazenamento correto desses produtos.

Importante ressaltar, que o uso de produtos químicos de maneira intensa e de proporções elevadas, podem causar danos ambientais de outra ordem, como por

exemplo de contaminação de recursos hídricos, do solo e animais. Segundo Oliveira Santos et. al. (2021) o uso de compostos químicos sintéticos para controle de pragas possui pontos negativos, pois afetam a flora, fauna, solo, animais, microrganismos, trabalhadores rurais e aos integrantes do mercado consumidor.

Outro fato que poderá ocorrer na aplicação de fitossanitários, é a contaminação de vizinhanças, ou seja, devido ao não cuidado na aplicação desses produtos, os resíduos dessas substâncias químicas poderão ser carregados pelo vento e terem alcance na vizinhança da pequena propriedade rural, podendo atingir pessoas e animais domésticos. O uso desses compostos vem causando efeitos que não refletem somente em benefícios sociais, mas sim em problemas ambientais e de saúde pública, sendo responsáveis por complexas contaminações químicas, especialmente, no meio rural. (OLIVEIRA SANTOS, 2021)

Dentre os danos ambientais muito significativos, analisados na propriedade, transcorreu que, o comprometimento das espécies aquáticas obteve a menor pontuação, levou se em consideração nessa análise a preservação desses habitats e procedimentos de mitigação de danos ambientais ao meio biótico. Foram verificadas que a área de preservação permanente (APP) está em condições adequadas atendendo os limites de área de vegetação necessárias para a manutenção desse habitat.

Tabela 3. Matriz de priorização GUT dos danos ambientais da atividade de produção de olerícolas.

Matriz GUT - Propriedade rural 3					
DANO AMBIENTAL	GRAVIDADE	URGÊNCIA	TENDÊNCIA	TOTAL	PRIORIZAÇÃO
Perda de produtividade	4	4	4	64	1º
Risco da Saúde e Segurança Ocupacional no tratamento fitossanitário	4	4	3	48	2º
Risco de contaminação de vizinhança	3	3	3	27	3º
Risco de nível baixo no reservatório de água	4	2	3	24	4º
Risco da Saúde e Segurança Ocupacional na colheita	3	3	2	18	5º
Êxodo rural	3	2	3	18	6º
Esgotamento de recursos naturais hídricos	2	3	2	12	7º
Risco da Saúde e Segurança Ocupacional no plantio	2	3	2	12	8º
Comprometimento das espécies aquáticas	2	2	2	8	9º

Na propriedade rural 3, conforme resultados da aplicação da matriz GUT, o dano ambiental que precisará ser priorizado no primeiro momento é a perda de produtividade, na avaliação foi levado em conta os relatos do produtor de olerícola sobre a produtividade e observados de maneira visual na pequena propriedade, algumas evidências de culturas de olerícola em estágio de desenvolvimento comprometido, ou seja, às plantas não estão se desenvolvendo conforme o ciclo comum da olericultura, haverá então a necessidade de identificar o que está comprometendo a produtividade e buscar maneiras de resolução desse dano.

Quando questionado da maneira que se realiza o manejo do solo, foi entendido de que não ocorre um padrão no preparo do solo, não se utiliza implementos agrícolas apropriados para preparo do solo e plantio de olericultura, pois como à família não se dispões de trator, quando contratado esse serviço o maquinário agrícola nem sempre é o mais adequado, muitas vezes esses serviços são realizados por máquinas grandes e pesadas que são utilizadas na produção de cereais na região, isso poderá compactar o solo e prejudicar a produtividade da planta.

O preparo do solo para cultivos de hortaliças é uma das etapas importantes, principalmente porque elas possuem um ciclo curto. A prática de utilizar plantas de cobertura pelos produtores, associadas a um sistema diversificado de rotação e/ou de consórcio de culturas, proporciona o incremento e a estabilidade de produtividade, a quebra do ciclo de pragas e de doenças, a diminuição da infestação de plantas daninhas, a alternância no padrão de extração e de ciclagem de nutrientes com uso de espécies com diferentes sistemas radiculares, além da manutenção ou a melhoria das condições físicas do solo. (BOAS PRÁTICAS AGRÍCOLAS, 2021)

Sobre se a prefeitura local disponibilizava tratores e implementos agrícolas para os produtores rurais que não possuíam esses equipamentos, o olericultor disse que, é necessário agendar e o tempo de espera para vinda da máquina agrícola é demorada e não atende às suas necessidades em um tempo ideal.

Com relação ao análise do solo, não têm conhecimento de quando foi realizado, também não sabe como proceder para que o análise seja feito, segue orientações de uso de nutrição do solo conforme o vendedor de defensivos agrícolas recomenda.

Com relação aos aspectos físicos solo, Carneiro et. al. (2022) argumenta que é necessário observar as características de cada solo, seja ele de aspecto argiloso ou com maior propensão a arenoso, os aspectos físicos do solo determinam a forma e a

qualidade do desenvolvimento das culturas através de seu sistema radicular, observa-se que solos compactados problematizam o desenvolvimento das plantas e no outro oposto solos sem capacidade de agregação facilitam a lixiviação dos nutrientes, a olericultura enfrenta o problema do excesso de incisões mecânicas no solo, através do alto volume de preparação do solo o que facilita a desagregação e a destruição da estrutura dos solos, comprometendo a produtividade. (CARNEIRO et. al. 2022)

Na propriedade agrícola, identificou-se, presença de mata ciliar e curvas de nível tornando possível evitar o comprometimento do reservatório de água da propriedade, isso foi levado em consideração na pontuação total da matriz GUT, entre os danos ambientais muito significativo, o de comprometimento das espécies aquáticas, foi o de menor pontuação nesse estabelecimento rural. Observa se também na tabela, alguns danos ambientais que tiveram o mesmo resultado na pontuação, neste caso, deve-se atentar no dano que poderá ser introduzido soluções no primeiro instante.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados dessa pesquisa trás informações que contribuem para o produtor rural tomar decisões com relação a gestão da pequena propriedade olerícola. Às três pequenas propriedades de olerícolas que foram objeto de estudo, revelou informações que mostram que é possível utilizar os mesmos métodos para outras pequenas propriedades de olerícolas, pois a rotina de trabalho dentro desses empreendimentos agrícola, são similares, oque muda é a maneira que se gerencia a produção rural, ocorrendo então danos ambientais de proporções diferentes em cada propriedade rural.

Entretanto, é necessário haver mais estudos sobre gestão ambiental para às pequenas propriedades olerícolas, carece de mais estudos que contemplem o entendimento de danos ambientais que ocorrem dentro dessas pequenas propriedades, um acompanhamento para que o setor se desenvolva de maneira sustentável aos meios físicos, bióticos e antrópicos, para o desenvolvimento mais sólido da região. No estudo houve a percepção nessas pequenas propriedades de que as pessoas envolvidas na produção de olerícolas, precisam de maior suporte técnico e inovação no setor, pois se mostram dispostos a novas informações.

Conclui-se que, com a aplicação da matriz de priorização GUT (gravidade, urgência e tendência), foi possível priorizar de maneira ordenada quais os danos

ambientais que os proprietários rurais deverão buscar soluções, seguindo uma sequência que culmine em uma gestão ambiental de pequenas propriedades olerícolas, colaborando assim para redução dos danos ambientais.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASILEIRA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL. BRASIL. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2019-10/censo-agropecuario-brasil-tem-5-milhoes-de-estabelecimentos-rurais>> Acesso em 18 abr. 2021.

ALMEIDA, Luciano Pessoa de. Atributos químicos, físicos e biológicos do solo na implantação do sistema plantio direto de hortaliças em duas localidades no sudoeste paranaense. 2021. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2021. <<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/25509>>

ARMADA, Charles Alexandre Souza. MOLIN, Elisiane Dondé Dal. Interfaces entre o meio ambiente e os objetivos do desenvolvimento sustentável: o despertar de uma consciência planetária. RDAS. Revista direito ambiental e sociedade. V.11,n.2.mai/ago 2021.

AZNAR, F. E. Diagnóstico do uso da água na irrigação por pequenos olericultores de Pirapozinho - SP e propostas para o uso racional dos recursos hídricos. Repositório institucional UNESP. 2021.

BASTOS, M. Ferramentas da Qualidade. Disponível em: <<https://www.portal-administracao.com/2014/01/matriz-gut-conceito-e-aplicacao.html>> Acesso em 25 mar. 2020

Brito, A. S., Santos, J. M., & Oliveira, R. C. (2024). Avaliação dos impactos ambientais causados pela atividade agrícola em pequenas propriedades rurais. *Ambiente & Sociedade*, 27(1), 45-62

CAVALCANTE, J. P. R. MACÊDO, M. BATISTA L. M. B. FRONTEIRAS AGRÍCOLAS E GESTÃO AMBIENTAL. *Brazilian Journal of Development*. V.7, n.4, 2021

CARNEIRO, CJ; PROCHNOW, DA; THESING, NJ; NOGUEIRA, TP; KLOCKNER, LM Impacto da produção de hortaliças em sistema de base agroecológica na qualidade química do solo. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, [S. l.], v. 11, n. 1, pág. e47211125283, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i1.25283. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/25283>>. Acesso em: 8 fev. 2022.

COOMES, OT, BARHAM, BL, MACDONALD, GK ET AL. Leverage total factor productivity growth for sustainable and resilient agriculture. *Nat Sustent* 2, 22-28 (2019). <<https://doi.org/10.1038/s41893-018-0200-3>>. Acesso em: 15 jul. 2022.

DAYCHOUM, M. 40 Ferramentas e Técnicas de Gerenciamento. Rio de Janeiro: Brasport, 2011.

DUARTE, KG. Et. al. Estudo sobre a produção agrícola familiar na comunidade de Canaã, Paço do Lumiar, Maranhão, Brasil. Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento, [S. l.], v. 10, n. 10, pág. e501101019063, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i10.19063. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/19063>. Acesso em: 6 fev. 2022.

Ehsan Elahi; Cui Weijun; Huiming Zhang; Majid Nazeer;. Agricultural intensification and damages to human health in relation to agrochemicals: Application of artificial intelligence. Elsevier. <<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.02.023>> Acesso em: 16 jul. 2022.

HÉKIS et al. Análise GUT e a gestão da informação para tomada de decisão em uma empresa de produtos orgânicos do Rio Grande do Norte. Disponível em: <<https://periodicos.unifor.br/tec/article/view/4485>> . Acesso em 15 out. 2020.

KUMMER, C.B; CORTIVO, N.S;. Impactos do Programa Descomplica Rural no licenciamento Ambiental de Atividades agropecuárias no Paraná. Revista de Engenharia e Tecnologia. 2023. <<https://orcid.org/0000-0002-0396-1689>>. Acesso em 26 fev.2023

LAURETT, Rozélia. Desenvolvimento Sustentável na Agricultura: Antecedentes, Barreiras e Consequências. Ubibliorum, 2020. Disponível em <<http://hdl.handle.net/10400.6/11115>> Acesso em 28 de jan. 2022.

MASCARENHAS, V. H. A. S. ; OLIVEIRA, A. R. M. F. ; Influência da adubação orgânica na produtividade de quiabeiro. IFBAIANO 2021. DOI 10.37885/210705326.

Martins, P. R., Silva, A. B., & Lima, M. C. Práticas agrícolas e seus impactos ambientais em pequenas propriedades rurais no Brasil. Revista Brasileira de Agroecologia, (2024), 14(3), 112-128

MESQUITA, Alan Andrade et al. Matriz GUT na extensão rural: estudo de multicasos na agricultura familiar da região amazônica. Extensão em Foco, [S.l.], n. 30, jan. 2023. ISSN 2358-7180. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/extensao/article/view/83671>>. Acesso em: 26 fev. 2023. doi:<http://dx.doi.org/10.5380/ef.v0i30.83671>.

OLIVEIRA SANTOS, A. .; OLIVEIRA DE ARAÚJO, I. .; MENDES BITENCOURT, J. M. .; DIAS SILVA SANTOS, V. H. .; MARTINS DE MOURA, M. M. .; VIEIRA HUMIA, B. .; CONCEIÇÃO SANTOS, L. X. .; SANTANA OLIVEIRA, R. I. . Incidência dos agrotóxicos no organismo humano: revisão de literatura. Saúde Coletiva (Barueri), [S. l.], v. 11, n. 68, p. 7421-7432, 2021. DOI: 10.36489/saudecoletiva.2021v11i68p7421-7432. Disponível em: <<http://www.revistas.mpmcomunicacao.com.br/index.php/saudecoletiva/article/view/1819>>. Acesso em: 8 fev. 2022.

PERÔNÍ, JB; CARVALHO, LH; LANNES, L.S. Aspectos da qualidade da água e saneamento básico em um assentamento rural do estado de São Paulo: diagnóstico e perspectivas para a melhoria da qualidade socioambiental. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, [S. l.], v. 10, n. 2, pág. e1010212293, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i2.12293. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/12293>>. Acesso em: 8 fev. 2022.

SANTOS, Rubeildo Cosmo dos. Abordagens recentes sobre a influência do aumento da temperatura ambiental na produção de hortaliças: uma revisão. *Repositório Institucional da UFPB*. 2021. <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/21428>> Acesso em: 01 de março de 2022.

SÁNCHEZ, Luis Enrique. *Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos*. 2.ed. São Paulo: oficina de textos; 2013.

SENAR. *Administração da empresa rural: ambiente externo / Serviço Nacional de aprendizagem Rural*. 4. Ed. 2017. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/ceplac/arquivos/cartilhas-senar/139-administracao-daempresa-rural-ambiente-externo.pdf>. Acesso em: 12 de nov. 2020

SILVA, L. N. P.; AMORIM, J. G. B.. Condições de segurança do trabalho no manuseio de agrotóxicos em pequenas propriedades de agricultura familiar. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v.11, n.7, p.349-364, 2020. DOI: <<http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.007.0029>>

SILVA, E. C. G., TRUGILHO, W. S., RODRIGUES, J. A., OLIMPO, G. A., CHRISTO, B. F. ESTUDO DAS TEORIAS DA ADMINISTRAÇÃO NA GESTÃO DE PEQUENAS PROPRIEDADES RURAIS. *Caderno Profissional de Administração UNIMEP* v9.n1.Janeiro -Junho, 2020.

SZNITOWSKI, A.M.; QUEIROZ, A. F.S.; PADGETT, R. C. L.; Produzir com sustentabilidade: um estudo sobre as práticas circulares adotadas em uma propriedade rural em Mato Grosso, Brasil. *XLVI Encontro da ANPAD - EnANPAD*, 2022.

THE WORLD BANK, Food and Agriculture Organization, 2020. Disponível em: <<https://data.worldbank.org/indicator/AG.LND.AGRI.ZS>>. Acesso em: 21 de mar. 2020.

ZARATE, Nestor Antônio Heredia. VIEIRA, Maria do Carmo. *Hortas: conhecimento básicos*. 1. ed. Dourados, MS. 2018. Disponível em: <http://abhorticultura.com.br/downloads/hortas.pdf> Acesso em: 15 de junho 2021.

Análise dos impactos ambientais nas imediações da barragem de Lucrécia, estado do Rio Grande do Norte, Brasil

Autoria:

Adriana Maria Alves

Mestre em Ecologia e Conservação. Universidade Federal Rural do Semi-árido - UFERSA

Ingrid Eduarda Alves Paiva

Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Ambiente, Tecnologia e Sociedade. Universidade Federal Rural do Semi-árido - UFERSA

Resumo

A construção de açudes tornou-se uma das mais importantes iniciativas para garantir água à população e ao desenvolvimento socioeconômico, especialmente em regiões semiáridas, como forma de combater a escassez hídrica no período seco. O uso desses recursos hídricos sem conhecimento, vem potencializando impactos ambientais negativos, afetando diretamente a capacidade de suporte do ecossistema. Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar os impactos ambientais decorrentes das atividades antrópicas no entorno do Açude Lucrécia-RN. Para isso, levantamento bibliográfico e visitas in loco foram realizados para coleta de dados, além da observação, registros fotográficos, e avaliação dos impactos ambientais pelos métodos Ad Hoc e Check-List. Foi possível constatar a existência de impactos ambientais no Açude Lucrécia-RN e em seu entorno, especialmente os de origem antrópica, como deterioração e/ou remoção da mata ciliar, disposição inadequada de resíduos sólidos, criação de animais, práticas agrícolas e construções de imóveis às suas margens. Fato este, necessitando de grande atenção do poder público para uma melhor gestão ambiental. Devendo ser tomadas medidas de conscientização da população, buscando a conservação e reparação dos danos ambientais no Açude Lucrécia/RN.

Palavras-chave: Semiárido. Reservatório hídrico. Interferência antrópica. Método Ad Hoc. Check-List.

Como citar este capítulo:

ALVES, Adriana Maria; PAIVA, Ingrid Eduarda Alves. Análise dos impactos ambientais nas imediações da barragem de Lucrécia, estado do Rio Grande do Norte, Brasil. In: ANDRADE, Jaily Kerller Batista (Org.). **Fundamentos e pesquisas em Ciências Ambientais e Agrárias**. Campina Grande: Licuri, 2024, p. 46-60. ISBN: 978-65-85562-27-0. DOI: 10.58203/Licuri.22704.

INTRODUÇÃO

A escassez hídrica na região semiárida do Nordeste do Brasil é uma grande barreira para o desenvolvimento socioeconômico. A construção de açudes pelo poder público tem sido uma das principais iniciativas para garantir água para a população e promover o desenvolvimento da região. Esses reservatórios possuem diferentes finalidades, como recreação, irrigação, produção de energia elétrica, abastecimento das populações e produção pesqueira (PETROVICH, et. al., 2009).

No entanto, os açudes são ameaçados por ações impróprias do ser humano, como a deposição de resíduos sólidos, efluentes domésticos não tratados e descarte de resíduos de agrotóxicos, o que prejudica a qualidade da água e acaba resultando em prejuízos para a própria humanidade. Além disso, a construção desses reservatórios também causa impactos ambientais significativos, como alterações na fauna, flora, desmatamento, degradação e erosão do solo, alteração do clima e mudanças nos costumes da sociedade local (PETROVICH, et. al., 2009).

Para minimizar esses impactos e garantir o uso sustentável dos recursos hídricos, é essencial que haja uma gestão ambiental eficiente, com regulamentação do uso, controle, proteção e conservação do ambiente. O uso inadequado desses recursos pode potencializar impactos ambientais negativos e afetar a capacidade de suporte do ecossistema. Portanto, é fundamental um planejamento participativo que leve em consideração os aspectos sociais, culturais, econômicos e ambientais, contribuindo para o desenvolvimento sustentável (FERNANDEZ, et al., 2006).

No estado do Rio Grande do Norte, as limitações climáticas, a falta de políticas públicas e o uso inadequado dos reservatórios pelas pequenas cidades agravam a situação. Os açudes são essenciais para o desenvolvimento de atividades como agricultura e piscicultura, mas o baixo nível de água e as atividades antrópicas estão causando mudanças significativas nos mesmos, como desmatamento de matas ciliares, práticas agrícolas dentro dos perímetros, assoreamento e poluição (PMSB, 2019).

Portanto, é necessário um monitoramento hídrico adequado dos açudes, avaliando seu estado de conservação, qualidade da água e disponibilidade. Esse monitoramento subsidia estratégias e ações para reverter a situação, buscando melhorias socioeconômicas e ambientais. Intervenções técnicas devem ser planejadas para corrigir

e mitigar os impactos ambientais negativos nos reservatórios, visando o uso sustentável dos recursos (FERNANDEZ, et al., 2006).

Os estudos de impactos ambientais são ferramentas importantes para prevenir os efeitos negativos da atividade humana no meio ambiente e determinar procedimentos para diminuir ou evitar esses efeitos. Todo impacto ambiental requer medidas mitigadoras, que são ações ou soluções para corrigir esses impactos e minimizar seus efeitos na natureza (STAMM, 2003). A percepção ambiental também pode ser utilizada como instrumento para entender a relação entre o homem e a natureza e avaliar o nível de conscientização em relação aos problemas ambientais. É importante que a população esteja ciente da importância da preservação ambiental e participe ativamente das ações de conservação dos recursos hídricos.

Portanto, este estudo tem por objetivo avaliar os impactos ambientais decorrentes das atividades antrópicas no entorno do Açude Lucrecia/RN. Assim, os estudos de impactos ambientais são de grande importância para o desenvolvimento de medidas que possam minimizar os problemas ambientais causados pelas atividades antrópicas, afetando a saúde, o bem-estar da população e a qualidade dos recursos naturais.

METODOLOGIA

Área de estudo

O açude está situado no município de Lucrecia/RN, na mesorregião Oeste Potiguar e na microrregião Umarizal, limitando-se com os municípios de Umarizal, Martins, Frutuoso Gomes e Almino Afonso (Figura 1), abrangendo o município, uma área de 30,931 km², com população de 3490 habitantes (Censo, 2022) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

O açude foi construído nas terras que pertenciam por direito de posse a uma mulher negra, chamada Lucrecia, que residia nas proximidades do Riacho Pé de Serra e o Rio Mineiro vivendo da lavoura. No Governo Getúlio Vargas em 1930, começou a construção do açude, ocupando cerca de 2.500 homens, finalizando em 1934 e sendo entregue ao poder público em 1939. Com a construção do açude, foi se formando o

povoado, o qual ganhou o nome de Lucrécia por razão de sua primeira habitante (CASCUDO,1984).

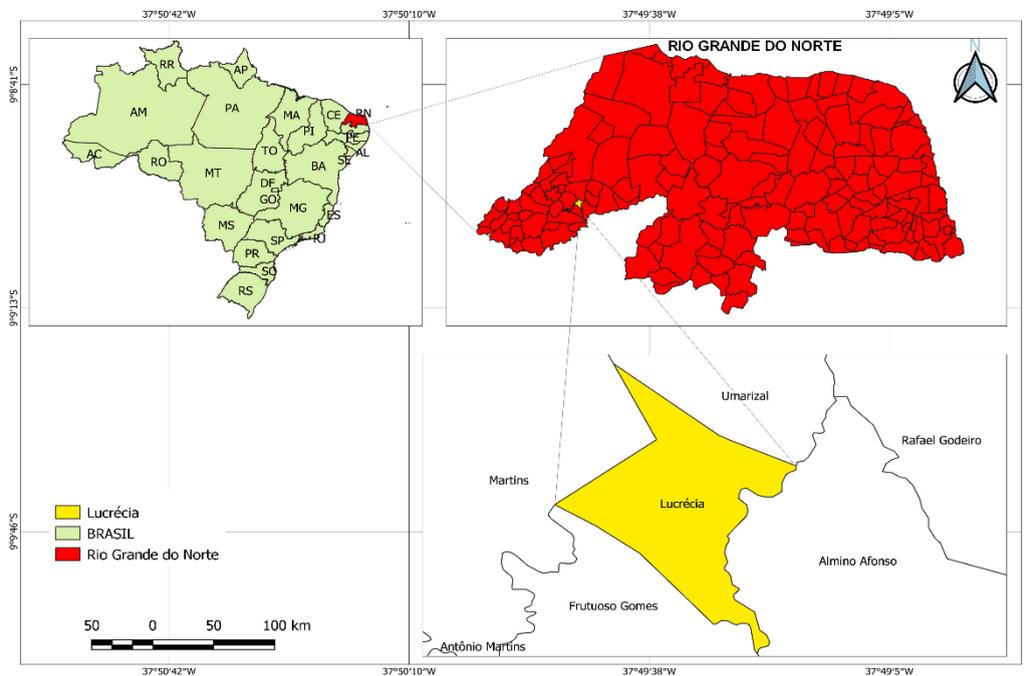


Figura 1. Mapa de localização de Lucrécia/RN.

Situado na bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, o Açude Lucrécia, construído com a finalidade inicial de abastecimento humano e irrigação, com extensão de 202,00 metros, altura principal 20,70 metros, capacidade para represar 24,755 milhões de metros cúbicos (m^3) e volume morto de 1,631 milhões de metros cúbicos (m^3), é o principal reservatório do município (DNOCS, 2015).

Levantamento bibliográfico e de campo

Essa etapa compreendeu a seleção de estudos bibliográficos, com a finalidade de adquirir informações e embasamento da temática abordada, para analisar ações antrópicas que venham a alterar a estrutura e funcionalidade sustentável em reservatórios de abastecimento público na região Nordeste e no Brasil, a fim de viabilizar a qualidade e êxito da pesquisa bibliográfica. Visitas in loco foram realizadas para coleta de dados de campo, afim de identificar quais impactos estão presentes no reservatório e seu entorno, objetivando a apreciação de intervenções antrópicas negativas.

Métodos de Avaliação dos Impactos Ambientais (Ad Hoc e Listagem de Controle (check-list))

A avaliação de impactos Ambientais é uma ferramenta eficaz da gestão ambiental, na prevenção da degradação do meio ambiente e no aumento da qualidade de vida humana proporcionando um conjunto de informações essenciais para o processo de tomada de decisão a respeito da viabilidade ambiental dos projetos (SADLER et al., 2007).

O método Ad Hoc utiliza o conhecimento empírico dos profissionais envolvidos, ou seja, são descritos os impactos ambientais positivos e negativos baseado no conhecimento do especialista do assunto e/ou da área em questão, sendo adequado para casos em que há falta de dados ou quando há necessidade de análise dos impactos causados ao meio ambiente em um curto prazo (STAMM, 2003).

O Método da Listagem de Controle (checklist) foi um dos primeiros métodos de avaliação de impactos ambientais, em virtude, de sua facilidade de aplicação. A partir desta metodologia, listam-se os possíveis impactos nos meios físicos, biótico e antrópico (COSTA, et al., 2005).

A avaliação dos impactos ambientais no açude ocorreu por meio de dois métodos de análises de impactos, ad hoc (espontânea) e Listagem de Controle (check-list). No método Ad Hoc são descritos os impactos ambientais positivos e negativos. A estimativa dos impactos ambientais, e a apresentação dos resultados é de forma rápida, organizada e facilmente interpretada; já o Método da Listagem de Controle (check-list) é possível listar os possíveis impactos nos meios físicos, biótico e antrópico, o qual consiste na identificação e enumeração dos impactos, a partir da diagnose ambiental realizada nos meios, físico, biótico e socioeconômico, identificando as vulnerabilidades ambientais, isso se dá através de observação qualitativa em campo, levantamento de documentos (FEDRA et al., 1991).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Açude de Lucrecia-RN desempenha um papel significativo como um centro de integração social na região. Ele é considerado um local de turismo, entretenimento e lazer, onde diversas atividades festivas são realizadas em comemoração ao mês de agosto, marcando o aniversário das atividades hídricas do açude. Além disso, o açude

tinha múltiplas utilidades e funções, servindo como uma fonte de abastecimento de água potável para a população, armazenando água durante o período chuvoso para suprir as necessidades da comunidade. Também era utilizado para a irrigação agrícola, desempenhando um papel fundamental na sustentação das culturas e plantações locais. Era aproveitado também para a finalidade de lazer, para a prática de esportes, para a pesca e para dessedentação animal, que está associado a demanda de água para criação de animais. Até o ano de 2015 fornecia o abastecimento de água para a população de Lucrécia-RN e os municípios de Frutuoso Gomes e Martins, tendo como empresa responsável pela produção e distribuição de água para consumo humano a Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN).

No entanto, nos últimos anos, esse cenário começou a mudar, trazendo serias consequências e transtornos para a população. No ano de 2017, o açude entrou em colapso pela primeira vez na sua história, mostrando uma baixa recuperação nos anos seguintes, a baixa pluviosidade e irregularidade das chuvas, provocaram uma série de prejuízos aos agricultores, como perda de plantações e animais, principalmente deixando de abastecer a população com água potável (ANDRADE et al., 2019).

A partir da investigação, foi possível constatar e especificar, na área do açude de Lucrécia-RN, impactos ambientais significativos que estão contribuindo para a deterioração da qualidade ambiental: degradação e/ou remoção da mata ciliar, construções de imóveis as margens do açude, plantação dentro do açude, uso de defensivos, disposição inadequada de resíduos sólidos e criação de animais no entorno da área do açude (Quadro 1).

As principais consequências do assoreamento dos cursos d'água são: (1) a redução do volume do reservatório, proveniente do carreamento de sedimentos, resultado do desmatamento que expõe o solo à erosão; (2) a erosão hídrica das margens dos rios, resultante do aumento da velocidade de escoamento das águas; e (3) o lançamento de resíduos sólidos nos canais, ação que contribui também para a poluição da água (PMSB, 2019).

Tabela 1. Fatores de degradação ambiental e suas consequências no meio físico, biótico e antrópico no Açude Lucrécia-RN.

FATOR DE DEGRADAÇÃO	CONSEQUÊNCIAS (MEIO FÍSICO, BIÓTICO E ANTRÓPICO)
Deterioração e/ou remoção da mata ciliar	Danos à microbiota do solo, devido a exposição do solo decorrente da retirada da vegetação; Instabilidade das margens causando erosão e assoreamento; Alterações e desequilíbrios climáticos; Diminuição da biodiversidade (fauna e flora).
Construções de imóveis as margens do açude	Impermeabilização do solo; Aumento da poluição devido ao lixo gerado pelos moradores; Degradação das margens (erosão e sedimentação); Diminuição da seção transversal; Depreciação da qualidade física, química e biológica da água superficial.
Disposição inadequada de resíduos sólidos	Poluição do solo, água e ar; Poluição Visual; Proliferação de vetores, Maus odores; Compromete a qualidade de vida e da saúde humana.
Criação de animais na área do açude	Mal odor em virtude das fezes; Proliferação de vetores e Surgimento de microrganismos patogênicos; Poluição da água.
Práticas agrícolas nas margens do açude	Poluição da água por agrotóxicos; Problemas ambientais, contaminação do solo e na água.

Deterioração e/ou remoção da mata ciliar

Um fator preocupante no Açude Lucrécia-RN é o assoreamento do manancial, que é o acúmulo de areia, solo desprendido de erosões e outros materiais levados até o açude, reduzindo o volume de água, já que a profundidade do mesmo diminui, favorecendo o processo de evaporação com a incidência mais forte da radiação, bem como o aumento da turbidez inicialmente. Tudo isso, devido à falta de vegetação em suas margens, causando danos sociais e ambientais. Com a redução da profundidade aumenta a temperatura da água, devido à maior irradiação do sol, podendo afetar a biodiversidade (COIADO, 2001).

Para evitar o assoreamento, é necessário conservar às matas ciliares a qual serve de filtro para que este material não se deposite sob a água. Que além de reduzir o volume de água, fica mais pesada e volumosa, turva, o que causa problemas como a eutrofização. Inclui-se ainda a isso a perda da vegetação subaquática e das condições de habitat para peixes e outros animais (PENA, 2021). Mesmo sendo fundamental a mata ciliar não existe no entorno do açude, cedendo espaço para as práticas agrícolas, ocupação para construção, criação de animais, são fatores responsáveis pela remoção da cobertura vegetal, causando o assoreamento do açude diminuindo assim a capacidade do

reservatório (Figura 2). Visto que a área de Preservação Permanente do açude deverá ser de no mínimo 200 metros.



Figura 2. Destruição da mata ciliar no Açude Lucrecia-RN.

A mata ciliar é um elemento essencial para o açude, sendo necessário um planejamento para a conservação da vegetação na área. O código florestal dispõe sobre as Áreas de Preservação Permanente são áreas de grande importância ecológica, cobertas ou não por vegetação nativa, que têm como função preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas (BRASIL, 2012). Nesse sentido no açude Lucrecia não existe preservação da vegetação em seu entorno conforme estabelecido em lei.

O Código Florestal traz as Largura de Área de Preservação Permanente (APP), o qual não é permitido qualquer tipo de supressão da vegetação ou utilização econômica direta. Cujas larguras mínimas serão (Tabela 2).

Tabela 2. Largura de Área de Preservação Permanente (APP) - Código florestal.

Largura do Curso d'água (m)	Área de preservação permanente- APP (m)
< 10	30
10 a 50	50
50 a 200	100
200 a 600	200
600	500

Fonte: BRASIL (2012).

Construções de imóveis às margens do Açude

O crescimento populacional urbano sem planejamento é outro problema observado na área de estudo. A mata ciliar que precisaria existir cedeu lugar a residências (Figura 3), agravando assim a degradação do meio ambiente, visto que a população vem degradando de diversas maneiras a área de preservação do açude.

