

CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA
(ORGANIZADOR)

Collection:

APPLIED CHEMICAL ENGINEERING

Atena
Editora
Ano 2022

CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA
(ORGANIZADOR)

Collection:

APPLIED CHEMICAL ENGINEERING

Atena
Editora
Ano 2022

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



Diagramação: Daphynny Pamplona
Correção: Yaidy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C697 Collection: applied chemical engineering / Organizador
Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. – Ponta Grossa -
PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-856-1

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.561223101>

1. Chemical engineering. I. Paniagua, Cleiseano
Emanuel da Silva (Organizador). II. Título.

CDD 660

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br



DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

The e-book: “Collection: Applied chemical engineering” consists of ten book chapters that were organized and divided into four thematic units, namely: *i)* natural products: extraction and purification of active principles; *ii)* development of new materials: study, comparison, different properties and applications; *iii)* use of analytical instruments for food quality control and; *iv)* development and application of bioadsorbents and advanced treatment technologies to remove contaminants from aquatic matrices.

The first theme presents two studies that evaluated the extraction of essential oil from the Baru species plant (*Dipteryxalata Vog.*) with nematicidal activity in combating *Meloidogyne javanica*. The second work evaluated triterpene purification processes from plant bioactives of Amazonian species. The second theme consists of three book chapters aimed at the study and comparison of natural, glass and mixed fibers for future applications; preparation of graphene oxides for production as composites in the form Cu/TiO₂/rGO and estimates of thermodynamic properties of esters used in the production of biodiesel using a Gaussian software associated with the Constantinou and Gani group method.

The third thematic unit consists of two works, one using the UV-Vis spectrophotometry technique to quantify the metallic ions of cadmium, copper, chromium, mercury, nickel and lead in cheeses produced by hand on rural properties; the second work evaluated the Kombucha probiotic and its importance in fermented foods. Finally, the fourth and last theme consists of three works with different approaches. The first deals with the possible environmental impacts that can be caused to water and soil as a result of exposure to Fracking gas present in Mexico. The second presents the study of the adsorption capacity from the biomass generated by the Andiroba species (*Carapaguianensis Aubl.*) in the removal of copper ions present in wastewater from industrial activities. The third chapter presents the study of the influence of the complexity of different aqueous matrices on the degradation of a mixture of drugs using the solar photolysis processes, TiO₂/Solar and its combination with the addition of H₂O₂. This process constitutes one of the advanced treatment technologies to be made feasible on a large scale as a complementary step to conventional water and sewage treatment processes.

In this perspective, Atena Editora has been working with the aim of stimulating and encouraging both Brazilian researchers and those from other countries to publish their work with quality assurance and excellence in the form of books, book chapters and articles that are available in the Editora’s website and other digital platforms with free access.

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ATIVIDADE NEMATICIDA DO ÓLEO ESSENCIAL DE BARU (*Dipteryx alata* Vog.) SOBRE *Meloidogyne javanica*


Gabriela Araújo Martins
Rodrigo Vieira da Silva
Ana Paula Gonçalves Ferreira
João Pedro Elias Gondim
Lara Nascimento Guimarães
Nathália Nascimento Guimarães
Edcarlos Silva Alves
Rafaella Alves Rodrigues

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5612231011>

CAPÍTULO 2..... 12

PURIFICAÇÃO DE TRITERPENOS BIOATIVOS A PARTIR DE ESPÉCIES AMAZÔNICAS: IDENTIFICAÇÃO DE PARÂMETROS E PADRONIZAÇÃO DO PROCESSO


Lucas Orleam Nunes do Nascimento
Yanne Katiussy Pereira Gurgel Aum
Erick Max Mourão Monteiro de Aguiar

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5612231012>

CAPÍTULO 3..... 19

ESTUDO E COMPARAÇÃO ENTRE COMPÓSITOS REFORÇADOS COM FIBRAS NATURAIS, FIBRAS DE VIDRO E HÍBRIDOS


Samuel de Castro Silva
Gabriel Melo Nascimento
Roberto Tetsuo Fujiyama

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5612231013>

CAPÍTULO 4..... 25

PREPARAÇÃO DE ÓXIDO DE GRAFITE PARA PRODUÇÃO DE COMPÓSITOS Cu/TiO₂/rGO

Gimerson Weigert Subtil
Leonardo Zavilenski Fogaça
Daiane Marques de Oliveira
Jean César Marinozi Vicentini
Mara Heloisa Neves Olsen Scaliante


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5612231014>

CAPÍTULO 5..... 37

PROPRIEDADES TERMODINÂMICAS DE FORMAÇÃO ESTIMADAS PARA ÉSTERES DE BIODIESEL USANDO SOFTWARE DE QUÍMICA QUÂNTICA GAUSSIAN E O MÉTODO DE CONTRIBUIÇÃO DE GRUPO DE CONSTANTINOU E GANI

Erich Potrich
Larissa Souza Amaral


Fernando Augusto Pedersen Voll
Vladimir Ferreira Cabral
Lúcio Cardozo Filho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5612231015>

CAPÍTULO 6..... 51

DETERMINAÇÃO QUANTITATIVA DE CÁDMIO, CHUMBO, COBRE, CROMO, MERCÚRIO E NÍQUEL EM QUEIJOS ARTESANAIS RURAIS E INDUSTRIAIS EMPREGANDO ESPECTROFOTOMETRIA UV-VIS


Alexandre Mendes Muchon
Alex Magalhães de Almeida

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5612231016>

CAPÍTULO 7..... 63

PRODUÇÃO DE KOMBUCHA: APRESENTAÇÃO DO PROCESSO, POSSÍVEIS OBSTÁCULOS E PONTOS CRÍTICOS DE CONTROLE

Thainá Inácia da Silva
Louiza Stefhany Santos Tibes
Carla Adriana Pizarro Schmidt

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5612231017>

CAPÍTULO 8..... 78

MEXICO'S WATER AND SOIL, THREATENED BY FRACKING GAS?


