


Avanços científicos, tecnológicos e de inovação na botânica 3

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Raimundo Cleidson Oliveira Evangelista
Fabíola Luzia de Souza Silva
(Organizadores)



Avanços científicos, tecnológicos e de inovação na botânica 3

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Raimundo Cleidson Oliveira Evangelista
Fabiola Luzia de Souza Silva
(Organizadores)

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

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-NãoDerivativos 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 Biológicas e da Saúde**

Profª Drª Aline Silva da Fonte Santa Rosa de Oliveira – Hospital Federal de Bonsucesso

Profª Drª Ana Beatriz Duarte Vieira – Universidade de Brasília

Profª Drª Ana Paula Peron – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás



Prof. Dr. Cirênio de Almeida Barbosa – Universidade Federal de Ouro Preto
Prof^o Dr^a Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Prof^o Dr^a Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof^o Dr^a Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Prof^o Dr^a Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^o Dr^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof^o Dr^a Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^o Dr^a Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Prof^o Dr^a Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Prof^o Dr^a Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Aderval Aragão – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^o Dr^a Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Prof^o Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Prof^o Dr^a Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^o Dr^a Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Maurilio Antonio Varavallo – Universidade Federal do Tocantins
Prof^o Dr^a Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^o Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^o Dr^a Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Prof^o Dr^a Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^o Dr^a Sheyla Mara Silva de Oliveira – Universidade do Estado do Pará
Prof^o Dr^a Suely Lopes de Azevedo – Universidade Federal Fluminense
Prof^o Dr^a Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí
Prof^o Dr^a Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^o Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^o Dr^a Welma Emídio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco



Avanços científicos, tecnológicos e de inovação na botânica 3

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Yaidy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Raimundo Cleidson Oliveira Evangelista
Fabiola Luzia de Sousa Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

A946 Avanços científicos, tecnológicos e de inovação na botânica 3 / Organizadores Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos, Raimundo Cleidson Oliveira Evangelista, Fabiola Luzia de Sousa Silva. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0594-8

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.948222510>

1. Botânica. 2. Inovação. 3. Pesquisa. 4. Tecnologia. I. Silva-Matos, Raissa Rachel Salustriano da (Organizadora). II. Evangelista, Raimundo Cleidson Oliveira (Organizador). III. Silva, Fabiola Luzia de Sousa (Organizadora). IV. Título.

CDD 580

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

O ramo da botânica abrange vários aspectos de estudo das plantas e algas, visando entender fenômenos e ações que ocorrem no meio vegetal. Estes entendimentos gerados através destes estudos permitem que novas possibilidades em meios importantes para a sociedade sejam alcançadas – na medicina, na agricultura, na pecuária e outros segmentos de relevância econômica e social.

Junto a isso, a descoberta e o crescente aumento da disseminação de tecnologias voltadas para a pesquisa científica no ramo de estudo em questão colaboram para que, corriqueiramente, venham surgir novidades no estudo botânico.

Nesse sentido, é notório que é de extrema importância o entendimento da botânica para a compreensão de áreas importantes para o desenvolvimento da humanidade e manutenção da vida na terra. Algumas ações antrópicas influenciam diretamente no comportamento e funcionamento de espécies botânicas, e para mantê-las preservadas é inevitável entendê-las.

Por este motivo, diante do exposto, esta obra busca apresentar ao leitor o crescente desenvolvimento das pesquisas relacionadas a botânica, intrínseco a sua importância socioeconômica e ligados ao avanço da tecnologia com inovações do setor.

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Raimundo Cleidson Oliveira Evangelista
Fabiola Luzia de Sousa Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

COMPARAÇÃO DO TEOR E RENDIMENTO DO ÓLEO ESSENCIAL DE AROEIRA-ROSA, *Schinus terebinthifolius* Raddi APÓS EXTRAÇÃO POR HIDRODESTILAÇÃO DE FOLHAS INTEIRAS E TRITURADAS

Lasara Luana Gomes Ribeiro dos Santos Alves Silva

Vanessa Cardoso Nunes

Rafael Cappellari

Diones Krinski

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9482225101>

CAPÍTULO 2..... 14

ELABORAÇÃO DE APLICATIVO SOBRE A FLORA NATIVA DO NORTE PIAUIENSE COMO RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE BOTÂNICA