A urbanização nas proximidades do açude é um dos maiores problemas que afetam a qualidade da água, causando desequilíbrio ecológico, provocando alterações na qualidade da água. De acordo com a Resolução n° 302/2002 do CONAMA, os açudes devem ter Área de Preservação Permanente, sendo que as margens do açude devem ser preservadas.



Figura 3. Avanço das residências às margens do Açude Lucrecia-RN.

A ocupação dessa área compromete ainda mais a qualidade do recurso hídrico, bem como afetam a vida da população que necessita da água do reservatório. Num futuro próximo a sociedade de uma maneira geral é quem arcará com o ônus para custear as despesas causadas pela degradação, que certamente irão ocorrer num grau bem mais avançado.

Disposição inadequada de resíduos sólidos

A geração de resíduos sólidos no Brasil constitui um dos maiores problemas sociais, trazendo consequências sobre a saúde humana e o meio ambiente. A norma NBR 10.004 da ABNT, dispõe sobre os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU's), também denominados de forma coloquial por “lixo urbano”, são resultantes da atividade doméstica e comercial das povoações e, apresentam grande diversidade e complexidade. A sua

composição varia de população para população, dependendo da situação socioeconômica e das condições e hábitos de vida de cada um (ABNT, 2004).

Durante as visitas, foi possível observar (Figura 4A e 4B) que algumas áreas as margens do açude, são dispostos diversos resíduos sólidos domiciliares, o que gera um desconforto por parte da população devido à estética desagradável e o surgimento dos problemas que são resultantes dessa ação.



Figura 4. Disposição inadequada de resíduos sólidos nas margens do Açude Lucrecia/RN.

Essa disposição pode causar poluição da água, devido a degradação dos resíduos. O acúmulo de resíduos sólidos nos corpos hídricos serve de alimento para determinadas espécies de animais que passam a habitar na região, podendo esses animais transmitir doenças extremamente nocivas e mortais. Isso devido à percolação do chorume, que é um líquido de cor preta altamente poluente, provenientes da decomposição da matéria orgânica (PEREIRA, 2009).

Criação de animais às margens do açude

Durante as visitas ao açude, foi observado criações de animais (Figura 21) às margens do reservatório, do qual resulta incômodos sociais, a exemplo do mau cheiro e a proliferação alguns insetos. Além disso, a presença de estábulos, pocilgas e granjas avícolas são consideradas fatores que contribui para alteração da qualidade do corpo hídrico, uma vez que apresentam compostos orgânicos, representados pela Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO); nutrientes, como nitrogênio (N) e fósforo (P); e microrganismos patogênicos, como coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*, constituindo-se, assim, fatores que potencializam a poluição das águas (BRASIL, 2005).

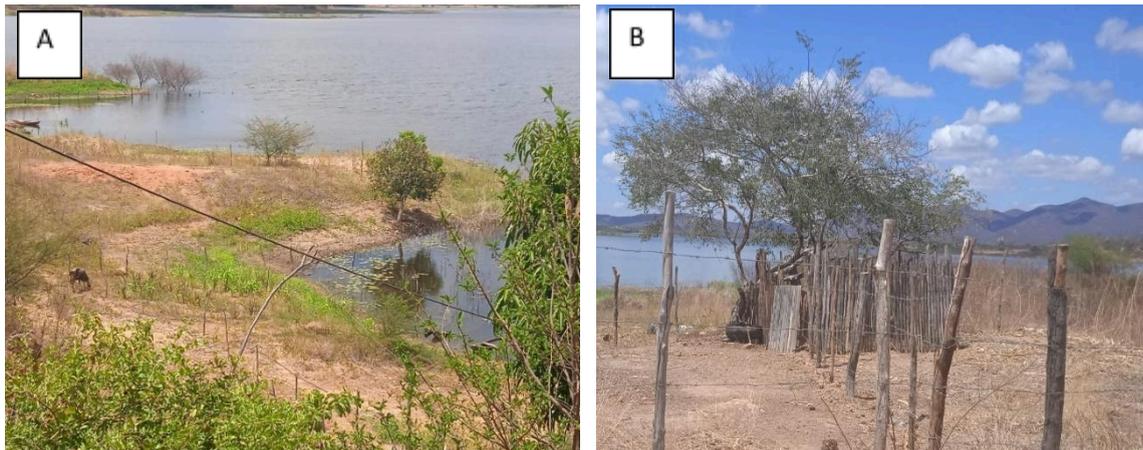


Figura 5. Criação de animais às margens do Açude Lucrécia-RN.

Práticas agrícolas às margens do açude

Uma questão interessante e que deve ser observada é a plantação no entorno do açude ou até mesmo dentro do açude no período de estiagem (Figura 6). A agricultura é uma das atividades antrópicas mais importantes para os seres humanos, já que é uma fonte de alimento. No entanto, são desmatadas grandes áreas, onde a vegetação nativa dá origem as lavouras (milho, feijão), modificando assim os ecossistemas naturais, reduzindo a maioria das áreas naturais, assim surge os diversos problemas ambientais, como exemplo, a devastação da mata ciliar do açude em estudo, causando assoreamento ao recurso hídrico, a fauna se refugia para outros locais, onde há presença de vegetação que fornece abrigo e alimento, os solos perdem a sua fertilidade, entre outros problemas.



Figura 6. Plantação no entorno do Açude de Lucrécia/RN.

As margens do açude são utilizadas para agricultura, poluindo a água com agrotóxicos. As atividades agrícolas podem ocasionar o assoreamento, bem como o uso

de defensivos causa vários problemas ambientais, principalmente no solo e na água, que são contaminados, os quais são lançados no açude uma vez que não existe a mata ciliar que é uma barreira natural para impedir que os resíduos cheguem a entrar em contato com a água.

A utilização de defensivos químicos para combater as pragas agrícolas e fertilizantes químicos representam alto risco à saúde e ao meio ambiente. Tais compostos são causadores de contaminação nas águas, no solo, no ar, além disso, contribuem para erosão, assoreamento dos rios e como solo, sendo capaz, assim, de reter grande quantidade de contaminantes orgânicos e inorgânicos. Desse modo, desencadeiam problemas como diminuição da biodiversidade do solo, ocasionar acidez, devido conter metais tóxicos como Cádmio, Chumbo e Cromo em sua maioria tendo estes metais como componentes ou resíduos (GARCIA, 2011).

O açude Lucrecia-RN antes das crises hídricas vivenciada no país nos últimos 10 anos, era um reservatório de extrema importância por abastecer o município de Lucrecia e cidades vizinhas. Em um estudo de Universidade Federal do Rio Grande do Norte, no ano de 2011 foram encontrados despejo de efluentes domésticos pela população e da contaminação causada por defensivos químicos, também tem demonstrado contaminação por metais pesados e cianobactérias tóxicas (GARCIA, 2011).

No mesmo estudo, os níveis de Cádmio, Cobre, Zinco, Chumbo, Cromo, Níquel e Manganês foram determinados pela espectrometria de absorção atômica em chama em colaboração com o Núcleo de Análises de Águas, Alimentos e Efluentes da Fundação de Apoio a Educação e ao Desenvolvimento Tecnológico do Rio Grande do Norte. A quantificação dos metais foi realizada no Espectrofotômetro de absorção atômica (AA-50B). Além disso, alguns parâmetros físico-químicos como, turbidez, total de sólidos em suspensão, nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal também foram analisados por essa mesma instituição (GARCIA, 2011).

Segundo Garcia (2011) o mais preocupante é que os municípios que se utilizavam desse açude apresentam um histórico de elevada incidência de câncer associada popularmente ao consumo da água do açude de Lucrecia-RN, assim como, também produtos oriundos da pesca e agricultura, tendo esta região uma prevalência de câncer cerca de três vezes maior, quando comparada a todo o Estado do Rio Grande do Norte; foi observado também concentrações acima do permitido pela legislação brasileira de alguns metais pesados (GARCIA, 2011).

CONCLUSÕES

Através deste estudo, foi possível identificar a presença de impactos ambientais no Açude de Lucrecia-RN e em sua área circundante, sobretudo aqueles causados pela atividade humana. Estes impactos incluem a degradação e/ou remoção da vegetação ciliar, a disposição inadequada de resíduos sólidos, a criação de animais, as práticas agrícolas e a construção de edifícios ao longo das margens do açude. Essas ações humanas têm contribuído para a degradação do ambiente nas proximidades do açude e têm um impacto negativo na sua saúde e na biodiversidade local. Isso destaca a necessidade de uma gestão ambiental mais eficaz, com uma atenção significativa por parte das autoridades públicas.

Para minimizar os impactos ambientais e promover uma gestão mais sustentável das áreas ao redor do açude, o poder público pode adotar diversas medidas. Isso inclui a implementação de ações de educação ambiental direcionadas à população local, com o objetivo de sensibilizar as pessoas e incentivá-las a interagir de maneira menos prejudicial com o meio ambiente. Além disso, é fundamental realizar monitoramento contínuo por meio de mapeamento das áreas afetadas, considerar a possibilidade de desapropriação quando necessário, desenvolver planos de manejo e revitalização das áreas degradadas, além de implementar medidas para melhoria da drenagem e limpeza dessas regiões. Com uma abordagem integrada e a participação ativa da comunidade, é possível buscar soluções sustentáveis para mitigar os impactos ambientais e promover a recuperação desses ecossistemas.

Portanto, com base no estudo realizado, a avaliação e percepção dos impactos ambientais devem ser amplamente utilizada como um instrumento de estudo ambiental, com elaboração de medidas de conservação, sendo necessário uma atenção especial do poder público, da mesma forma, é fundamental a colaboração da população para buscar uma forma adequada no manejo da área, em prol da qualidade de vida socioambiental.

Dessa forma, é possível realizar uma análise coerente e objetiva das atividades em torno do açude, propondo mudanças que visem a melhoria da utilização da água de forma consciente, sem prejudicar o meio ambiente e a saúde da população. O objetivo principal é promover a conservação e preservação dos recursos naturais, garantindo sua disponibilidade sustentável para as futuras gerações.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Rômulo Wilker Neri De et al. Açude de Lucrécia/rn: vulnerabilidades e escassez. Anais I CONIMAS e III CONIDIS... Campina Grande: Realize Editora, 2019.

BRASIL. Ministério Do Meio Ambiente. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA. Resolução n. 357, de 17 de março de 2005: dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/conama/res/res05/res35705.pdf>.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução n. 302 de 20 de março de 2002. Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno.

BRASIL. Agência Nacional de Águas - ANA. Reservatórios do Semiárido Brasileiro: Hidrologia, Balanço Hídrico e Operação: Anexo A / Agência Nacional de Águas - Brasília: ANA, 2015.

BRASIL. Lei nº. A Lei 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Código Florestal

CASCUDO, Câmara. L. História do Rio Grande do Norte, 1984.

COSTA, M.V.; CHAVES, P.S.V; OLIVEIRA, F.C. Uso das Técnicas de Avaliação de Impacto Ambiental em Estudos Realizados no Ceará. In: XXVIII Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação, Anais. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em:< <http://www.intercom.org.br/papers/nacionais/2005/resumos/r0005-1.pdf>.

COIADO, E.M. Assoreamento de reservatórios. In: Paiva E.M.C.D. (Orgs). Hidrologia aplicada a Gestão de pequenas Bacias hidrográficas. Porto Alegre. ABRH, 2001. P.395-426. DIAS, G.F. Educação ambiental: princípios e práticas. São Paulo, Gaia, 1992.

DNOCS - DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS. Ficha técnica dos reservatórios: Açude Lucrécia-RN. Disponível em < https://www.dnocs.gov.br/php/canais/recursos_hidricos/fic_tec_reservatorio.php?codigo_reservatorio=275&descricao_reservatorio=A%EA7ude+Lucr%E9cia.

FEDRA, Kurt; WINKELBAUER, Lothar; PANTULU, Vedurumudi R. Expert systems for environmental screening. An application in the lower Mekong basin. 1991.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/lucrecia/historico>. Censo 2022.

PMSB- Plano Municipal de saneamento básico- Lucrécia/RN, novembro 2019.

PETROVICH, A. C. I; ARAUJO, M. F. F. Percepção de professores e alunos sobre usos e a qualidade da água em uma região semi-árida brasileira. *Educação Ambiental em Ação*, n. 29, 2009.

PEREIRA, S. S. Panorama da Gestão dos Resíduos Sólidos de Serviço de Saúde na Cidade de Campina Grande/PB: um enfoque da percepção ambiental apresentada por profissionais da saúde. 2009, 182 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) Universidade Federal e Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2009.

RIO GRANDE DO NORTE. Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte - CAERN. Estatuto Social, 2010.

SADLER, B. CANADIAN ENVIRONMENTAL ASSESSMENT AGENCY. Environmental Assessment in a Changing World. Evaluating Practice to Improve Performance-final Report. 1996. Disponível em: http://www.ceaa.gc.ca/Content/2/B/7/2B7834CA-7D9A-410B-A4ED-FF78AB625BDB/iaia8_e.pdf.

STAMM, H.R. Método para Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) em projetos de grande porte: Estudo de caso de uma usina termelétrica. Florianópolis, 2003. 265p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Industrial da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

Tensões de crescimento, desdobro, secagem natural e desafios da industrialização da madeira de eucalipto

Autoria:

Luciana Ferreira da Silva

Doutora em Ciências Florestais, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, Espírito Santo, Brasil

Rodolpho Stephan Santos Braga

Universidade Federal do Espírito Santo

Juarez Benigno Paes

Universidade Federal do Espírito Santo

Flávia Maria Silva Brito

Universidade Federal do Espírito Santo

Nédia Pereira Correia Mendes Correia

Universidade Federal do Espírito Santo

Glaucileide Ferreira

Universidade Federal do Espírito Santo

Resumo

O Brasil detém a segunda maior área florestal do mundo, com 12% da cobertura global. Grande porção dessa área é ocupada por plantações, em especial de eucalipto, como clones de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, sendo o Brasil um dos líderes na produtividade florestal. O plantio de eucalipto é valorizado pelo seu rápido crescimento, diversidade de espécies e adaptação a diferentes condições edafoclimáticas. A hibridação tem sido usada para criar materiais genéticos que combinam características desejáveis, como rápido crescimento e resistência. No entanto, há desafios em relação a industrialização da madeira de eucalipto, como tensões de crescimento que causam defeitos durante o processo de desdobro e secagem. Desse modo, este trabalho tem por objetivo, abordar os desafios existentes na industrialização da madeira de *Eucalyptus*, como tensões de crescimento, desdobro e secagem. Rachaduras, empenamentos e outros defeitos são comuns, especialmente em árvores jovens. A secagem é imprescindível para melhorar a qualidade da madeira, mas é uma fase onerosa e demorada do processo de beneficiamento. Pesquisas estão em andamento para encontrar soluções para esses desafios e garantir a produção de madeira serrada de eucalipto de qualidade.

Palavras-chave: *Eucalyptus* spp. Propriedades tecnológicas. Desdobro de toras. Secagem da madeira.

Como citar este capítulo:

SILVA, Luciana Ferreira *et al.* Tensões de crescimento, desdobro, secagem natural e desafios da industrialização da madeira de eucalipto. In: ANDRADE, Jaily Kerller Batista (Org.). **Fundamentos e pesquisas em Ciências Ambientais e Agrárias**. Campina Grande: Licuri, 2024, p. 61-72. ISBN: 978-65-85562-27-0. DOI: 10.58203/Licuri.22705.

INTRODUÇÃO

O Brasil, segundo a Indústria Brasileira de Árvores - IBÁ (2023), possui a segunda maior cobertura florestal do mundo, com 12% da área global. A área cultivada em relação às florestas plantadas em 2021 totalizou 9,93 milhões de hectares, dos quais 7,53 milhões (75,8%) foram cultivados com eucalipto. O gênero *Eucalyptus*, pertence à família Myrtaceae, é originário da Austrália, exceto as espécies *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus deglupta*, que são oriundas das ilhas da Oceania. Mais de 670 espécies já foram identificadas e também existe grande número de variedades e híbridos, naturais ou não (BERTOLA, 2013).

Em escala mundial, o plantio de eucalipto se destaca e estima-se que 20 milhões de hectares estejam plantados e distribuídos em zonas tropicais, subtropicais e temperadas (REJMÁNEK; RICHARDSON, 2011). A implantação de florestas de *Eucalyptus*, tanto em pequena, quanto em larga escala, está relacionada a algumas características do gênero, principalmente; o rápido crescimento; diversidade de espécies; adaptação às diversas condições edafoclimáticas; facilidade de propagação (sexuada e assexuada) e uso múltiplo (STACKPOLE et al., 2011).

O setor brasileiro de florestas plantadas vem apresentando aumento de produtividade florestal, sendo resultante, além dos fatores ambientais favoráveis a silvicultura, da aplicação de novas tecnologias, como o melhoramento genético de sementes e clonagem de espécies florestais. Este aprimoramento tem levado o Brasil se destacar na produtividade florestal de espécies plantadas (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA, 2019; TORRES et al., 2016).

A hibridação é empregada como técnica de desenvolvimento de novos materiais genéticos, com intuito de gerar indivíduos com vantagens específicas (CARVALHO, 2010). Os materiais híbridos unem em uma mesma planta características desejáveis de espécies distintas, agregando em menos tempo, propriedades de interesse na matéria-prima, para atender aos mais diversos usos, como; celulose e papel, energia, produtos do processamento mecânico secundário e painéis reconstituídos de madeira (IBÁ, 2023).

Os híbridos de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* têm rápido crescimento, com ciclos de corte variando entre seis e sete anos de idade, porém para a produção de madeira serrada para fins de beneficiamento secundário, são necessários

materiais com quantidade significativa de lenho adulto (BASSA et al., 2007), o que pode ser obtido a partir de 12 anos de idade.

As boas características de crescimento, aliadas a um padrão de qualidade aceitável, levaram as espécies *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus grandis* (assim como os seus híbridos) a serem utilizadas como matéria-prima nas serrarias e demais indústrias madeireiras do Brasil. Segundo Barbosa (2013), a rusticidade, a resistência mecânica e a tolerância ao déficit hídrico do *Eucalyptus urophylla* conferem a espécie alto potencial para ser empregada em programas de hibridação com o *Eucalyptus grandis*, que possui boas características silviculturais, resultando em um material homogêneo e com qualidade apropriada para fins industriais.

O eucalipto é uma das espécies mais importantes na indústria madeireira brasileira (BATISTA et al., 2016), em virtude da facilidade de implantação em grandes maciços e versatilidade de aplicação de sua madeira (BATISTA et al., 2010). Isso é proporcionado por características como rápido crescimento, curta rotação, adaptação ecológica ao ambiente, madeira de qualidade e, direcionamentos de novos investimentos por parte de empresas de segmentos que utilizam sua madeira como matéria-prima em processos industriais (PAIVA, 2011).

A utilização da madeira de eucalipto tem aumentado, principalmente quando é utilizado o conceito de floresta de múltiplo uso, que explora todo o potencial da madeira de eucalipto. Alguns usos tradicionais já estão consolidados, como lenha industrial, carvão vegetal e celulose. No entanto, muitos outros usos para a madeira, como postes, dormentes, construção civil, movelaria, componentes estruturais, que podem contribuir com um retorno econômico, precisam ser aprimorados e avaliados (SILVA, 2011). A avaliação da resistência natural da madeira é de fundamental importância no uso correto dos produtos provenientes desse material.

Desse modo, este trabalho é uma revisão bibliográfica, que tem por objetivo, abordar os desafios existentes na industrialização da madeira de *Eucalyptus*, como tensões de crescimento, desdobro e secagem.

TENSÕES DE CRESCIMENTO

A madeira, da maioria das espécies de *Eucalyptus*, tem limitações técnicas o que dificulta a substituição das espécies tropicais por parte da indústria madeireira. As

limitações mais importantes são representadas pelos empenamentos e rachaduras em toras e tábuas, as quais constituem os principais fatores de redução do rendimento industrial, em que ambas são causadas principalmente pelas tensões de crescimento (MALAN, 1995).

As tensões de crescimento (longitudinais e transversais) são características presentes nas árvores e estão relacionadas com o equilíbrio do tronco, suportando a copa, contra a ação de fatores como; vento e inclinação do terreno. Nas folhosas, dentre as quais se enquadram as espécies de *Eucalyptus*, elas são mais acentuadas do que nas coníferas, e a madeira desse gênero apresenta consideráveis níveis de tensões. Genericamente, as tensões de crescimento são consideradas esforços mecânicos, gerados durante o desenvolvimento da árvore, que têm por finalidade manter a estabilidade da copa, quando solicitada por agentes atmosféricos, topográficos e, ou, tratos silviculturais (SOUZA, 2006).

As tensões de crescimento longitudinais são esforços mecânicos que se devem a deposição da lignina durante a diferenciação celular, o que resulta no inchamento da parede celular. Assim, para regiões em que o ângulo das microfibrilas da camada S2 for menor do que 40°, ocorrerá um encurtamento das células, e quando for maior do que 40°, ocorrerá um alongamento (TRUGILHO, 2005).

As tensões de crescimento transversais têm origem semelhante às longitudinais, pois por estarem comprimidas; as células estruturais periféricas tendem a se expandir na direção do diâmetro, tensionando os tecidos mais antigos e com isso aumentando seus diâmetros e reduzindo suas dimensões. Além disso, a parte central do tronco fica submetida a um aumento progressivo de esforço de tração, por causa da força cumulativa de arraste exercida pelas novas camadas de células (WILKINS, 1986; KLUBER, 1987).

As tensões de crescimento estão em equilíbrio enquanto a árvore está em pé, atuando como forma de fornecer estabilidade à planta (WYK, 1978). Mas quando a mesma é cortada, ocorrem imediatamente deformações e rachaduras nos topos das toras, em função da modificação do estado de equilíbrio que vigorava durante o crescimento (FERRAND, 1983). Assim, a zona periférica da tora sob tração tende a diminuir, ao passo que a parte central sob compressão, tende a expandir, o que causa as rachaduras de topo nas toras (MALAN, 1979).

Há suspeita de que as causas das altas tensões de crescimento estejam relacionadas com fatores genéticos, idades, tamanho da tora, taxa de crescimento e inclinação do fuste (OPIE et al., 1984). As tensões de crescimento podem ser determinadas nas toras, após a derrubada, ou no tronco das árvores vivas. Vários métodos têm sido utilizados para se estimar o valor das mesmas, sendo uns considerados mais simples e práticos que outros. A maioria dos métodos utiliza o princípio da medição das alterações nos comprimentos de peças de madeira, após a liberação de suas junções a outros elementos vizinhos, dentro do tronco de uma árvore (LISBOA, 1993). Outros, similarmente, baseiam-se na medição de deformações ou deslocamentos provocados por perfurações diretamente em troncos ou toras. Estas deformações ou deslocamentos estão diretamente relacionados às tensões de crescimento, especialmente às longitudinais.

DEFEITOS DA SECAGEM NATURAL

Nos processos de beneficiamento, segundo Andrade (2000), a secagem é uma etapa de grande importância, pois proporciona vantagens, como a melhoria das características de trabalhabilidade, a utilização da madeira para diversas finalidades e a redução da movimentação dimensional e da possibilidade de ataque de fungos.

Optar por um método específico de secagem afeta a duração do processo, a qualidade do material seco e também a obtenção do teor de umidade da madeira desejado para uma finalidade específica. É viável diminuir tanto o tempo de secagem quanto a ocorrência de defeitos, desde que o processo seja conduzido corretamente (SUSIN et al., 2014).

A secagem ao ar livre consiste em empilhar a madeira em local ventilado, preferencialmente coberto, a fim de protegê-la da incidência dos raios solares e precipitações, fazendo-se o controle do teor de umidade em intervalos regulares até que atinja a umidade de equilíbrio do ambiente (SUSIN et al., 2014). Apesar de não necessitar de alto investimento inicial, há o inconveniente de demandar mais tempo quando comparada a outros métodos, além de apresentar um teor de umidade final que apresenta limitações para certos usos da madeira.

Os defeitos da madeira são considerados todas as anomalias da forma do tronco da árvore, da sua seção transversal, como também da estrutura e da cor da madeira que possam reduzir, restringir ou mesmo anular sua utilização (GROSSER, 1980). Dentre os

defeitos mais frequentes ocorridos durante a secagem provocados pelas tensões internas na madeira serrada de eucalipto encontram-se rachaduras de topo e ao longo da face da peça e os empenamentos (Figura 1). Tais defeitos dificultam e podem inviabilizar a utilização do eucalipto para madeira serrada (ROCHA; TOMASELLI, 2002).

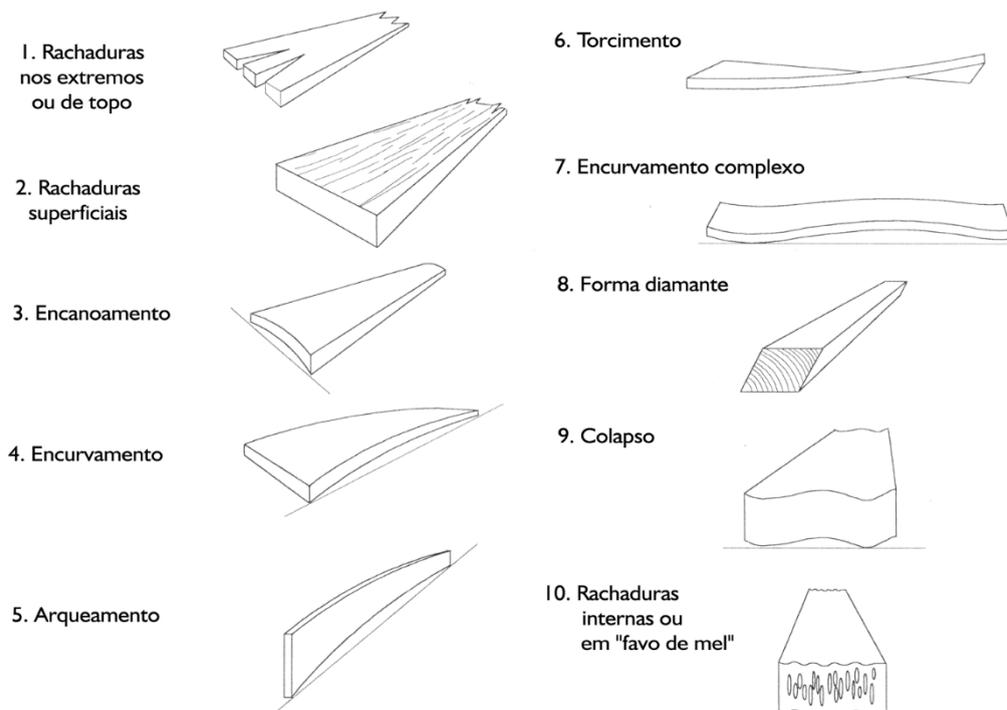


Figura 1. Principais defeitos ocorridos após a secagem natural.

Fonte: Marques e Martins (2002).

Empenamentos são todas aquelas distorções que ocorrem no comprimento da tábua. Ele pode ser causado por diferentes fatores, como; tensões internas da madeira, grã irregular e formação irregular das pilhas de madeira. As rachaduras ocorrem quando são formados gradientes de umidade acentuados em uma mesma tábua ou peça. Elas são mais frequentes em peças com maior espessura, uma vez que a tendência é secar mais a parte externa que a interna, ocasionando uma maior contração na superfície (MORESCHI, 2010).

DESAFIOS DA INDUSTRIALIZAÇÃO DA MADEIRA DE *Eucalyptus*

A demanda de madeira serrada de qualidade, visando atender aos mercados nacional e internacional, tem crescido desde que a mesma passou a ocupar lugar de destaque dentre os diversos materiais consumidos na sociedade (ANDRADE, 2001). Por outro lado, com a pressão ambiental, aquelas advindas de reflorestamentos, principalmente as do gênero *Eucalyptus*, passaram a ganhar importância para diversos fins, como; construção civil, embalagens, pallets, calços e caixotaria em geral.

A redução da disponibilidade da madeira de florestas tropicais fez com que as espécies de *Eucalyptus* passassem a constituir uma alternativa no abastecimento das indústrias madeireiras. São os casos, por exemplo, da construção civil e da indústria moveleira (ASHLEY; OZARKA, 2000).

O gênero *Eucalyptus* tem diversos atributos, dentre eles, destaca-se a sua capacidade produtiva, a adaptabilidade a diversos ambientes e, sobretudo, a expressiva diversidade de espécies, o que possibilita atender a requisitos tecnológicos dos mais diversos segmentos da produção industrial madeireira (ASSIS, 1999). Por outro lado, a madeira desse gênero tem, de modo geral, defeitos intrínsecos, os quais comprometem decisivamente a sua utilização para usos considerados mais nobres. Assim, apesar dos atributos de caráter silvicultural serem vantajosos, os tecnológicos, quase sempre, têm limitações para utilização industrial.

Entretanto, a madeira proveniente de árvores jovens da maioria das espécies de *Eucalyptus* tem limitações técnicas que a madeira tropical não possui, como; grande proporção de madeira jovem, elevado índice de rachaduras de topo das toras, desvios de grã, instabilidade dimensional e tensões de crescimento significativas. Essas características resultam em baixo rendimento no desdobro e em baixa qualidade da madeira serrada, principalmente pela ocorrência de rachaduras e empenamentos (VERMAAS, 2000).

Essas características, associadas à baixa permeabilidade, caracterizam a madeira de *Eucalyptus* como de difícil secagem, por causa de sua estrutura anatômica desfavorável ao fluxo de líquidos. Nesse sentido, durante o processo de secagem surgem vários defeitos, como rachaduras, empenamento e colapso, o que, sem dúvida, afeta a qualidade e o rendimento em madeira serrada (ANJOS et al., 2011). As rachaduras, de modo particular, relacionadas com as tensões de crescimento, desvios de grã e instabilidade dimensional, resultam em perdas durante o processamento industrial da

madeira de *Eucalyptus*, (JANKOWSKY, 1995; LELLES; SILVA, 1997), sendo indicada para produtos menos exigentes, em termos de qualidade como as embalagens.

A obtenção de madeira serrada com qualidade, capaz de atender aos diversos usos é possível por meio da adoção de medidas conjuntas que se iniciam com a escolha do material genético, qualidade do sítio, tratamentos silviculturais e se estendem pelo processo de colheita, transporte, desdobro e, principalmente pela secagem da madeira (CAIXETA et al., 2002).

A realização adequada do processo de secagem da madeira serrada, antes da sua transformação em bens e produtos é, reconhecidamente, a fase mais importante de todo o beneficiamento que visa agregar valor ao produto final (ANJOS et al., 2011). Para a madeira de eucalipto, principalmente a proveniente de árvores jovens, em decorrência da predominante proporção de lenho juvenil existente, isto se torna um desafio, necessitando de pesquisas, a fim de investigar a melhor forma de obtenção de produtos para os fins a que se destinam, com o menor tempo e defeitos possíveis.

No entanto, isto não é uma atividade de fácil execução. Conforme Simpson (1991), cerca de 60 a 70% dos gastos em energia para a produção de madeira serrada ocorrem na fase de secagem. Além disso, essa é a fase que, de modo geral, requer maior tempo no beneficiamento, demandando alguns cuidados durante a preparação da carga de secagem, principalmente no empilhamento da madeira e na classificação do material.

A classificação do material por densidade e a padronização da espessura, largura e comprimento das peças obtidas, contribuem para melhorar a uniformidade da secagem. Práticas adequadas de empilhamento e localização de pátios e pilhas, como os descritos por Mendes et al. (1996), devem ser adotados para que a madeira tenha o mínimo possível de defeitos e perdas, durante o processo de secagem.

Pesquisas com diferentes materiais genéticos podem encontrar alternativas para amenizar os defeitos na produção de madeira serrada, tanto na formação como no desdobro e secagem do material. Tais alternativas podem ser utilizadas para minimizar problemas que, frequentemente ocorrem em árvores jovens de eucalipto, como defeitos de formação do tronco, presença de nó, veios de quino, conicidade, achatamentos e rachaduras (GALVÃO; JANKOWSKY, 1985).

Para atender ao mercado de madeira serrada de eucalipto com níveis aceitáveis de defeitos, muito ainda deve ser realizado. Segundo Caixeta et al. (2002), uma solução

para o problema seria a condução de novos empreendimentos florestais, pois as atuais florestas plantadas com espécies desse gênero, foram conduzidas para suprir as demandas dos setores de celulose e papel e a siderurgia a carvão vegetal.

