

ESTUDOS SOBRE AS ENGENHARIAS

VOLUME 1

Organizadores:

Edirsana Maria Ribeiro de Carvalho

Alex Aguiar da Silva



EDITORA
OMNIS SCIENTIA

ESTUDOS SOBRE AS ENGENHARIAS

VOLUME I

Organizadores:

Edirsana Maria Ribeiro de Carvalho

Alex Aguiar da Silva

EDITORIA
OMNIS SCIENTIA



Editora Omnis Scientia

ESTUDOS SOBRE AS ENGENHARIAS

Volume 1

1ª Edição

TRIUNFO - PE

2021

Editor-Chefe

Me. Daniel Luís Viana Cruz

Organizadores

Dr. Edirsana Maria Ribeiro de Carvalho

Alex Aguiar da Silva

Conselho Editorial

Dra. Pauliana Valéria Machado Galvão

Dr. Wendel José Teles Pontes

Dr. Walter Santos Evangelista Júnior

Dr. Cássio Brancalone

Dr. Plínio Pereira Gomes Júnior

Editores de Área – Ciências Agrárias

Dr. Álefe Lopes Viana

Dr. Luis de Souza Freitas

Dra. Marcia Helena Niza Ramalho Sobral

Dr. Walter Santos Evangelista Júnior

Editores de Área – Engenharias

Dra. Elba Gomes dos Santos Leal

Dr. Mauro de Paula Moreira

Assistentes Editoriais

Thialla Larangeira Amorim

Andrea Telino Gomes

Imagem de Capa

Freepik

Edição de Arte

Vileide Vitória Larangeira Amorim

Revisão

Os autores



**Este trabalho está licenciado com uma Licença Creative Commons – Atribuição-
NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.**

**O conteúdo abordado nos artigos, seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são
de responsabilidade exclusiva dos autores.**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

E82 Estudos sobre as engenharias [livro eletrônico] / Organizadores Edirsana Maria Ribeiro de Carvalho, Alex Aguiar da Silva. – Triunfo, PE: Omnis Scientia, 2021. 135 p.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-88958-39-1

DOI 10.47094/978-65-88958-39-1

1. Engenharia. 2. Metodologias aplicadas. 3. Sustentabilidade.
I. Carvalho, Edirsana Maria Ribeiro de. II. Silva, Alex Aguiar da.
CDD 620

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Editora Omnis Scientia

Triunfo – Pernambuco – Brasil

Telefone: +55 (87) 99656-3565

editoraomnisscientia.com.br

contato@editoraomnisscientia.com.br



PREFÁCIO

Desde os primórdios, a necessidade de intervir no meio para transformar recursos naturais em bens e serviços foi um desafio constante para a raça humana e tal ação está, constantemente, sob melhorias e adaptações, moldando-se às necessidades e peculiaridades de cada geração, buscando, incessantemente, a harmonia e o bem estar social.

Com a finalidade de cumprir esta missão, as engenharias não poupam esforços para transformar insumos em produtos, demandas em ofertas, problemas em soluções e desejos em realidade. No Egito antigo, Imhotep, ao construir a pirâmide de Djoser (2630 – 2611 A.C), foi considerado o primeiro engenheiro da história e Leonardo da Vinci, com seus nobres feitos engenhosos, ganhou o título de *Ingegnere Generale*, palavra em latim que precede “Engenheiro” (*Ingegnere* vem de *ingegniator* que significa inventor).

Daí em diante a engenharia começa a criar novas facetas e solidificar cada vez mais sua relação simbiótica e mutualista com a sociedade, acalentando-as na medida em que supre suas necessidades e desafios. Foi nessa perspectiva que a engenharia possibilitou a raça humana poder deslocar-se com maestria em vias terrestres, marítimas e aéreas, explorando lugares até então inacessíveis e desconhecidos. Hoje, desfruta do desejo aguçado de traspasar as barreiras planetárias e alcança, por intermédio da robótica e automação, o planeta chamado Marte.

Nesse sentido, esse livro nos traz um compilado de obras de engenharia, devidamente registradas e metodologicamente executadas, a fim de marcar na história da engenharia mais alguns feitos indispensáveis à sociedade e ao meio que habitamos. Por fim, espero que você, caro leitor, possa fazer bom proveito dessas informações e molda-las, continuamente, promovendo o bem estar social e colaborando para alcançar o que, até aqui, ainda não conseguimos.

Em nossos livros selecionamos um dos capítulos para premiação como forma de incentivo para os autores, e entre os excelentes trabalhos selecionados para compor este livro, o premiado foi o capítulo 1, intitulado “TRATAMENTO DE ÁGUA COM MATERIAIS BIODEGRADÁVEIS: ADSORÇÃO SUSTENTÁVEL”.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1.....12

TRATAMENTO DE ÁGUA COM MATERIAIS BIODEGRADÁVEIS: ADSORÇÃO SUSTENTÁVEL

Bento Pereira da Costa Neto

Elba Gomes dos Santos Leal

Paulo Roberto Santos

Ricardo Guilherme Kuentzer

DOI: 10.47094/978-65-88958-39-1/12-23

CAPÍTULO 2.....24

TRANSFORMADOR CONVERSOR – PROTEÇÃO DIFERENCIAL (87T)

Hugo Frederico Moura da Silva

DOI: 10.47094/978-65-88958-39-1/24-41

CAPÍTULO 3.....42

INVESTIGAÇÃO DA APRENDIZAGEM INTERMEDIADA POR SITUAÇÕES DIDÁTICAS EM ROTEIRO DE AULAS PRÁTICAS DE INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS

Tomaz Leal Leite

Dejahyr Lopes Júnior

DOI: 10.47094/978-65-88958-39-1/42-51

CAPÍTULO 4.....52

PATOGENICIDADE DE NEMATOIDES ENTOMOPATOGÊNICOS NO CONTROLE DE *Liriomyza sativae*

Daniele Nicacio Vicente

Luiza Akemi Gonçalves Tamashiro

Aixelhe Pacheco Damascena

Dirceu Pratissoli

Luis Moreira de Araujo Junior

Jessica Barboza Pereira

Carlos Magno Ramos Oliveira

Pedro Henrique de Paula

Felipe Soares Moulin Pratissoli

Brenno Augusto Ribeiro de Andrade

Marcelly Ramos Santos

DOI: 10.47094/978-65-88958-39-1/52-61

CAPÍTULO 5.....62

**ASPECTOS GERAIS E ATUALIDADES NO MANEJO DE MOSCAS MINADORAS
(*Liriomyza sp.*) (DIPTERA: AGROMYZIDAE)**

Luiza Akemi Gonçalves Tamashiro

Dirceu Pratissoli

Aixelhe Pacheco Damascena

Luis Moreira de Araujo Junior

Isac da Cruz Louzada

Brenno Augusto Ribeiro de Andrade

Diná Vimercati Oliveira

Heitor Miranda Horst

Isabela Faria Corrêa

Daniele Nicacio Vicente

Jessica Barboza Pereira

Felipe Soares Moulin Pratissoli

DOI: 10.47094/978-65-88958-39-1/62-74

CAPÍTULO 6.....75

MEL DE MANDAÇAIA E PRÓPOLIS VERMELHA EM LESÕES TRAUMÁTICAS DE EQUÍDEOS - LITERATURE REVIEW

Liliane Moreira Donato Moura

Adriana Gradela

Mateus Matiuzzi da Costa

Renata de Faria Silva

Rodolfo de Moraes Peixoto

DOI: 10.47094/978-65-88958-39-1/75-87

CAPÍTULO 7.....88

USO DE ELICITORES EM BERINJELA PARA INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA A *Trips sp.*

Carlos Magno Ramos Oliveira

Dirceu Pratissoli

Felipe Soares Moulin Pratissoli

Alixelhe Pacheco Damascena

Luiza Akemi Gonçalves Tamashiro

Luis Moreira de Araujo Junior

DOI: 10.47094/978-65-88958-39-1/88-99

CAPÍTULO 8.....100

IMPORTÂNCIA DO ENCAPSULAMENTO DE ÓLEOS COMO BIOINSETICIDAS NO MANEJO DE PRAGAS DE OLERÍCOLAS

Alixelhe Pacheco Damascena

Dirceu Pratissoli

Luiza Akemi Gonçalves Tamashiro

Luis Moreira de Araujo Junior

Isac da Cruz Louzada

Marcelly Ramos Santos

Diná Vimercati Oliveira

Heitor Miranda Horst

Isabela Faria Corrêa

Jessica Terra Soares

Aurélio Martins Costa

Carlos Magno Ramos Oliveira

DOI: 10.47094/978-65-88958-39-1/100-111

CAPÍTULO 9.....112

**ANÁLISE SITUACIONAL DO PROCESSO DE COMERCIALIZAÇÃO DE ALIMENTOS
DA AGRICULTURA FAMILIAR PARA O PNAE**

Ricardo Silva de Sousa

Ivonete Moura Campelo

Cecilia Maria Resende Gonçalves de Carvalho

Carlos Humberto Aires Matos Filho

Carlos Misael Bezerra de Sousa

Maria Devany Pereira

José Eduardo Vasconcelos de Carvalho Júnior

Marize Melo dos Santos

DOI: 10.47094/978-65-88958-39-1/112-125

CAPÍTULO 10.....126

**ESTUDO DA DINÂMICA BACTERIANA NA COMPOSTAGEM UTILIZANDO
REGRESSÃO POLINOMIAL**

Marcelo Rodrigues Lima Filho

Tiago Dantas Modesto

Camilly Martins Leal

Adriano Santos da Rocha

João Augusto Pereira da Rocha

Elaine Cristina Medeiros da Rocha

DOI: 10.47094/978-65-88958-39-1/126-132

TRATAMENTO DE ÁGUA COM MATERIAIS BIODEGRADÁVEIS: ADSORÇÃO SUSTENTÁVEL

Bento Pereira da Costa Neto¹;

<http://lattes.cnpq.br/1365170364446088>

Elba Gomes dos Santos Leal²;

<http://lattes.cnpq.br/3306805345463372>

Paulo Roberto Santos³;

Ricardo Guilherme Kuentzer⁴.

<http://lattes.cnpq.br/0496839737387626>

RESUMO: Durante a produção de petróleo e gás natural, uma grande quantidade de água também é produzida. Essa água encontra-se associada ao óleo e ao gás natural dentro dos reservatórios e deverá ser separada dos mesmos na superfície. Os principais problemas causados pela água produzida residem na grande quantidade que é gerada nos campos produtores bem como a complexidade de sua composição, os quais causam problemas ambientais e operacionais, aumentando assim os custos da produção de petróleo. Dentre os processos de tratamento da água produzida tem-se a utilização de flotação, hidrociclones, os coalescedores de leite e separadores gravitacionais. Entretanto, esses processos apresentam desvantagens, como o elevado tempo de residência requerido, a utilização de produtos químicos especiais e caros, a geração de resíduos sólidos e baixas eficiências. Outras técnicas de tratamento são a utilização de materiais adsorventes comerciais os quais são muitas vezes caros e não biodegradáveis. Desta forma, este trabalho de pesquisa apresenta como uma alternativa ao tratamento da água produzida através da utilização de resíduos agrícolas: alecrim do mato, bagaço de cana, casca de coco babaçu, casca de coco licuri, casca de palmeira, mesocarpo do coco, sabugo de milho, serragem de madeira e taboa, como materiais adsorventes naturais e biodegradáveis. Os resultados obtidos ilustraram que os materiais utilizados podem ser viáveis não só para o tratamento da água de produção de petróleo como também para a remoção de óleo de ambientes aquáticos quando utilizadas na forma natural ou juntamente com outro material de contenção.

PALAVRAS-CHAVE: Adsorção. Resíduos agrícolas. Petróleo. Efluente.

WATER TREATMENT WITH BIODEGRADABLE MATERIALS: SUSTAINABLE ADSORPTION

ABSTRACT: During the production of oil and natural gas, a large amount of water is also produced. This water is associated with oil and natural gas inside the reservoirs and must be separated from them on the surface. The main problems caused by the produced water reside in the large amount that is generated in the producing fields as well as the complexity of its composition, which cause environmental and operational problems, thus increasing the costs of oil production. Among the processes of treatment of the produced water there is the use of flotation, hydrocyclones, bed coalifiers and gravitational separators. However, these processes have disadvantages, such as the high residence time required, the use of special and expensive chemical products, the generation of solid waste and low efficiencies. Other treatment techniques are the use of commercial adsorbent materials which are often expensive and non-biodegradable. Thus, this research work presents as an alternative to the treatment of water produced through the use of agricultural residues: rosemary from the bush, sugarcane bagasse, babassu coconut shell, licuri coconut shell, palm shell, coconut mesocarp, cob maize, wood sawdust and cattail, as natural and biodegradable adsorbent materials. The results obtained illustrated that the materials used can be viable not only for the treatment of oil-producing water but also for the removal of oil from aquatic environments when used in the natural form or together with other containment material.

KEY-WORDS: Adsorption. Agricultural residues. Oil. Effluent.

INTRODUÇÃO

O petróleo é a principal fonte primária de energia da atualidade e é, também, insumo básico para a produção de diversos produtos, como gasolina, a parafina, gás natural, GLP, produtos asfálticos, nafta petroquímica, querosene, solventes, óleos combustíveis, óleos lubrificantes, óleo diesel e combustível de aviação, entre outros.

Dados disponíveis no site da Associação Portuguesa de Empresas Petrolíferas, APETRO, mostram que, em 2013, a produção mundial de petróleo bruto foi de 86.808.000 barris por dia (bpd), tendo um aumento de 0,6% na produção mundial em relação aos 86.251.000 barris por dia produzidos em 2012, (APETRO, 2014).

Acompanhando o crescimento da produção de petróleo no mundo, a Petrobras, empresa líder no setor petrolífero no Brasil, tem alcançado sucessivos recordes de produção. Segundo o Plano Estratégico Petrobras 2030, entre 2020 e 2030, a produção de petróleo do Brasil variará de 4,7 a 6,6 milhões de barris de petróleo por dia, colocando o país como um dos maiores produtores de petróleo do mundo, (PETROBRAS, 2014).

Nos reservatórios de campos produtores, o petróleo é encontrado em fase líquida denominada de fase oleosa, juntamente com uma fase gasosa. Além dos hidrocarbonetos, a água, o gás e materiais sólidos de natureza orgânica e inorgânica coexistem com o petróleo nos poros das rochas-reservatórios, e durante os processos de produção, este material pode ser transportado, associado ao óleo, na forma de emulsões estáveis e/ou suspensões (MOHAMED et al., 2001; SJÖBLOM et al., 2002).

Segundo Stephenson (1991), a água gerada juntamente com o óleo e o gás natural recebe o nome de “água de produção” ou “água conata”, e representa grandes volumes de água produzida tanto nas operações “onshore” quanto nas operações “offshore”, durante os processos de exploração e produção de petróleo.

A quantidade de água produzida depende do campo de petróleo, ou seja, da natureza da formação rochosa, e também dos métodos de recuperação utilizados, (TELLEZ et al., 2002; TORIL et al., 1999; SJÖBLOM et al., 2002).

Segundo Chouksey e colaboradores (2004), os volumes de água produzida nas operações de exploração e produção de petróleo são maiores que a produção de óleo. Nas plataformas de óleo offshore, esta quantidade varia entre 2000 a 40000 m³/dia. Nas plataformas de gás, esta quantidade se encontra geralmente entre 2 a 30 m³/dia.

Geralmente, pouco mais de 1,0 barril de água é produzido para cada barril de óleo. Em alguns casos, esta quantidade representa 50 % nos estágios iniciais de produção e 90% na maturidade do poço. Deste volume produzido, aproximadamente 65% desta água é beneficiada para a injeção primária em reservatórios de petróleo para a manutenção da pressão. O restante deste efluente é descartado na superfície, entre as quais se incluem as vias costeiras, os balneários, lagos, etc (MENDONÇA, et al., 2004).

Com o aumento da demanda mundial pela produção de petróleo e a necessidade seus derivados, ocorreu crescimento das atividades de exploração, produção, transporte e armazenamento de petróleo, aumentando também os riscos de acidentes inerentes a essas atividades como, por exemplo, a ocorrência de derramamentos de petróleo. Nesse contexto de crescimento na produção de petróleo e desenvolvimento econômico é importante destacar que a preservação ambiental tem de ser entendida como parte integrante do processo de desenvolvimento.

Vale salientar que quase todo o óleo a ser processado, seja ele importado ou produzido em campos nacionais, é deslocado até as refinarias por navios, e que grande parte dos produtos refinados voltam aos navios para serem distribuídos pelos portos nacionais e internacionais, os petroleiros exercem um importante elo na cadeia produtiva e comercial da indústria do petróleo. Mundialmente este transporte lança no ambiente cerca de 100.000 toneladas de hidrocarbonetos por ano (SILVA, 2004).

Por ser menos denso que a água, o petróleo flutua sobre a mesma, fazendo com que o derramamento de óleo apresente um efeito dramático sobre o ambiente contaminado. O petróleo e seus derivados, ao formar um filme insolúvel sobre a superfície, prejudicam a aeração e a iluminação

natural do ambiente aquático, com consequências nocivas para a fauna e a flora locais. Além disso, o óleo derramado, atinge regiões litorâneas, prejudicando outros organismos que vivem nos ambientes costeiros, e ainda a impossibilidade e não utilização das praias e balneários pela população.

Segundo Brasil, et al., (2012), o tratamento da água produzida em uma instalação de processamento primário de petróleo depende da sua destinação final, os quais podem ser: descarte, injeção e reuso. Em todos os casos, há a necessidade de tratam específico a fim de atender as demandas ambientais, operacionais e da atividade produtiva a qual será utilizada.

A injeção de água tem sido um dos principais meios de recuperação secundária de campos de petróleo, porém, a fim de evitar comprometer os equipamentos e o reservatório, essa água necessita de tratamento adequado para redução do teor de óleo e remoção de H_2S e CO_2 dissolvidos, de forma a evitar a corrosão, sedimentação de componentes e tamponamento do reservatório.

O descarte da água só pode ser feito de acordo com a regulação do CONAMA e com os regulamentos estaduais e municipais aplicáveis. Embora a água produzida contenha diversos compostos químicos, a Resolução CONAMA 393/07 apenas limita o teor de óleos e graxas (TOG), cujo valor permitido deve ser de 29 mg/L para a média aritmética simples mensal e 42 mg/L para o valor máximo diário.

De acordo com Mota et al. (2013), a quantidade de água produzida representa a maior corrente de efluentes líquidos das atividades de produção de petróleo. Em 2011 o volume gerado foi de 260 milhões de barris por dia, em termos mundiais. No Brasil, a quantidade gerada por dia está em 3,8 milhões de barris.

Os produtos orgânicos provenientes dos processos de extração e produção de petróleo são bastante prejudiciais ao homem e ao meio ambiente, pois causam sérios problemas de poluição à vida aquática, em rios e lagos. Mesmo em pequenas quantidades, os contaminantes orgânicos são difíceis de serem removidos, pois são estáveis à luz, ao calor e biologicamente não degradáveis; diminuem a área de contato entre a superfície da água e o ar atmosférico, impedindo assim a transferência de oxigênio da atmosfera para a água, além de apresentarem problemas estéticos, produzindo a rejeição do efluente (MOREIRA, et al., 2000).

Vale salientar também que, além do tratamento da água de produção do petróleo, o derramamento de óleo é um fato recorrente no mundo inteiro. Em pequenas e/ou grandes escalas, por negligência ou transporte inadequado do óleo, por acidentes com navios ou embarcações despreparadas, por acidentes nas plataformas ou explosões de poços, por tanques com capacidade inferior ao conteúdo existente, dentre outros fatores, os navios petrolíferos acabam deixando rastros graves de contaminação do meio ambiente.

Essa contaminação já foi presenciada aqui no Brasil algumas vezes, como o derramamento acontecido na *Baía de Guanabara (RJ)* no ano de 2000, onde a ruptura de um duto da Petrobras ocasionou o derramamento de 1,3 milhão de litros de óleo na Baía. Ou o caso na *Serra do Mar* que liga a REPAR ao Porto de Paranaguá onde vazou 57 mil litros de óleo diesel do poliduto Olipar em

Março de 2001, ou ainda o vazamento na *Bacia de Campos (RJ)* entre novembro de 2011 e março de 2012, onde vazou 500 mil litros de óleo de um campo da empresa petrolífera Chevron, no Golfo do México em 2010, no Alaska em 1989, dentre outros.

Em todos os casos as empresas geradoras da contaminação são responsabilizadas pelos danos causados, tendo que pagar multas indenizatórias, realizar a retirada do óleo ao máximo possível, realizar a recuperação da flora danificada ou destruída do local e monitoramento da fauna e da qualidade do ar da região afetada pela contaminação. Todavia, sabe-se também que as penalidades não são cumpridas a risca pelo fato das contaminações serem geradas por grandes empresas, de grande influência no mundo, o que faz com que sempre prorroguem o pagamento das suas penalidades, prejudicando a cada dia o meio ambiente pela demora na remoção deste óleo, até que comecem a cumprir o que lhes são determinados.

Atualmente, existem várias técnicas e equipamentos para conter, remover, recuperar ou degradar um derramamento de óleo no mar. Para isso, processos físicos e biológicos podem ser utilizados. Dentre estes processos tem-se a utilização de adsorventes, barreiras flutuantes, recuperação mecânica por escumadeira (skimmer), queima in situ, dispersão, entre outros. Segundo Lopes, et al., (2007) é importante destacar que quase todos os métodos de limpeza disponíveis provocam algum tipo de impacto adicional específico ao meio ambiente. Em muitos casos, os danos causados pelo procedimento são tão ou mais graves que os gerados pelo próprio óleo, podendo causar a total supressão da comunidade biológica que existe no ambiente, dilatando significativamente o tempo de recuperação do ecossistema atingido. Para uma intervenção eficiente, é fundamental o conhecimento das características locais dos ambientes atingidos e dos impactos esperados tanto do vazamento como das ações de limpeza.

Dentre as técnicas para remoção de óleo utilizadas tem-se:

- a) **Barreiras de contenção e skimmers** - Quando ocorre um derramamento de óleo no mar e a mancha formada se encontra em proporções pequenas utilizam-se as barreiras de contenção, que contêm os vazamentos barrando ou redirecionando-os para uma área, em sua maioria eles são utilizados enquanto outros aparelhos (como “skimmers”, barcaças recolhedoras e outros) realizam a remoção da substância.
- b) **Dispersantes** - Nos casos em que o vazamento de petróleo já alcançou dimensões maiores opta-se por utilizar dispersantes, substâncias químicas que quando em contato com o óleo aceleram o processo de dispersão natural do mesmo, buscando minimizar os efeitos dele no meio ambiente. Eles são compostos principalmente por solventes e surfactantes e podem se encaixar em tipos diferentes: dispersantes convencionais, dispersante concentrado diluível em água e o dispersante concentrado não diluível em água. Apesar de ter como finalidade facilitar a dispersão do petróleo os dispersantes são químicos e também contaminam a vida marinha, ainda que visem minimizar esse efeito. Por serem produtos químicos, precisam ser aprovados pelo IBAMA, para verificar se estão com baixa toxicidade, se são biodegradáveis e se estão dentro dos padrões específicos. (CARDOSO, 2007)

- c) Absorventes** - Os Absorventes têm a capacidade de absorver o petróleo e seus derivados sem succionar a água. Apresentam-se em forma granulada ou envoltos por superfícies porosas, que permitem a eles absorver 25 vezes mais que o seu próprio peso. Eles podem ser classificados em dois tipos: absorventes naturais e os sintéticos.

Os absorventes naturais, que possuem uma estrutura extremamente capilar e porosa, com grande poder de absorção e retenção, só liberando o material absorvido se submetida a fortes pressões. Aplicam-se para absorção de petróleos, derivados substâncias químicas, sendo totalmente biodegradável (CARDOSO, 2007).

Os absorventes sintéticos são produtos quimicamente inertes, produzidos na forma de flanelas, mantas ou travesseiros, utilizados para a limpeza e absorção de petróleo, derivados e produtos químicos. Além de não reagirem na presença de fluidos perigosos, tem como principal característica não absorver água, apenas o produto derramado. São resistentes a chamas e a ação biológica (CARDOSO, 2007)

- d) Adsorventes para remoção de óleo** - Os adsorventes são materiais que possuem a capacidade de reter e fixar algumas substâncias. Eles são projetados especificamente para remoção de óleos viscosos.

A remoção do óleo por materiais adsorventes é uma das técnicas de remediação de derramamentos mais utilizadas. Os materiais adsorventes podem estar disponíveis na forma de particulados secos ou empacotados na forma de barreiras, travesseiros, mantas e almofadas (ANNUNCIADO, 2005).

Estes materiais adsorventes agregam o óleo, facilitando a sua posterior retirada do ambiente, sendo a sua maior eficiência em pequenas quantidades de óleo, por isso são indicados para uso em etapas posteriores ao recolhimento mecânico ou eventualmente integrado a elas (CERQUEIRA, 2010).

Adsorventes naturais (resíduos agrícolas)

Todas estas formas de remoção do óleo de ambientes aquáticos apresentam alguma limitação principalmente por serem materiais sintéticos e de elevado custo de aquisição. Em algumas situações podem trazerem riscos de vida à biologia marinha e danificar os ecossistemas, além de muitas vezes dependerem apenas de recursos meteorológicos para a sua aplicação.

Desta forma, nos últimos anos uma nova classe de materiais adsorventes tem atraído a atenção de pesquisadores do mundo todo, são os adsorventes naturais. Eles merecem destaque por serem biodegradáveis, serem provenientes de fontes renováveis e possuírem baixo custo de aquisição (SUDHA e ABRAHAM, 2013).

Os resíduos agrícolas têm atraído a atenção dos pesquisadores, uma vez que estes materiais são desperdiçados, o que representa também um problema ambiental. Resultados obtidos por Santos et al., 2005a e 2005b apontaram a viabilidade da utilização das biomassas para a adsorção de contaminantes

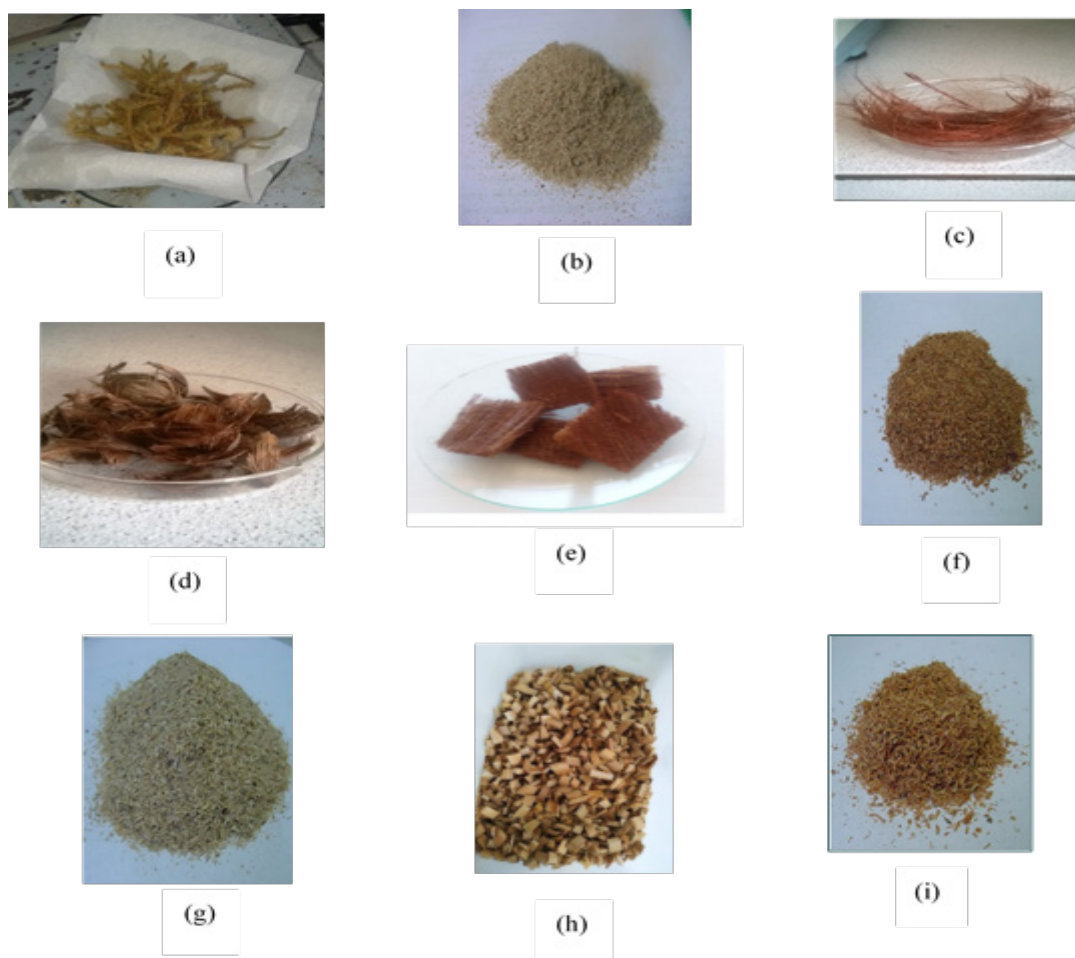
orgânicos e alguns metais pesados presentes nos efluentes de petróleo.

Desta forma, o presente trabalho de pesquisa, tem como objetivo verificar a influência das biomassas: palha, casca do coco licuri, alecrim do mato, bagaço de cana, casca de coco babaçu, casca de coco licuri, casca de palmeira, mesocarpo do coco, sabugo de milho, serragem de madeira e taboa na remoção de óleo proveniente de derramamentos de petróleo em ambientes marinhos de forma a contribuir com a remediação de áreas afetadas utilizando um material adsorvente de baixo custo industrial.

MATERIAIS E MÉTODOS

As biomassas selecionadas para o desenvolvimento deste trabalho foram: alecrim do mato, bagaço de cana, casca de coco babaçu, casca de coco licuri, casca de palmeira, mesocarpo do coco, sabugo de milho, serragem de madeira e taboa adquiridos no IFBA, campus Simões Filho e na comunidade local. Estas estão ilustradas na Figura 1 a seguir.

Figura 1. Resíduos agrícolas utilizados. (a) alecrim do mato, (b) bagaço de cana, (c) casca de coco babaçu, (d) casca de coco licuri, (e) casca de palmeira, (f) mesocarpo do coco, (g) sabugo de milho, (h) taboa e (i) serragem de madeira.



Antes de serem utilizados os adsorventes adquiridos foram triturados e peneirados para se obter uma granulometria entre 1,00 a 2,00 mm. Esta granulometria foi obtida passando-se a biomassa triturada em um conjunto de peneiras da Série Tyler, aproveitando-se o resíduo que se encontrava entre as peneiras de malha 8 e 14 mesh.

Os adsorventes foram testados de duas maneiras: em sua forma natural seca, ou “in natura”, e com um pré-tratamento ácido, com a finalidade de comparar os valores de capacidade de adsorção de cada método de tratamento utilizado.

Para a realização dos testes com a biomassa “in natura” efetuou-se inicialmente a lavagem do material com bastante água destilada em um funil de separação, sob agitação manual por 10 minutos.

Este procedimento permitiu a remoção de materiais indesejáveis, tais como açúcares, taninos, lignina, entre outros, que de alguma forma prejudicariam os resultados experimentais. Logo em seguida, estes materiais adsorventes foram submetidos à secagem em temperatura ambiente.

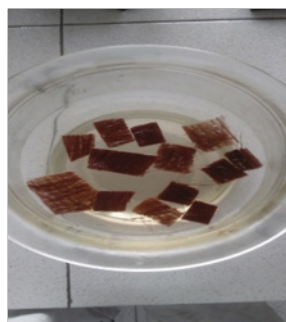
Para a biomassa submetida ao pré-tratamento ácido, após a lavagem do material, como anteriormente descrito, esta foi submetida a um tratamento ácido. Este tratamento teve a finalidade de disponibilizar os sítios de adsorção, eliminando materiais que poderiam estar fixados na estrutura do material adsorvente.

Após a lavagem e ao tratamento ácido, os materiais foram secos em temperatura ambiente antes da sua utilização

O óleo utilizado foi uma amostra de petróleo adquirida de campos produtores do Estado da Bahia.

Os experimentos eram sempre realizados de forma aleatória e consistia em colocar em um recipiente de vidro, 1 L de água juntamente com a quantidade de 30 mL de óleo e 5 g de biomassa, como ilustrado na Figura 2 (a) e 2 (b)

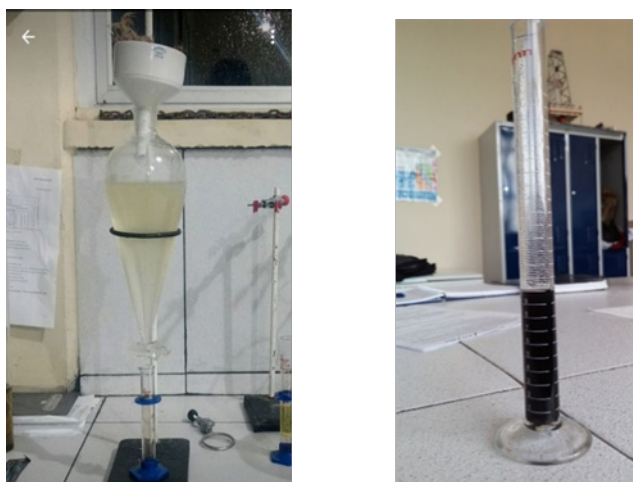
Figura 2 (a) e (b) recipiente com resíduo agrícola, água e óleo.



Após o tempo de 2 horas de contato, as amostras eram filtradas em um funil de porcelana para a separação da biomassa e a mistura água/óleo era colocada em um funil de separação, como ilustrado na figura 2. Após o tempo de decantação do óleo, o mesmo era medido em uma proveta e a quantidade adsorvida calculada, através da subtração entre a quantidade inicial e a quantidade final de óleo. Na figura 3 é possível observar a quantidade de óleo adsorvida.

Testes com amostras apenas de água e óleo foram realizadas de forma a verificar as perdas e estas foram desprezíveis.

Figura 3 (a) Funil de separação e (b) Proveta com a quantidade de óleo adsorvida.



RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho estão ilustrados nas Figuras 4 e 5 para a capacidade de adsorção dos materiais adsorventes sem tratamento e com tratamento ácido, respectivamente.

De maneira geral observa-se que a taboa, a casca de palmeira e casca de coco licuri foram os materiais que tiveram maior capacidade de remoção do óleo. Observa-se que para tempos de experimento acima de 50 minutos, todo o óleo é removido do sistema.

Outro fato observado nos experimentos foi que o pré-tratamento ácido pouco influenciou na quantidade de óleo removido para os materiais estudados. Este fato é um ponto positivo a pesquisa uma vez que os materiais, porém ser utilizados sem a necessidade da realização da etapa de lavagem com HCl.

Figura 4. Quantidade de óleo removida por cada resíduo agrícola para o tempo de 2 horas e 30mL de óleo. Sem tratamento ácido.

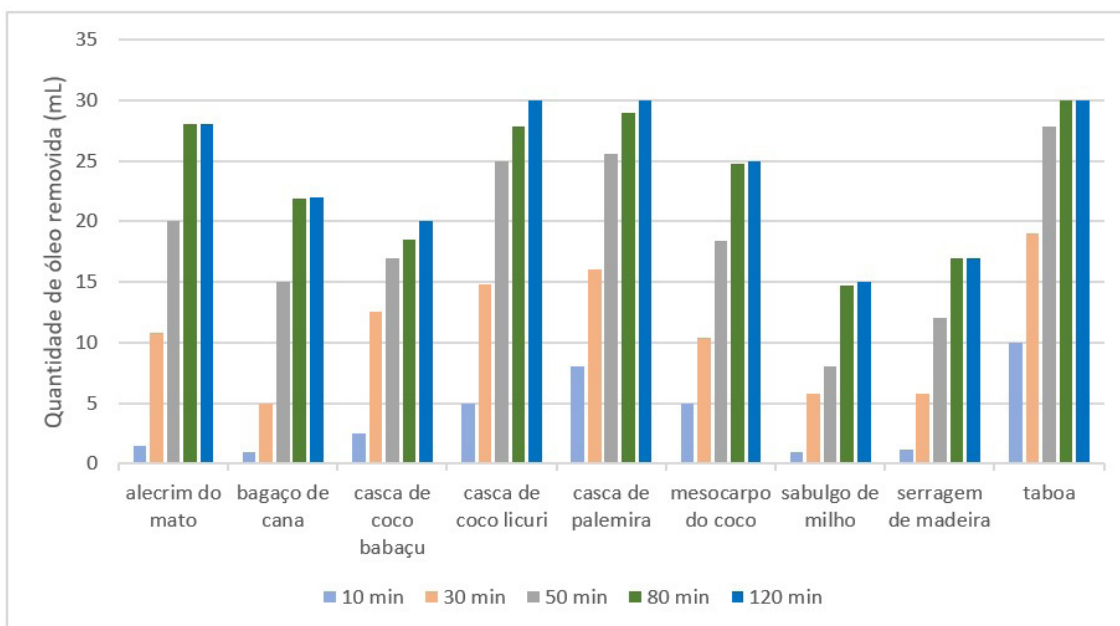
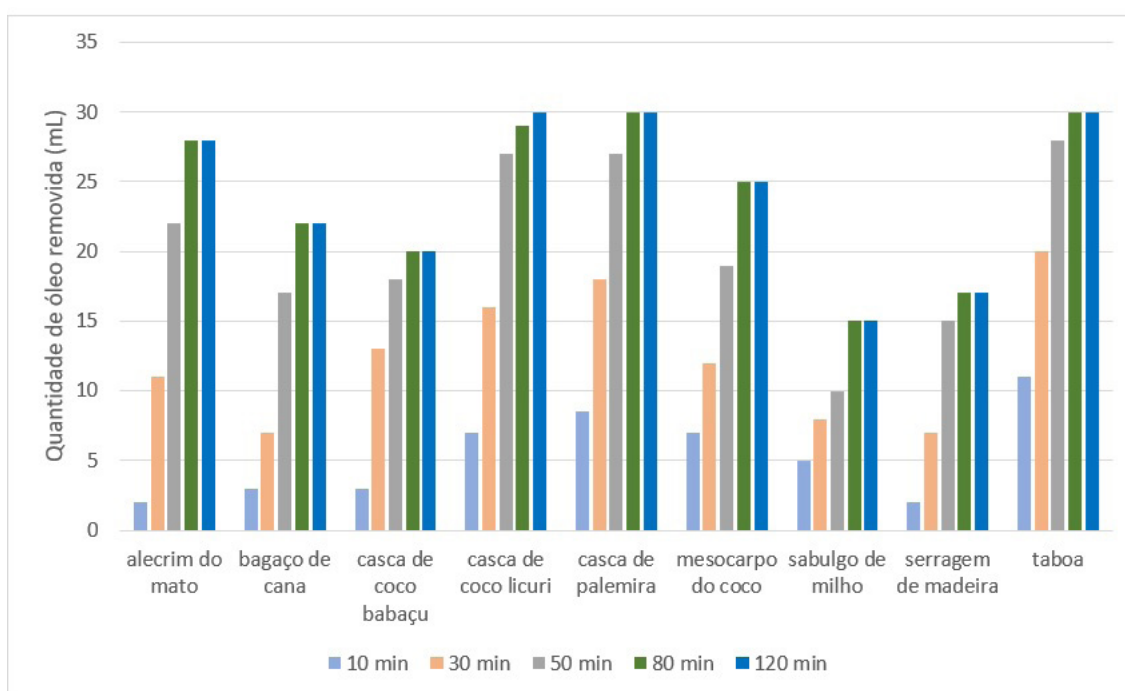


Figura 5. Quantidade de óleo removida por cada resíduo agrícola para o tempo de 2 horas e 30mL de óleo. Com tratamento ácido.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dos ensaios realizados neste trabalho foi possível obter os valores da quantidade de óleo removido pelos resíduos agrícolas: alecrim do mato, bagaço de cana, casca de coco babaçu, casca de coco licuri, casca de palmeira, mesocarpo do coco, sabugo de milho, serragem de madeira e taboa

Os resultados obtidos ilustraram que estes resíduos agrícolas podem ser utilizados para o tratamento da água de produção do petróleo, uma vez que conseguiu remover o óleo presente na amostra líquida.

Verificou-se também que a taboa e a casca de palmeira foram os resíduos que mais removeram o óleo do efluente, e dependendo do tempo de contato, conseguiram remover todo o óleo presente na amostra

Desta forma, pode-se atestar que estes resíduos podem ser utilizados como materiais adsorventes tanto na sua forma individual como também em conjunto com determinados equipamentos de contenção de óleo como as barreiras flutuantes, de forma a permitir um maior contato da fase oleosa com o adsorvente.

REFERÊNCIAS

ANNUNCIADO, T. R.; SYDENSTRICKER, T. H. D.; AMICO, S. C. Avaliação da capacidade de sorção de óleo cru de diferentes fibras vegetais. Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás, 2005.

APETRO – ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DE EMPRESAS PETROLÍFERAS. Disponível em <<http://www.apetro.pt/documentos/producao.pdf>>. Acesso em: 09/09/2014.

BRASIL, N, I.; ARAUJO, M, A, S.; SOUSA, E, C, M.; Processamento de petróleo e Gás. Editora LTC, Rio de Janeiro, 2012.

CARDOSO, A. M. Sistema de informações para planejamento e resposta a incidentes de poluição marítima por derramamento de petróleo e derivados. Dissertação (Mestrado). Rio de Janeiro: Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007.

CERQUEIRA, P. R. O. Proteção e limpeza de ambientes costeiros da Ilha de Boipeba contaminados por petróleo: o uso alternativo da fibra de coco 98 como barreiras e sorventes naturais. Dissertação (Mestrado). Salvador: Universidade Católica de Salvador, 2010.

CHOUKSEY, M., K.; KADAM, A. N.; ZINGDE, M. D.; Petroleum hydrocarbon residues in teh marine environment of Bassein-Mumbai. Marine Pollution Bulletin 49, 2004 – 637 – 647. Elsevier.

CONAMA . Resolução nº 393/07, de 2007. Brasília, 2007.

LOPES, C. F.; MILANELLI, J. C. C.; POFFO, I. R. F. Ambientes costeiros contaminados por óleo: procedimentos de limpeza - manual de orientação. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente,

2007.

MENDONÇA, M.B., CAMMAROTA, M. C., FREIRE, D.D.C., EHRLICH, M.; A New Procedure for Treatment of Oily Slurry Using Geotextile Filters. *Journal of Hazardous Materials*. Vol. 110, pp 113 – 118, 2004.

MOHAMED, R. S., RAMOS, A. C. S.; LOH, W.; Comportamento Interfacial dos Asfaltenos em Petróleos Brasileiros: Estabilização de Emulsões do Tipo A/O e Adsorção sobre Superfícies Sólidas. XVI Congresso de Engenharia Mecânica – COBEM 2001.