Victor Hugo Ferman-Avila
Maria del Carmen Avitia-Talamantes
Hugo Esteban Ferman-Corral

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5612231018>

CAPÍTULO 9..... 87

PRODUÇÃO DE BIOADSORVENTE DE RESÍDUOS DE CASCAS DE SEMENTES DE ANDIROBA (*Carapa guianensis Aubl.*) E POTENCIAL USO NA ADSORÇÃO DE ÍONS COBRE EM ÁGUAS RESIDUÁRIAS INDUSTRIAIS


Carlos Castro Vieira Quaresma
Gabriela Cristina Brito Nery
Agnes Naiá Gomes de Sá Fernandes
Sérgio Duvoisin Júnior
Nélio Teixeira Machado
Marla Karolyne dos Santos Horta
Douglas Alberto Rocha de Castro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5612231019>

CAPÍTULO 10..... 100

INFLUENCE OF MATRIX COMPOSITION ON THE DEGRADATION OF A PHARMACEUTICALS MIXTURE THROUGH HETEROGENEOUS PHOTOLYSIS AND PHOTOCATALYSIS UNDER SOLAR RADIATION PROCESSES

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.56122310110>

SOBRE O ORGANIZADOR.....	113
ÍNDICE REMISSIVO.....	114

CAPÍTULO 1

ATIVIDADE NEMATICIDA DO ÓLEO ESSENCIAL DE BARU (*Dipteryx alata* Vog.) SOBRE *Meloidogyne javanica*

Data de aceite: 01/01/2022

Data de submissão: 08/10/2021

Gabriela Araújo Martins

Filiação Institucional: Instituto Federal Goiano –
Campus Morrinhos.
Piracanjuba-GO
<http://lattes.cnpq.br/3356239562750321>

Rodrigo Vieira da Silva

Filiação Instituto Federal Goiano – Campus
Morrinhos.
Morrinhos-GO
<http://lattes.cnpq.br/3124474397004918>

Ana Paula Gonçalves Ferreira

Filiação Instituto Federal Goiano – Campus
Morrinhos.
Professor Jamil-GO
<http://lattes.cnpq.br/3672817167527859>

João Pedro Elias Gondim

Filiação Institucional: Universidade Federal de
Lavras
Lavras-MG
<http://lattes.cnpq.br/7045740837090974>

Lara Nascimento Guimarães

Filiação Institucional: Universidade Federal de
Lavras
Lavras-MG
<http://lattes.cnpq.br/1465762472357401>

Nathália Nascimento Guimarães

Filiação Institucional: Universidade Federal de
Lavras
Lavras-MG
<http://lattes.cnpq.br/0999887760613085>

Edcarlos Silva Alves

Filiação Instituto Federal Goiano – Campus
Morrinhos.
Morrinhos-GO
<http://lattes.cnpq.br/8034600106628875>

Rafaella Alves Rodrigues

Filiação Institucional: Instituto Federal Goiano –
Campus Morrinhos.
Morrinhos-GO
<http://lattes.cnpq.br/5405130299683496>

RESUMO: Devido os grandes prejuízos causados pelos nematoides de galhas, *Meloidogyne* spp., faz-se necessário estudar novas estratégias que ofereçam um controle mais eficaz e seguro. Pesquisas acerca do uso de óleos essenciais vegetais têm ganhado espaço no quesito nematicida natural e no bioma cerrado encontramos uma grande diversidade de espécies com este potencial. Objetivou-se no presente trabalho avaliar o efeito do óleo essencial de baru (*Dipteryx alata* Vog.) na eclosão de juvenis de segundo estágio (J2) de *Meloidogyne javanica*. O experimento foi realizado em tubos de ensaio no Laboratório de Nematologia Agrícola utilizando o delineamento experimental inteiramente casualizado. A população de *M. javanica* utilizada nos experimentos foi multiplicada em mudas de jiloeiro em casa de vegetação durante 60 dias. Após este período, os ovos foram extraídos e a concentração do inóculo foi calibrada com auxílio de câmara de Peter sob microscópio fotônico para 100 ovos mL⁻¹. Para a execução do ensaio foram usados tubos de vidro de 20 x 200 mm

contendo 100 ovos de *M. javanica* e o óleo essencial de baru comercial, nas concentrações de 0, 8, 16 e 32 mg L⁻¹. O experimento foi acondicionado em câmara incubadora do tipo B.O.D. (Demanda Bioquímica de Oxigênio) a 26 °C por um período de 48 horas no escuro. A Análise dos dados foi realizada utilizando o software SISVAR. O óleo essencial de baru apresentou efeito positivo, reduzindo a eclosão de juvenis de *M. javanica*. A concentração de maior destaque foi a de 16 mg L⁻¹ reduzindo em 75% a eclosão dos J2, podendo concluir que o mesmo apresenta atividade nematicida e potencial de uso no controle de *M. javanica*.
PALAVRAS-CHAVE: Nematóide de galhas; Cerrado; Eclosão; Controle alternativo.