CONCLUSÕES

Em suma, o cultivo de eucalipto no Brasil tem sido impulsionado por sua rápida taxa de crescimento, adaptabilidade a diferentes condições ambientais e versatilidade de uso industrial. No entanto, apesar das vantagens silviculturais, os desafios na fase de industrialização são notáveis, especialmente em relação as tensões de crescimento e aos defeitos da secagem natural. Essas tensões internas na madeira de eucalipto, juntamente com sua estrutura anatômica desfavorável ao fluxo de líquidos, resultam em defeitos como rachaduras e empenamentos durante o processo de secagem, afetando a qualidade e o rendimento final de madeira.

Afim de enfrentar esses desafios, são necessárias medidas integradas, desde a escolha do material genético até práticas adequadas de empilhamento e secagem, juntamente com pesquisas contínuas para desenvolver soluções que minimizem tais defeitos e satisfaçam as demandas do mercado por madeira serrada de alta qualidade.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Ariel de; JANKOWSKY, Ivaldo Pontes.; DUCATI, Marcos André. Grupamento de madeiras para secagem convencional. *Scientia Forestalis*, n. 59, p. 89-99, 2001.

ANDRADE, Ariel de. **Indicação de programas para a secagem convencional de madeiras**. 2000. 100f. Dissertação. (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2000.

ANJOS. Vinícius de Almeida dos; STANGERLIN, Diego Martins; SANDER, Adriane; BOTIN, Andréia Alves; TENUTTI, Jonatha; FILHO, Nilton Nunes dos Santos; BRAGA, Raquel. Caracterização do processo de secagem da madeira nas serrarias do município de Sinop, Mato Grosso. *Ciência da Madeira*, v. 2, n. 1, p. 53-63, 2011.

ASSIS, Teotônio Francisco de. Aspecto do melhoramento de *Eucalyptus* para a obtenção de produtos sólidos de madeira. In: WORKSHOP: TÉCNICAS DE ABATE, PROCESSAMENTO E UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO, 1999, Viçosa. *Anais....* Viçosa: DEF, SIF, UFV, IEF, 1999. p. 61-72.

BARBOSA, Thiago Leite. **Qualidade da madeira de clones de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* cultivados em cinco regiões do estado de Minas Gerais para produção de celulose**. 2013. 126 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2013.

BASSA, Ana Gabriela Monnerat Carvalho; JUNIOR, Francides Gomes da Silva; SACON, Vera Maria. Misturas de madeira de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* e *Pinus taeda* para produção de celulose Kraft através do processo LoSolids. **Scientia Forestalis**, v. 51, n. 75, p. 19-29, 2007.

BATISTA, Djeison Cesar; MUÑIZ, Graciela Inez Bolzón de; OLIVEIRA, José Tarcísio da Silva; PAES, Juarez Benigno; NISGOSKI, Silvana. Effect of the Brazilian thermal modification process on the chemical composition of *Eucalyptus grandis* juvenile wood - part 1: cell wall polymers and extractives contents. **Maderas. Ciencia y Tecnologia**, v.18, n.2, p.273-284, 2016.

BATISTA, Djeison Cesar; KLITZKE, Ricardo Jorge; SANTOS, Carlos Vinícius Taborna. Densidade básica e retratibilidade da madeira de clones de três espécies de *Eucalyptus*. **Ciência Florestal**, v.20, n.4, p. 665-674, 2010.

BERTOLA, Alexandre. **Eucalipto - 100 anos de Brasil - “Falem mal, mas continuem falando de mim!”**. Curvelo: V&M Florestal Ltda., 2013, 91p.

CAIXETA, Ronaldo Pereira; TRUGILHO, Paulo Fernando; ROSADO, Sebastião Carlos da Silva; LIMA, José Tarcísio. Propriedades e classificação da madeira aplicadas à seleção de genótipos de *Eucalyptus*. **Revista Árvore**, v.27, n.1, p.43-51, 2002.

CALIL JUNIOR, Carlito; BARALDI, Lívio Túlio; STAMATO, Guilherme Corrêa; FERREIRA, Núbia dos Santos Saad. SET 406 - Estruturas de madeira (Notas de aulas). São Carlos: USP, EESC, DEE, LaMEM, 2000, 102p.

CARVALHO, Alexandre Monteiro; GONÇALVES, Maria da Penha Moreira; AMPARADO, Kelysson de Freitas; LATORRACA, João Vicente de Figueiredo; GARCIA, Rosilei Aparecida. Correlações da altura e diâmetro com as tensões de crescimento em árvores de *Corymbia citriodora* e *Eucalyptus urophylla*. **Revista Árvore**, v.34, n.2, p. 323-331, 2010.

FERRAND, J. Ch. Growth stresses and silviculture of eucalypts. **Australian Forest Research**, v.13, v.1, p.75-81, 1983.

GALVÃO, Antônio Paulo Mendes; JANKOWSKY, Ivaldo Pontes. **Secagem racional da madeira**. São Paulo: Nobel, 1985. 111p.

GROSSER, D. **Defeitos da madeira**. Curitiba: FUPEF, 1980. 63 p. (Série Técnica, 2).

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES - IBÁ. **Relatório IBÁ 2023**. Brasília: 91p. Disponível em: <https://www.iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-anual-iba2023-r.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2024.

JANKOWSKY, Ivaldo Pontes. Equipamentos e processos para secagem de madeiras. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA, 1995, São Paulo. **Anais...** São Paulo: IPEF/IPT/IUFRO/LCF/ ESALQ/USP, 1995, p.109-118.

LELLES, Jose Gabriel; SILVA, Jose de Castro. Problemas e soluções sobre rachaduras de topo de madeiras de *Eucalyptus* spp. nas fases de desdobro e secagem. **Informe Agropecuário**, v. 18, n. 186, p.62-69, 1997.

LISBOA, Cleuber Delano José. **Estudo das tensões de crescimento em toras de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden**. 1993. 298 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1993.

MALAN, François S. *Eucalyptus* improvement for lumber production. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA, 1., 1995, São Paulo. **Anais...** Piracicaba: IPEF/IPT, 1995. p. 1 -19.

MALAN, François S. The control of end splitting in sawlogs: a short literature review. **South African Forestry Journal**, 109, 14-79p, 1979.

MARQUES, Márcia Helena Bezerra; MARTINS, Varlone Alves. **Secagem da madeira**. Brasília: LPF, 2002. 47 p.

MENDES, Lourival Marin; SILVA, Jose Reinaldo Moreira da; LIMA, Jose Tarcísio; TRUGILHO, Paulo Fernando; REZENDE, E.C. Secagem da madeira ao ar livre e alguns pontos básicos para a compra de madeira serrada. **Boletim Agropecuário**, n.21, p.16-29, 1996.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE/SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO - MMA/SFB. **Florestas do Brasil em resumo - 2019: dados de 2013-2018**. Brasília: MMA, 2019, 212p.

MORESCHI, João Carlos. **Propriedades da madeira**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal, 2010. 175p.

OPIE, J. E.; CURTIN, R. A.; INCOLL, W. D. Stand management. In: HILLS, W. E.; BROWN, A. G. (Eds.). **Eucalypts for wood production**. Sydney: CSIRO/Academic Press, 1984. p. 179-197.

PAIVA, Haroldo Nogueira de; JACOVINE, Laércio Antônio Golçalves; TRINDADE, Celso; RIBEIRO, Genésio Tâmara. **Cultivo de eucalipto: implantação e manejo**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2011. p. 9-27.

REJMÁNEK, Marcel; RICHARDSON, David Mark. *Eucalypts*. In: **Encyclopedia of biological invasions**. Simberloff, D.; Rejmánek, M. (Eds.). Berkeley: University of California Press, 2011, p. 203-209.

SOUZA, Marcos Aurélio Mathias de. **Metodologias não destrutivas para avaliação das tensões de crescimento em *Eucalyptus dunnii* Maiden**. 2006. 80f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

STACKPOLE, Desmond J; VAILLANCOURT, René e; ALVES, Ana; RODRIGUES, Jose; POTTS, Brad M. Genetic variation in the chemical components of *Eucalyptus globulus* wood. **G3: Genes, Genomes, Genetics**, v. 1, n.2, p. 151-159, 2011.

SILVA, José de Castro. **Eucalipto: manual prático do fazendeiro florestal produzindo madeira com qualidade**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2011. 106p.

SIMPSON, William T. (Ed). **Dry kiln operator's manual**. Madison: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 1991. 274p. (Agriculture Handbook, 188).

SUSIN, Felipe; SANTINI, Elio José; STANGERLIN, Diego Martins; MORAIS, Wesley Wilker Corrêa; Melo, Rafael Rodolfo. Taxa de secagem e qualidade da madeira serrada de *Hovenia dulcis* submetida a dois métodos de secagem. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 2, p. 243-250, 2014.

TORRES, Pablo Marcel de Arruda; PAES, Juarez Benigno; NASCIMENTO, José Wallace Barbosa; BRITO, Flávia Maria Silva. Caracterização físico-mecânica da madeira jovem de *Eucalyptus camaldulensis* para aplicação na arquitetura rural. **Floresta e Ambiente**, v.23, n.1, p.109-117, 2016.

WYK, J. L. Van, Hardwood sawmilling can have a bright future in South Africa. **South African Forestry Journal**, n.109, p. 47-53, 1978.

VERMAAS, H. F. A review of drying technology for young fast-grown eucalypts. In: **THE FUTURE OF *Eucalyptus* FOR WOOD PRODUCTS**, 2000, Launceston. **Proceedings...** Launceston: IUFRO, 2000, p. 193-203.

WILKINS, A. P. Nature and origin of growth stress in trees. **Australian Forestry**, v.49, n.1, p. 56-62, 1986.

Resistência biológica e agentes deterioradores da madeira

Autoria:

Pedro Nicó de Medeiros Neto

Doutor em Ciências Florestais, Universidade Federal de Campina Grande, Patos, Paraíba, Brasil

Joyce de Almeida Pinto

Universidade Federal do Espírito Santo

Flávia Maria Silva Brito

Universidade Federal do Espírito Santo

Juarez Benigno Paes

Universidade Federal do Espírito Santo

Glaucileide Ferreira

Universidade Federal do Espírito Santo

Nédia Pereira Correia Mendes Correia

Universidade Federal do Espírito Santo

Resumo

O estímulo para produção deste capítulo de livro se fundamentou na relevância cada vez maior do conhecimento da resistência biológica da madeira frente a utilização correta deste material que possui alta demanda no mercado. Utilizou-se como metodologia uma revisão integrativa da literatura, realizada a partir da busca por publicações científicas indexadas em bases de dados. Este artigo contempla um referencial teórico que versa sobre a resistência biológica relacionada com o grau de suscetibilidade da madeira principalmente, em relação ataque de agentes degradadores bióticos como fungos e insetos. Outro fator que o artigo aborda está relacionado com os fatores necessários para que a madeira seja biodeteriorada. A bioteriação pode ser conceituada como uma alteração indesejável, provocada pela atividade não controlada de agentes bióticos. Por fim o artigo traz conhecimentos sobre os agentes deterioradores, como cupins (madeira seca e solo), brocas (coleópteros) e formigas carpinteiras. O estudo tem por objetivo revisar a literatura clássica que é a base para todos os estudos sobre resistência biológica, e em conjunto com a literatura atual abordam pontos relacionados ao tema.

Palavras-chave: Biodeterioração. Fungos. Isópteros. Coleópteros.

Como citar este capítulo:

MEDEIROS NETO, Pedro Nicó *et al.* Resistência biológica e agentes deterioradores da madeira. In: ANDRADE, Jaily Kerller Batista (Org.). **Fundamentos e pesquisas em Ciências Ambientais e Agrárias**. Campina Grande: Licuri, 2024, p. 73-89. ISBN: 978-65-85562-27-0. DOI: 10.58203/Licuri.22706.

INTRODUÇÃO

A madeira é um material heterogêneo e complexo, constituída a partir do câmbio vascular, formada por vários tipos de células lenhosas (EVANGELISTA *et al.*, 2010). A parede celular vegetal é constituída majoritariamente por polímeros amorfos, como celulose, hemicelulose e lignina (RAJINIPRIYA *et al.*, 2018). Esses compostos são reconhecidos como fonte de nutrientes para diversos agentes biológicos, como fungos apodrecedores, bactérias, insetos xilófagos, além das brocas marinhas que podem alterar a resistência biológica da madeira.

A resistência biológica da madeira pode ser conceituada como a capacidade inerente de uma espécie resistir à ação de agentes deterioradores, incluindo os agentes biológicos, físicos e químicos. Os organismos xilófagos causam a degradação biológica da madeira quando utilizam os polímeros naturais da parede celular, como fonte de alimento. Alguns destes organismos são providos de sistemas enzimáticos específicos, que são hábeis em metabolizá-los em unidades assimiláveis, bem como, utilizar os constituintes da madeira (até mesmo a casca) como fonte de energia. Estes organismos podem atuar em conjunto com agentes físicos e químicos para acelerar o processo de deterioração da madeira (VIVIAN *et al.*, 2014).

Os insetos podem ser considerados os animais de maior diversidade do mundo e tem destaque no processo de biodeterioração da madeira. Estima-se que já tenha sido identificado mais de 1 milhão de espécies, e que esse número pode representar apenas 10% de um possível número total. Os insetos pertencem a classe Insecta que pode ser subdividida em 31 ordens. Seis ordens podem agir como agentes deterioradores, e apenas três causam danos significativos a madeira, como Isoptera (cupins), Coleoptera (besouros) e Hymenoptera (formigas, abelhas e vespas) (SOUZA *et al.*, 2018).

Assim, o estudo tem por objetivo revisar a literatura clássica que é a base para todos os estudos sobre resistência biológica, e em conjunto com a literatura atual abordam pontos relacionados ao tema.

FATORES QUE AFETAM O DESEMPENHO DA MADEIRA EM SERVIÇO

O termo resistência ou durabilidade natural refere-se ao grau de suscetibilidade da madeira ao ataque de agentes degradadores bióticos, como fungos, insetos e brocas marinhas, ou abióticos, entre estes, forças mecânicas naturais (ventos) e decomposição

física e química (TOMAZELI *et al.*, 2016). Esta é diretamente influenciada, pela interação das propriedades físico-químicas e anatômicas da madeira, condições ambientais e projeto estrutural (BRISCHKE *et al.*, 2013).

O seu conhecimento, é de fundamental importância para que se possa recomendar o emprego adequado da madeira, com orientação quanto a sua utilização principalmente na construção civil, e outros objetos madeireiros, e assim, evitam-se gastos desnecessários com a reposição de peças deterioradas e reduzem os impactos sobre as florestas remanescentes (PAES *et al.*, 2009). Oliveira *et al.* (2005) enfatizaram que madeiras com elevada durabilidade natural aos fungos podem ser destacadas por um alto grau de nobreza, conferindo-lhes um amplo espectro de utilização.

Os agentes xilófagos, principalmente os fungos, que causam a biodeterioração da madeira devem especialmente se adaptar para ultrapassar três principais estratégias de defesa presentes na madeira. Duas destas têm caráter biológico, enquanto a terceira é de origem química (READING *et al.*, 2003).

Segundo os autores anteriormente citados, a primeira e segunda defesas estão relacionadas com a disponibilidade de nutrientes e à presença de compostos tóxicos. O lenho tem um teor muito baixo de nitrogênio (N) e fósforo (P), dois elementos que são importantes para o crescimento de microrganismos. O teor médio de nitrogênio para espécies de folhosas e coníferas é de 0,09% da massa seca, com uma proporção média de carbono:nitrogênio de 600:1. A presença de produtos químicos potencialmente tóxicos no cerne, em folhosas e coníferas, previnem ou limitam o ataque de fungos apodrecedores.

Uma terceira defesa natural está relacionada com a ultraestrutura da parede celular, em que, a lignina por ser uma substância altamente polimerizada, forma um complexo amorfo com as hemiceluloses para interligá-las à celulose, o que reduz a biodisponibilidade da holocelulose, resultante da formação de um tipo de barreira física contra o ataque microbiano (BLANCHETTE; BIGGS, 1992). Zabel e Morrell (1992) destacam que este processo de lignificação proporciona rigidez aos tecidos lenhosos das árvores, em que, o teor de lignina pode variar entre espécies e entre individuais de uma mesma espécie, sendo a parede celular primária e a lamela média mais resistentes ao ataque de microrganismos.

Madeiras com elevados níveis de lignina do tipo guaiacila, proporcionam uma maior durabilidade natural, em relação à lignina siringila, em virtude, desta ser mais

condensada, que confere maior rigidez a parede celular. As células da madeira também podem variar em grau e tipo de lignificação. Em fibras de folhosas possui lignina do tipo siringila, enquanto as paredes dos vasos tendem a possuir lignina guaiacila. De modo semelhante, as células do parênquima radial, do alburno de coníferas, tendem a ser não lignificadas e facilmente degradadas, enquanto traqueídeos radiais adjacentes são lignificados (DANIEL, 2003).

Outras características a serem destacadas são a massa específica e a porosidade, que podem ser utilizadas como fator de comparação entre as espécies florestais com relação à durabilidade natural, em que madeiras mais densas e com menores quantidades de poros oferecem maior resistência à deterioração por fungos e insetos xilófagos (PANSIN; DE ZEEUW, 1980).

No entanto, a durabilidade natural da madeira está relacionada, principalmente, à presença de extrativos tóxicos (MOORE *et al.*, 2015; BRISCHKE *et al.*, 2013). Estes são particularmente localizados no cerne, proveniente do alburno quando este cessa suas atividades fisiológicas (KLOCK; ANDRADE, 2013). Extrativos que conferem a durabilidade natural de muitas espécies florestais são formados a partir de amido e carboidratos solúveis, que penetram nas paredes celulares (SCHMIDT, 2006).

Apesar da madeira ser uma das principais fontes de alimento natural de diversos agentes xilófagos, a intensidade do ataque depende da composição química e morfológica do material e, à presença de concentrações mais elevadas de extrativos proporciona maior durabilidade (PALA, 2007; REINPRECHT, 2016). Estes componentes secundários podem ser tóxicos para os microrganismos, inibitórios do processo degradativo, exercem um efeito antioxidante e, ou, reduzem a permeabilidade da madeira à água, ao ar ou às hifas dos fungos.

Os extrativos estão presentes na madeira como monômeros, dímeros e polímeros, na qual, alguns são responsáveis também pela cor, cheiro, gosto e durabilidade natural da madeira e inflamabilidade da madeira (ROWELL *et al.*, 2005). Estes são classificados em compostos alifáticos (principalmente gorduras e cera), terpenos, terpenóides e compostos fenólicos, que produzem uma inibição química contra o avanço do ataque de agentes xilófagos (SJÖSTRÖM, 1981).

Os radicais livres, dos fenóis oxidados podem funcionar como inibidores não específicos que afetam indiscriminadamente muitas enzimas de origem fúngicas (BLANCHETTE; BIGGS, 1992). As principais classes de extrativos que contribuem para a

durabilidade da madeira ao ataque de agentes xilófagos são principalmente os compostos fenólicos, dentre estes os polifenóis, terpenóides, tropolonas e taninos (ALMEIDA *et al.* 2012; MORRELL, 2012; LU *et al.* 2016).

Os extrativos fenólicos produzidos no parênquima difundem-se para regiões que circundam os traqueídeos (coníferas), fibras e vasos (folhosas), onde são absorvidos pelas paredes celulares da madeira, que passam a apresentar propriedades fungicidas e inseticidas. Algumas espécies produzem uma variedade de compostos tóxicos a fungos, insetos ou brocas marinhas. Em outras, a produção de compostos fenólicos é extremamente limitada ou ausente (LEPAGE *et al.*, 1986; SCHMIDT, 2006; MORRELL, 2012).

Os polifenóis incluem, conforme Zabel e Morrell (1992) e Schmidt (2006), os estilbenos e flavonóides, extrativos mais comuns no cerne, que ocorre neste, em quase todas as espécies. Os estilbenos são sintetizados pela via do ácido chiquímico. Estilbenos isolados são tóxicos para bactérias, fungos e insetos, embora a sua capacidade para proteger a madeira varia consideravelmente. Flavonóides incluem muitas fitoalexinas importantes, compostos produzidos pelas plantas em resposta ao ataque microbiano e inibem, por exemplo, os fungos de podridão como *Gloeophyllum trabeum* e *Trametes versicolor*.

Terpenóides são derivados da condensação de unidades isoprenóides C-5 e podem variar a partir de monômeros de isopreno relativamente voláteis para polímero, monoterpenos, como pineno, que consistem de duas unidades de isopreno. Outro terpenóide importante é a terebintina, uma mistura de terpenos e *tall oil*, um subproduto no processo de polpação Kraft da madeira de coníferas resinosas, constituída por misturas de terpenos e ácidos graxos. Os terpenos são sintetizados por uma variedade de tecidos nas plantas, como os canais resiníferos em coníferas (SJÖSTRÖM, 1981; ZABEL; MORRELL, 1992).

Segundo os autores acima citados, compostos terpenóides são importantes precursores de extrativos mais tóxicos presentes no cerne da madeira, como as tropolonas, que causam um aumento na resistência à biodeterioração. Estas são derivadas de terpenóides, os quais são sintetizados a partir da acetilcoenzima A (Acetil-CoA).

Assim, para conferir resistência aos agentes xilófagos, os extrativos devem possuir propriedades antioxidantes e antifúngicas e, quando as madeiras não possuem extrativos

com estas propriedades ou em níveis baixos, quando comparado com espécies que apresentam tais substâncias em maiores quantidades, essas são mais susceptíveis ao ataque de agentes xilófagos (CLAUSEN, 2010; LEBOW, 2010; KOCH; SCHMITT, 2013).

A utilização de espécies vegetais naturalmente duráveis possui vantagem adicional em relação à madeira tratada quimicamente, por não haver quaisquer problemas de eliminação no decorrer dos anos de sua utilização (SUNDARARAJ *et al.*, 2015). Assim o termo durabilidade natural é um significativo fator para a conservação florestal e ambiental.

Biodeterioração da madeira

Conforme mencionado anteriormente por ser um material de origem biológica, a madeira é susceptível a degradação por um conjunto de agentes (bióticos e abióticos); e o risco de degradação da mesma por um determinado tipo de organismo irá depender de condições propícias ao seu desenvolvimento, principalmente do teor de umidade presente na madeira (MACHADO *et al.*, 2003). Segundo a Norma Portuguesa e Europeia - NP EN 335-1 (1994), abaixo de 20% de umidade a madeira está protegida do ataque de fungos decompositores, porém, está sujeita à degradação por coleópteros e térmitas de madeira seca.

O teor de umidade é um fator de grande importância no uso da madeira, bem como no método de secagem do material, pois isso influenciará seus diversos usos, e também a sua maior ou menor suscetibilidade à biodeterioração. Segundo Almeida *et al.* (2016), a madeira possui grande variabilidade em suas propriedades físicas e mecânicas, as quais são diretamente influenciadas pelo teor de umidade. Como a madeira é um material anisotrópico e higroscópico, a caracterização completa dessas variações requer conhecimento de seus atributos dependentes da umidade, pois ela será exposta a diferentes condições climáticas nas diversas utilizações (OZYHAR *et al.*, 2012).

Conforme a Norma Europeia - EN 844-4 (1995), a utilização de termos inadequados para definição de “madeira seca” tem por consequência, a recepção de material com diferentes teores de umidade, que podem variar, geralmente, entre 7 e 25%. A madeira comercialmente seca deve estar abaixo de 25%, sendo necessário especificar o teor de umidade adequado ao uso pretendido (CRUZ; RODRIGUES, 1997).

No entanto, mesmo o produto com umidade inferior a 20%, ainda pode ser deteriorado, quando utilizado durante um período prolongado em local com umidade

relativa e temperatura, que proporcione umidade de equilíbrio superior a esse teor. Uma vez que, a incidência de ataques de organismos xilófagos pode estar diretamente relacionada ao teor de umidade, é essencial o controle dessa variável, que pode ser realizado de forma rápida, eficiente e não destrutiva em campo por medidores elétricos de umidade.

Segundo Melo *et al.* (2010), ocorrerá a instalação e o ataque de agentes biodeterioradores somente se houver condições favoráveis no ambiente, como a temperatura, oxigênio e umidade (do ar e da madeira); sendo a temperatura e umidade as de maior importância. Dependendo das circunstâncias, pode ocorrer o ataque de um ou vários organismos ao mesmo tempo. Outros fatores também afetam a biodegradação da madeira, como as suas características físicas e químicas, à concentração dos extrativos tóxicos presentes no lenho, e também os organismos presentes a comunidade onde a madeira está alocada (SWIFT; HEAL; ANDERSON, 1979).

De acordo com Schmidt (2006), há diferenças entre biodegradação e biodeterioração. A biodegradação é definida como uma alteração desejável nas propriedades de um material, proporcionada por atividades de organismos vivos, sendo uma ação benéfica, transformando-o em formas utilizáveis pelo homem (como o processo de fermentação e biorremediação de áreas ou materiais contaminados, por exemplo). Já a biodeterioração é uma alteração indesejável, provocada pela atividade não controlada de agentes bióticos (ataque de cupins de madeira seca). A madeira está sujeita a biodeterioração durante as diferentes etapas industriais, até seu emprego definitivo, podendo ser atacada por diferentes agentes biodeterioradores.

Agentes biodeterioradores da madeira

A madeira, por ser um material biológico, é susceptível à biodeterioração por uma variedade de agentes xilófagos, e a necessidade de proteger a mesma e evitar elevadas perdas econômicas constitui um grande desafio (SHANBHAG; SUNDARARAJ, 2013). Esta característica biodegradável da madeira a torna um material diferente em relação aos outros principais materiais como, plástico, vidro e metais.

Para Ibach (2005), Brazolin (2007), Koch e Schmitt (2013), Mantanis *et al.* (2014), Mansour; Salem (2015) e Reinprecht (2016), os agentes biológicos são os principais responsáveis pela deterioração da madeira. Entre estes destacam os fungos que causam manchas, amolecimento e apodrecimento, brocas marinhas, principalmente moluscos e

crustáceos, bactérias e os insetos representados por térmitas e besouros (ARCHER; LEBOW, 2006). No entanto os maiores danos econômicos de biodeterioração resultam da decomposição por fungos apodrecedores, que são mais ativos em climas tropicais, em comparação às regiões temperadas e frias (POMETTI *et al.*, 2010; RÄBERG *et al.*, 2013; STIENEN *et al.*, 2014).

As bactérias surgem na madeira em associação com colonizadores primários e secundários, frequentemente, no contexto da sucessão por fungos (SCHMIDT, 2006). Em folhosas, movimentam-se nos vasos que não estão obstruídos por tiloses, e no lenho outonal das coníferas, apenas alguns traqueídeos são atacados, em virtude dos pequenos espaços livres dentro da membrana das pontuações.

Estes microrganismos degradam madeiras submersas em água ou em plataformas com pulverização de água. As coníferas são mais afetadas que as folhosas, e o alburno mais que o cerne. Dentro do tecido lenhoso, preferencialmente, alimenta-se de açúcares solúveis, presentes nas células do parênquima e também atacam a membrana da pontuação não lignificada (UNGER; SCHNIEWIND; UNGER, 2001; KLAASSEN, 2014). Daniel (2003) enfatiza que estas não degradam ativamente as regiões da lamela média que contêm altos teores de lignina, em coníferas e folhosas.

Os fungos podem ser divididos em emboloradores, manchadores e apodrecedores (MOTTA *et al.*, 2013). Os dois primeiros descolorem a madeira e ambos vivem dos nutrientes presentes nos lúmens das células do parênquima no alburno (sais minerais, amido, açúcares e proteínas). Podem atacar e colonizar coníferas e folhosas, por meio da madeira roliça, serrada e produtos em uso. Não causam nenhum dano, ou ataque severo à parede celular e são classificados como Deuteromicetos e Ascomicetos (SCHMIDT, 2006; MESQUITA *et al.*, 2006, REINPRECHT, 2016).

Entre os fungos apodrecedores, estes podem ser classificados em três principais grupos, de acordo com sua capacidade de degradação do material lignocelulósico, em podridão branca, parda e mole (BJORDAL; NILSSON, 2002; PALA, 2007).

A maioria destes fungos apodrecedores pertence à classe biológica dos Basidiomicetos, mas alguns são Ascomicetos e Deuteromicetos (fungos imperfeitos) (SHMULSKY; JONES, 2011; LI *et al.*, 2013; BOUSLIMI *et al.*, 2014). Os autores destacam como mais comuns os gêneros *Gloeophyllum*, *Polyporus*, *Neolentinus*, *Trametes* e *Coniophora*. O ataque destes gêneros varia amplamente quanto à espécie de madeira,

condições propícias para seu desenvolvimento (teor de umidade, temperatura, oxigênio e pH), estrutura e propriedades químicas da madeira e diferentes posições nas peças.

Entre estes fungos destacam-se os Basidiomicetos, que são os principais degradadores da madeira (MEYER; BRISCHKE, 2015) e causam danos econômicos consideráveis (STIENEN; SCHMIDT; HUCKFELDT, 2014).

A deterioração por estes ocorre de maneira extracelular, por meio da penetração de suas hifas pelo lume das células, as quais liberam uma variedade de metabólitos extracelulares que ocasionam a degradação dos constituintes da parede celular vegetal, que são inicialmente despolimerizados em componentes susceptíveis ao transporte, e apesar de degradarem holocelulose e lignina, estes exibem diferentes taxas de deterioração para estas substâncias (SILVA *et al.*, 2007; IBACH, 2005; ARANTES; MILAGRES, 2009).

Os fungos da podridão parda degradam os hidratos de carbono (celulose e hemiceluloses) da madeira, não deteriorando a lignina, que favorece para uma coloração marrom do material. Os de podridão branca decompõem todos os componentes estruturais (celulose, hemiceluloses e lignina) do material lenhoso, tornando-o esbranquiçado (IBACH, 2005; SCHMIDT, 2006; OLIVEIRA *et al.*, 2010; OKINO *et al.*, 2015).

Fungos de podridão mole pertencem às classes Ascomycetos e Deuteromicetos, os quais causam a degradação progressiva das superfícies da madeira para o interior. Os efeitos do ataque são mais lentos para surgirem e menos perceptíveis do que os fungos anteriormente citados (SHMULSKY; JONES, 2011).

Em relação aos insetos, os cupins são os principais biodegradadores da madeira, mas em uma escala, eles causam menos danos que os fungos (CLAUSEN, 2010). Estes utilizam materiais lenhosos tanto como abrigo ou para obtenção de celulose, como fonte de alimento (SHMULSKY; JONES, 2011, REINPRECHT, 2016).

Segundo Constantino (2002), há aproximadamente 400 espécies de cupins registradas para América do Sul, com cinco famílias presentes; Kalotermitidae (53 espécies), Rhinotermitidae (19), Serritermitidae (2), Termitidae (325), e Termopsidae (1). No Brasil constam-se aproximadamente 300 espécies, que se distribuem em quatro famílias; Kalotermitidae, Rhinotermitidae, Serritermitidae e Termitidae (CONSTANTINO, 1999).

Entre as famílias citadas, a Termitidae possui uma vasta quantidade de indivíduos que incluem térmitas subterrâneos (arborícolas) e de montículos. Estes são capazes de

consumir a madeira, sem a presença de um simbiote intestinal, uma vez que estes podem depender de fungos para converter o material lignocelulósico de uma forma adequada para a sua própria digestão (RICHARDSON, 1993).

O mesmo autor destaca a família Kalotermitidae, que inclui as térmitas de madeira seca, as quais são capazes de se alimentarem da madeira que possui um baixo teor de umidade (< 15%). Nesta família, protozoários simbiotes no intestino grosso dos insetos fornecem enzimas celulases suficientes para permitir que os mesmos digiram a celulose, embora a lignina não seja consumida.

As espécies desta família, em especial, o *Cryptotermes brevis*, são encontradas principalmente no interior de locais domiciliares, com posterior ataque aos móveis, livros, estruturas de madeira, aglomerados e compensados (GONÇALVES *et al.*, 2013) e se instalam em madeiras com teores de umidade inferiores a 30%, com ninho dispostos em galerias e colônias formadas por algumas centenas de indivíduos (CABRERA *et al.*, 2001).