MOREIRA R. F. P.; HUMBERTO J. J.; SOARES, J. L. MOREIRA R. F. P.; HUMBERTO J. J.; SOARES, J. L. II Encontro Brasileiro de Adsorção. p. 85 - 91. II Encontro Brasileiro de Adsorção, 2 n., 2000, Santa Catarina. Isotermas de Adsorção de Corantes Reativos sobre Carvão Ativado. Florianópolis –, 2000.

MOTA, A, R, P.; BORGES, C. P.; KIPERSTOK, A.; ESQUERRE, K, P.; ARAUJO, P, M.; BRANCO, L, P, N. Tratamento de Água Produzida de Petróleo para Remoção de Óleo por Processo de Separação por Membranas. *Eng. Sanit. Ambient.* 2013.

PETROBRAS. Plano Estratégico Petrobras 2030. 2013.a. Disponível em: <<http://petrobras.com.br/pt/quem-somos/estrategia/plano-de-negocios-e-gestao>> Acesso em: 09/09/2014.

SANTOS, E. G; SOUZA, P. F., PONTES, L. A. M. SANTOS, E. G; SOUZA, P. F., PONTES, L. A. M. SBCat. 14º Encontro Brasileiro de Catálise, 14 n., 2007(b), Pernambuco. Obtenção de Isotermas de Adsorção utilizando Mesocarpo do Coco. Porto de Galinhas, 2007. ISSN 1980-9263.

SILVA, P. R. Transporte marítimo de petróleo e derivados na costa brasileira: estrutura e implicações ambientais. Dissertação (Mestrado). Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2004.

SJÖBLOM, J.; et al., Our Current Understanding of Water-in-Crude oil Emulsions. Recent Characterization Techniques and High Pressure Performance. *Advances in Colloid and Interface Science*, pp 1-76, 2002.

STEPHENSON, M. T.; Components of Produced Water: A Compilation of Results from Several Industry Studies. Society Petroleum Engineers, 1991.

TELLEZ, G.T.; NIRMALAKHANDAN, N.; GARDEA-TORRESDEY, J. L.; Performance Evaluation of an Activated Sludge System for Removing Petroleum Hydrocarbons from Oilfield Produced Water. *Advances in Environmental Research*. Vol. 06, pp 455-470, 2002.

TORRIL, I., UTIVIK, R.; Chemical Characterization of Produced Water from Offshore Oil Production Platforms in the North Sea. *Chemosphere*, Vol 39, No. 15, pp 2593-2606, 1999.

TRANSFORMADOR CONVERSOR – PROTEÇÃO DIFERENCIAL (87T)

Hugo Frederico Moura da Silva¹.

Universidade Candido Mendes (UCAM), Rio de Janeiro, RJ.

<https://www.linkedin.com/in/hugomouraa/>

RESUMO: O Sistema Elétrico de Potência (SEP) encontra-se em constante expansão e desenvolvimento, sempre agregando tecnologias, e com isso faz-se necessário melhorar constantemente o monitoramento e a proteção deste sistema. Qualidade e continuidade no fornecimento de energia elétrica são aspectos essenciais. A ocorrência de surtos ou situações transitórias levam o sistema a condições de operação indesejáveis, podendo oferecer riscos aos usuários e equipamentos conectados a ele. Para evitar maiores danos, é extremamente importante a detecção o mais rápido possível destes distúrbios, a fim de acionar os dispositivos de proteção. E dentre os diversos equipamentos que constituem o SEP, os transformadores necessitam de cuidados especiais tanto de manutenção, quanto de operação. Neste contexto, o presente trabalho propõe-se a falar sobre as filosofias de proteção de transformadores, especificamente sobre como será a proteção de um dos Transformadores Conversores do Bipolo 1 da SE Conversora de Xingu. Além disto, para os transformadores, a principal função de proteção é a diferencial.

PALAVRAS-CHAVE: Proteção diferencial. Transformador. Relés.

CONVERTER TRANSFORMER – DIFFERENTIAL PROTECTION (87T)

ABSTRACT: The Electric Power System (EPS) is constantly expanding and developing, always adding technologies, and with this it is necessary to constantly improve the monitoring and protection of this system. Quality and continuity in the supply of electricity are essential aspects. The occurrence of outbreaks or transient situations lead the system to undesirable operating conditions, and may offer risks to users and equipment connected to it. To prevent further damage, it is extremely important to detect these disturbances as quickly as possible in order to activate the protective devices. And among the various equipments that make up the EPS, transformers need special care both maintenance and operation. In this context, the present work proposes to talk about the philosophies of protection of transformers, specifically about how it will be the protection of one of the Converting Transformers of the Bipolo 1 of the SE Converter of Xingu. In addition, for transformers, the main protection function is differential.

KEY-WORDS: Differential protection. Transformer. Relays.

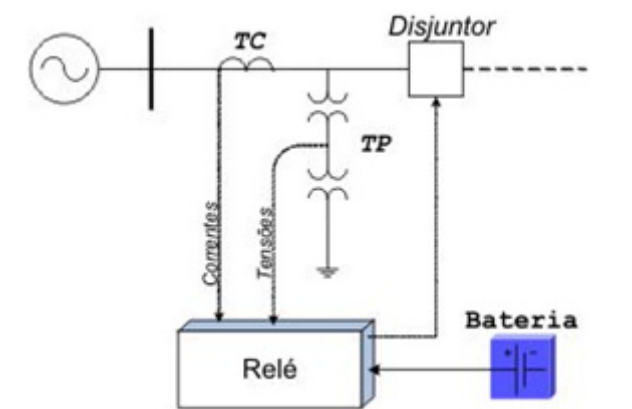
INTRODUÇÃO

A principal função atribuída ao sistema elétrico de potência é de garantir um padrão de qualidade no fornecimento de energia. Com a crescente complexidade do sistema, em virtude do aumento da demanda, evolução de tecnologias e ampliação da malha de transmissão tornou-se de vital importância estudos de desempenho e aplicação de sistemas de proteção, a fim de proporcionar aumento nos índices de disponibilidade de energia e evitar que o sistema, ou componentes em específico, continue operando em condições anormais de funcionamento.

Seria excelente projetar uma proteção que antecipasse os efeitos de todos os tipos de falta, mas se este sistema fosse tecnicamente viável, não seria econômico. Pode-se simplesmente mitigar os efeitos dos curtos-circuitos e de outros tipos de falta isolando o equipamento defeituoso o mais rápido possível, para reduzir os efeitos destrutivos da falta.

Entretanto, o sistema de proteção não é composto apenas pelo relé, mas por um conjunto de subsistemas integrados que interagem entre si com o objetivo de produzir a melhor atuação sobre o sistema, ou seja, isolar a área defeituosa sem que esta comprometa o restante do sistema. Estes subsistemas são formados basicamente por relés, disjuntores, transformadores de instrumentação e pelo sistema de suprimento de energia. A Figura 1 a seguir, ilustra os subsistemas do sistema de proteção como foi caracterizado.

Figura 1: Sistema de Proteção.



O surgimento da tecnologia digital permitiu o desenvolvimento de relés mais rápidos e confiáveis, substituindo os circuitos analógicos existentes. Assim, as grandezas monitoradas são filtradas, convertidas para modo digital e tratadas dessa forma até o final do processo. Sensibilidade, seletividade, velocidade e confiabilidade são termos comumente usados para descrever as características funcionais dos relés. No entanto, a aplicação conjunta desses termos nem sempre é possível, devido, por exemplo, à velocidade de operação dos relés que deve ser controlada por razões de coordenação entre as velocidades de operação de outros relés em cascata. A sensibilidade do esquema de proteção não depende só do próprio relé, mas também do disjuntor associado a este, portanto, relés rápidos devem ser associados a disjuntores rápidos, de modo a reduzir o tempo total de operação.

Os transformadores de potência apresentam alto custo, estando entre os equipamentos mais caros de uma planta, com isto demandam atenção especial para um esquema de proteção.

A filosofia mais aplicada para a proteção dos transformadores de potência é com base em análise de correntes diferenciais, pelo qual se realiza a comparação entre os sinais de correntes na entrada e saída do equipamento. No entanto, alguns problemas na discriminação de faltas internas surgem devido a fenômenos transitórios, como exemplo, durante a energização do equipamento tem-se a corrente de Inrush, e se o relé, não estiver com a parametrização correta e bem testado, pode provocar a atuação incorreta do relé.

Outras funções de proteção do vão do transformador, como para determinação de sobrefluxo, falta à terra do transformador e proteções intrínsecas, para detecção de gases, elevação de pressão, sobretemperatura de enrolamentos e óleo, falta de óleo do equipamento, compõem um esquema para proteger o transformador de condições indesejáveis tanto de operação do equipamento, como do sistema.

METODOLOGIA

Visão geral do projeto

A Subestação Conversora de Xingu tem como objetivo escoar toda a geração produzida pela UHE de Belo Monte, através de dois barramentos principais de 500kV.

A SE Conversora recebe toda a geração da UHE de Belo Monte através dos circuitos de transmissão (C1, C2, C3, C4 e C5), toda essa carga é dividida entre os Bipolos 1 e 2 e transmitida em CC (Corrente Contínua) para o Sudeste, Estreito e Rio de Janeiro pelas linhas de transmissão (Xingu LI1, LI2, LI3 e LI4).

Bipolo 1 (BMTE)

O Bipolo 1 é composto por dois transformadores conversores de três enrolamentos 1T01 e 1T02 (ligados na configuração YY/YD) de aproximadamente 2.376 MVA cada, e que devido a sua elevada capacidade de carga, são compostos por seis transformadores monofásicos.

Os transformadores conversores são alimentados pelos barramentos principais de 500kV, a tensão é reduzida para aproximadamente 396kV onde estão conectadas as válvulas tiristoras, estas por sua vez são monitoradas e controladas por um complexo sistema de controle (Master Control), o qual é responsável por controlar a sequência dos ângulos de disparos dos tiristores a fim de converter a tensão CA (Corrente Alternada) em tensão CC (Corrente Contínua) chamado de Retificador. Uma vez retificada (convertida), a tensão CC (Corrente Contínua) da origem a dois polos 1 (+) 2 (-) e são transmitidos pelas linhas Xingu 1-L1 (polo +) e Xingu 1-L2 (polo -).

Em Estreito, é realizado o processo inverso onde a tensão CC (Corrente Contínua) é convertida novamente em tensão CA (Corrente Alternada) e interligada ao SIN (Sistema Interligado Nacional).

Transformadores conversores

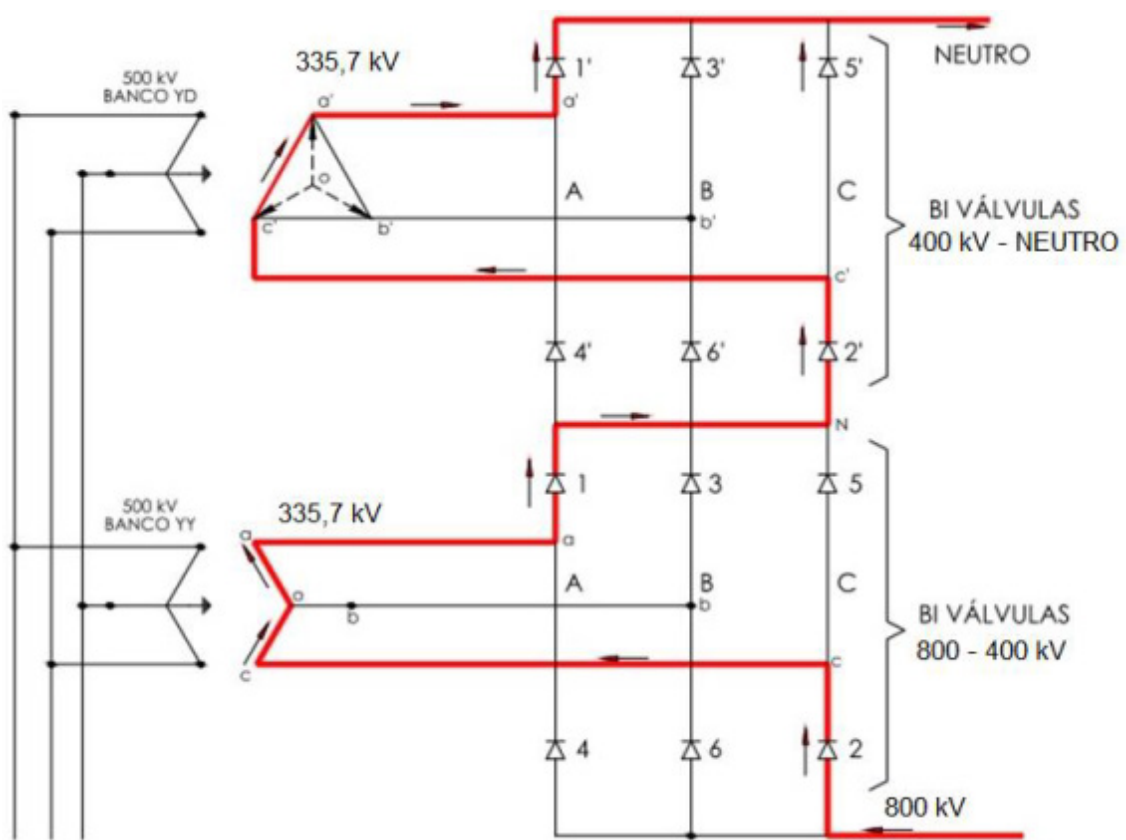
O transformador conversor, além de exercer as características básicas de um transformador que são adequar os níveis de tensão e transferir potência entre dois sistemas, cumpre uma das mais importantes funções no link DC (Direct Current) que é polarizar convenientemente as válvulas tiristorizadas, propiciando as condições necessárias para ocorrer a conversão de corrente alternada para contínua na estação retificadora e de corrente contínua para alternada na estação inversora.

Princípio de funcionamento

O transformador conversor forma, junto com as válvulas, a Estação Conversora. Os demais equipamentos podem ser considerados acessórios ou complementares.

O desenho esquemático da figura 2 mostra, através das conexões do transformador com as válvulas, a participação efetiva do transformador na conversão.

Figura 2: Instantâneo da Circulação de corrente DC. — circulação de corrente.



A configuração do banco de transformadores com dois secundários com um ligado em estrela e o outro em delta fornece os 12 pulsos para as válvulas com a defasagem de 30° elétricos, ou seja, a cada 30° elétricos na barra de 500 kVAC, há uma comutação numa das válvulas mostradas na figura 6.

E a cada 360° elétricos começa outra sequência. A figura 6 mostra uma das 12 condições que acontecem a cada ciclo. Além disto, este arranjo dos dois secundários contribui eliminando harmônicos gerados na conversão, principalmente os de ordem 3 e 5.

Nos transformadores conversores ocorre a isolamento galvânica entre os dois sistemas, AC e DC, os enrolamentos primários estão ligados no sistema AC e os enrolamentos secundários pertencem ao link DC. A corrente contínua circula entre eles dando continuidade na linha DC.

Os transformadores conversores têm a função decisiva na determinação da potência transmitida, pois o controle da potência transmitida pelo link DC é feito pela diferença de tensão entre as estações conversoras terminais.

E a diferença de tensão entre as estações é determinada numa fase primária dentro de uma faixa restrita pelo ângulo de disparo das válvulas e complementado pelos taps dos transformadores conversores.

Por todas estas colocações acima vê-se a importância dos transformadores conversores, confirmando a condição de energização diferenciada entre linhas AC e DC:

A linha AC envia tensão de uma subestação energizada para outra desenergizada;

A linha DC necessita de tensão AC nos dois extremos para seu fechamento.

Dados técnicos dos transformadores conversores

ENROLAMENTO	TENSÃO (KV)	POTÊNCIA (MVA)	CORRENTE (A)
			NOMINAL
PRIMÁRIO Y	500	396	1.372
SECUNDÁRIO Y	335,7	396	2.043
SECUNDÁRIO Δ	335,7	396	1.180

Método Aplicado

Software DIGSI

O Digsí foi desenvolvido para se tornar uma ferramenta conveniente para parametrização de relés de proteção numéricas no MS-Windows. Digsí 5 é a inovação lógica, com facilidade de uso e amigável ao usuário, para parametrização, comissionamento, diagnóstico e operação de todos os equipamentos da linha Siprotec, incluindo unidades de controle e de quaisquer versões. Com um computador pessoal ou notebook pode-se configurar o relé através de uma das interfaces de comunicação e analisar os dados “online” nos equipamentos.

A versão completa, conhecida como Digsí Professional incluem:

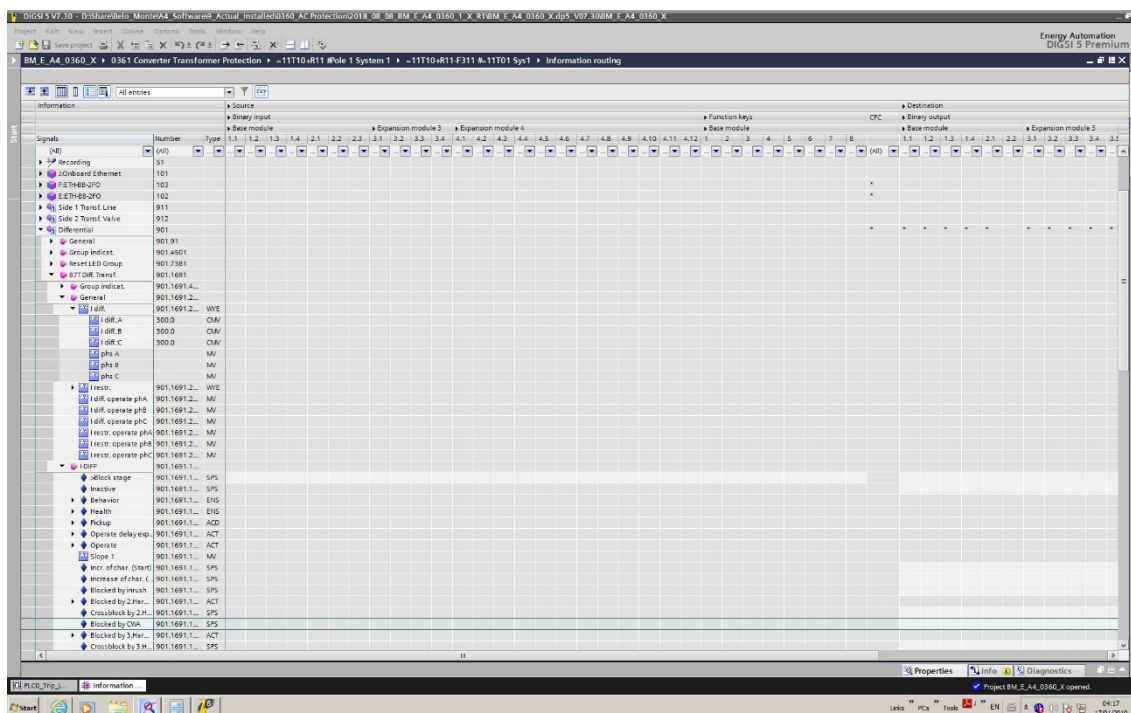
- Display Editor: para criação e alteração da Interface Homem-Máquina nos relés com display grande;
- Sigra: para visualização e análise de arquivos de oscilografias;
- Digsí Remote: para conexão do Digsí ao relé via modem;
- CFC: Continuous FunctionChart, para criação de lógicas de automatismos, intertravamentos ou novas funcionalidades;
- IEC 61850 System Configurator: para configuração de sistemas com IEC 61850. Permite configurar redes, endereçamentos e troca de informações entre equipamentos.

A partir do Digsí podem-se gerenciar os projetos, criando ou apagando, incluir novos elementos dentro da subestação, como relés de unidades de controle e gerenciar as comunicações dos relés.

Information Routing

Para alocar informações, configurar entradas e saídas do relé utiliza-se uma matriz, onde são assinaladas as origens das informações, no caso de entradas digitais e destinos, tais como, saídas digitais, telas ou interface do sistema para comunicação com um sistema de supervisão e automação. As origens e destinos são organizados em colunas. Na Figura 3, tem-se a matriz que o DIGSI 5 utiliza para inserir estas diversas informações.

Figura 3: Information Routing, maneira matricial de como o DIGSI 5 trabalha.



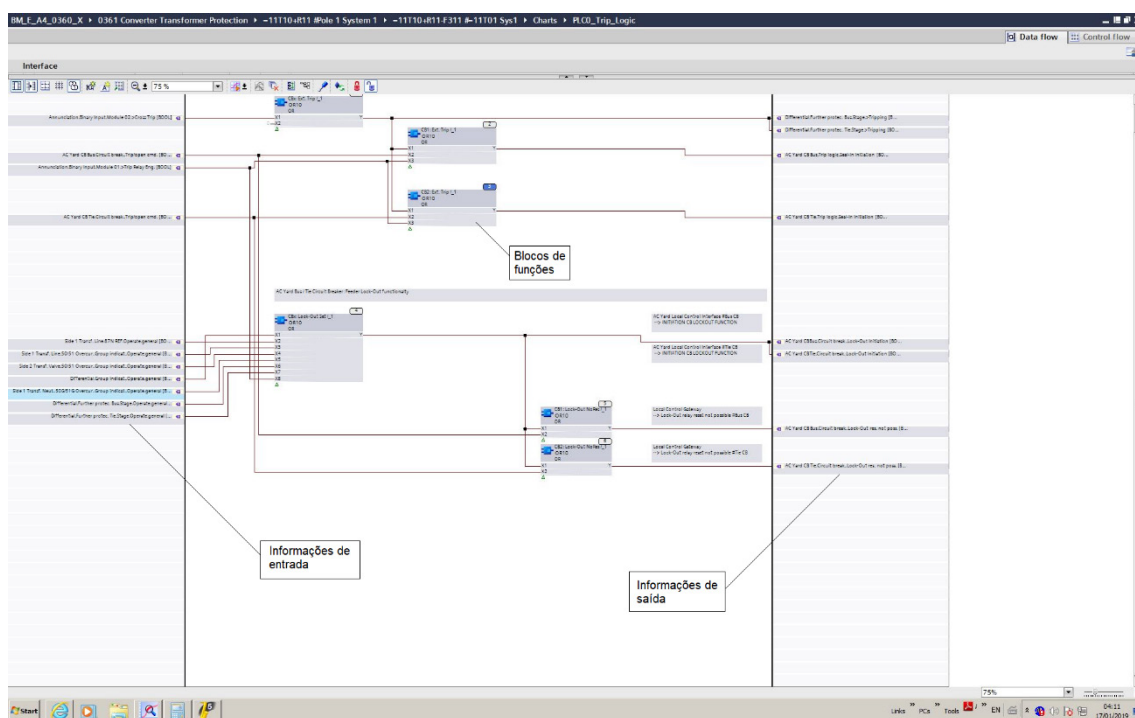
CFC (Continuous Function Chart)

Uma das funções especiais do Siprotec 5 é que eles têm embutido um Controlador Programável, que pode ser utilizado para:

- Criar lógicas de intertravamento;
- Fazer cálculos com as grandezas analógicas lidas pelo relé;
- Criar agrupamento de informações: um único alarme representando vários outros;
- Sequências automáticas (automatismo).

Todas estas funções são implementadas via CFC (Continuous Function Chart), uma ferramenta gráfica de blocos que dispensa conhecimentos de programação, utilizando lógica booleana. A Figura 4, apresenta o ambiente CFC para implementação das lógicas da parametrização do relé.

Figura 4: Ambiente para criação de lógicas.



Parametrização do Relé 7UT85

Para realização dos testes da função de proteção diferencial do relé 7UT85, primeiramente é necessário a parametrização do relé, de acordo com as características do sistema em análise, no caso, a proteção dos transformadores conversores da Subestação Conversora de Xingu. Para este procedimento é necessário:

- Software DIGSI;
- Estudo com os ajustes das Funções de Proteção;
- Diagrama Lógico para criação das lógicas no CFC;
- Diagrama Funcional para criação dos pontos de entrada e saída do relé, no Information Routing.

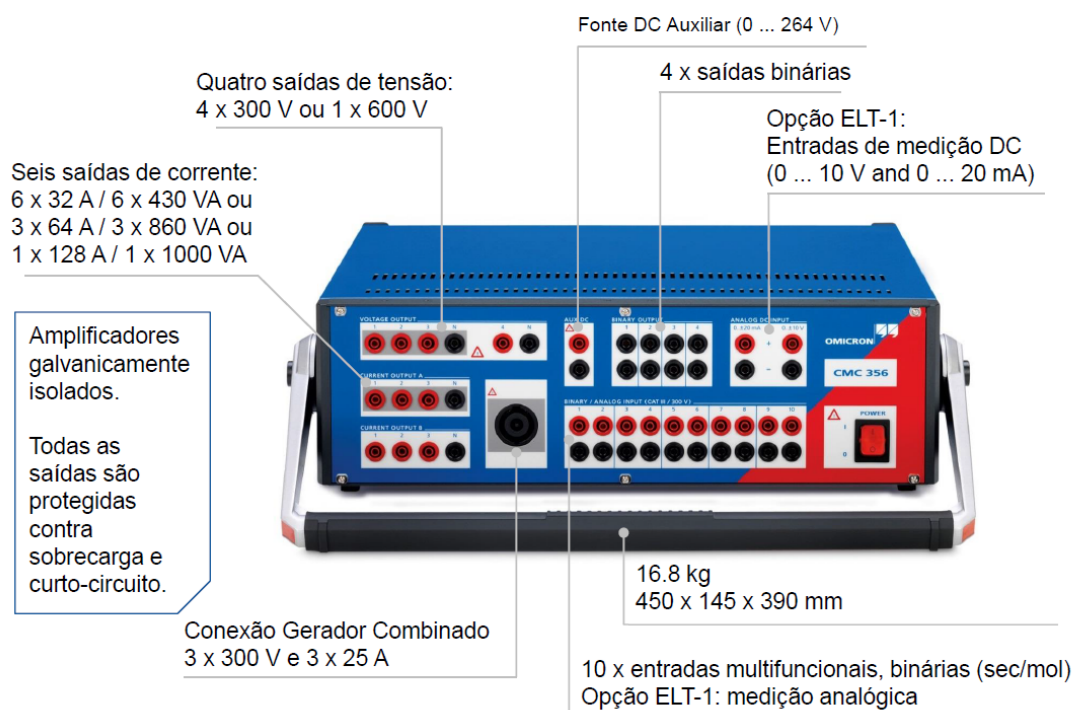
Com isto, por meio de um PC, conectado ao painel frontal do relé, utilizando o software DIGSI, e alguns dados referentes ao transformador e ao sistema de potência, a fim de poder adaptar suas funções, é feita a parametrização do relé. Estes dados servirão como base para o cálculo interno no algoritmo do relé.

Mala de teste

A mala de teste se trata de um equipamento que vai permitir a realização de testes de todas as funções de proteção, sob qualquer condição de curto, com isto, permitindo a verificação dos ajustes parametrizados dos relés, estudo do comportamento dos relés sob determinadas condições de curto-circuito e identificação de problemas funcionais dos relés.

Para a realização dos testes, foi utilizada a mala de teste CMC 356 do fabricante Omicron Eletronics, Figura 5.

Figura 5: Mala de teste CMC 356 da Omicron Eletronics.

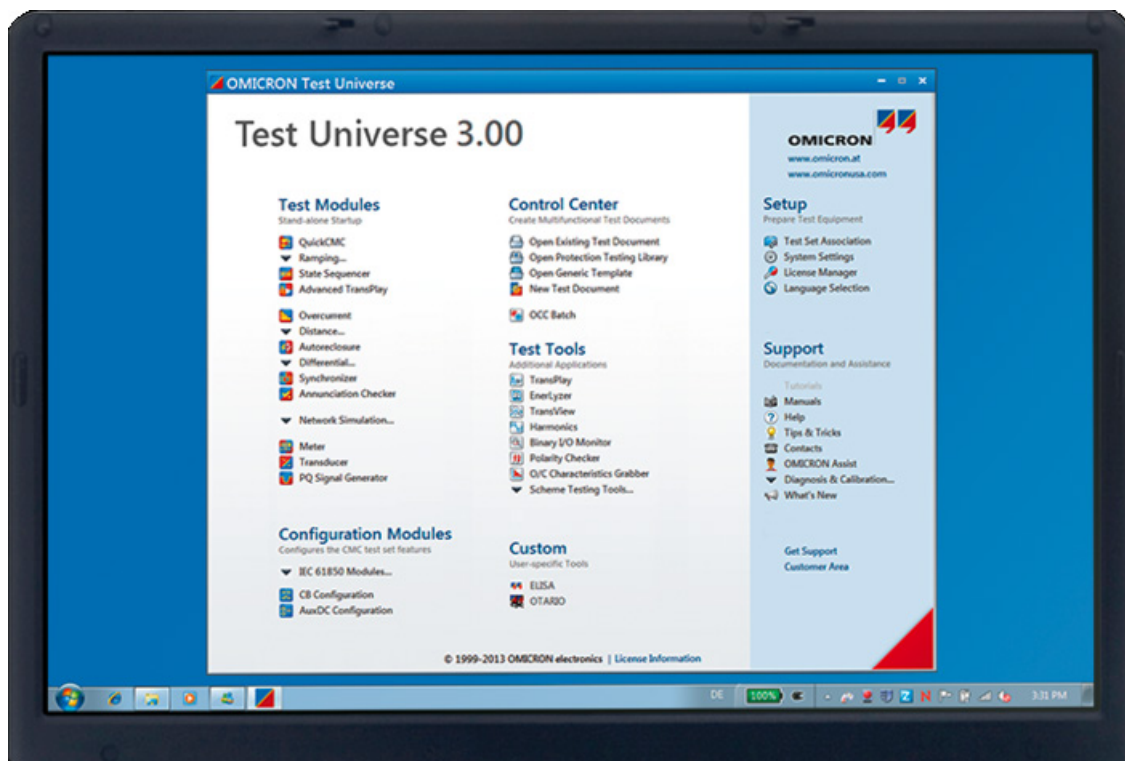


Esta mala apresenta um canal de tensão que são referenciadas ao neutro e galvanicamente separadas de todas as outras saídas e dois canais de corrente também separadas de todas as outras conexões. Sendo possível injetar correntes de até 128 A e tensões de até 600 V. Também apresenta dez entradas binárias que podem ser configuradas no módulo de configuração do hardware e também quatro saídas binárias para serem usadas como contato sem potencial de relé.

Software Omicron Test Universe

A mala CMC 356 acompanha um software de teste, Omicron Test Universe, sendo a interface para configuração e controle do equipamento. Baseado no ambiente Windows, é dotado de módulos de testes otimizados para funções específicas de objetos sob teste. A interface inicial do software é ilustrada na Figura 6.

Figura 6: Interface inicial do Software Omicron Test Universe.

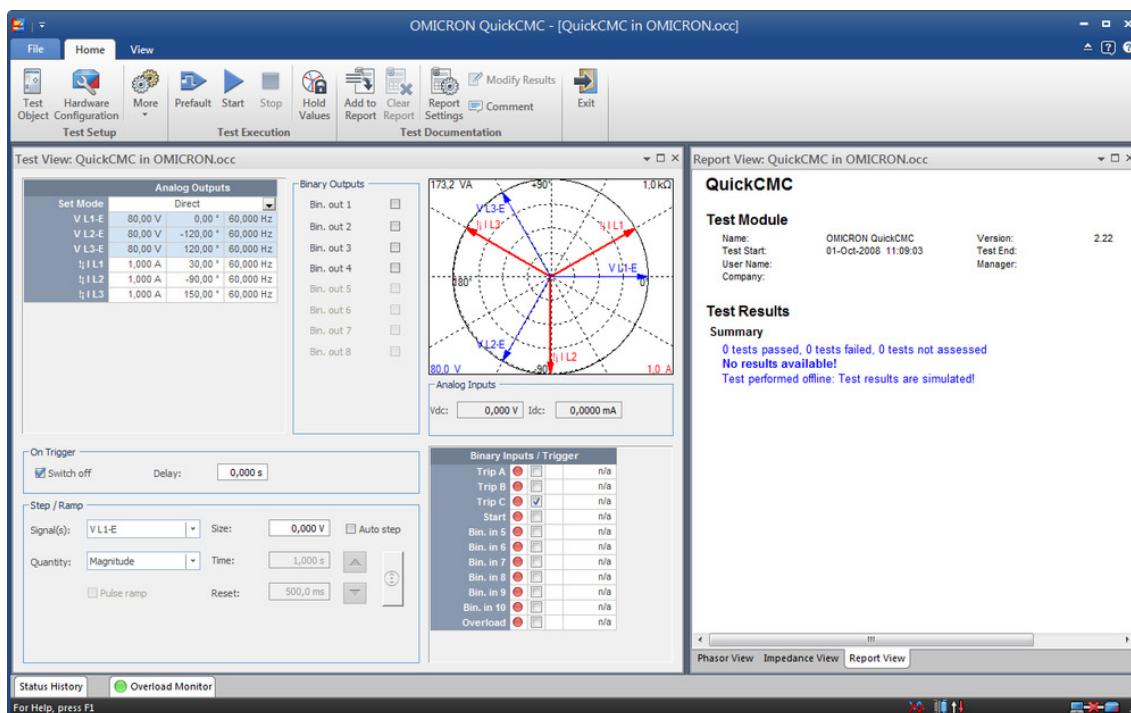


A seguir, a descrição das ferramentas do módulo de teste que serão utilizadas para os ensaios do relé.

► QuickCMC

Apresenta ajustes de valores de corrente, tensão, ângulo de fase e frequência, que podem ser inseridos numericamente ou no diagrama vetorial. Além disso, este módulo executa cálculos do sistema de potência, permitindo a entrada dos dados em componentes de sequência, valores de potência, impedância, etc. O módulo mostra os sinais de entradas binárias e executa medidas de tempo. Na Figura 7, tem-se a tela inicial para inserção de dados para o teste usando esta ferramenta.

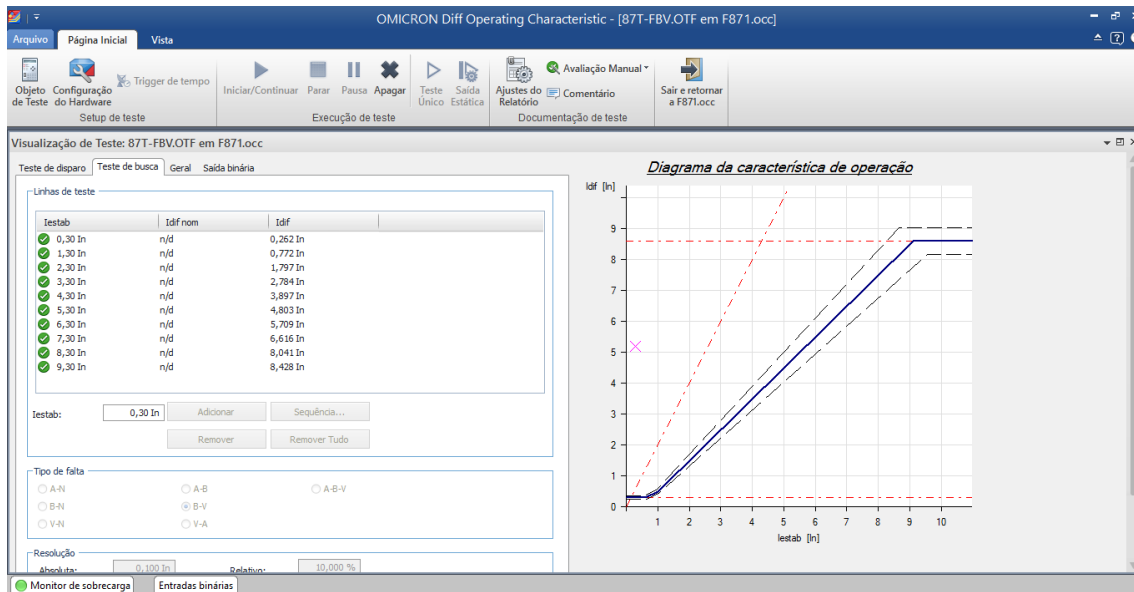
Figura 7: Tela para visualização de teste na ferramenta QuickCMC.



► Differential

O módulo Differential oferece uma solução compacta de teste para relés de proteção de transformadores, linhas, geradores e barras. Ele executa testes monofásicos da característica de operação (valor de pick-up, teste de slope) e da função de bloqueio de inrush (teste de restrição harmônica). Variáveis de tap, como para alguns antigos relés eletromecânicos (p.ex. GE BDD ou Westinghouse HU) podem ser feitos. Para o teste da característica de operação, pontos de teste são definidos no plano Idiff/estab. Uma interface de usuário gráfica torna fácil a definição do teste. Differential também testa a função de restrição harmônica, para esta função, os pontos de teste são determinados pela corrente diferencial e a percentagem de superposição harmônica.

Figura 8: Tela para visualização de teste na ferramenta Differential.



Teste da função diferencial no relé 7UT85

Os ensaios descritos neste trabalho foram realizados com um relé 7UT85, Figura 9, da família SIPROTEC do fabricante SIEMENS. Todo procedimento foi realizado nas dependências da plataforma de testes SIEMENS AG, e com os equipamentos fornecidos pela mesma.

Figura 9: Relé digital da família SIPROTEC 7UT85 da SIEMENS.



A descrição do teste da função diferencial de acordo com o estudo para proteção do transformador conversor da SE Conversora de Xingú, bem como conexões do relé à mala de teste, ajustes, cálculos, procedimentos para teste e resultados, encontra-se detalhado neste capítulo.

Ajuste da mala de teste

Inicialmente, deve-se informar à mala algumas parametrizações do relé a ser testado. Para o ensaio desta função foram usados dois módulos de teste da mala: QuickCMC e Differential, para levantamento da curva da função diferencial.

Na mala pode-se definir algumas informações a respeito do relé como modelo, fabricante, subestação e bay à qual pertence (quando houver), valores nominais de tensão, corrente, frequência e número de fases. A Figura 10 apresenta a tela com estes ajustes.

Figura 10: Tela com os ajustes do dispositivo em teste.

The screenshot shows a software window titled "Ajustes do dispositivo" with a close button (X) in the top right corner. The window contains several sections for configuring device parameters:

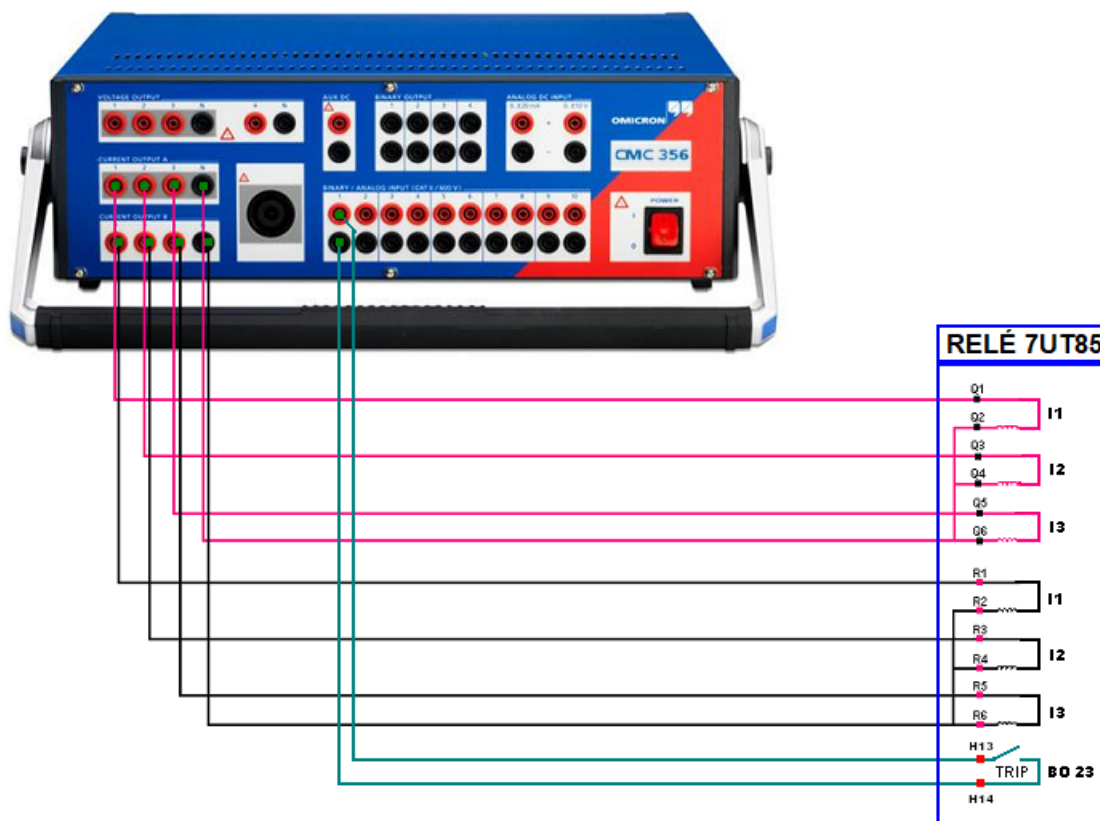
- Ajustes do dispositivo** (Device Settings):
 - Dispositivo** (Device):
 - Nome/descrição: Teste TCC - EducaMais
 - Fabricante: SIEMENS
 - Tipo de dispositivo: 7UT85
 - Endereço do dispositivo: 11T01
 - Número de série/modelo: BM1509002603
 - Informação adicional 1: (empty)
 - Informação adicional 2: (empty)
 - Valores nominais** (Nominal Values):
 - Número de fases: 2 3
 - f nom: 60,000 Hz
 - V nom (secundário): 115,000 V (L-L), 66,395 V (L-N)
 - V primária: 550,000 kV (L-L), 317,543 kV (L-N)
 - I nom (secundário): 1,000 A
 - I primária: 4,000 kA
 - Subestação** (Substation):
 - Nome: SE XINGU
 - Endereço: ANAPÚ - PA
 - Fator para corrente/tensão residual** (Factor for residual current/voltage):
 - VLN/ VN: 1,732
 - IN / I nom: 1,000
 - Bay**:
 - Nome: P1
 - Endereço: CASA DE RELÉS
 - Limites** (Limits):
 - V max: 300,000 V (L-L)
 - I max: 64,000 A
 - Sensibilidade de Detecção de Sobrecarga** (Overload Detection Sensitivity):
 - Alto Usuário 50,000 ms
 - Baixo Off
 - Filtros de debounce/depuração** (Debounce/Clearing Filters):
 - Tempo de debounce: 3,000 ms
 - Tempo de deglitch: 0,000 s

At the bottom of the window, there are three buttons: "OK", "Cancelar", and "Ajuda".

Conexão do relé a mala de teste

Com a mala CMC 356 OMICRON, correntes vão ser injetadas no Side 2 (S2) e Side 1,a (S1,a) e a reação do relé vai ser avaliada. Na Figura 11, tem-se em quais terminais do relé são feitas as conexões com a mala para este teste.