NEMATICIDE ACTIVITY OF BARU ESSENTIAL OIL (*Dipteryx alata* Vog.) ON *Meloidogyne javanica*

ABSTRACT: Due to the great damage caused by the root-knot nematodes, *Meloidogyne* spp., it is necessary to study new methodologies that offer an effective and safe control of these phytonematodes. Research on the use of vegetable essential oils has been gaining ground in the natural nematicide and in the cerrado biome we find a great diversity of species with this potential. The objective of this work was to evaluate the effect of baru (*Dipteryx alata* Vog.) essential oil on the hatching of second-stage juveniles (J2) of *Meloidogyne javanica*. The experiment was carried out at the Agricultural Nematology Laboratory using a completely randomized experimental design in test tubes. The population of *M. javanica* used in the experiments was obtained from okra roots and multiplied in jilo tree seedlings, in a greenhouse for 60 days. After this period, the eggs were extracted and the inoculum concentration was calibrated with the aid of a Peter chamber under a photonic microscope for 100 eggs mL⁻¹. To carry out the test, 20 x 200 mm glass tubes containing 100 eggs of *M. javanica* and commercial baru essential oil were used, at concentrations of 0, 8, 16 and 32 mg L⁻¹. The experiment was placed in a B.O.D. (Biochemical Oxygen Demand) at 26 °C for a period of 48 hours in the dark. Data analysis was performed using the Tukey mean test at 5% significance in the SISVAR software. All concentrations of baru essential oil had a positive effect, reducing the hatching of *M. javanica* juveniles. The most prominent concentration was 16 mg L⁻¹, reducing J2 hatching by 75%, thus concluding that it has nematicidal activity and potential use in the control of *M. javanica*.

KEYWORDS: Root-knot nematodes; Thick; Outbreak; Alternate control.

1 | INTRODUÇÃO

Os nematóides são organismos reino animal do filo nematoda. Os mesmos possuem forma alongada, cilíndrica, e simetria bilateral e coloração quase transparente (DINARDO & MIRANDA, 2005). Espécies de nematóides que parasitam plantas, são denominados de fitonematóides. A característica morfológica de identificação dos fitonematóides mais importante é um órgão localizado na cavidade bucal, denominado de estilete, o qual é responsável por injetar substâncias no citoplasma das células e se alimentar dos nutrientes disponíveis (FERRAZ, 2016).

O gênero *Meloidogyne*, popularmente conhecido como nematóide de galhas,

caracteriza-se por grande importância agrônômica, devido aos danos causados na maioria das culturas agrônômicas. Seus prejuízos são mais evidenciados em condições de alta densidade populacional, necessitando a utilização de estratégias eficazes de controle (GUARDIANO et. al., 2011). Mais de 100 espécies de *Meloidogyne* já foram relatadas, entretanto, cerca de 90% dos prejuízos às culturas estão relacionadas as espécies *M. javanica* e *M. incognita* (PRADO, 2018). Vale ressaltar que em função de sua alta taxa reprodutiva, ampla distribuição geográfica e vasta gama de plantas hospedeiras, os nematoides de galhas se sobressaem entre as pragas agrícolas de mais difícil controle (PINHEIRO, 2018).

Segundo Gricolli & Asmus (2014), os nematicidas químicos existentes de menor toxicidade, ainda não apresentam alta eficiência para reduzir de forma significativa a população de nematoides, e as práticas mais efetivas no controle são os métodos culturais, mecânicos, físicos e o biológico. Portanto, há necessidade de buscar novas estratégias de manejo menos danosas ao ambiente e que ofereçam um bom nível de controle dos nematoides do gênero *Meloidogyne*.

Até meados no século XIX, os produtos naturais foram bastante utilizados para o controle de pragas e doenças. Entretanto, com o passar dos anos e, conseqüentemente, com a tecnificação da agricultura foram desenvolvidos produtos químicos sintéticos com maior toxidez, onde muitos ainda são empregados. Atualmente, o que vêm chamando atenção dos pesquisadores são os produtos naturais, por sua eficiência e, principalmente, por serem menos tóxicos ao ambiente e ao ser humano (EMBRAPA, 2020). Neste contexto, aumentou o interesse nos estudos dos óleos essenciais que possuem substâncias antimicrobianas com a capacidade de inibir patógenos de plantas (MORAIS, 2009).

Pesquisas acerca do uso de óleos essenciais vegetais têm ganhado um espaço no quesito nematicida natural, já que em sua constituição bioquímica apresentam substâncias capazes de oferecer maior eficiência no controle de nematoides, reduzido a taxa de eclosão e causando uma maior mortalidade dos juvenis de segundo estágio (J2) de *Meloidogyne* spp. (BORGES, 2017).