No geral, as térmitas subterrâneas geralmente penetram na madeira a partir do solo ou através de conexões que são construídas para alcançar a madeira, com formação de colônias que podem conter centenas de milhares a milhões de indivíduos (JEON; LEE, 2014). Os de madeira seca representam um risco diferente da variedade subterrânea por atacar a madeira acima do solo, diretamente a partir do ar, durante a revoada. Uma vez instalados, estes podem suportar teores de umidade entre 5 e 6 % (SHMULSKY; JONES, 2011).

Para Ragon, Nicholas e Schultz (2008) os extrativos presentes no material lenhoso, repelem o ataque de térmitas subterrâneas. No entanto, o mecanismo de como estes constituintes químicos proporcionam resistência às espécies florestais não está explicado.

Outros organismos que utilizam a madeira como fonte de alimento são os coleópteros, com várias famílias e subfamílias com espécies xilófagas, que apresentam uma ampla faixa de degradação da madeira em diversas fases de umidade, dentre estas, as principais são Cerambycidae (vivem em diversos tipos de madeira), Scolytinae e Platypodinae (árvores vivas ou recém-abatidas); Bostrycidae (madeira em processo de secagem); Lyctinae e Anobidae (madeira seca) (LEPAGE *et al.*, 1986).

Os coleópteros pertencem a maior ordem de insetos e uma variedade de espécies evoluiu para atacar a madeira. Os besouros podem causar danos diretamente como

galerias através da madeira ou como vetores de fungos que, posteriormente, mancham ou causam apodrecimento na mesma. Muitas espécies de besouros depositam seus ovos em árvores mortas ou recém-derrubadas, com formação de túneis, no qual as larvas degradam a madeira, contribuindo, assim, para a ciclagem de nutrientes (MORRELL, 2012).

Em relação a hymenoptera destacam-se os insetos da família Formicidae, e o gênero de maior importância é o *Camponotus*, onde as espécies são conhecidas como formigas carpinteiras. *Camponotus* tem distribuição mundial. Sua maior diversidade e a abundância é alcançada nas florestas tropicais e habitats de savana em baixas latitudes. As colônias são muito visíveis pelo número ou tamanho das operárias (ROSSI; FELDHAAR, 2020).

Ainda de acordo com os mesmos autores, os ninhos de *Camponotus* podem ser construídos no solo ou debaixo de pedras, em madeira ou em plantas vivas. Ao contrário da maioria das outras formigas, diversas espécies de *Camponotus* são capazes de escavar cavidades em madeira maciça (incluindo estruturas de madeira de casas) como espaço de nidificação, que deu ao gênero o nome comum “formigas carpinteiras”.

CONCLUSÕES

Essa pesquisa se insere no contexto de revisão bibliográfica sobre resistência biológica da madeira. A importância do tema está relacionada com a vida média útil em serviço quando a madeira é exposta a condições favoráveis a proliferação e ataque de organismos xilófagos, principalmente fungos, insetos. Os agentes degradadores associados às diversas condições de utilizações possuem grande importância na resistência natural e vida útil da madeira. Agentes como fungos possuem um mecanismo de degradação química que é influenciado por fatores como umidade e calor, enquanto os insetos como térmitas ou cupins, brocas e formigas utilizam mecanismos mecânicos. O conhecimento da resistência biológica da madeira é fundamental para a recomendação mais adequada, com isto é possível evitar gastos desnecessários substituindo peças e diminuindo os impactos ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, N. A. *et al.* Biodeterioração de produtos à base da madeira de cedro australiano (*Toona ciliata* M. Roem. var. *australis*). *Cerne*, v.18, n.1, p.17-26, 2012.
- ALMEIDA, D. H. *et al.* Determinação da rigidez de *Pinus elliottii* em diferentes teores de umidade por meio de ensaios mecânicos não destrutivos. *Scientia Forestalis*, v. 44, n. 110, p. 303-309, 2016.
- ARCHER, K.; LEBOW, L. Wood preservation. In: WALKER, J. C.F. (Ed). **Primary wood processing: principles and practice**. Berlim: Springer-Verlag, 2006. p. 297-338.
- BJORDAL, C. G.; NILSSON, T. Water logged archaeological wood - a substrate for white rot fungi during drainage of wetlands. **International Biodeterioration and Biodegradation**, v. 50, n.1, p. 17-23, 2002.
- BLANCHETTE, R. A.; BIGGS, A. R. **Defense mechanisms of woody plants against fungi**. Berlin: Springer-Verlag, 1992, 478p.
- BOUSLIMI, B.; KOUBAA, A.; BERGERON, Y. Effects of biodegradation by brown-rot decay on selected wood properties in eastern white cedar (*Thuja occidentalis* L.). **International Biodeterioration and Biodegradation**, v. 87, p. 87-98, 2014.
- BRAZOLIN, S. Biodeterioração e preservação da madeira. In: OLIVEIRA, J. T. S.; FIEDLER, N. C. NOGUEIRA, M. **Tecnologias aplicadas ao setor madeireiro**. Visconde do Rio Branco: Suprema Gráfica e Editora, 2007, p.343-365.
- BRISCHKE, C. *et al.* Natural durability of timber exposed above ground - a survey. *Drvna Industrija*, v 64, n.2, p.113-129, 2013.
- CLAUSEN, C. A. Biodeterioration of Wood. In: **Wood handbook: wood as an engineering material**. 100 ed. Madison: USDA/FS/FPL, 2010, p.312-327, (General Technical Report FPL-GTR-190).
- CONSTANTINO, R. The pest termites of South America: taxonomy, distribution and status. **Journal of Applied Entomology**, v.126, n.7, p.355-365, 2002.
- CONSTANTINO, R. Chave ilustrada para a identificação dos gêneros de cupins (Insecta: Isoptera) que ocorrem no Brasil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v.40, n.25, p. 387-448, 1999.
- CRUZ, H.; RODRIGUES, M. **Humidade da madeira**. Lisboa: LNEC, 1997. (Série Madeiras para Construção, Ficha 9).

DANIEL, G. Free radical reactions of wood-degrading fungi. In: GOODELL, B.; NICHOLAS, D. D.; SCHULTZ, P. (Ed.). **Wood deterioration and preservation**. Washington: American Chemical Society, 2003. p. 34-72.

EUROPEAN STANDARD. **EN 844-4**: round and sawn timber - terminology. Part 4: Terms relating to moisture content. Brussels: CEN, 1995.

EVANGELISTA, W.V.; SILVA, J. C.; VALLE, M.L.A.; XAVIER, B.A. Caracterização anatômica quantitativa da madeira de clones de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. e *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake. **Scientia Forestalis**, v.38, p.273-284, 2010.

GONÇALVES, F. G. et al. Durabilidade natural de espécies florestais madeireiras ao ataque de cupim de madeira seca. **Revista Floresta e Ambiente**, v.20, n.1, p. 110-116, 2013.

IBACH, R. E. Biological properties. In: ROWELL, R.M. (Org.). **Wood chemistry and wood composites**. Boca Raton: CRC Press, 2005, p. 107-127.

JEON, W.; LEE, S. H. Effects of tunnel structures of two termite species on territorial competition and territory size. **Journal of Asia Pacific Entomology**, v.17, n.3, p.199-205, 2014.

KLAASSEN, R. K. W. M. Speed of bacterial decay in waterlogged wood in soil and open water. **International Biodeterioration and Biodegradation**, v.86, p.129-135, 2014.

KLOCK, U.; ANDRADE, A. S. **Química da madeira**. 4. ed. Curitiba: UFPR, 2013. 85p (Manual Didático).

KOCH, G.; SCHMITT, U. Topochemical and electron microscopic analyses on the lignification of individual cell wall layers during wood formation and secondary changes. In: FROMM, J. (Ed.). **Cellular aspects of wood formation**. Berlin: Springer-Verlag, 2013, p. 41-70.

LEBOW, S. T. Wood preservation. In: **Wood handbook**: wood as an engineering material. 100 ed. Madison: USDA/FS/FPL, 2010, p.312-327 (General Technical Report FPL-GTR-190).

LEPAGE, E. S. Preservativos e sistemas preservativos. In: LEPAGE, E. S. (Coord.) **Manual de preservação de madeiras**. São Paulo: IPT, 1986, v.1. p.41-330.

LI, Q.; LIN, J. G.; LIU, J. Decay resistance of wood treated with extracts of *Cinnamomum camphora* xylem. **BioResources**, v.8, n.3, p.4208-4217, 2013.

LU, J. et al. Stilbene impregnation retards brown-rot decay of scots pine sapwood. **Holzforschung**, v.70, n.3, p.261-266, 2016.

- MACHADO, J. S.; CRUZ, H.; NUNES, L. **Mitos e factos relacionados com o desempenho de elementos de madeira em edifícios.** LNEC, 2003. Disponível em: https://www.academia.edu/1359437/Mitos_e_factos_relacionados_com_o_desempenho_de_elementos_de_madeira_em_edif%C3%ADcios?auto=download. Acesso em: 21 jan. 2017.
- MANTANIS, G. et al. Evaluation of mold, decay and termite resistance of pine wood treated with zinc-and copper-based nanocompounds. **International Biodeterioration and Biodegradation**, v.90, p.140-144, 2014.
- MANSOUR, M. M. A.; SALEM, M. Z. M. Evaluation of wood treated with some natural extracts and Paraloid B-72 against the fungus *Trichoderma harzianum*: wood elemental composition, in-vitro and application evidence. **International Biodeterioration and Biodegradation**, v.100, p.62-69, 2015.
- MEYER, L.; BRISCHKE, C. Fungal decay at different moisture levels of selected European-grown wood species. **International Biodeterioration and Biodegradation**, v. 103, n.4, p.23-29, 2015.
- MELO, R. R. et al. Durabilidade da madeira de três espécies florestais em ensaios de campo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 2, p. 357-365, 2010.
- MESQUITA, J. B.; LIMA, J. T.; TRUGILHO, P. F. Micobiota associada à madeira serrada de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden durante a secagem ao ar livre. **Ciência Florestal**, v.16, n.1, p.45-50, 2006.
- MORRELL, J. J. Protection of wood and based materials. In: KUTZ, M. (Org.). **Environmental degradation of materials**. New York: Elsevier, 2012, p. 407-438.
- MOORE, R. K. et al. The effect of polarity of extractives on the durability of wood. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON WOOD, FIBER, AND PULPING. 18, 2015, Vienna, **Proceedings...** Vienna: ISWFPC, 2015, 4p.
- MOTTA, J. P. et al. Resistência natural da madeira de *Tectona grandis* em ensaio de laboratório. **Ciência Rural**, v.43, n.8, p.1393-1398, 2013.
- NORMA PORTUGUESA/EUROPEAN NORME STANDARD. **NP EN 335-1**. Durabilidade da madeira e de produtos derivados. Definição das classes de risco de ataque biológico. Parte 1: generalidades. IPQ, 1994.
- OKINO, E. Y. A. et al. Accelerated laboratory test of three Amazonian wood species called tauari, exposed to white- and brown-rot fungi and color. **Ciência Florestal**, v.25, n.3, p.581-593, 2015.
- OLIVEIRA, J. T. S. et al. Influência dos extrativos na resistência ao apodrecimento de seis espécies de madeira. **Revista Árvore**, v.29, n.5, p.819-826, 2005.

- OLIVEIRA, L. S. et al. Natural resistance of five woods to *Phanerochaete chrysosporium* degradation. **International Biodeterioration and Biodegradation**, v. 64, n.8, p.711-715, 2010.
- OZYHAR, T. *et al.* Moisture-dependent elastic and strength anisotropy of European beech wood in tension. **Journal of Materials Science**, v. 47, n. 16, p. 6141-6150, 2012.
- PALA, H. Constituição e mecanismos de degradação biológica de um material orgânico: a madeira. **Construção Magazine**, n.20, p.54-62, 2007.
- PAES, J. B. et al. Resistência natural de nove madeiras do semiárido brasileiro a fungos xilófagos em simuladores de campo. **Revista Árvore**, v.33, n.3, p.511-520, 2009.
- PANSHIN, A. J.; DE ZEEUW, C. **Textbook of wood technology**. 4. ed. New York: McGraw-Will, 1980, 722p.
- POMETTI, C. L. et al. Durability of five native Argentine wood species of the genera *Prosopis* and *Acacia* decayed by rot fungi and its relationship with extractive content. **Biodegradation**, v.21, n.5, p.753-760, 2010.
- RAGON, K. W.; NICHOLAS, D. D., SCHULTZ, T. P. Termite-resistant heartwood: the effect of the non-biocidel antioxidant properties of the extractives (Isoptera: Rhinotermitidae), **Sociobiology**, v.52, n.1, p.47-54, 2008.
- RÅBERG, U. et al. Testing and evaluation of natural durability of wood in above ground conditions in Europe-an overview. **Journal Wood Science**, v.51, n.5, p.429-440, 2005.
- RÅBERG, U.; TERZIEV, N.; GEOFFREY, D. Degradation of scots pine and beech wood exposed in four test fields used for testing of wood preservatives. **International Biodeterioration and Biodegradation**, v.79, p.20-27, 2013.
- RAJINIPRIYA, M. et al. Importance of agricultural and industrial waste in the field of nanocellulose and recent industrial developments of wood based nanocellulose: A Review. **ACS Sustainable Chemistry and Engineering**, v.6, n.3, p.2807-2828, 2018.
- REINPRECHT, L. **Wood deterioration, protection and maintenance**. United Kingdom: Wiley Blackwell, 2016, 366p.
- READING, N. S.; WELCH, K. D.; AUST, S. D. Microview of wood under degradation by bacteria and fungi. In: GOODELL, B.; NICHOLAS, D. D.; RICHARDSON, B. A. **Wood preservation**. 2. ed. New York: E & FN Spon, 1993, p.23-32.
- ROSSI, N., FELDHAAR, H. Carpenter Ants. In: Starr, C (Org.). **Encyclopedia of Social Insects**. Switzerland: Springer Nature: 2020, p. 1 - 6.

ROWELL, R. M. et al. Cell wall chemistry. In: ROWELL, R. M. (Org.). **Wood chemistry and wood composites**. Florida: CRC Press: 2005, p. 43 - 83.

SCHMIDT, O. **Wood and tree fungi: biology, damage, protection, and use**. Berlin: Springer, 2006. 344 p.

SCHULTZ, P. (Org.). **Wood deterioration and preservation**. Washington: American Chemical Society, 2003, p.17-31.

SHMULSKY, R.; P. JONES, P. D. **Forest products and wood science: an introduction**. 6th ed. Iowa: Wiley-Blackwell, 2011, p. 229 - 252.

SHANBHAG, R. R.; SUNDARARAJ, R. Imported wood decomposition by termites in different agro-eco zones of India. **International Biodeterioration and Biodegradation**, v.85, p.16-22, 2013.

SILVA, C. A. et al. Biodeterioration of Brazil wood *Caesalpinia echinata* Lam. (Leguminosae - Caesalpinioideae) by rot fungi and térmites. **International Biodeterioration and Biodegradation**, v. 60, n.4, p. 285-292, 2007.

SOUZA, G. O. et al. **Deterioração e Preservação da Madeira**. Mossoró: Edufersa, 2018, p. 67-84.

STIENEN, T.; SCHMIDT, O.; HUCKFELDT, T. Wood decay by indoor basidiomycetes at different moisture and temperature. **Holzforschung**, v.14, n.1, p.9-15, 2014.

SUNDARARAJ, R. et al. Natural durability of timbers under Indian environmental conditions-an overview. **International Biodeterioration and Biodegradation**, v.103, p.196-214, 2015.

SWIFT, M. J.; HEAL, D. W.; ANDERSON, J. M. **Studies in ecology-decomposition in terrestrial and aquatic ecosystems**. Oxford: Blackwell. p. 54-94, 1979.

TOMAZELI, A. J. et al. Durabilidade natural de quatro espécies florestais em campo de apodrecimento. **Tecnológica**, v.20, n.1, p.20-25, 2016.

UNGER, A.; SCHNIEWIND, A. P.; UNGER, W. **Conservation of wood artifacts**. Berlin: Springer-Verlag, 2001. 585 p.

VIVIAN, M. A. *et al.* Resistência biológica da madeira tratada de duas espécies de *Eucalyptus* em ensaio de campo. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 34, n. 80, p. 425-433, 2014.

ZABEL, R. A.; MORRELL, J. J. **Wood microbiology: decay and its prevention**. California: Academic Press, 1992, p. 3-44.

Insetos Broqueadores Associados ao Cajueiro: uma Revisão

Autoria:

Yago Lourenço de Carvalho

Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Agronomia: Fitotecnia pela Universidade Federal do Ceará

Pâmela Brenna Silva Teixeira

Engenheira Agrônoma pela Universidade Federal do Ceará

Niédja Goyanna Gomes Gonçalves

Doutora em Bioquímica. Professora Adjunta do Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal do Ceará

Gabryellen Araújo da Silva

Graduanda de Agronomia da Universidade Federal do Ceará

Maria do Socorro Cavalcante de Souza

Mota

Analista da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza

Antonio Lindemberg Martins Mesquita

Doutor em Ciências Agrônomicas, Pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará

Resumo

O cajueiro é uma planta nativa do Nordeste brasileiro de elevada importância econômica, sendo seu cultivo fonte de renda no campo e na indústria no período seco. O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão sobre as espécies de insetos de hábito broqueador associadas ao cajueiro, com foco em sua morfologia, seus hábitos alimentares, sua importância econômica e seu controle. Como resultados, foram encontrados registros de 20 espécies de hábito broqueador associados ao cajueiro, consistindo em 18 coleópteros e dois lepidópteros. Dentre os coleópteros, a família Cerambycidae foi a que apresentou maior número de espécies, enquanto os maiores danos econômicos foram relacionados à família Curculionidae e às espécies *Marshallius anacardii* e *M. bondari*. Somente duas espécies de lepidópteros de hábito broqueador são associadas ao cajueiro, *Anacamptis phytomiella* e *Anthistarcha binocularis*, sendo estas as únicas espécies com registro de produtos químicos para seu combate. Dentre todos os insetos estudados, estas espécies são as que possuem maior relevância econômica, devido à alta incidência de ataques em pomares e aos seus danos associados.

Palavras-chave: *Anacardium occidentale* L. Gelechiidae. Curculionidae. Cerambycidae. Controle.

Como citar este capítulo:

CARVALHO, Yago Lourenço *et al.* Insetos Broqueadores Associados ao Cajueiro: uma Revisão. In: ANDRADE, Jaily Kerllor Batista (Org.). **Fundamentos e pesquisas em Ciências Ambientais e Agrárias**. Campina Grande: Licuri, 2024, p. 90-103. ISBN: 978-65-85562-27-0. DOI: 10.58203/Licuri.22707.

INTRODUÇÃO

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.), planta nativa do Nordeste brasileiro, é uma cultura de elevada importância econômica em virtude de sua alta adaptabilidade à região semiárida, tornando-se fonte de renda no campo e na indústria no período seco, que compreende a entressafra das principais culturas anuais na região (Serrano e Pessoa, 2016).

No Brasil, a área ocupada em 2022 pela produção de castanha-de-caju, seu principal produto, foi estimada em 425,2 mil hectares, dos quais 99,7% estão concentrados no Nordeste (Brainer, 2022). A produção nordestina, estimada em 116,4 mil toneladas, provém principalmente do Ceará, que contribuiu com 54,1% dessa parcela (Brainer, 2022).

Perante os gargalos da produção, um dos maiores fatores que contribuem para a redução da produção são os ataques de pragas e doenças na cultura. De acordo com o Programa Nacional de Pesquisa de Caju (Araújo e Parente, 1991), com o aumento da implantação de cultivos de cajueiro, surgiram vários problemas de ordem fitossanitária, mostrando a suscetibilidade da cultura a insetos, ácaros e patógenos, em que o reduzido número de tecnologias adequadas ao seu manejo, assim como de produtos eficientes e registrados para seu uso, dificultam a adoção de medidas protetivas de forma adequada no cultivo.

Quanto ao seu hábito alimentar, os insetos fitófagos podem ser divididos em dois grandes grupos: os de alimentação externa, relacionados ao consumo foliar direto por mastigação; e os de alimentação interna, que compreende os minadores, broqueadores, sugadores e galhadores (Pallini, 2004). Dentre estes, os broqueadores são insetos que se aprofundam nos tecidos das plantas, alimentando-se e residindo neles, podendo estar associados a qualquer parte do material vegetal, vivo ou morto, ocasionando severos danos, como a redução da produção e até a morte do pomar (Pallini, 2004).

De acordo com Bleicher & Melo, 1996, 14 espécies de insetos broqueadores eram associados ao cajueiro, em diferentes órgãos da planta; sendo que, desde então, novas espécies foram registradas em associação com a cultura.

Diante da diversidade de espécies dos insetos broqueadores e sua voracidade em seus ataques à importante cultura do caju no Brasil, o objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão sobre as espécies de insetos de hábito broqueador associadas ao

cajeeiro (*Anacardium occidentale* L.), com foco em sua morfologia, seus hábitos alimentares, sua importância econômica e seu possível controle, quando necessário, a fim de facilitar a difusão desse conhecimento no meio agrícola.

METODOLOGIA

Inicialmente, o estudo foi realizado por meio de revisão bibliográfica, por obras de referência, como: os tomos de Insetos do Brasil, de Costa Lima, 1955; o Quarto Catálogo dos Insetos que vivem nas plantas do Brasil - seus parasitos e predadores, de Silva e colaboradores, 1968; e o livro Artrópodes associados ao cajueiro no Brasil, de Bleicher e Melo, 1996. Realizou-se um levantamento dos insetos de hábitos broqueadores que se alimentam do cajueiro em alguma fase de seu desenvolvimento.

A relação de insetos foi completada e atualizada consultando-se a literatura especializada publicada por outros autores, sendo os hábitos e o manejo dos insetos determinados por meio de consulta da literatura específica para cada espécie ou grupo de espécies.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram relacionadas 20 espécies de hábito broqueador ao cajueiro, de importância econômica variada, totalizando 18 coleópteros e dois lepidópteros. A morfologia, o comportamento e as recomendações de manejo para estes insetos são descritos a seguir.

Broca-do-tronco do cajueiro - *Marshallius anacardii* Lima, 1979 (Coleoptera, Curculionidae)

Os insetos adultos possuem em média 10 mm de comprimento, com corpo castanho-escuro, élitros recobertos por escamas amarelas, castanhas e negras, formando manchas de formado variado, sendo característica a presença de mancha grande e amarelada no metasterno (Lima, 1979).

Os adultos possuem hábito noturno, escondendo-se ou camuflando-se no tronco durante o dia, havendo pouca disposição do inseto em se locomover de uma planta a outra, sendo possível encontrar diferentes graus de infestação nos pomares (Carvalho *et al.*, 1972; Melo e Bleicher, 1998; Lima, 1979). A poda e o corte de ramos, assim como os sintomas de doenças, aparentam atrair o inseto (Lima, 1979; Carvalho *et al.*, 2023). As

fêmeas ovipositam na região do colo da planta, onde a larva penetra após eclodir, produzindo galerias rasas pouco abaixo da casca, aprofundando-se de acordo com seu desenvolvimento, chegando ao lenho ao final do estágio larval, onde é construída uma câmara para o estágio de pupa (Barros *et al.*, 1993; Carvalho *et al.*, 1972; Melo e Bleicher, 1998;). Durante a perfuração da madeira, serragem (excrementos) é depositada para fora da galeria (Lima, 1979). Os adultos emergem de orifícios na planta (Figura 1), podendo ser geradas várias gerações durante o ano (Lima, 1979).



Figura 1. Adulto e larva de *Marshallius anacardii*. Fonte: Muniz, C.R., 2022; Mesquita, A.L.M., 2022.

Os principais sintomas de ataque são os relacionados ao desenvolvimento das larvas, sendo a presença dos orifícios e a casca da árvore frouxa e quebradiça características da presença do inseto (Barros *et al.*, 1993). Com a evolução dos danos, a planta pode apresentar outros sintomas, como exsudação de resina dos ferimentos, amarelecimento e abscisão das folhas, morte dos ramos e, por fim, da própria planta. Estes sintomas são semelhantes aos sintomas da doença resinose no cajueiro (Figura 2), causada pelo fungo *Lasiodiplodia theobromae* (Carvalho, 2022).

De acordo com Carvalho *et al.*, 2023, em áreas de substituição de copa, os sintomas iniciais dos ataques nos enxertos manifestam-se por uma clorose internervural nas folhas inferiores, que ascende para as folhas superiores. Com esses sintomas, é possível encontrar as larvas na base das brotações onde encontra-se o início das galerias e da serragem, havendo registro de até 24 larvas por planta (Carvalho, 2022).



Figura 2. Exsudação de resina causada por *Marshallius anacardii*. Fonte: Mesquita, A.L.M., 2022.

Como controle, a partir da identificação dos sintomas iniciais do ataque, devem ser realizadas a raspagem e a escarificação do tronco na região atacada para a remoção das larvas e, assim, evitar a morte da planta (Carvalho *et al.*, 2023).

Broca-da-raiz do cajueiro - *Marshallius bondari* Rosado-Neto, 1989 (Coleoptera, Curculionidae)

Maiores em tamanho e robustez (em média 16 mm) do que *M. anacardii* (Figura 3), apresentando nos élitros, em sua metade apical, manchas largas, oblíquas e irregulares formadas por escamas amarelas, o que auxilia na diferenciação de *M. anacardii* (Rosado-Neto, 1989; Policarpo, 2014).

A fêmea deposita seus ovos próximo ao colo da planta, onde a larva penetra nos tecidos após a eclosão, formando galerias em direção às raízes (Carvalho, 2022). A larva, ao entrar em processo de pupa, fabrica um abrigo oval, com terra e resto vegetal, podendo essas cavidades serem formadas abaixo da linha do solo, sendo a emergência dos adultos na estação chuvosa seguinte (Rosado-Neto, 1989). Plantas novas atacadas podem ter seu sistema radicular completamente destruído, ocorrendo de forma inicialmente imperceptível e ocasionando a morte precoce da planta (Carvalho, 2022; Policarpo, 2014). A retenção foliar (Figura 3) após a morte da planta é a principal indicação da presença da broca-da-raiz (Carvalho, 2022).



Figura 3. Adulto de *Marshallius bondari* (Imagem esquerda). Cajueiro morto com retenção foliar pelo ataque de *Marshallius bondari*(Imagem direita). Fonte: Mesquita, A.L.M, (s.d.).

A praga pode ser controlada pelo arranquio das plantas atacadas, seguido de revolvimento do solo em 60 cm a uma distância de 1 metro ao redor da planta, devendo o material vegetal sobre o solo ser imediatamente encoivarado e queimado após o revolvimento (Mesquita *et al.*, 2016).

***Apate spp.* Fabricius, 1775 (Coleoptera, Bostrichidae)**

Os bostriquídeos associados ao cajueiro consistem em duas espécies: *Apate terebrans* Pallas, 1772; e *Apate monachus* Fabricius, 1775 (Carvalho, 2022). Os besouros adultos possuem coloração preta a preta amarronzada e apresentam em média 25 e 13 mm de comprimento, respectivamente, possuindo antenas diminutas e élitros finamente pontuados e truncados na extremidade posterior (Bonsignore, 2012; Carvalho, 2022). A larva esbranquiçada apresenta formato curvo e primórdios de pernas torácicas visíveis (Gallo, 2002; Agboton *et al.*, 2019).

Os adultos de *A. terebrans* e *A. monachus* alimentam-se da madeira viva das plantas de caju. Os besouros perfuram orifícios em tronco e galhos de árvores jovens e sadias, construindo uma galeria única e contínua no sentido ascendente, removendo o alburno próximo à casca (Souza *et al.*, 2009; Agboton *et al.*, 2019). No entanto, os besouros apresentam preferência por madeira de árvores mortas, doentes ou murchas para oviposição, uma vez que nestas há condições ótimas para o desenvolvimento larval (Souza *et al.*, 2009; Bonsignore, 2012; Agboton *et al.*, 2019).

A presença do besouro pode ser facilmente diagnosticada pelos orifícios de entrada dos adultos, que podem medir de 0,8 a 2,8 cm, assim como pela presença de serragem acumulada na base da árvore, havendo exsudação de resina na entrada do orifício em resposta ao ataque (Agboton *et al.*, 2019; Carvalho, 2022). A abertura das galerias provoca a quebra e queda do caule e dos ramos, podendo causar a morte de árvores jovens (Agboton *et al.*, 2019).

Para o controle, deve ser realizada a destruição dos ramos atacados e caídos, podendo ser usada fosfina em pasta na entrada dos orifícios (Gallo, 2002). É possível, ainda, realizar a inserção de um arame nos túneis a fim de matar o adulto, ou a injeção de produtos químicos voláteis com seringa seguida do fechamento do orifício com argila (Carvalho, 2022). O dano da broca é comumente pequeno e restrito a poucas árvores, sendo facilmente mantido sob controle quando monitorado (Topper, 2002).

Besouros serradores (Coleoptera, Cerambycidae, Lamiinae)

Os cerambicídeos da subfamília Lamiinae podem ser caracterizados por sua cabeça com a frente larga e verticalizada (Costa Lima, 1955). Para o cajueiro, há a ocorrência de quatro espécies do gênero *Oncideres* (Lamiinae, Onciderini), sendo estas *Oncideres dejeani* Thomson, 1868; *Oncideres saga* Dalman, 1823; *Oncideres ulcerosa* Germar, 1823; e *Oncideres límpida* Bates, 1865 (Mesquita *et al.*, 2017). Os besouros adultos de *Oncideres spp.* têm o comprimento de 13 a 20 mm por 46 mm de largura e apresentam coloração pardo-amarelada com manchas nos élitros, apresentando longas antenas (Policarpo, 2014). As larvas apresentam uma placa rígida e branca na parte distal do primeiro segmento do corpo (Mesquita *et al.*, 2017).

Os adultos de *Oncideres spp.*, tanto machos como fêmeas, serram galhos e troncos com até 100 mm de diâmetro, provocando a queda dos ramos pelas incisões realizadas (Mesquita *et al.*, 2017; Costa Lima, 1955). As fêmeas ovipositam até dezenas de ovos nas incisões das madeiras recém-cortadas, onde, após a eclosão, as larvas alimentam-se do lenho, formando um canal na parte interna da casca (Mesquita *et al.*, 2017; Carvalho, 2022). Ao final do estágio larval, a larva cria uma câmara mais larga na parte terminal da galeria, onde realiza a metamorfose e se transforma em pupa. O adulto emergente perfura a casca e chega ao exterior, deixando orifício de contorno elíptico (Policarpo, 2014; Mesquita *et al.*, 2017; Costa Lima, 1955).

As incisões circulares ao redor dos ramos, de distância e tamanho variáveis, que causam a queda dos galhos, são os principais sinais da presença do inseto, sendo seu controle realizado pela eliminação e destruição dos ramos cortados (Gallo *et al.*, 1988) e pelo uso de fosfina nos orifícios (Gallo *et al.*, 2002).

Coleópteros de menor importância econômica

Outros besouros broqueadores também possuem associação com o cajueiro, sendo estes os curculionídeos *Hypothenemus obscurus* Fabricius, 1801 (Coleoptera, Curculionidae) e *Conotrachelus* spp. Dejean, 1835 (Coleoptera, Curculionidae) e alguns cerambicídeos das tribos Trachyderini e Elaphidiini (Coleoptera, Cerambycidae, Cerambycinae) e Callipogonini (Coleoptera, Cerambycidae, Prioninae) (Carvalho, 2022).

O besouro-da-casca, *H. obscurus*, consiste em besouro diminuto de coloração marrom-escuro, comprimento variando de com 0,9 mm a 1,6 mm, possuindo um pronoto prolongado quem encobre a cabeça (Wood, 2007). Possuem hábitos fitófagos e polípagos, alimentando-se principalmente de galhos finos nas partes distais e recentemente diferenciadas, sendo observado ataque mais intenso em árvores menores, gerando pequenos orifícios ao escavar o tecido da planta, havendo exsudação de goma, não sendo relatados danos econômicos relacionados ao inseto (Ghizoni, 2015; Carvalho, 2022). Também foi citado por Naik *et al.*, 2012, infestando castanhas-de-caju verdes em Karnataka, Índia, sem grande expressão de danos, não havendo relatos desse tipo de ataque às castanhas no Brasil (Carvalho, 2022).