Iara Fontenele de Pinho

Ivanilza Moreira de Andrade

Maria Helena Alves

Samuel Pires Melo

Jesus Rodrigues Lemos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9482225102>

CAPÍTULO 3..... 27

ENCAPSULAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL DE BREU-BRANCO (*Protium heptaphyllum*) POR GELIFICAÇÃO IÔNICA PARA POTENCIAIS APLICAÇÕES BIOTECNOLÓGICAS

Thaysa de Sousa Reis

Marcele Fonseca Passos


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9482225103>

CAPÍTULO 4..... 41

EMPREGO DE ÁCIDO HIALURÔNICO COMO PREENCHEDOR LABIAL: REVISÃO DE LITERATURA

Fabiana Peres da Rocha

Marta Fagundes Ribeiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9482225104>

CAPÍTULO 5..... 51

REVISÃO DE LITERATURA: ESPÉCIES ORNAMENTAIS DA FAMÍLIA APOCYNACEAE

Larissa Pinheiro Alves

Fernando Freitas Pinto Junior


Fernanda Viana dos Santos

Núbia de Sousa da Costa

Bruna da Silva Brito Ribeiro

Jeane Rodrigues de Abreu Macêdo

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9482225105>

SOBRE OS ORGANIZADORES	58
ÍNDICE REMISSIVO.....	59

ENCAPSULAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL DE BREU-BRANCO (*Protium heptaphyllum*) POR GELIFICAÇÃO IÔNICA PARA POTENCIAIS APLICAÇÕES BIOTECNOLÓGICAS

Data de aceite: 03/10/2022

Thaysa de Sousa Reis

Universidade Federal do Pará – Faculdade de Biotecnologia – Grupo de Desenvolvimento Tecnológico em Biopolímeros e Biomateriais da Amazônia
Belém – Pará
<http://lattes.cnpq.br/3720977704031983>

Marcele Fonseca Passos

Universidade Federal do Pará – Faculdade de Biotecnologia – Grupo de Desenvolvimento Tecnológico em Biopolímeros e Biomateriais da Amazônia
Belém – Pará
<http://lattes.cnpq.br/0588450144351187>

RESUMO: O Brasil é detentor de uma grande quantidade de compostos bioativos encontrados em sua flora, principalmente, na região amazônica. Uma das espécies vegetais, de interesse, é a *Protium heptaphyllum*, popularmente conhecida como breu-branco. Esta espécie é alvo de estudos importantes, em função das propriedades medicinais oriundas dos compostos fenólicos presentes na composição química do seu óleo essencial. Contudo, os óleos essenciais possuem alta instabilidade e volatilidade. E, essas características podem ser contornadas pela técnica de encapsulamento. Em vista disso, este trabalho teve como objetivo encapsular o óleo essencial de breu-branco por gelificação iônica, e produzir cápsulas deste óleo para potencial uso biotecnológico. O óleo

foi extraído da resina do *Protium heptaphyllum* por hidrodestilação. A caracterização química foi investigada por cromatografia gasosa. As cápsulas foram avaliadas em termos de homogeneidade e esfericidade, pela variação da concentração do alginato, do cloreto de cálcio e da altura de gotejamento. Resultados mostraram o *p*-cimeno como composto majoritário da espécie de interesse, e uma produção de cápsulas de alginato / breu-branco com formato esférico e boa flexibilidade.

PALAVRAS-CHAVE: *Protium heptaphyllum*; óleo essencial; encapsulação; gelificação iônica.

ENCAPSULATION OF BREU-BRANCO (*Protium heptaphyllum*) ESSENTIAL OIL BY IONIC GELATION FOR POTENTIAL BIOTECHNOLOGICAL APPLICATIONS

ABSTRACT: Brazil has a large number of bioactive compounds found in its flora, mainly in the Amazon region. One plant species of interest is *Protium heptaphyllum*, known as breu-branco. This species is the subject of important studies due to the medicinal properties arising from the phenolic compounds present in the chemical composition of its essential oil. However, essential oils have high instability and volatility. And these characteristics can be circumvented by the encapsulation technique. Because of this, this work aimed to encapsulate the pitch-white essential oil by ionic gelation and produce capsules of this oil for potential biotechnological use. The oil was extracted from the resin of *Protium heptaphyllum* by hydrodistillation. Chemical characterization was investigated by gas chromatography. The capsules were

evaluated concerning homogeneity and sphericity by varying alginate concentration, calcium chloride, and drip height. Results showed p-cymene as the major compound of the species of interest and the production of alginate / pitch-white capsules with spherical shape and good flexibility.