Figura 11: Conexão do relé com a mala de teste CMC 356.



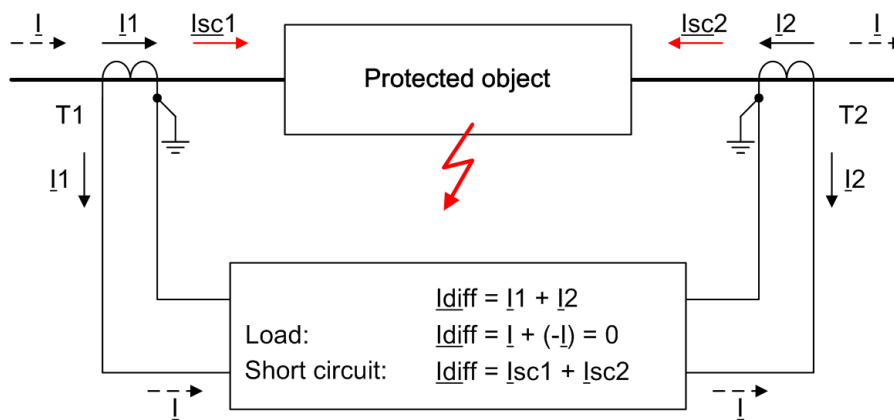
Uma ligação é feita entre uma binária de saída do relé e uma binária de entrada da mala, com a finalidade de parar a mala, quando no teste ocorrer um trip e assim saber o tempo de atuação do relé também pelo dispositivo de teste da mala.

Princípio Básico Da Proteção Differential

A proteção diferencial é baseada em uma comparação atual (conjunto de representação nodal de acordo com Kirchhoff, no entanto, representando a relação atual do transformador). Ao comparar a corrente, utiliza-se o fato de que um objeto protegido usa a mesma corrente I em um estado operacional não defeituoso em ambos os lados (pontilhado na Figura 12). Essa corrente flui para a faixa que está sendo observada em um lado e a deixa novamente no outro lado. Um diferencial de corrente é uma indicação segura de uma falha dentro do objeto protegido. O cálculo da diferença é determinado através da definição da direção atual. A direção atual é definida como positiva para o objeto protegido.

A diferença de corrente resulta da adição vetorial das correntes.

Figura 12: Princípio Básico da Proteção Diferencial Usando o Exemplo de 2 Lados.



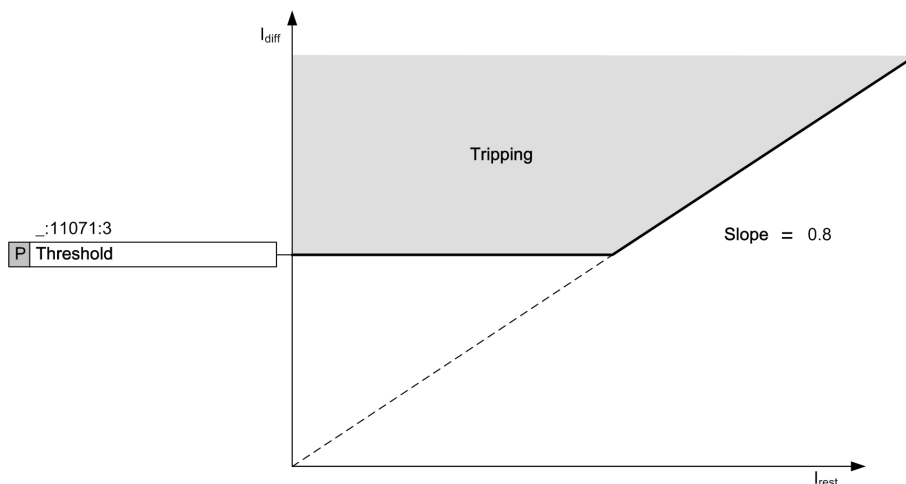
Teste da função diferencial

Para fazer a curva característica de operação da função “87T” foi usado o módulo de teste diferencial. Neste módulo é possível fazer os ajustes da função diferencial, colocar os ajustes do equipamento protegido, ajustes dos TC’s, dispositivo de proteção e definição da característica.

Os ajustes do equipamento protegido são os mesmos da parametrização do relé, bem como os ajustes do relé e do dispositivo de proteção.

De acordo com a Figura 13, apresenta-se as características de trip do relé que está sendo testado e os ajustes correspondentes feito no relé, através do Software Test Universe.

Figura 13: Característica de trip da proteção diferencial.



De acordo com o estudo do projeto de proteção do Transformador Conversor do Polo 1, têm-se os seguintes ajustes para construção desta curva:

IS1 será ajustado em 0,3 PU;

IS2 será ajustado em 1,0 PU;

Inclinação da característica K1: 50%;

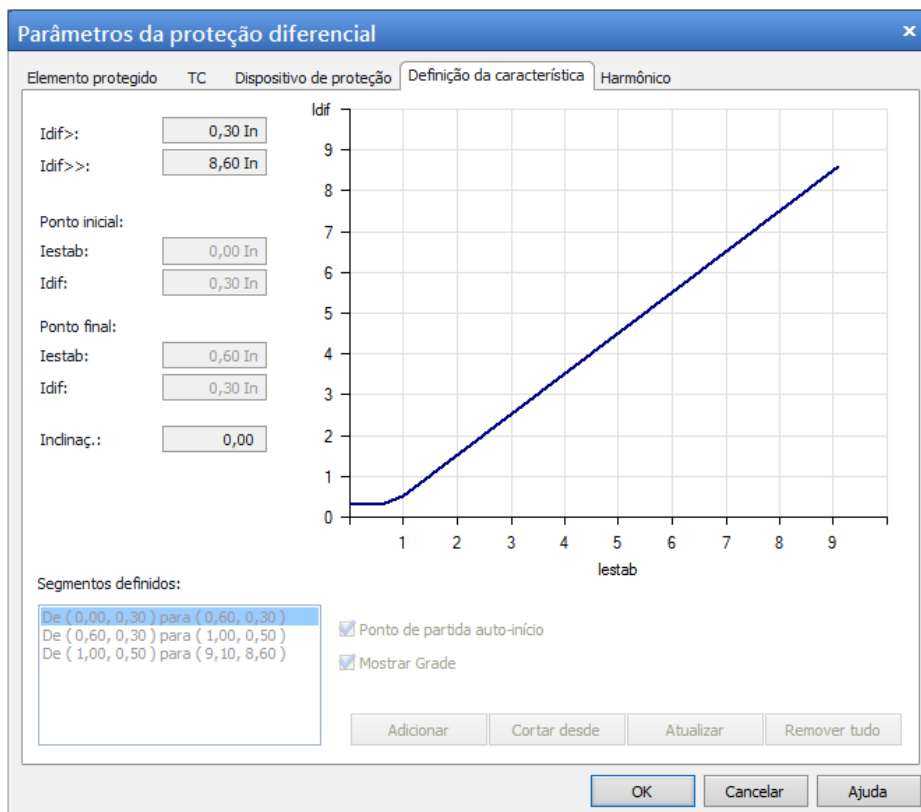
Inclinação da característica K2: 100%;

IS- HS2 será ajustado em 8,6 PU.

A partir destes dados e usando ferramentas matemáticas como equação da reta ou trigonometria, é possível determinar todos os pontos a serem inseridos no módulo de teste differential.

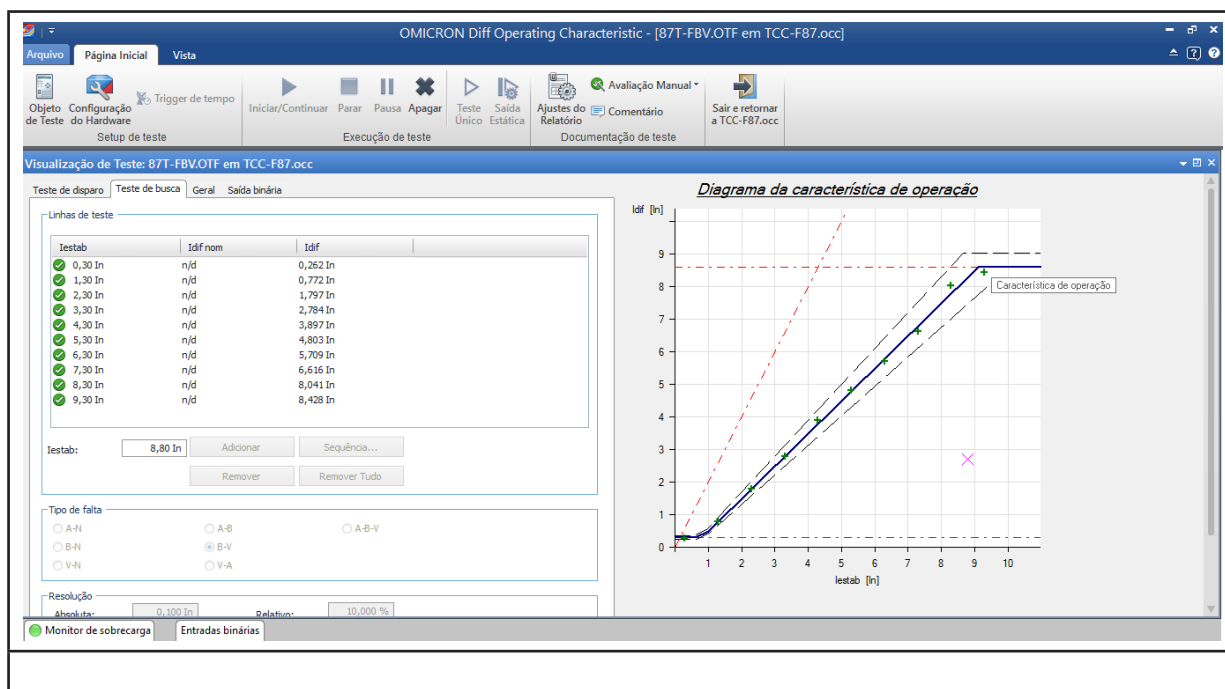
A definição da característica também é baseada na parametrização, a curva da função differential apresenta 2 slopes. Como para simular uma falta que atuasse pelo segundo slope é necessária uma corrente muito alta, e a mala não tem capacidade de injetar, a simulação foi feita apenas para o primeiro slope. Na Figura 14, tem-se a curva levantada no módulo de teste Differential.

Figura 14: Característica de trip da proteção differential.



Dando start na mala, tem-se a correta atuação do relé, como pode ser observado na Figura 15. Caso não ocorra a atuação do relé para todos os pontos abaixo da curva, e atuação do relé para todos os pontos acima da curva, que corresponde a zona de trip.

Figura 15: Diagrama da característica de operação com os pontos de testes.



O tempo de atuação, só pra critério de teste, foi configurado na mala para 0,03 segundos e foi observada a correta atuação para tempos bem próximos, como esperado.

CONCLUSÃO

Em linhas gerais, este trabalho destaca a importância que os relés desempenham no sistema elétrico, especificamente para proteção dos transformadores conversores. Por meio da análise das grandezas elétricas fornecidas pela rede elétrica esses equipamentos são responsáveis pela detecção de condições anormais de operação e decisão lógica de atuação do sistema de proteção caso ocorra alguma condição indesejável.

Neste contexto, a função diferencial, por se tratar do principal esquema de proteção do bay dos transformadores, tornou-se foco deste estudo e, a principal dificuldade que deve ser vencida nesta proteção é garantir que o equipamento não vai atuar sem necessidade, uma vez que, durante a energização de transformadores, por exemplo, correntes diferenciais surgem e podem acionar os dispositivos de proteção indevidamente.

Pelo que foi exposto, este presente trabalho teve um melhor entendimento da filosofia de proteção diferencial em transformadores, bem como comprovar que o sistema para detecção de correntes diferenciais no transformador conversor do Bipolo 1 da SE Conversora atinge níveis de

qualidade, atuando sempre que é solicitado por uma condição de sobrecorrente e correspondendo às especificações do fabricante.

Outro ponto importante são as facilidades que as ferramentas da mala de testes OMICRON CMC 356 fornece para a realização dos ensaios, possibilitando a simulação de diversas situações reais, em condições normais ou sobre a falta.

DECLARAÇÃO DE INTERESSES

Nós, autores deste artigo, declaramos que não possuímos conflitos de interesses de ordem financeira, comercial, político, acadêmico e pessoal.

REFERÊNCIAS

MAMEDE FILHO, J.; MAMEDE, D. R. Proteção de Sistemas Elétricos de Potência. [S.l.]: Grupo Gen-LTC, 2013. 805 p. ISBN 978-85-216-2012-9.

AMARAL, Nadia Bentz de Sousa. Estudo sobre critérios para a especificação de transformadores elevadores de estações geradoras. Dissertação (Mestrado em engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

ARAÚJO, Carlos André S.; Candido, José Roberto R.; Sousa, Flavio Camara de; Dias, Marcos Pereira. Proteção de Sistemas Elétricos. 1.ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2005.

OMICRON Eletronics, Manual CMC 356; Article Number VESD2003 – Version CMC356.AE.4.

OMICRON eletronics, Manual Protection PACKAGE, Test Universe - Article Number VESD4002 - Manual Version: PROT.AE.10.

SIEMENS, Manual SIPROTEC 5 Transformer Differential Protection 7UT82, 7UT85, 7UT86, 7UT87 – V7.30 and higher C53000-G5040-C016-7.

INVESTIGAÇÃO DA APRENDIZAGEM INTERMEDIADA POR SITUAÇÕES DIDÁTICAS EM ROTEIRO DE AULAS PRÁTICAS DE INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS

Tomaz Leal Leite¹;

IFMS, Campo Grande, Mato Grosso do Sul.

<http://lattes.cnpq.br/4893389671011998>

Dejahyr Lopes Júnior².

IFMS, Campo Grande, Mato Grosso do Sul.

<http://lattes.cnpq.br/6904548896539871>

RESUMO: O objetivo desta pesquisa é investigar o processo de aprendizagem dos estudantes na unidade curricular de instalações hidrossanitárias do curso Técnico Integrado em Edificações, ofertado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Mato Grosso do Sul campus Aquidauana, por meio da aplicação de um roteiro de aulas práticas, identificando desafios e potencialidades, sendo um dos autores desta pesquisa docente da unidade e tendo identificado diversos entraves de aprendizagem por parte do público alvo durante sua prática pedagógica, originando a proposta de intervenção. Para o cumprimento do proposto, o roteiro será planejado sob os princípios filosóficos da educação profissional e tecnológica e com a ótica da Teoria das Situações Didáticas (TSD), de Guy Brousseau, explorando situações a-didáticas, onde o estudante assumirá parte da responsabilidade por sua aprendizagem e terá que solucionar problemas sem uma prévia solução exposta pelo professor. Trata-se de uma pesquisa aplicada, de cunho qualitativo e com análise descritiva, utilizando como procedimentos metodológicos os conceitos da Engenharia Didática, teoria desenvolvida com bases em estudos da didática francesa. Esperamos que o roteiro das aulas práticas, na forma de um produto educacional do programa de mestrado ProfEPT, possa agregar boas práticas de ensino na Educação Profissional e Tecnológica e, para além, proporcionar reflexões acerca de possibilidades pedagógicas nas unidades técnicas dos cursos integrados. O roteiro encontra-se em fase de desenvolvimento, já possuindo uma versão preliminar apresentada e aprovada em banca de qualificação do programa, tendo previsão de aplicação e reformulação até agosto de 2021.

PALAVRAS-CHAVE: Instalações Hidrossanitárias. Engenharia Didática. Situações Didáticas.

INVESTIGATION OF INTERMEDIATED LEARNING BY TEACHING SITUATIONS IN SCRIPT OF PRACTICAL LESSONS FROM HYDROSSANITARIAN INSTALLATIONS

ABSTRACT: The objective of this research is to investigate the learning process of students in the course of hydrosanitary installations of the Integrated Technical Course in Buildings, offered by the Federal Institute of Education, Science and Technology of Mato Grosso do Sul campus Aquidauana, through the application of a script of practical classes, identifying challenges and potential, being one of the authors of this teaching research at the unit and having identified several learning obstacles on the part of the target audience during their pedagogical practice, giving rise to the intervention proposal. For the fulfillment of the proposal, the script will be planned under the philosophical principles of professional and technological education and with the perspective of the Theory of Didactic Situations (TSD), by Guy Brousseau, exploring the didactic situations, where the student will assume part of the responsibility for their learning and will have to solve problems without a previous solution exposed by the teacher. It is an applied research, of qualitative nature and with descriptive analysis, using as methodological procedures the concepts of Didactic Engineering, a theory developed based on studies of French didactics. We hope that the script for the practical classes, in the form of an educational product from the ProfEPT master's degree, can add good pedagogical practices in Vocational and Technological Education and, in addition, provide reflections on the pedagogical possibilities in the technical units of the integrated courses. The Script is in the development phase, with a preliminary version already presented and approved in the program's qualification panel, with forecasting and reformulation until August 2021.

KEY-WORDS: Hydro-sanitary installations. Didactic Engineering. Didactic Situations.

INTRODUÇÃO

O objeto de estudo da presente pesquisa é o processo de aprendizagem dos estudantes do ensino profissional técnico de nível médio, delineado no curso Técnico Integrado em Edificações, ofertado pelo campus Aquidauana do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Mato Grosso do Sul (IFMS), bem como na unidade curricular de instalações hidrossanitárias.

Na prática docente do autor deste estudo, que ministrou a unidade curricular de instalações hidrossanitárias no referido curso entre os semestres de 2017-2 a 2020-2, foi possível a observação de diversos entraves de aprendizagem por parte dos estudantes, bem como também foi perceptível como estes tiveram dificuldade de associação dos conteúdos teóricos do ementário trabalhados em sala com a prática profissional do mundo real.

Dentro deste contexto, é realizado semestralmente o processo de avaliação do docente pelo discente, intitulado institucionalmente como "ADD", momento do semestre em que o estudante faz uma avaliação do trabalho do docente que ministrou determinada unidade curricular, podendo fazer elogios, críticas e dar sugestões para melhoria do processo de ensino e aprendizagem.

Durante o processo da ADD, ao longo da atuação do docente autor desta pesquisa no IFMS campus Aquidauana, foi possível inferir, com uma análise reflexiva dos comentários dos estudantes, que há o desejo de realização de mais aulas práticas ao longo do semestre e, também, notou-se que as aulas práticas causaram certo engajamento, considerando algumas sugestões de organização das aulas visando melhoria da aprendizagem.

Importante salientar, ainda dentro deste contexto, que são consideráveis os índices de retenção e evasão (principalmente) no curso técnico integrado em edificações do campus, como confirma-se por meio de consulta a dados públicos da SETEC/MEC da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, que disponibiliza relatórios na Plataforma Nilo Peçanha via web site, dados estes que consultados para ano de 2020 (Ano Base 2019), constam para o ciclo: Retenção de 10,81%, evasão de 45,95% e conclusão de 43,24%.

Diante do exposto, partimos então do pressuposto que a exploração de atividades práticas nas unidades curriculares técnicas do curso de técnico em edificações, pode ser uma boa alternativa para o processo de aprendizagem, aproximando a aprendizagem em sala de aula da atuação profissional no mundo real e contribuindo no sentido de minimizar a retenção e evasão dos estudantes, urgindo assim a necessidade de sistematização destas aulas como possibilidade de aplicação e que, sobretudo, os impactos desse processo de aplicação sejam investigados.

Ademais, podemos observar na Resolução CNE/CP Nº 1, de 5 de janeiro de 2021 do MEC, que estabeleceu as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional e Tecnológica, onde se enquadra o Ensino Técnico de Nível Médio, a definição de princípios norteadores. Entre tais princípios, destacaremos a seguir os que acreditamos convergir à intencionalidade pedagógica de nossas ações nesta pesquisa, constantes no artigo 3º parecer:

IV - centralidade do trabalho assumido como princípio educativo e base para a organização curricular, visando à construção de competências profissionais, em seus objetivos, conteúdos e estratégias de ensino e aprendizagem, na perspectiva de sua integração com a ciência, a cultura e a tecnologia;

V - estímulo à adoção da pesquisa como princípio pedagógico presente em um processo formativo voltado para um mundo permanentemente em transformação, integrando saberes cognitivos e socioemocionais, tanto para a produção do conhecimento, da cultura e da tecnologia, quanto para o desenvolvimento do trabalho e da intervenção que promova impacto social;

VII - indissociabilidade entre educação e prática social, bem como entre saberes e fazeres no processo de ensino e aprendizagem, considerando-se a historicidade do conhecimento, valorizando os sujeitos do processo e as metodologias ativas e inovadoras de aprendizagem centradas nos estudantes;

VIII - interdisciplinaridade assegurada no planejamento curricular e na prática pedagógica, visando à superação da fragmentação de conhecimentos e da segmentação e descontextualização curricular;

(MEC, 2021, p.1).

Como base para o planejamento destas aulas, buscamos cunho na Teoria das Situações Didáticas (TSD), de Guy Brousseau, referencial teórico consolidado para o ensino de matemática. Conforme abordado por Teixeira e Passos (2013), esta surgiu no final da década de 60 do século XX na França, a partir de estudos desenvolvidos no Instituto de Investigação do Ensino de Matemática (IREM), onde se propunha, por meio da complementação da formação de professores de matemática, a produção de meios materiais de apoio para a sala de aula, tais como textos, jogos, brinquedos, problemas, exercícios e experimentos de ensino, o que posteriormente, culminou no surgimento da TSD, que por sua vez foi amplamente aceita por pesquisadores da corrente da Didática da Matemática francesa.

Sendo o autor da pesquisa docente do curso técnico integrado em edificações e ministrante regular da unidade curricular de instalações hidrossanitárias do curso desde o semestre 2017-1, tendo identificado em sua prática a oportunidade de aplicações práticas educativas que aproximem os estudantes do mundo do trabalho e, ainda, sendo esta uma unidade que se encontra na problemática abordada no contexto citado na ADD, compreendemos como justificada a proposta investigativa.

O objetivo geral desta pesquisa é investigar o processo de aprendizagem dos estudantes na unidade curricular de instalações hidrossanitárias do curso Técnico em Edificações, quanto aos saberes, habilidades e atitudes necessárias à elaboração de projetos e execução de instalações de água fria, por meio da aplicação de um roteiro de aulas práticas, identificando potencialidades e desafios, o que nos leva aos objetivos específicos:

- Planejar um roteiro de aulas práticas de instalações prediais de água fria, sob a ótica da Teoria das Situações Didáticas e articulando os princípios filosóficos da Educação Profissional e Tecnológica (EPT) nas ações de aprendizagem;
- Aplicar o roteiro em sala de aula, investigando o processo de aprendizagem dos estudantes quanto aos saberes, habilidades e atitudes necessárias para elaboração de projeto e execução de instalações prediais de água fria a partir de momentos a-didáticos, que favoreçam situações de formulação de hipóteses na resolução de problemas, aproximando-os da prática real do mundo do trabalho;
- Investigar a percepção dos atores envolvidos quanto aos desafios e potencialidades da aplicação do roteiro de aulas, este na forma de um produto educacional, analisando qualitativamente os resultados e o reformulando, se necessário.

A seguir, apresentaremos o detalhamento dos procedimentos metodológicos e suas interfaces com o referencial teórico adotado, bem como discutiremos sobre resultados ancorando nossas considerações finais.

METODOLOGIA

A presente pesquisa possui caráter qualitativo, sendo exploratória e com análise de cunho descritivo. Como metodologia para seu desenvolvimento nos utilizamos do conceito da Engenharia Didática, que conforme abordado por Garcia(2005), foi desenvolvida na década de 80, com bases em estudos de autores consagrados da didática francesa, como Douady, Chevallard e Brousseau, além da pesquisadora Michele Artigue, que assim denominou a teoria (Engenharia Didática), tendo como inspiração o trabalho do engenheiro, cuja produção exige robusto conhecimento científico, mas também traz um enfrentamento de problemas práticos no mundo real, para os quais não existe teoria prévia, momentos estes em que é preciso construir soluções.

Sobre a adoção da Engenharia Didática como percurso metodológico para práticas de ensino voltadas à elaboração de produtos, foco desta pesquisa, Garcia (2005) nos traz a importante contribuição ela expressa duplo sentido, pois desenvolve produções para o ensino, a partir de resultados de pesquisa, mas também se caracteriza por ser uma específica metodologia de pesquisa com base em experiências de sala de aula. Na visão do autor, neste viés a prática de ensino é articulada com prática de investigação e, não obstante, acreditamos que este duplo sentido nos é totalmente compatível com a intervenção proposta.

Artigue (apud TEIXEIRA; PASSOS, 2013) nos traz, ainda, que a Engenharia Didática utiliza-se dos conceitos da Teoria das Situações Didáticas, na pretensão de controle das situações didáticas do processo.

Brousseau (2008), autor da teoria da Teoria das Situações Didáticas, nos contribui que, em seus estudos iniciais na década de 70, as situações didáticas eram aquelas em que se desejava transmitir um determinado conhecimento se utilizando de meios (textos, jogos, roteiros, etc.), ou seja, situação era todo o contexto que cerca o estudante, projetado e modelado pelo professor, sendo a Engenharia Didática a fonte de produção destes meios, o que se alinha totalmente à nossa proposta de intervenção.

Situações didáticas podem ser definidas, ainda, como sendo “os modelos que descrevem as atividades do professor e do aluno” (BROUSSEAU, 2008, p.21) e, a partir deste conceito, Brousseau (2008) identificou em seus estudos cinco tipos destas situações, sendo: Devolução, ação, formulação, validação e institucionalização. O esquema idealizado por Freitas (2008), apresentado abaixo na figura 1, representa bem o posicionamento de aluno e professor em cada situação didática:

Figura 1: Esquema Representativo das Situações Didáticas



Fonte: Freitas (2008, p.103)

Em nossa intervenção, articulando os fundamentos filosóficos e legais da Educação Profissional e Tecnológica com os objetivos de aprendizagem em Instalações Hidrossanitárias, sob a ótica da Teoria das Situações Didáticas e a partir de momentos a-didáticos, pautamos o planejamento de nosso roteiro de aulas práticas para posterior aplicação, visando proporcionar situações de devolução, ação, formulação, validação e institucionalização no processo de aprendizagem.

Diante do exposto, trabalhamos com a Engenharia Didática considerando quatro fases de aplicação, conforme proposto por Machado (2008):

- Primeira Fase: Análises preliminares;
- Segunda Fase: Concepção e análise a priori das situações didáticas;
- Terceira fase: Experimentação;
- Quarta Fase: análise a posteriori e validação;

Machado (2008) nos contribui também que a Engenharia Didática caracteriza-se pelo registro dos estudos sobre o caso em análise e pela validação, sendo essa validação da pesquisa realizada internamente, pois se baseia na confrontação entre análise a priori (ancorada no quadro teórico da análise preliminar) e análise a posteriori, logo, em nossa intervenção, também nos ancoraremos nesta confrontação interna para validação do produto educacional.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir das análises preliminares da engenharia didática desenvolvida para a construção do produto, elaboramos um quadro teórico da intervenção proposta, considerando no contexto da investigação: O local, infraestrutura mínima e recursos a utilizar, os participantes (público-alvo) da investigação, a ementa da unidade curricular de Instalações Hidrossanitárias extraída do Projeto Pedagógico do curso Técnico Integrado em Edificações de acordo com IFMS(2016) e, ainda, os objetivos de aprendizagem da U.C, elaborados pelo docente ministrante em plano de ensino semestral,

autor desta pesquisa.

O quadro teórico nos trouxe subsídio para iniciarmos a etapa de análises a priori da engenharia didática, onde foi possível a construção de um roteiro preliminar, bem como o planejamento de aplicação deste. As atividades do roteiro foram planejadas buscando, sobretudo, a indissociabilidade entre teoria e prática por meio de ações se aproximam de práticas profissionais do mundo real dos estudantes, tendo assim, o trabalho com princípio educativo e a pesquisa como princípio pedagógico.

A elaboração do roteiro prévio foi pautada no cumprimento parcial dos objetivos específicos de aprendizagem de aprendizagem delineados, onde consideramos o foco na aprendizagem dos conceitos, habilidades e atitudes referentes ao processo de elaboração e execução de instalações de água potável fria, observando aqui que as instalações hidrossanitárias são basicamente: instalações de água potável (fria e quente), esgoto sanitário e águas pluviais. Tal decisão se deve, além da necessidade de recorte por cronograma e carga horária exequível para as ações, ao fato de que tal conteúdo do ementário é o que gera as maiores dificuldades de aprendizagem para os estudantes durante o semestre, considerando a experiência e percepção docente do autor, ministrante da unidade no campus.

Em nossa intervenção buscamos no roteiro de aulas um momento inicial com objetivo de firmar o contrato didático com os estudantes, antes do desenvolvimento das atividades práticas, sendo este o momento de devolução de um bom problema, no intuito de buscar o engajamento discente. Freitas(2008) define o contrato didático como o conjunto de obrigações recíprocas, explícitas ou implícitas, envolvendo estudantes, docentes e um conteúdo em prática, que irão reger as situações didáticas.

O problema proposto consiste na necessidade de ler, interpretar, gerar lista de materiais, executar fisicamente e dimensionar teoricamente a instalação hidráulica de água fria de um banheiro de uma residência de até 80m² de área a construir, situação a qual o técnico em edificações irá se deparar constantemente em sua vida profissional, logo, buscamos com este problema uma situação próxima da prática profissional real, que os estudantes podem vir a enfrentar quando se tornarem egressos do curso e forem atuar profissionalmente, seja na região de Aquidauana ou em outra localidade.

Posteriormente, o roteiro buscará as situações didáticas de ação, formulação e validação, que Brousseau (2008) descreve como momentos em que o estudante atua sem interferência direta do docente, portanto, são permeadas por momentos a-didáticos presentes no meio modelado pelo professor, apresentado em forma de problema na situação de devolução. Segundo Teixeira e Passos (2013), Brousseau assim descreve estas situações:

- Situação didática de ação: Por intermédio da interação com o meio, gerando reflexão, o estudante simula tentativas de resolução, ao definir procedimentos de dentro de um esquema de adaptação, tomando decisões para organizar a resolução da situação problema proposta.
- Situação didática de formulação: Há troca de informação entre os alunos e o meio, por meio de uma linguagem apropriada, sem a obrigatoriedade do uso explícito de linguagem

matemática formal, procurando modificar a linguagem que habitualmente utilizam, adequando-a as informações que devem comunicar ao grupo de estudo envolvido.

- Situação didática de validação: Se utilizando de linguagem matemática apropriada (demonstrações), os estudantes tentam convencer os membros do grupo de estudo envolvido no processo quanto à veracidade de suas afirmações.

Interpretamos aqui, apesar de nossa intervenção não se tratar de um jogo que poderia favorecer o uso da TSD no planejamento das situações de ação, formulação e validação, que buscamos momentos de interação entre os estudantes após o momento de ação onde haverá interação inicial com o meio e o problema proposto, de modo que seja possível uma troca de mensagens codificadas que possibilite a formulação de hipóteses. Isto nos levou à necessidade de propor formação de grupos de estudantes para desenvolver o roteiro de aulas práticas de instalações hidrossanitárias, bem como de buscar momentos onde estes grupos confrontem o que foi produzido nas aulas, de modo a favorecer a validação.

Na questão 1 do roteiro, o estudante terá de fazer a leitura de um projeto hidráulico de um banheiro, sendo desafiado a compreender o projeto se utilizando de conhecimentos de desenho técnico (outra unidade curricular do curso) e, ainda, terá de dimensionar as canalizações se utilizando de conhecimento de hidráulica básica. Posteriormente, o estudante terá de elaborar a lista de materiais deste projeto (questão 2), aplicando aqui conhecimentos de materiais e tecnologia da construção civil (outras unidades do curso).

No contato com estas questões do roteiro, o estudante se colocará em posição de ação na leitura e interpretação do desenho apresentado, execução do dimensionamento, partindo posteriormente para necessidade de formulação, uma vez que poderá discutir com seus colegas de grupo as estratégias para desenvolver a lista de materiais.

Ao final da aula, com as listas de materiais elaboradas, os grupos de estudantes serão conduzidos a apresentarem uns aos outros suas produções tendo que descrever como foi o processo de elaboração, de modo a gerarmos o processo da situação didática de validação.

Já na questão 3 do roteiro, os estudantes se colocarão em posição de ação para planejar a montagem física de um kit hidráulico do banheiro proposto, em uma escala menor que a real visando facilitar a execução e gerar economia de materiais de ensino do campus, se utilizando dos materiais e ferramentas disponíveis no laboratório a partir a lista elaborada na questão anterior (questão 2). O processo de formulação ocorrerá na interação entre os membros do grupo para planejarem a estratégia de montagem do kit.

Na aula seguinte, será feita a confrontação final das produções elaboradas pelos grupos, visando validação do que foi gerado e, também, nesta aula será feita a institucionalização do saber, com o docente fazendo as intervenções necessárias sobre todas as produções desenvolvidas, revelando sua intenção didática, ponderando correções necessárias.

Após a execução do roteiro, aplicaremos junto aos estudantes um questionário on-line, utilizando como ferramenta o Google forms, buscando extrair suas impressões quanto ao processo de aprendizagem e, sobretudo, tentando compreender se os objetivos traçados foram atingidos, podendo, a partir de uma análise qualitativa dos dados, inferir na reformulação das questões planejadas, contribuindo com as análises a posteriori e a validação.

O resultado principal almejado pela pesquisa é o produto educacional que consiste em um roteiro de aulas práticas para a unidade curricular de Instalações Hidrossanitárias do curso de Técnico em Edificações ofertado pelo IFMS campus Aquidauana, elaborado sob os conceitos de trabalho como princípio educativo, indissociabilidade entre teoria e prática, pesquisa como princípio pedagógico e a interdisciplinaridade como princípio didático, planejado à luz da TSD de Guy Brousseau e testado sob a égide da Engenharia Didática.

CONCLUSÃO

Com a finalização desta pesquisa pretendemos validar um roteiro de aulas práticas de instalações hidrossanitárias para o curso Técnico Integrado em Edificações, sendo este uma boa prática educativa reproduzível em EPT na forma de um produto educacional com elevado potencial de aplicabilidade e impacto. Aplicabilidade, na medida em que seu emprego possibilite que os objetivos para os quais o mesmo foi desenvolvido sejam atingidos, bem como o seu caráter de replicação seja validado. E impacto, na medida em que a introdução deste produto terá o potencial de provocar mudanças no ambiente em que se relaciona, no caso, o ambiente da educação profissional articulada ao ensino médio.

Almejamos identificar as potencialidades e desafios no processo de aprendizagem com a aplicação do produto, planejado com a intencionalidade pedagógica dos princípios filosóficos e epistemológicos da EPT e sob a base teórica das situações didáticas, esta um reconhecido referencial teórico em aprendizagem de matemática, porém adaptada a uma unidade técnica do curso de edificações.

Esperamos como resultado, também, contribuir com a comunidade docente envolvida, sobretudo no sentido de incentivar a resignificação das práticas pedagógicas, bem como almejamos contribuir para potencializar o processo de aprendizagem dos estudantes, visando à formação integral destes.

DECLARAÇÃO DE INTERESSES

Nós, autores deste artigo, declaramos que não possuímos conflitos de interesses de ordem financeira, comercial, político, acadêmico e pessoal.

REFERÊNCIAS

ARTIGUE, M. Ingénierie Didactique. Recherches em Didactique des Mathématiques, Grenoble, v. 9, n. 3, p. 281-308, 1988.

BROUSSEAU, G. Introdução ao estudo das situações didáticas: conteúdos e métodos de ensino. São Paulo: Ática, 2008.

FREITAS, L. M. de F. Teoria das Situações Didáticas. Educação Matemática: uma (nova) introdução, 2008.

GARCIA, V. Engenharia didática : um referencial para ação investigativa e para formação de professores de matemática. p. 87–120, 2005.

IFMS, Decisão RTRIA 34/2021 - Prorrogação da suspensão das atividades letivas e administrativas presenciais. (2021) . Disponível em: https://www.ifms.edu.br/ifms-contra-o-coronavirus/decisao_rtr_34_2021.pdf . Acesso em: 20 de nov. 2021.

IFMS, Diretrizes para Atividades Presenciais Durante a Pandemia (2020). Disponível em: <https://www.ifms.edu.br/ifms-contra-o-coronavirus/diretrizes> . Acesso em: 10 de nov. 2020.

IFMS, Projeto Pedagógico do Curso Técnico Integrado em Edificações do campus Aquidauana/MS (2016) . Disponível em: <https://www.ifms.edu.br/centrais-de-conteudo/documentos-institucionais/projetos-pedagogicos/projetos-pedagogicos-dos-cursos-tecnicos/projeto-pedagogico-do-curso-tecnico-em-edificacoes-aquidauana.pdf> . Acesso em: 29 de nov. 2019.

TEIXEIRA, P. J. M. ; PASSOS, C. C. M. Um pouco da Teoria das Situações Didáticas (TSD) de Guy Brousseau Some of the theory of didactic situations (tsd) Guy Brousseau p.(155-168). Zetetiké - Revista de Educação Matemática, v. 21, n. 39, p. 155–168, 2014.

MACHADO, S. D. A. Engenharia Didática. Educação Matemática: uma (nova) introdução, 2008.

MEC, Resolução CNE/CP N° 1 (2021) . Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-cne/cp-n-1-de-5-de-janeiro-de-2021-297767578> . Acesso em: 20 de mar 2021.

SETEC/MEC, Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica. Relatório da Plataforma Nilo Peçanha. Disponível em: <http://plataformanilopecanha.mec.gov.br/> Acesso em: 16 de jul. 2020.

PATOGENICIDADE DE NEMATOIDES ENTOMOPATOGÊNICOS NO CONTROLE DE *Liriomyza sativae*

Daniele Nicacio Vicente¹;

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alegre, Espírito Santo.

<http://lattes.cnpq.br/8882713173576709>

Luiza Akemi Gonçalves Tamashiro²;

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alegre, Espírito Santo.

<http://lattes.cnpq.br/9884791626282822>

Alixelhe Pacheco Damascena³;

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alegre, Espírito Santo.

<http://lattes.cnpq.br/6730543237826075>

Dirceu Pratisoli⁴;

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alegre, Espírito Santo.

<http://lattes.cnpq.br/4015405807686646>

Luis Moreira de Araujo Junior⁵;

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alegre, Espírito Santo.

<http://lattes.cnpq.br/1398623308889710>

Jessica Barboza Pereira⁶;

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alegre, Espírito Santo.

<http://lattes.cnpq.br/4260099853907725>

Carlos Magno Ramos Oliveira⁷;

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alegre, Espírito Santo.

<http://lattes.cnpq.br/5852167287067918>

Pedro Henrique de Paula⁸;

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alegre, Espírito Santo.

<http://lattes.cnpq.br/4697067140884233>

Felipe Soares Moulin Pratissoli⁹;

USP, São Paulo, São Paulo.

<http://lattes.cnpq.br/0270993365765899>

Brenno Augusto Ribeiro de Andrade¹⁰;

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alegre, Espírito Santo.

<http://lattes.cnpq.br/9397588031382303>

Marcelly Ramos Santos¹¹.

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alegre, Espírito Santo.

<http://lattes.cnpq.br/6184511979766130>

RESUMO: O cultivo de olerícolas tem passado por dificuldades, principalmente devido a incidência de pragas. Com isto, diferentes métodos de controle destes insetos-pragas tem sido estudados para ampliar as opções de manejo e também devido a carência de produtos químicos registrados e eficientes. *Liriomyza* spp é uma praga de ocorrência em todos os estados brasileiros, causando grandes prejuízos à agricultura nacional. O emprego do controle biológico com nematoides entomopotogênicos (NEPs) é uma ferramenta potencial para o controle dessa praga. Desse modo, o objetivo do trabalho foi avaliar o potencial dos isolados de NEPs *Heterorhabditis amazonensis* RSCOS, *H. amazonensis* NEPET e *Steinernema carpocapsae* KOPERT no controle de *Liriomyza sativae*. No ensaio de patogenicidade foram recortados 10 discos foliares (contendo larva de último instar de *L. sativae*), colocadas em placas de Petri e pipetado 1mL de suspensão de juvenis infectantes (JIs) nas concentrações de 0, 100, 500, 1000, 2000, 5000, 10000 JIs/mL. Após 7 dias, foi avaliado a mortalidade total de *L. sativae*. Já no bioensaio em areia, foi utilizado um recipiente plástico e colocados 50 mL de areia autoclavada, sobre a qual foram pipetados 2000 JIs. Em seguida, 10 larvas de último instar de *L. sativae* foram dispostas em cada recipiente. Após 14 dias, a mortalidade de *L. sativae* foi avaliada. Todas as espécies testadas são patogênicas a *L. sativae*. Entretanto, *S. carpocapsae* KOPERT e *H. amazonensis* RSCOS em uma baixa concentração (100 JI/mL) resultaram em elevadas mortalidades de larvas.

PALAVRAS-CHAVE: Controle biológico. NEPs. Praga. Manejo Fitossanitário.

IMPORTANCE OF ENCAPSULATION OF OILS AS BIOINSECTICIDES IN THE OLERIC PEST MANAGEMENT

ABSTRACT: The cultivation of vegetables has been experiencing difficulties, mainly due to the incidence of pests. With this, different methods of controlling these insect pests have been studied to expand the management options and also due to the lack of registered and efficient chemical products. *Liriomyza* spp is a pest occurring in all Brazilian states, causing great damage to national agriculture. The use of biological control with entomopathogenic nematodes (EPNs) is a potential tool for the control of this pest. Thus, the objective of the work was to evaluate the potential of the NEPs isolates *Heterorhabditis amazonensis* RSCOS, *H. amazonensis* NEPET and *Steinernema carpocapsae* KOPERT in the control of *Liriomyza sativae*. In the pathogenicity assay, 10 leaf discs (containing last instar larvae of *L. sativae*) were cut, placed in Petri dishes and pipetted with 1mL of suspension of infective juveniles (JIs) in concentrations of 0, 100, 500, 1000, 2000 5000, 10000 JIs / mL. After 7 days, the total mortality of *L. sativae* was evaluated. In the sand bioassay, a plastic container was used and 50 ml of autoclaved sand were placed, over which 2000 JIs were pipetted. Then, 10 last instar larvae of *L. sativae* were placed in each container. After 14 days, the mortality of *L. sativae* was assessed. All species tested are pathogenic to *L. sativae*. However, *S. carpocapsae* KOPERT and *H. amazonensis* RSCOS in a low concentration (100 JI / mL) resulted in high larval mortality.

KEY-WORDS: Biological control. EPNs. Prague. Phytosanitary Management.