Os besouros do gênero *Conotrachelus* são associados ao pedúnculo do fruto (Carvalho, 2022), compreendendo besouros de 5 a 10 mm de coloração amarronzada (Gallo, 1988). As fêmeas ovipositam no pseudofruto, onde as larvas penetram e se alimentam da polpa, gerando perfurações na casca do pedúnculo, podendo a polpa ser totalmente destruída pela alimentação da larva (Gallo, 1988; Delgado e Couturier, 2014). Apesar dos danos diretos a uma parte, não há relatos de danos expressivos à produção no Brasil (Carvalho, 2022).

Quanto aos cerambicídeos da subfamília Cerambycinae, são relacionadas sete espécies de hábito broqueador ao cajueiro. Destas, uma espécie pertence à tribo Elaphidiini, *Paranyssicus conspicillatus* Erichson, 1847 (syn. *Nyssicus quadrinus*) e as seis demais são pertencentes à tribo Trachyderini, sendo estas *Andraegoidus rufipes* Fabricius, 1787 (syn. *Trachyderes rufipes*), *Andraegoidus fabricii* Dupont, 1838 (syn.

Trachyderes rufipes ab.fulvipennis), *Chydarteres striatus striatus* Fabricius, 1787 (syn. *Trachyderes striatus*), *Trachyderes succinctus succinctus* Linnaeus, 1758, *Retrachydes thoracicus thoracicus* Olivier, 1790 (syn. *Trachyderes thoracicus*) e *Dorcacerus barbatus* Olivier, 1790 (Carvalho, 2022).

As larvas atuam como brocas caulinares, broqueando principalmente ramos, formando galerias que seguem em direção ao maior diâmetro da planta. Os adultos, por sua vez, podem atacar os pedúnculos, reduzindo sua qualidade para a comercialização (Mesquita *et al.*, 2017). Apesar dos danos diversos, os cerambicíneos não possuem grande expressão econômica e seu controle em ramos mais finos pode ser realizado pelo corte e pela eliminação do ramo; pela eliminação da larva no interior do ramo com a introdução de um arame no orifício; ou pela aplicação de produtos tóxicos ao inseto, como querosene e fosfina em pasta na base do orifício (Mesquita *et al.*, 2017; Gallo, 2002).

Em relação aos cerambicídeos da subfamília Prioninae, somente uma espécie pertencente à tribo Callipogonini é relatada em associação com o cajueiro, *Enoplocerus armillatus* Linnaeus, 1767 (syn. *Callipogon armillatus*) (Mesquita *et al.*, 2017; Carvalho, 2022). As larvas de *E. armillatus* possuem hábito decompositor, alimentando-se de troncos de plantas de cajueiros recém-mortas e em estado avançado de decomposição, não causando danos às plantas vivas e não sendo, portanto, recomendada medida de controle.

Traça-da-castanha - *Anacamptis phytomiella* Busck, 1914 (Lepidoptera, Gelechiidae)

O inseto adulto é uma mariposa de aproximadamente 13 mm de envergadura e coloração escura (Figura 4). A lagarta tem 12 mm de comprimento, apresenta coloração rosa-claro e a cabeça preta em seu último ínstar (Mesquita *et al.*, 2022).

A mariposa deposita seus ovos nos frutos jovens, e a lagarta, ao emergir, penetra na castanha sem deixar vestígios externos, consumindo internamente a amêndoa, inviabilizando a comercialização (Carvalho, 2022). Antes de se tornar pupa, a larva abre um orifício circular na parte final da castanha para posterior saída da mariposa, sendo este o sinal da presença da praga (Mesquita *et al.*, 2022). A praga possui, ainda, hábito broqueador em ramos ponteiros da planta, elevando a capacidade de sobrevivência da espécie, sendo gerada uma galeria no interior do ramo, havendo murcha seguida da seca do ponteiro (Figura 4; Mesquita e Mota, 2020).



Figura 4. Adulto de *Anacampsis phytomiella* (imagem esquerda). Orifício de saída do adulto de *Anacampsis phytomiella* (imagem direita; Fonte: Silva, G.A., 2022).

A mariposa deposita seus ovos nos frutos jovens, e a lagarta, ao emergir, penetra na castanha sem deixar vestígios externos, consumindo internamente a amêndoa, inviabilizando a comercialização (Carvalho, 2022). Antes de se tornar pupa, a larva abre um orifício circular na parte final da castanha para posterior saída da mariposa, sendo este o sinal da presença da praga (Mesquita *et al.*, 2022). A praga possui, ainda, hábito broqueador em ramos ponteiros da planta, elevando a capacidade de sobrevivência da espécie, sendo gerada uma galeria no interior do ramo, havendo murcha seguida da seca do ponteiro (Mesquita e Mota, 2020).

O controle biológico natural da praga ocorre em níveis baixos. Assim, quando for identificado ataque em 5% das castanhas em percentagem simples, recomenda-se o uso de controle químico à base do inseticida Delegate (Espinósinas) (Mesquita *et al.*, 2016).

Broca-das-pontas - *Anthistarcha binocularis* Meyrick, 1929 (Lepidoptera, Gelechiidae)

O adulto consiste em uma mariposa de 16 mm de envergadura e coloração acinzentada. As lagartas são amareladas, têm cabeça amarronzada e atingem até 15 mm de comprimento (Gallo, 2002; Mesquita *et al.*, 2016). A mariposa realiza a postura de seus ovos nas brotações novas, nas quais as larvas perfuram o tecido e se movem, formando uma galeria em direção ao centro do ramo, onde completam a fase de pupa (Figura 5; Mesquita *et al.*, 2016).



Figura 5. Adulto de *Anthistarcha binocularis* (imagem esquerda) e Inflorescência morta por ataque de *Anthistarcha binocularis*, com acúmulo de fezes nas folhas inferiores (imagem direita; Fonte: Mesquita, A.L.M., 2022).

De forma semelhante ao ataque de *A. phytomiella* em ramos, o principal sintoma do ataque é a murcha e seca dos ramos ou inflorescências. Porém, é possível observar um orifício na lateral do ramo, feito pela lagarta antes do período de pupa para a saída da mariposa após a emergência, podendo ou não ocorrer acúmulo de resina (Mesquita e Mota, 2020). É possível, ainda, visualizar serragem (fezes da larva) acumulada em folhas abaixo do ramo atacado (Carvalho, 2022).

Uma vez que o controle biológico natural é de baixa eficácia (Carvalho, 2022), é possível realizar o controle cultural pela poda e destruição dos ramos atacados ou pelo uso de produtos químicos à base de Deltametrina (piretroide) e Espinotram (espinosinas) (Mesquita *et al.*, 2022).

CONCLUSÕES

Dentre os coleópteros, a família Cerambycidae foi a que apresentou maior número de espécies. Porém, os maiores danos econômicos à cultura do caju estão relacionados aos curculionídeos *M. anacardii* e *M. bondari*, responsáveis por alta taxa de mortalidade em pomares.

Somente os lepidópteros *A. phytomiella* e *A. binocularis* possuem hábito broqueador associado ao cajueiro, sendo estas as únicas espécies com registro de produtos químicos para o combate.

A traça-da-castanha afeta diretamente o principal produto do cajueiro, sendo um importante causador de danos econômicos.

Dentre os insetos estudados, *A. phytomiella* e *A. binocularis*, *M. anacardii* e *M. bondari* possuem maior relevância econômica, devido à alta incidência de ataques em pomares e aos seus danos associados.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Analista da Embrapa Agroindústria Tropical José Cesamildo Cruz Magalhães pelas sugestões e pelo apoio na elaboração deste artigo.

REFERÊNCIAS

AGBOTON, C.; ONZO, A.; BOKONON-GANTA, A. H.; TAMÒ, M.; VIDAL, S. Breakthrough in the bio-ecology of the cashew wood borer *Apatе terebrans* Pallas (Coleoptera: Bostrichidae), in Northern-Benin. *Intensification agro-écologique de la production et de la transformation du cajou en Afrique: Problématique-Acquis scientifiques et technologiques-Perspectives*, p. 114, 2017.

ARAUJO, J. P. P.; PARENTE, J. I. G. *Programa Nacional de Pesquisa de Caju*. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, Documentos, n. 05. 1991. 59 p.

BARROS, L. M.; PIMENTEL, C. R. M.; CORREA, M. P. F.; MESQUITA, A. L. M. *Recomendações técnicas para a cultura do cajueiro-anão-precoce*. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 1993. 65 p. (EMBRAPA - CNPAT, Circular Técnica, 1).

BLEICHER, E.; MELO, Q. M. S. *Artrópodes associados ao cajueiro no Brasil*. 2ª ed., Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT. 1996. 35p. (EMBRAPA-CNPAT, Documentos, 9).

BONSIGNORE, C. P. *Apatе monachus* (Fabricius, 1775), a Bostrichid Pest of Pomegranate and Carob Trees in Nurseries - Short Communication. *Plant Protect. Sci.*, v. 48, n. 2, p. 94- 97, 2012.

BRAINER, M. S. C. P. *Cajucultura*. Caderno Setorial Escritório Técnico de estudos Econômicos do Nordeste-ETENE. ano 7. n. 230. p. 1-19. 2022.

CARVALHO, M. B.; ARRUDA, E. C.; OLIVEIRA, M. H. C. C. de. *Marshallius* sp. (Coleoptera: Curculionidae), nova praga do cajueiro no município de Gravatá, Pernambuco. *Anais do Instituto de Ciências Biológicas*, v. 02, n. 02, p. 7-12, 1972.

CARVALHO, Y. L. *Insetos broqueadores associados ao cajueiro*. 2022. 58 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022.

CARVALHO, Y. L.; TEIXEIRA, P. B. S.; SOARES, J. V. S.; MUNIZ, C. R.; SILVA, G. A.; MESQUITA, A. L. M. Problemas fitossanitários associados à prática de substituição de copa em cajueiro. In: ANDRADE, Jaily Kerller Batista (Org.). *Estudos em Ciências Ambientais e Agrárias*. Campina Grande: Licuri, 2023, p. 89-100.

COSTA LIMA, A. *Insetos do Brasil - Coleópteros*. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Agronomia, 1955. Tomo 9, Capítulo 29, 289 p.

DELGADO, C.; COUTURIER, G. Principaux insectes nuisibles à l'anacardier en Amazonie péruvienne. Données préliminaires. *Fruits*, v. 69, n. 4, p. 293-302, 2014

GALLO, D. *Entomologia agrícola*. Piracicaba: FEALQ, 2002. xvi, 920 p.

GALLO, D., et al. *Manual de entomologia agrícola*. 2. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1988. xiv, 649 p.

GHIZONI, L. P. *Fatores que influenciam na colonização do cajueiro (Anacardium occidentale L. Anacardiaceae) pelo besouro Hypothenemus obscurus (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) e sua relação com a predação de sementes da erva de passarinho Psittacanthus plagiophyllus Eichler (Loranthaceae)*. 2015. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Oeste do Pará.

LIMA, V. C. A. Contribuição ao estudo de *Marshallius anacardii* sp. Nova praga do cajueiro em Pernambuco (Coleoptera, Curculionidae). *Anais da Universidade Federal Rural de Pernambuco*, Recife, v. 4, p. 115-148, 1979.

MELO, Q. M. S.; BLEICHER, E. Pragas do cajueiro. In: BRAGA SOBRINHO, R.; CARDOSO, J. E.; FREIRE, F. das C. O. (Ed.). *Pragas das fruteiras tropicais de importância agroindustrial*. Brasília, DF: Embrapa-SPI; Fortaleza: Embrapa-CNPAT, 1998. Cap. 4, p.53-79

MESQUITA, A. L. M.; DIAS-PINI, N. S.; BRAGA SOBRINHO, R. *Sistema de produção do caju: Pragas do cajueiro*. 2ª ed. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2016.

MESQUITA, A. L. M.; MOTA, M. S. C. S. Novo hábito alimentar de *Anacampsis phytomiella* (Lepidoptera: Gelechiidae) em cajueiro e seu controle biológico natural. In: Antonio Tolrino de Rezende Veras; Lúcio Keury Almeida Galdino; Giovanni de Farias Seabra. (Org.). *CONFERÊNCIA DA TERRA*. 3ed. Boa Vista: UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA -UFRR, 2020, v. III, p. 258-263.

MESQUITA, A. L. M.; MOTA, M. do S. C. de S.; SOUZA, R. N. M. de; BRAGA SOBRINHO, R. Inseticidas registrados para controle de pragas do cajueiro e sugestões de manejo. In: SEABRA, G. (Org.). *Educação ambiental: uso, manejo e gestão dos recursos naturais*. Italutaba: Barlavento, 2022. p. 97-106, livro 2.

- MESQUITA, A., POLICARPO, G.T.P., CARDOSO, J.E., MOTA, M.S.C.S., 2017. *Novas ocorrências de Cerambycidae (Insecta: Coleoptera) em cajueiro no Brasil e recomendações de manejo*. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical., (Comunicado Técnico, 231)
- NAIK, C. M.; CHAKRAVARTHY, A. K.; DODDABASAPPA, B. Seasonal distribution of insect-pests associated with cashew (*Anacardium occidentale* L.) in Karnataka. *Environment and Ecology*, v. 30, n. 4, p. 1321-1323, 2012.
- PALLINI, A. *Entomologia Geral: Insetos e Plantas*. 2004. In: Entomologia na UFV. Disponível em: <http://www.insecta.ufv.br/Entomologia/ent/disciplina/ban%20160/AULAT/aula11/insetoplanta.html>>. Acesso em: 26 de dez. de 2023.
- POLICARPO, G. T. P. *Hábito Alimentar, Bioecologia e Manejo de Coleópteros Fitófagos Associados ao Cajueiro no Brasil*. 2014. 63 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.
- ROSADO-NETO, G. M. *Marshallius bondari*, a new species of Hylobini (Coleoptera, Curculionidae) damaging cashew (*Anacardium occidentale* L.) in Bahia State, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 6, n. 3, p. 517-522, 1989.
- SERRANO, L. A. P.; PESSOA, P. F. A. P. *Sistema de produção do caju: Aspectos econômicos da cultura do cajueiro*. 2. ed. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2016.
- SILVA, A. G. A. et al. *Quarto catálogo de insetos que vivem nas plantas do Brasil: seus parasitas e predadores*. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1968. 622 p., pt. II, t.1.
- SOUZA, R. M.; ANJOS, N.; MOURÃO, S. A. *Apate terebrans* (Pallas) (Coleoptera: Bostrychidae) Atacando Árvores de Nim no Brasil. *Neotropical Entomology*, v. 38, n. 3, p. 437-439, 2009.
- TOPPER, C. P. Issues and constraints related to the development of cashew nuts from five selected African countries. In: *Reunion Regionale sur le Developpement des Exportations de Noix de Cajou d’Afrique*, La Marina, Cotonou, Benin, 24 p., 2002. Disponível em: <https://issuu.com/agropec/docs/developmentcashewnutsafricancountries>>. Acesso em: 06 de dez. de 2023.
- WOOD, S. L. 2007. *Bark and ambrosia beetles of South America* (Coleoptera, Scolytidae). Brigham Young University, Provo. 900p

Embalagens ativas com nanocompósitos e antimicrobianos: uma revisão de literatura

Autoria:

Pâmella Riavda Martins Nascimento

Engenheira de Alimentos

Isabella de Cássia

Estudante de Medicina Veterinária do IFMG

Bárbara Barros Silveira

Estudante de Medicina Veterinária do IFMG

Larissa Nágila Novais

Estudante de Medicina Veterinária do IFMG

Káren Ariane Moreira Santos

Estudante de Medicina Veterinária do IFMG

Fernanda Gonçalves Carlos

Técnico Administrativo em Educação (TAE) do IFMG campus Bambuí

Fernanda Morcatti Coura

Docente do IFMG

Resumo

A demanda pelo desenvolvimento de novas tecnologias e materiais para a redução do desperdício, melhoria da conservação e segurança dos alimentos sempre foi pauta de pesquisa na indústria de alimentos. Considerando que 77 milhões de pessoas são afetadas por doenças transmitidas por alimentos (DTA's) e 9 mil morrem pelo mesmo motivo anualmente nas Américas, uma das alternativas para mitigar esses problemas seria a criação e utilização de embalagens ativas antimicrobianas juntamente com a aplicação de nanotecnologia, que podem reduzir os riscos de contaminação, aumentar a vida útil do alimento, diminuir as alterações deteriorantes nos alimentos e aumentar a comestibilidade das embalagens. A pesquisa teve como objetivo revisar a aplicabilidade da nanotecnologia em embalagens ativas antimicrobianas, buscando prolongar a validade dos alimentos e melhorar sua qualidade. A revisão abordou nanocompósitos de metais, argilas, óleos essenciais e celulose em embalagens antimicrobianas. Conclui-se que essas embalagens possuem potencial para preservar produtos alimentícios, inibindo a deterioração microbológica e aumentando a segurabilidade dos alimentos. No entanto, existem fatores limitantes para a produção e utilização como: a falta de pesquisas no Brasil acerca do tema e a dificuldade da produção em escala industrial, considerando-se que os estudos e suas aplicabilidades são de intuito laboratorial, além do receio e resistência do consumidor.

Palavras-chave: Nanotecnologia. Patógenos. Segurança alimentar.

Como citar este capítulo:

NASCIMENTO, Pâmella Riavda Martins *et al.* Embalagens ativas com nanocompósitos e antimicrobianos: uma revisão de literatura. In: ANDRADE, Jaily Kerller Batista (Org.). **Fundamentos e pesquisas em Ciências Ambientais e Agrárias.**

INTRODUÇÃO

O setor alimentício enfrenta muitos desafios, como estender a vida útil dos alimentos, reduzir o seu desperdício e deterioração, avaliar a segurança do produto e melhorar a qualidade dos alimentos. Todos os anos são descartados um terço dos alimentos produzidos para consumo humano. Além disso, pesquisas realizadas pela Organização Mundial da Saúde (OMS, 2021), comprovam que anualmente 77 milhões de pessoas são afetadas por doenças transmitidas por alimentos (DTA's) causadas por bactérias, vírus e parasitas, resultando na morte de 9 mil pessoas nas Américas. As bactérias patogênicas, como *Salmonella*, *Campylobacter* spp. e *Escherichia coli*, são responsáveis pela maioria dos surtos.

Esses problemas resultam em déficit econômico e aumento de despesas médicas. Dessa forma, é necessário o desenvolvimento de novas tecnologias e materiais para que esse desperdício seja reduzido e garantida a segurança dos alimentos (MUSTAFA; ANDREESCU, 2020). Uma das estratégias possíveis para a redução da deterioração é a utilização de embalagens ativas com aplicação de nanotecnologia, aumentando a vida útil do produto.

A aplicação e efetividade das boas práticas de fabricação na indústria, confere a segurança do alimento, inibindo a contaminação por patógenos. Diferentes fatores como a manipulação inadequada, binômio temperatura e tempo e contaminação cruzada são causadores de surtos e infecções de origem alimentar (PICHLER; ZIEGLER; ALDRIAN, 2014). Os alimentos de origem animal e de preparo coletivo são os responsáveis por grande parte dos surtos, onde a contaminação do alimento pode ocorrer em toda cadeia alimentar, desde o plantio até o consumo pelo ser humano, e os patógenos que se destacam são *Salmonella* spp, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Shigella* spp, *Bacillus cereus* e *Clostridium perfringens* (BRASIL, 2010).

Partindo do pressuposto o uso de embalagens seguido de boas práticas de fabricação na indústria de alimentos, as mesmas são essenciais para assegurar a preservação dos alimentos durante toda sua vigência. Ela é responsável por garantir que o empenho aplicado na fabricação de um alimento de qualidade seja respeitado e mantido durante o transporte, distribuição, comercialização e chegada ao consumidor, pronto para o consumo. Para que isso ocorra, é importante que a embalagem seja estabelecida de acordo com o alimento e seu processo, protegendo-o de fatores como

oxigênio, luz, umidade, absorção de aromas externos, perda de nutrientes e fragrâncias e contaminação microbiológica, possibilitando que ele atinja a esperada vida útil (PADULA; ITO, 2006).

A nanotecnologia tem como foco a manipulação, caracterização e fabricação de estruturas biológicas e não biológicas em escala nanométrica (1 nm a 100 nm), com propriedades funcionais únicas nessa escala e que não são possíveis de serem alcançadas na escala de macro. Os nanocompósitos são caracterizados por materiais híbridos, com dimensões nanométricas, e sua eficiência decorre das diferentes interações entre os materiais compostos e os nanocompósitos, pela elevada área superficial das nanopartículas, e forte interação entre a matriz no meio inserido (FERREIRA; RANGEL, 2009).

A busca pela utilização de nanopartículas tem aumentado nos últimos anos com enfoque no melhoramento do desempenho e propriedades das embalagens. A finalidade da utilização de nanocompostos se dá pelo melhoramento físico das embalagens, às quais são incorporados nanocompostos com propriedades nutricionais e/ou antimicrobianas, e nanosensores, que são empregados em embalagens ativas (CHAUDHRY e CASTLE, 2011). No estudo de Chaudry e Castle (2011) foi demonstrado que as partículas de tamanho nanométrico colaboram para o melhoramento das propriedades das embalagens com relação a flexibilidade, estabilidade, temperatura, umidade, durabilidade e barreira a gases. Além disso, os nanomateriais incorporados em embalagens ativas podem ter propriedades antimicrobianas e/ou funcionais. Alguns exemplos de nanocompostos são as nanopartículas metálicas, nanoargilas, nanopartículas com óleos essenciais, nanofibras (ALMEIDA *et al.*, 2015).

Os métodos de aplicação de nanotecnologia podem ser feitos por nanorevestimento, nanolaminação e nanoargilas. Cada método é definido pela especificação do resultado, levando em consideração as múltiplas funções e propriedades que as nanopartículas apresentam. É ideal que se tenha um conhecimento prévio sobre a utilização de cada uma delas para que o estudo seja eficaz (PRIMOŽIČ; KNEZ; LEITGEB, 2021).

Apesar do grande potencial, as embalagens ativas com nanocompósitos antimicrobianos para alimentos não são muito utilizadas em grande escala até o momento. Uma das principais razões para o baixo uso dessa tecnologia é o custo relativamente alto dos materiais necessários para produzir as embalagens. Além disso, a eficácia das embalagens ativas antimicrobianas pode variar com o tipo de microrganismo e as condições de armazenamento. No entanto, o potencial dessa tecnologia é inegável

e, com o aumento da demanda por produtos alimentícios com maior qualidade e mais seguros, é provável que veremos um crescimento no uso das embalagens ativas nos próximos anos (CHAUDHRY e CASTLE, 2011).

Existem diferentes tecnologias utilizadas na produção de embalagens ativas, como embalagens antimicrobianas (testadas em carne, peixe, queijo, frutas secas e produtos de panificação), atmosfera modificada, absorvedores de oxigênio (testadas em produtos de panificação, café, chá, leite em pó, queijos, produtos cárneos), de dióxido de carbono (testadas em café torrado, produtos desidratados), de odor estranho, de umidade (testadas em frutas, vegetais, produtos congelados e de panificação) e de etileno (testadas em frutas e hortaliças), emissores de etanol (testadas em produtos de panificação, peixe), emissores de dióxido de carbono (testadas em frutas e hortaliças, peixes, carnes e aves) e enxofre, sistemas de retirada de pressão, entre outras (ALMEIDA, 2010).

Assim, o objetivo geral do estudo foi realizar uma revisão de literatura, sobre a utilização de nanocompostos com atividade antimicrobiana utilizadas em alimentos, com enfoque nos resultados aplicados na diminuição e na eliminação dos principais microrganismos causadores de doenças transmitidas por alimentos.

Foi realizado o levantamento de artigos das principais plataformas científicas: Scopus, PubMed, Google Acadêmico, Scielo, Sciendirect e Periódicos da Capes. As palavras chaves utilizadas nas bases foram: active packaging (embalagem ativa), antimicrobial packaging (embalagem antimicrobiana), nanotechnology (nanotecnologia), patógenos (pathogen), com limitação de publicações entre os anos de 2015 e 2022.

Os trabalhos foram selecionados a partir de uma leitura prévia do resumo e se enquadram no tema da revisão: embalagens ativas antimicrobianas produzidas com nanocompósitos com ação contra microrganismos causadores de DTAs.

VISÃO GERAL DA LITERATURA: NANOTECNOLOGIA E EMBALAGENS ATIVAS ANTIMICROBIANAS

A busca pelos artigos nas bases citadas, após a seleção dos mesmos, resultou em 37 trabalhos selecionados, onde 19 citam aplicações *in vitro* ou em alimentos e as demais discussões sobre as nanotecnologias aplicadas. Estes tiveram como objetivo estudar a aplicação da nanotecnologia (a citar: nanopartículas de metais, nanopartículas de argila, nanoemulsões de óleos essenciais e nanofibras de celulose) em embalagens ativas antimicrobianas, com o intuito de reduzir ou inativar o crescimento microbiano de

microrganismos patógenos que causam a deterioração de alimentos e doenças alimentares. Além disso, também é discutido na revisão a toxicidade que elas podem ter para o ser humano.

Quadro 1. Resumo dos trabalhos selecionados para a revisão de literatura.

Autor	Ano	Patógenos	Nanopartícula/Nanoemulsão/ Nanofibra	Aplicação
Abreu <i>et al.</i>	2016	Bactérias mesófilas e enterobactérias	Nanopartícula de prata	Filmes poliméricos
Araújo	2019	<i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i>	Nanopartícula de prata	Filmes de polietileno de baixa densidade com zeólita
Bourakadi <i>et al.</i>	2019	<i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Staphylococcus aureus</i>	Nanopartícula de argila	Filmes de quitosana e álcool polivinílico
Brito <i>et al.</i>	2019	<i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i>	Nanopartícula de prata	Filmes de polietileno de baixa densidade
Capezello <i>et al.</i>	2018	<i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i>	Nanopartícula de óxido de zinco	Filmes biodegradáveis
Celestino	2021	<i>Staphylococcus aureus</i>	Nanopartícula de prata Nanopartícula de óxido de zinco	Filmes de polietileno de baixa densidade e polietileno linear de baixa densidade
Chenwei <i>et al.</i>	2018	<i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i>	Nanopartícula de argila	Filmes com polifenóis de chá
Esmazadeh <i>et al.</i>	2016	<i>Bacillus subtilis</i> , <i>Enterobacter aerogenes</i>	Nanopartícula de óxido de zinco	Filmes de polietileno de baixa densidade
Ferreira	2021	<i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i>	Nanopartículas de prata	Filmes poliméricos com extratos de plantas
Fonseca	2020	<i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Salmonella Typhimurium</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i>	Nanofibra a base de amido de milho e batata	Filmes com incorporação de óleo essencial de carvacrol
Hakeem <i>et al.</i>	2020	<i>Campylobacter jejuni</i>	Nanopartícula de óxido de zinco	Almofada absorvente
Krepker <i>et al.</i>	2017	<i>Escherichia coli</i>	Nanoemulsões de óleos essenciais (carvacrol e timol)	Filmes poliméricos
Lorevice	2019	<i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Salmonella Typhimurium</i> , <i>Enterococcus faecalis</i>	Nanoemulsões de óleos essenciais de alecrim e alho	Filmes de pectina
Muller	2019	<i>Salmonella enteritidis</i> , <i>Staphylococcus aureus</i>	Nanopartículas de óxido de zinco	Filmes de polietileno linear de baixa densidade com camadas de amido e quitosana
Oliveira	2022	<i>Escherichia coli</i>	Nanopartículas de argila	Filmes de poli (hidroxibutirato-co-hidroxivalerato); Óleo essencial de orégano e manjeriço
Raeisi <i>et al.</i>	2021	<i>Salmonella typhimurium</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Bacillus cereus</i>	Nanofibra de proteína isolada de soja/gelatina	Filmes com incorporação de óleos essenciais de <i>Zataria multiflora</i> e <i>Cinnamom zeylanicum</i>

Quadro 1. Continuação.

Autor	Ano	Patógenos	Nanopartícula/Nanoemulsão/ Nanofibra	Aplicação
Shao <i>et al.</i>	2021	<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas fluorescens</i> , <i>Vibrio parahaemolyticus</i> e <i>Aeromonas caviae</i>	Nanopartícula de óxido de zinco Nanopartícula de dióxido de silício (SiO) Nanopartícula de óxido de cobre (CuO)	Filmes nanacompostos
Souza	2018	<i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Salmonella enterica</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Staphylococcus aureus</i>	Nanopartícula de argila	Filmes a base de quitosana com extratos de óleos essenciais de alecrim e gengibre
Yu <i>et al.</i>	2017	<i>Escherichia coli</i>	Nanofibra de celulose, amido de milho e quitosana	Filmes biopoliméricos

Um dos principais motivadores para o uso de embalagens ativas é a demanda cada vez maior de uma embalagem que possa preservar o alimento por um período maior, sem perder suas propriedades e características. São múltiplas as possibilidades e os métodos a serem utilizados para alcançar tais objetivos, como a aplicação de nanoestruturas que detectam aditivos, toxinas, resíduos e microrganismos patogênicos nos produtos alimentícios (RUMAYOR *et al.*, 2005).

Nanopartícula de prata

Existem diferentes estudos publicados sobre a utilização de nanopartículas de prata, e sua aplicação em embalagens é consideravelmente promissora no controle de patógenos em alimentos.

De Abreu *et al.* (2016) avaliaram nanopartículas de prata incorporadas em embalagens para petiscos de atum, a fim de analisar a sua eficácia antimicrobiana. As amostras foram armazenadas e retiradas em diferentes dias, em embalagens que liberaram nanopartículas de prata, e foi possível concluir que houve um retardo no crescimento de bactérias mesófilas nos primeiros dias, e não houve crescimento de enterobactérias (bactérias mesófilas e enterobactérias são os principais microrganismos que causam deterioração de peixes).

Brito *et al.* (2019) analisaram os efeitos antimicrobianos da adição de nanopartículas de prata em filmes de polietileno de baixa densidade *in vitro*. Além de encontrarem eficácia contra *E. coli*, também foi possível notar êxito contra *Staphylococcus aureus*.

Araújo (2019) sintetizou filmes de polietileno de baixa densidade com zeólita com nanopartículas de prata nas concentrações de 1%, 5% e 10%, com aplicação *in vitro*. As concentrações de 5% e 10% foram as mais efetivas contra as bactérias *E. coli* e *S. aureus*.

Ferreira (2021) encontrou ação antimicrobiana com o uso de nanopartículas de prata incorporadas a quatro tipos de extratos de plantas, pereiro (*Aspidosperma pyrifolium* Mart.), umbaúba (*Cecropia hololeuca* Miq.), algodão do manguê (*Hibiscus pernambucensis* Arruda) e jurema preta (*Mimosa hostilis* Poir), a partir de testes de concentração inibitória mínima (CIM). No estudo, os extratos testados tiveram ação inibitória contra o crescimento microbiano de *E. coli* e *S. aureus*.

A utilização de nanopartículas de prata como atividade antimicrobiana em nanocompostos se dá ao fato do tamanho da partícula, concentração e liberação delas no meio inserido, sendo capazes de modificar a permeabilidade da membrana e da parede celular dos microrganismos, promovendo sua ruptura ou morte (AZIZI-LALABADI; GARAVAND; JAFARI, 2021).

Nanopartícula de óxido de zinco

As nanopartículas de óxido de zinco possuem propriedades semelhantes às nanopartículas de prata, como a atividade antimicrobiana, devido a oxidação fotocatalítica, ruptura das membranas e dissolução de íons metálicos. A atividade dessas nanopartículas depende da sua forma, tamanho e propriedades da interface inserida (ZHANG *et al.*, 2023) e alguns trabalhos citados a seguir demonstram suas diversas aplicabilidades.

Capelezzo *et al.* (2018) analisaram a atividade antimicrobiana por meio da utilização de filmes biodegradáveis aditivados com compostos à base de zinco. Em específico foram utilizadas nanopartículas de óxido de zinco e micropartículas de vidro embebidas com zinco adicionadas ao filme biodegradável Ecoflex, e testadas a atividade contra *S. aureus* e *E. coli*. Os resultados mostraram que os filmes acrescidos com nanopartículas e micropartículas de óxido de zinco foram eficazes na inibição e/ou morte dos microrganismos citados, nas concentrações dos microrganismos a 10^4 UFC.mL⁻¹ após 24 h de contato *in vitro*.