KEYWORDS: *Protium heptaphyllum*; essential oil; encapsulation; ionic gelation.

1 | INTRODUÇÃO

O Brasil é detentor de uma grande quantidade de compostos bioativos encontrados em sua flora. Dentre essa riqueza, está a espécie vegetal *Protium heptaphyllum*, que é conhecida popularmente como almecega, breu-branco, goma-limão, entre outros, sendo uma planta comum na região amazônica, mas também podendo ser encontrada em regiões do Ceará, Bahia e Piauí (CITÓ et al., 2020; FURTADO, 2018). Esta espécie apresenta grande interesse econômico e exploratório para diversos fins, devido, principalmente, à resina oleosa, que é liberada através da casca. Esta resina é utilizada na medicina popular para o tratamento de pele, como no caso de úlceras, analgésico, anti-inflamatório e também como incenso e repelente pelo seu cheiro característico (CITÓ et al., 2020; SILVA et al., 2021). Além disso, a partir dessa resina, é possível obter o óleo essencial, que é advindo do metabólito secundário das plantas, rico em triterpenos e demais substâncias, sendo de interesse para o mercado brasileiro, visto sua larga exportação de diferentes óleos essenciais (MARQUES et al., 2010).

Os óleos essenciais são compostos voláteis que podem ser constituídos por álcoois, ésteres, hidrocarbonetos terpênicos, cetonas e outros (CITÓ et al., 2020; LAI et al., 2007). Mas, alguns aspectos influenciam na composição dos óleos essenciais, como a origem botânica, o quimiotipo, o ciclo vegetativo e, algum tipo de estresse. Dessa forma, mesmo que sejam da mesma espécie, as plantas podem apresentar diferentes constituição química (FURTADO, 2018; SILVA, 2006). Estudos feitos por MARQUES et al. (2010) em espécies de *Protium heptaphyllum*, diferindo apenas sua subespécie, encontraram um total de 32 compostos, a maioria monoterpenos. Em uma subespécie foi predominante o composto terpinoleno e, em outra, o composto p-cimeno. Em contrapartida, estudos realizados por CITÓ et al. (2020) demonstraram que o óleo essencial de *Protium heptaphyllum* apresentou grande quantidade de limoneno e eucaliptol. Os componentes dos óleos essenciais, contudo, apresentam propriedades primordiais para aplicação nas áreas médica, industrial e cosmética, manifestando atividade antimicrobiana, antifúngica e, antioxidante (LAI et al., 2007; YILMAZTEKIN et al., 2019). Por outro lado, os óleos essenciais apresentam alta instabilidade e volatilidade. Além de sua fácil oxidação, são lipossolúveis e arrastados através de vapor de água (FERNANDES et al., 2014; KÖPP, 2020; SILVA, 2006).

Vários métodos e técnicas podem ser utilizados para encapsular os óleos essenciais, a fim de permitir a sua estabilização, proteção e funcionalização. (TRUONG; NGUYEN; TRUONG, 2021). A microencapsulação é constituída pela implementação da substância

de interesse revestida por uma parede de proteção, ou em uma matriz que permita a produção de partículas. Nesse ponto de vista, matrizes poliméricas são importantes carreadores desenvolvidos por esta técnica (GALLO, 2019; SANGSUWAN; SUTTHASUPA, 2019). Cápsulas podem ser obtidas por métodos físicos, como o spray drying; químico, através de dispersão e polimerização interfacial; ou físico-químico, como coacervação e gelificação iônica. Contudo, a técnica de obtenção das cápsulas depende do material que será encapsulado, tamanho e aplicação. No caso dos óleos essenciais é de interesse trabalharmos com gelificação iônica e coacervação complexa (FERNANDES et al., 2014; GALLO, 2019).