INTRODUÇÃO

A mosca-minadora, *Liriomyza sativae* (Blanchard, 1938) (Diptera: Agromyzidae), também conhecida como larva-minadora, é uma praga que ataca uma grande variedade de culturas tais como batata, berinjela, feijão, feijão-vagem, melancia, melão, pepino, pimentão e tomate. Pertencente à ordem Díptera e a família Agromyzidae, este inseto tem obtido considerável importância econômica em decorrência dos danos que podem causar as plantas (FORNAZIER; PRATISSOLI; MARTINS, 2010; WEINTRAUB et al., 2017)

Com ampla distribuição no continente americano, desde a América do Norte até a América do Sul e também em todo território brasileiro, a mosca-minadora é reconhecida por causar galerias nas folhas das plantas hospedeiras, o que reduz a produção de fotoassimilados, causando danos à produção e perda financeira ao agricultor (REITZ; GAO; LEI, 2013; FOBA et al. 2015)).

De modo geral, o controle desta espécie ocorre por meio do uso de inseticidas químicos sintéticos. No entanto, o uso prolongado desta forma de controle tem ocasionado mutações entre as gerações dessa praga, favorecendo a ocorrência de insetos resistentes (GUIMARÃES et al., 2009; DEVKOTA et al. 2016; GAO et al., 2017). Nesse contexto, o controle biológico apresenta extrema importância e aplicabilidade, pois pode ser associado com outras medidas de controle em um

programa de manejo integrado de pragas e utiliza o potencial biológico natural do ecossistema, o qual compreende os inimigos naturais, denominados como entomopatógenos e entomófagos (GALLO, 2002; PARRA et al. 2002).

Inseridos no controle biológico estão os nematoides entomopatogênicos (NEPs), agentes biológicos potenciais para o controle de pragas porque apresentam vantagens como persistência no solo, segurança para o aplicador e sustentabilidade para o meio ambiente, possibilidade de serem multiplicados em larga escala, além de serem eficientes contra diversas ordens de insetos, inclusive para a ordem Diptera (MALAN; MANRAKHAN, 2009; YOSUF et al., 2014; REZAEI et al., 2015; TESTA; SHIELDS, 2017; PATIL; RANGASAMY; LAKSHMI, 2017) not based on the White trap concept, which is both low technology and low labor, reducing the cost of producing large quantities of EPN IJ to the level conducive for use in an area-wide biocontrol program. Rearing temperature has a significant impact on the number of EPN IJ produced per host larvae and the IJ viability at any point in time. Emerged IJs remain within a non-aqueous, high humidity environment with improved oxygen access without extra steps or equipment. Depending on storage conditions, IJs remain viable for 7-14 d without extra labor. Our laboratory has used this rearing method to rear more than 100 billion IJ in the past 8 years to support an area wide biological control program.”, “author” : [{ “dropping-particle” : “”, “family” : “Testa”, “given” : “Antonio M.”, “non-dropping-particle” : “”, “parse-names” : false, “suffix” : “” }, { “dropping-particle” : “”, “family” : “Shields”, “given” : “Elson J.”, “non-dropping-particle” : “”, “parse-names” : false, “suffix” : “” }], “container-title” : “Biological Control”, “id” : “ITEM-1”, “issued” : { “date-parts” : [[“2017”]] }, “page” : “77-82”, “publisher” : “Elsevier Inc.”, “title” : “Low labor in vivo mass rearing method for entomopathogenic nematodes”, “type” : “article-journal”, “volume” : “106” }, “uris” : [“http://www.mendeley.com/documents/?uuid=d221f5e7-574a-46fb-b919-afa5c6ad2e24”]], “mendeley” : { “formattedCitation” : “(TESTA; SHIELDS, 2017.

O solo é o habitat natural dos NEPs, o que amplia a efetividade no controle de insetos praga que possuem algum estágio do ciclo de vida nesse substrato, como é o caso da *Liriomyza* sp., que ao final do estágio larval, deixa a folha para empupar no solo, local onde permanecerá até a emergência dos adultos. Nesse contexto, o objetivo do trabalho foi verificar o potencial de NEPs para o controle de *L. sativae* por meio de testes de patogenicidade e virulência.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no Setor de Entomologia do Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário de Pragas (NUDEMAFI) no Centro de Ciências Agrárias e Engenharias (CCAIE) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), em Alegre - ES.

Obtenção e manutenção dos isolados de NEPs

As linhagens de NEPs utilizadas foram *Heterorhabditis amazonensis* RSCOS e *H. amazonensis* NEPET, cedidas pelo Laboratório de Patologia de Insetos do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA-MG) e pelo Laboratório de Nematologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), respectivamente, e *Steinernema carpocapsae* KOPERT, do NUDEMAFI, os quais foram armazenados em câmara climatizada a 16 ± 1 °C, $60 \pm 10\%$ de UR, na ausência de luz, no banco de entonematoides do NUDEMAFI.

Para manter a viabilidade dos isolados, os mesmos foram armazenados em frascos de cultura célula em câmara climatizada do tipo B.O.D a 16 ± 1 °C e UR de 70% e revigorados a cada 60 dias. A etapa de revigoração de NEPs consistiu em pipetar 1 mL da suspensão de juvenis infectantes (JIs) em placas de Petri (90 mm de diâmetro x 15 mm de altura) com papel filtro no fundo. Para essas placas foram transferidas 10 larvas de último instar de *Galleria mellonella*. As placas com as larvas foram mantidas em câmara climatizada a temperatura de 25 ± 1 °C, UR 70% e ausência de luz. Após 48 h, as larvas mortas foram lavadas sequencialmente em hipoclorito de sódio 1%, água destilada, sulfato de cobre 1% e água destilada, e transferidas para armadilhas de White (1927) para emergência dos JIs, que foram coletados diariamente e armazenados em frascos de cultura de célula em câmara climatizada do tipo B.O.D a 16 ± 1 °C e UR de 70%.

Criação estoque de *Liriomyza sativae*.

Plântulas de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) com 15 dias de emergidas, cultivadas em substrato, foram colocadas por um período de 24 h dentro de gaiolas de madeira envolta de tela anti-afídeo com as dimensões de 0,50 m x 0,40 m x 0,30 m, contendo machos e fêmeas de mosca-minadora (*Liriomyza sativae*), de diferentes idades. Os adultos de mosca-minadora se alimentaram do conteúdo existente do mesófilo celular das folhas de feijão-de-porco e, concomitantemente, também efetuaram a cópula, com posterior oviposição no mesófilo foliar. Após 24 horas, as plântulas foram retiradas da gaiola e colocadas em casa de vegetação por um período de 5 dias. Ao final deste período, as folhas com larvas de último instar foram destacadas e seu pecíolo foi colocado em tubos de fundo chato com água, arranjados em grades de ferro e presos a prateleiras de estantes de ferro. Após a saída de todas as pré-pupas, em um período estimado de 5 dias após a coleta das folhas, as pupas foram acomodadas em placa de etri de 100 mm x 20 mm vedadas com plástico filme do tipo PVC até a emergência do adulto.

Execução dos bioensaios

Teste de patogenicidade

Plantas de feijão de porco com 12 dias de idade foram expostas a adultos de *L. sativae* por um período de 24 horas para oviposição. Após 5 dias do período de oviposição, foram recortados discos foliares (15 mm de diâmetro) com uma larva de último instar. Em placas de Petri (90 mm de diâmetro x 15 mm de altura) com papel filtro no fundo, foi pipetado 1 mL de suspensão de JIs nas concentrações de 0, 100, 500, 1000, 2000, 5000, 10000 JIs/mL e em cada placa foram dispostos 10

discos foliares contendo as larvas. Cada tratamento foi composto por 10 repetições. As placas com os tratamentos foram mantidas em câmara climatizada do tipo B.O.D a 25 ± 1 °C e UR de 70%, por 7 dias (HARA et al., 1993). Após 7 dias, foi avaliado a mortalidade total de *L. sativae*.

Bioensaio em areia

Em recipiente plástico (capacidade para 100 mL) foram colocados 50 mL de areia autoclavada, sobre a qual foram pipetados 3 mL de água destilada. Em seguida foi inoculado nesse substrato 2000 JIs em 1 mL de água destilada e o tratamento controle recebeu somente 1 mL de água destilada. Em seguida, 10 larvas de último instar de *L. sativae* foram dispostas em cada recipiente. O experimento foi conduzido em BOD a 25 ± 2 °C, UR 70% e fotoperíodo de 12 horas. Foi realizado 10 repetições por isolado. Após 14 dias, a mortalidade de *L. sativae* foi avaliada (MALAN; MANRAKHAN, 2009).

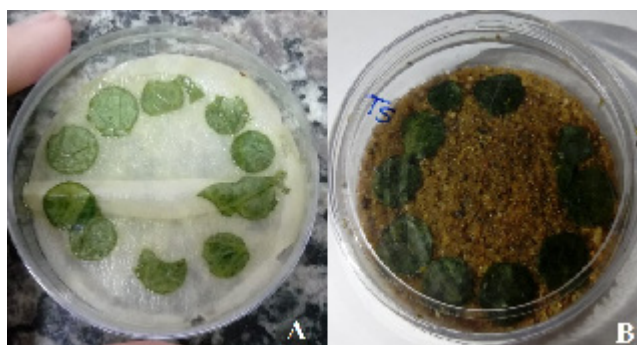
Análises estatísticas

Os dados obtidos foram analisados utilizando modelagem experimental com delineamento inteiramente casualizado (DIC), para todos os experimentos. O teste de patogenicidade foi avaliado em esquema fatorial duplo (3 x 7), com três NEPs (*Heterorhabditis amazonensis* RSCOS, *H. amazonensis* NEPET e *Steinernema carpocapsae* KOPERT) e sete concentrações (0, 100, 500, 1000, 2000, 5000, 10000 JIs/mL). Os dados obtidos neste teste e no bioensaio em areia foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, com o auxílio do Software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No teste de patogenicidade de NEPs (Figura 1-A) em diferentes concentrações, foi possível verificar que apenas nas concentrações de 100 e 1000 JI houve diferença estatística.

Figura 1. (A) Teste de patogenicidade e (b) bioensaio em areia.



Logo, nessas concentrações os isolados *H. amazonensis* RSCOS e *S. carpocapsae* KOPERT

promoveram maior mortalidade de *L. sativae* (Tabela 1). Para *H. amazonensis* RSCOS todas as concentrações diferiram significativamente, com os maiores valores, da testemunha, porém somente a de 10000 JI/mL diferiu de 500 JI/mL. Para o produto *H. amazonensis* NEPET, as concentrações 2000, 5000 e 10000 JI/mL não diferiram significativamente entre si, porém apenas a concentração 10000 JI/mL apresentou diferença significativa, com o maior valor relação as demais concentrações. Para o produto *S. carpocapsae* KOPERT, a partir da concentração de 100 JI/mL, todas as concentrações testadas proporcionaram elevadas mortalidades, não diferindo estatisticamente entre si, apenas da testemunha. Entretanto, os isolados *S. carpocapsae* KOPERT e *Heterorhabditis amazonensis* RSCOS mostraram-se patogênicos a *L. sativae* na menor concentração estudada (100 JI/mL), proporcionando mortalidade de 90 e 86% respectivamente.

Tabela 1. Mortalidade de *Liriomyza sativae* em diferentes concentrações de nematoides entomopatogenicos (NEPs).

NEPs	Concentrações						
	0	100	500	1000	2000	5000	10000
HA	1,0Ca	8,6ABa	7,0Ba	8,0ABab	8,8ABa	9,0 ABa	9,8Aa
NEPET	1,0Da	6,0Cb	7,4BCa	6,2Cb	8,8ABa	8,6ABa	10,0Aa
SC	1,0Ba	9,0Aa	8,0Aa	9,2Aa	9,2Aa	9,4Aa	9,4Aa
F _{20,189}	2,03						

HA= *Heterorhabditis amazonensis* RSCOS, NEPET= *H. amazonensis* NEPET, SC= *Steinernema carpocapsae* KOPERT.

*Medias seguidas por uma mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para o bioensaio em areia (Figura 1-B), todos os tratamentos diferiram estatisticamente da testemunha, promovendo mortalidade superior a 80% de *L. sativae*. Entre as espécies não houve diferença estatística (Tabela 2).

Tabela 2. Patogenicidade de nematoides entomopatogenicos a *Liriomyza sativae* em areia.

Trat	Mortalidade (%)
Test	40,0 b
HA	90,0 a
NEPET	83,0 a
SC	82,0 a
CV (%)	20,7
F _{3,36}	22.3

Test= testemunha, HA= *Heterorhabditis amazonensis* RSCOS, NEPET= *H. amazonensis* NEPET, SC= *Steinernema carpocapsae* KOPERT

*Medias seguidas por uma mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Todas as espécies de NEPs testadas possuem potencial no manejo de *L. sativae*. Alguns estudos realizados indicam que os NEPs podem ser utilizados no manejo de insetos pragas da ordem Díptera. Attalla et al. (2002) avaliaram a patogenicidade de *S. carpocapsae*, *S. riobrave* e *H. bacteriophora* sobre larvas no final do último ínstar e pupas de *Bactrocera zonata* (Diptera: Tephritidae) (Saunders), e verificaram que os NEPs proporcionaram alta mortalidade sobre larvas e pupas da praga. Além disso, Yee e Lacey (2003) também comprovaram a suscetibilidade de *Rhagoletis indifferens* a *S. carpocapsae*, *S. feltiae* e *S. intermedium*.

Esses agentes de controle biológico carregam bactérias altamente patogênicas a insetos em seu trato digestório, em uma associação mutualística. Portanto, quando o nematoide penetra em um hospedeiro pelas aberturas naturais, tais como o ânus, boca e espiráculos ou ainda para o gênero *Heterorhabditis* penetração via tegumento, atingem a hemolinfa do hospedeiro e liberam a bactéria que causa septicemia e posterior morte do inseto entre 24 e 48 horas (FERRAZ, 1998).

Neste caso, diante da elevada patogenicidade dos isolados testados a *L. sativae*, estes organismos podem ser incorporados em programas de manejo integrado da praga em questão, pois os NEPs, no solo, são encontrados na fase de juvenis infectivos de terceiro estágio, forma responsável pela busca e infecção do hospedeiro. Nessa fase o nematoide não se alimenta, podendo resistir por um bom tempo as ações do intemperismo (GLAZER, 2002).

CONCLUSÃO

Todas as espécies de NEPs testadas foram patogênicas a *L. sativae*. Entretanto, *S. carpocapsae* KOPERT e *H. amazonensis* RSCOS em baixa concentração (100 JI/mL) resultaram em elevadas mortalidades de larvas em laboratório. Neste sentido, novas pesquisas devem ser realizadas para testar a patogenicidade a nível de campo, bem como a persistência dos NEPs e as formas ideais para aplicação desses organismos.

DECLARAÇÃO DE INTERESSES

Nós, autores deste artigo, declaramos que não possuímos conflitos de interesses de ordem financeira, comercial, político, acadêmico e pessoal.

REFERÊNCIAS

- ATTALA, A.; FATIMA, A.; EWEIS, M. A. Preliminary investigation on the utilization of entomopathogenic nematodes as biological control agents against the peach fruit fly, *Bactrocera zonata* (Saunders) (Diptera: Tephritidae). *Egyptian Journal of Agricultural Research*. v. 80, n. 3, p. 1045-1053, 2002.
- DEVKOTA, S. et al. Responses of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) to chemical and biorational insecticides. *The Florida Entomologist*, v. 99, n. 4, p. 616-623, 2016.
- FOBA, C. N., et al. Species composition, distribution, and seasonal abundance of *Liriomyza* Leafminers (Diptera: Agromyzidae) under different vegetable production systems and agroecological zones in Kenya. *Environmental Entomology*, v. 44, p. 223–232, 2015.
- FERRAZ, L.C.C.B. Nematoides entomopatogênicos. In: Controle Microbiano de Insetos, ALVES, S.B. (ed.). FEALQ, Piracicaba, 1998, p. 541-569.
- FORNAZIER, J. M.; PRATISSOLI, D.; MARTINS, D. dos S. Principais pragas da cultura do tomateiro estaqueado na região das montanhas do Espírito Santo. In: INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. Tomate. Vitória: INCAPER, 2010.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; WIENDEL, F.M.; SILVEIRANETO, S.; CARVALHO, R.P.L; BATISTA, G.C.de; BERTI FILHO, E.; PARA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIN, J.D. Manual de entomologia agrícola. São Paulo: Agronômica Ceres, 1988. 649 p., 2002.
- GAO et al. A decade of leafminer invasion in China: lessons learned. *Pest Management Science*, v. 73, p. 1775-1779, 2017.
- GLAZER, I. Survival Biology. In: GAUGLER, R. (Ed). *Entomopathogenic Nematology*. New Jersey: Rutgers University, p. 169-187, 2002.
- GUIMARÃES, J.A., FILHO, M.M., OLIVEIRA, V.R., LIZ, R.S., ARAÚJO, E.L.. *Biologia e Manejo de Mosca Minadora no Meloeiro*, Brasília DF, Embrapa, 2009. Disponível em :<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/782429/1/ct77.pdf>>. Acesso em 01 mai. 2021.
- HARA, A. H.; KAYA, H. K.; GAUGLER, R.; LEBECK, L. M.; MELLO, C. L. Entomopathogenic nematodes for biological control of the leafminer, *Liriomyza trifolii* (Dipt.: agromyzidae). *Entomophaga*, v. 38, n. 3, p. 359-369, 1993.
- MALAN, A. P.; MANRAKHAN, A. Susceptibility of the Mediterranean fruit fly (*Ceratitidis capitata*) and the Natal fruit fly (*Ceratitidis rosa*) to entomopathogenic nematodes. *Journal of Invertebrate Pathology*, v.100, p. 47-49, 2009.
- PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores. São Paulo: Manole, 2002. p.125-142.
- PATIL, J.; RANGASAMY, V.; LAKSHMI, L. Efficacy of entomopathogenic *Heterorhabditis* and *Steinernema* nematodes against the white grub, *Leucopholis lepidophora* Blanchard (Coleoptera: Scarabaeidae). *Crop Protection*, v. 101, p. 84-89, 2017.

- R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2013. 409 p.
- REITZ, S. R., GAO, Y.; LEI, Z., Insecticide use and the ecology of invasive *Liriomyza* leafminer management. In: Insecticides – Development of Safer and More Effective Technologies, TRDAN, S. 2013.
- REZAEI, N.; KARIMI, J.; HOSSEINI, M.; GOLDANI, M.; CAMPOS-HERRERA, R. Pathogenicity of Two Species of Entomopathogenic Nematodes Against the Greenhouse Whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae), in Laboratory and Greenhouse Experiments. *Journal of Nematology*, v. 47, n. 1, p. 60–66, 2015.
- TESTA, A. M.; SHIELDS, E. J. Low labor “in vivo” mass rearing method for entomopathogenic nematodes. *Biological Control*, v. 106, p. 77–82, 2017.
- WEINTRAUB, P. G. et al. The Invasive *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae): Understanding Its Pest Status and Management Globally, *Journal of Insect Science*, v.17, n. 1, p. 1-27, 2017.
- WHITE, G.F. A method for obtaining infective nematode larvae from cultures. *Science*, v. 66, p. 302-303, 1927.
- YEE, W. L.; LACEY, L.A. Satge-specific mortality of *Rhagoletis indifferens* (Diptera: Tephritifae) exposed to three species of *Steinernema* nematodes. *Biological Control*, v. 27, n.3, p. 349-356, 2003.

ASPECTOS GERAIS E ATUALIDADES NO MANEJO DE MOSCAS MINADORAS (*Liriomyza* sp.) (DIPTERA: AGROMYZIDAE)

Luiza Akemi Gonçalves Tamashiro¹;

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alegre, Espírito Santo.

<http://lattes.cnpq.br/9884791626282822>

Dirceu Pratisoli²;

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alegre, Espírito Santo.

<http://lattes.cnpq.br/4015405807686646>

Aixelhe Pacheco Damascena³;

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alegre, Espírito Santo.

<https://orcid.org/0000-0003-1374-5119>

Luis Moreira de Araujo Junior⁴;

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alegre, Espírito Santo.

<http://lattes.cnpq.br/1398623308889710>

Isac da Cruz Louzada⁵;

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alegre, Espírito Santo.

<http://lattes.cnpq.br/0219204682252726>

Brenno Augusto Ribeiro de Andrade⁶;

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alegre, Espírito Santo.

<http://lattes.cnpq.br/9397588031382303>

Diná Vimercati Oliveira⁷;

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alegre, Espírito Santo.

<http://lattes.cnpq.br/9023160462858800>

Heitor Miranda Horst⁸;

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alegre, Espírito Santo.

<http://lattes.cnpq.br/0145003333827629>

Isabela Faria Corrêa⁹;

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alegre, Espírito Santo.

<http://lattes.cnpq.br/4733740242939353>

Daniele Nicacio Vicente¹⁰;

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alegre, Espírito Santo.

<http://lattes.cnpq.br/8882713173576709>

Jessica Barboza Pereira¹¹;

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alegre, Espírito Santo.

<http://lattes.cnpq.br/4260099853907725>

Felipe Soares Moulin Pratissoli¹².

USP, São Paulo, São Paulo.

<http://lattes.cnpq.br/0270993365765899>

RESUMO: As moscas minadoras são espécies pertencentes ao gênero *Liriomyza* (Diptera: Agromyzidae), possuem hábito polífago, são cosmopolitas, possuem um grande espectro de hospedeiros, com destaque para as plantas pertencentes às famílias Curcubitaceae, Fabaceae e Solanaceae, além de serem encontradas também em plantas ornamentais. Essas espécies ocasionam danos significativos devido ao seu comportamento alimentar e desenvolvimento no mesófilo foliar, resultando na perda de folhas, redução da taxa fotossintética da planta e alterando a produção de frutos, além de ocasionar a senescência da planta de acordo com o nível de infestação. O objetivo do trabalho foi evidenciar os aspectos gerais como morfologia externa, biologia, plantas hospedeiras, injúrias e danos ocasionados por *Liriomyza sp.* e as atualidades no manejo, enfatizando as estratégias para o controle físico, cultural, resistência de plantas, controle biológico (predadores e parasitoides) e controle químico, o qual é considerado a principal tática utilizada. De acordo com os métodos de controle apresentados, conclui-se que o avanço nas pesquisas pode contribuir para o desenvolvimento de um programa de manejo integrado bem como com a redução do uso de inseticidas químicos sintéticos e consequentemente reduzir problemas de desenvolvimento de genótipos resistentes aos ingredientes ativos, ressurgência de pragas secundárias e problemas de contaminação ambiental e humana.

PALAVRAS-CHAVE: Manejo integrado. Métodos de controle. Praga agrícola.

GENERAL ASPECTS AND CURRENTNESS IN THE MANAGEMENT OF LEAFMINER (*Liriomyza* sp.) (DIPTERA: AGROMYZIDAE)

ABSTRACT: Leafminers are species belonging to the genus *Liriomyza* (Diptera: Agromyzidae), have a polyphagous habit, are cosmopolitan, have a large spectrum of hosts, especially plants belonging to the families Curcubitaceae, Fabaceae and Solanaceae, in addition to being also found in plants ornamental. These species cause significant damage due to their feeding behavior and development in the leaf mesophile, resulting in the loss of leaves, reduction of the photosynthetic rate of the plant and altering the fruit production, in addition to causing the senescence of the plant according to the level of infestation. The study aimed highlight the general aspects such as external morphology, biology, host plants, injuries and damages caused by *Liriomyza* sp. and current management, emphasizing strategies for physical and cultural control, plant resistance, biological control (predators and parasitoids) and chemical control, which is considered the main tactic used. According to the control methods presented, it is concluded that advances in research can contribute to the development of an integrated management program as well as reducing the use of synthetic chemical insecticides and consequently reducing problems with the development of resistant genotypes to the ingredients. assets, resurgence of secondary pests and problems of environmental and human contamination.

KEY-WORDS: Integrated management. Control methods. Agricultural pest.

INTRODUÇÃO

Dentre os entraves da produção de cultivos agrícolas no Brasil, a incidência de insetos praga destaca-se como um dos principais, pois dependendo dos níveis de infestação, ocasionam perdas significativas na produção (FILGUEIRA, 2013). Tratando-se do cultivo de plantas pertencentes principalmente às famílias Solanaceae, Fabaceae e Curbitaceae e de plantas ornamentais, os insetos pertencentes ao gênero *Liriomyza* são de grande importância, uma vez que podem ocasionar redução da produção e conseqüentemente perdas econômicas para o produtor (SCHEFFER et al., 2007).

Esses insetos são pertencentes à Ordem Diptera e Família Agromyzidae e popularmente conhecidos como moscas minadoras. São altamente polívoros, alimentam-se do mesófilo foliar e possuem o comportamento de construção de galerias nas folhas. Dessa forma, há a redução da área foliar na planta bem como de sua taxa fotossintética, ocasionando perdas na qualidade dos frutos e na produção. Além disso, em infestações de grande porte, as folhas tornam-se extremamente ressecadas e quebradiças (GUIMARÃES et al., 2009a).

A principal tática de manejo dessa praga ocorre através de pulverizações com defensivos químicos sintéticos, cujo uso excessivo pode acarretar na resistência desses organismos aos ingredientes ativos e o aparecimento de pragas secundárias, bem como a contaminação ambiental e do próprio aplicador. Devido a esses entraves, associa-se à hipótese que seja este o motivo de algumas espécies do gênero *Liriomyza* não serem mais classificadas como pragas secundárias em determinadas culturas (LÓPEZ et al. 2010, REITZ; GAO; LEI, 2013).

Diante dos problemas ocasionados pelo uso excessivo e incorreto desses produtos, o desenvolvimento de técnicas de manejo com o intuito de reduzir o uso excessivo de defensivos químicos sintéticos, é de grande importância e relevância para a produção de alimentos de melhor qualidade e para a redução dos problemas de contaminação.

ASPECTOS GERAIS DO GÊNERO *Liriomyza* MORFOLOGIA EXTERNA E BIOLOGIA

Os adultos são pequenos, medem aproximadamente entre 1 a 3 mm de comprimento e asas que medem de 1,25 a 2,25 mm. O tórax e abdome possuem coloração cinza escuro e manchas amarelas no escutelo e abdome (COSTA LIMA et al., 2015).

Os ovos são translúcidos, com formato oval e medem média de 1,0 mm de comprimento e 0,2 mm de largura. As larvas são do tipo vermiforme e possuem três ínstar. As mesmas alimentam-se do parênquima paliçádico, ocasionando galerias serpentiformes nas folhas. Quando atingem o terceiro ínstar, as larvas cessam sua alimentação, deixam as folhas e geralmente caem no solo para transformarem-se em pupas (GUIMARÃES et al. 2009a), as quais possuem coloração variando entre o amarelo e alaranjado e medem cerca de 2mm. Segundo Costa Lima (2009), o ciclo biológico da espécie *L. sativae* é de aproximadamente 17 dias em plantas de feijão caupi (*Vigna unguiculata*), à temperatura de 25°C e umidade relativa de 50%.

Tratando-se das três espécies de maior importância econômica, a espécie *L. trifolli* foi associada à aproximadamente 55 espécies hospedeiras no estado da Flórida, nos Estados Unidos, enquanto que *L. huidobrensis* à 50 espécies e *L. sativae* à 40 espécies distribuídas em 10 famílias, com destaque para as Solanaceae e Fabaceae (CAPINERA et al. 2001). Recentemente, Weintraub et al. (2017) descreveram 365 espécies de plantas hospedeiras distribuídas em 49 famílias.

No Brasil, as três espécies são comumente observadas em diversas culturas, principalmente aquelas pertencentes às famílias Solanaceae, Fabaceae, Cucurbitaceae e nas plantas ornamentais (ARAÚJO et al., 2013). Dentre as culturas de maior importância econômica, destaca-se o cultivo de batata (BUENO et al., 2007; ALVES et al., 2014); pepino (BASIJ et al., 2011); tomate (LOPES-FILHO 1990; PRATISSOLI et al., 2015); melancia (ROSSETO; MENDONÇA, 1968); melão (AZEVEDO et al., 2005; NUNES et al., 2013), cebola (MICHEREFF-FILHO et al., 2012) e mais recentemente há registro para cultura do café (SILVA et al. 2015).

As perdas ocasionadas pelas espécies pertencentes ao gênero *Liriomyza* estão relacionados às galerias ocasionadas pelas larvas nas folhas, as quais podem contribuir para redução da capacidade fotossintética das plantas bem como reduzir o teor de açúcares dos frutos. De acordo com o nível de infestação, pode ocorrer a queda prematura das folhas devido ao seu ressecamento, como ocorre em plantas de melão na região do Nordeste (COSTA LIMA, 2009). Além disso, o comportamento de confeccionar galerias nas folhas pode interferir no valor estético das plantas ornamentais, gerando a redução do valor comercial das mesmas (PARRELA; ALLEN; MORICHITA, 1981; FOBA et al. 2015).

MÉTODOS DE MANEJO PARA O GÊNERO *Liriomyza* MÉTODOS DE CONTROLE FÍSICO

O uso de armadilhas adesivas amarelas foi relatado por diversos pesquisadores destacando a eficácia na captura de adultos de *Liriomyza* spp. Essa estratégia é considerada a primeira alternativa de manejo ao controle químico (TYRON, 1981; CHANDER 1981).

De acordo com Górski (2005), a eficácia das armadilhas pode ser melhorada com a combinação de substâncias que promovam maior atratividade. Em cultivos de Gérberas na Polônia, os cartões amarelos pincelados em sua parte inferior com óleos essenciais de pinho, manjerição e zimbro aumentaram a efetividade da armadilha em relação ao número de adultos de *L. huidobrensis* capturados em comparação aos cartões com ausência dos óleos. Na Lituânia, em cultivos protegidos de tomate, as armadilhas adesivas amarelas foram acopladas à recipientes de plástico contendo solução de Salicilato de Metila como substância atrativa para captura de adultos de *Liriomyza bryoniae* (Kaltenbach, 1858) (BUDA; RADZIUTE, 2008). No Brasil, o uso de armadilhas adesivas amarelas em cultivos de melão na região Nordeste tem-se mostrado bastante efetivo na redução de populações de adulto de *L. sativae* (GUIMARÃES et al., 2005).

Como armadilha luminosa, diferentes cores de luzes de LED foram avaliadas com o intuito de atrair adultos de *L. trifolli* em comparação à luz negra comumente utilizada no manejo de pragas. Os adultos responderam positivamente à cor verde, cujo comprimento de onda (520 ± 5 nm) corresponde a faixa de melhor percepção nessas espécies (KIM; LEE, 2014; PARK; LEE, 2017).

MÉTODOS DE CONTROLE CULTURAL

A destruição de plantas espontâneas no ambiente de cultivo é fundamental para reduzir a fonte de alimento e oviposição para *Liriomyza* spp. (CAPINERA, 2001). Esse trato cultural pode ser de grande importância, uma vez que 50% das espécies relatadas como plantas hospedeiras de *Liriomyza* spp. são consideradas ervas daninhas (WEINTRAUB et al., 2017).

Em cultivos de melão no Nordeste, o uso de tecido não tecido (TNT) como cobertura nas plantas reduz o ataque de *Liriomyza* spp. nos primeiros 28 dias até o início do florescimento, a qual deve ser retirada para não influenciar na polinização das plantas (GUIMARÃES et al., 2005).

MÉTODOS DE RESISTÊNCIA DE PLANTAS

A avaliação da não preferência de 47 espécies de plantas hospedeiras para *L. huidobrensis* está relacionada às características físicas da planta como a espessura da parede da epiderme e a densidade dos tecidos paliçádicos das folhas. Quanto maior forem essas características, maior a dificuldade das fêmeas realizarem posturas e das larvas em se desenvolver nas folhas, conferindo às plantas um fator de resistência (WEI et al. 2000).

No Brasil, a avaliação de diferentes genótipos de meloeiro quanto à resistência à *Liriomyza* sp. foi avaliada e confirmada a não preferência dos adultos por plantas que possuem maior rigidez da folha devido à espessura da epiderme (OLIVEIRA, et al., 2017).

Quanto à indução de resistência, o uso do silício pode conferir resistência às plantas, reduzindo o ataque de insetos praga e patógenos, devido à formação de barreira mecânica (GOMES et al., 2005). Esse fator foi verificado por Polanczyk et al. (2008) nas mesmas plantas ornamentais utilizando composto silicatado no estado do Espírito Santo e por Gomes; Moraes; Neri (2009) em plantas de batata no Sul de Minas Gerais.

MÉTODOS DE CONTROLE BIOLÓGICO PARASITOIDES

Os himenópteros parasitoides são responsáveis por aproximadamente 50% da mortalidade natural de *Liriomyza* spp. em ambientes naturais (VALADARES et al. 2001; SALVO, FENOGLIO, VIDELA, 2005). Associados ao gênero *Liriomyza* foram descritos até o momento uma média de 106 espécies distribuídas em cinco gêneros pertencentes à família Braconidae, uma espécie da família Diapriidae, oito gêneros da família Figitidae, 16 gêneros pertencentes à família Eulophidae, oito gêneros da família Pteromalidae e dois gêneros pertencentes à família Tetracampidae em todas as regiões do mundo (WEINTRAUB et al., 2017).

No Brasil, há cerca de 12 espécies e 16 relatadas apenas o gênero, distribuídas em 3 famílias. O gênero *Opius* é considerado o mais comum e com registro no sul do Brasil (SANTOS et al., 2008), sudeste (WATANABE et al., 1992; PEREIRA et al., 2002), nordeste (ARAUJO et al., 2007) e centro-oeste (GUIMARÃES et al., 2010).

O controle de *Liriomyza* spp. utilizando parasitoides é comumente utilizado na Europa, em cultivos em campo e em casa de vegetação. As espécies *Dacnusa sibirica* Telenga, 1934 (Hymenoptera: Braconidae) e *Diglyphus isaea* (Walker, 1838) (Hymenoptera: Eulophidae) são utilizadas comercialmente como agentes de controle biológico em diversos países desse continente, em cultivos agrícolas e de plantas ornamentais (REDDY, 2016).

Em cultivos de melão na região Nordeste, a presença dos parasitoides *O. scabriventris* e *Chrysocharis vonones* motivou estudos relacionados à biologia dos mesmos bem como as exigências térmicas, visando um futuro estabelecimento de programa de controle biológico (COSTA-LIMA, CHAGAS, PARRA, 2014). Posteriormente, foi desenvolvido um sistema de criação de parasitoides utilizando a espécie *O. scabriventris* como modelo sobre o hospedeiro *L. sativae* (COSTA-LIMA et al., 2017). Na mesma cultura, a comparação do potencial dos parasitoides *P. scabriventris* e *C. vonones* mostrou que ambos possuem capacidade de atuarem como agentes de controle de *L. sativae* (COSTA-LIMA, CHAGAS, PARRA, 2019).

PREDADORES

Quanto ao uso de predadores, há registros de diversas espécies alimentando-se de larvas de *Liriomyza* spp., porém nenhum considerado de grande relevância como o uso de parasitoides (COSTA-LIMA, CHAGAS, PARRA, 2019).

No Brasil, a avaliação em laboratório da capacidade de predação da mosca predadora *Coenosia attenuata* Stein 1903 (Diptera: Muscidae), popularmente conhecida como mosca tigre, sobre larvas de *L. huidobrensis* foi satisfatória, enfatizando a capacidade de redução das larvas em cultivos onde esse predador ocorre naturalmente (MARTINS, J. et al., 2012). Segundo dados de levantamento dessa mosca predadora no Nordeste, sua presença foi registrada em cultivos de crisântemo e tomate, os quais são plantas hospedeiras de *Liriomyza* spp. (COURI et al., 2018).

MÉTODOS DE CONTROLE QUÍMICO

Segundo Devkota et al. (2016), o principal método de manejo de *Liriomyza* spp. é através do controle químico. A eficiência dos inseticidas está altamente relacionada à suscetibilidade do alvo. Para o controle de espécies do gênero *Liriomyza*, os ingredientes ativos mais comumente utilizados são a Abamectina e Ciromazina (REITZ et al., 2013; GAO et al., 2017).

A abamectina é uma neurotoxina agonista ao ácido gama-aminobutírico (GABA) e a ciromazina atua na regulação do crescimento. Devido ao fato de possuírem ação translaminar, conseguem alcançar as larvas de *Liriomyza* spp no interior da folha. Com o intuito de reduzir as chances de problemas de resistência, não é recomendada a utilização de duas vezes consecutivas do mesmo e sim a rotação entre eles (FERGUSON, 2004; WEI et al., 2015).

No Brasil, existem registros de diversos grupos químicos para o controle de *Liriomyza* spp, como Espinosina, Organofosforados, Avermectina, Piretróide, Antralinamida, Neonectinoide e Tiocarbamato, distribuídos para uso nas principais culturas de importância econômica em que a mesma é considerada praga (AGROFIT, 2021).

Quanto à seletividade à inimigos naturais, foi avaliado em cultivos de gébera na Geórgia (EUA), alguns produtos utilizados para o controle de *L. trifolli* e o efeito sobre o parasitoide *D. isae*. De todos os produtos avaliados, o ingrediente ativo Novalurom (Benzoiluréia) foi considerado o mais seletivo, seguido do Azadiractina (Tetranortriterpenóide), Ciromazina (Triazinamina), Abamectina (Avermectina) até os mais prejudiciais Bifentrina (Piretróide) e Dinodefuran (Neonicotinoide), com mortalidade de 99% dos parasitoides em 48 horas (ABRAHAM et al., 2013).

No Brasil, estudos utilizando extratos de sementes de nim foram avaliados tanto em aplicação foliar quanto em aplicação via irrigação no solo em cultivos de melão no Nordeste para controle de *L. sativae*. As duas situações ocasionaram efeito positivo na redução da população da praga nas concentrações 8g/100ml de água via solo e 20g/100mL via foliar, ocasionando uma média de 80% e 90% de mortalidade larval, respectivamente (COSTA et al., 2016; COSTA, SILVA, ARAÚJO, 2018).

Tratando-se da mesma planta, porém com a utilização do óleo extraído das sementes, há relatos do seu efeito inseticida sobre *L. sativae* em cultivos de tomate na Tailândia (HOSSAIN; POEHLING, 2006) e melão no Brasil (SILVA et al., 2015).

Quanto à seletividade dos inseticidas sintéticos utilizados no Brasil, o Thiamethoxam (Actara) foi testado em diferentes concentrações em cultivos de batata na região de São Roque (SP,) quanto à eficiência na mortalidade de *L. huidobrensis* e de himenópteros parasitoides. Foi verificado que mesmo na menor concentração, o inseticida foi eficiente na mortalidade de *L. huidobrensis* e ocasionou mortalidade semelhante às outras concentrações sobre os parasitoides avaliados (LARA et al. 2002). Em laboratório, foi verificado que os ingredientes ativos Thiamethoxam, Clorotraniprole e Acefato, nas doses recomendadas para a cultura do tomate, apresentaram seletividade aos parasitoides *Opius* sp. e baixa mortalidade de *L. huidobrensis*, enquanto que os ingredientes ativos Cartape e Espinosade foram eficientes no controle de *L. huidobrensis* porém bastante tóxicos para os parasitoides (CAMPOS et al., 2012). Em cultivos de melão, foram testados quanto à toxicidade à *O. scabriventris* oito inseticidas utilizados para diferentes pragas, dentre eles Abamectina e Ciromazina para controle de *Liriomyza* sp. A taxa de mortalidade do parasitoide foi alta quando em contato com Abamectina e baixa na presença do ingrediente ativo Ciromazina. Além disso, o Cartape como testado em outros trabalhos mostrou-se extremamente tóxico à população de parasitoides (ARAÚJO et al., 2015).

CONCLUSÃO

De acordo com os estudos relacionados aos métodos de controle para o gênero *Liriomyza* conclui-se que o avanço nas pesquisas pode contribuir para o desenvolvimento de um programa de manejo integrado, com o intuito de reduzir o uso excessivo de inseticidas químicos sintéticos e consequentemente reduzir problemas de desenvolvimento de genótipos resistentes aos ingredientes ativos, ressurgência de pragas secundárias e problemas de contaminação ambiental e humana.

DECLARAÇÃO DE INTERESSES

Nós, autores deste artigo, declaramos que não possuímos conflitos de interesses de ordem financeira, comercial, político, acadêmico e pessoal.

REFERÊNCIAS

ABRAHAM, C. M. Pesticide Compatibility With Natural Enemies for Pest Management in Greenhouse Gerbera Daisies. *Biological and microbial control*, v. 106, n. 4, p. 1590-1601, 2013.

AGROFIT. Sistemas de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em 20/01/2021.

- ALVES, F. M. et al. Sampling Plan for *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) on a Potato (*Solanum tuberosum*) Plantation. American Journal of Potato Research, v. 91, n. 6, p. 663-672, 2014.
- AMEIXA, O.; ALMEIDA, L.; GONÇALVES, A.; NETO, L. Feeding Behavior of *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) and *L. trifolii* (Burgess) Adults on Bean Leaves. Journal of Insect Behavior, v. 20, n.1, p. 137-155, 2007.
- ARAÚJO, E.L. et al. Biological aspects of the leafminer *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) on melon (*Cucumis melo* L.). Ciência Rural, Santa Maria, v.43, n.4, p.579-582, 2013.
- ARAÚJO, E.L. et al. Mosca minadora associada à cultura do meloeiro no semi-árido do Rio Grande do Norte. Caatinga, Mossoró, v. 20, n. 3, p. 210-212, 2007
- ARAÚJO, E. L. et al. Toxicity of insecticides used in melon crops to *Opius scabriventris* (Hymenoptera: Braconidae). Bioscience Journal, v. 31, n. 5, p. 1370-1377, 2015.
- AZEVEDO, F. R. et al. Distribuição vertical de minas de *Liriomyza sativae* Blanchard, 1938 (Diptera: Agromyzidae) em folhas do meloeiro, em plantio comercial, Revista Ciência Agronômica, v. 36, n. 3, p. 322-326, 2005.
- BASIJ et al. Evaluation of resistance of cucumber cultivars to the vegetable leafminer (*Liriomyza sativae* Blanchard) (Diptera: Agromyzidae) in greenhouse. Chilean Journal of Agricultural Research, v. 71, n. 3, p. 395-400, 2011.
- BETHKE, J. A.; PARRELLA, M. P. Leaf puncturing, feeding and oviposition behavior of *Liriomyza trifolii*. Entomologia Experimentalis et Applicata, Dordrecht, v. 39, n. 2, p. 149- 154, 1985.
- BUDA, V.; RADZIUTE, S. Kairomone Attractant for the Leafmining Fly, *Liriomyza bryoniae* (Diptera, Agromyzidae), A Journal of Biosciences, v. 63, n. 7, p. 615-618, 2008.
- CAMPOS, S. O. et al. Efeitos de inseticidas a *Liriomyza huidobrensis* e ao parasitóide *Opius* sp. Horticultura Brasileira, v. 30, n. 2, p. 1337-1341, 2012.
- CAPINERA, J. L. Encyclopedia of Entomology. University of Florida. 2ed. 4346p. 2001.
- CARVALHO, A.R.; BUENO, V.H.P.; SILVA, D.B.; COSTA, V.A. Record of *Diglyphus* Walker (Hymenoptera: Eulophidae) species in Brazil. Neotropical Entomology, Londrina, v. 40, n. 2, p. 290-291, 2011.
- CHANDLER, L. D. Evaluation of different shapes and color intensities of yellow traps for use in population monitoring of dipterous leafminers. Southwest Entomology, v. 6, p. 23-27, 1981.
- CHEN, B. et al. Effect of intercropping pepper with sugarcane on populations of *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) and its parasitoids. Crop Protection, v. 30, p.253–258, 2011.
- COSTA-LIMA, T.C. et al. Efeito da temperatura e umidade relativa do ar no desenvolvimento de *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) em *Vigna unguiculata*. Neotropical Entomology, v.38, n.6, p.727-733, 2009.