Os óleos essenciais são considerados metabólitos secundários, que podem ser originados de diferentes partes das plantas e obtidos principalmente por hidrodestilação (SIMÕES & SPITER, 2010). O óleo essencial pode ser extraído de várias espécies de plantas do cerrado, a exemplo o pequizeiro (*Caryocar brasiliense*), no qual já foi comprovado que o seu óleo possui atividade nematicida, no controle de J2 de *M. javanica* (MARQUES, 2020).

O baruzeiro, *Dipteryx alata* Vog., é uma espécie nativa do cerrado, cuja característica principal é o fruto denominado de baru, com polpa de sabor doce, e tem o papel de envolver uma amêndoa comestível (DA CRUZ et al., 2011). Esta espécie merece atenção especial em função da ampla distribuição e alta produtividade, em média de 2.000 a 6.000 frutos por planta (SOARES JÚNIOR et al., 2007), apresentando uma altura média de 15 a 25 metros,

copa alongada de 6 a 11 metros de diâmetro, casca do tronco cinza-claro. A amêndoa é comercializada nos grandes centros, sendo bastante apreciada pela população local (VERA et al., 2009).

As árvores de baru contêm taninos, em grandes quantidades, em relação aos frutos apresentam as seguintes funções: alimentar (doces, licores, farinhas, óleos e outros), forrageiro (recobrimento de pastagens), madeireiro (uso na construção civil), medicinal (propriedades antirreumáticas, antihelmíntica, antimicrobiana e reguladoras hormonais), farmacêutico (óleos e cosmética) e paisagístico (recuperação de áreas degradadas) (SANO; RIBEIRO; BRITO, 2004). Em estudos realizados com a polpa do fruto do baru, demonstraram a presença de taninos, flavonoides, alcaloides e saponinas em grandes quantidades (SANCHEZ, 2014).

Devido os grandes prejuízos causados pelos nematoides de galhas, faz-se necessário estudar novas estratégias que ofereçam um bom nível de controle, onde os testes iniciam com ensaios *in vitro* de eclosão mortalidade dos nematoides. Neste contexto, pesquisas acerca do uso de óleos essenciais vegetais apresentam um potencial para o desenvolvimento de nematicida natural, uma vez que em sua constituição bioquímica apresentam substâncias capazes de reduzir a taxa de eclosão, além de causar uma maior mortalidade das fases juvenis (BORGES, 2017). No presente trabalho objetivou-se avaliar o efeito do óleo essencial de baru na eclosão de juvenis de segundo estágio de *M. javanica*.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em condições *in vitro* no Laboratório de Nematologia Agrícola. A população de nematoide utilizada que faz parte da coleção nematológica já havia sido caracterizada como *M. javanica* pela técnica de eletroforese de isoenzimas, fenótipo de esterase (Mj), conforme proposto em Freitas et al. (2016).

A população de *M. javanica* foi multiplicada em mudas de jiloeiro, em casa de vegetação durante 60 dias e os ovos foram extraídos segundo o método de Boneti & Ferraz (1981). A concentração do inóculo foi calibrada com auxílio de câmara de Peter sob microscópio fotônico no aumento de 100X para 100 ovos mL⁻¹.

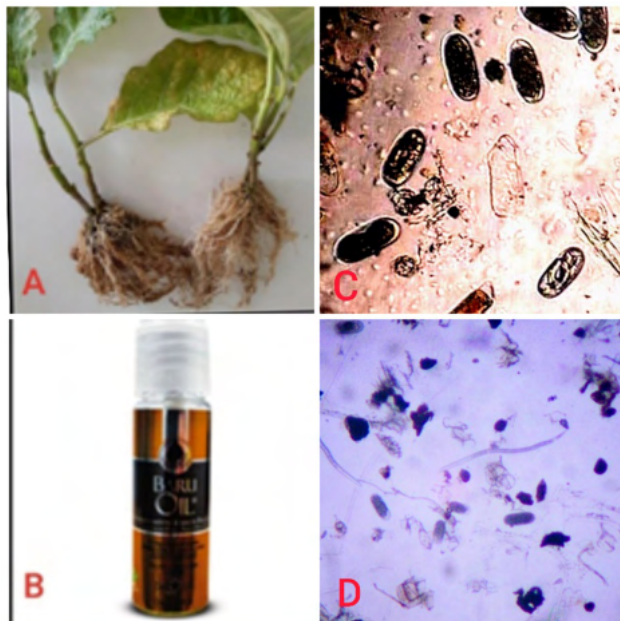


Figura 1: A. Fonte de inóculo planta de jiló (*Solanum aethiopicum* L.) infectadas com *Meloidogyne javanica*; B. Óleo essencial de baru (Baru oil – De Sirius); C. Suspensão de ovos de *M. javanica* obtida; D. Contagem de ovos remanescentes na câmara de Peter em microscópio fotônico no aumento de 100X. Fonte: Martins, G. A. (2020).