No estudo de Esmailzadeh *et al.* (2016) foi analisado o efeito antimicrobiano contra *Bacillus subtilis* e *Enterobacter aerogenes* na utilização de filmes de polietileno de baixa densidade (PEBD) incorporadas com nanopartículas de óxido de zinco (ZnO), que continham 2% e 4 % de nanopartículas de ZnO, as mesmas foram sintetizadas pelo

método do sal fundido fácil e caracterizadas por difração de raios X (DRX) e microscopia eletrônica de varredura (MEV). O crescimento de microrganismos foi diminuído em ambas as concentrações, porém, o filme de concentração 4% obteve maior efeito antimicrobiano contra as duas espécies bacterianas testadas. A pesquisa reforça que quanto maior a concentração de nanopartículas maior o seu efeito antimicrobiano, porém, existem fatores limitantes neste aumento, como questões de segurança e propriedades mecânicas inadequadas nas concentrações mais altas.

Hakeem *et al.* (2020) incorporaram nanopartículas de óxido de zinco (ZnO NPs) a embalagens de carne crua de frango para o controle do microrganismo *Campylobacter jejuni*. Primeiro foi identificado a concentração inibitória da nanopartícula de zinco necessária contra o *C. jejuni* e depois foram desenvolvidas almofadas absorventes 2D funcionalizadas por meio de uma técnica de imersão assistida por ultrassom, sendo estas colocadas sob a carne de frango crua. Após 3 dias de armazenamento, as almofadas absorventes funcionalizadas com ZnO NPs reduziram a carga microbiológica de *C. jejuni* para níveis indetectáveis, mantendo a carne livre de contaminação durante o prazo de validade do produto. Como vantagem, o trabalho destaca que não houve migração das nanopartículas para o alimento.

Celestino (2021) desenvolveu filmes de polietileno de baixa densidade e polietileno linear de baixa densidade, com adição dos agentes microbianos Colorbac (baseado em nanopartículas de prata) e Microbac (baseado em nanopartículas de óxido de zinco). Testou sua utilização na elaboração de embalagens ativas para pães e verificou uma redução da população microbiana em torno de 91% para o filme com nanopartículas de prata (Ag) e de 88% para o filme com nanopartícula de óxido de zinco (ZnO), comprovando que os filmes incorporados com nanopartículas dificultaram e retardaram o crescimento microbiano na superfície do produto, com diminuição na contagem de fungos na superfície dos pães, além da efetiva redução da atividade antimicrobiana contra *S. aureus*.

Müller (2019) desenvolveu filmes de polietileno linear de baixa densidade incorporados com nanopartículas de óxido de zinco, adicionando camadas de amido ou quitosana, por meio de duas diferentes técnicas: aspersão das nanopartículas parcialmente fundidas e pela aplicação do plasma frio de ar atmosférico. A maior efetividade antibacteriana foi encontrada nos filmes com camadas de quitosana, que foi capaz de inativar totalmente os microrganismos *Salmonella Enteritidis* e *S. aureus*, devido às propriedades antimicrobianas que a quitosana apresenta, possuindo interações

com a membrana do microrganismo, alterando a permeabilidade da mesma e comprometendo o metabolismo, podendo, em alguns casos, levar à lise da célula.

Foi realizado um estudo com a utilização de nanopartículas de óxidos metálicos *in vitro* para verificar a diminuição do crescimento microbiano e vida útil do camarão *Penaeus vannamei* cru e inoculado. SHAO *et al.* (2021) utilizaram filmes nanocompostos contendo nanopartículas de dióxido de silício (SiO_2), óxido de zinco (ZnO) e óxido de cobre (CuO), e em diferentes combinações SiOZnO, SiO-CuO, ZnO-CuO, suportados por 4A zeólita (4Az). Os autores avaliaram o potencial antimicrobiano para os microrganismos *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas fluorescens*, *Vibrio parahaemolyticus* e *Aeromonas caviae*, medindo a zona de inibição ao redor dos discos inoculados. De modo geral, os nanocompósitos contendo nanopartículas (isoladas ou combinadas) reduziram de forma significativa a atividade microbiana dos microrganismos citados, porém, o tratamento com a combinação de SiO-ZnO foi o mais eficiente.

Aplicabilidade das nanopartículas de metais

Baseado nos trabalhos supracitados, demonstra-se a aplicabilidade na utilização de nanopartículas de metais nos alimentos, desde a diminuição até a eliminação de microrganismos patogênicos e que causam DTA's, em especial *S. aureus* e *E. coli*. A variação da eficiência está relacionada às concentrações dos nanocompósitos utilizadas, pelo material aplicado, pelo microrganismo testado e a combinação com outros nanocompostos.

As nanopartículas de metais são as mais promissoras, devido a vantagens como a facilidade de incorporação a diferentes materiais, como exemplo o plástico e têxteis, e sua atividade antimicrobiana, sendo um diferencial comparado aos antimicrobianos tradicionais que não possuem a mesma estabilidade (ZHOU, *et al.* 2011). As nanopartículas de prata, óxido de zinco, zinco, titânio e cobre são as mais utilizadas com potencial antimicrobiano. As nanopartículas de prata além de promover boa estabilidade e propriedades de incorporação a matrizes poliméricas, possuem baixa toxicidade para as células do corpo, e são aplicadas como um importante agente contra microrganismos como bactérias (Gram-negativas e Gram-positivas), fungos, leveduras e vírus (AZIZI-LALABADI; GARAVAND; JAFARI, 2021).

Em contrapartida, as nanopartículas de metais como óxido de cobre (CuO), óxido de níquel (NiO), óxido de zinco (ZnO), e trióxido de antimônio (Sb_2O_3) frente a cepas da grande maioria dos microrganismos patogênicos apresentam efeito tóxico (ALMEIDA *et al.*,

2015), tendo ainda que ser estudada com aprofundamento nas questões de ingestão das mesmas pelos seres humanos, que podem afetar a saúde dos mesmos.

O efeito tóxico das nanopartículas de metais nos seres humanos se dá pela migração descontrolada dos íons de metais para a embalagem e, posteriormente, o alimento. Para garantir a saúde humana, a Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos determina limites de liberação de íons de metais na embalagem não superiores a 0,05 mg/L em água e 0,05 mg/kg nos alimentos, para que não haja um acúmulo dessas nanopartículas nas embalagens. Apesar de existir um limite e trabalhos que tratam a toxicidade dessas partículas, ainda é preciso pesquisas sobre a exposição a longo prazo das nanopartículas e possíveis doenças resultantes do seu acúmulo (KUMAR *et al.*, 2021).

Nanopartícula de argila

Há trabalhos que testaram nanopartículas de argilas, que apresentaram, assim como as nanopartículas de metais, grande potencial antimicrobiano. Os nanocompostos a base de argila tem efeito protetor sobre o composto bioativo evitando sua perda por volatilização ou degradação e preservando a atividade antimicrobiana dos filmes, além de serem resistentes a altas temperaturas e também a ambientes ácidos. Alguns trabalhos enfatizam as vantagens do uso de misturas sinérgicas de compostos bioativos (CHEIKH; MAJDOUB; DARDER, 2022)

Chenwei *et al.* (2018) incorporaram polifenóis de chá a filmes de nanocompostos de álcool polivinílico e nanopartículas de argila e testaram sua ação *in vitro*. Os nanocompostos testados apresentaram propriedade antimicrobiana contra *E. coli* e *S. aureus*. Foram utilizadas concentrações de 0%, 0.5%, 1%, 2%, 3% e 4% sendo que, quanto maior a concentração de polifenóis, maior a capacidade antimicrobiana contra os organismos citados.

Combinação de nanopartículas de argila com reforço de quitosana e óleos essenciais

Alguns compostos como quitosana e óleos essenciais podem ser aliados na aplicação em nanopartículas, pois aumentam o potencial antimicrobiano que as mesmas já possuem. A quitosana possui grande potencial. Estudos indicam que a superfície bacteriana carregada negativamente se liga a grupos NH_3^+ carregados positivamente, causando uma mudança na permeabilidade e o vazamento de solutos para fora das

células. Além disso, a quitosana se liga ao DNA bacteriano impedindo a síntese de DNA/RNA, causando, assim, a morte celular (OLADZADABBASABADI *et al.*, 2022).

Como a quitosana, os óleos essenciais também apresentam vantagens na sua incorporação aos nanocompostos como atividade antioxidante e antimicrobiana, devido à sua estrutura química predominantemente lipofílica, auxiliando na redução da permeabilidade ao vapor de água, além do melhorar as propriedades mecânicas, térmicas e ópticas de filmes comestíveis. A interação entre o composto ativo e o ambiente do alimento embalado funciona para reduzir, retardar ou inibir a oxidação e o crescimento de microrganismos patogênicos e deteriorantes (JACKSON-DAVIS *et al.*, 2023).

Souza (2018) desenvolveu uma embalagem ativa à base de quitosana incorporada a filmes adicionados de diferentes extratos de óleos essenciais de alecrim e de gengibre e nano reforçado com montmorilonite (argila extraída de rochas vulcânicas, utilizada como bio-nanocompósito). Ao testar as embalagens em carne de frango crua, foi possível notar atividade antimicrobiana e antioxidante. No entanto, o uso dos óleos essenciais citados deixou os filmes de quitosana mais frágeis e mais permeáveis. O estudo demonstrou, no entanto, que isso pode ser parcialmente resolvido com a adição da montmorilonite, que deixou os filmes mais resistentes. Tal adição, entretanto, aumentou a permeabilidade de vapor de água, diminuindo a capacidade antioxidante.

Bourakadi *et al.* (2019) utilizaram em seu estudo *in vitro* a tiabendazólio-montmorilonite (Mt) incorporada na matriz de quitosana/álcool polivinílico (CS/PVA) produzindo bio-nanocompósitos pelo método *casting*. Estes nanocompósitos apresentaram atividade antibacteriana contra três microrganismos testados, *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa* e *S. aureus*, sendo avaliados pela zona de inibição dos filmes, que foram cortados e colocados em placas inoculando os microrganismos citados e incubados por um período de 24h. Após a incubação, foi possível observar que os filmes reforçados com nanoargila tiabendazólio-montmorilonita apresentaram boa atividade antimicrobiana comparado ao filme que tinha apenas quitosana/álcool polivinílico. A atividade antimicrobiana pode ser devido a incorporação de tiabendazólio-montmorilonita ou ao aumento da área específica das camadas de nanoargila de montmorilonita que podem absorver as bactérias da solução e imobilizá-los em sua superfície, que aprimoram as atividades antimicrobianas de nanocompostos. A utilização de nanopartículas de argilas, em especial a montmorilonite (MMT) tem potencial efeito antimicrobiano, além de ter baixo custo, processamento simples, maior disponibilidade no mercado, e melhoria das propriedades dos materiais

(MIRZADEH; KOKABI, 2007).

Oliveira (2022) testou *in vitro* diferentes óleos essenciais (orégano e manjeriço) em partículas de nanoargilas em embalagens à base de poli(hidroxibutirato-co-hidroxivalerato). A adição de óleo essencial de orégano obteve redução satisfatória na contagem bacteriana de *E. coli*. A combinação haloisita e óleo essencial de orégano obteve a mesma atividade, porém, com ainda mais eficiência. No entanto, a mistura mais eficiente obteve-se a partir desses dois elementos a uma medida de óleo essencial de orégano passando por um processo de ultrassom seguido de aplicação de vácuo.

As combinações de nanopartículas com agentes antimicrobianos naturais resultam em uma maior atividade antimicrobiana, devido às interações sinérgicas, e contribuem para melhorar as propriedades físico-mecânicas dos filmes (Krepker *et al.*, 2017), trazendo como vantagem as misturas serem aprisionadas em argilas, permitindo a redução da quantidade de agentes bioativos no polímero obtendo efeito antimicrobiano e também uma atividade prolongada (CHEIKH; MAJDOUB; DARDER, 2022).

Nanoemulsão de óleos essencial

Krepker *et al.* (2017), em um estudo *in vitro* com nanocompostos poliméricos combinados com óleos essenciais, mistura de carvacrol e timol, demonstraram que os nanocompostos causaram um crescimento menor de *E. coli*.

Lorevice (2019) produziu nanoemulsões de óleos essenciais de alecrim e alho e aplicou-os a filmes de pectina. Ambos os óleos apresentaram atividade antimicrobiana para *E. coli*, *S. Typhimurium*, *S. aureus* e *Enterococcus faecalis*. O óleo essencial de alecrim também apresentou atividade antioxidante.

Raeisi *et al.* (2021) avaliaram o efeito antibacteriano de nanofibras de proteína isoladas de soja/gelatina incorporadas com óleos essenciais de *Zataria multiflora* e *Cinnamom zeylanicum* contra *E. coli*, *S. typhimurium*, *L. monocytogenes*, *B. cereus* e *S. aureus in vitro*. O método utilizado para avaliação foi difusão de disco, difusão em poço de ágar e método de microdiluição, com a proteína de soja (SPI)/gelatina eletrofiada embebida em óleos essenciais de *Zataria multiflora* e *Cinnamom zeylanicum*. Nas análises pelos métodos de difusão em disco e poço de ágar os resultados mostraram que a zona de inibição da atividade microbiana foi maior em *Zataria multiflora*, sendo confirmado pelo método da microdiluição. No contexto geral, o filme de nanofibra incorporado com os óleos essenciais reduziram 63% a 100% da contagem microbiana dependendo das

concentrações utilizadas para diferentes microrganismos, provando ser um método promissor.

Nanofibras

Os nanocompostos de celulose, caracterizados como nanofibras, tem importante apelo quanto a sua aplicabilidade, pois é um polímero natural forte devido as suas fibras trazendo alta resistência, possui baixo custo e é amplamente disponível (PODSIADLO *et al.*, 2005) e associado a outros compostos como óleos essenciais, quitosana e aldeídos apresentam propriedades antimicrobianas.

Yu *et al.* (2017) desenvolveram em seu estudo filmes de nanocompostos comestíveis à base de biopolímeros usando nanofibras de celulose (CNFs) em diferentes concentrações, de amido de milho e de quitosana. Para avaliar a atividade da ação antimicrobiana, foi utilizado carne bovina fresca envolta com os filmes comestíveis. Foi observado que quanto maior a concentração de nanofibras de celulose nos filmes comestíveis maior a eficiência contra o crescimento de microrganismos aeróbios deteriorantes, devido a boa propriedade de barreira ao oxigênio, reduzindo a disponibilidade do mesmo para o crescimento dos microrganismos. Fonseca (2020) produziu nanofibras à base de amido de milho e batata, incorporando-as com carvacrol. Observou-se atividade antioxidante e antimicrobiana contra *L. monocytogenes*, *Salmonella Typhimurium*, *E. coli* e *S. aureus*.

Contrapontos da aplicação da nanotecnologia em alimentos

Apesar da eficiência comprovada frente a importantes patógenos alimentares, entre as principais preocupações em relação à nanotecnologia está seu potencial efeito de toxicidade para o ser humano.

Singh (2018) destaca que essa eventual toxicidade depende de múltiplos fatores tais quais: local de contato/exposição, duração de contato e quantidade de material ingerido. Os casos nos quais efeitos nocivos foram encontrados em seres humanos são resultado de uma alta quantidade de nanocompósitos na ingestão de alimentos que possuem embalagens com aplicação de nanopartículas. Apesar do risco de exposição ser quase nulo, se faz necessária a prevenção de possíveis riscos.

São encontradas algumas fragilidades no uso da nanotecnologia em relação a sua toxicidade, como as vias de exposição, que podem ocorrer de três maneiras nos seres humanos: inalação afetando principalmente os trabalhadores em laboratórios, ingestão

do nanomaterial que também pode ser de forma indireta considerando a migração dos mesmos para as embalagens em alimentos e absorção pela pele por contato de cosméticos. Os estudos sobre migração de nanomateriais ainda são poucos, mas se faz necessário devido à preocupação com a exposição indireta com os alimentos, e por falta de materiais é difícil avaliar os riscos que podem causar para o consumidor, pois tem de haver uma cuidadosa avaliação da natureza dos nanomateriais e a aplicação dos mesmos (ALMEIDA *et al.*, 2015).

Chelliah *et al.* (2021) relatam possíveis sinais de citotoxicidade em materiais que usam nanotecnologia, o que deve ser investigado com maior aprofundamento. Capelezzo *et al.* (2018) também destacam o fato de estudos sobre a nanotecnologia ainda estarem em estágios iniciais, não sendo possível ter certeza sobre seus reais impactos em organismos vivos.

Vale destacar a grande importância das boas práticas de fabricação (BPF) na indústria, que se seguidas corretamente e aliadas à ferramentas da qualidade como 5W2H, tornarão os alimentos mais seguros para consumo humano, evitando uma série de problemas como exemplo a contaminação por patógenos alimentares, e aliado com uma tecnologia inovadora que é a nanotecnologia em embalagens ativas antimicrobianas, irão reforçar a garantia da vida útil do produto, consequentemente garantindo a sua segurança.

CONCLUSÕES

Esta revisão de literatura abordou o uso de nanocompostos com atividade antimicrobiana em embalagens de alimentos, com foco na redução e eliminação de microrganismos patogênicos transmitidos por alimentos. Os estudos revisados exploraram diversas nanotecnologias, incluindo nanopartículas de prata, zinco, argilas, celulose e óleos essenciais, visando retardar ou inibir o crescimento de microrganismos como *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* e *Salmonella entérica*, entre outros.

Os resultados demonstraram a eficácia antimicrobiana das embalagens baseadas em nanocompostos, oferecendo uma alternativa promissora às embalagens convencionais. Estas embalagens aumentam a vida útil dos alimentos, reduzem o desperdício e melhoram a segurança alimentar. No entanto, desafios como o desenvolvimento limitado no Brasil e falta de investimento no país em pesquisas, a produção em escala industrial e a resistência do consumidor foram identificados.

É enfatizada a importância de continuar os estudos na área de nanotecnologia em embalagens antimicrobianas, considerando a necessidade de avaliar os riscos de consumo e toxicidade. A implementação de boas práticas de fabricação na indústria alimentícia é destacada como fundamental para garantir a segurança do consumidor, prevenindo a contaminação desde o início do processo de produção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. C. S. *et al.* Aplicação de nanotecnologia em embalagens de alimentos. *Polímeros*, v. 25, n. spe, p. 89-97, dez. 2015.

ALMEIDA, G. W. R. DE. Desenvolvimento e caracterização de filme nanocompósito de base celulósica e sua avaliação como embalagem ativa antimicrobiana. 27 jul. 2010.

ARAÚJO, Luís Otávio de. Embalagens ativas: síntese de filmes antimicrobianos à base de Polietileno de baixa densidade e zeólita A contendo prata. 2019. Dissertação de Mestrado. Brasil.

AZIZI-LALABADI, M.; GARAVAND, F.; JAFARI, S. M. Incorporation of silver nanoparticles into active antimicrobial nanocomposites: Release behavior, analyzing techniques, applications and safety issues. *Advances in Colloid and Interface Science*, v. 293, p. 102440, 1 jul. 2021.

BOURAKADI, K. E. *et al.* Chitosan/polyvinyl alcohol/thiabendazolum-montmorillonite bio-nanocomposite films: Mechanical, morphological and antimicrobial properties. *Composites Part B: Engineering*, v. 172, p. 103-110, set. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde, Manual integrado de vigilância, prevenção e controle de doenças transmitidas por alimentos. Brasília 2010, 158p. Disponível em: http://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/manual_integrado_prevencao_doencas_alimentos.pdf. Acesso em 25 de Fevereiro de 2022

BRITO, S. C. *et al.* Filmes poliméricos com nanopartículas de prata fornecem atividade antimicrobiana para embalagens alimentícias. 2019.

CAPELEZZO, A. P. *et al.* ANTIMICROBIAL BIODEGRADABLE POLYMER THROUGH ADDITIVATION WITH ZINC BASED COMPOUNDS. *Química Nova*, 2018.

CELESTINO, Vinícius Peres *et al.* Adição de agentes antimicrobianos em filmes poliméricos a base de blenda de polietileno para aplicação em embalagens flexíveis para alimentos. 2021.

CHAUDRY, Q.; CASTLE, L. Food applications of nanotechnologies: An overview of opportunities and challenges for developing countries. *Trends in Food Science & Technology*, Amsterdam, v. 22, n. 11, p. 595-603, 2011. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2011.01.001>

CHEIKH, D.; MAJDOUB, H.; DARDER, M. An overview of clay-polymer nanocomposites containing bioactive compounds for food packaging applications. **Applied Clay Science**, v. 216, p. 106335, 1 jan. 2022.

CHELLIAH, R. et al. Development of Nanosensors Based Intelligent Packaging Systems: Food Quality and Medicine. **Nanomaterials**, v. 11, n. 6, p. 1515, jun. 2021.

CHENWEI, C. et al. Physicochemical, microstructural, antioxidant and antimicrobial properties of active packaging films based on poly(vinyl alcohol)/clay nanocomposite incorporated with tea polyphenols. **Progress in Organic Coatings**, v. 123, p. 176-184, 2018.

DE ABREU, D. A. P. *et al.* Evaluation of the Effectiveness of a Paper Containing Nanoparticles of Silver Combined with Moisture Absorbers Over Quality of Tuna Snacks. **Journal of Food Chemistry and Nanotechnology**, v. 2, n. 1, 2016

Dia Mundial da Segurança dos Alimentos 2021: PANAFTOSA impulsiona a cooperação técnica da segurança dos alimentos para países da região das Américas - OPAS/OMS | Organização Pan-Americana da Saúde. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/noticias/7-6-2021-dia-mundial-da-seguranca-dos-alimentos-2021-panaftosa-impulsa-cooperacao-tecnica>

ESMAILZADEH, H. *et al.* Effect of nanocomposite packaging containing ZnO on growth of *Bacillus subtilis* and *Enterobacter aerogenes*. **Materials Science and Engineering: C**, v. 58, p. 1058-1063, jan. 2016.

FERREIRA, H. S.; RANGEL, M. DO C. Nanotecnologia: aspectos gerais e potencial de aplicação em catálise. **Química Nova**, v. 32, n. 7, p. 1860-1870, 2009.

FERREIRA, Thiago Péricles Martins. Desenvolvimento de filmes de PVOH/NCC revestidos com nanopartículas de prata para aplicação como embalagens flexíveis ativas. 2021.

FONSECA, Laura Martins. Produção de nanofibras de amido e carvacrol com atividades antimicrobiana e antioxidante. 2020.

HAKHEEM, M. J. *et al.* Active Packaging of Immobilized Zinc Oxide Nanoparticles Controls *Campylobacter jejuni* in Raw Chicken Meat. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 86, n. 22, p. e01195-20, 28 out. 2020.

JACKSON-DAVIS, A. *et al.* A Review of Regulatory Standards and Advances in Essential Oils as Antimicrobials in Foods. **Journal of Food Protection**, v. 86, n. 2, p. 100025, 2023.

KREPKER, M. *et al.* Active food packaging films with synergistic antimicrobial activity, **Food Control** (2017), doi: 10.1016/j.foodcont.2017.01.014

KUMAR, S. *et al.* Plant extract mediated silver nanoparticles and their applications as antimicrobials and in sustainable food packaging: A state-of-the-art review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 112, p. 651-666, jun. 2021.

LOREVICE, Marcos Vinicius. Nanoemulsões de óleos essenciais: mecanismos de estabilidade e interação com pectina em bionanocompósitos para aplicação em embalagens ativas. 2019.

MIRZADEH, Amin; KOKABI, Mehrdad. The effect of composition and draw-down ratio on morphology and oxygen permeability of polypropylene nanocomposite blown films. *European Polymer Journal*, v. 43, n. 9, p. 3757-3765, 2007.

MÜLLER, Leidiani. Tratamento com plasma frio em PELBD para desenvolvimento de filmes antibacterianos contendo nanopartículas de ZnO, amido e quitosana. 2019.

MUSTAFA, F.; ANDREESCU, S. Nanotechnology-based approaches for food sensing and packaging applications. *RSC Advances*, v. 10, n. 33, p. 19309-19336, 2020.

Nanotecnologia. Portal Embrapa. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/tema-nanotecnologia/nota-tecnica>>. Acesso em: 30 jan. 2023.

NanoArgila. Disponível em: <<https://petnanoifrj.wixsite.com/petnanoifrj/nanoargila>>. Acesso em: 30 jan. 2023.

O que são os polímeros? Introdução ao estudo dos polímeros. Disponível em: <<https://www.manualdaquimica.com/quimica-organica/o-que-sao-os-polimeros.htm>>. Acesso em: 30 jan. 2023.

OLADZADABBASABADI, N. *et al.* Recent advances in extraction, modification, and application of chitosan in packaging industry. **Carbohydrate Polymers**, v. 277, p. 118876, 1 fev. 2022.

OLIVEIRA, Pâmela Rosa *et al.* Modificação de nanopartículas do grupo caulim com óleos essenciais e aplicação em embalagens ativas à base de poli(hidroxibutirato-co-hidroxivalerato). 2022.

PADULA, M.; ITO, D. EMBALAGEM E SEGURANÇA DOS ALIMENTOS. v. 18, 2006.

PODSIADLO, P. *et al.* Molecularly Engineered Nanocomposites: Layer-by-Layer Assembly of Cellulose Nanocrystals. *Biomacromolecules*, v. 6, n. 6, p. 2914-2918, 1 nov. 2005.

PICHLER, J. *et al.* Evaluating levels of knowledge on food safety among food handlers from restaurants and various catering businesses in Vienna, Austria 2011/2012. **Food Control**, v. 35, n. 1, p. 33-40, 1 jan. 2014.

PRIMOŽIČ, M.; KNEZ, Ž.; LEITGEB, M. (Bio)Nanotechnology in Food Science—Food Packaging. *Nanomaterials*, v. 11, n. 2, p. 292, 22 jan. 2021.

RAEISI, M. *et al.* Physicochemical and antibacterial effect of Soy Protein Isolate/Gelatin electrospun nanofibres incorporated with *Zataria multiflora* and *Cinnamomum zeylanicum* essential oils. *Journal of Food Measurement and Characterization*, v. 15, n. 2, p. 1116-1126, abr. 2021.

RUMAYOR, V. G.; IGLESIAS, E. G.; GALÁN, O. R.; CABEZAS, L. G. Aplicaciones de biosensores en la industria agroalimentaria. Madrid: Elecé Industria Gráfica, 2005. 113p

SHAO, J. *et al.* Enhancing microbial management and shelf life of shrimp *Penaeus vannamei* by using nanoparticles of metallic oxides as an alternate active packaging tool to synthetic chemicals. *Food Packaging and Shelf Life*, v. 28, p. 100652, jun. 2021.

SINGH, P. Nanotechnology in food preservation. *FOOD SCIENCE RESEARCH JOURNAL*, v. 9, p. 441-447, 15 out. 2018.

SOUZA, Victor Gomes Lauriano de. Desenvolvimento de bio-nanocompósitos de qui-tosano/montmorilonite incorporados com extratos naturais como embalagens ativas para alimentos. 2018.

YU, Z. *et al.* Effect and mechanism of cellulose nanofibrils on the active functions of biopolymer-based nanocomposite films. *Food Research International*, v. 99, p. 166-172, set. 2017.

ZHANG, W. *et al.* High performance biopolymeric packaging films containing zinc oxide nanoparticles for fresh food preservation: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, v. 230, p. 123188, 1 mar. 2023.

ZHOU, S. *et al.* Development of sodium chloin food packaging and food safety: barrier materials, antimicrobials and sensors. *Journal of Colloid and Interface Science*, v. 363, p. 1-24, 2011.

O patrimônio (i)material das colônias de imigrantes: cicatrizes do desaparecimento de uma história não contada

Autoria:

Alan Ripoll Alves

Doutor em Meio Ambiente e Desenvolvimento com pós-doutorados em Sustentabilidade, Desenvolvimento Territorial Sustentável e Turismo, professor da Universidade Federal do Paraná, Curitiba

Resumo

Este texto, oriundo de uma pesquisa de pós-doutorado previamente publicada, buscou analisar essas alterações no âmbito de 44 colônias existentes em 10 dos 29 municípios que compõem a RMC, avaliando os principais fatores envolvidos na desconfiguração desses locais. Fazendo uso de uma metodologia analítico-histórica, exploratória e de natureza qualitativo-descritiva, cada colônia foi investigada, tendo como base um levantamento teórico e a utilização dos instrumentos de pesquisa: entrevista, fotografia, desenho, mapeamento e representação esquemática. Como resultado do estudo, observou-se que a influência dos fenômenos da urbanização sobre o meio rural, tendo como pano de fundo a imigração na RMC, correspondia a um dos principais fatores atuantes na desestruturação ou extinção das colônias nas quatro últimas décadas. Ao mesmo tempo, percebeu-se que, por detrás desse cenário desfavorável, seria possível levantar elementos que valorizassem características e expressões fundamentais à identificação das comunidades estudadas, favorecendo a sua preservação por intermédio de atividades menos invasivas, como o Turismo de Base Comunitária (TBC).

Palavras-chave: Imigrantes na RMC. Agricultor familiar. Riscos socioeconômicos. Patrimônio. Turismo.

Como citar este capítulo:

ALVES, Alan Ripoll Alves. O patrimônio (i)material das colônias de imigrantes: cicatrizes do desaparecimento de uma história não contada. In: ANDRADE, Jaily Kerller Batista (Org.). **Fundamentos e pesquisas em Ciências Ambientais e Agrárias**. Campina Grande: Licuri, 2024, p. 122-133. ISBN: 978-65-85562-27-0. DOI: 10.58203/Licuri.22709.

INTRODUÇÃO

Decorridas as Guerras Napoleônicas, entre 1799 e 1815, a população europeia se elevaria de cerca de 188 milhões (no início do séc. XIX) para aproximadamente 450 milhões de habitantes na época da Primeira Guerra Mundial (MAZZAROTTO & BATISTA, 2013).

Tamanho expansão demográfica no continente não veio acompanhada de um crescimento proporcional dos postos de trabalho, que, além de ter a demanda urbana aumentada, passariam a também ser disputados pelos trabalhadores rurais atraídos por oportunidades em indústrias, gozando de pleno desenvolvimento. Em curto período, começariam a se manifestar os primeiros fluxos migratórios em direção aos países novos da América, que buscavam fornecer condições para o devido acolhimento. Extensas, pouco povoadas e exploradas, recém-independentes e com amplo potencial de crescimento, essas nações exerceriam pronunciada influência sobre europeus dispostos a emigrar (MAZZAROTTO & BATISTA, 2013).

Na segunda metade do séc. XIX, algumas circunstâncias políticas e econômicas europeias forçariam a emigração das nações ainda não organizadas como Estados centrais – tais quais a Alemanha e a Itália, que estavam passando por processos de unificação – e aquelas que já eram Estados centrais – o que incluía um vasto grupo, a exemplo da Rússia e da Áustria-Hungria, de onde partiriam os imigrantes eslavos para o Sul do Brasil (LAROCCA JÚNIOR, LAROCCA & ALMEIDA LIMA, 2008).

Ao contrário do que aconteceu em outros países americanos, em geral, a imigração no Brasil foi planejada e subvencionada (até a década de 1930) pelo Poder Público. Em 1865, o governo imperial ordenou que os cônsules brasileiros na Europa pagassem a diferença de preço de passagem para quem aceitasse preterir a emigração para os EUA em detrimento do Brasil. Após 1867, o império ofereceria passagem gratuitamente aos pretensos imigrantes, bem como concederia terras para a instalação e desenvolvimento de atividades agrícolas.

Nesse entremeio, no entanto, mereceriam ser ressaltados dois aspectos: a fome de terras que, junto aos motivos citados, movia os imigrantes poloneses em direção ao território brasileiro; e a promulgação da Lei de Terras, em 1850 (WACHOWICZ, 1981;

LAROCCA JÚNIOR, LAROCCA & ALMEIDA LIMA, 2008; MAZZAROTTO & BATISTA, 2013).

Dentro dessa realidade, o imigrante camponês recebeu, no Brasil, terras devolutas ou vendidas pelos grandes proprietários luso-brasileiros. Aplicou desde o início o chamado regime de propriedade homestead, em que a classe de pequenos proprietários sobrevive em contraposição à formação de latifúndio, propiciando a consolidação de uma classe média agrícola, fundamentada na agricultura de subsistência (WACHOWICZ, 1981).