- COSTA-LIMA, T. C. et al. Moscas-minadoras do gênero *Liriomyza* (Diptera: Agromyzidae): aspectos taxonômicos e biologia. Documentos 268, 36p. Embrapa Semiárido, Petrolina, 2015.
- COSTA-LIMA, T. C. et al. Sistema de criação de parasitoide de mosca-minadora. Circular técnica 116, Embrapa Semiárido, 8p., 2017.
- COSTA-LIMA, T. M.; CHAGAS, M. C. M.; PARRA, J. R. P. Comparing Potential as Biocontrol Agents of Two Neotropical Parasitoids of *Liriomyza sativae*. Neotropical Entomology, v. 48, n. 4, p. 660-667, 2019.
- COSTA-LIMA, T. C.; CHAGAS, M. C. M.; PARRA, J. R. P. Temperature-Dependent Development of Two Neotropical Parasitoids of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae). Journal of Insect Science, v. 14, n. 245, p. 1-4, 2014.
- COSTA, E. M. Extrato aquoso de sementes de nim no controle de *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) em meloeiro. Revista Ciência Agronômica, v. 47, n. 2, p. 401-406, 2016.
- COURI, M. The predator *Coenosia attenuata* Stein (Diptera, Muscidae) on cultivated plants from Brazil. Anais da Academia Brasileira de Ciências, v. 90, n. 1, p. 178-183, 2018.
- DEVKOTA, S. et al. Responses of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) to chemical and biorational insecticides. The Florida Entomologist, v. 99, n. 4, p. 616-623, 2016.
- FOBA, C. N., et al. Species composition, distribution, and seasonal abundance of *Liriomyza* Leafminers (Diptera: Agromyzidae) under different vegetable production systems and agroecological zones in Kenya. Environmental Entomology, v. 44, p. 223–232, 2015.
- FERGUSON, J. S. Development and Stability of Insecticide Resistance in the Leafminer *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) to Cyromazine, Abamectin, and Spinosad, Journal of Economic Entomology, v.97, n. 1, p. 112-119, 2004.
- GAO et al. A decade of leafminer invasion in China: lessons learned. Pest Management Science, v. 73, p. 1775-1779, 2017.
- GOMES, F. B. et al. Resistance induction in wheat plants by silicon and aphids. Scientia Agricola, Piracicaba, v. 62, n. 6, p. 547-551, nov./dez. 2005.
- GOMES, F. B.; MORAES, J. C.; NERI, D. K. P. Adubação com silício como fator de resistência a insetos-praga e promotor de produtividade em cultura de batata inglesa em sistema orgânico. Ciência e Agrotecnologia, v. 33, n. 1, p. 18-23, 2009.
- GÓRSKI, R. Effectiveness of natural essential oils in monitoring of the occurrence of pea Leafminer *Liriomyza huidobrensis* Blanchard) in gerbera crop. Journal of Plant Protection Research, v. 45, n. 4, p. 287-291, 2005.
- GUIMARÃES et al. Recomendações para o Manejo das Principais Pragas do Meloeiro na Região do Semi-Árido Nordeste. Circular Técnica 24, Embrapa Agroindústria Tropical, 9p. 2005.

- GUIMARÃES, J. A. et al. Biologia e Manejo de Mosca Minadora no Meloeiro. Circular Técnica 77, 9p., Brasília, 2009a.
- GUIMARÃES, J.A.; OLIVEIRA, V.R.; MICHEREFF, M.; LIZ, R.S. Ocorrência da mosca minadora sul-americana e seus himenópteros parasitoides em meloeiro no Distrito Federal. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 28, n. 2, p. 790-794, 2010.
- HOSSAIN, M. B., POEHLING, H. M. Effects of a neembased insecticide on different immature life stages of the leafminer *Liriomyza sativae* on tomato. Phytoparasitica, v. 34, n. 4, p. 360-369, ago. 2006.
- KIM, M.; LEE, H. Attractive Effects of American Serpentine Leafminer, *Liriomyza trifolii* (Burgess), to Light-Emitting Diodes. Journal of Insect Behaviour, v. 27, p. 127-132, 2014.
- LARA, R. I. R. et al. Avaliação de thiamethoxam 250wg no controle de *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard, 1926) e de sua seletividade sobre himenópteros parasitoides em cultura de batata (*Solanum tuberosum* L.). Arquivos do Instituto Biológico, v. 69, n. 3, p. 57-61, 2002.
- LARA, R. I. R. Novos registros de entedoníneos (Hymenoptera, Eulophidae) para a cultura do café (*Coffea arabica* L.). Coffee Science, Lavras, v. 6, n. 3, p. 242-244, 2011.
- LOPES-FILHO, F. Tomate industrial no submédio São Francisco e as pragas que limitam sua produção. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 25, n. 2, p.283-288, 1990.
- LÓPEZ, R. et al. Population dynamics and damage caused by the leafminer *Liriomyza huidobrensis* Blanchard (Diptera: Agromyzidae), on seven potato processing varieties grown in temperate environment. Neotropical Entomology, v.39, n. 1, p.108-114. 2010.
- MARTIN, A. D. et al. Adult host preference and larval performance of *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) on selected hosts. Environmental Entomology, v. 34, n. 5, p. 1170-1177, 2005a.
- MARTINS, J. et al. *Coenosia attenuata* (Diptera: Muscidae): um predador em estudo para utilização em culturas protegidas. Revista de Ciências Agrárias, v. 35, p. 229-235, 2012.
- MICHEREFF-FILHO, M. M. et al. Reconhecimento e controle de pragas da cebola. Circular Técnica 110, Embrapa Hortaliças, 11p., 2012.
- MIGIRO, L. N. et al. Pathogenicity of entomopathogenic fungi *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* (Hypocreales: Clavicipitaceae) isolates to the adult pea leafminer (Diptera: Agromyzidae) and prospects of an autoinoculation device for infection in the field. Environmental Entomology, v. 39, n. 2, p. 468-475, 2010.
- OLIVEIRA et al. Screening of melon genotypes for resistance to vegetable leafminer and their phenotypic correlations with colorimetry. Anais da Academia Brasileira de Ciências, v. 89, n. 2, p. 1155-1166, 2017.
- PARK, J.; LEE, H. Phototactic behavioral response of agricultural insects and storedproduct insects

- to light-emitting diodes (LEDs). *Applied Biological Chemistry*, v. 60, n. 2, p. 137-144, 2017.
- PARRELLA, M.P.; ALLEN, W.W.; MORISHITA, P. Leafminer species causes California mum growers new problems. *California Agriculture, Berkeley*, v. 35, n. 9-10, p. 28-30, 1981.
- PEREIRA, D.I.P. et al. Parasitismo de larvas da mosca-minadora *Liriomyza huidobrensis* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) pelo parasitoide *Opius* sp. (Hymenoptera: Braconidae) na cultura da batata com faixas de feijoeiro intercaladas. *Ciência e Agrotecnologia, Lavras*, v. 26, n. 5, p. 955-963, 2002.
- POLANCZYK, R. A. et al. Indução de resistência à Mosca minadora em crisântemo usando composto silicatado. *Horticultura Brasileira*, v. 26, n. 2, p. 240-243, 2008.
- REDDY, P. P. *Sustainable Crop Protection under Protect Cultivation*. 1ed. 326p., 2016.
- REITZ, S. R., GAO, Y.; LEI, Z., Insecticide use and the ecology of invasive *Liriomyza* leafminer management. In: *Insecticides – Development of Safer and More Effective Technologies*, TRDAN, S. 2013.
- ROSSETO, C. R.; MENDONÇA, N. T. A mosca minadora da melancia *Liriomyza langei*, Frick, 1951 (Diptera; Agromyzidae), *Bragantia*, n. 21, v. 27, p. 91-94, 1968.
- SALVO, A., M. S. FENOGLIO, M. VIDELA Parasitism of a leafminer in managed versus natural habitats. *Agriculture, Ecosystems e Environment*, v. 109, n. 3, p. 213-220, 2005.
- SANTOS, J. P. et al. Levantamento e identificação de parasitóides de dípteros minadores em plantas de crescimento espontâneo em pomar orgânico de citros em Montenegro, RS, Brasil. *Arquivos do Instituto Biológico de São Paulo*, v.75, n.3, p.313-319, 2008.
- SCHEFFER, S. et al. Phylogenetic relationships within the leaf-mining flies (Diptera: Agromyzidae) inferred from sequence data from multiple genes. *Molecular Phylogenetics and Evolution, Orlando*, v. 42, n. 3, p. 756-775, 2007.
- SILVA, I. W. et al. First report on the leafminer fly *Lyriomiza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) attacking coffee plantations, *Coffee Science, Lavras*, v. 10, n. 2, p. 262 - 265, 2015.
- SILVA, F. G. Óleo de nim aplicado via irrigação no controle da mosca minadora em meloeiro. *Agropecuária científica no semiárido*, v.11, n. 2, p. 122-126, 2015.
- TYRON, E. H., POE, S. L.; CROMROY, H. L. Dispersal of vegetable leafminer onto a transplanted production range. *Florida Entomologist*, v. 63, n.3, p. 292-296, 1980.
- VALLADARES, G., SALVO, A., GODFRAY, H.C.J. Quantitative food webs of dipteran leafminer and their parasitoids in Argentina. *Ecological Research*, v. 16, n. 5, p. 925-939, 2001.
- WATANABE, M.A. et al. Parasitismo em pupários de *Liriomyza* spp. em tomateiro na região de Guaira-SP. *Horticultura Brasileira, Brasília*, v. 10, n. 2, p. 108-110, 1992.
- WEI, Q. Abamectin resistance in strains of vegetable leafminer, *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) is linked to elevated glutathione S-transferase activity. *Insect Science*, v. 22, p. 243-

250, 2015.

WEI, J. et al. Influence of Leaf Tissue Structure on Host Feeding by Pea Leafminer *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae). *Zoological Studies*, v.39, n. 4, p. 295-300, 2000.

WEINTRAUB, P. G. et al. The Invasive *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae): Understanding Its Pest Status and Management Globally, *Journal of Insect Science*, v.17, n. 1, p. 1-27, 2017.

ZHAO, Y. X.; KANG, L. Host plant preference of the polyphagous leafminers *Liriomyza* spp. *Acta Entomologica Sinica*, v. 44, p. 567-573, 2001.

MEL DE MANDAÇAIA E PRÓPOLIS VERMELHA EM LESÕES TRAUMÁTICAS DE EQUÍDEOS - LITERATURE REVIEW

Liliane Moreira Donato Moura¹;

Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), Petrolina, PE.

<https://orcid.org/0000-0002-6111-615X>

Adriana Gradela²;

Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), Petrolina, PE.

<http://orcid.org/0000-0001-5560-6171>

Mateus Matiuzzi da Costa³;

Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), Petrolina, PE.

<https://orcid.org/0000-0002-9884-2112>

Renata de Faria Silva⁴;

Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), Petrolina, PE.

<https://orcid.org/0000-0003-0481-248X>

Rodolfo de Moraes Peixoto⁵.

Instituto Federal de Educação, IFE – Sertão, Petrolina, PE.

<http://orcid.org/0000-0002-5757-5935>

RESUMO: Lesões traumáticas são prevalentes em equídeos, cuja cicatrização pode ser afetada pela formação de tecido de granulação exuberante; baixa oxigenação nos membros e formação de biofilmes. As lesões podem também servir de porta de entrada para infecções, muitas vezes por bactérias multiresistentes, que são um grave problema de saúde pública. Por isto alternativas para a terapia antimicrobiana têm sido buscadas como o uso de fitoterápicos. O objetivo desta revisão foi reunir informações sobre o uso do mel de mandaçaia e da própolis vermelha no tratamento de feridas cutâneas em equídeos. Observou-se que as feridas cutâneas em cavalos assumem importância por sua casuística e pelas complicações que ocasionam, como desqualificação em atividades esportivas coletivas, perdas econômicas com produtos e serviços veterinários, descarte devido a complicações geradas pelos ferimentos, formação de tecido de granulação exuberante, inibição da cicatrização, contaminação por bactérias resistentes a antibióticos e formação de biofilmes. Subprodutos da produção das abelhas como o mel e a própolis, têm mostrado efeito antioxidante, antiinflamatório e

antimicrobiano e o uso tópico do mel tem-se mostrado uma alternativa viável ao uso de antibióticos tópicos, que em geral inibem a cicatrização de feridas cutâneas e estimulam a resistência bacteriana. Os resultados desta pesquisa demonstram o potencial do extrato de própolis e do mel de mandaçaia no tratamento de lesões cutâneas em equídeos graças a suas atividades antimicrobiana e antibiofilme.

PALAVRAS-CHAVE: Equino. Asinino. Muar. Feridas cutâneas. Biofilme.

MANDAÇAIA HONEY AND RED PROPOLIS IN TRAUMATIC INJURY OF EQUIDES - LITERATURE REVIEW

ABSTRACT: Traumatic injuries are prevalent in horses, whose healing can be affected by the formation of exuberant granulation tissue; low blood oxygen in the limbs and formation of biofilms. Lesions can also serve as a gateway for infections, often by multiresistant bacteria, which are a serious public health problem. For this reason, alternatives to antimicrobial therapy have been sought, such as the use of herbal medicines. The purpose of this review was to gather information on the use of mandaçaia honey and red propolis in the treatment of cutaneous wounds in horses. It was observed that skin wounds in horses are important due to their casuistry and the complications they cause, such as disqualification in collective sports activities, loss of reduction with veterinary products and services, disposal due to complications caused by injuries, formation of exuberant granulation tissue, inhibition healing, contamination by antibiotic-resistant bacteria and biofilm formation. By-products of bee production, such as honey and propolis, have an antioxidant, anti-inflammatory and antimicrobial effect and the topical use of honey has a viable alternative to the use of antibiotics, which in general inhibit the healing of skin wounds and stimulate of bacterial resistance. The results of this research demonstrate the potential of propolis extract and mandaçaia honey in the treatment of cutaneous lesions in equines due to their antimicrobial and antibiofilm activities.

KEY-WORDS: Equine. Asinine. Muar. Cutaneous wounds. Biofilm.

INTRODUÇÃO

Nos equídeos as lesões traumáticas são prevalentes devido às características comportamentais ou as modalidades atléticas e de trabalho (POLLOCK, 2011). As áreas de maior ocorrência são a porção distal dos membros torácicos e pélvicos, e a região peitoral, apresentando difícil cicatrização por possuírem menos tecido de revestimento, menor aporte sanguíneo, intenso movimento da articulação e maior chance de contaminação, o que predispõe a infecções e à proliferação de tecido de granulação exuberante (POLLOCK, 2011; THEORET, 2013).

É crescente a demanda por terapias antimicrobianas racionais, baseadas no conhecimento epidemiológico e reconhecimento da sensibilidade os microorganismos, para diminuir a pressão de seleção e os mecanismos de resistência microbiana (GUARDABASSI; KRUIZE, 2010). Assim,

compostos naturais que estimulam o reparo tecidual vêm ganhando relevância no tratamento de feridas cutâneas devido a facilidade de aplicação, baixo custo e efeitos bactericida/bacteriostático (RIBEIRO *et al.*, 2013).

Neste sentido têm sido estudados a própolis (DE-MELO *et al.*, 2014) e o mel natural (DUARTE *et al.*, 2012; SOUZA *et al.*, 2016). Todavia, a despeito do efeito benéfico de produtos tópicos à base de fitoterápicos no tratamento de lesões cutâneas (CHAGAS *et al.*, 2019), ainda existem pontos a serem elucidados, particularmente em relação aos microorganismos prevalentes nas lesões e a possibilidade de seu emprego em pomadas.

O objetivo desta revisão foi reunir informações sobre o uso do mel de mandaçaia e da própolis vermelha no tratamento de feridas cutâneas em equídeos, visando contribuir com estudos futuros.

METODOLOGIA

Realizou-se um estudo exploratório por meio de pesquisa bibliográfica, com seleção de artigos escritos em inglês, português ou espanhol entre 2009 e 2020 em cinco bases de dados bibliográficas — PubMed, Web of Science, MEDLINE, Google Escolar e LILACS. Os trabalhos repetidos foram excluídos.

Os descritores empregados foram equídeos, equino, asinino, muar, feridas cutâneas, biofilme, mel de mandaçaia, própolis, resistência a antimicrobianos, fitoterápicos. Em inglês: equidae, equine, donkey, mule, skin wounds, biofilm, mandaçaia honey, propolis, antimicrobial resistance, herbal medicines.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados confirmaram a susceptibilidade dos equinos a doenças, principalmente ocasionadas pelo estresse de confinamento em baias e manejo inadequado, sendo bastante comum serem acometidos por cólicas, claudicações e lesões cutâneas (PAGANELA *et al.*, 2009). Na região semiárida do Nordeste brasileiro, Pessoa *et al.* (2014) relatou que as doenças de pele representam 26,05% dos casos de atendimento clínico veterinário em equídeos, sendo, em sua maioria, ocasionadas pela presença de feridas.

Estas últimas assumem grande importância nestes animais, pois facilitam a ocorrência de ferimentos mais profundos, principalmente em membros (ASHDOWN; DONE, 2012). Além disso, lesões traumáticas com frequência ocasionam feridas que, devido a contaminação, perda excessiva de tecido e/ou comprometimento vascular, resultam em tratamento por segunda intenção, as quais causam danos estéticos à pele que podem levar à rejeição e desqualificação dos animais em atividades esportivas coletivas e perdas econômicas devido aos custos com produtos e serviços veterinários (ASSIS-BRASIL, 2015), que podem chegar a R\$ 220,5 milhões/ano (CNA, 2016). Nos Estados Unidos da América as complicações geradas por ferimentos constituem a segunda maior causa

descarte de equinos (SILVEIRA, 2012).

Em geral, o tratamento de feridas em cavalos é lento e, muitas vezes, a cicatrização não acontece de forma completa (ASHDOWN; DONE, 2012), principalmente pela formação de tecido de granulação exuberante (RIBEIRO *et al.*, 2009). Outro fator que afeta a cicatrização é o baixo aporte sanguíneo nos membros, que leva à uma menor irrigação da região e taxa de oxigenação, que dificultam a liberação de citocinas pelas células e prolongam a fase inflamatória (BERRY; SULLINS, 2003 *apud* PAGANELA *et al.*, 2009).

A ocorrência de infecções secundárias é outro fator de grande importância que deve ser levado em consideração como inibidor do processo de cicatrização, pois animais que são expostos a uma alta carga bacteriana tendem a ter uma cicatrização atrasada de feridas crônicas e agudas por causa da atividade desses microorganismos, principalmente quando o ferimento é localizado nos membros. Outro fator que interfere no processo de cicatrização de feridas é a formação de biofilmes (GARDNER *et al.*, 2011; WESTGATE *et al.*, 2011).

Biofilmes de *Staphylococcus spp.* e de *Pseudomonas* também são comuns em feridas crônicas em equinos (WESTGATE *et al.*, 2011), sendo o primeiro o gênero mais comumente isolado em feridas traumáticas e cirúrgicas de cavalos, assim como em isolados de *swabs* de pele (WESTGATE *et al.*, 2011). Cochrane *et al.* (2009) relataram a presença de biofilme em feridas crônicas contaminadas por *Pseudomonas aeruginosa* (*P. aeruginosa*), *Staphylococcus epidermidis*, *Serratia marcescens*, *Enterococcus faecalis* e *Providencia rettgeri*.

Há evidência de resistência em bactérias comensais e patogênicas isoladas em feridas de cavalos, inclusive a múltiplas drogas (VAN SPIJK *et al.*, 2016), incluindo *Escherichia coli* (*E. coli*) e *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) resistente à meticilina (MRSA) responsáveis por causar infecção grave no animal (ANDERSON *et al.*, 2009; VAN DUIJKEREN *et al.*, 2010; MADDOX *et al.*, 2010, 2012; DIERIKX *et al.*, 2012; WALTHER *et al.*, 2014). Infecções por MRSA podem se desenvolver em várias regiões do corpo, sendo comumente encontradas em infecções de tecidos moles decorrentes de feridas traumáticas e cirúrgicas (MADDOX *et al.*, 2012) e podem infectar seres humanos que tenham contato direto com os equinos como tratadores, se tornando um problema de saúde pública (WEESE; VAN DUIJKEREN, 2010). MRSA são resistentes a todos os antimicrobianos b-lactâmicos (WEESE; VAN DUIJKEREN, 2010; WEESE *et al.*, 2015) e a muitos outros antimicrobianos devido à presença de uma proteína de ligação à penicilina (PBP2a) que torna a bactéria capaz de desenvolver um mecanismo de escape à ação dos antibióticos (ANDERSON *et al.*, 2009; MOISAN *et al.*, 2010; WALTHER *et al.*, 2014). Bactérias resistentes a antimicrobianos são um risco emergente tanto no âmbito da medicina humana, quanto veterinária (WEESE *et al.*, 2015) e um problema de saúde em todo o mundo, comprometendo a eficiência dos antimicrobianos e inviabilizando o tratamento de infecções comuns (WHO, 2009).

A natureza tem sido uma fonte de tratamentos medicinais por milênios, e os sistemas baseados em plantas continuam desempenhando um papel essencial em 80% dos países subdesenvolvidos e em desenvolvimento do mundo. Muitas plantas e seus extratos tradicionalmente apresentam um

excelente potencial para tratamento de feridas (NAGORI; SOLANKI, 2011), pois agentes naturais induzem cura e regeneração tecidual através de múltiplos mecanismos (MAVER *et al.*, 2015). A principal vantagem da utilização de medicamentos derivados de plantas é que são considerados mais seguros que a alternativa sintética, com melhores benefícios terapêuticos e mais acessíveis (MELLO *et al.*, 2019). Nos últimos anos, extensas pesquisas foram realizadas na área de cura e tratamento de feridas através de plantas medicinais (GUPTA; JAIN, 2010; NAGORI; SOLANKI, 2011). O Quadro 1 apresenta fitoterápicos estudados nos últimos cinco anos para tratamento de feridas cutâneas e os microorganismos sob os quais atuam.

Quadro 1 – Fitoterápicos utilizados em feridas nos últimos cinco anos e os microorganismos sob os quais atuam.

Produto natural	Espécie bacteriana	Autor/ Ano
Mel de Manuka	<i>S. aureus</i>	Almasaudi <i>et al.</i> , 2017
Mel de Melipona Bicolos	<i>Salmonella Enteritis</i> , <i>Salmonella typhimurium</i> (ATCC 14028), <i>E. coli</i> (ATCC 25922) <i>S. Aureus</i> (ATCC 25923)	Batiston, 2017
Mel de Mandaçaia	<i>S. aureus</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>E. coli</i>	Prado, Mattiello 2015
Extrato de própolis vermelha	<i>E. coli</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>S. Aureus</i> , <i>E. Coli</i>	Regueira Neto <i>et al.</i> , 2017
Extrato de Própolis Vermelha	<i>S. aureus</i> , <i>B. Subtilis</i> , <i>P. Aeruginosa</i>	Inui, 2014
Extrato de <i>Cladonia substellata vanio</i> (líquen)	<i>Staphylococcus spp.</i>	Moura <i>et al.</i> , 2017
Extrato de <i>Pinus sylvestris</i> (Pinheiro-da-escócia)	<i>S. aureus</i> , <i>E. Coli</i> , <i>Streptococcus fecalis</i> , <i>Streptococcus pneumoniae</i>	Vainio-Kaila <i>et al.</i> , 2015
Nanopartículas de prata	<i>S. aureus</i> , <i>Streptococcus mutans</i> , <i>Streptococcus pyogenes</i> , <i>E. Coli</i> , <i>Proteus vulgaris</i>	Abbaszadegan <i>et al.</i> , 2015
Gel a base de Mel	<i>S. pseudintermedius</i> , <i>S. pseudintermedius MRSP</i> , <i>Malassezia pachydermatis</i>	Oliveira <i>et al.</i> , 2018
Bactérias do ácido láctico em abelha	<i>Staphylococcus spp.</i> , <i>Corynebacterium spp.</i> , <i>Streptococcus spp</i> e <i>Acinetobacter spp.</i>	Olofsson 2016
Creme de papaína (<i>Carica papaya</i>)	<i>E. Coli</i> produtora de ESBL (Beta-lactâmico de amplo espectro) multirresistente	Orlandini <i>et al.</i> , 2017
Extrato liofilizado das raízes de salsa (<i>Petroselinum crispum</i>)	<i>E. Coli</i> produtora de ESBL multirresistente	Orlandini <i>et al.</i> , 2017

Entre os tratamentos alternativos mais promissores encontra-se o emprego do mel de abelhas, que têm um papel fundamental em vários ecossistemas como o principal agente responsável pela polinização de muitas espécies de plantas nativas e cultivadas, bem como por assegurarem a manutenção da variabilidade genética, produtividade e qualidade dos frutos (BARTELLI; NOGUEIRA-FERREIRA, 2014). No Brasil, a espécie mais explorada e produzida é a *Apis mellifera*, espécie estrangeira que começou a ser produzida no país para fins comerciais por sua alta produtividade e qualidade do mel. Contudo, a criação de abelhas nativas sem ferrão ou indígenas (meliponicultura) vem crescendo no Brasil, especialmente nas regiões Norte e Nordeste onde constitui-se fonte adicional de renda para a agricultura familiar, pois o mel, pólen, própolis e geoprópolis são muito

apreciados pela população local devido por razões nutricionais e terapêuticos, e muito valorizados comercialmente (MAGALHÃES; VENTURIERI, 2010). São comuns em Pernambuco as espécies Jandaíra, Mosquito (*Plebeia sp.*) e Uruçu (*Melipona scutellaris*) (CARVALHO-ZILSE *et al.*, 2009); no Maranhão a Tiúba (*Melipona compressipes*, Fabricius, 1804) (ALMENDRA, 2016); no Rio Grande do Norte a Cupira (*Partamona sp.*) (PEREIRA *et al.*, 2011); no Ceará a Jandaíra (*Melipona subnitida*, Ducke) (SILVA *et al.*, 2014) e, entre outras, a *T. angustula*, mandaçaia, manduri no sul do Brasil (VILLAS-BÔAS, 2012).

O mel possui elementos em sua composição que apresentam propriedades antimicrobianas, anti-inflamatórias e estimuladoras de crescimento tecidual (CARNWATH *et al.*, 2014), como também pode agir como imunoestimulador, modulando o sistema imunológico da pele (MAJTAN *et al.*, 2009; 2013). Os benéficos efeitos do mel no tratamento de feridas são resultado da produção de peróxido de hidrogênio a partir da atividade da enzima glicose oxidase e seu pH baixo pode acelerar a cicatrização. Além disso, sabe-se que a origem do mel influencia em sua eficácia (WINKLER, 2015).

Baghdad *et al.* (2014) verificaram que a aplicação de mel *Euphorbia* em ferida debrida resultou na diminuição de edema e da inflamação ao redor da mesma, diminuição notável de exsudação, desinfecção e diminuição observável após uma semana, além de redução significativa no tamanho da lesão após duas semanas de tratamento. O mel de Manuka em forma líquida e em gel também teve eficácia comprovada na cura de feridas em cavalos (BISCHOFBERGER *et al.*, 2013).

O poder antimicrobiano do mel está relacionado diretamente as suas propriedades curativas contra microorganismos dermatologicamente importantes (SCHNEIDER *et al.*, 2013; MCLOONE *et al.*, 2015). Segundo Auer e Stick (2012), o do tipo Manuka, produzido com néctar de *Leptospermum scoparium*, apresenta atividade antimicrobiana superior a outros tipos, auxiliando também na epitelização de feridas cutâneas. Ação antimicrobiana do mel foi comprovada contra *B. cereus*, *B. subtilis*, *E. coli*, *S. Enteritidis*, *S. Typhimurium* (PAULINO *et al.*, 2019) e *S. aureus* (PEREIRA; REIS, 2015; SOUSA, 2015; PAULINO *et al.*, 2019). Estudos sobre a aplicabilidade clínica destacaram efeito anti-bacteriano do mel melhor que o da sulfadiazina de prata (VANDAMME *et al.*, 2013), enquanto Liu *et al.* (2015) defenderam o efeito sinérgico do uso tópico do mel com antibióticos sistêmicos para inibição do crescimento bacteriano em feridas crônicas.

Atividade anti-biofilme foi observada também no mel, que apresenta melhores condições para o tratamento de doenças associadas ao biofilme por apresentar baixo custo, praticidade, ausência de toxicidade e poucos efeitos colaterais (MADDOCKS *et al.*, 2012). A ação antibiofilme ocorreria pela capacidade do mel se difundir através da matriz dos biofilmes bacterianos no caso das cepas de MRSA; pela frutose impedir a fixação bacteriana às superfícies ligando-se competitivamente aos receptores que atuam em adesinas importantes para a mesma no caso da *P. Aeruginosa* (LERRER *et al.*, 2007 *apud* LOCK, 2015); por impedir o crescimento bacteriano e reduzir o aporte de água às bactérias graças à sua hiperosmolaridade (LIO; KAYE, 2011); por prevenir o crescimento bacteriano devido à baixa atividade de água e baixo pH (3.2-4.5) (VANDAMME *et al.*, 2013) e por promover a cicatrização graças aos efeitos antibacterianos de suas inibinas, como flavonoides, ácidos fenólicos e peróxido de hidrogênio (LIO; KAYE, 2011).

Outro subproduto da produção das abelhas que possui comprovação científica como antioxidante, antiinflamatório e antimicrobiano é a própolis, (PINTO *et al.*, 2011; DE-MELO *et al.*, 2014; CAMPOS *et al.*, 2015). Trata-se de uma mistura de cera de abelha e compostos resinosos que estas recolhem da vegetação, os quais são responsáveis por seus efeitos biológicos benéficos (CARVALHO *et al.*, 2011). O promissor efeito antioxidante da própolis parece ser devido à presença de compostos fenólicos e sua atividade antimicrobiana à sua concentração de flavonóides (CABRAL *et al.*, 2009).

Atividade antibacteriana da própolis tem sido comprovada em culturas de *B. cereus* e *B. subtilis* (PAULINO *et al.*, 2019), *E. coli* (TORRES *et al.*, 2016; CAMPOS, 2017; FERREIRA, 2017; PAULINO *et al.*, 2019), *S. Aureus* (PAULINO *et al.*, 2019), *S. epidermidis* (WOJTYCZKA *et al.*, 2013); *Salmonella enteritidis* (MAGALHÃES *et al.*, 2016; PEREIRA *et al.*, 2016; PAULINO *et al.*, 2019) e *Salmonella typhimurium* (PAULINO *et al.*, 2019). Contudo, Wojtyczka *et al.* (2013) ressaltaram que estas atividades foram significativamente afetadas pelo tempo de incubação e pela concentração do extrato, assim como pelas interações entre estes fatores.

CONCLUSÃO

Os resultados desta pesquisa demonstram o potencial do extrato de própolis e do mel de mandaçaia no tratamento de lesões cutâneas em equídeos, devido a suas atividades antimicrobiana e antibiofilme.

DECLARAÇÃO DE INTERESSES

Nós, autores deste artigo, declaramos que não possuímos conflitos de interesses de ordem financeira, comercial, político, acadêmico e pessoal.

REFERÊNCIAS

ABBASZADEGAN, A. *et al.* The effect of charge at the surface of silver nanoparticles on antimicrobial activity against gram-positive and gram-negative bacteria: a preliminary study. *Journal of Nanomaterials*, v.16, n.53, 8p., 2015.

ALMASAUDI, S.B. *et al.* Antimicrobial effect of different types of honey on *Staphylococcus aureus*. *Saudi Journal of Biological Sciences*, v.24, n.6, p. 1255-61, 2017.

ALMENDRA, E.C.A. Influência da termorregulação no desenvolvimento de colônias de *Melipona compressipes fasciculata* em Teresina, Piauí. 2016, 62 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal), Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI.

ANDERSON, M.E.C. *et al.* Retrospective multicentre study of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infections in 115 horses. *Equine Veterinary Journal*, V.41, p.401-05, 2009.

- ASHDOWN, R; DONE, S H. Atlas colorido de anatomia veterinária de equinos. 2.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. p. 360.
- ASSIS-BRASIL, N.D. Equine dermatopathies in southern Brazil: a study of 710 cases. *Ciência Rural*, v.45, n.3, p.519-24, 2015.
- AUER; J.A.; STICK; J.A. (eds). *Equine Surgery*. 4.ed. St Louis: Elsevier Saunders, 2012. p.271.
- BAGHDAD, K. *et al.* The use of Algerian honey on cutaneous wound healing: a case report and review of the literature. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, v.4, n.2, p.867-869, 2014.
- BARTELLI, B.F.; NOGUEIRA-FERREIRA, F.H. Pollination services provided by *Melipona quadrifasciata* Lepeletier (*Hymenoptera: Meliponini*) in greenhouses with *Solanum lycopersicum* L. (*Solanaceae*). *Sociobiology*, v.61, n.4, p.510–16, 2014.
- BATISTON, T.F.T.P. Atividade antimicrobiana de diferentes méis de abelha sem ferrão. 2017. 76p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade do Estado de Santa Catarina, Chapecó-SC.
- BISCHOFBERGER, A.S. *et al.* The effect of short- and long-term treatment with manuka honey on second intention healing of contaminated and noncontaminated wounds on the distal aspect of the forelimbs in horses. *Veterinary Surgery*, v.42, n.2, p.154-60, 2013.
- CABRAL, I.S.R. *et al.* Composição fenólica, atividade antibacteriana e antioxidante da própolis vermelha brasileira. *Química Nova*, v.32, n.6, p.1523-27, 2009
- CAMPOS, J.V. Avaliação da atividade antimicrobiana e análise morfológica por microscopia de força atômica (AFM) da ação de extratos de própolis verde sobre *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*. 2017, 88p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos -SP.
- CAMPOS, J.F. *et al.* Antimicrobial, antioxidant, anti-inflammatory, and cytotoxic activities of propolis from the stingless bee *Tetragonisca fieberigi* (Jataí). *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, v.2015, p.296186, 2015.
- CARVALHO, A.A. *et al.* In vivo antitumoural activity and composition of an oil extract of Brazilian propolis. *Food Chemistry*, v.126, p.1239–45, 2011.
- CARVALHO-ZILSE, G.A. *et al.* Does beekeeping reduce genetic variability in *Melipona scutellaris* (*Apidae, Meliponini*). *Genetic Molecular Resistance*, v.8, n.2, p.758-65, 2009.
- CARNWATH, R. *et al.* The antimicrobial activity of honey against common equine wound bacterial isolates. *The Veterinary Journal*, v.199, n.1, p.10-114, 2014.
- CHAGAS, L.V. *et al.* Utilização da pomada de propólis em lesões cutâneas. *Revista Perspectivas Online: Biológicas e Saúde - Anais do IV Seminário P&D PROVIC/PIBIC I Encontro de Iniciação Científica CNPq*, v.09, n.30, supl., 2019.
- CNA. Estudo do Complexo do Agronegócio Cavalos. Brasília: CNA, 2016.

- COCHRANE, C.A. *et al.* Biofilm evidence and the microbial diversity of horse wounds. *Canadian Journal of Microbiology*, v.55, n.2, p.197-02, 2009.
- DIERIKX, C.M. *et al.* Occurrence and characteristics of extended-spectrum-betalactamase- and AmpC-producing clinical isolates derived from companion animals and horses. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, v.67, p.1368-74, 2012.
- DUARTE, A.W.F. *et al.* Composition and antioxidant activity of honey from Africanized and stingless bees in Alagoas (Brazil): a multivariate analysis. *Journal of Apicultural Research*, v.51, n.1, p.23-35, 2012.
- FERREIRA, V.U. Caracterização química, atividades antioxidante, antileucêmica e antimicrobiana da própolis âmbar sul brasileira. 2017, 68p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas), Universidade Federal do Pampa, São Gabriel– RS.
- GARDNER, A.J. *et al.* Biofilms and Role to Infection and Disease in Veterinary Medicine. In: PERCIVAL, S. *et al.* (eds) *Biofilms and Veterinary Medicine*. Springer Series on Biofilms, Berlin: Springer, Heidelberg, 2011. v.6.
- GRANGE & DAVEY, 1990
- GUARDABASSI, L.; DALSGAARD, A. Occurrence and fate of antibiotic resistance bacteria in sewage. Danish Environmental Protection Agency, projecto n° 722, 2002.
- GUPTA, N.; JAIN, U.K. Prominent wound healing properties of indigenous medicines. *Jundishapur Journal of Natural Pharmaceutical Products*, v.1, p.2–13, 2010.
- INUI, S. *et al.* Identification of the phenolic compounds contributing to antibacterial activity in ethanol extracts of Brazilian red propolis. *Natural Product Research*, v.28, p.1293-6, 2014.
- VAINIO-KAILA, T. *et al.* Antibacterial effect of Extract of *Pinus Sylvestris* and *Pineaabies* against *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli* and *Streptococcus pneumonia*. *BioResources*, v.10, n.4, p.7763–71, 2015.
- KNOTTENBELT, D.C. The value of hydrosurgical debridement in management of contaminated wounds. In: NORTH AMERICAN VETERINARY CONFERENCE: Large Animal Section - Orlando, Florida, USA, 2007. Proceeding... Orlando: IVIS - International Veterinary Information Service, p. 133, 2007.
- LIO, P.A.; KAYE, E.T. Topical antibacterial agents. *Medical Clinics of North America*, v.95, n.4, p.703–21, 2011.
- LIU, M. *et al.* Antibiotic-specific differences in the response of *Staphylococcus aureus* to treatment with antimicrobials combined with manuka honey. *Frontiers in Microbiology*, v.5, n.January, p.1–9, 2015.
- LOCK, G.A. Infecções bacterianas associadas a biofilmes em superfícies bióticas: critérios diagnósticos, tratamentos e perspectivas. 2015, 74p. Dissertação (Trabalho de Conclusão de Curso), Universidade Federal

do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS.

MADDOX, T.W. *et al.* Cross-sectional study of antimicrobial-resistant bacteria in horses. Part 1: Prevalence of antimicrobial-resistant *Escherichia coli* and methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Equine Veterinary Journal*, v.44, n.3, p. 289-96, 2012.

MADDOX, T.W. *et al.* A review of the characteristics and treatment of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in the horse and a case series of MRSA infection in four horses. *Equine Veterinary Education*, v.22, n.2, p.91-02, 2010.

MAGALHÃES, T.V. *et al.* Análise da ação antibacteriana da própolis e padronização de volumes através de antibiograma. *Unimar Ciências*, v.25, n.1-2, p.38-44, 2016.

DE-MELO, A.A.M. *et al.* Capacidade antioxidante da própolis. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.44, n.3, p.341-8, 2014.

MAGALHÃES, T.L.; VENTURIERI, G.C. Aspectos econômicos da criação de abelhas indígenas sem ferrão (Apidae: Meliponini) no nordeste paraense. *Bélem: Embrapa Amazônia Oriental*, 2010. 36p.

MAVER, T. *et al.* A review of herbal medicines in wound healing. *International Journal of Dermatology*, v.54, n.7, p.740-51, 2015.

MCLOONE, P. *et al.* Honey: A realistic antimicrobial for disorders of the skin. *Journal of Microbiology, Immunology and Infection*, v.49, n.2, p.161–67, 2015.

MAJTAN, J. *et al.* Fir honey dew honey flavonoids inhibit TNF- α induced MMP-9 expression in human keratinocytes: A new action of honey in wound healing. *Archives of Dermatological Research*, v.305, n.7, p.619–27, 2013.

MAJTAN, J. *et al.* Effect of honey and its major royal jelly protein 1 on cytokine MMP-9 mRNA transcripts in human keratinocytes. *Experimental Dermatology*, v.19, n.8, p.e73–e79, 2009.

MELLO, B.M. *et al.* A importância do uso de fitoterápicos no Sistema Único de Saúde. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, Ano 04, ed.11, v.05, p.118-31, 2019.

MERCKOLL, P. *et al.* Bacteria, biofilm and honey: a study of the effects of honey on ‘planktonic’ and biofilm-embedded chronic wound bacteria. *Scandinavia Journal of Infectious Disease*, v.41, p.341-47, 2009.

MOISAN, H. *et al.* Binding of ceftaroline to penicillin-binding proteins of *Staphylococcus aureus* and *Streptococcus pneumoniae*. *Journal of antimicrobial chemotherapy*, v.65, n.4, p.713-16, 2010.

MOURA, J.B. *et al.* Atividade antimicrobiana in vitro do extrato orgânico de *Cladonia substellata* Vainio e ácido úsnico frente *Staphylococcus spp.* obtidos de cães e gatos. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v.37, n.4, p.368-78, 2017.

NAGORI, B.P., SOLANKI, R. Role of medical plants in wound healing. *Journal of Medicine Plants*

Research; v.5, p.392–05, 2011.

OLIVEIRA, A.M.P. *et al.* *In vitro* efficacy of a honey-based gel against canine clinical isolates of *Staphylococcus pseudintermedius* and *Malassezia pachydermatis*. *Veterinary Dermatology*, v.23, n.3, p.180–e65, 2018.

OLOFSSON, T.C. *et al.* Lactic acid bacterial symbionts in honeybees – an unknown key to honey’s antimicrobial and therapeutic activities. *International Wound Journal*, v.13, n.3, p.668–79, 2014.

ORLANDINI, F. *et al.* Utilização de creme de papaína e extrato liofilizado das raízes de salsa (*Petroselinum crispum*) contra *Escherichia coli* multirresistente em abscesso em equino. *Acta Scientiae Veterinariae*, v.45, n.232, p.1-5, 2017.

ORSI *et al.*, 2000)

PAGANELA, J.C. *et al.* Abordagem clínica de feridas cutâneas em equinos Clinical approach in equine skin wounds. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*, v.104, p.569–72, 2009.

PAULINO, L.G. *et al.* Potencial antibacteriano de mel in natura, produzido por *Apis mellifera* e *Tetragonisca angustula*, e própolis comercial. *Revista Interciência – IMES Catanduva*, v.1, n.3, p.44-51, 2019

PEREIRA, D.S. *et al.* Potencial antibiótico da própolis apícola Potiguar em bactérias de importância veterinária. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v.11, n.3, p.151-8, 2016.