O experimento foi instalado utilizando o delineamento experimental inteiramente casualizado (4x5), quatro tratamentos e cinco repetições. Utilizou-se tubos de ensaio de vidro com dimensões de 20 x 200 mm e o óleo essencial de baru (Baru oil – De Sirius), o qual foi originado da prensa de sua amêndoa, nas concentrações de 0, 8, 16 e 32 mg L⁻¹. Para o tratamento controle utilizou apenas água destilada. A solução total adicionada no tubo de ensaio foi de 1,41 mL, contendo 100 ovos de *M. javanica*. De acordo com a calibração foram depositados 0,41 mL das suspensões aquosas, contendo 100 ovos de *M. javanica* nos tubos de ensaio, logo após as concentrações citadas anteriormente e em seguida 1 mL de água destilada.

Logo após, o experimento foi acondicionado em câmara incubadora do tipo BOD (Demanda Bioquímica de Oxigênio) a 26°C por um período de 48 horas no escuro. As contagens dos J2 eclodidos e ovos remanescentes foi realizada em microscópio fotônico no aumento de 100X. Para o cálculo da taxa de inibição de eclosão (%), foi utilizado como índice de comparação o tratamento controle (TURATTO, 2015). Para análise dos dados foi utilizado o teste de média de Tukey a 5 % de significância no software SISVAR (Sistema de Análise de Variância) e análise de regressão (FERREIRA, 2011).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores das avaliações dos efeitos do óleo essencial de baru obtidos na eclosão de *M. javanica* são discriminados na tabela 1. Após análise dos dados foi possível observar que o óleo essencial de baru apresentou efeito positivo no controle do nematoide, reduzindo em 56,25%, 75% e 40,63% a eclosão de *M. javanica* nas concentrações de 8, 16 e 32 mg L⁻¹, respectivamente, em relação ao controle.

Tratamentos	Médias	Inibição da taxa de eclosão (%)
0	21.333333 b	36%
8 mg L ⁻¹	9.333333 ab	56,25%
16 mg L ⁻¹	5.333333 a	75%
32 mg L ⁻¹	12.666667 ab	40,63%

Tabela 1. Valores médios e porcentagem da inibição da taxa de eclosão de *Meloidogyne javanica* de acordo com as concentrações do óleo essencial de baru. Fonte: Martins, G. A. (2020).

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Quando comparados em relação ao tratamento controle, que continha apenas água destilada, a concentração de 16 mg L⁻¹ do óleo essencial do baru foi a que apresentou o melhor resultado, reduzindo em 75% a eclosão dos juvenis de segundo estágio (J2) de *M. javanica*. Enquanto que a concentração de 32 mg L⁻¹ reduziu em 40,63% a taxa de eclosão dos J2 de *M. javanica*. Este fato pode ter acontecido em virtude de fatores biológicos e intrínsecos da interação do óleo com o nematoide ocasionados durante o período experimental. Observando a **Figura 2**, pode-se inferir que para o experimento *in vitro* a concentração ideal é aproximadamente 16 mg L⁻¹ do óleo essencial do baru.

Pela análise de regressão linear (Figuras 2 e 3, respectivamente), foi possível observar uma relação positiva das variáveis analisadas, tanto para porcentagem de juvenis eclodidos, quanto para a mortalidade de juvenis em função do coeficiente de relação (R²)

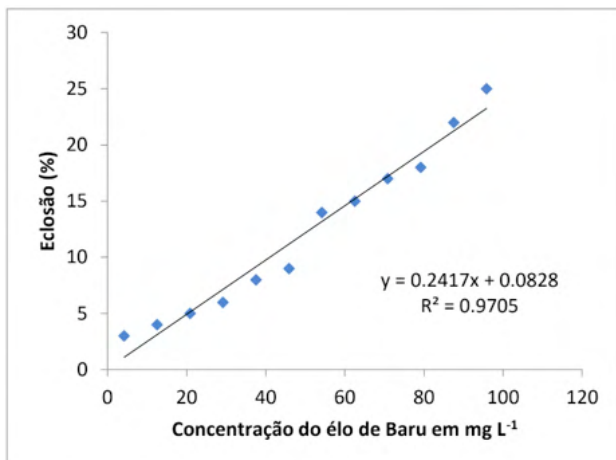


Figura 2. Valores médios da Taxa de Mortalidade de juvenis de *M. javanica* após exposição ao óleo essencial de Baru.

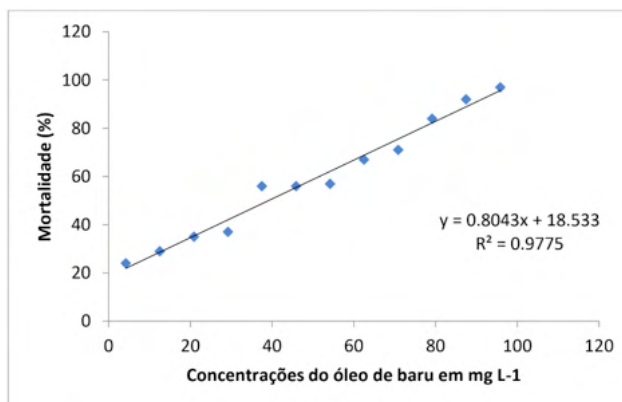


Figura 3. Valores médios da taxa de eclosão de juvenis de segundo estágio *Meloidogyne javanica* em função das concentrações de óleo essencial de baru. Fonte: Martins, G. A. (2020).