O alginato é um polímero natural com características biodegradáveis, biocompatíveis e não tóxico, sendo considerado até de maior acessibilidade pelo preço do material (FERNANDES et al., 2014; KOKINA et al., 2019; PARIS et al., 2020). Além disso, tem a capacidade de formar géis em presença de cátions divalentes, por ser um polímero aniônico. O processo de gelificação iônica com o alginato ocorre por meio da interação do “bloco G” e do cátion divalente, como presente no cloreto de cálcio (Ca^{2+}) (FERNANDES et al., 2014; SANGSUWAN; SUTTHASUPA, 2019). Estudos realizado por KOKINA et al., (2019) observaram a eficiência de encapsulação de vários óleos essenciais em cápsulas de alginato para aplicação na indústria alimentícia. Os resultados se mostraram promissores para a finalidade. Pesquisas realizadas por PARIS et al., (2020) elaboraram cápsulas de alginato incorporadas com óleo essencial de canela, tendo alta taxa de eficiência de encapsulação de compostos voláteis e atividade antifúngica. Nesse sentido, o trabalho realizado por Radunz (2017) encapsulou óleo essencial de cravo-da-Índia como potencial antimicrobida para controle microbiológico em alimentos, a fim de substituir conservantes químicos.

Portanto, em vista da notoriedade do potencial de aplicação do óleo essencial de breu-branco (*Protium heptaphyllum*), em diversas áreas, faz-se necessário buscar e avaliar métodos de entrega dos compostos bioativos presente no mesmo, capacitando, ainda mais, a relevância no mercado e o uso sustentável da biodiversidade brasileira. Dessa maneira, o presente trabalho teve como objetivo extrair o óleo essencial de *Protium heptaphyllum* e caracterizá-lo em termos da composição química, para posterior encapsulamento. Além disso, foram avaliadas as variáveis do processo e produzidas as cápsulas de breu-branco, via gelificação iônica.

2 | PARTE EXPERIMENTAL

2.1 Materiais

Alginato de sódio e cloreto de cálcio foram obtidos da Sigma-Aldrich; Tween 80 foi obtido da Êxodo Científica; seringas e agulhas de 22 e 30 gaules foram adquiridas em uma loja revendedora de produtos hospitalares (Belém, PA). A resina de breu branco foi doada

pela empresa Citróleo Group.

2.2 Métodos

2.2.1 *Extração do óleo essencial da resina de Protium heptaphyllum*

A extração do óleo essencial foi realizada pelo método de hidrodestilação, utilizando aparelho do tipo Clevenger, com duas abordagens: (1) a resina foi macerada, e o pó obtido foi peneirado a 35 mesh, e (2) o pó foi submetido à extração sem ser peneirado. Para ambas as metodologias, o material (pó) foi submetido à extração, na razão de 1:6 (resina em pó:água destilada). A temperatura utilizada na extração foi mantida em torno de, aproximadamente, 110°C, com tempo de extração de 2 horas.

2.2.2 *Caracterização do óleo essencial*

2.2.2.1 *Rendimento do óleo essencial*

A porcentagem de rendimento do óleo essencial foi calculada conforme Equação (1), adaptada de MENEZES FILHO et al., (2020).

Equação 1 - Rendimento do óleo essencial.

$$r (\%) = \frac{(\text{massa do óleo essencial}) \times 100}{(\text{massa da amostra})}$$

2.2.2.2 *Análise cromatográfica*

A composição química do óleo essencial de breu-branco, obtido pela abordagem peneirada e não-peneirada, e de um óleo comercial, foi analisada no Laboratório Adolpho Ducke (LAD), do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), por cromatografia de fase gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG/EM), em sistema Shimadzu QP Plus-2010, equipado com coluna capilar de sílica DB-5MS (30 m x 0,25 mm; 0,25 m de espessura do filme). As seguintes condições operacionais foram utilizadas: hélio como gás de arraste, em velocidade linear de 36,5 cm/s; sem divisão de fluxo (2 µL de óleo em 1mL de hexano); temperatura do injetor de 250°C, programa de temperatura de 60-250 °C, com gradiente de 3 °C.min⁻¹; e temperatura da fonte de íons e outras partes a 220 °C. O filtro de quadrupolo foi varrido na faixa de 39 a 500 daltons a cada segundo. A ionização foi obtida pela técnica de impacto eletrônico a 70 eV. A identificação dos componentes voláteis foi baseada no índice de retenção linear (IR), calculado em relação aos tempos de retenção de uma série homóloga de *n*-alcanos injetados nas mesmas condições das análises, e no padrão de fragmentação observados nos espectros de massas, por comparação destes com amostras

autênticas, existentes nas bibliotecas do sistema de dados e da literatura.