PEREIRA, O.J.R.; REIS, J.M. Estudo Comparativo da Ação Bactericida do Mel sobre *Staphylococcus aureus*. *Revista Ciências em Saúde*, v.5, n.2, 2015.

PEREIRA, D.S. *et al.* Abelhas indígenas criadas no Rio Grande do Norte. *Acta Veterinária Brasileira*, v.5, n.1, p 81-91, 2011.

PEREIRA, A.S. *et al.* Própolis: 100 anos de pesquisa e suas perspectivas futuras. *Química Nova*, v.25, p.321- 26, 2002.

PESSOA, A.F.A. *et al.* Doenças de pele em equídeos no semiárido brasileiro. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v.34, n.8, p.743-48, 2014.

PINTO, L.M.A. *et al.* Propriedades, usos e aplicações da própolis. *Revista Eletrônica de Farmácia*, v.8, n.3, p.76-100, 2011.

POLLOCK, PJ. An approach to wounds in horses. In: INTERNACIONAL CONGRESS OF THE WORLD EQUINE VETERINARY ASSOCIATION–WEVA, 12, 2011, Hyderabad, India. Proceeding... Hyderabad, India: IVIS-International Veterinary Information Service, 2011.

PRADO, M.H.D.S.; MATTIELLO, I.B. Avaliação *in vitro* da atividade antibacteriana do mel da abelha melipona Mandacaia (Mandaçaia), frente aos microrganismos: *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Escherichia coli*. Três Corações – MG. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 17, MOSTRA DE EXTENSÃO DA UNINCOR, 2. Anais... Universidade Vale do Rio

Verde, 2015, p. 118.

REGUEIRA NETO, M.S. *et al.* Seasonal variation of Brazilian red propolis: Antibacterial activity, synergistic effect and phytochemical screening. *Food and Chemical Toxicology*, v.107, part B, p.572-80, 2017.

RIBEIRO, G. *et al.* Associação fitoterápica no tratamento de feridas cutâneas induzidas em equinos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.65, n.5, p. 1427-33, 2013.

RIBEIRO, G *et al.* Uso tópico de ketanserina na cicatrização de feridas cutâneas induzidas em equinos. *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.61, n.1, p.144-48, 2009.

SCHNEIDER, M. *et al.* Anti-microbial activity and composition of manuka and portobello honey. *Phytotherapy Research*, v.27, n.8, p.1162–68, 2013.

SILVA, G.R. *et al.* Aspectos bioecológicos e genético-comportamentais envolvidos na conservação da abelha Jandaíra, *Melipona subnitida* Ducke (Apidae, Meliponini), e o uso de ferramentas moleculares nos estudos de diversidade. *Arquivos do Instituto Biológico*, v.81, n.3, p. 299-08, 2014.

SILVEIRA A. Feridas: a grande vilã dos cavalos. *Revista Mundo Equestre*, n.45, p.28-29, 2012.

SOUSA, J.M.B. Aspectos de qualidade, atividade antioxidante e antimicrobiana de méis monoflorais produzidos por *Melipona* ssp. no semiárido brasileiro. 2015, 107p. Tese (Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal da Paraíba, Paraíba-JP.

SOUZA, J.M. *et al.* Polyphenolic profile and antioxidant and antibacterial activities of monofloral honeys produced by *Meliponini* in the Brazilian semiarid region. *Food Research International*, v.84, p.61-8, 2016.

THEORET, C.L. *et al.* Equine exuberant granulation tissue and human keloids: a comparative histopathologic study. *Veterinary Surgery*, v.42, n.7, p.783-9, 2013.

TORRES, E.F. *et al.* Estudo do efeito antimicrobiano de diferentes concentrações de extrato de própolis. *Revista da Jopic*, v.1, n.1, p.91-5, 2016.

VANDAMME, L. *et al.* Honey in modern wound care: A systematic review. *Burns*, v.39, n.8, p.1514–25, 2013.

VAN DUIJKEREN, E. *et al.* Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in horses and horse personnel: an investigation of several outbreaks. *Veterinary Microbiology*, v.141, p.96-02, 2010.

VAN SPIJK, J.N. *et al.* A retrospective analysis of antimicrobial resistance in bacterial pathogens in an equine hospital (2012-2015). *Schweizer Archiv für Tierheilkunde SAT*, v.158, p.433-42, 2016.

VILLAS-BÔAS, J. Manual tecnológico, mel de abelhas sem ferrão. 1.ed. Brasília: ISPN, 2012.

WALTHER, B. *et al.* Suspected nosocomial infections with multi-drug resistant *E. coli*, including extended-spectrum beta-lactamase (ESBL)-producing strains, in an equine clinic. *Berliner und Munchener Tierarztliche Wochenschrift*, v.127, p.421-27, 2014.

WEESE, J.S. *et al.* ACVIM consensus statement on therapeutic antimicrobial use in animals and antimicrobial resistance. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, v.29, p.487-98, 2015.

WEESE, J.S.; VAN DUIJKEREN, E. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and *Staphylococcus pseudintermedius* in veterinary medicine. *Veterinary Microbiology*, v.140, n.3, p.418-29, 2010.

WESTGATE, S.J. *et al.* Evidence and significance of biofilms in chronic wounds in horses. In: PERCIVAL, S. *et al.* (eds) *Biofilms and veterinary medicine*. Springer series on biofilms. Berlin: Springer, Heidelberg, 2011. v.6, p. 143-73.

WILMINK, J.M., VAN WEEREN, P.R. Differences in wound healing between horses and ponies: application of research results to the clinical approach of equine wounds. *Clinical Techniques in Equine Practice*, v.3, p.1123-33, 2004.

WINKLER, K.P. Factors that interfere with wound healing. In: *The Merck Veterinary Manual*, 8th.ed. Whitehouse Station, N.J.: Merck, 2015. p.2305.

WHO. World Health Organization. WHO Guidelines on Hand Hygiene in Health Care: First Global Patient Safety Challenge Clean Care Is Safer Care. Geneva: WHO, 2009. p. 270.

WOJTYCZKA, R.D. *et al.* In vitro antimicrobial activity of ethanolic extract of polish propolis against biofilm forming *Staphylococcus epidermidis* strains. *Hindawi Publishing Corporation Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, v.2013, Article ID 590703, 11p, 2013.

USO DE ELICITORES EM BERINJELA PARA INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA A *Trips* sp.

Carlos Magno Ramos Oliveira¹;

UFES, Alegre, Espírito Santo.

<http://lattes.cnpq.br/5852167287067918>

Dirceu Pratisoli²;

UFES, Alegre, Espírito Santo.

<http://lattes.cnpq.br/4015405807686646>

Felipe Soares Moulin Pratisoli³;

USP, São Paulo, São Paulo.

<http://lattes.cnpq.br/0270993365765899>

Alixelhe Pacheco Damascena⁴;

UFES, Alegre, Espírito Santo.

CV: <http://lattes.cnpq.br/6730543237826075>

Luiza Akemi Gonçalves Tamashiro⁵;

UFES, Alegre, Espírito Santo.

<http://lattes.cnpq.br/9884791626282822>

Luis Moreira de Araujo Junior⁶.

UFES, Alegre, Espírito Santo.

<http://lattes.cnpq.br/1398623308889710>

RESUMO: A busca por uma alimentação saudável possui correlação direta com a produção de alimentos num ambiente equilibrado, aonde o agrotóxico possa ser cada vez menos utilizado. Dessa forma, o controle de pragas deve atender a premissas ecologicamente sustentáveis. Na cultura da berinjela, bastante utilizada na cultura popular devido as suas propriedades medicinais, o trips é uma de suas principais pragas. Neste sentido, o desenvolvimento de técnicas dentro do manejo sustentável, como a indução de resistência, contribui positivamente no atendimento dos anseios de consumidores cada dia mais exigentes quanto a produção limpa e ambientalmente responsável. Tendo como base essa perspectiva, este trabalho avaliou o efeito da indução de resistência em berinjela com os produtos comerciais, Ergofito[®] e Rocksil[®] (fonte de silício), avaliando-se a mortalidade e o número de lesões

causadas na folha pelo trips. As avaliações foram realizadas após 3, 6, 9, 12 aplicações foliares dos produtos nos tratamentos. A aplicação de Ergofito[®], Rocksil[®] e associação destes reduziram o tamanho populacional e danos causados pelo *Trips* sp., porém a mortalidade não foi afetada pelo número de aplicações. O número de lesões também foi menor após seis aplicações, demonstrando que a indução de resistência é uma medida eficaz e economicamente viável para o manejo dessa praga em cultivos de berinjela.

PALAVRAS-CHAVE: Agricultura sustentável. Indução. Resistência.

USE OF EGGPLANT ELICITORS TO INDUCE RESISTANCE TO *Trips* sp.

ABSTRACT: The search for a healthy diet has a direct correlation with the production of food in a balanced environment, where pesticides can be used less and less. Thus, pest control must meet ecologically sustainable premises. In eggplant culture, widely used in popular culture due to its medicinal properties, thrips is one of its main pests. In this sense, the development of techniques within sustainable management, such as the induction of resistance, contributes positively in meeting the demands of consumers who are increasingly demanding in terms of clean and environmentally responsible production. Based on this perspective, this work evaluated the effect of resistance induction in eggplant with the commercial products, Ergofito[®] and Rocksil[®] (source of silicon), evaluating the mortality and the number of lesions caused on the leaf by the thrips. The evaluations were carried out after 3, 6, 9, 12 foliar applications of the products in the treatments. The application of Ergofito[®], Rocksil[®] and their association reduced the population size and damage caused by *Trips* sp., However, mortality was not affected by the number of applications. The number of lesions was also lower after six applications, demonstrating that resistance induction is an effective and economically viable measure for the management of this pest in eggplant crops.

KEY-WORDS: Induction. Resistance. Sustainable agriculture.

INTRODUÇÃO

Originária da Ásia e de regiões tropicais do Oriente, a berinjela (*Solanum melongena* L.) é hortaliça anual semiarborescente cultivada há muitos séculos por chineses e árabes. Esta cultura pertence à família Solanaceae, que incluem plantas de grande cultivo no país como tomate (*Solanum lycopersicum*), batata (*Solanum tuberosum*), pimentão (*Capsicum annuum* Group), pimenta (*Piper nigrum*) e jiló (*Gilo* Group) (REIS et al., 2007).

O consumo de berinjela no Brasil tem sido crescente na última década, sendo este aumento ligado a busca por uma maior variação alimentar entre as famílias e também devido a sua indicação medicinal associada a redução do nível de colesterol. A nível mundial, há uma tendência de maior consumo desta cultura motivada pela exigência de consumidores em ingerirem uma alimentação que

apresentem mais benefícios para a saúde (CARVALHO et al., 2014).

De um modo geral, grandes cultivos de berinjela são encontrados apenas nos estados que se destacam como maiores produtores. Em 2017 São Paulo, Rio de Janeiro e Paraná apresentaram as maiores produções nacionais desta hortaliça. No entanto, por ser uma planta rústica e possuir um forte apelo junto a medicina popular, seu plantio pode ser observado em todo o território nacional em pequenas áreas, composta principalmente por hortas domésticas (MANTOVANI et al., 2019).

Embora seja uma planta relativamente resistente a uma grande diversidade de pragas, a berinjela pode ter sua produção afetada por estas incidências. Dentre os insetos prejudiciais a cultura, existem 3 espécies de tripes (Thysanoptera: Thripidae) que são vinculadas: *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae), *T. tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae) e *Frankliniella schulzei* (REIS et al., 2007).

Os tripes possuem 1 a 2 mm de comprimento, com coloração nas tonalidades amarelo-claro a marrom, cabeça quadrangular e aparelho bucal do tipo raspador-sugador.

O indivíduo é áptero na forma jovem, enquanto que na forma adulta tem asas estreitas e franjadas. A preferência alimentar é por frutos em formação. Neste caso, o inseto fica alojado na região do cálice das flores (MICHEREFF FILHO; GUIMARÃES; LIZ, 2010).

A importância do controle dos tripes no cultivo de berinjela se deve principalmente a dois fatores principais: a) seus efeitos indiretos, uma vez que estes insetos são transmissores de viroses que podem causar grandes perdas na produção e b) seu efeito direto sobre o fruto, que causam cicatrizes decorrentes do processo de alimentação durante o processo de formação do fruto (REIS et al., 2007), além da diminuição geral da produção em decorrência do uso do grão de pólen na alimentação (KAKKAR; SEAL; JHA, 2017).

De modo geral, o controle de tripes consiste no uso de inseticidas. No entanto, o uso de produtos que sejam alternativos aos inseticidas ajuda a aumentar a proteção das plantas, uma vez que são menos agressivos aos inimigos naturais das pragas, tornando o ambiente mais limpo e sustentável.

Há em todo o mundo um movimento crescente entre os pesquisadores do campo agrônômico no estudo de produtos que atuem sobre a planta de modo que a torne mais resistente ao ataque de pragas. A resistência induzida, que consiste no aumento do nível de resistência da planta por meio da utilização de agentes externos (indutores), sem qualquer alteração do genoma da planta é uma das alternativas aos agrotóxicos que tem sido mais investigada (VILELA et al., 2014).

Dentre os elementos que tem sido apontado como indutor de resistência, o silício tem obtido grande destaque. Embora seja possível encontrar trabalhos relacionados a esse tema desde o ano de 1966 (LANNING, 1966), inúmeros trabalhos têm apontado que seu uso contribui positivamente com o aumento da resistência de algumas espécies vegetais a suportarem o ataque de pragas (SILVA et al., 2014).

O fato de o silício ter despertado a atenção da comunidade científica desde a década de 1960 permite avaliar que o escopo de seu campo de ação no que se refere a indução de resistência a pragas contemple uma grande variedade de ordens de insetos. A quantidade e complexidade dos mecanismos de indução de resistência às pragas promovida pelo silício já foi observada em Lepidoptera (VILELA et al., 2014; ANTUNES et al., 2010; NERI et al., 2009; GOUSSAIN et al., 2002), Hemiptera (PEIXOTO et al., 2011; CAMARGO et al., 2008; GOMES; MORAES; ASSIS, 2008; GOMES et al., 2005) e Thysanoptera (DOGRAMACI et al., 2013)

O modo como o silício tem sido associado a indução de resistência de plantas a insetos tem sido verificado de diferentes formas entre os pesquisadores, sendo este fato associado a capacidade da planta em acumular ou não este elemento e a disponibilidade de silício no solo. Absorvido de modo passivo juntamente com a água através do fluxo de massa, o silício é deslocado na planta através do xilema na forma de ácido monossilícico (H_4SiO_2), se polimerizando como sílica amorfa em diferentes regiões das plantas, sendo variados os tecidos aonde ficam alocados, estando este fato ligado a capacidade de acúmulo do vegetal, a idade da planta e sua transpiração (QUEIROZ et al., 2018).

Entre as plantas que apresentam teor de silício nas folhas acima de 1% (plantas acumuladoras de silício) a resistência a pragas se apresenta sob a forma de impedimento físico devido ao acúmulo de sílica amorfa em tecidos de suporte como caules, folhas, espinhos e tricomas, além de um maior acúmulo de compostos fenólicos e lignina no local da injúria (MEENA et al., 2014).

Em plantas não acumuladoras de silício (teor deste elemento presente na matéria-seca vegetal inferior a 0,5% mesmo em condições de alta disponibilidade deste nutriente) a sua deposição é distribuída uniformemente na planta, podendo a sílica hidratada ser depositada no lúmen e na parede celular, nos espaços intercelulares ou nas camadas externas, em raízes, folhas, raízes e inflorescências, enquanto que em plantas intermediárias (teor na matéria-seca entre 0,5 a 1% quando a concentração de silício no meio é alta) acumulam-se preferencialmente nas raízes (QUEIROZ et al., 2018).

Além da indução de resistência em vegetais a insetos por meio físico, Montes; Montes e Raga (2015) afirmam que o silício pode agir como elicitador do processo de resistência induzida, sendo esses agentes elicitadores capazes de induzir alguma resposta de defesa na planta, como modificações celulares, fisiológicas e morfológicas.

A oferta de silício as culturas tem sido feita na agricultura brasileira através da substituição a calagem, principalmente através de escórias e também por meio de produtos com aplicação foliar. Como fonte de silício, o silicato de cálcio ($CaSiO_3$) é a forma presente na maioria dos produtos comercializados (Barbosa Filho *et al.*, 2000). Entre os produtos comercializados têm-se o Rocksil[®], que age como fortalecedor natural e não tóxico para vegetais. Sua formulação em pó é composta por alumínio (20,56%), dióxido de silício (17,43%), enxofre (9,82%), óxido de cálcio (1,31%), óxido de magnésio (0,18%), trióxido de ferro (0,16%) e fósforo (0,10%) (PEDRO et al., 2011).

Um outro exemplo de produto comercial a base de silício é o Ergofito® é um composto organomineral fluido, que atua proporcionando uma rápida assimilação de nutrientes disponíveis, aumentando a produção de massa vegetal e a resistência da planta. Sua solubilidade é de 1,20 Kg/L e é constituído pelos seguintes nutrientes: boro (0,4%), cálcio (0,7%), carbono orgânico total (20%), cobre (0,15%), enxofre (0,55%), ferro (0,10%), magnésio (0,45%), manganês (0,1%), nitrogênio (8%), potássio (3%) e zinco (0,25%) (TECNOBIOL, 2005).

Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito do Ergofito, do Rocksil e de uso conjunto na indução de resistência da berinjela ao tripses.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Entomologia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), em Alegre – ES.

Inicialmente, adultos de *Trips* sp. foram coletados, em plantios comerciais de tomate. Após a coleta, esses adultos foram levados para o laboratório de Entomologia do CCA-UFES e mantidos sobre folhas de feijão de porco (*Canavalia ensiformis*).

As plantas desta espécie foram cultivadas em casa de vegetação com telado anti-afídeo a fim de evitar o aparecimento de outras espécies de artrópodes. As folhas de feijão de porco, contendo os tripses foram colocadas em vasilhames de plástico (15cm x 10cm x 5cm). A face superior desses vasilhames foi coberta com papel filtro e as laterais forradas com papel toalha e filtro para evitar o acúmulo de água dentro dos mesmos. A troca das folhas dentro dos vasilhames foi realizada quando estas perdiam a turgescência e qualidade nutricional. Para aumentar o período de qualidade dessas folhas, as mesmas tiveram seus pecíolos envoltos em chumaço de algodão umedecido com água.

Para a realização dos experimentos, plantas de berinjela (*S. melongena*) foram cultivadas em sacolas plásticas (16cm x 34cm) e, 15 dias após o transplantio para essas sacolas, iniciou-se a aplicação dos produtos Ergofito® e Rocksil®. As aplicações foram realizadas via foliar, com auxílio de um mini-pulverizador manual. As pulverizações com Ergofito® foram a base de 5,0 mL/litros de água, Rocksil® a 15,0 g/litros de água e na associação dos produtos, utilizou-se 5,0 mL/litros de água de Ergofito® mais 4,0g/ litro de água de Rocksil®. Como controle foi utilizado apenas água nas pulverizações das plantas. As aplicações de cada tratamento foram realizadas a cada cinco dias, onde foram inoculadas 10 ninfas de tripses por repetição, dois dias após 3ª, 6ª, 9ª, 12ª aplicação. A inoculação das ninfas foi na face abaxial das folhas das plantas de berinjela. Após a inoculação as plantas foram acondicionadas em gaiolas, protegidas da presença de fatores externos como vento, chuva e presença de indivíduos estranhos. Para manutenção dos tripses nas folhas, foi montada uma arena circular, constituída de um anel de borracha (diâmetro = 1 cm; 0,7854 cm²), que foi fixada a folha com cola de madeira e coberta por meio de uma prensa. A prensa constitui-se de dois palitos retangulares de madeira (15cm x 1cm), cada um com um disco de isopor fino na sua região central, pressionados por elásticos em suas extremidades. Um dos discos veda a parte inferior do anel (parte

que não estava em contato com a folha), e o outro, serviu de suporte, ficando acima da folha de berinjela e do anel. Os parâmetros avaliados foram os números de lesões e a mortalidade das ninfas através de um microscópio-estereoscópio, dez dias após a inoculação dos tripses.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com fatorial 4x4, sendo um fator a fonte de indução e o outro o número de aplicações. Foram realizadas 5 repetições por tratamento, sendo cada planta considerada uma repetição. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, através do Software SAEG 9.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

É possível observar que a mortalidade das ninfas de tripses foi maior nos tratamentos com Ergofito, Rocksil e Ergofito + Rocksil comparativamente ao controle (água). Sobre a mortalidade de ninfas e o número de aplicações, verificou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos testados (Tabela 1). Pelo exposto, observa-se que independente do produto aplicado, tanto o Ergofito como o Rocksil ou sua mistura foram capazes de induzir as plantas de berinjela a partir de 3 aplicações a algum tipo de resistência capaz de inviabilizar as folhas como fonte de alimento para o tripses através da redução da sua digestibilidade, ocasionando uma maior mortalidade destes insetos comparados ao controle (MONTES; MONTES; RAGA, 2015). O conhecimento de que as plantas são capazes de serem induzidas a resistência através da aplicação de produtos já é consolidado na literatura devido à grande variedade de trabalhos realizados (MARCHIORO et. al, 2019; PORTELA, 2018; ROLDI et al, 2015).

Tabela 1. Mortalidade (%) de *Thrips* sp. em folhas de berinjela tratadas com Ergofito e Rocksil isoladamente e combinados

Tratamentos				
Aplicações	Ergofito	Ergofito+Rocksil	Rocksil	Controle
3	72,00±5,83Aa	76,00±4,00Aa	86,00±4,00Aa	34,00±2,45Ba
6	82,00±3,75Aa	90,00±3,20Aa	92,00±3,75Aa	41,00±3,31Ba
9	86,00±5,10Aa	88,00±4,90Aa	88,00±3,75Aa	36,00±2,90Ba
12	86,00±5,19Aa	88,00±3,74Aa	90,00±3,17Aa	35,00±4,90Ba

Médias seguidas por uma mesma letra maiúscula nas linhas, e minúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

O tripses utiliza o seu aparelho bucal para a alimentação através do processo de raspagem (Souza et al., 2010), assim, supõe-se que o exsudado liberado pelas folhas de berinjela foram capazes de inibir a alimentação destes insetos causando a morte por inanição ou, uma vez ingeridos, inviabilizaram a ocorrência de processos metabólicos no organismo deste inseto, ocasionando a sua mortalidade. Considerando que os produtos testados possuem maneiras diferentes de promover a indução de resistência nas plantas, pode-se supor que o complexo nutricional solúvel presente no Ergofito e o

silício presente no Rocksil atuam sobre o metabolismo da planta de modo que a desqualifica como recurso nutricional para o inseto.

Plantas nutridas adequadamente, especialmente com o teor de nitrogênio equilibrado, tornam-se resistentes ao processo de despolimerização, o que contribui para que a constituição das células da planta mantenha as suas proteínas intactas, o que dificulta a formação de aminoácidos livres, que são a principal fonte e alimentação dos insetos. Neste quesito, portanto, o Ergofito pode ter sido capaz de proporcionar uma melhor nutrição das plantas de berinjela cultivadas em casa de vegetação, já que este produto atua proporcionando uma rápida assimilação de nutrientes disponíveis, aumentando a produção de massa vegetal, fato que pode tornar a planta resistente (CARVALHO et al., 2012).

Quanto ao Rocksil, supõem-se que através deste produto o silício manteve-se presente no lúmen celular da planta, agindo como elicitador no processo de indução de resistência das plantas de berinjela ao tripses. Atribui-se a habilidade elicitora do silício ao potencial de gerar diferentes tipos de moléculas capazes de gerar indução de defesa nas plantas, tais como taninos, lignina (NERI; GOMES; MORAES, 2009), enzimas, como β -1,3-glucanase (GUIMARÃES et al., 2010), peroxidases, polifenoloxidasas e fenilalanina amônia-liase relacionadas com a síntese de compostos fenólicos, bem como flavonoides e fitoalexinas (MATTEI, 2015). Desta forma, a ocorrência da alta mortalidade nesse tratamento pode estar relacionada à dificuldade de alimentação das ninfas, que não conseguiram raspar os alimentos provenientes de folhas de plantas que receberam as aplicações de Rocksil®.

Os menores números médios de lesões causadas pelas ninfas de tripses ocorreram nos tratamentos com Ergofito, Rocksil e Ergofito + Rocksil comparativamente ao controle, sendo também menores com 6, 9 e 12 aplicações dos respectivos produtos em contraponto ao número de 3 aplicações (Tabela 2). Considerando que as lesões analisadas são decorrentes da raspagem que o inseto faz sobre a superfície da folha, os resultados obtidos demonstram que o Ergofito, o Rocksil e sua associação conjunta inibem a alimentação do tripses após as 3 aplicações.

Tabela 2. Média de lesões por área avaliada nas folhas de berinjela tratadas com Ergofito e Rocksil.

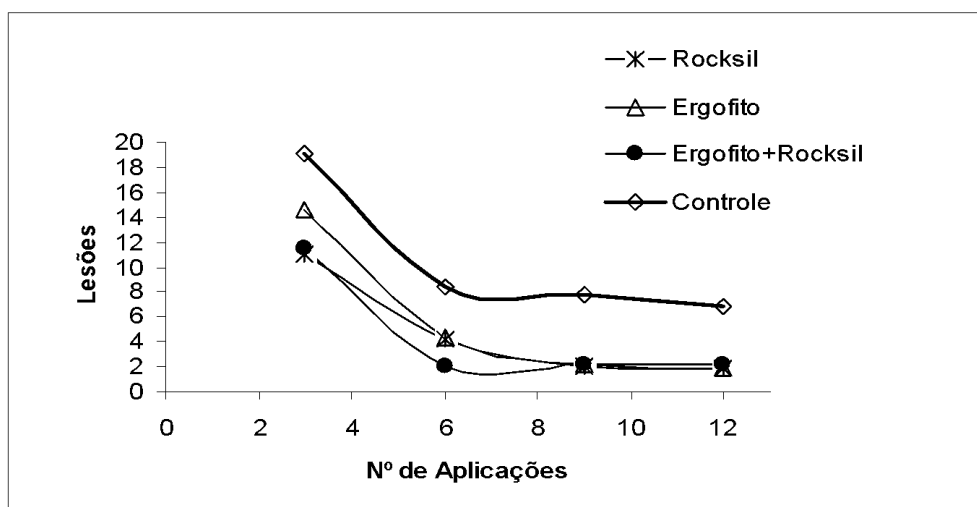
Tratamento				
Aplicações	Ergofito	Ergofito+Rocksil	Rocksil	Controle
3	14,60±1,72Aa	11,40±1,38Aa	11,00±1,87Aa	19,00±1,68Ba
6	4,40±0,51Ab	2,00±0,71Ab	4,20±0,37Ab	8,40±1,20Bb
9	2,20±0,37Ab	2,20±0,58Ab	2,00±0,32Ab	7,80±0,67Bb
12	1,80±1,32Ab	2,20±0,58Ab	1,80±0,37Ab	6,80±0,74Bb

Médias seguidas por uma mesma letra maiúscula nas linhas, e minúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Considerando a solubilidade dos elementos presentes nos produtos testados, vê-se que o fator absorção pela planta não foi o responsável em influenciar a velocidade da ação dos agentes elicitores na indução a resistência das plantas de berinjela ao ataque das ninfas de tripes, mas sim a metabolização destes elicitores. Neste sentido, Oliveira (2014) aponta que este fato exige uma realocação de energia por parte da planta, de modo que os mecanismos bioquímicos que governam a resistência induzida deslocam a energia destinada à produção de tecidos foliares para a produção de substâncias inibidoras ao ataque. Por sua vez, Paschoalati e Leite (1995) relatam que a proteção induzida é dependente do intervalo de tempo que ocorre entre o tratamento com o indutor e a subsequente inoculação da planta, não sendo suficiente apenas uma aplicação para atingir o nível de resistência desejado, pois este processo envolve a síntese e o acúmulo de substâncias que as conferem resistência à planta.

Os maiores números médios de lesões causadas pelas ninfas de tripes ocorreram no tratamento controle (água) comparativamente aos tratamentos com Ergofito, Rocksil e Ergofito + Rocksil. Este resultado já era esperado quanto a condição aonde foi pulverizado a água, uma vez que sob confinamento os insetos teriam como única fonte de alimento as folhas de berinjela e que, sem nenhum tipo de agente que inibisse esta alimentação, ela provavelmente seria maior. No entanto, quando analisado os resultados obtidos entre os produtos utilizados, vê-se que com 3 aplicações de Ergofito, Rocksil e Ergofito + Rocksil as plantas foram capazes de inibir ao ataque dos insetos quando comparado ao tratamento controle (água). Porém, as 3 aplicações comparativamente as demais indica que a quantidade ofertada de elicitores pode ser aumentada, sendo esta suficiência obtida a partir de 6 até o limite de 12 aplicações. Considerando o fato de que a berinjela é uma planta não acumuladora de silício (ABRANTES et al., 2015), e, portanto, o bloqueio físico a ação mecânica do inseto durante o processo de raspagem foi descartada, pode-se atribuir a produção de por meio da produção de metabólitos de baixo peso molecular, que incluem fitoalexinas e flavonoides, como um dos agentes desencadeadores do processo de resistência (Figura 1).

Figura 1: Número médio de lesões causadas por tripses em plantas de berinjela (*S. melongena*) tratadas com Ergofito e Rocksil.



CONCLUSÃO

O uso de elementos capazes de induzir as plantas a obterem respostas satisfatórias ao ataque de pragas pode ser considerado como de conhecimento consolidado, uma vez que são várias as demonstrações experimentais.

A aplicação foliar de Ergofito a 0,5%, Rocksil a 1,5% e associação de Ergofito a 0,5% com Rocksil a 0,4%, diluídos em água conferiu maior mortalidade e menor número de danos causados por *Trips* sp.

O uso dos produtos Ergofito, Rocksil e sua associação demonstraram potencial para o manejo de resistência da berinjela ao tripses em condições experimentais de confinamento.

A indução de resistência de plantas ao ataque de pragas colabora positivamente para a produção de alimentos saudáveis, proporcionando um meio ambiente ecologicamente equilibrado e ambientalmente sustentável.

REFERÊNCIAS

ABRANTES, E. G. DE.; ROCHA, J. L. A.; NOVAES, M. C. DE; PAIVA, K. F. DE.; SILVA, A. P. DA. Crescimento, acúmulo de nitrogênio e silício em berinjela sob adubação nitrogenada e silicatada. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO*, 35., 2015, Natal. Anais [...]. Natal: UFERSA, 2015. p. 1-4. Disponível em: <https://www.eventossilos.org.br/cbcs2015/arearestrita/arquivos/1726.pdf>. Acesso em: 11 maio 2021.

ANTUNES, C. S.; MORAES, J. C.; ANTÔNIO, A.; SILVA, V. F. da Influência da aplicação de silício na ocorrência de lagartas (Lepidoptera) e de seus inimigos naturais chaveiros em milho (*Zea mays* L.) e em girassol (*Helianthus annuus* L.). *Biscience Journal*, Uberlândia, v. 26, n. 4, p. 619-625, 2010.

- BARBOSA FILHO MP; SNYDER GH; PRABHU AS; DATNOFF LE; KORNDORFER GH. Importância do silício para a cultura do arroz: uma revisão de literatura. *Informações agronômicas*, Piracicaba, v.1, n. 89, p. 1-8, 2000. Disponível em: [http://www.ipni.net/PUBLICATION/IA-BRASIL.NSF/0/F9F352C957D7C9EA83257AA3006A3BCA/\\$FILE/Encarte%2089.pdf](http://www.ipni.net/PUBLICATION/IA-BRASIL.NSF/0/F9F352C957D7C9EA83257AA3006A3BCA/$FILE/Encarte%2089.pdf). Acesso em: 11 maio 2021.
- CAMARGO, J. M. M.; MORAES, J. C.; OLIVEIRA, E. B. de; IEDE, E. T. Resistência induzida ao pulgão-gigante-do-pinus (hemiptera: aphididae) em plantas de *Pinus taeda* adubadas com silício. *Bragantia*, Campinas, v. 67, n. 4, p. 927- 932, 2008.
- CARVALHO, M. M. S.; LINO, L. L. A. Avaliação dos fatores que caracterizam a berinjela (*Solanum melongena* L.) como um alimento funcional. *Nutrire*, São Paulo, v. 39, n. 1, p. 130-143, 2014.
- CARVALHO, N. L. Resistência genética induzida em plantas cultivadas. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, Santa Maria, v. 7, n. 7, p. 1379-1390, 2012.
- DOGRAMACI, M. ARTHURS, S. P.; CHEN, J.; OSBORNE, L.. Silicon applications have minimal effects on *Scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera: Thripidae) populations on pepper plant, *Capsicum annum* L. *Florida Entomologisty*, Gainesville, v. 96, n. 1, p. 48-54, 2013.
- GOMES, F. B., MORAES, J. C. de; SANTOS, C. D. dos; GOUSSAIN, M. M. Resistance induction in wheat plants by silicon and aphids. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 62, n. 6, p. 547-551, 2005.
- GOMES, F. B.; MORAES, J. C.; ASSIS, G. A. Silício e imidacloprid na colonização de plantas por *Myzus persicae* e no desenvolvimento vegetativo de batata inglesa. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 38, n. 5, p. 1209 - 1213, 2008.
- GUIMARÃES, L. M. P.; PEDROSA, E. M. R.; COELHO, R. S. B.; COUTO, E. F.; MARANHÃO, S. R. V. L.; CHAVES, A. Efficiency and enzymatic activity elicited by methyl jasmonate and potassium silicate on sugarcane under *Meloidogyne incognita* parasitism. *Summa Phytopathologica*, Campinas, v. 36, n.1, p.11-15, 2010.
- KAKKAR, G.; SEAL, D. S.; JHA, V. K. Common blossom thrips, *Frankliniella schultzei* Trybom (Insecta: Thysanoptera: Thripidae). *UF/IFAS Extension*, Gainesville, v.1, n.1, p. 1-5, 2014. Disponível em: <https://edis.ifas.ufl.edu/pdf%5CIN%5CIN86000.pdf>. Acesso em: 12 maio 2021.
- LANNING, F. C. Relation of Silicon in Wheat to Disease and Pest Resistance. *Journal of Agriculture and Food Chemical*, Washington, v. 14, n. 4, p. 350- 352, 1966.
- MANTOVANI, L.; JACYNTHO, I. J.; GROSSI, S. de F. Viabilidade econômica do cultivo de berinjela. *Revista Interface Tecnológica*, Taquaritinga, v. 16, n. 2, p. 193-202, 2019.
- MARCHIORO, S. T.; POMARI, A. F.; FERNANDES, A. C. P. P.; SEBEN, M. F. Mortalidade e Canibalismo de *Spodoptera frugiperda* em Milho Tratado com Silício. *Revista Cadernos de Agroecologia*, Foz do Iguaçu, v. 14, n. 1, p. 12-16, 2019.
- MATTEI, Danielle. Fontes de silício para o controle de *Meloidogyne javanica* em diferentes espécies

vegetais. 2015. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2015.

MEENA, M. K.; RAMPAL, D.; BARMAN, D.; MEDHI, R. P. Biology and seasonal abundance of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*, on orchids and rose. *Phytoparasitica*, New York, n. 41, p. 597-609, 2013.

MICHEREFF FILHO, M.; GUIMARAES, J. A.; LIZ, R. S. de. Pragas da melancia e seu controle. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2010.

MONTES, R. M.; MONTES, S. M. N. M.; RAGA, A. O uso do silício no manejo de pragas. São Paulo: Instituto Biológico, 2015.

NERI, D. K. P.; GOMES, F. B.; MORAES, J. C.; GÓES, G. B. de; MARROCOS, S. de T. P. Influência do silício na suscetibilidade de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) ao inseticida lufenuron e no desenvolvimento de plantas de milho. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 39, n. 6, p. 1633-1638, 2009.

OLIVEIRA, Carlos Magno Ramos. Relações entre fertilidade do solo, nutrição mineral do tomateiro (*Solanum lycopersicum*) e seu efeito sobre a mosca-minadora *Liriomyza sativae* (Blanchard, 1938) (Diptera: Afromyzidae). 2014. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2014.

PASCHOLATI, S. F.; LEITE, B. Hospedeiro: mecanismo de resistência. *In*: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (eds.). Manual de fitopatologia – princípios e conceitos. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. p.417-454.

PEDRO, E. DOS S.; GONÇALVES, R. M.; MEIRELLES, W. F.; PACCOLA-MEIRELLES, L. D. Produtos de diferentes grupos químicos no controle da mancha branca do milho. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, n.1, v. 33, p. 2981-2984, 2012.

PORTELA, Gilson Lages Fortes. Indutores de resistência ao pulgão *Aphis craccivora* Koch, 1854 em feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp e fava. 2018. Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2018.

QUEIROZ, D. L. De.; CAMARGO, J. M. M.; DEDECEK, R. A.; OLIVEIRA, E. B. DE; ZANOL, K. M.; MELIDO, R. C. N. Absorção e translocação de silício em mudas de *Eucalyptus camaldulensis*. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 632-640, 2018.

REIS, A.; LOPES, C. A.; MORETTI, C. L.; RIBEIRO, C. S. da COSTA; CARVALHO, C. M. M.; FRANÇA, F. H. BÔAS, G. L. V.; HENZ, G. P.; SILVA, H. R. da; BIANCHETTI, L. de B.; VILELA, N. J.; MAKISHIMA, N.; FREITAS, R. A, de; SOUZA, R. B. de; CARVALHO, S. I. C. de; BRUNE, S.; MARQUELLI, W. A.; NASCIMENTO, W. M.; PEREIRA, W.; MELO, W. F. de. Berinjela (*Solanum melongena* L.). Brasília: Embrapa Hortaliças, 2007.

ROLDI, M.; DIAS-ARIEIRA, C. R.; DORIGO, O. F.; SILVA, A. S.; MACHADO, A. C. Z. Controle de *Meloidogyne paranaensis* em cafeeiro mediado pela aplicação de silício. *In*: SIMPÓSIO DE PESQUISA

DOSCAFÉS DO BRASIL, 9., 2015, Curitiba. Anais [...]. Curitiba: Consórcio Pesquisa Café, 2015. p. 1-4. Disponível em: <http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/4189#:~:text=Constatou%2Dse%20que%2C%20120%20dias,nematoides%20por%20grama%20de%20ra%C3%ADzes..> Acesso em: 12 maio 2021.

SILVA, A. A.; ALVARENGA, R.; MORAES, J. C.; ALCANTRA, E. Biologia de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em algodoeiro de fibra colorida tratado com silício. Entomobrasilis, Vassouras, v. 7, n. 1, p. 65-68, 2014.

SOUZA, C. R.; RODRIGUES, D. M.; SARMENTO, R. A.; BARROS, E.C.; SANTOS, L. B.; NASCIMENTO I. R. Ocorrência de inimigos naturais de insetos-praga em cultivo de melancia. Horticultura Brasileira, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 733-736, 2010.

TECNOBIOL S/A. Fertilizantes do Brasil. Serra: Tecnobiol, 2005.

VILELA, M.; MORAES, J. C. de; ALVES, E.; SANTOS-CIVIDANES, T. M. Induced resistance to *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) via silicon application in sugarcane. Revista Colombiana de Entomologia, Bogotá, v. 40, n. 1, p. 44-48, 2014.

IMPORTÂNCIA DO ENCAPSULAMENTO DE ÓLEOS COMO BIOINSETICIDAS NO MANEJO DE PRAGAS DE OLERÍCOLAS

Aixelhe Pacheco Damascena¹;

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alegre, Espírito Santo.

<https://orcid.org/0000-0003-1374-5119>

Dirceu Pratisoli²;

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alegre, Espírito Santo.

<http://lattes.cnpq.br/4015405807686646>

Luiza Akemi Gonçalves Tamashiro³;

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alegre, Espírito Santo.

<http://lattes.cnpq.br/9884791626282822>

Luis Moreira de Araujo Junior⁴;

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alegre, Espírito Santo.

<http://lattes.cnpq.br/1398623308889710>

Isac da Cruz Louzada⁵;

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alegre, Espírito Santo.

<http://lattes.cnpq.br/0219204682252726>

Marcelly Ramos Santos⁶;

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alegre, Espírito Santo.

<http://lattes.cnpq.br/6184511979766130>

Diná Vimercati Oliveira⁷;

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alegre, Espírito Santo.

<http://lattes.cnpq.br/9023160462858800>

Heitor Miranda Horst⁸;

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alegre, Espírito Santo.

<http://lattes.cnpq.br/0145003333827629>

Isabela Faria Corrêa⁹;

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alegre, Espírito Santo.

<http://lattes.cnpq.br/4733740242939353>

Jessica Terra Soares¹⁰;

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alegre, Espírito Santo.

<http://lattes.cnpq.br/3043691438309788>

Aurélio Martins Costa¹¹;

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alegre, Espírito Santo.

<http://lattes.cnpq.br/2155060458456586>

Carlos Magno Ramos Oliveira¹².

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alegre, Espírito Santo.

<http://lattes.cnpq.br/5852167287067918>

RESUMO: A olericultura é uma excelente opção para agricultura familiar. No entanto, o cultivo de olerícolas tem passado por dificuldades como déficit hídrico, escassez de mão-de-obra e alta incidência de pragas nos cultivos. Com isto, diferentes métodos de controle destes insetos-pragas tem sido estudados para ampliar as opções de manejo. Grande parte do controle destas pragas é realizado por inseticidas sintéticos, porém existem poucos produtos registrados para as culturas e tem apresentado baixa eficiência. Sendo assim, é de grande importância o estudo de alternativas que reduzam o uso de agrotóxicos no manejo de pragas. A aplicabilidade de óleos essenciais tem se destacado no controle de insetos praga, devido suas propriedades toxicológicas contra diferentes artrópodes da ordem Coleoptera, Lepidoptera, Hemiptera, Díptera e Orthoptera, Porém, os óleos podem ser compostos voláteis, sensíveis à luz, calor e oxigênio. Uma forma de prolongar a eficiência dos óleos, seria a utilização de emulsificantes e agentes encapsulantes na formulação de produtos à base de óleos, com o propósito de aumentar a viabilidade por meio da estabilização da solução, tornando-a homogênea e protegendo as moléculas das intempéries ambientais, prolongando a eficiência do produto no campo e/ou casa de vegetação. Desta forma, o objetivo do trabalho é apresentar a importância do encapsulamento de óleos como bioinseticidas no manejo de pragas de olerícolas.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade. Produção integrada. Manejo integrado de pragas.