Estudos realizados com óleo essencial de erva cidreira (*Lippia alba*) em J2 de *M. javanica*, também apresentou atividade nematicida, onde na concentração de 8 mg L⁻¹, causou a redução de 70% da mortalidade e na concentração de 32 mg L⁻¹ causou 100% da mortalidade, em 48 horas de avaliação (SOUZA, 2017). O que corrobora com os resultados obtidos no presente estudo.

Em trabalho realizado com alecrim-pimenta (*Lippia origanoides*), foi observado que a mortalidade aumentava à medida que se crescia as concentrações, e que a melhor concentração foi a de 32 mg L⁻¹, responsável por reduzir 97% dos J2 de *M. javanica* em 48 horas de experimento (MOREIRA, 2017). Esse resultado se difere da nossa pesquisa, devido ao fato de as melhores concentrações estarem entre 8 e 16 mg L⁻¹.

Em estudo realizado com os frutos verdes da espécie do cerrado aroeirinha (*Schinus terebinthifolius*), demonstram que a concentração de 100 mg L⁻¹ do óleo essencial foi capaz de reduzir 86% da eclosão de J2 de *M. javanica*, em comparação com o tratamento controle (BORGES, 2017). Esta pesquisa corrobora com o presente trabalho, devido ao fato de o autor também ter utilizado óleo essencial de uma planta do cerrado.

A provável atividade antimicrobiana dos óleos essenciais de espécies do cerrado deve-se ao fato das mesmas possuírem substâncias, como por exemplo, ácidos graxos, terpenos, compostos fenólicos e alcalóides, as quais são consideradas substâncias nematocidas e antimicrobianas (NEVES et al. 2008; COIMBRA et al. 2006; GUARDIANO et al. 2011). Pesquisa desenvolvida por Marino et al. (2012), comprovam que o efeito nematocida dos óleos essenciais se deve ao fato desta substância agir na membrana plasmática e, conseqüentemente, ocasionar a ruptura da estrutura de polissacarídeos e lipídeos, podendo também modificar a permeabilidade da membrana, resultando na alta mortalidade dos nematoides.

Em trabalho realizado com o extrato metanólico preparado com folhas de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*) demonstram que o mesmo foi responsável por reduzir 80% de mortalidade de J2 de *M. Javanica* na concentração de 100 mg L⁻¹ (LOPES, 2017). O barbatimão é uma espécie da família Fabaceae e suas folhas e cascas são compostos por taninos, saponinas, alcalóides, terpenos e flavonoides (OLIVEIRA et al., 2002; SOARES et al., 2002; PINHO et al., 2012). Este experimento corrobora com os dados encontrados no presente estudo, já que o baru pertence a mesma família do barbatimão e apresentar uma das substâncias anteriores tidas como nematocidas, que são os taninos (SOUZA, 2019).

Os taninos também são constituintes presentes no óleo essencial de pequi e são responsáveis por possuir atividade cicatrizante em feridas. Estes, também são capazes de precipitar proteínas e sequestrar íons metálicos, os quais são essenciais para o desenvolvimento dos microrganismos, o que propicia o chamado efeito antimicrobiano e antifúngico (BATISTA, 2010). Em pesquisa realizada com óleo essencial de pequi foi verificado que a concentração de 16 mg L⁻¹ causou 82% da mortalidade de J2 de *M. javanica* (Marques, 2020). Esses resultados corroboram com o resultado do nosso experimento, no qual a concentração de 16 mg L⁻¹ de óleo essencial de baru também foi a melhor concentração do produto, onde reduziu em 75% da eclosão de J2 de *M. javanica*.

Diante dos resultados obtidos no presente estudo, pode-se inferir que o óleo essencial de baru, demonstra alto potencial de ser utilizado no manejo de *M. javanica*, constituindo-se numa ótima alternativa para os produtores que estão em busca de métodos de controle mais sustentáveis para minimizar os prejuízos causados por fitonematoides.

4 | CONCLUSÃO

Os resultados obtidos permitem concluir as concentrações do óleo essencial de

baru apresentaram efeito positivo sob a eclosão de J2 de *M. javanica*, com destaque para as concentrações de 16 mg L⁻¹ reduzindo em 75% a eclosão.

Faz-se necessário realizar novos estudos *in vivo*, para verificar a eficiência deste óleo quando utilizado a campo, no controle de *M. javanica*, podendo também identificar mais substâncias presentes no óleo com atividade nematicida e propiciar ao produtor uma nova e eficaz alternativa de controle.

REFERÊNCIAS

BATISTA, J. S.; SILVA, A. E.; RODRIGUES, C. M. F.; COSTA, K. M. F. M.; OLIVEIRA, A. F.; PAIVA, E. S.; NUNES, F. V.A.; OLINDA, R. G.; **Avaliação da atividade cicatrizante do óleo de pequi (*Caryocar coriaceum wittm*) em feridas cutâneas produzidas experimentalmente em ratos.** Arquivo do Instituto Biológico, v. 77, n. 3, p. 441-447, 2010.

BORGES, D.F.; **Efeito nematicida de extratos de óleos de plantas do cerrado e óleos essenciais.** Universidade Federal de Viçosa, Rio Paranaíba - MG, p. 46, 2017. Dissertação de mestrado.