2.2.3 Avaliação dos parâmetros de encapsulamento e produção das cápsulas de breu-branco

Três parâmetros foram avaliados para o encapsulamento do óleo essencial de breu-branco: concentração de alginato de sódio (polímero), concentração de cloreto de cálcio (agente de reticulação) e altura de deposição da solução (altura da agulha), conforme Tabela 1.

Parâmetros analisados		
Concentração de alginato de sódio (m/v)	Concentração de cloreto de cálcio (m/v)	Altura da agulha em relação a solução gelificante (cm)
1,0%	0,50%	20
1,50%	1,0%	7
2,0%	4,0%	3

Tabela 1 – Parâmetros analisados para o encapsulamento do óleo essencial de breu-branco.

A solução de alginato de sódio foi preparada a 70°C, até completa solubilização do polímero, sob agitação magnética. Tween 80, a 1% (v/v), foi adicionado em seguida. O óleo essencial de breu-branco, 1% (v/v), foi acrescentado, e a mistura foi mantida em agitação magnética por 45 minutos. Para a formação das cápsulas, a solução de cloreto de cálcio (CaCl₂) foi adicionada lentamente à solução de alginato / óleo essencial, usando agulhas de 22 e 30 gaules. O processo de cura (reticulação) perdurou por 10 minutos (permanência das cápsulas em CaCl₂). Após esse processo, as cápsulas foram retiradas e lavadas com 200ml de água destilada, sendo secas, em seguida, à temperatura ambiente por 30 minutos. A ilustração do processo de produção das cápsulas por meio da gelificação iônica pode ser visualizado na Figura 1.

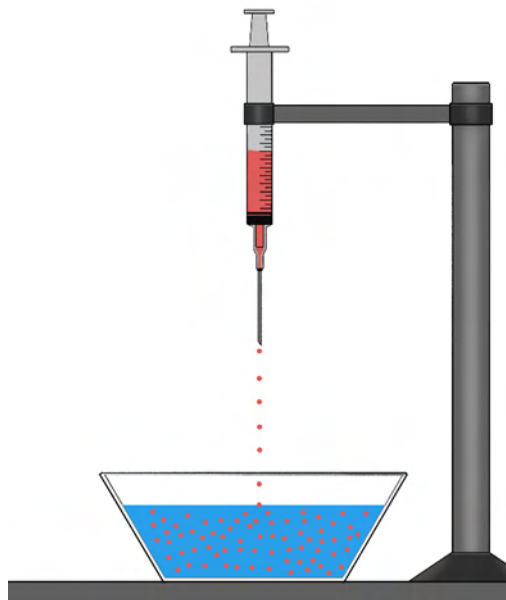


Figura 1 - Ilustração do processo de encapsulamento do óleo essencial por gelificação iônica.

Fonte: Autora do texto.

3 | RESULTADO E DISCUSSÃO

3.1 Porcentagem de rendimento e composição química do óleo essencial de breu-branco

Os rendimentos de extração obtidos da resina de breu-branco peneirada e não peneirada foram de 0,86% e 1,16%, respectivamente. Os valores estão de acordo com os resultados obtidos por MOBIN et al. (2017) e F et al. (2021). Na Tabela 2, tem-se a composição química dos óleos essenciais (peneirado, não-peneirado e comercial). No total, 18 constituintes foram identificados. Observou-se 7 compostos no óleo essencial comercial, 14 compostos no óleo essencial não peneirado e 12 compostos no óleo essencial peneirado.