IMPORTANCE OF ENCAPSULATION OF OILS AS BIOINSECTICIDES IN THE OLERIC PEST MANAGEMENT

ABSTRACT: Olive growing is an excellent option for family farming. However, the cultivation of vegetables has experienced difficulties such as water deficit, labor shortages and high incidence of pests in crops. With this, different methods of controlling these insect pests have been studied to expand management options. Much of the control of these pests is carried out by synthetic insecticides, however there are few products registered for the crops and have shown low efficiency. Therefore, it is of great importance to study alternatives that reduce the use of pesticides in pest management. The applicability of essential oils has stood out in the control of insect pests, due to their toxicological properties against different arthropods of the order Coleoptera, Lepidoptera, Hemiptera, Díptera and Orthoptera. However, oils can be volatile compounds, sensitive to light, heat and oxygen. One way to prolong the efficiency of oils, would be the use of emulsifiers and encapsulating agents in the formulation of oil-based products, with the purpose of increasing viability by stabilizing the solution, making it homogeneous and protecting the molecules from the weather. environmental factors, prolonging the efficiency of the product in the field and / or greenhouse. Thus, the objective of the work is to present the importance of encapsulating oils as bioinsecticides in the management of vegetable pests.

KEY-WORDS: Sustainability. Integrated production. Integrated pest management.

INTRODUÇÃO

A olericultura é uma excelente opção para agricultura familiar, gerando desenvolvimento social e econômico. Possui características peculiares que a diferencia de outros cultivos. De forma geral, são culturas de ciclo curto e os produtos são vendidos semanalmente, gerando renda aos agricultores ao longo de todo o ano. Pode ser desenvolvida em pequenas áreas e permite a produção integrada de culturas, principalmente quando se utiliza a base agroecológica. Agricultores familiares possuem a capacidade de produzir alimentos mais saudáveis, zelando pela qualidade de vida e proporcionando agricultura sustentável (VILELA; HENZ, 2000).

No entanto, o cultivo de olerícolas tem passado por dificuldades, principalmente devido a incidência de pragas. Com isto, diferentes métodos de controle destes insetos-pragas tem sido estudados para ampliar as opções de manejo e também devido a carência de produtos químicos registrados e eficientes.

A aplicabilidade de óleos essenciais tem se destacado no controle de insetos praga, devido suas propriedades toxicológicas contra diferentes artrópodes da ordem Coleoptera, Lepidoptera, Hemiptera, Díptera e Orthoptera, pois apresentam múltiplos modos de ação (YANG et al, 2017; GHABBARI et al., 2018; SOUZA; VIEIRA; NEVES, 2019). Os inseticidas botânicos têm a vantagem de reduzir o risco de resistência cruzada pela complexa estrutura química dos constituintes,

diminuindo assim a pressão de seleção de insetos resistentes aos agrotóxicos. Além disso, degradam-se rapidamente, causando menos danos à saúde humana e ao meio ambiente (ZACHARIA, 2011). Os emulsificantes, os quais são aditivos de grande importância nas indústrias alimentícias, têm se destacado nas técnicas de encapsulamento, tornando a solução homogênea. O encapsulamento tem o propósito de aumentar a viabilidade dos óleos por meio da estabilização da solução e protegendo as moléculas das intempéries ambientais, o que pode prolongar o seu efeito em condições de campo e/ou casa de vegetação (AGUIAR, 2017; AZEVEDO et al., 2018). A nanotecnologia com enfoque na síntese verde tem proporcionado o desenvolvimento de produtos eficazes, de baixa toxicidade e baixo custo, baseado no encapsulamento de óleos de várias espécies e partes de plantas (SOUZA; VIEIRA; NEVES, 2019; CORREA et al., 2019). Todavia, são poucos os estudos que avaliam a eficiência de emulsificantes e de agentes encapsulantes como estabilizadores de bioinseticidas, uma vez que a aplicação da nanotecnologia no controle de pragas agrícolas é muito incipiente, constituindo-se em um vasto campo a ser explorado (NEVES, 2008; AROUCHE, 2020).

Sendo assim, avaliar a eficiência de óleos, bem como de técnicas no encapsulamento, visando o desenvolvimento de bioinseticidas no manejo de pragas agrícolas é imprescindível.

IMPORTÂNCIA DA OLERICULTURA

O agronegócio tem grande importância na economia brasileira, com atividades que geram riquezas, representando-se economicamente viável para muitas culturas, com destaque na cafeicultura, fruticultura, silvicultura e olericultura. A olericultura destaca-se pela elevada produtividade, dos mais variados produtos. São estes: tomate, chuchu, inhame, repolho e outras brássicas. (SILVA, 2012; CNA, 2020)

A olericultura é uma atividade de grande importância para a agricultura familiar. É uma atividade de subsistência para as famílias produtoras ou comercializadas de acordo com o excedente agrícola (SILVA, 2017). As hortaliças podem enriquecer e/ou complementar a renda dos agricultores, possibilitando rápido retorno econômico, dando suporte a outras explorações com retorno de médio a longo prazo (AMARO, 2007).

Na olericultura, um dos pontos a serem fortalecidos é a competitividade de forma sustentável, com tecnologias inovadoras a serem empregadas, principalmente para agricultura familiar, a qual representa um modelo de agronegócio de pequena escala e de alto valor. Porém, alguns quesitos devem ser inseridos para agregar a definição de sustentabilidade. A preservação dos recursos naturais e da produtividade agrícola; geração de mínimos impactos ao meio ambiente; retornos adequados aos produtores; otimização da produção das culturas com o mínimo de *inputs* químicos; e satisfação das necessidades humanas de alimentos e renda (EHLERS, 1994).

Entretanto, assim como nos outros ramos da horticultura, as plantas olerícolas são acometidas pela incidência e danos ocasionados por pragas, favorecendo a utilização de produtos químicos no manejo. Alternativas para a redução do uso de agrotóxicos no controle de pragas podem ser colocados

em prática por meio do estudo para desenvolvimento de sistemas de manejo de pragas olerícolas voltados à agricultura familiar sustentável. Portanto, os óleos se apresentam como uma ferramenta a ser considerada no manejo. Com a implantação dessas técnicas, a olericultura no agronegócio estará incorporando a inovação e a sustentabilidade em seu cenário na agricultura familiar, tornando o agronegócio mais competitivo, diversificado e sustentável (PEDEAG 3, 2016).

ÓLEOS NO MANEJO DE PRAGAS

As plantas são capazes de produzir substâncias defensivas contra o ataque de pragas, que são chamados de metabólitos secundários. Dentre os metabólitos secundários, os óleos essenciais, são misturas complexas de diferentes classes de substâncias, principalmente terpenóides e fenilpropanóides, com propriedades inseticidas como repelência, inibidor de crescimento e toxicidade (ELUMALAI et al., 2010; JIANG et al., 2012; KUMAR et al., 2011; OOTANI et al., 2013).

A utilização de óleos como inseticidas tem conquistado o mercado e os produtores, devido à crescente demanda pelos consumidores por produtos isentos de produtos químicos (ISMAN; MIRESMAILLI, 2011). O uso de inseticidas botânicos é considerado como uma prática de menor impacto ambiental, garantindo maior segurança a saúde do homem (AKHTAR et al., 2012; AMRI et al., 2014). Os óleos se apresentam como alternativa no controle de pragas, afetando o desenvolvimento e a sobrevivência de insetos (MIRESMAILLI; ISMAN, 2014).

Além disso, um dos grandes problemas dos inseticidas químicos é a resistência das pragas a esses produtos, pelo uso indiscriminado. Portanto, os múltiplos sítios de ação de inseticidas botânicos, reduzem os riscos de resistência cruzada, além de apresentarem baixa persistência no ambiente, reduzindo a toxicidade a organismos não alvos (ISMAN; MIRESMAILL, 2011; MIRESMAILL; ISMAN, 2014).

Entretanto, os óleos essenciais podem ser compostos voláteis e odoríferos, além de serem sensíveis à luz, calor e oxigênio (SOUZA et al., 2016). Os óleos fixos, não evaporam ou volatilizam completamente, porém se mantidos em contato com o ar, podem permanecer fluidos (COSTA et al., 2015). Estudos que avaliem a persistência dos óleos extraídos de plantas em campo, são escassos e necessários. Porém, sabe-se que tais óleos são degradados rapidamente em função do tipo de óleo utilizado (essencial ou fixo), a volatilidade e toxicidade dos mesmos (ISMAN, 2006; COITINHO et al., 2010). Muitos estudos, relatam baixa permanência dos óleos em campo e um período residual de 24 horas (COITINHO et al., 2010).

Sendo assim, estudos que avaliem a persistência dos óleos e alternativas para prolongar a eficiência dos mesmos em campo são necessários, a fim de melhorar as formulações compostas por óleos. Emulsões e encapsulamento são alternativas para aumentarem a eficiência e persistência dos óleos em campo. Portanto, métodos de preparo de emulsões e encapsulamento, devem ser estudados.

EMULSÕES

Emulsões são consideradas dispersões, constituídas por um líquido disperso (pequenas gotículas) em outro líquido, sendo ambos imiscíveis. Geralmente, as emulsões são compostas por água e um óleo. O líquido dispersante é chamado de fase externa ou contínua, e o disperso, chamado de fase interna ou descontínua (ANSEL et al., 2007).

O preparo de emulsões, tem como objetivo promover encapsulamento de sólidos ou líquidos em matrizes poliméricas, proporcionando liberação do conteúdo de forma contínua e prolongada, aumentando o tempo de atividade dos fitoquímicos e reduzindo a volatilidade (CUNHA-FILHO; SÁ-BARRETO, 2007; ISMAN et al., 2013; MARTINS et al., 2014)). As emulsões também possuem finalidade promover a melhoria da aparência e propriedade de uma formulação, melhorar a especificidade, potencializar a ação dos fitoquímicos e minimizar os impactos residuais (SANTOS et al., 2003). Aplicando uma emulsão, tem-se um maior espalhamento, maior penetração e maior molhabilidade, justificando sua utilização na formulação de um inseticida biológico (WANG et al., 2007).

Grande parte dos óleos extraídos de partes de plantas são insolúveis em água ou pouco solúveis. Portanto, o preparo de emulsões inseticidas é uma alternativa viável diante dos benefícios proporcionados (LIM et al., 2013). Sendo assim, o desenvolvimento de inseticidas a base de óleos utilizando emulsões, pode ser uma excelente alternativa no manejo de pragas agrícolas, melhorando a eficiência do produto em campo e reduzindo os impactos ambientais e impactos na saúde humana.

ENCAPSULAMENTO

Uma das tecnologias promissoras na utilização de óleos é a microencapsulação de agentes ativos. Essa tecnologia consiste em envolver o núcleo ou agente ativo por uma membrana, geralmente polimérica, isolando o material encapsulado e protegendo-o do meio. O material encapsulado é chamado de núcleo e o encapsulante denominado material de revestimento (GONÇALVES et al., 2016). Microencapsulamento é definido como sistemas esféricos e poliméricos com tamanhos variados (1 a 5.000 μm), que podem apresentar estruturas e morfologias distintas (KURIOKASE et al., 2015).

O encapsulamento tem diversos objetivos e finalidades. Porém, sua maior aplicação está relacionado com a liberação gradativa de um agente ativo, por um período de tempo determinado. Essa tecnologia tem se mostrado promissora nas indústrias alimentícias, cosméticas e farmacêuticas (YANG et al., 2015). Existem diversas técnicas a serem utilizadas na produção de microcápsulas. A seleção deve ser tomada com base na forma de aplicação, tamanho das cápsulas, propriedades dos matérias (revestimento e núcleo) e o mecanismo de liberação (MADENE et al., 2006; KURIOKASE et al., 2015).

A principal técnica utilizada é a coacervação (separação de fases), que consiste na separação do material de revestimento, recobrando o núcleo disperso no meio (DONG et al., 2011). Diversos materiais podem ser utilizados para formação de microcápsula, como proteínas e polissacarídeos. Goma arábica e gelatina se destacam, devido sua capacidade de formação de película e pela elevada solubilidade em água (MADENE et al., 2006).

Os materiais a serem encapsulados podem ser os mais diversos. Princípios ativos como corantes, fármacos, fragrâncias, pesticidas e óleos essenciais, são os mais utilizados (SILVA et al., 2003). Além disso, os óleos essenciais vem ganhando destaque nos últimos anos, devido as muitas propriedades. Possuem propriedades antioxidantes, hidratantes, anti-inflamatórias, além do potencial de utilização na área agrícola (WANG, 2015; GHÉDIRA; GOETZ, 2016).

O núcleo encapsulado, possui melhorias no processo de liberação em comparação aos tradicionais utilizados. A substância utilizada como núcleo, pode ser liberada de forma gradual ao longo dos dias (ZANETTI; TOME, 2005). Entretanto, mecanismos como variação do pH, temperatura, pressão, difusão do núcleo através da parede polimérica, biodegradação, ruptura mecânica, gradiente de concentração presente e permeabilidade seletiva, influenciam na liberação (MADENE et al., 2006; KURIOKASE et al., 2015).

Além da liberação gradual do núcleo, o encapsulamento possui outras vantagens, pois permite a formação de barreiras, diminuindo o contato do núcleo com o meio externo, protegendo-o da luz e umidade, além de aumentar a estabilidade do agente ativo (JYOTHI et al., 2010).

O material de revestimento deve ser escolhido com base nas características físicas e químicas do material de núcleo, o método que será empregado e a aplicação das microcápsulas (KURIOKASE et al., 2015). É imprescindível que o material de revestimento não tenha reação com o material de núcleo. O encapsulante deverá manter o núcleo no interior da microcápsula e fornecer proteção, além de ser viável economicamente. Os materiais que podem ser usados como revestimento de microcápsulas são muitos. Dentro de Polissacarídeos, destacam-se: Goma arábica, alginatos, carragenana, quitosana e pectinas; como proteína, destacam-se: glúten, gelatina, caseína e albumina, e dentro de polímeros sintéticos destaca-se o poli (álcool vinílico) (SILVA et al., 2014).

Métodos de obtenção de microcápsulas

Existem diversas técnicas para a formação de microcápsulas. A escolha do método depende de três fatores. Dentre estas: as propriedades químicas e físicas dos materiais utilizados, tamanho e morfologia desejado de microcápsulas e a aplicação na qual será submetida (KURIOKASE et al., 2015; AZEREDO, 2005; MADENE et al., 2006).

Em geral, dentre os métodos físicos para encapsulação destacam-se *Spray-Drying*, extrusão e liofilização, e dentre os químicos a coacervação simples, coacervação complexa e polimerização *in situ*. Um método muito utilizado é o *Spray-Drying* que foi desenvolvido na década de 1930. Baseia-se na pulverização de uma dispersão que contém o núcleo a ser encapsulado, dissolvido em um

material para ser o agente encapsulante. Por meio de uma corrente de ar quente, ocorre a evaporação do solvente, formando as microcápsulas. Essa metodologia é muito utilizada na produção industrial, por ser de baixo custo (KURIOKASE et al., 2015).

Mecanismos de liberação em microcápsulas

A liberação do núcleo de grande importância no processo de microencapsulação, libera o material encapsulado no lugar desejado, aumenta sua vida útil, reduz sua toxicidade e protege o núcleo do meio externo (GONÇALVES et al., 2016). Segundo Dubey et al., 2009, a liberação por ruptura mecânica ocorre por meio da pressão externa. Na liberação por difusão, a parede da cápsula atua como membrana semipermeável e a taxa de liberação relacionada com as propriedades do núcleo e da parede. Na liberação por variação do pH a porosidade e solubilidade parede é modificada de acordo com alteração do pH do meio. Por fim, na liberação por variação da temperatura, o núcleo é liberado a partir da variação da temperatura, a qual resulta em mudanças no estado físico da cápsula, liberando-a.

A aplicação de encapsulamento no controle de pragas agrícolas é recente, constituindo-se em um vasto campo a ser estudado. De acordo com Goertz (2000), a encapsulação de produtos a serem utilizados como defensivos apresentam vantagens em relação aos demais produtos, por serem mais seguros para o ambiente, pois libera o ingrediente ativo gradativamente. Além disso, é mais seguro ao aplicador e trabalhador, visto que sua exposição ao produto é minimizado. Portanto, estudos que avaliem a eficiência do encapsulamento de óleos devem ser realizados, visando aumentar a eficiência do produto em campo e reduzindo os impactos ambientais.

CONCLUSÃO

A utilização de óleos é eficiente no manejo de diversos insetos-pragas. Porém, diante da sensibilidade dos óleos à luz, calor e oxigênio, a utilização de emulsificantes e agentes encapsulantes na formulação de produtos à base de óleos, pode prolongar sua eficiência no campo e/ou casa de vegetação.

DECLARAÇÃO DE INTERESSES

Nós, autores deste artigo, declaramos que não possuímos conflitos de interesses de ordem financeira, comercial, político, acadêmico e pessoal.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, M. C. S. Encapsulamento de compostos orgânicos voláteis em matrizes biopoliméricas para o controle de insetos pragas. 2017. 172 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2017.
- AKHTAR, Y.; PAGES, E.; STEVENS, A.; BRADBURY, R.; DA CAMARA, C. A. G.; ISMAN, M. B. Effect of chemical complexity of essential oils on feeding deterrence in larvae of the cabbage looper. *Physiological Entomology*, v. 37, n. 1, p. 81-89. 2012.
- AMARO, G. B.; da SILVA, D. M.; Marinho, A. G.; Nascimento, W. M. Recomendações técnicas para o cultivo de hortaliças em agricultura familiar. Embrapa Hortaliças-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2007.
- AMRI, I.; HAMROUNI, L.; HANANA, M.; JAMOSSI, B.; LEBDI, K. Essential oils as biological alternatives to protect date palm (*Phoenix dactylifera* L.) against *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). *Chilean Journal of Agricultural Research*, v. 74, n. 3, p. 273-279, 2014.
- ANSEL, H. C.; ALLEN, L. V.; POPOVICH, N. G. Formas farmacêuticas e sistemas de liberação de fármacos. 8. ed. São Paulo: Artmed, 2007. 775p.
- AROUCHE, J. D. S. (2020). Desenvolvimento de uma formulação com potencial biocida baseada no encapsulamento do óleo essencial da *Piper callosum*: avaliação da estabilidade a 25° C e 35° C utilizando diferentes conservantes. 2020. 61 f. Dissertação (Mestrado em em Ciência e Engenharia de Materiais) - Faculdade de Tecnologia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2020.
- AZEREDO H. M. C. Encapsulação: aplicação à tecnologia de alimentos. Embrapa, v. 16, n. 1, p. 89-97, 2005.
- AZEVEDO, S. G.; MAR, J. M.; SILVA, L. S.; FRANÇA, L. P.; MACHADO, M. B.; TADEI, W. P.; BEZERRA, J. A.; SANTOS, A. L.; SANCHES, E. A. Bioactivity of *Licaria puchury*-major essential oil against *Aedes aegypti*, *Tetranychus urticae* and *Cerataphis lataniae*. *Records of Natural Products*, v. 12, n. 3, p. 229 – 238, 2018.
- CNA. Panorama do Agro. 2020. Disponível em: <<https://www.cnabrazil.org.br/cna/panorama-do-agro>>. Acesso em: 19 maio 2021.
- COITINHO, R. L. B. C. de OLIVEIRA, J. V. D.; GONDIM JÚNIOR, M. G. C.; CÂMARA, C. A. G. D. Persistência de óleos essenciais em milho armazenado, submetido à infestação de gorgulho do milho. *Ciência Rural*, v. 40, n. 7, p. 1492-1496, 2010.
- COSTA, C. L. da; de REZENDE FRANÇA, E. T.; SANTOS, D. S.; COSTA, M. C. P.; BARBOSA, M. D. C. L.; NASCIMENTO, M. D. D. Caracterização físico-química de óleos fixos artesanais do coco babaçu (*Orbignya phalerata*) de regiões ecológicas do estado do Maranhão, Brasil. *Pesquisa em foco*, v. 20, n. 1, p. 27-38, 2015.
- CORREA, M. S.; SCHWAMBACH, J.; MANN, M. B.; FRAZZON, J.; FRAZZON, A. P. G.

Antimicrobial and antibiofilm activity of the essential oil from dried leaves of *Eucalyptus staigeriana*. Arquivos do Instituto Biológico, v. 86, n. 1, p. 1-8, 2019.

CUNHA-FILHO, M. S. S.; SÁ-BARRETO, L. C. L. Utilização de ciclodextrinas na formação de complexos de inclusão de interesse farmacêutico. Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada, v. 28, n. 1, p. 1-9, 2007.

DONG, Z.; MA, Y.; HAYAT, K.; JIA, C.; JIA, C.; XIA, S.; ZHANG, X. Morphology and release profile of microcapsules encapsulating peppermint oil by complex coacervation. Journal of Food Engineering, v. 104, n. 3, p. 455-460, 2011.

DUBEY R.; SHAMI, T. C.; BHASKER R. A. O. K. Microencapsulation technology and applications. Defence Science Journal, v. 59, n. 1, p. 82-95, 2009.

EHLERS, E. M. O que se entende por agricultura sustentável? São Paulo: USP, 161f. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

ELUMALAI, K.; KRISHNAPPA. K.; ANANDAN, A.; GOVINDARAJAN, M.; MATHIVANAN, T. Larvicidal and ovicidal activity of seven essential oil against lepidopteran pest *S. litura* (Lepidoptera: Noctuidae). International Journal of Recent Scientific Research, v. 1, n. 1, p. 08-14, 2010.

GHABBARI, M.; GUARINO, S.; CALECA, V.; SAIANO, F.; SINACORI, M.; BASER, N.; MADIOUNI, J.; VERDE, G. Behavior-modifying and insecticidal effects of plant extracts on adults of *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera Tephritidae). Journal of Pest Science, v. 91, p. 907–917, 2018.

GHÉDIRA, K.; GOETZ P. *Calendula officinalis* L. (Asteraceae): souci. Phytothérapie, v. 14, n. 1, p. 62-67, 2016.

GOERTZ, H. M. Controlled release technology, agricultura. In: Kirk-Othomer (Ed.) Encyclopedia of Chemical Technology, 4^o Edição. Hoth Wiley & Sons, Inc, pp. 251- 274. 2000.

GONÇALVES, A.; ESTEVINHO, B. N.; ROCHA, F. Microencapsulation of vitamin A: A review. Trends in Food Science & Technology, v. 51, n. 1, p. 76-87, 2016.

ISMAN, M. B. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. Annual Review of Entomology, v. 51, n. 1, p. 45-66, 2006.

ISMAN, M. B. Plant essential oils for pest and disease management. Crop Protection, v. 19, n. 1, p. 603- 608, 2013.

ISMAN, M. B.; MIRESMILLI, S. Commercial opportunities for pesticides based on plant essential oils in agriculture, industry and consumer products. Phytochemistry Reviews, v. 10, n. 2, p. 197-204, 2011.

JIANG, Z. L.; AKHTAR, Y.; ZHANG, X.; BRADBURY, R.; ISMAN, M. B. Insecticidal and feeding deterrent activities of essential oils in the cabbage looper, *Trichoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae).

Journal of Applied Entomology, v. 136, n. 1, p. 191-202, 2012.

JYOTHI, N. Venkata Naga et al. Microencapsulation techniques, factors influencing encapsulation efficiency. Journal of microencapsulation, v. 27, n. 3, p. 187-197, 2010.

KUMAR, P.; MISHRA, S.; MALIK, A.; SATYA, S. Efficacy of *Mentha piperita* and *Mentha citrata* essential oils against housefly, *Musca domestica* L. Industrial Crops and Products, v. 39, n. 1, p. 106-112, 2012.

KURIOKASE, A. B.; SATHIREDDY, P.; PRIYA, S. P. A Review on Microcapsules. Global Journal of Pharmacology, v. 9, n. 1, p. 28-39, 2015.

LIM. C. J.; BASRI, M.; OMAR, D.; ABDUL RAHMAN, M. B.; SALLEH, A. B.; RAJA ABDUL RAHMAN, R. N. Z. Green nanoemulsion-laden glyphosate isopropylamine formulation in suppressing creeping foxglove (*A. gangetica*), slender button weed (*D. ocimifolia*) and buffalo grass (*P. conjugatum*). Pest Management Science, v. 69, n. 1, p. 10-11, 2013.

MADENE, A.; JACQUOT, M.; SCHER, J.; DESOBRY, S. Flavour encapsulation and controlled release – a review. International Journal of Food Science and Technology, n 41, n. 1, p. 1-21, 2006.

MARTINS, I. M.; BARREIRO, M. F.; COELHO, M.; RODRIGUES, A. E. Microencapsulation of essential oils with biodegradable polymeric carriers for cosmetic applications. Chemical Engineering Journal, v. 245, n. 1, p. 191- 200, 2014.

MIRESMAILLI, S.; ISMAN, M. B. Botanical insecticides inspired by plant-herbivore chemical interactions. Trends in Plant Science, v. 19, n. 1, p. 29-35, 2014.

NEVES, K. Nanotecnologia em cosméticos. Cosmetic & Toiletries, v. 20, n. 1, p. 22, 2008.

OOTANI, M. A.; AGUIAR, R. W.; RAMOS, A. C.; BRITO, D. R.; SILVA, J. B. D. E.; CAJAZEIRA, J. P. Use of Essential Oils in Agriculture. Journal of Biotechnology and Biodiversity, v. 4, n. 2, p. 162-175, 2013

PEDEAG 3. Espírito Santo Sustentável. 2016. Disponível em: <[https://seag.es.gov.br/Media/seag/Documentos/PEDEAG_Completo_sem%20ficha%20t%C3%A9cnica%20\(1\).pdf](https://seag.es.gov.br/Media/seag/Documentos/PEDEAG_Completo_sem%20ficha%20t%C3%A9cnica%20(1).pdf)>. Acesso em: 19 maio 2021.

SANTOS, A. C. A., SERAFINI, L. A., CASSEL, E. Estudo de processos de extração de óleos essenciais e bioflavonóides de frutas cítricas. Caxias do Sul: EDUCS, p. 19-29, 2003.

SILVA, C. A. R. Viabilidade técnica e econômica do cultivo consorciado de hortaliças para a Agricultura Familiar. 2017. 132 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia. Universidade de Brasília, Brasília, 2017

SILVA, C.; RIBEIRO, A.; FERREIRA, D.; VEIGA, F. Administração oral de peptídeos e proteínas: II. Aplicação de métodos de microencapsulação. Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences, v. 39, n. 1, p. 1–20, 2003.

- SILVA, D. B. Sustentabilidade no Agronegócio: dimensões econômica, social e ambiental. *Comunicação & Mercado/UNIGRAN*, v.01, n.03, p. 23-34, 2012.
- SILVA, V. M.; VIEIRA, G. S.; HUBINGER, M. D. Influence of different combinations of wall materials and homogenisation pressure on the microencapsulation of green coffee oil by spray drying. *Food Research International*, v. 61, p. 132–143, 2014.
- SOUZA, A. C. de; VIEIRA, G. H. C.; NEVES, L. M. Uso de óleos essenciais no controle do *Colletotrichum gloeosporioides* causador da antracnose no caju. *Enciclopédia Biosfera*, v.16, n.29, p. 1709-1715, 2019.
- SOUZA, R. F. C.; FERRAZ-FREITAS, P. N.; OLIVEIRA, W. P. Complexos de inclusão binários, ternários e quaternários contendo óleo essencial de *Lippia sidoides*. *Química Nova*, v. 39, n. 8, p. 979-986, 2016.
- VILELA, N. J.; HENZ, G. P. Situação atual da participação das hortaliças no agronegócio brasileiro e perspectivas futuras. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, v.17, n.1, p.71-89, 2000.
- WANG, H. M. D.; CHEN, C.; HUYNH, P.; CHANG, J. S. Exploring the potential of using algae in cosmetics. *Bioresource Technology*, v. 184, n. 1, p. 355–362, 2015.
- WANG, L.; LI, X.; ZHANG, G.; DONG, J.; EASTOE, J. Oil-in-water nanoemulsions for pesticide formulations. *Journal of Colloid and Interface Science*, v. 314, n. 1, p. 230-235, 2007.
- YANG, C.; CHANG, X.; ZHANG, M.; NI, X.; LV T.; GONG, G.; YUE, G.; SUN, X.; CHEN, H. Active compounds of stem bark extract from *Schima superba* and their molluscicidal effects on *Pomacea canaliculata*. *Journal of Pest Science*, v. 91, p. 437–445, 2017.
- YANG, X.; GAO, N.; HU, L.; LI, J.; SUN, Y. Development and evaluation of novel microcapsules containing poppy-seed oil using complex coacervation. *Journal of Food Engineering*, v. 161, n. 1, p. 87-93, 2015.
- ZACHARIA, J. T. Ecological effects of pesticide. In: TOYTICHEVA M. (Ed). *Pesticides in the modern world – Risks and benefits*. Croácia: InTech, p. 129-142, 2011.
- ZANETTI, F. L. P.; TOMÉ, F. M. Estudo teórico a eficiência e vantagens da encapsulação de fármacos em Ciclodextrinas. V Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba, 2005.

ANÁLISE SITUACIONAL DO PROCESSO DE COMERCIALIZAÇÃO DE ALIMENTOS DA AGRICULTURA FAMILIAR PARA O PNAE

Ricardo Silva de Sousa¹;

Docente Adjunto da Universidade Federal do Piauí/Departamento de Engenharia Agrícola e Solos, Teresina, Piauí.

ORCID: [0000-0002-0898-0774](https://orcid.org/0000-0002-0898-0774)

Ivonete Moura Campelo²;

Docente Assistente da Universidade Federal do Piauí/Departamento de Nutrição, Teresina, Piauí.

<http://lattes.cnpq.br/8754678938961917>

Cecilia Maria Resende Gonçalves de Carvalho³;

Docente Titular da Universidade Federal do Piauí/Departamento de Nutrição, Teresina, Piauí.

ORCID: [0000-0002-8707-1447](https://orcid.org/0000-0002-8707-1447)

Carlos Humberto Aires Matos Filho⁴;

Docente Adjunto da Universidade Federal do Piauí/Departamento de Fitotecnia, Teresina, Piauí.

ORCID: [0000-0002-8375-9631](https://orcid.org/0000-0002-8375-9631)

Carlos Misael Bezerra de Sousa⁵;

Pós-Doutorando Voluntário do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento/UFPI, Teresina, Piauí.

ORCID: [0000-0001-9367-4335](https://orcid.org/0000-0001-9367-4335)

Maria Devany Pereira⁶;

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências e Saúde/Centro de Ciências da Saúde/UFPI, Teresina, Piauí.

ORCID: [0000-0003-2139-876X](https://orcid.org/0000-0003-2139-876X)

José Eduardo Vasconcelos de Carvalho Júnior⁷;

Doutorado em Agronomia/Agricultura Tropical/UFPI, área de concentração Manejo de espécies vegetais, Teresina, Piauí.

<http://lattes.cnpq.br/4180896891550167>

Marize Melo dos Santos⁸.

Docente Titular da Universidade Federal do Piauí/Departamento de Nutrição, Teresina, Piauí.

ORCID: [0000-0003-0699-8062](https://orcid.org/0000-0003-0699-8062)

RESUMO: O PNAE é uma das políticas públicas mais antigas do Governo Federal que promove alimentação saudável aos alunos da rede pública de ensino e estimula a agricultura familiar. Objetivou-se com o trabalho descrever a situação do processo de comercialização de alimentos da agricultura familiar para o PNAE, em 31 municípios do Território de Desenvolvimento Entre Rios (TDER). Assim, conduziu-se pesquisa exploratória com auxílio de questionários estruturados, aplicados junto aos gestores locais, responsáveis técnicos e agricultores familiares. Observou-se que 70% dos municípios não cumpriu o determinado pela legislação vigente. Os agricultores reportaram falta de assistência técnica, incentivo e desconhecimento do programa como entraves. Para os gestores e responsáveis técnicos, a baixa variedade e a logística de entrega dos gêneros alimentícios são os principais entraves para o funcionamento do programa. De forma geral, os municípios carecem de atenção quanto à forma de execução do PNAE. A divulgação do programa, fortalecimento da assistência técnica e maior interação entre os atores envolvidos no processo, são ações necessárias para o eficiente funcionamento do programa nos municípios.

PALAVRAS-CHAVE: Política pública. Alimentação escolar. Dinamização econômica.

SITUATIONAL ANALYSIS OF THE PROCESS OF COMMERCIALIZATION OF FOOD FROM FAMILY FARMING TO THE PNAE

ABSTRACT: PNAE is one of the oldest public policies of the Brazilian Federal Government that promotes healthy food for students in the public-school system and encourages family farming. The objective of the work was to describe the situation of the process of commercialization of food from family farming to the PNAE, in 31 municipalities in the Entre Rios Development Territory (TDER). Thus, exploratory research was conducted with the help of structured questionnaires, applied to local managers, technical managers, and family farmers. It was observed that 70% of the municipalities did not fulfill what was determined by the current legislation. Farmers reported a lack of technical assistance, incentives, and ignorance of the program as obstacles. For managers and technicians, the low variety and logistics of delivery of foodstuffs are the main obstacles to the operation of the program. In general, the municipalities lack attention as to the form of execution of the PNAE. Disclosure of the program, strengthening of technical assistance, and greater interaction between the actors involved in the process, are necessary actions for the efficient functioning of the program in the municipalities.

KEY-WORDS: Public policy. School feeding. Economic dynamization.

INTRODUÇÃO

O Programa Nacional de Alimentação Escolar - PNAE é uma política pública adotada pelo governo federal com importante atuação nos estados e municípios brasileiros, sendo o maior programa de alimentação em atividade no Brasil, citado como exemplo de boas práticas em algumas regiões do mundo.

No decorrer dos anos, o programa foi reestruturado, com base em mudanças na legislação relativas à sua operacionalização. Cabe destacar a sanção da Lei 11.947/2009 que traz a extensão do programa para toda a rede pública de educação básica (municipal, estadual e federal), contemplando escolas federais, filantrópica, comunitárias e confessionais conveniadas com o poder público, inclusive as de educação especial (CASTRO, 2019). Nessa aproximação, a referida Lei incluiu a obrigatoriedade da aquisição de gêneros alimentícios da agricultura familiar, determinando que seja aplicado no mínimo 30% do valor repassado a estados, municípios e Distrito Federal pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) para o PNAE.

A vinculação entre agricultura familiar e alimentação escolar ampliou a possibilidade da oferta de cardápios mais variados e regionalizados, além de instituir o uso de Chamada Pública no processo de aquisição dos produtos, criando um mercado para pequenos produtores (PEREIRA; MARQUES; BIANCHINI, 2018; DIAS; OLIVEIRA, 2019).

Diversos benefícios decorrentes desse encontro entre a agricultura familiar e a alimentação escolar, através do PNAE, podem ser elencados: geração de emprego e renda nos municípios, fortalecimento e dinamização da economia local, oferta de um mercado institucional para a agricultura familiar, além de oferecer aos alunos da rede pública de ensino o acesso a uma alimentação de qualidade e, a promoção de hábitos alimentares saudáveis (BRASIL, 2016; MACHADO *et al.*, 2018).

É evidente a importância do PNAE como política pública de acesso à alimentação e no desenvolvimento da agricultura familiar, entretanto, por se tratar de uma ação tão abrangente, ainda conta com entraves na sua execução e operacionalização em muitos municípios do País, que vêm enfrentando dificuldades em adquirir produtos dos agricultores familiares e de atingir o mínimo exigido pela lei (BASTOS; BIFANO; LORETO, 2017; MACHADO *et al.*, 2018; DIAS; OLIVEIRA, 2019).

Dentre os Estados da Região Nordeste, o Piauí apresentou a menor frequência de realização de compras de produtos da agricultura familiar, segundo estudos realizados por Machado *et al.* (2018). O Território de Desenvolvimento Entre Rios (TDER) apresentou, no período de 2011 a 2015, municípios que nunca compraram ou que não atingiram o mínimo de 30% exigidos por Lei. Esses resultados demonstram que os municípios desse TD carecem de atenção quanto aos entraves enfrentados na execução do PNAE. Desta forma, o estudo traz a situação do processo de comercialização de alimentos da agricultura familiar para o PNAE, em municípios desse Território de desenvolvimento.

MATERIAL E MÉTODOS

Estudo transversal realizado em municípios do TD Entre Rios, localizado no Estado do Piauí – Brasil. O Território é composto por 31 municípios, com uma área total de 19.281 km² e uma população de 1.228.624 habitantes (BRASIL, 2019). Os dados analisados fazem parte de um projeto de pesquisa mais amplo desenvolvido pelo Centro Colaborador em Alimentação e Nutrição Escolar (CECANE/PI), em parceria com o Centro de Ciências Agrárias (CCA), ambos da Universidade Federal do Piauí (UFPI). O projeto foi submetido e aprovado pelo Conselho de Ética em pesquisa Humana (CEP) da UFPI (parecer nº 2.734.038).

Para o alcance do objetivo proposto, foi conduzida uma pesquisa exploratória junto aos atores envolvidos no processo de aquisição de alimentos da agricultura familiar para o PNAE, nos 31 municípios que compõem o Território.

No primeiro momento, elegeram-se os Sindicatos dos Trabalhadores e Trabalhadoras Rurais dos municípios como as entidades de interlocução com os agricultores, para mobilização e agendamento de datas das entrevistas.

No período de abril a julho de 2018 foram realizadas visitas *in loco* aos municípios para as entrevistas com secretários municipais de educação, nutricionistas (responsável técnico) e agricultores familiares. Os questionários, com perguntas pertinentes à temática abordada, permitiram estabelecer um diálogo com os entrevistados em busca de conhecer a forma de execução do PNAE nos municípios.

Os dados foram processados em planilhas no *Microsoft Excel*®. Para a análise, foi utilizada a estatística descritiva como frequências que possibilitaram a interpretação das respostas de cada ator envolvido na comercialização dos alimentos da agricultura familiar, dispostos nas questões da pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base nos levantamentos realizados foi possível obter informações de 29 secretários de educação, 25 responsáveis técnicos (RT) e 217 agricultores familiares, totalizando 269 entrevistados. Assim, os resultados estão apresentados em tabelas, identificando cada ator respondente.

Agricultor familiar

Sobre a aquisição de alimentos da Agricultura Familiar (AF) para o PNAE, estão dispostos na Tabela 1 as respostas dos agricultores.

Tabela 1. Situação dos agricultores familiares quanto ao processo de oferta dos produtos para o PNAE, em municípios piauienses (n=217). Teresina, 2018

QUESTIONAMENTOS	%
Regime de utilização das terras	
<i>Proprietários das terras nas quais produzem</i>	34,0
<i>Assentados</i>	34,0
<i>Parceria</i>	11,0
<i>Arrendamento</i>	8,0
Possuem DAP ativa	
<i>Sim</i>	90,0
<i>Não</i>	10,0
Conhecem alguma política pública de aquisição de alimentos da AF	
<i>Sim</i>	71,0
<i>Não</i>	29,0
Teve acesso a alguma política pública de aquisição de alimentos da AF	
<i>Sim</i>	60,5
<i>Não</i>	39,5
Possui área irrigada	
<i>Sim</i>	47,0
<i>Não</i>	53,0
Acesso a assistência técnica	
<i>Sim</i>	28,0
<i>Não têm acesso</i>	72,0
Dificuldades na produção de alimentos	
<i>Falta de assistência técnica</i>	68,0
<i>Falta de acesso ao crédito</i>	58,0
<i>Problemas climáticos</i>	38,0
<i>Problemas com pragas e doenças</i>	38,0
Conhecimento sobre o PNAE	
<i>Sim</i>	65,4
<i>Não</i>	34,6
Participação em chamadas públicas do PNAE	
<i>Sim</i>	39,5
<i>Não</i>	60,5
Dificuldades em participar de chamadas do PNAE	
<i>Falta de conhecimento sobre o programa</i>	27,8
<i>Documentação exigida</i>	13,9
<i>Falta de produtos demandados</i>	13,9
<i>Outras</i>	30,0

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Quanto ao regime de utilização da área de produção, 34% dos Agricultores Familiares entrevistados responderam que são proprietários das terras, 34% afirmaram que são assentados, 71% declararam residir na propriedade em que realizam seus cultivos. Os sistemas de parceria e arrendamento, mesmo em minoria, ainda são praticados na região, com 11% e 8%, respectivamente. A esse respeito, Lima *et al.* (2009), ao analisar o perfil dos produtores rurais no estado do Ceará constataram que 89% dos produtores eram proprietários dos imóveis, e que os sistemas de parceria e arrendamento ainda eram praticados.

Dos agricultores participantes da pesquisa, 90% afirmaram possuir declaração de aptidão ao Pronaf (DAP) ativa. A DAP é um instrumento que reconhece legalmente os agricultores familiares e suas organizações para ter acesso às políticas públicas de aquisição de produtos da agricultura familiar, incluindo o PNAE. Diferentemente, Pereira; Marques; Bianchini (2018), em análise sobre a inserção da agricultura familiar no PNAE, em municípios do Sul de Minas Gerais, identificaram que uma parcela significativa de agricultores não participa de programas de incentivo do Governo Federal por estarem com a DAP inativa, afetando o desenvolvimento da agricultura familiar da região.

Quando perguntados se conheciam alguma política pública de aquisição de alimentos a partir da agricultura familiar, 71% responderam que conhecem, sendo o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) o mais citado. Entretanto, apenas 60,5% destes agricultores afirmam ter participado de algum processo de aquisição de produtos.

Em análise realizada por Miranda; Gomes; Rover (2018) quanto à implementação do PNAE nos municípios de Rio Branco do Sul e Itaperuçu, no estado Paraná, foi constatado haver pouco diálogo entre as entidades executoras do programa e agricultores familiares, bem como entre nutricionistas e agricultores locais. A constatação dos autores é que esse fator pode inviabilizar o funcionamento eficiente do PNAE, tendo em vista que a falta de interação entre os atores pode acarretar desconhecimento dos produtos locais e sua sazonalidade, e assim dificultar a participação dos agricultores familiares nos processos de aquisição dos gêneros.

Para o conhecimento sobre o potencial produtivo, 53,3% responderam que não possuíam área irrigada, o que pode se constituir um dos entraves para produzir com frequência e atender à demanda de gêneros alimentícios para programas de aquisição de alimentos, como o PNAE, ao longo de todo o ano.

Já quando questionados se recebem algum tipo de assistência técnica, 72,0% relataram que não recebem a visita de técnicos. Os que afirmaram receber visitas, as classificaram como esporádicas ou sob demanda. Com isso, embora as compras institucionais pelo PNAE sejam uma das mais importantes políticas públicas para a agricultura familiar dos últimos anos, os agricultores familiares costumam esbarrar em dificuldades no planejamento e regularidade da produção, burocracia, comercialização, além de questões de qualidade sanitárias dos produtos.

Além disso, quando questionados sobre as principais dificuldades encontradas para produzir com regularidade e qualidade, a falta de assistência técnica foi a mais citada, sendo mencionada por 68% dos produtores. A deficiência na assistência técnica também pode estar correlacionada a outras dificuldades relatadas pelos agricultores, porém menos citadas, como problemas com pragas e doenças, plantas daninhas e dificuldade na comercialização dos produtos.