CHARCHAR, J.M.; GIORDANO, L.B.; BOITEUX, L.S. **Metodologia para seleção de hortaliças com resistência a nematoides: Famílias Convolvulaceae e Solanaceae/*Meloidogyne* spp.** Brasília: Embrapa Hortaliças, 2003.

COIMBRA, J. L.; SOARES, A. C. F.; GARRIDO, M. S.; SOUSA, C. S.; RIBEIRO, F. L. B. **Toxicidade de extratos vegetais a *Scutellonema bradyi*.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 41, n. 7, p. 1209-1211, 2006.

DINARDO, L.L.M.; MIRANDA, I. D. **Cartilha de nematoides atualizada.** Campinas: Jornal Cana, 2005.

FERRAZ, L. C. C. B.; **Chave ilustrada de identificação dos principais gêneros de fitonematoides no Brasil baseada em caracteres das fêmeas.** Livro Diagnose de fitonematoides, 1º ed. I.S.B.N: 978-85-7625-339-6, p. 237-238, 2016.

FERREIRA, D. F. **Sisvar: A computer statistical analysis system.** *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, n. 6, p.1039-1042, 2011.

FREITAS, L.G.; NEVES, W.S.; OLIVEIRA, R.; D'ARC L. **Métodos em nematologia vegetal.** In: ALFENAS, A.C.; MAFIA, R.G. Métodos em Fitopatologia. Viçosa, MG: Editora UFV, 2016, 2 edição, p.257-296.

FONTES, E. M. G.; VALADARES-INGLIS, M. C.; **Controle biológico de pragas da agricultura.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). 1º ed. Brasília – DF, 2020.

GRIGOLLI, J.F.J.; ASMUS, G.L. **Manejo de nematoides na cultura da soja.** (Eds.). Tecnologia e Produção: Soja 2013/2014. Maracaju, MS: Fundação MS, 2014. p. 194-203.

GUARDIANO, C.G.; MURAMOTO, S.P.; KRZYWANOWSKII, A. A.; ALMEIDA, W.P.; SAAB, O. J. G. **A. Efeito de Extratos Aquosos de Espécies Vegetais Sobre a Multiplicação de *Rotylenchulus reniformis*.** Arquivos do Instituto Biológico: São Paulo, 2011.

LOPES, L. N. S.; **Controle de *Meloidogyne javanica*: efeito in vitro de extratos de plantas nativas do cerrado**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Morrinhos, Morrinhos, Goiás, p. 47, 2017. Dissertação de mestrado.

MARINO, R.H. et al. **Controle de *Meloidogyne incognita* raça 1 com óleo essencial de *Lippia Alba***. Scientia Plena, v.8, n.4, p.1-8, 2012.

MARQUES, A. A.; **Atividade nematocida do óleo essencial da polpa de pequi (*Caryocar brasiliense*) no controle de *Meloidogyne javanica***. Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, 2020. Monografia de graduação.

MORAIS, L. A. S.; **Óleos Essenciais no Controle Fitossanitário**; Embrapa Meio Ambiente. CP 69; 13820-000 Jaguariúna, SP, Brasil, 2009.

MOREIRA, J. J.; **Avaliação do potencial do óleo essencial de *Lippia organoides* Kunth no controle de *Meloidogyne javanica* em plantas de alface**. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas Tecnologia em Agroecologia. Cruz das Almas – BA, p. 24, 2017. Monografia de Graduação.

NEVES, W.S.; FREITAS, L.G.; GIARETTA, R.D.; FABRY, C.F.S.; COUTINHO, M.M.; DHINGRA, O.D.; FERRAZ, S.; DEMUNER, D.J. **Atividade de extrato de alho (*Allium sativum*), mostarda (*Brassica campestris*) e pimenta-malagueta (*Capsicum frutescens*) sobre a eclosão de juvenis de *Meloidogyne javanica***. Nematologia Brasileira, v.29, n.2, p.273-278, 2005.

NEVES, W.S.; FREITAS, L.G.; LOPES, E.A.; COUTINHO, M.M. DALLEMOLE-GIARETTA, R.; FERRAZ, S. **Efeito, in vitro, do extrato de sementes de mamão sobre a eclosão de juvenis de *Meloidogyne* spp.** Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas, v.2, n.3, p.9 , 2008.

OLIVEIRA, L. G.; GOZZO, A. J.; NUNES, V. A.; SILVA, I. C.; SAMPAIO, M. U; SAMPAIO, C. A. M.; ARAÚJO, M. S. **Inibidores de proteases encontrados em sementes de *Caesalpinia echinata* (Pau Brasil) -isolamento e caracterização do inibidor de tripsina**. Revista Brasileira de Farmacognosia, v.12, p.72-74, 2002.

PINHO, L.; SOUZA, P. N. S.; SOBRINHO, E. M.; ALMEIDA, A. C.; MARTINS, E. R.; **Atividade antimicrobiana de extratos hidroalcoolicos das folhas de alecrim-pimenta, aroeira, barbatimão, erva baleeira e do farelo da casca de pequi**. Ciência Rural, v.42, n.2, p.326-331, 2012.