Composto	Breu-branco comercial (%)	Breu-branco não peneirado (%)	Breu-branco peneirado (%)
<u><i>p</i>-Cimeno</u>	50,38	39,01	52,07
<u>Linalol</u>		1,32	1,33
<u>β-Falandreno</u>		3,2	
<u>α-Pino</u>	27,27	2,51	2,94
<u>Terpinen-4-ol</u>		15,38	4,1
<u>3-<i>p</i>-Menteno</u>		7,36	12,77
<u><i>trans</i>-di-hidro-α-Terpineol</u>	2,66		2,02
<u>Sabineno</u>		5,75	
<u>Mirceno</u>		4,06	3,81
<u>β-Pino</u>	1,75	3,81	3,35
<u>γ-Terpineno</u>		4,04	
<u>1,8-Cineol</u>		3,68	3,12
<u><i>cis</i>-Pino</u>	1,11		
<u>Mircenol</u>		3,43	2,08
<u>α-Falandreno</u>	3,54		
<u><i>p</i>-Cimen-8-ol</u>			1,22
<u>hidrato de <i>cis</i>-Sabineno</u>		2,11	
<u>1-<i>p</i>-Menteno</u>	8,86		4,76
Total	95,57	98,86	93,57

Tabela 2 - Composição química dos óleos essenciais de breu-branco estudados (comercial, peneirado e não-peneirado).

No óleo essencial comercial, os principais constituintes foram o *p*-cimeno (50,38%), α -pino (27,27%), 1-*p*-menteno (8,86%) e o α -falandreno (3,54%). No óleo essencial não peneirado foi observado, majoritariamente, o *p*-cimeno (39,01%), além do terpinen-4-ol (15,38%), 3-*p*-menteno (7,36%) e sabineno (5,75%). O óleo essencial peneirado apresentou, predominantemente, os seguintes constituintes: *p*-cimeno (52,07%), 3-*p*-menteno (12,77%), 1-*p*-menteno (4,76%) e terpinen-4-ol (4,1%). Os resultados estão em concordância com dados da literatura, como observado por MARQUES et al. (2010). LIMA et al. (2016) também registrou a presença do composto *p*-cimeno variando entre 26,66-38,08%. ALBINO et al. (2017) caracterizou resinas de *Protium heptaphyllum* envelhecidas, e os resultados mostraram uma variação do *p*-Cimeno de 18,7- 43%. A alta concentração deste composto, como constituinte majoritário, por sua vez, é uma característica relevante na espécie *Protium heptaphyllum* (BALAHBIB et al., 2021). O

p-cimeno é um monoterpene monocíclico (Figura 2), e é alvo de vários estudos sobre bioatividade. Além disso, é considerado como “*Generally Recognized as Safe*” (Geralmente Reconhecido como Seguro) pela Administração de Alimentos e Medicamentos dos Estados Unidos (BURDOCK; CARABIN, 2004; TIAN et al., 2018).

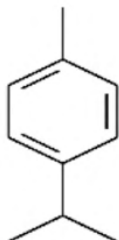


Figura 2 - Estrutura do *p*-cimeno, principal constituinte do óleo essencial de *Protium heptaphyllum*.

Fonte: Adaptado de MOBIN et al. (2017).

OLIVEIRA et al. (2015), em contrapartida, avaliou a capacidade antioxidante do *p*-cimeno *in vivo* no hipocampo de ratos, resultando em um promissor neuroprotetor. SHARIFI-RAD et al. (2018) analisou o potencial antiviral desse composto contra o vírus da Herpes simples, tipo 1, em linhagem celular Vero, o qual foi capaz de inibir a replicação viral a uma concentração menor que 0,1%. Além disso, TIAN et al. (2018) estudou a atividade antiaflatoxigênica do *p*-cimeno contra *Aspergillus flavus*, apresentando atividade antifúngica e antiaflatoxigênica. Este resultado foi interessante para o estudo com os alimentos, que, frequentemente, são acometidos por aflatoxinas. Tais substâncias são classificadas como cancerígenas do grupo 1 pela Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer (IARC) (TIAN et al., 2018).

O composto terpinen-4-ol também foi encontrado em quantidade elevada nos óleos essenciais extraídos, contendo diversas funcionalidades. LI et al. (2021) avaliou a qualidade de morangos tratados com terpinen-4-ol durante o armazenamento, no qual foi possível perceber que o terpinen-4-ol regula o metabolismo da sacarose e a biossíntese de antocianinas, ambos importantes para a manutenção da qualidade da fruta. CORDEIRO et al. (2020) estudou a atividade antibacteriana e antibiofilme em *Staphylococcus aureus* (provavelmente interferindo na síntese celular da parede bacteriana). Os resultados confirmaram as atividades antibacteriana e antibiofilme, embasando possíveis trabalhos farmacológicos. Em contrapartida, a concentração de 27,27% do composto α -pineno, encontrado no óleo essencial comercial, pode sugerir uma possível adulteração, como reportado por SILVA et al. (2013). A presença do *p*-cimeno pode estar atrelada a conversão de terpenos cíclicos como o pineno (RAMOS et al., 2000). É importante destacar que a idade de uma resina influencia na composição química do óleo essencial. Então, vê-se com