O Estado do Paraná ao receber imigrantes de diferentes origens, além dos colonizadores portugueses, tornou-se um verdadeiro complexo multiétnico, passando a manifestar propriedades demográficas possivelmente únicas no mundo. Participaram da formação do Estado: alemães (1829); franceses e holandeses (1829); suíços (1851); norte-americanos (1865); espanhóis, austríacos e suecos (1865); poloneses (1871); ingleses (1873); italianos (1875); russos (1877); prussianos (1878); sírio-libaneses (1880); belgas e portugueses (1886); judeus (1889); irlandeses (1891); ucranianos (1896); e japoneses (1908), assim como outros imigrantes que chegaram ao Paraná por vias que não portuárias (ARQUIVO PÚBLICO DO PARANÁ, s/d). A Região Metropolitana de Curitiba (RMC) – que é a oitava região metropolitana mais populosa do Brasil, com aproximadamente 3.223.836 hab. – teria recebido a maior parte desse fluxo migratório, o qual geraria o estabelecimento de diversas colônias, algumas das quais hoje não mais existentes, tendo se tornado bairros dos municípios que comporiam essa região ou simplesmente desaparecido em decorrência da expansão de novas áreas. No presente, o fluxo de migrantes estrangeiros para o Brasil vem sendo movimentado principalmente por haitianos, sul-americanos e africanos (OLIVEIRA & OLIVEIRA, 2011), demonstrando tendência de intensificação para os próximos anos.

A expansão da RMC fez com que alguns bairros da capital praticamente se "fundissem" a municípios vizinhos, a exemplo do que se identifica entre Curitiba e Campo Largo (na região em que se situam as colônias D. Pedro II e Antônio Rebouças) e entre Curitiba e Araucária (onde a Colônia Thomaz Coelho "se mescla" ao Bairro CIC). A proximidade física desses locais, estreitada não só pelas vias de acesso, mas também pela incorporação da imagem do espaço próximo, como se um fosse elemento da

paisagem local do outro, gerou um estado no qual a divisão geográfica se tornou mais uma condição de formalidade do que uma tentativa de identificação dessas regiões.

Sob a influência do processo de urbanização da RMC não só a conformação das zonas urbanas como as das zonas rurais tem mudado significativamente nas quatro últimas décadas, gerando uma série de incertezas a respeito do futuro das colônias de imigrantes estabelecidas no local, haja vista o aumento dos riscos socioeconômicos incidentes sobre as mesmas. Sabendo-se da importância das colônias, nos mais variados aspectos, para a atual organização da RMC, assim como para a consolidação da agricultura familiar no Paraná, seria a tendência assumida pela maior parte dos núcleos coloniais, permanentemente sujeita a um risco de desaparecimento, uma agravante possível de ser minimizada por medidas alternativas, como, por exemplo, o Turismo de Base Comunitária (TBC)?

Esta pesquisa, de um modo amplo, buscou essencialmente: Analisar a aplicabilidade do TBC, na condição de medida mitigadora, frente ao risco de desaparecimento das colônias de imigrantes situadas na RMC, em função das variáveis atuantes em cada caso estudado.

Partindo dessa meta maior, teve-se como objetivos específicos: Avaliar os principais fatores que têm contribuído para a desnaturação das colônias em termos de infraestrutura, meios de produção, características arquitetônicas e desvalorização sociocultural dos seus habitantes, levando-se em consideração aspectos como: distância das mesmas em relação às zonas urbanas de maior influência, facilidade de acesso, presença de indústrias, especulação imobiliária, dentre outras possíveis interferências em suas estruturas; e discutir um plano de TBC a partir das transformações sofridas por cada colônia, segundo escalas de ordem temporal, socioeconômica, cultural, histórica e espacial.

METODOLOGIA

Esta pesquisa apresenta cunho analítico-histórico, com papel de resgate de informações desde a fundação das colônias até os dias atuais; caráter exploratório; natureza qualitativa - sendo conduzida por levantamentos teórico-práticos acerca das 44 colônias existentes em 10 dos 29 municípios que compõem a RMC (COMEC, 2013) -; e

descritiva, por meio da caracterização dos riscos socioeconômicos constatados em cada colônia (FERNANDES & SAMPAIO, 2006) (Figura 1).

O trabalho se dividiu em três períodos: (i) revisão teórica (coleta de informações técnicas e não técnicas em fontes como livros, documentários, fotografias, cartas, registros em arquivos públicos e privados, mapas, materiais de legislação, artigos em periódicos, jornais de época e atuais, e principalmente de profissionais ligados à área, sejam eles pertencentes à academia, sejam de outros ramos de atuação); (ii) aproximação da literatura ao objeto de análise; e (iii) aplicação dos instrumentos de pesquisa: entrevista, fotografia, desenho, mapeamento e representação esquemática.

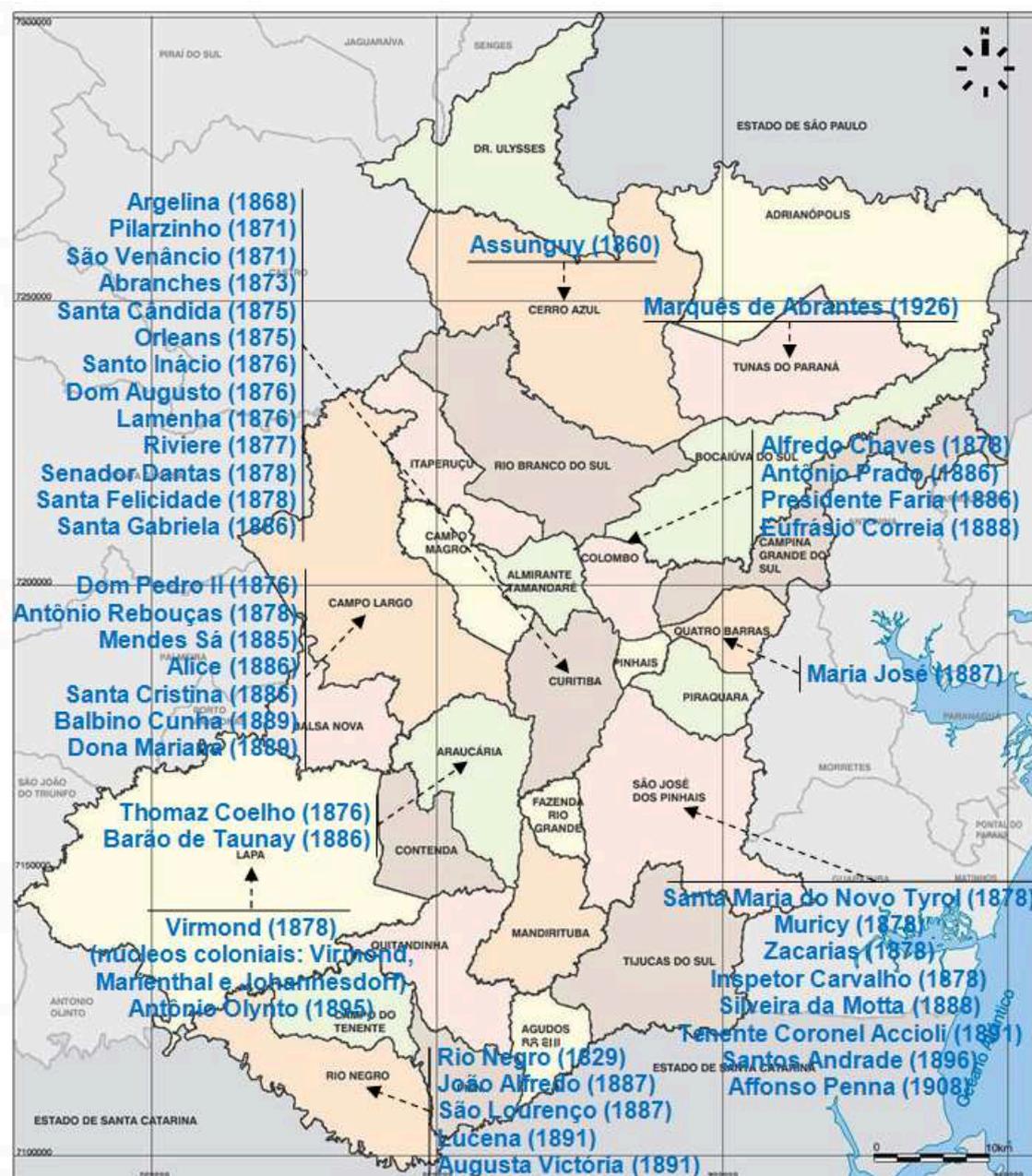


Figura 1. Localização geográfica das 44 colônias de imigrantes consideradas na pesquisa.

Fonte: Mapa-base COMEC (2013) (Adaptado)

A partir da associação destas três fases do estudo analisou-se o risco de desaparecimento das colônias consideradas, do mesmo modo que as alterações mais significativas diagnosticadas nas mesmas, no intuito de se formular um perfil de susceptibilidade em cada local, visando a sua contenção por meio do TBC, pensado em conjunto com a população envolvida.

ETAPAS DA PESQUISA

Em um primeiro momento, as atividades de campo se desenvolveriam em dois circuitos de visitação, nos quais todas as 44 colônias seriam exploradas, descritas e, finalmente, analisadas de acordo com os critérios descritos nos tópicos anteriores. Tais procedimentos poderiam ser estruturados da forma abaixo (SAMPAIO, 2010; SAMPAIO, LESAMA & ARAÚJO, 2012):

1ª etapa: Antes de seguir para as colônias, investigou-se a organização das mesmas a partir de imagens de satélite gratuitas (do Google). Utilizou-se a mesma ferramenta para identificar nomes ou sobrenomes de imigrantes ou descendentes em ruas que pudessem indicar uma maior concentração de propriedades rurais de interesse na colônia ou no bairro considerado. Complementarmente, buscou-se a informação popular diretamente no bairro ou na colônia em questão – inicialmente, em instituições religiosas, de ensino ou atendimento turístico locais; em segundo, junto aos moradores mais antigos;

2ª etapa: Elaboração de um perfil de cada colônia ou bairro visitado por meio do refinamento dos dados levantados;

3ª etapa: Seleção das possíveis propriedades rurais que permitiriam a aplicação dos instrumentos de estudo. Foram utilizados em média de um a dois dias de trabalho de campo por colônia (entre oito e 16 h semanais);

4ª etapa: Identificação de pelo menos uma propriedade rural por colônia ou bairro que atendesse aos seguintes requisitos: (a) presença de pelo menos uma casa de madeira (em tronco ou serrada) com fins de moradia; (b) existência de, no mínimo, uma área destinada ao cultivo agrícola, que se caracterizasse como de natureza familiar, dentro da

classificação assumida por esta pesquisa; e (c) verificação, não eliminatória, segundo os objetivos do estudo, de algum outro tipo de construção de madeira, com fins laborais ou de armazenamento, por exemplo, o qual pudesse fornecer a visualização do que se denomina de dinâmica morfofuncional dos componentes da propriedade rural. Estas propriedades, por sua vez, poderiam se tornar locais estratégicos à aplicação do TBC nas colônias em questão; e

5ª etapa: Execução dos procedimentos metodológicos definidos para a coleta de dados específicos na propriedade rural – entrevista, fotografia, mapeamento, desenho e representação esquemática – e caracterização das propriedades em cada caso.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentro do estudo que envolveu 44 colônias de 10 municípios da RMC – Araucária, Campo Largo, Cerro Azul, Colombo, Curitiba, Lapa, Quatro Barras, São José dos Pinhais, Rio Negro e Tunas do Paraná –, foram levantados dados diversos, os quais variam dos possíveis aspectos influenciadores do desaparecimento das colônias até a apresentação de propostas enquadradas ao TBC, no contexto de itinerários viáveis (merecedores de uma análise direcionada) em algumas das colônias visitadas, passando pela abordagem de características comuns e particulares dos espaços visitados.

O avanço do “fator urbanizador” na RMC, segundo o que já fora debatido, trata-se de um processo relativamente recente, o qual teria ganhado maior impulso a partir de 1972, prolongando-se até os dias atuais. A construção dos parques industriais na Cidade Industrial de Curitiba (CIC) e do Centro Industrial de Araucária (Ciar) teria sido o grande marco dessa mudança, na interseção entre o território hoje ocupado por Curitiba e os municípios a ela vizinhos nessas regiões, influenciando significativamente a conformação de algumas colônias próximas, como Thomaz Coelho, em Araucária (IPARDES, 1987).

A expansão de vias de acesso, a princípio limitadas a estradas de chão, algumas delas derivadas de caminhos precursores no desbravamento da atual RMC, com a melhoria da infraestrutura adjacente e a conseqüente facilitação do deslocamento, corresponderia a outro ponto diferencial dentro das mudanças ocorridas.

À proporção que Curitiba crescia, o “fator urbanizador” se deslocava do centro da cidade em direção às extremidades, levando ao desenvolvimento de “novos” bairros,

como aconteceria com algumas colônias de imigrantes, principalmente de origem polonesa e italiana. O estabelecimento de outras alternativas de acesso, além das já tradicionalmente utilizadas durante os ciclos produtivos e processos migratórios que marcaram a região, promoveu o deslocamento de parte da população antes concentrada no Centro para o que viriam a ser os bairros do Pilarzinho, Abranches, Santa Cândida, Orleans, Santo Inácio, Augusta, Lamenha Pequena e Riviera. Outros bairros, por sua vez, teriam apresentado destino semelhante. Tal transformação, contudo, não impediria pensar que essas antigas colônias não conseguissem crescer por si próprias, mesmo com o fim dos processos migratórios. Conforme se discutiu anteriormente, poder-se-ia esperar justamente o contrário, pois muitos brasileiros e migrantes de diferentes nacionalidades desde o início habitaram a maior parte dos núcleos coloniais e contribuíram, de certa forma, para o crescimento desses locais.

Por conta de uma carência de dados quantitativos evidenciada na maior parte das colônias e bairros estudados, não se saberia atribuir com precisão até que período a atividade agrícola teria predominado em cada local, mesmo porque apenas recentemente o levantamento estatístico por bairros vem sendo realizado dentro de trabalhos censitários em Curitiba. Nos outros nove municípios observados, que abrangem algumas das colônias analisadas, essas dificuldades se revelam ainda maiores.

Da segunda metade do século passado até o presente, principalmente entre as décadas de 1960 e 1980, prolongando-se em menor intensidade por outros anos, teria ocorrido o chamado êxodo rural, que levaria não só à perda de mão de obra da agricultura, como também à sua desvalorização socioeconômica frente a outros setores. Grande parte da população do meio rural, incluindo nele as colônias, teria migrado para as grandes cidades, o que teria tornado o meio rural um espaço com menores expectativas, motivando a especulação imobiliária pelo menor custo de sua área em relação aos centros urbanos.

Essa condicionante em Curitiba, que detinha a maior quantidade de colônias entre os municípios da RMC – 13 ao todo –, as quais foram em sua totalidade “transformadas” em bairros, e em menor proporção nos municípios de São José dos Pinhais, Campo Largo e Colombo, que ainda contam com algumas colônias resistentes a esse processo, fez-se extremamente presente, embora se verifique até hoje significativa conservação de valores marcadamente agrícolas em Curitiba e adjacências em relação a outras capitais

do país, por exemplo. A RMC, à semelhança de outras microrregiões em que se divide o Estado, possui como característica a pronunciada presença da agricultura familiar, o que, de certo modo, teria provavelmente contribuído para a preservação de algumas colônias, em especial as mais afastadas dos núcleos urbanos.

O distanciamento das colônias em função dos centros de natureza urbana se revelou um aspecto tão determinante na análise do efeito da urbanização sobre as mesmas que, se associadamente considerados, poder-se-ia dizer que tanto maior o afastamento das colônias em relação aos núcleos urbanos a elas mais próximos, menor tenderia a ser o seu risco de desaparecimento em decorrência da urbanização, constituindo variáveis inversamente proporcionais, portanto. Complementarmente, tanto maior a proximidade das colônias dos municípios da RMC em relação à capital ou às zonas que recebem maior influência por parte dela, maiores, por sua vez, igualmente tenderiam a ser os seus riscos de desaparecimento. A industrialização, a especulação imobiliária e a facilidade de acesso consistiriam, entre as percepções registradas nas 44 colônias visitadas, os influenciadores de mais pronunciada atuação na permanência desses locais.

Nas colônias mais fortemente ameaçadas de desaparecimento, ainda que todas, em maior ou menor grau, apresentem esse risco, urge a tomada de medidas que visem a mitigar tal problemática. Com base nessa necessidade, propôs-se o estudo da introdução do TBC nesses locais, guiando-se por referenciais tidos como primordiais à maioria das colônias da RMC: (i) a presença da agricultura familiar; (ii) a existência da casa de araucária (para fins de moradia ou laborais); (iii) e a manifestação de aspectos socioculturais que pudessem se mostrar relevantes à atividade turística.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As interferências oriundas do processo de urbanização – repercutidas na descaracterização sociocultural das colônias e na desvalorização de elementos identitários, como o idioma, as celebrações religiosas, as festas típicas, as danças, a culinária, as vestimentas, os artesanatos etc – afetam tanto a memória de um povo quanto as chances de progresso das gerações futuras.

A arquitetura de madeira no Paraná, cujo clímax teria sido alcançado por meio da casa de araucária (termo criado por Imaguire Júnior (1993)), seria outro alicerce fortemente abalado nas atuais condições. Esse tipo de representação se mostra fundamental à identificação do imigrante não somente polonês, mas europeu que migrou para o Estado, dentro do seu próprio reconhecimento na sociedade brasileira, constituindo-se um verdadeiro patrimônio nacional e paranista. Como tal, deveria ser valorizado enquanto bem histórico e pessoal, recebendo incentivos de ordem pública à preservação por meio de legislação específica, financiamento à manutenção e ao restauro (independente da condição de tombamento) e à isenção de taxas básicas, como o Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU). A formação de Parcerias Público-Privadas (PPPs), a atuação de associações comunitárias e de Organizações Não-Governamentais (ONGs), e principalmente o trabalho integrado entre o setor público e a população podem se tornar caminhos estratégicos contra o desaparecimento dessas construções.

A conformação relativamente preservada de algumas colônias no que tange à paisagem e às construções, em especial naquelas mais afastadas dos núcleos urbanos, junto à valorização de aspectos socioculturais que caracterizem os seus espaços, pode favorecer o crescimento de atividades que venham a se agregar àquelas já existentes, como a agricultura familiar. A dinamicidade de um ambiente com organização predominantemente agrícola, estabelecido desta forma desde a sua origem, como ocorre em parte das colônias atuais da RMC, deve ser considerada sob uma perspectiva que esteja além da sua produção. Ir contra a essas práticas seria afrontar a própria essência desses espaços, cuja formação, conforme já discutido, esteve estreitamente vinculada à agricultura, tanto pelas principais características apresentadas pelo imigrante que viera ao Sul do Brasil, quanto pelas necessidades de insumo existentes nos centros urbanos.

A concatenação de diferentes variáveis, de forma a reduzir as praticamente inevitáveis interferências que quaisquer modificações na estrutura socioeconômica geram, foi entendida pela leitura desta pesquisa como viável através do TBC.

Mesmo com as singularidades de cada colônia de imigrantes, condição esperada em todo local do qual o turismo faça parte, acredita-se que um trabalho integrado, no formato de circuitos, capacitações e monitoramentos comuns, considerando possíveis afinidades e o fator do distanciamento entre algumas colônias, por exemplo, possa ser implementado com boas chances de sucesso na RMC.

No presente, verificam-se ações que se mostram satisfatórias em determinados aspectos, em especial por meio de festas temáticas e eventos comemorativos, contudo, de modo isolado e coletivo, observa-se que ainda há muito a ser aprimorado. Nesse sentido, as cooperativas de pequenos produtores e artesãos, órgãos públicos locais, associações de microempresários, instituições educacionais e religiosas, e principalmente a comunidade local podem fazer a diferença ao assumir um papel de liderança nessas discussões. Este, apesar de ser um dos fundamentos do TBC, também deve preferencialmente constituir qualquer processo de tomada de decisão.

REFERÊNCIAS

- ARQUIVO PÚBLICO DO PARANÁ. *Registro de imigrantes*. s/d. Disponível em: <<http://www.arquivopublico.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=78>>. Acesso em: 14 out. 2014.
- BRASIL. MINISTÉRIO DO TURISMO. *Edital de Chamada Pública de Projetos Mtur/Nº 001/2008*. Seleção de Propostas de Projetos para Apoio às Iniciativas de Turismo de Base Comunitária”. Brasília, 2008.
- CAMPOS FILHO, A. V (Org.). *Cartilha (in)formativa sobre turismo de base comunitária: o ABC do TBC*. Salvador: EDUNEB, 2012. 36 p.
- COMEC - Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba. *Mapoteca*. Mapa-base COMEC 2013.
- FERNANDES, V.; SAMPAIO, C. A. C. Formulação de estratégias de desenvolvimento baseado no conhecimento local. *RAE Eletrônica*. v. 5, n. 2, 2006.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/ MDA - Ministério do Desenvolvimento Agrário. *A agricultura familiar em 2006 (segundo a Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006)*, 2006. s/p.
- IMAGUIRE JÚNIOR, K. *A casa de araucária*. 126 f. Tese (Concurso para Professor Titular do Curso de Arquitetura e Urbanismo) – Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1993.
- IPARDES - Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (Convênio SUREHMA/ SECE/ COMEC/ FCC/ IPPUC/ IPARDES). *Caracterização socioeconômica da Colônia Tomás Coelho*. Curitiba, 1987. 57 p.
- KANASHIRO, M. *Paisagens étnicas em Curitiba: um olhar histórico-espacial em busca da entopia*. 285 f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Programa de

Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

LAROCCA JÚNIOR, J.; LAROCCA, P. L.; ALMEIDA LIMA, C. *Casa Eslavo-Paranaense: arquitetura de madeira dos colonos poloneses e ucranianos do Sul do Paraná*. 1ª ed. Ponta Grossa - PR: Larocca Associados, 2008. 240 p.

LEIRO, J. M. T. *Tour comunitário no Calafaste*. Salvador: UNEB, I ETBCES, 6 jul. 2011. Correspondência pessoal.

MARTINS, R. *História do Paraná*. Curitiba: Travessa dos Editores, 1995. 524 p.

MARTINS, W. *Um Brasil diferente: ensaio sobre fenômenos de aculturação no Paraná*. 2ª ed. São Paulo: T. A. Queiroz, 1989. 470 p.

MAZZAROTTO, A. C.; BATISTA, F. D. *Arquitetura italiana em Curitiba*. Curitiba: Instituto Arquibrasil, 2013. 260 p.

NAVOLAR, J. D. *A arquitetura resultante da preservação do patrimônio edificado em Curitiba*. Curitiba: Factum Pesquisas Históricas, 2011. 192 p.

OLIVEIRA, L. A. P.; OLIVEIRA, A. T. R. (Org.). *Reflexões sobre os deslocamentos populacionais no Brasil*. Estudos e análises. Informação demográfica e socioeconômica. n. 1. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. 102 p.

OLIVEIRA, M. *Imigração e diferença em um estado do Sul do Brasil: o caso do Paraná*. Nuevo Mundo Mundos Nuevos, 2007. Disponível em:

<<http://nuevomundo.revues.org/5287#quotation>>. Acesso em: 14 out. 2014.

PIÑEIRO, D; MORALES, M. Los cambios en la sociedad rural durante el siglo XX. In: *El Uruguay del siglo XX*. Departamento de Sociología, Facultad de Ciencias Sociales. Montevideo: Banda Oriental, 2008. p. 105-136.

SAMPAIO, C. A. C.; LESAMA, M. F.; ARAÚJO, J. R. Arranjos socioprodutivos e políticos de base comunitária, solidária e sustentável, 2012. In: Philippi Jr, A.; Sampaio, C. A. C.; Fernandes, V. *Gestão de natureza pública e sustentabilidade*. Manole, Barueri - SP.

SILVA, F. P. S. (Org.). *Turismo de base comunitária e cooperativismo: articulando pesquisa e ensino no Cabula e entorno*. Salvador: EDUNEB, 2013. 314 p.

WACHOWICZ, R. *Homens da terra* [Trad. Francisco Dranka]. 3ª ed. Curitiba: Vicentina, 1997. 337 p.

WACHOWICZ, R. C. *Tomás Coelho – uma comunidade camponesa*. Curitiba: Real Artes Gráficas, 1977.

WACHOWICZ, R. C. *O camponês polonês no Brasil*. Curitiba: Fundação Cultural/ Casa Romário Martins, 1981. 152 p.

WACHOWICZ, R. C. *História do Paraná*. 9ª ed. Curitiba: Imprensa Oficial do Paraná, 2001. 360 p.

Atividade ovicida e pupicida de *Eugenia caryophyllata* Tumb. (Myrtaceae) em *Aedes (Stegomyia) aegypti* Linnaeus, 1762 vetor da dengue, chikungunya e zika na Amazônia

Autoria:

Eunice da Silva Medeiros do Vale

Doutora em Biotecnologia. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, Manaus, Amazonas

Brenda Fernanda Freitas da Silva

Bióloga. Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas

Iléa Brandão Rodrigues

Doutora em Biotecnologia. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, Manaus, Amazonas

Wanderli Pedro Tadei - In memoria

Doutor em Entomologia. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, Manaus, Amazonas

Resumo

Apesar do desenvolvimento tecnológico e científico a dengue permanece como um dos maiores problemas de saúde pública a ser combatido. Segundo os dados recentes, até 16 de fevereiro de 2013, foram notificados 204.650 casos de dengue no país (WHO 2013). E o principal vetor que transmite o vírus da dengue é o *Aedes aegypti*, Linnaeus, 1762. Estudos buscam novos inseticidas com uso de plantas aos quais tem mostrado resultados positivos e também é de acesso direto da população, o que torna uma nova tecnologia social, para o controle de vetores de doenças de importância pública. Uma planta que vem mostrando-se bastante promissora é a *Eugenia caryophyllata* (Thunb. Myrtaceae) conhecida popularmente como cravo-da-índia. É uma árvore utilizada há séculos no Brasil com as mais variadas aplicações, inclusive como inseticida (EMBRAPA 2005; Chaieb et al. 2007). O presente trabalho está voltado para o estudo de observações do efeito do extrato de cravo-da-índia em diferentes fases do desenvolvimento, estágio de ovo e a pupa de *A. aegypti*, buscando ampliar o efeito inseticida no controle desses mosquitos.

Palavras-chave: Myrtaceae. Cravo-da-índia. Atividade Inseticidas.

Como citar este capítulo:

VALE, Eunice da Silva Medeiros *et al.* Atividade ovicida e pupicida de *Eugenia caryophyllata* Tumb. (Myrtaceae) em *Aedes (Stegomyia) aegypti* Linnaeus, 1762 vetor da dengue, chikungunya e zika na Amazônia. In: ANDRADE, Jaily Kerller Batista (Org.). **Fundamentos e pesquisas em Ciências Ambientais e Agrárias**. Campina Grande: Licuri, 2024, p. 134-141. ISBN: 978-65-85562-27-0. DOI: 10.58203/Licuri.22710.

INTRODUÇÃO

O mosquito *Aedes aegypti* é originário da África e está presente em quase todos os continentes, menos na Antártida. É o principal vetor na transmissão da dengue, febre amarela, Zika e febre chikungunya desempenhando papel importante em surtos de doenças há mais de um século (MS 2024). De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), a dengue é o arbovírus com o maior número de casos na região das Américas, ocorrendo epidemias a cada três a cinco anos. No ano 2022 a região alcançou a marca de 2.811.433 casos de dengue, sendo esse o terceiro ano com o maior número de casos na série histórica, ficando atrás apenas dos anos 2016 e 2019, quando houve maior número de casos notificados (MS 2024).

De acordo com dados epidemiológicos do Ministério da Saúde - MS (MS 2024), até o mês de setembro de 2023, o Brasil registrou cerca de 1.530.940 casos prováveis e 946 óbitos ocasionados pela dengue, ocorrendo um aumento quanto a taxa de adoecimento e mortes por esta arbovirose, quando comparado ao ano de 2022 (1.172.882 e 585 mortes). Neste mesmo período (2023) ocorreram 5.440 casos de dengue registrados no estado do Amazonas (MS 2024). Os dados demonstram o aumento do número de casos de dengue no Amazonas em comparação ao ano de 2022 com 2.805 casos (MS 2024). Portanto, medidas preventivas e de combate ao *A. aegypti* não devem ser negligenciadas, haja visto que a dengue é uma doença de grande importância para a saúde pública.

O controle vetorial permanece como o método mais utilizado na prevenção da transmissão de doenças transmitidas por mosquitos. Entre os métodos de controle destaca-se o uso de com o uso de inseticidas químicos, como os piretróides, carbamatos e os organofosforados, essa é uma das abordagens mais utilizada para o controle de populações de mosquitos, pois diminui o número de casos das doenças transmitidas por estes (Adhikari, 2022; Nascimento, 2016). Contudo, há relatos nas literaturas sobre a resistência em populações de mosquitos pelo uso contínuo dos inseticidas químicos, dificultando os esforços em realizar o controle em nível mundial (Nascimento, 2016). Além do mais, esses inseticidas apresentam uma elevada toxicidade aos seres humanos e a outros organismos não alvos, como também um elevado potencial contaminante do solo e da água (Mossa, 2018).

Em decorrência dos problemas expostos do uso contínuo dos inseticidas sintéticos, vários estudos estão buscando novas alternativas para serem incorporadas no controle de

insetos vetores. Nesse sentido os produtos de origem vegetal, como os extratos vegetais, óleos essenciais e derivados botânicos, surgem como uma alternativa promissora, pois apresentam em sua composição diferentes substâncias que são capazes de agir em todas as fases do desenvolvimento dos insetos (Spletozer, 2021). Em vista disto, é crescente o número de estudos voltados na busca de produtos alternativos com baixa toxicidade para o ser humano, animais e meio ambiente, como os inseticidas de origem botânica que possam ser utilizados no controle do *A. aegypti* (Silva, 2022; Rodrigues, 2021; Spletozer, 2021).

Neste contexto, enfatiza-se a existência de diversas famílias botânicas que apresentam atividade inseticida, entre as quais pode-se citar as famílias Mytaceae, Burseraceae, Piperaceae, Fabaceae, Asteraceae, Apiaceae, Lamiaceae, entre outras, caracterizadas pela produção de compostos bioativos com ação ovicida, larvicida, adulticida em *A. aegypti* (Silva, 2013; Viana, 2018; Silvério, 2020; Spletozer, 2021). Neste contexto, o trabalho está voltado para o estudo de observações do efeito do extrato de cravo-da-índia em diferentes fases do desenvolvimento, estágio de ovo e a pupa de *A. aegypti*, buscando ampliar o efeito inseticida no controle desses mosquitos.

METODOLOGIA

Foram feitas diluição seriadas para a seleção das concentrações trabalhadas nos bioensaios de dose. Os estudos ovicidas e pupicida foram pautados nos resultados encontrados por Medeiros (2011), os quais foram testados com larvas de *A. aegypti* em extratos aquoso e metanólico de *Eugenia caryophyllata*, aplicando-se uma concentração de 60 botões diluídos em 300 mL de água. No extrato aquoso foram contados 30 ovos de *A. aegypti*, com o auxílio de uma lupa microscópica estereoscópico, em seguida imersa em 10 mL de água destilada com ração macerada (ração de gato Whiskas - macerada). As concentrações testadas foram como segue em ppm são: 1.112, 834, 556, 278 e 139 e a concentração zero considerada controle, onde não era colocado extrato do cravo-da-índia. Foram preparadas cinco réplicas para cada concentração e os testes foram repetidos três vezes. As leituras foram realizadas em 24, 48 e 72 horas. A validação dos testes ocorreu por meio dos critérios de Dulmage et al. (1990). Os bioensaios pupicida foram realizados com os mesmos procedimentos anteriormente descritos, entretanto foram expostas ao extrato 10 pupas testadas nas seguintes

concentrações (ppm): 1.946; 1.668; 1.390; 1.112 e 834 com leituras feitas 24 horas pós-tratamento. Nos bioensaios com extrato metanólico foram colocados 30 ovos, do mosquito alvo, foram imersos em copos com 100 mL de água destilada nas concentrações em ppm: 600, 300, 150 e 60 e o controle. As leituras foram feitas em 24, 48 e 72 horas pós-tratamento. O mesmo procedimento foi realizado no bioensaio pupicida, contendo 10 pupas expostas às mesmas concentrações, do extrato metanólico com leituras de 24 horas pós-tratamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos da taxa de eclosão utilizando o extrato aquoso de cravo-da-índia em ovos de *A. aegypti* estão representados na tabela 1. O maior índice de taxa de eclosão foi observado nas seguintes concentrações: 139ppm com 123 (13,6%) e 278ppm com 61 (6,7%) na leitura de 72 horas. Nas maiores concentrações testadas (1.112ppm e 834ppm) demonstraram menor taxa de eclosão (0,1%). A baixa taxa de eclosão larval e conseqüentemente, maior poder ovicida dos extratos vegetais em ovos de *A. aegypti*. Aguiar et al. (2011) ao avaliarem óleos essenciais de citronela (*Cymbopogon winterianus*) e erva doce (*Foeniculum vulgare*) com ovos de *A. aegypti* constaram baixa taxa de eclosão larval com 0,0070 mL (4,6%) e 0,038 mL (13%). Santos et al (2010) avaliaram o efeito do extrato aquoso de sementes de *Moringa oleífera* (EAS) sobre a oviposição e eclosão de ovos de *A. aegypti*. A dose aplicada nos recipientes contendo 50 ovos foi de 0,1 mg/mL de proteína EAS. A água destilada foi utilizada como controle negativo EAS não promoveu ($p = 0,448$) efeito atraente sobre as fêmeas de *A. aegypti*. Mas reduziu significativamente ($p < 0,05$) em 50% a eclosão dos ovos em comparação ao controle.