PRADO, T. J.; **Biologia e potencial do ácaro predador *Protogamasellopsis zaheri* (Mesostigmata: Rhodacaridae) como agente de controle do nematoide de galha *Meloidogyne incognita* (Tylenchida: Meloidogynidae)**. Universidade Estadual Paulista - UNESP Campus de Jaboticabal, 2018. Dissertação de mestrado.

PINHEIRO, J.B. **Árvore do conhecimento: Nematoides**. Embrapa Informação Tecnológica 2018. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/pimenta/arvore/CONT000gn0k9bx902wx50k0liq1mqut1365k.html/>. Acesso em 31/07/2020.

SANCHEZ, R. M.; **Estudo fitoquímico e propriedades biológicas da *Dipteryx alata* Vogel (baru)**. Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2014. Dissertação de mestrado.

SOARES, J. D. A. H.; ALVES, R. K.; ISAC, E.; BEZERRA, J. C.; GOMES, M. H.; SANTOS, S. C.; FERRI, P. H.: **Atividade tripanocida in vivo de *Stryphnodendron adstringens* (barbatimão verdadeiro) e *Caryocar brasiliense* (pequi)**. Revista Brasileira de Farmacognosia, v.12, p.01-02, 2002.

SOUZA, A. L. S.; **Extração e caracterização do óleo da amêndoa de baru utilizando etanol e isopropanol como solventes alternativos ao hexano**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 2019. Dissertação de mestrado.

SOUZA, R. N.; **Potencial do óleo essencial de *Lippia alba* (Mill) N. E. Brown. no controle de *Meloidogyne javanica* em plantas alface**. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas Tecnologia em Agroecologia. Cruz das Almas – BA, p. 14, 2017. Monografia de Graduação.

TAKEMOTO, E.; OKADA, I. A.; GARBELOTTI, M. L.; TAVARES, M.; AUED-PIMENTEL, S.; **Composição química da semente e do óleo de baru (*Dipteryx alata* Vog.) nativo do Município de Pirenópolis, Estado de Goiás**. Instituto Adolfo Lutz, 2001.

TURATTO, M. F.; **Potencial antagonístico de *Pseudomonas* do grupo fluorescente isolada no planalto catarinense no controle de *Ditylenchus* spp. e *Meloidogyne javanica***. Universidade Federal de Santa Catarina – Campus Curitibanos, p. 17, 2015. Monografia de graduação.

VERA, R.; SOUZA, E. R. B.; **Revista Brasileira de Fruticultura**. V. 31, n.1 p.001- 295, 2009.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Adsorbent 78, 85, 88

Adsorption 2, 85, 88, 98, 108

Advanced Oxidative Processes (AOPs) 102

Agro-industrial waste 88

Anti-inflammatory 17

Aqueous matrices 2, 100, 103, 105, 112

B

Bacterium 100, 108, 109, 110, 111

Bioactive 12

Biodiesel 2, 3, 37, 38, 39, 48

C

Cadmium 2, 51

Cheese 51

Contaminants of Emerging Concern (CEC) 101

Copper 2, 26, 33, 34, 51, 83, 88

D

Detection Limit 100, 106

E

Essential oil 2, 2

Esters 2, 37, 49, 50

F

Fermentation 63, 76, 77

Fibers 2

Fracking gas 2, 4, 78, 79

G

Gibbs free energy 37, 38

Graphite oxide 25

H

Heavy metals 88

Hydrosphere 79

K

Kombucha 2, 4, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 73, 74, 75, 76, 77

L

Lead 2, 51, 81, 82

Lithosphere 79

M

Meloidogyne javanica 2, 3, 1, 2, 5, 6, 7, 10, 11

Mercury 2, 51

Metallic ions 2

Mineralization 100, 105, 107, 110, 111, 112

N

Nematicidal activity 2, 2

Nematodes 2

Nickel 2, 51

O

Organic matter 102, 108, 110, 111

P

Pharmaceuticals 4, 100, 101, 102, 103, 105, 106, 107, 109, 110, 111, 112

Photocatalysis 4, 25, 34, 100, 103, 105, 111, 112, 113

Photocatalyst 33, 34, 35, 36, 106, 107, 108, 109, 110

Photolysis 2, 4, 100, 103, 106, 107, 109, 111

Photonic microscope 2

Photosystems 26

Probiotics 63, 76

Pyrolysis 88, 99

Q

Quantum chemistry 37, 38

R

River Water (RW) 103

S

Soil 2, 4, 78

Solar photolysis 2, 106, 107, 109

Solar radiation 4, 100, 103, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 113

Solar spectrum 25

T

Thermodynamic properties 2, 37, 50

Toxicity 76, 78, 81, 86, 100, 105, 108, 109, 110, 111, 112

Triterpenoids 12

U

UV-Vis spectrophotometry 2, 51





V

Vibrio fischeri 100, 105, 108, 109, 110, 111

W

Wastewater 2, 88, 103, 104, 112




Water 2, 4, 34, 35, 36, 78, 79, 80, 81, 84, 85, 86, 88, 100, 101, 102, 103, 104, 107, 110, 111, 112, 113

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Collection:

APPLIED CHEMICAL ENGINEERING


Ano 2022

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Collection:

APPLIED CHEMICAL ENGINEERING


Ano 2022