

# 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](http://editoraomnisscientia.com.br)

[contato@editoraomnisscientia.com.br](mailto: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**

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

**Aixelhe Pacheco Damascena<sup>1</sup>;**

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

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

**Dirceu Pratisoli<sup>2</sup>;**

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

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

**Luiza Akemi Gonçalves Tamashiro<sup>3</sup>;**

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

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

**Luis Moreira de Araujo Junior<sup>4</sup>;**

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

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

**Isac da Cruz Louzada<sup>5</sup>;**

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

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

**Marcelly Ramos Santos<sup>6</sup>;**

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

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

**Diná Vimercati Oliveira<sup>7</sup>;**

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

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

**Heitor Miranda Horst<sup>8</sup>;**

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

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

**Isabela Faria Corrêa<sup>9</sup>;**

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

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

**Jessica Terra Soares<sup>10</sup>;**

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

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

**Aurélio Martins Costa<sup>11</sup>;**

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

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

**Carlos Magno Ramos Oliveira<sup>12</sup>.**

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  $\mu\text{m}$ ), 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 das 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<sup>o</sup> 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.; MIRESMAILLI, 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.



# 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

Hidroclones 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** 