os resultados apresentados, que o óleo essencial não peneirado apresentou a presença de constituintes químicos de interesse comercial, além da presença do sabineno, com potencial atividade antifúngica e anti-inflamatória, além de aplicável como aromatizante e aditivo para perfumes, industrialmente (CAO et al.; 2018).

3.2 Avaliação dos parâmetros de encapsulamento e produção das cápsulas de breu-branco

Diferentes concentrações da solução de alginato foram testadas: 1,0%, 1,5% e 2,0% (m/v) (Tabela 1). Utilizou-se, aqui, uma agulha de 22 gaules e cloreto de cálcio a 4% (m/v), além de um corante para melhor visualização das cápsulas formadas, conforme Figura 3.

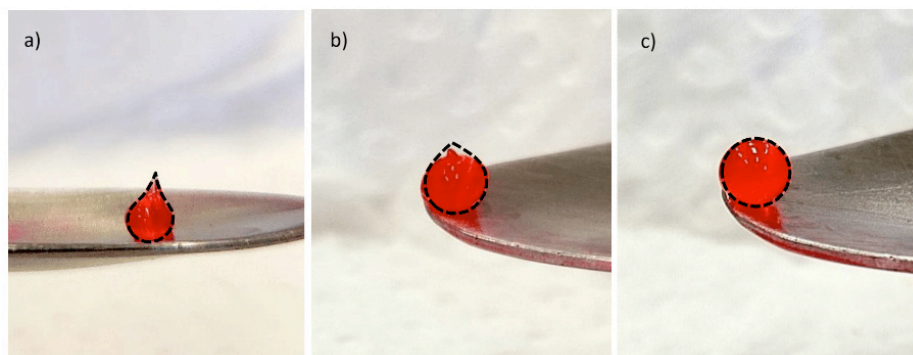


Figura 3 - Imagens das cápsulas com diferentes concentrações de alginato: a) 1,0 % (m/v); b) 1,5% (m/v) e c) 2,0% (m/v), produzidas com agulha de 22 gaules.

Fonte: Autora do texto

As cápsulas produzidas com alginato a 1,0% (m/v) apresentaram formatos de gota, com a base curva e uma ponta acentuada na extremidade oposta (Figura 3a). Com o aumento da concentração deste polímero (1,5% m/v), tal característica foi suavizada, como pode ser visto na Figura 3b. Cápsulas alongadas e ovais foram, então, produzidas. Na concentração de 2% (m/v), as cápsulas se mostraram regulares e com formato esférico (Figura 3c). Portanto, a concentração de alginato e, conseqüentemente, a viscosidade da solução são variáveis importantes na morfologia macroscópica das cápsulas. Esses parâmetros podem estar relacionados com o número de Ohnesorge (Oh), que leva em consideração as propriedades do líquido com a força viscosa e a tensão superficial, a fim de avaliar de forma adimensional a deformação das gotas (TAI et al. 2008). CHAN et al. (2009) identificou que quando a solução apresenta $Oh < 0,24$, cápsulas de alginato apresentam formas de gota e/ou uma cauda curta como mostrado nas Figuras 3a e 3b. Em concordância, o trabalho realizado por PASQUALIM et al. (2020) avaliou a mudança na concentração do alginato de sódio e sua relação com a estrutura das cápsulas. Como resultado, os autores demonstraram que baixas concentrações de alginato (0,5% m/m),

produziram cápsulas menos homogêneas. Em contrapartida, o aumento da concentração favorecia a homogeneidade e a esfericidade dos materiais.