As taxas de eclosão observadas com o uso do extrato metanólico sobre ovos de *A. aegypti* constam na tabela 1. Observa-se a maior taxa de eclosão na leitura de 72 horas na concentração de 60 ppm (51,3%) e em 600ppm foi observada menor taxa de eclosão com apenas 33% em 72 horas. Araújo et al. (2007) verificam-se nos extratos lipofílicos de *Allium sativum* L. e metanólico de *Zingiber officinale rascoe* a inviabilidade dos ovos de *A. aegypti* na dose de 2 ppm com leituras em 72 horas. Os trabalhos demonstram o grande potencial dos extratos vegetais na fase mais resistente do mosquito.

Tabela 1. Taxa de eclosão larval com extrato aquoso e metanólico, respectivamente, de *Eugenia caryophyllata*.

Conc. (ppm) E.A	n	Leitura (horas)		
		24 h	48 h	72 h
1.112	450	1 (0,1)	0(0)	1 (0,1)
834	450	1 (0,1)	0 (0)	0 (0)
556	450	2 (0,2)	10(1)	3 (0,3)
278	450	1 (0,1)	52 (6)	61 (7)
139	450	32 (3,5)	114 (12)	123 (14)
Controle	450	21 (2,3)	93 (10)	119(13)

Conc. (ppm) E.M	n	Leitura (horas)		
		24 h	48 h	72 h
600	360	67 (14,8)	112 (24,8)	148 (33)
300	360	71 (15,7)	120 (26,6)	141 (31,3)
150	360	66 (14,7)	114 (25,3)	159 (35,3)
60	360	104 (23,1)	181 (40,2)	231 (51,3)
Controle	360	69 (15,3)	107 (23,7)	121 (27)

Legenda: E.A = Extrato Aquoso; E.M = Extrato Metanólico; ppm = Parte por milhão; n = Número de indivíduos testados; () = Porcentagem.

Na tabela 2 observam-se os resultados encontrados também com extrato aquoso e metanólico do cravo-da-índia em contato com pupas de *A. aegypti*. Constata-se na maior concentração (1.946 ppm) grande emergência de indivíduos adultos com 63%. No entanto, na menor dose (834ppm) a emergência dos espécimes foi menor com 52%. Saranya et al. (2013) estudando o efeito do extrato aquoso de *Spathodea campanolata* com pupa de *A. aegypti* observaram que não houve efeito pupicida, o que corrobora com os resultados encontrados no presente trabalho.

Nos resultados pupicida do extrato metanólico de *E. caryophyllata* pode-se observar na concentração de 600 ppm a emergência do adulto de 37% enquanto no controle foi observada a mesma porcentagem. Demonstrando que não houve nenhum efeito na emergência dos espécimes. Outros estudos feito por Candido et al. (2013) demonstraram atividade pupicida com óleos de *C. phyllacanthus*, *C. hexandra* e *R. communis* em concentrações de 1,5 mL e 3 mL, sendo 100% letal após 24 horas.

Na comparação do efeito ovicida de cravo-daíndia foi observado (Figura 1) que nas concentrações aproximadas do extrato aquoso e metanólico (E.A = 556 ppm e E.M = 600

ppm e E.A = 139 ppm e E.M = 150 ppm) foi observado menor taxa de eclosão com o extrato aquoso em todas as leituras. Na figura 2 é reportada a aproximação dos valores de emergência entre o extrato aquoso e metanólico (E.A = 834ppm e E.M = 600 ppm). Ressalta-se que no controle os valores foram equivalentes aos encontrados com o uso dos dois extratos.

Tabela 2. Taxa de emergência pupicida em extrato aquoso de *E. caryophyllata*.

Concentrações (ppm)	n	Leitura (horas)	
		24	48
1.946	150	94 (63)	
1.668	150	44 (29,3)	
1.390	150	65 (43,3)	
1.112	150	48 (32)	
833	150	44 (29,3)	
Controle	150	78 (52)	

Legenda: ppm = Parte por milhão; n = Número de indivíduos testados; () = Porcentagem.

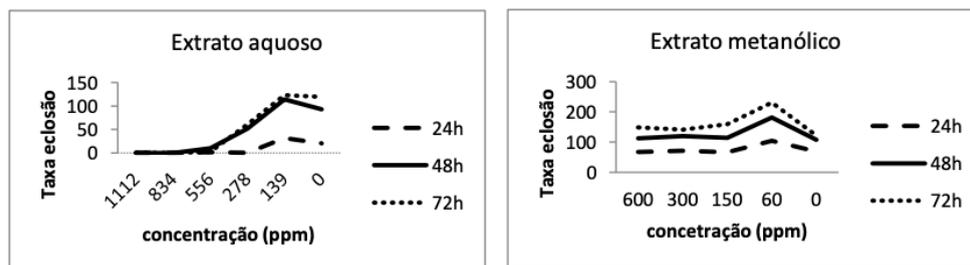


Figura 2. Taxa de eclosão de *Aedes aegypti* em extrato aquoso de *Eugenia caryophyllata* (esquerda). B - Taxa de eclosão de *Aedes aegypti* em extrato metanólico de *Eugenia caryophyllata* (Direita).

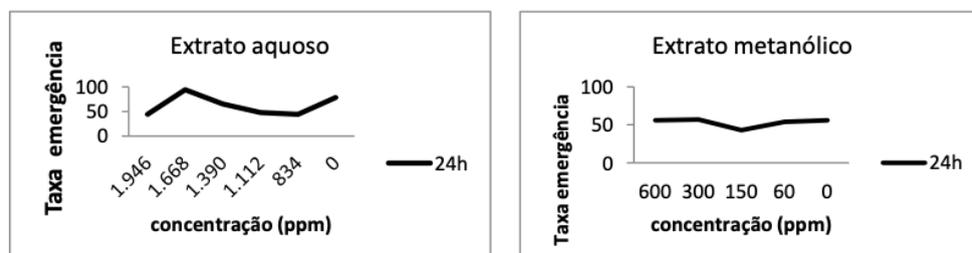


Figura 2. Taxa de emergência (pupa) de *Aedes aegypti* em extrato aquoso de *Eugenia caryophyllata* (Esquerda). D - Taxa de emergência de pupas de *Aedes aegypti* em extrato metanólico de *Eugenia caryophyllata* (Direita).

CONCLUSÕES

O extrato aquoso de *Eugenia caryophyllata* apresentou efeito sobre ovos de *A. aegypti* em concentrações altas. O extrato metanólico comparado ao aquoso, observando-se menor taxa de eclosão no extrato aquoso em todas as leituras. O efeito pupicida de *A. aegypti* não foi observado tanto com extrato aquoso de *Eugenia caryophyllata* como o extrato metanólico. A partir deste trabalho novas pesquisas precisam ser conduzidas para confirmação do efeito do extrato aquoso no controle de ovos do mosquito *A. aegypti*.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, D.L. 2011. Utilização de óleos essenciais como tecnologia alternativa aos inseticidas sintéticos para o controle de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). Dissertação de Mestrado Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande. 57p.
- ARAÚJO, S.A. 2007. Estudo de substâncias que inviabilizam o desenvolvimento dos ovos de mosquito e sua importância no controle da doença. Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia.
- ADHIKARI, KAMAL; KHANIKOR, BULBULI; SARMA, RIJU. Persistent susceptibility of *Aedes aegypti* to eugenol. Scientific Reports, v. 12, n. 2277, p. 11, 2022.
- CANDIDO, L.P. Bioactivity of plant extracts on the larval and pupal stages of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, v. 46, n. 4, p. 420-425, 2013.
- CHAIIB, K.; HAJLAOUI, H.; ZMANTAR, T.; KAHLA-NAKBI, A.B.; ROUABHIA, K.M.; BANKHROUF. The chemical composition and biological activity of clove essential oil, *Eugenia caryophyllata* (*Syzygium aromaticum* L. Myrtaceae). A Short Review. Phytotherapy Research, v. 21, p. 501-506. 2007.
- DULMAGE, H.T.; YOUSTEN, A.A.; SINGER, S.; LACEY, L.A. 1990. Guidelines for production of *Bacillus thuringiensis* H-14 and *Bacillus sphaericus*. UNDP /World Bank/ WHO, Steering Committee to Biological Control of Vectors, Geneva. 59p.
- EMBRAPA. 2005. Inseticidas botânicos: Seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola. Seropédica - Rio de Janeiro. 32p.
- MEDEIROS, E.S. 2011. Eficiência de extrato vegetal e do óleo essencial de cravo-da-índia, *Eugenia caryophyllata* Thunberg (Myrtaceae), para controle larval de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) e *Anopheles darlingi* Root, 1926 (Diptera, Culicidae). Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de pesquisa da Amazônia/ Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, Amazonas. 101p.

MINISTÉRIO DA SAÚDE - MS. Boletim Epidemiológico - Monitoramento dos casos de arbovirose urbanas: semanas epidemiológicas 35 de 2023, v. 54, p. 1-24. 2023. (/Downloads/Boletim_epidemiologico_SVSA_13_2023.pdf). Acesso em 2 maio 2024.

MOSSA, ABDEL-TAWAB; MOHAFRASH, SAMIA; CHANDRASEKARAN, NATARAJAN. Safety of Natural Insecticides: Toxic Effects on Experimental Animals. *BioMed Research International*, v. 2018, p. 1-17, 2018.

NASCIMENTO, LUCIANO; MELNYK, ANASTASIIA. A química dos pesticidas no meio ambiente e na saúde. *Revista Mangaio Acadêmico*, v. 1, n. 1, p. 54-61, 2016.

RODRIGUES, A. M. Larvicidal activity of *Annona mucosa* Jacq. extract and main constituents rolliniastatin and rollinicin against *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. *Industrial Crops and Products*, ISSN 0926-6690, v. 169, n. 113, p. 678, 2021.

SANTOS, N.D.L. 2010. Efeito de extrato de sementes de *Moringa olifera* sobre a oviposição e eclosão dos ovos de *Aede aegypti*. *Plos One*, 7: 4-8.

Spletozer, A. G. et al. Plantas Com Potencial Inseticida: Enfoque Em espécies amazônicas. *Ciência Florestal*, v. 31, n. 2, p. 974-97, 2021.

SARANYA, M. Larvicidal pupicidal activities and morphological deformities of *Spathodes campanullata* aqueous leaf extract against dengue vector *Aedes aegypti*. *European Journal of Experimental Biology*, v. 3, n.2, p. 205-213.

SILVA, RAYANE CRISTINE SANTOS DA. Composição química, atividade larvicida, repelente e deterrente da ovoposição de *Aedes aegypti* do óleo essencial de *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J. B. Gillett (Burseraceae). Universidade Federal de Pernambuco, p. 52, 2013.

SILVA, THAYNÁ RHAYSSA BATISTA DA; COSTA, POLYANA FELIPE FERREIRA DA; SANTOS, SOLANGE LAURENTINO DOS. Perigos no uso de agrotóxicos pela saúde pública no controle vetorial do *Aedes aegypti* (perigos no uso de agrotóxicos pela saúde pública). *Revista Movimentos Sociais e Dinâmicas Espaciais*, ISSN 2238-8052, v. 9, p. 1-17, 2020.

SILVÉRIO, M. R. S. Plant natural products for the control of *Aedes aegypti*: the main vector of important arboviruses. *Molecules*, v. 25, p. 3484, 2020.

VIANA, GLAUTEMBERG DE ALMEIDA; SAMPAIO, CAROLINE DE GOES; MARTINS, VICTOR EMANUEL PESSOA. Produtos naturais de origem vegetal como ferramentas alternativas para o controle larvário de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*. *Journal of Health & Biological Sciences*, v. 6, n.4, p. 449-462, 2018.

WHO. 2013. Dados de Dengue no Brasil, v. 14, p.3 - 2. 2013.

Avaliação do uso de extratos vegetais em criadouros de *Aedes* spp no campus do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, Manaus, Amazonas

Autoria:

Eunice da Silva Medeiros do Vale

Doutora em Biotecnologia. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, Manaus, Amazonas

Iléa Brandão Rodrigues

Doutora em Biotecnologia. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, Manaus, Amazonas

Wanderli Pedro Tadei - In memoria

Doutor em Entomologia. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, Manaus, Amazonas

Resumo

Apesar do desenvolvimento tecnológico e científico a dengue permanece como um dos maiores problemas de saúde pública a ser combatido. Segundo os dados recentes, até 16 de fevereiro de 2013, foram notificados 204.650 casos de dengue no país (WHO 2013). E o principal vetor que transmite o vírus da dengue é o *Aedes aegypti*, Linnaeus, 1762. Estudos buscam novos larvicidas com uso de plantas aos quais tem mostrado resultados positivos e também é de acesso direto da população, o que torna uma nova tecnologia social, para o controle de vetores de doenças de importância pública. Uma planta que vem mostrando-se bastante promissora é a *Eugenia caryophyllata* (Thunb. Myrtaceae) conhecida popularmente como cravo-da-índia. É uma árvore utilizada há séculos no Brasil com as mais variadas aplicações, inclusive como inseticida (EMBRAPA 2005; Chaieb et al. 2007). Dentre os recursos vegetais utilizados nas pesquisas de controle de vetores de Malária e Dengue, no INPA, destaca-se *Eugenia caryophyllata* Thunb (cravo-da-índia). No seguimento desses estudos, este projeto objetivou avaliar a ação larvicida do extrato aquoso do cravo-da-índia contra larvas de *Aedes aegypti*, na busca de alternativas que complementarão as ações utilizadas nas campanhas de controle com a participação da comunidade.

Palavras-chave: Myrtaceae. Cravo-da-índia. Atividade Inseticida.

Como citar este capítulo:

VALE, Eunice da Silva Medeiros; RODRIGUES, Iléa Brandão; TADEI, Wanderli Pedro. Avaliação do uso de extratos vegetais em criadouros de *Aedes* spp no campus do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, Manaus, Amazonas. In: ANDRADE, Jaily Kerller Batista (Org.). **Fundamentos e pesquisas em Ciências Ambientais e Agrárias**. Campina Grande: Licuri, 2024, p. 142-149. ISBN: 978-65-85562-27-0. DOI: 10.58203/Licuri.22711.

INTRODUÇÃO

O mosquito *Aedes aegypti* é originário da África e está presente em quase todos os continentes, menos na Antártida. É o principal vetor na transmissão da dengue, febre amarela, Zika e febre chikungunya desempenhando papel importante em surtos de doenças há mais de um século (MS 2024). De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), a dengue é o arbovírus com o maior número de casos na região das Américas, ocorrendo epidemias a cada três a cinco anos. No ano 2022 a região alcançou a marca de 2.811.433 casos de dengue, sendo esse o terceiro ano com o maior número de casos na série histórica, ficando atrás apenas dos anos 2016 e 2019, quando houve maior número de casos notificados (MS 2024).

De acordo com dados epidemiológicos do Ministério da Saúde - MS (MS 2024), até o mês de setembro de 2023, o Brasil registrou cerca de 1.530.940 casos prováveis e 946 óbitos ocasionados pela dengue, ocorrendo um aumento quanto a taxa de adoecimento e mortes por esta arbovirose, quando comparado ao ano de 2022 (1.172.882 e 585 mortes). Neste mesmo período (2023) ocorreram 5.440 casos de dengue registrados no estado do Amazonas (MS 2024). Os dados demonstram o aumento do número de casos de dengue no Amazonas em comparação ao ano de 2022 com 2.805 casos (MS 2024). Portanto, medidas preventivas e de combate ao *A. aegypti* não devem ser negligenciadas, haja visto que a dengue é uma doença de grande importância para a saúde pública.

O controle vetorial permanece como o método mais utilizado na prevenção da transmissão de doenças transmitidas por mosquitos. Entre os métodos de controle destaca-se o uso de inseticidas químicos, como os piretróides, carbamatos e os organofosforados, essa é uma das abordagens mais utilizada para o controle de populações de mosquitos, pois diminui o número de casos das doenças transmitidas por estes (Adhikari, 2022; Nascimento, 2016). Contudo, há relatos nas literaturas sobre a resistência em populações de mosquitos pelo uso contínuo dos inseticidas químicos, dificultando os esforços em realizar o controle em nível mundial (Nascimento, 2016). Além do mais, esses inseticidas apresentam uma elevada toxicidade aos seres humanos e a outros organismos não alvos, como também um elevado potencial contaminante do solo e da água (Mossa, 2018).

Em decorrência dos problemas expostos do uso contínuo dos inseticidas sintéticos, vários estudos estão buscando novas alternativas para serem incorporadas no controle de insetos vetores. Nesse sentido os produtos de origem vegetal, como os extratos vegetais,

óleos essenciais e derivados botânicos, surgem como uma alternativa promissora, pois apresentam em sua composição diferentes substâncias que são capazes de agir em todas as fases do desenvolvimento dos insetos (Spletozer, 2021). Em vista disto, é crescente o número de estudos voltados na busca de produtos alternativos com baixa toxicidade para o ser humano, animais e meio ambiente, como os inseticidas de origem botânica que possam ser utilizados no controle do *A. aegypti* (Silva, 2022; Rodrigues, 2021; Spletozer, 2021).

Neste contexto, enfatiza-se a existência de diversas famílias botânicas que apresentam atividade inseticida, entre as quais pode-se citar as famílias Mytaceae, Burseraceae, Piperaceae, Fabaceae, Asteraceae, Apiaceae, Lamiaceae, entre outras, caracterizadas pela produção de compostos bioativos com ação ovicida, larvicida, adulticida em *A. aegypti* (Silva, 2013; Viana, 2018; Silvério, 2020; Spletozer, 2021). Neste contexto, o trabalho está voltado para o estudo de observações do efeito do extrato de cravo-da-índia em *A. aegypti*, buscando ampliar o efeito inseticida no controle desses mosquitos.

METODOLOGIA

O experimento foi realizado nos Campus I e II do INPA, uma vez que *A. aegypti* e *A. albopictus* estão presentes em ambas as localidades. Campus do INPA, mantinha-se sem infestação de *A. aegypti* antes do ano 2000. Os primeiros focos foram registrados nos anos seguintes, em três pontos do Instituto: junto à Cantina, atrás do Almojarifado e em frente ao prédio da Administração, na mata do CPCS (Coordenação de Pesquisa em Ciências da Saúde). Posteriormente, os índices de infestação nos bairros vizinhos ao Instituto aumentaram e os Campus ficaram totalmente infestado (dados do Laboratório de Malária/Dengue). Atualmente, todas as áreas já estão tomadas pelo *Aedes* spp. e as medidas de controle implementadas são apenas as rotineiras, com ênfase no controle larvário e a destruição dos recipientes inservíveis.

Os locais selecionados dentro do campus do INPA foram segundo os dados estudados anteriormente por Pinto et al. (2006). As localidades de instalação das armadilhas foram os seguintes: Campus I - Biblioteca, Administração, CPPF;

Campus II - Prédio da Entomologia, Prédio Projeto LBA, Prédio Novo Coleção e BDPI

Nos locais determinados foram montados pneus e vasos de plantas com pratos de suporte (Figura 1), sendo colocados para cada ponto da seguinte forma: 03 pneus - Um em local ensolarado e o outro em local sombreado onde foi feito o tratamento e um

pneu controle na sombra. 03 vasos com pratos - Um em local ensolarado e o outro em local sombreado onde foi feito o tratamento e um pneu controle na sombra.

Nestes foram colocados 350 mL de água potável e 50mL da solução atrativa. Esta solução origina-se de capim de elefante, que permanece de “molho” em um balde plástico com água, por cerca de 7 dias, utilizadas como atração das fêmeas para deposição dos ovos nas palhetas. No preparo da solução, 83g de capim de elefante picado (*Renniseffum purpureum*) são adicionadas em um balde de 10 litros de água, o qual é mantido tampado em um ambiente sombreado por um período de 07 dias (Reiter, 1991). Após este período, a solução foi coada em uma peneira e apenas o líquido resultante foi utilizado nas armadilhas, na concentração de 10%.



Figura1. Armadilhas de pneus (esquerda) e vasos (direita) utilizados nos testes, no campus do INPA.

As armadilhas foram monitoradas de dois em dois dias até a observação da presença de larvas de *Aedes* em todos as armadilhas introduzidas nos locais dos testes no campus do INPA. Ressalta-se sobre os locais que estes estavam expostos a interferência pela chuva. Para a realização dos ensaios em campo utilizou-se o extrato aquoso de *Eugenia caryophyllata*. Os exemplares utilizados foram adquiridos na feira de Manaus, de forma direta, como vem sendo consumida pela população. O Extrato Aquoso O extrato foi obtido a partir dos botões florais do cravo-da-índia. O extrato aquoso constou de 60 g de cravo-da-índia colocados em 300 mL de água destilada; posteriormente, foi triturados em liquidificador comum, por aproximadamente 2 min, em seguida o material foi filtrado em tecido fino.

Após a colonização do *Aedes* spp nos recipientes as larvas presentes nos recipientes foram contadas, tanto as larvas do aplicado quanto do controle, com o auxílio de uma pipeta plástica e uma lanterna, logo em seguida foram devolvidas aos

seus respectivos lugares. Posteriormente foi feita a aplicação do extrato aquoso do cravo-da-índia na concentração determinada em laboratório. No campi I foram aplicados 200 mL em cada armadilha e no campi II a dose foi dobrada correspondendo a 400 mL do extrato.

Foram realizadas observações da sobrevivência das larvas em 24 horas e depois de 3 em 3 dias, fazendo-se a contagem das mesmas nos recipientes tratados e não tratados e após estas foram devolvidas para as armadilhas. Após a avaliação do poder residual do extrato, em que a quantidade de larvas aumentou, isto é, no momento da recolonização nos recipientes tratados com o larvicida, fez-se a reaplicação do extrato aquoso do cravo-da-índia e novas leituras foram realizadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados encontrados no Campus I e II independentemente do tipo de recipientes, os quais estiveram expostos ao sol e chuva, observar-se atividade do larvicida em todos os locais tratados, tanto no Campus I como no II, por seis dias os recipientes ficaram livres da presença de larvas de *Aedes*. Na leitura seguinte constata-se no Campus I e dois locais do Campus II (Prédio da Coleção e BDPI) baixa densidade de larvas de *Aedes*. A partir desta leitura observa-se que em todos os locais a presença de larvas. Após a recolonização das armadilhas ensolaradas no 15º aplicou-se novamente o extrato, mostrando nas leituras seguintes (18º e 21º dias) que as armadilhas estavam livres de larvas. Recolonizando todos os locais ensolarados observados na leitura seguinte (24º dia).

Os resultados encontrados no Campus I e II independentemente do tipo de recipientes, os quais estiveram colocados na sombra e expostos a chuva constam, observar-se atividade larvicida em todos os locais tratados por seis dias, os recipientes ficaram livres da presença de larvas de *Aedes* spp. Na leitura seguinte constata-se no Campus I e no Campus II baixa densidade de larvas de *Aedes*. A partir desta leitura observa-se em todos os locais a presença de larvas. Após a recolonização das armadilhas sombreadas no 15º aplicou-se novamente o extrato, mostrando nas leituras seguintes (18º e 21º dias) que as armadilhas estavam livres de larvas, surgindo somente uma larva na Biblioteca e cinco no CPPF, na leitura de 24º dia. Recolonizando todos os locais sombreadas observados na leitura seguinte (27º dia).

Levando-se em conta os trabalhos com extrato metanólico dessas Myrtaceae, Han et al. (2006) encontraram com *E. caryophyllata*, utilizando larvas de *Attagenus unicolor*

japonicus Reitter, 1877 (Coleoptera: Dermestidae), mortalidade entre 40% e 50% após sete dias da aplicação em bioensaios de laboratório. Os autores trabalharam na dosagem entre 1,3 e 5,2 mg/cm² por área e com 14 dias de exposição a mortalidade subiu para valores entre 67% e 100%.

Nos estudos com extratos aquosos de *E. caryophyllata*, Gonçalves et al. (2001) verificaram em bioensaios com imaturos de *M. tanajoa*, na concentração de 5%, mortalidade entre 2,5 e 10% para os intervalos de leitura em 24 e 48 horas. Os autores concluíram que a mortalidade dos ácaros foi atribuída à ação cáustica dos compostos bioativos presentes no extrato, principalmente o eugenol. Os testes deste trabalho, em que o extrato aquoso de *E. caryophyllata* também foi utilizado, mostraram que os compostos presentes também provocaram mortalidade nas larvas, atingindo praticamente 100% com 48 horas,

CONCLUSÕES

O extrato aquoso do cravo-da-índia eliminou as larvas de *Aedes* spp dos recipientes. O poder residual do extrato aquoso do cravo-da-índia para as larvas de *Aedes* spp observado em todas as armadilhas foi de aproximadamente 6 dias tanto expostos em locais ensolarados como sombreados. Não houve diferença entre as concentrações do extrato testadas aquoso do cravo-da-índia no campus do INPA. Com reaplicação do extrato nos locais com sombreamento a atividade larvicida estendeu por mais três dias. O extrato aquoso do cravo-da-índia pode ser indicado como um larvicida promissor para o controle do vetor do dengue em Manaus.

REFERÊNCIAS

ADHIKARI, KAMAL; KHANIKOR, BULBULI; SARMA, RIJU. Persistent susceptibility of *Aedes aegypti* to eugenol. *Scientific Reports*, v. 12, n. 2277, p. 11, 2022.

BERGERON, C.; MARSTON, A.; GAUTHIER, R.; HOSTETTMAN, K. Screening of Plants Used by North American Indians for Antifungal, Bactericidal, Larvicidal, and Molluscicidal Activities. *International Journal de Pharmacognosy*, v. 34, n.4, p. 233-242. 1996.

CONSOLI, R; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil, Rio de Janeiro: Fiocruz 1994. 228p.

CHRISTOPHERS, R. S. *Aedes aegypti* the Yellow Fever Mosquito. London: Cambridge University Press. 1960. 739p.

COSTA, J.G.M; RODRIGUES, F.F.C; ANGÉLICO, M.R. Estudo químico-biológico dos óleos essenciais de *Hyptis martiusii*, *Lippia sidoides* e *Syzygium aromaticum* frente às larvas do *Aedes aegypti*. Revista Brasileira de Farmacognosia, Brasília, v. 15, n.4, p. 304-309, Out. Dez. 2005.

DIAS, J. M. C. S. Produção e utilização de biolarvicida bacteriano. Pesquisa Agropecuária Brasileira, n. 27, p. 59-76. 1992.

DULMAGE, L. M.; YOUSTEN, A. A.; SINGER, S. & LACEY, L. A. Guidelines for production of *Bacillus thuringiensis* h- 14 and *Bacillus sphaericus*. UNDP/World Bank/ WHO, Steering Committee to Biological of Vetores, Geneva. p. 59. 1990.

FINNEY, D. J. Probit analysis. 3.ed. Ran Nagar, New Delhi: S. Chand & Company Ltd. p. 333. 1981.

GUBLER, D.J. The changing epidemiology of yellow fever and dengue. Comp. Immun. Microbiol. Infect. Dis, n. 27, p. 319-330. 2004.

HEMINGWAY J, Ranson H. Insecticide resistance in insect vectors of human disease. Annu Entomol. 2000. 45: 371-391.

KETTLE, D. S. Medical and Veterinary Entomology. Oxon, UK: C. A. B. Internacional; Wallingford, 1992. 658 p.

KELENCOM, A. Novas atividades biológicas em antigos metabólitos: ácido oleanólico e eugenol de *Eugenia caryophyllata*. Revista Brasileira de Farmacognosia, Rio de Janeiro, n.12, p. 70-71, 2002.

MINISTÉRIO DA SAÚDE/ SUPERINTENDÊNCIA DE CAMPANHAS DE SAÚDE PÚBLICA. Resumo dos Principais Caracteres morfológicos diferenciais do *Aedes aegypti* e *Aedes Albopictus*. 38 p. Brasília: 1989.

MINISTÉRIO DA SAÚDE - MS. Boletim Epidemiológico - Monitoramento dos casos de arboviroses urbanas: semanas epidemiológicas 35 de 2023, v. 54, p. 1-24. 2023.

MOSSA, ABDEL-TAWAB; MOHAFRASH, SAMIA; CHANDRASEKARAN, NATARAJAN. Safety of Natural Insecticides: Toxic Effects on Experimental Animals. BioMed Research International, v. 2018, p. 1-17, 2018.

NASCIMENTO, LUCIANO; MELNYK, ANASTASIIA. A química dos pesticidas no meio ambiente e na saúde. Revista Mangaio Acadêmico, v. 1, n. 1, p. 54-61, 2016.

OMS - Organização Mundial de Saúde. Consultations on the development of *Bacillus sphaericus* as a microbial larvicide. Bioassay method for the titration of *Bacillus sphaericus* preparations with RB 80 standart. TDV/BVC/SPHAERICUS/85.3. 24P. 1985.

PINHEIRO, V. C. S. Controle do Dengue em Manaus-AM: Estudo da positividade/produtividade larvária, viabilidade dos ovos e investigação por RT-PCR dos sorotipos do vírus dengue em *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera, Culicidae) 2005. 156 p. Tese (Doutorado em Biologia Tropical e Recursos Naturais) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

RODRIGUES, A. M. Larvicidal activity of *Annona mucosa* Jacq. extract and main constituents rolliniastatin 1 and rollinicin against *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. Industrial Crops and Products, ISSN 0926-6690, v. 169, n. 113, p. 678, 2021.

SCHMIDT, L. F. Efeito de extratos naturais de origem vegetal sobre esporos de *Desulfotomaculum nigrificans*. Campinas: Universidade de Campinas, 1994. Tese de Doutorado.

SILVÉRIO, M. R. S. Plant natural products for the control of *Aedes aegypti*: the main vector of important arboviruses. Molecules, v. 25, p. 3484, 2020.

SPLETOZER, A. G. Plantas Com Potencial Inseticida: Enfoque Em espécies amazônicas. Ciência Florestal, v. 31, n. 2, p. 974-97, 2021.

SILVA, THAYNÁ RHAYSSA BATISTA DA; COSTA, POLYANA FELIPE FERREIRA DA; SANTOS, SOLANGE LAURENTINO DOS. Perigos no uso de agrotóxicos pela saúde pública no controle vetorial do *Aedes aegypti* (perigos no uso de agrotóxicos pela saúde pública). Revista Movimentos Sociais e Dinâmicas Espaciais, ISSN 2238-8052, v. 9, p. 1-17, 2020.

SILVA, RAYANE CRISTINE SANTOS DA. Composição química, atividade larvicida, repelente e deterrente da ovoposição de *Aedes aegypti* do óleo essencial de *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J. B. Gillett (Burseraceae). Universidade Federal de Pernambuco, p. 52, 2013.

WHO - World Health Organization. Resistance of vectors and reservoirs of disease to pesticides. Technical Report Series, n. 737. 1980.

TADEI, W. P. Controle da malária na Amazônia. In. 7º Reunião Especial da SBPC, Manaus. 2001. Ciência n. 1, p. 6. 2001.

VIANA, GLAUTEMBERG DE ALMEIDA; SAMPAIO, CAROLINE DE GOES; MARTINS, VICTOR EMANUEL PESSOA. Produtos naturais de origem vegetal como ferramentas alternativas para o controle larvário de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*. Journal of Health & Biological Sciences, v. 6, n.4, p. 449-462, 2018.