As entidades que prestam assistência técnica, como o Emater, têm um papel fundamental para uma eficiente execução do Programa, não só na assistência aos agricultores familiares, mas também para as Entidades Executoras (EEx). A relação entre EEx e Emater torna-se um dos pontos chave para operacionalizar e cumprir a legislação vigente como um canal de comunicação e divulgação mais próximo dos agricultores (BASTOS; BIFANO; LORETO, 2017).

Ao traçar o perfil das cooperativas de agricultura familiar em Minas Gerais e analisar as principais dificuldades para acessar o mercado institucional, Costa; Amorim Junior; Silva (2015) também identificaram questões relacionadas à deficiência na assistência técnica e, sob um olhar mais atento, observaram que, de certa forma, todas as demandas levantadas perpassavam, de alguma maneira, a carência de assessoria técnica.

No boletim regional, urbano e ambiental, Castro (2015) justifica que, após a extinção da Embrater, o financiamento dos Emater ficou totalmente dependente dos governos estaduais e, graças à situação diferenciada da capacidade fiscal dos diferentes Estados brasileiros, o funcionamento dessas instituições varia muito de Estado para Estado. No Rio Grande do Sul e Paraná, os Emater são bastante atuantes e demandados pelos agricultores, até pelo fato de que nesta região o perfil médio dos empreendimentos agrícolas é diferente de outras regiões, como Centro-Oeste e Nordeste. Nessas regiões, a atuação da assistência técnica pública aos produtores rurais, pequenos, médios ou grandes é bem mais restrita.

Dentre as dificuldades mais citadas pelos produtores para aumentar e melhorar a produção encontra-se a falta de acesso ao crédito, citada por 58% dos agricultores. Diante desse contexto, o crédito rural, aliado a outras políticas de inclusão desempenha um importante papel na geração de trabalho e renda para a agricultura familiar, que agregados à terra e ao capital social, podem desenvolver as micro finanças de grande parte dos municípios brasileiros.

A disponibilização de crédito para a agricultura familiar acaba por englobar e beneficiar toda a comunidade, de acordo com Ziger (2013), pois a garantia de acesso ao crédito a essas famílias gera um impacto que tem resultados para o desenvolvimento material e social das comunidades em que se inserem, contribuindo para melhorar a qualidade de vida de um conjunto maior de pessoas local e regionalmente. As economias rurais locais se movimentam mais aceleradamente quando os agricultores possuem renda, já que toda uma gama de agentes se beneficia dessa situação.

Sobre o PNAE e a inserção dos agricultores familiares, 65,4% dos entrevistados afirmaram ter algum conhecimento sobre o programa, porém somente 39,5% dos que conhecem o PNAE declararam já ter participado de alguma chamada pública.

Quando questionados sobre as dificuldades encontradas para participar de chamadas públicas em seus municípios, 27,8% declaram que a maior dificuldade enfrentada tem sido o desconhecimento sobre o programa, seguida pela falta de documentação exigida (13,9%) de produtos demandados pelo PNAE (13,9%). Para Marques *et al.* (2014), não se justifica que ainda haja desconhecimento do potencial agrícola da região por parte dos responsáveis ou que os cardápios não sejam adaptados à produção do município.

Ainda sobre os resultados dos referidos autores, o planejamento dos cardápios deveria incluir o levantamento dos agricultores familiares aptos e com capacidade produtiva, a sazonalidade dos itens, a vocação agrícola e os hábitos alimentares. Além disso, gêneros *in natura* e que são característicos da identidade alimentar local poderiam fazer parte do cardápio escolar.

Outro fato que pode ser citado a partir da visão dos agricultores, é que deve ser realizada uma adequação do calendário agrícola para atender a demanda do PNAE e o planejamento dos cardápios da alimentação escolar de acordo com a sazonalidade dos produtos da agricultura familiar.

A consolidação do mercado institucional requer delineamento por parte das entidades executoras quanto ao planejamento com base na produção agrícola local, desde o tipo de alimento produzido até a sazonalidade, e à distribuição dos alimentos nas escolas. A ampliação da escala dos sistemas de produção diversificada via regularização fundiária, assim como o acesso à assistência técnica, poderia estreitar relações entre instituições públicas e produtores locais (ROSSETTI; SILVA; WINNIE, 2016).

Ao realizar uma análise das reflexões de agricultores familiares relativas à dinâmica de abastecimento de seus produtos para a alimentação escolar em Araripe, estado do Ceará, Marques *et al.* (2014) observaram que as dificuldades dos agricultores familiares não estão relacionadas à entrada no processo, mas em se manter nele, ou seja, de município para município, ou estado, a regulamentação, bem como a funcionalidade do PNAE podem estar em estágios diferentes e apresentar dificuldades também diferentes, dependendo geralmente da articulação entre os atores envolvidos e da gestão das entidades executoras.

Quando foi solicitado que agricultores realizassem uma avaliação da forma de execução/operacionalização do PNAE por parte do município, observou-se que a maioria concorda que as principais queixas são, a falta de divulgação e informações sobre o programa e a burocracia dos documentos exigidos.

Também foram feitas críticas com relação às quantidades demandadas que geralmente são muito pequenas, não compensando a entrega. Além disso, relataram que o preço de venda é muito baixo, muitas vezes inferior ao de mercado, não atraindo os agricultores. Ademais, os preços de aquisição de produtos para o PNAE devem ter como base uma cotação do mercado local, dando prioridade às feiras da agricultura familiar, garantindo preço justo e comercialização. Marques *et al.* (2014) apontam que os preços de referência praticados pelas Entidades Executoras podem considerar aqueles praticados pelo PAA, além disso, não podem ser inferiores aos produtos cobertos pelo Programa de Garantia de Preços para a Agricultura Familiar (PGPAF).

Apesar das dificuldades aqui citadas, pôde-se verificar que 95% dos agricultores consultados têm interesse em vender seus produtos através do PNAE. A estratégia de organizar a demanda por gêneros alimentícios da agricultura familiar tem o potencial de estruturar e capacitar os agricultores familiares e, ainda, induzir a própria demanda, por meio do poder de compra institucional (ROSSETTI; SILVA; WINNIE, 2016).

Gestor e responsável técnico

A tabela 2 apresenta respostas às questões direcionadas às EExs, aqui representadas pelos gestores que são os secretários de educação municipais e pelos Responsáveis Técnicos (RT) do PNAE, representadas pelos nutricionistas.

Tabela 2. Situação de aquisição de alimentos da AF das Entidades Executoras para o PNAE, em municípios piauienses. Teresina, 2018

CONDIÇÕES DAS ENTIDADES EXECUTORAS	%
GESTOR (n=29)	
Forma de aquisição dos gêneros alimentícios	
<i>Licitação</i>	55,2
<i>Chamada Pública</i>	37,9
Aquisição de Produtos da AF	
<i>Sim</i>	58,6
<i>Não</i>	41,4
Motivo de não comprar da AF	
<i>Impossibilidade de emissão do documento fiscal</i>	6,9
<i>Inviabilidade de fornecimento regular e constante</i>	10,3
<i>Condições higiênico-sanitárias inadequadas</i>	3,4
Existência comunidades no município	
<i>Assentamentos da reforma agrária</i>	65,5
<i>Sim, comunidades quilombolas</i>	3,4
<i>Não</i>	20,8
Origem das aquisições de alimentos	
<i>Cooperativas</i>	3,4
<i>Associações</i>	6,9
<i>Grupos informais</i>	3,4
<i>Produtores individuais</i>	44,9
Levantamento de preço dos gêneros alimentícios	
<i>Preço de feira</i>	6,9
<i>Preço do mercado local</i>	48,3
<i>Preço de OEAF</i>	3,4
Dificuldades para entrega dos alimentos	
<i>Quantidade da produção local</i>	6,9
<i>Variedade</i>	13,8
<i>Logística de entrega</i>	13,8
<i>Não relataram dificuldade</i>	20,7
RESPONSÁVEL TÉCNICO (n=25)	
Atinge os 30% de aquisição de alimentos da AF	
<i>Sim</i>	20,0
<i>Não</i>	70,0
<i>Não soube responder</i>	10,0
Participação do RT no processo de compra	
<i>Avaliação dos preços</i>	20,0
<i>Qualidade dos alimentos</i>	20,0
<i>Fornecedor</i>	20,0
<i>Chamada pública</i>	40,0
Considera a sazonalidade para planejamento de cardápios	
<i>Sim</i>	62,5
<i>Não</i>	25,0
<i>Parcialmente</i>	12,5
Acesso ao mapeamento agrícola local/regional	
<i>Sim</i>	40,0
<i>Não</i>	50,0
<i>Não soube responder</i>	10,0
Dificuldade da equipe da alimentação escolar em relação à entrega dos produtos da AF	
<i>Sim</i>	10,0
<i>Não</i>	80,0
<i>Parcialmente</i>	10,0

Fonte: dados da pesquisa, 2018

Como observado na tabela 2, a principal forma de aquisição de produtos para a alimentação escolar, até o ano de 2018, foi por meio de licitação (55,2%). A esse respeito, o art. 20 da Resolução CD/FNDE nº 26/2013 prevê a compra de produtos para o PNAE com a dispensa do processo licitatório, podendo ser feita mediante prévia Chamada Pública, processo que democratiza e descentraliza as compras públicas, criando um mercado para pequenos produtores (BRASIL, 2016).

Contudo, essa parece não ser a realidade dos municípios desse estudo, visto que menos de 40% participaram do processo nessa modalidade. A publicação de chamadas públicas possibilita que os agricultores familiares participem dos processos de seleção, de modo que além da garantia de produtos saudáveis, promova o desenvolvimento local e regional (RIBEIRO; CERATTI; BROCH,

2013).

Em relação a aquisição de gêneros alimentícios provenientes da AF, 58,6% dos gestores citaram realizar compra desses produtos, até o ano de 2018. No entanto, apenas 20% dos RTs afirmaram atingir o mínimo exigido pela legislação (30%). Resultados semelhantes foram encontrados por Machado *et al.* (2018) nos estados brasileiros, mostrando que, apesar de alguns municípios realizarem a compra da agricultura familiar, uma parte ainda investia menos que 30% dos recursos, com destaque para as regiões Norte e Centro-Oeste. Essa situação pode ser reflexo de uma série de fatores como a produção agrícola, falta de articulação entre gestores e agricultores e dificuldades logísticas.

Para que se concretize a aplicação mínima de 30% dos recursos transferidos pelo FNDE para o PNAE, na aquisição de alimentos da agricultura familiar, é fundamental a atuação dos gestores locais do programa nos estados e municípios, pois a eles cumpre identificar agricultores familiares aptos a fornecer gêneros alimentícios, assim como da capacidade de produção do segmento da agricultura familiar (NUNES *et al.*, 2018). Nesse particular, apesar dos diversos desafios é importante entender que o uso desses recursos deve garantir todo o exercício anual.

Segundo os gestores municipais, 65,5% relataram que os municípios contavam com assentamentos da reforma agrária e que a EEx prioriza essas comunidades no processo de aquisição, cumprindo a lei nº 11.947, de 2009. A maioria dos agricultores familiares participou de forma individual, sendo 44,9% no total, e todos venderam para o PNAE no município da própria EEx. Aqueles organizados em grupos, sejam informais, associações ou cooperativas, vendem para o PNAE no município da própria Entidade Executora.

Em estudo sobre o PNAE, como política de inclusão na agricultura familiar, Nunes *et al.* (2018), na região Nordeste do Brasil, em 2014, verificaram que todas as regiões tiveram aumento das organizações coletivas fornecedoras, o que aconteceu mais intensamente a partir do ano de 2009, coincidindo com a sanção da Lei nº 11.947/2009. Com o PNAE, os agricultores familiares sentiram a necessidade de criar cooperativas, com o objetivo de ampliar a área de comercialização e agregar valor aos seus produtos, evidenciando o seu papel de braço econômico e intermediário entre o cooperado e o mercado, além do seu caráter não lucrativo.

Em se tratando da participação do nutricionista RT, 40% responderam participar da elaboração de chamada pública e 20% na avaliação da qualidade dos alimentos, contato com os fornecedores e na pesquisa dos preços. A presença do nutricionista reflete diretamente na forma de execução do Programa. Situação observada por Machado *et al.* (2018), em estudo realizado no universo de municípios brasileiros, constatando que as menores frequências de compra da agricultura familiar para o PNAE foram observadas em localidades sem este profissional.

Em estudo semelhante, em municípios de Santa Catarina, Mossmann; Teo (2017) citam o profissional responsável técnico como principal ator envolvido na implementação da Lei n. 11.947/2009. Aponta ainda que, em alguns municípios, é o nutricionista quem elabora o edital de chamada pública, a pesquisa de preços, os cronogramas e a supervisão da entrega dos alimentos, constatando-se a dimensão da responsabilidade do profissional no âmbito do programa.

Considerando as formas de levantamento de preço dos alimentos para os cardápios dos escolares nos municípios do TDER, os resultados demonstram que 48,3% verificam o preço em mercado local. Recomenda-se, no âmbito da Chamada Pública, que os preços devem, obrigatoriamente, refletir os de mercado, sendo previamente definidos por pesquisa realizada pela EEX. Dessa forma, as aquisições permanecem em estreita conciliação com os princípios jurídicos que regem as aquisições feitas pela Administração Pública (BRASIL, 2016).

Sobre a elaboração dos cardápios escolares, 65% dos RTs citaram levar em consideração a sazonalidade dos gêneros alimentícios da agricultura familiar. Apesar disso, apenas 40% disseram ter acesso ao mapeamento agrícola local para a elaboração dos cardápios, o que pode estar diretamente relacionado às dificuldades dos agricultores em fornecer esses produtos, visto que necessitam realizar o planejamento da produção, visando auxiliar no controle destas oscilações e garantir uma oferta estável de produtos (SARAIVA *et al.*, 2013; TRICHES *et al.*, 2019).

Para os gestores, os principais impasses no recebimento de gêneros alimentícios oriundos da agricultura familiar pelas escolas referem-se à baixa variedade de produtos (13,8%) e à logística de entrega (13,8%), enquanto 20,7% relataram não haver dificuldades no recebimento destes. Por outro lado, 80% dos RTs que aderem a aquisição de produtos da agricultura familiar afirmaram que a equipe da alimentação escolar não tem dificuldade em relação à entrega destes produtos.

Sobre o processo de compras da AF, no estado de São Paulo, Corá; Belik (2012) observaram que alguns municípios, principalmente os de maior porte, tiveram dificuldades na aquisição, visto que os agricultores não possuíam quantidades suficientes para atender à demanda do programa.

Embora a implementação da Lei 11.947/2009, em seu contexto teórico, apresentar-se como uma estratégia apta a suscitar mudanças no modo de gerir o PNAE em âmbito municipal, como cita Triche; Kilian (2016), nos locais que não atendem ao percentual estabelecido, essa mudança legal e a obrigatoriedade não impactaram substancialmente no modo de ação dos atores responsáveis pelo programa.

Torna-se, portanto, necessário buscar mecanismos que favoreçam a conexão da agricultura familiar com o PNAE para garantir a oferta de alimentos de qualidade para os estudantes, proporcionando mais alimentos *in natura* e minimamente processados. O estímulo e o apoio à agricultura familiar têm se mostrado relevantes para a formulação e implementação das ações municipais de SAN e para o desenvolvimento local que visem a promoção do direito humano à alimentação adequada e saudável.

Como foi observado neste estudo, ainda existem diversos entraves que impossibilitam a boa execução do programa em municípios do Território, para o êxito deste, torna-se necessário uma articulação contínua entre os atores envolvidos, adequando o processo à realidade de cada município. Vale ressaltar que na literatura estudos têm evidenciado que, em locais onde as relações sociais são mais próximas e os atores são mais dialógicos e comprometidos, estas aquisições têm mais sucesso, já que os problemas são resolvidos e suplantados mais efetivamente, como mostram Triches *et al.* (2019).

CONCLUSÃO

De forma geral, os municípios do Território de Desenvolvimento Entre Rios carecem de atenção quanto aos entraves que impedem uma boa execução do PNAE. A divulgação e esclarecimento sobre o Programa e o fortalecimento da assistência técnica aos agricultores são ações necessárias para o eficiente funcionamento.

Além disso, é importante haver maior interação entre os atores envolvidos no processo de aquisição dos produtos da agricultura familiar para a alimentação escolar para assim, conhecer as peculiaridades e o potencial agrícola da região, com isso os cardápios poderão ser elaborados com base nos hábitos alimentares e produção local.

Por fim, pesquisas futuras devem ser conduzidas para a continuidade e ampliação do estudo para outros municípios, contribuindo para o conhecimento da realidade, desenvolvimento econômico local e melhoria da alimentação escolar.

DECLARAÇÃO DE INTERESSES

Nós, autores deste artigo, declaramos que não possuímos conflitos de interesses de ordem financeira, comercial, político, acadêmico e pessoal.

REFERÊNCIAS

- BASTOS, R.C.; BIFANO, A.C.S.; LORETO, M.D.S. Política pública e agricultura familiar: a eficácia do PNAE no município de pequeno porte. *Revista de Políticas Públicas e Segurança Social*, v. 1, p. 73-97, 2017.
- BRASIL. Resolução/CD/FNDE nº 26, de 17 de junho de 2013. Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar aos alunos da educação básica no âmbito do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE). *Diário Oficial da União*, 2013.
- BRASIL, Banco do Nordeste do Brasil. Informações Socioeconômicas. Território: PI Entre Rios 2019. <https://www.bnb.gov.br/PI+-+Entre+Rios+-+2019.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2020.
- BRASIL, Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Manual de aquisição de produtos da agricultura familiar para a alimentação escolar (2. Ed.), 2016. <http://www.fnde.gov.br/programas/pnae/pnae-area-para-gestores/pnae-manuaiscartilhas>. Acesso em: 21 abr. 2020.
- CASTRO, C. N. Desafios da agricultura familiar: o caso da assistência técnica e extensão rural. *Boletim Regional, Urbano e Ambiental*, n. 12, p. 49-59, 2015.
- CASTRO, T. P. DE. Direito Humano à Alimentação Adequada (DHAA) e alimentos orgânicos no Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) do Distrito Federal (DF) de 2009 a 2018. Universidade de Brasília, Brasília, 2019 (Tese de Doutorado).

- CORÁ, M.; BELIK, W. Projeto nutre sp: análise da inclusão da agricultura familiar na alimentação escolar no estado de São Paulo. São Paulo: Instituto Via Pública, Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2012.
- COSTA, B. A. L.; AMORIM JUNIOR, P. C. G.; SILVA, M. G. DA. As Cooperativas de Agricultura Familiar e o Mercado de Compras Governamentais em Minas Gerais. *Revista Econ. Sociol. Rural*, v. 53, n. 1, p. 109-126, 2015.
- DIAS, T. F.; OLIVEIRA, E. F. DE. Agricultura familiar, políticas públicas e mercados institucionais: uma análise exploratória do Programa Nacional de Alimentação Escolar-PNAE no Rio Grande do Norte. *HOLOS*, v. 5, p. 1-19, 2019.
- LIMA, P. D. O.; DUARTE, L. S.; DE SOUZA, A. Z. B.; DE AQUINO, T. M. F.; DE OLIVEIRA, C. S. Perfil dos produtores rurais do município de Quixeramobim no Estado do Ceará. *Revista Caatinga*, v. 22, n. 4, p. 255-259, 2009.
- MACHADO, P.M.D.O.; SCHMITZ, B.D.A.S.; GONZÁLEZ-CHICA, D.A.; CORSO, A.C.T.; VASCONCELOS, F.D.A.G.D.; GABRIEL, C.G. Compra de alimentos da agricultura familiar pelo Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE): estudo transversal com o universo de municípios brasileiros. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 23, p. 4153-4164, 2018.
- MARQUES, A.D.A.; FERNANDES, M.D.G.M.; LEITE, I.N.; VIANA, R.T.; GONÇALVES, M.D.C. R.; CARVALHO, A.T.D. Reflexões de agricultores familiares sobre a dinâmica de fornecimento de seus produtos para a alimentação escolar: o caso de Araripe, Ceará. *Saúde e Sociedade*, v. 23, n.4, p. 1329-1341, 2014.
- MIRANDA, D. L. R.; GOMES, B. M. A.; ROVER, O. J. Programa Nacional de Alimentação Escolar e agricultura familiar no Vale do Ribeira. *Revista Brasileira de Desenvolvimento Regional*, v. 6, p. 147-166, 2018.
- MOSSMANN, M. P.; TEO, C. R. P. A. Alimentos da agricultura familiar na alimentação escolar: percepções dos atores sociais sobre a legislação e sua implementação. *Interações*, v. 18, n. 2, p. 31-44, 2017.
- NUNES, E. M.; MORAIS, A. C.; AQUINO, J. R.; GURGEL, I. A. O Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) como mecanismo de política de inclusão na agricultura familiar do Nordeste do Brasil. *Revista Grifos*, v. 27, n. 45, p. 114-139, 2018.
- PEREIRA, W. R.; MARQUES, D. J.; BIANCHINI, H. C. Análise da inserção da agricultura familiar no programa nacional de alimentação escolar (PNAE). *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, v. 35, p. 485-502, 2018.
- RIBEIRO, A. L. DE P.; CERATTI, S.; BROCH, D. T. Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) e a participação da agricultura familiar em municípios do Rio Grande do Sul. *Revista GEDECON-Gestão e Desenvolvimento em Contexto*, v. 1, n. 1, p. 36-49, 2013.
- ROSSETTI, F. X.; SILVA, M. V. DA; WINNIE, L. W. Y. O Programa Nacional de Alimentação

Escolar (PNAE) e o desafio da aquisição de alimentos regionais e saudáveis. *Segurança Alimentar e Nutricional*, v. 23, n. 2, p. 912-923, 2016.

SARAIVA, E. B.; SILVA A. F.; SOUZA A. A.; CERQUEIRA G.; CHAGAS C. M. S.; TORAL, N. Panorama da compra de alimentos da agricultura familiar para o Programa Nacional de Alimentação Escolar. *Ciência e Saúde Coletiva*, v. 18, n.4, p. 927-936, 2013.

TRICHES, R. M.; SIMONETTI, M. G.; CASSARINO, J. P.; BACCARIN, J. G.; TEO, C. R. P. A. Condicionantes e limitantes na aquisição de produtos da agricultura familiar pelo Programa de Alimentação Escolar no estado do Paraná. *REDES: Revista do Desenvolvimento Regional*, v. 24, n. 1, p. 118-137, 2019.

TRICHES, R. M.; KILIAN, L. Papel dos atores sociais na aquisição de produtos da agricultura familiar para alimentação escolar em municípios paranaenses. *Redes [online]*, v. 21, n. 3, p. 159-179, 2016.

VILELA, K. D. F.; FREITAS, A. F. D.; BARBOSA, R. A.; SALGADO, R. J. D. S. F. A implementação do programa nacional de alimentação escolar na instituição federal de ensino da Bahia. *Ciência Rural [online]*, v.49, n.9, 2019.

ZIGER, V. O crédito rural e a agricultura familiar: desafios, estratégias e perspectivas. *Pequenos negócios: desafios e perspectivas*, v. 5, p.375-392, 2013.

ESTUDO DA DINÂMICA BACTERIANA NA COMPOSTAGEM UTILIZANDO REGRESSÃO POLINOMIAL

Marcelo Rodrigues Lima Filho¹;

Instituto Federal do Pará-Campus Castanhal, Castanhal, Pará.

<http://lattes.cnpq.br/7346344605927477>

Tiago Dantas Modesto²;

Instituto Federal do Pará-Campus Castanhal, Castanhal, Pará.

<http://lattes.cnpq.br/4350555023272168>

Camilly Martins Leal³;

Instituto Federal do Pará-Campus Castanhal, Castanhal, Pará.

<http://lattes.cnpq.br/2804309821926561>

Adriano Santos da Rocha⁴;

Instituto Federal do Pará-Campus Castanhal, Castanhal, Pará.

<http://lattes.cnpq.br/5535745529748373>

João Augusto Pereira da Rocha⁵;

Instituto Federal do Pará-Campus Bragança, Bragança, Pará.

<http://lattes.cnpq.br/2804309821926561>

Elaine Cristina Medeiros da Rocha⁶.

Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA, Capanema, Pará.

<http://lattes.cnpq.br/3165652101046479>

RESUMO: A destinação correta de resíduos sólidos é um grande problema para o mundo, e particularmente, no Brasil, onde cada habitante produz 170 Kg de matéria orgânica por ano. Há muitos efeitos negativos oriundos da má gestão desses produtos que vão desde contribuições para o aquecimento global até a degradação do solo. Em contrapartida, existem técnicas que minimizam esses efeitos por meio do reaproveitamento dos resíduos, entre elas citamos a compostagem. Uma metodologia que reutiliza os resíduos e que aproveita a degradação microbológica para obter nutrientes no material que seria descartado. E por se tratar de uma abordagem que depende do desenvolvimento microbológico, é de suma importância caracterizar e compreender a dinâmica desses microrganismos

observados. Pensando nisso, o presente estudo tem como objetivo caracterizar a dinâmica evolutiva da população de bactérias encontradas em amostras de compostagem, utilizando recursos de regressão polinomial. A regressão foi utilizada sobre dados já conhecidos e obtidos experimentalmente, com isso foi possível analisar parâmetros como coeficiente de determinação R^2 e a Soma dos quadrados dos resíduos para construir um modelo preditivo razoável para estudo dessa evolução bacteriana nas amostras estudadas. Por fim, os grupos analisados demonstraram um bom ajuste aos modelos empregados, permitindo, dessa maneira, realizar discussões sobre essa dinâmica evolutiva, do ponto de vista temporal e nas condições estabelecidas.

PALAVRAS-CHAVE: Microbiota. Bacteriano. Regressão polinomial.

STUDY OF BACTERIAN DYNAMICS IN COMPOSTING USING POLYNOMIAL REGRESSION

ABSTRACT: The correct disposal of solid waste is a major problem for the world, and particularly in Brazil, where each inhabitant produces 170 kg of organic matter per annum. There are many negative effects from the mismanagement of these products ranging from contributions to global warming to soil degradation. On the other side, there are techniques that minimize these effects through the reuse of waste, among which we mention composting. A methodology that reuses the waste and takes advantage of microbiological degradation to obtain nutrients in the material that would be discarded. And because it is an approach which depends on microbiological development, it is of paramount importance to characterize and understand the dynamics of these microorganisms observed. Thinking about it, the present study aims to characterize the evolutionary dynamics of the population of bacteria found in composting samples, using polynomial regression features. Regression was used on data already known and obtained experimentally, with this it was possible to analyze bacterial evolution in the studied samples and to obtain parameters such as coefficient of determination R^2 and the sum of the squares of the residues to build a reasonable predictive model for the study of this bacterial evolution in the studied samples. Finally, the analyzed groups demonstrated a good fit to the models employed and thus allowing discussions about this evolutionary dynamic to be held from a temporal point of view and under the established conditions.

KEY-WORDS: Microbiota. Bacterian. Polynomial regression.

INTRODUÇÃO

O Brasil possui mais de 210 milhões de habitantes em uma estimativa atual (IBGE, 2020), e cada um deles produz em torno de 170 Kg de matéria orgânica ao ano (ABRELPE, 2020), gerando um alto impacto ambiental para a natureza e ocasionando diversos malefícios a longo prazo, como a propagação do aquecimento global ou a diminuição da qualidade de vida e saúde da nossa sociedade.

Entre tantos problemas causados pela má gestão dos resíduos sólidos, está a forte degradação do solo, impactando diretamente no bom funcionamento de um eco sistema. 50% de todos os resíduos urbanos produzidos no Brasil são orgânicos, e todos esses resíduos poderiam ser renovados em casa ou em grandes escalas (ABREU, 2017), e uma das alternativas viáveis que possa tornar essa situação real são as inserções de técnicas de compostagem, um processo natural onde os microrganismos presentes no solo são os responsáveis pela degradação da matéria orgânica, além de realizar a eliminação de elementos patogênicos através do alto crescimento de temperatura (SYMANSKI, 2005).

Essa degradação da matéria orgânica vai disponibilizar outras matérias mais simples e estáveis, para que assim possam ser absorvidas por diversas formas vegetais acima do substrato. Assim como a compostagem também pode liberar calor, CO₂ e vapor para a atmosfera (EPSTEIN, 1998), seus benefícios para o solo dobram se bem manejada, disponibilizando nutrientes como fósforo, nitrogênio e potássio, recuperando aquele substrato e tornando-o cultivável. Ela favorece a ciclagem dos nutrientes no solo e a recuperação de áreas degradadas, seu potencial de uso como fertilizante orgânico minimiza a aquisição de insumos, além de ser uma alternativa sustentável (OLIVEIRA *et al.*, 2015). Porém a compostagem nunca seria possível sem que as bactérias e outros microrganismos do solo pudessem realizar a redução de toda essa matéria (SYMANSKI, 2005).

O material usado e estudado foi adquirido em uma leira de compostagem de resíduo sólido urbano (RSU) da Usina de Compostagem da Lomba do Pinheiro, do Departamento Municipal de Limpeza Urbana (DMLU) de Porto Alegre e a leira possuía em torno de 30% de resíduos vegetais e o restante era composto por resíduo doméstico de acordo com a autora Symanski (2005) assim, disponibilizando os seus resultados analisados para que uma regressão polinomial possa obter uma previsão da dinâmica de desenvolvimento bacteriano presente no processo de compostagem.

Já é de conhecimento que outras variáveis condicionantes podem influenciar no estabelecimento correto da compostagem, interferindo de forma predominante na instalação da microbiota como a temperatura, aeração, Ph, entre outros (MADEJÓN *et al.*, 2002). Contudo, o objetivo deste trabalho é obter relações preditivas dependentes do tempo, ou seja, a influência apenas temporal sobre o desenvolvimento bacteriano.

METODOLOGIA

Conforme citado anteriormente, os dados utilizados nesse trabalho são resultados de uma pesquisa experimental realizada com intuito de acompanhar a evolução bacteriana em regime de compostagem (SYMANSKI, 2005). No presente estudo, utilizamos a técnica de regressão polinomial para obter equações preditivas sobre a evolução temporal de diferentes grupos de bactérias: Heterotróficos (HF), Coliformes Totais (CT) e Coliformes Fecais (CF). Como mostra a tabela disponível no trabalho original:

Tabela 1: Contagem do número de heterotróficos e do índice de coliformes totais e fecais em UFC/g.

Dias	Nºde heterotrof. UFC/g	Col.Totais UFC/g	Col. Fecais UFC/g
45	$1,3 \times 10^5$	$1,3 \times 10^5$	$2,0 \times 10^4$
60	$5,0 \times 10^5$	$8,0 \times 10^5$	$8,0 \times 10^4$
75	$4,4 \times 10^5$	$3,8 \times 10^5$	$7,0 \times 10^4$
90	$4,8 \times 10^5$	$8,0 \times 10^4$	$2,0 \times 10^4$
105	$5,3 \times 10^5$	$4,0 \times 10^4$	$2,0 \times 10^4$
120	$3,4 \times 10^5$	$7,0 \times 10^4$	$1,0 \times 10^4$
150	$2,1 \times 10^5$	$2,0 \times 10^4$	$1,0 \times 10^4$

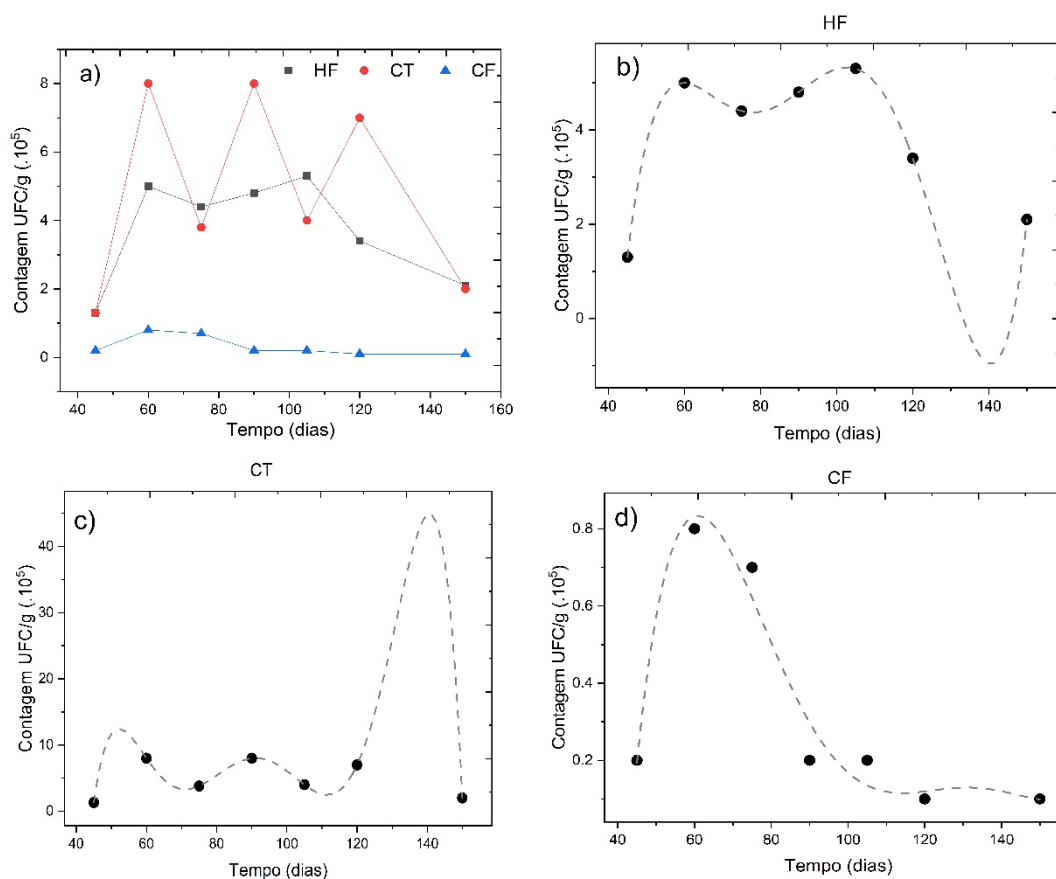
Fonte: (SYMANSKI, 2005).

A importância dessa contagem se deve ao acompanhamento de organismos úteis ao processo da compostagem, como também ao acompanhamento de espécies patogênicas no decorrer das medições. Com esses resultados, e a utilização do software *BioEstat 5.3*, foi possível obter os coeficientes de ajustes (B_n), os coeficiente de determinação R^2 e da Soma dos quadrados dos resíduos (RSS). Essas variáveis são importantes na regressão polinomial, pois enquanto B_n ajusta à curva aos dados, R^2 e RSS indicam qualidade do modelo calculado para o conjunto de dados (VIEIRA, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos nesse trabalho se concentram nos coeficientes de ajuste, peças essenciais na elaboração do modelo preditivo. Foi possível também conhecer os valores de R^2 e RSS a partir dos mesmos cálculos, o aspecto visual das curvas ajustadas aos dados é mostrado na Figura 1 e as equações estão descritas na tabela 2.

Figura 1: Curvas de regressão linear para (a) os três grupos de bactérias, (b) heterótróficos (c) coliformes totais e (d) coliformes fecais.



Fonte: Os autores.

Tabela 2: Equações de regressão polinomial, coeficientes de determinação e RSS.

	HF	CT	CF
Equação	$y = \text{Intersecção} + B_1x + B_2x^2 + B_3x^3 + B_4x^4 + B_5x^5 + B_6x^6$		
Intersecção	-278.5004	-4869.4	-24.79225
B₁	16.96645	364.44822	1.33254
B₂	-0.39403	-10.98543	-0.02625
B₃	0.00443	0.17116	2.45173E-4
B₄	-2.40774E-5	-0.00146	-1.10225E-6

Fonte: Os autores.

Os coeficientes de determinação para HF e CT foram de 100% e estas curvas estão marcadas pela concavidade pronunciada típica de polinômios de ordem 5 e 6. A presença de dados no dia 140 por exemplo, pode auxiliar a discussão nessa área. O coeficiente de ajuste para CF foi menor, entretanto, a curva também está próxima do conjunto de pontos. Quanto ao valor de RSS, todos os conjuntos de dados demonstraram resultados satisfatórios.

No que tange ao aspecto microbiológico, a contagem de Heterotróficos (HF) segue uma oscilação provocada pela mudança de temperatura inerente ao próprio processo e já relatada em outros trabalhos. Entre os coliformes totais e fecais, nota-se uma tendência de declínio (mais visível na curva de CF), mas não de desaparecimento. Inclusive, há um instante de alta provocado por uma intervenção específica e controlada no trabalho.

CONCLUSÃO

A técnica de compostagem tem se apresentado como alternativa viável para destinação de resíduos sólidos atualmente. E como já mencionado, um aspecto de suma importância para o sucesso desse método é o conhecimento da microbiota envolvida e sua dinâmica. Nesse sentido, trabalhos que abordem esse tema se tornam relevantes e necessários para o aprimoramento da técnica.

Neste trabalho, obteve-se modelos satisfatórios para a predição da dinâmica bacteriana de um estudo específico de compostagem na prática. Foram obtidos bons coeficientes de determinação e baixos valores para a Soma dos quadrados dos resíduos. Trabalhos futuros podem incluir outros fatores nessas análises, como PH e temperatura, enriquecendo a abordagem e os novos resultados.

DECLARAÇÃO DE INTERESSES

Nós, autores deste artigo, declaramos que não possuímos conflitos de interesses de ordem financeira, comercial, político, acadêmico e pessoal.

REFERÊNCIAS

- ABRELPE (São Paulo) (org.). Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2020. São Paulo: Porta Romana Studio, 2020. 52 p.
- ABREU, Marcos. Compostagem Doméstica, comunitaria e institucional de Resíduos Orgânicos. Brasília-Ministério do Meio Ambiente-Cepagro, 2017.
- DE OLIVEIRA, E. L. et al. Compostagem de resíduos da produção e abate de pequenos ruminantes. Embrapa Caprinos e Ovinos-Fôlder/Folheto/Cartilha (INFOTECA-E), 2015.
- EPSTEIN, Eliot. The Science of Composting. In: EPSTEIN, Eliot. The Science of Composting. Boca Raton, Florida: Crc Press, 1998. Cap. 2, p. 22.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Brasileiro de 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

MADEJÓN, Engracia et al. New approaches to establish optimum moisture content for compostable materials. *Bioresource technology*, v. 85, n. 1, p. 73-78, 2002.

SYMANSKI, Caroline Seitenfus. Caracterização de bactérias mesófilas presentes em processo de compostagem. 2005. 113 f. Monografia (Especialização) - Curso de Agronomia, Programa de Pós Graduação em Microbiologia Agrícola e do Ambiente, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

VIEIRA, S. Introdução à bioestatística. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

Índice Remissivo

A

Agentes encapsulantes 101, 103, 107
Agricultura familiar 79, 101, 102, 103, 104, 108, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 121, 122, 123, 124, 125
Agricultura sustentável 89
Agrotóxico 88
Água 12, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 22, 45, 48, 56, 57, 68, 80, 91, 92, 93, 95, 96, 105, 106
Alimentação escolar 113
Alimentação saudável 88, 113
Antimicrobiano 76, 80, 81, 86
Antiinflamatório 75, 81
Antioxidante 75, 81, 82, 83, 84, 86
Aquecimento global 126, 128
Assistência técnica 113, 117, 118, 119, 123

B

Bacteriano 127
Biodegradáveis 12, 16, 17
Biofilmes 75, 78, 80, 83
Bioinseticidas 103

C

Cicatrização de feridas cutâneas 76
Coalecedores 12
Coeficiente de determinação r^2 127, 129
Compostagem 126, 128, 129, 131, 132
Contaminação ambiental e humana 63, 69
Controle biológico 53, 54, 55, 59, 63, 67
Controle de pragas 55, 72, 88, 103, 104, 107
Controle físico 63
Cultivo de olerícolas 53, 101, 102

D

Déficit hídrico 101
Degradação do solo 126, 128
Degradação microbiológica 126
Dinamização econômica 113

E

Educação profissional e tecnológica 42, 45, 47
Eficiência dos óleos 101
Efluente 12
Emulsificantes 101, 103, 107
Energia elétrica 24

Engenharia didática 42, 46, 47, 50, 51

Escassez de mão-de-obra 101

Extrato de própolis 76, 81, 86

F

Feridas cutâneas 75, 77, 79, 80, 85, 86

Flotação 12

G

Gás natural 12, 13, 14

H

Hidrociclones 12

I

Incidência de pragas nos cultivos 101

Indução 73, 89

Inseticidas químicos sintéticos 54, 63, 69

Insetos-pragas 53, 101, 102, 107

Instalações hidrossanitárias 42, 43, 45, 48, 49, 50

M

Manejo fitossanitário 53, 55

Manejo integrado 63, 101

Manejo sustentável 88

Materiais adsorventes 12, 17, 19, 20, 22

Materiais adsorventes naturais 12

Matéria orgânica 126, 128

Métodos de controle 63

Microbiota 127

O

Óleos como bioinseticidas 101

Óleos essenciais 66, 101, 102, 104, 106, 108, 110, 111

Olericultura 101, 102, 103, 104

Opções de manejo 53, 101, 102

P

Petróleo 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 22, 23

Políticas públicas 113, 116, 117, 124

Praga 53, 63

Praga agrícola 63

Prejuízos à agricultura 53

Premissas ecologicamente sustentáveis 88

Problemas ambientais 12

Produção de alimentos 65, 88, 96

Produção de petróleo 12, 13, 14
Produção integrada 101
Produção limpa 88
Produtos químicos 12, 16, 17, 53, 102, 103, 104
Propriedades toxicológicas 101, 102
Proteção de transformadores 24, 34
Proteção diferencial 24

R

Reaproveitamento dos resíduos 126
Regressão polinomial 127, 128, 129, 130
Relés 24
Remoção de óleo 12, 16, 17, 18
Reservatórios 12, 14
Resíduos agrícolas 12, 17, 22
Resíduos sólidos 12, 126, 128, 131
Resistencia 89
Resistência bacteriana 76

S

Saúde pública 75, 78
Separadores gravitacionais 12
Sistema elétrico de potência (sep) 24
Situações didáticas 42, 45, 46, 47, 51
Soma dos quadrados dos resíduos 127, 129, 131
Sustentabilidade 101, 111


T

Técnicas de tratamento 12
Teoria das situações didáticas (tsd) 42, 45, 51
Terapia antimicrobiana 75
Transformador 24, 39
Transformadores conversores 24
Tratamento da água 12

U

Uso de fitoterápicos 75, 84



editoraomnisscientia@gmail.com 

<https://editoraomnisscientia.com.br/> 

@editora_omnis_scientia 

<https://www.facebook.com/omnis.scientia.9> 

+55 (87) 9656-3565 



editoraomnisscientia@gmail.com 

<https://editoraomnisscientia.com.br/> 

@editora_omnis_scientia 

<https://www.facebook.com/omnis.scientia.9> 

+55 (87) 9656-3565 