Outro fator estudado, foi a concentração da solução de cloreto de cálcio: de 0,5 a 4% (m/v), na concentração de alginato a 2% m/v. Observou-se a influência deste parâmetro sob a resistência à pressão manual das cápsulas. As cápsulas gelificadas em baixas concentrações de cloreto (0,5 e 1% m/v) se mostraram mais flexíveis e com maior facilidade ao rompimento manual, quando comparadas às cápsulas produzidas com 4% m/v de cloreto. Considerando que as cápsulas de alginato são formadas pela interação entre os íons presentes no cloreto de cálcio e as estruturas do ácido α -L-gulurônico - modelo "eggbox", elevada concentração do agente reticulante (CaCl_2) favorece a presença das redes de reticulação física. Consequentemente, isso acarreta maior rigidez das cápsulas (CHAI et al. 2004). O trabalho de FARIA (2013) também mostrou que com o aumento da concentração do cloreto de cálcio, houve um aumento da força de compressão e da espessura da película que forma a matriz da cápsula, de forma similar ao encontrado neste trabalho.

Outrossim, a altura do gotejamento também se torna um parâmetro importante no encapsulamento. A uma altura de 20 cm acima da solução gelificante, as cápsulas apresentaram formatos irregulares e bastante achatados. Estudo realizado por CULPI et al. (2020) demonstrou que distâncias maiores geram deformações mais acentuadas nas cápsulas, ao passo que, uma distância menor de gotejamento ocasiona cápsulas agregadas e irregulares. Ademais, um dos critérios para que as cápsulas permaneçam esféricas após se chocar com a solução gelificante, é que a gota da solução de alginato tenha a capacidade de romper a tensão superficial da solução, fato que depende da velocidade e da energia cinética da gota (DAVARCI et al. 2017). Assim, quando o gotejamento foi realizado a uma altura de 3 cm em relação ao banho gelificante, as cápsulas foram comprometidas por não terem condições para romper a tensão superficial do agente de reticulação. A 7 cm de distância, no entanto, foi possível a produção de cápsulas esféricas, homogêneas e regulares. O estudo desenvolvido por FUNDUEANU et al. (1999) estabelece que a altura do gotejamento seja a 6 cm do banho gelificante. Logo, o estudo dos parâmetros do processo mostrou resultados satisfatórios das seguintes condições: concentração de alginato a 2% m/v, cloreto de cálcio a 0,5 e 1% m/v, e distância da ponta da seringa a 7cm do banho gelificante. Com estes valores, foram produzidas, então, as cápsulas de alginato de sódio contendo óleo essencial de breu-branco. As cápsulas produzidas mantiveram formato esférico e flexibilidade em todos as concentrações de cloreto de cálcio. Com relação a coloração, as cápsulas permaneceram praticamente transparente após a adição do óleo essencial (cor amarelo pálido), e foram medidas para avaliar a diferença de tamanho proporcionada pelas agulhas, conforme Figura 4.

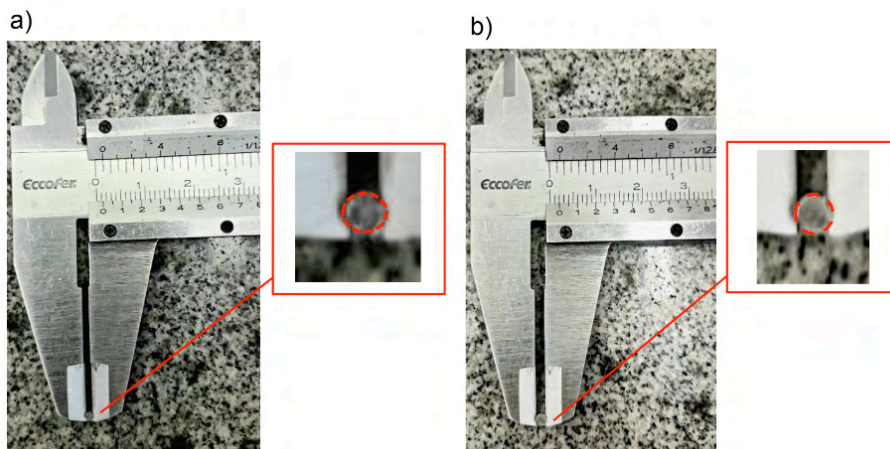


Figura 4 – Cápsulas de alginato contendo óleo essencial de breu-branco: a) agulha de 30 gaules e b) agulha de 22 gaules.

As cápsulas produzidas com a agulha de 30 gaules apresentaram diâmetro menor que 0,2 cm (Figura 4a). Por outro lado, as cápsulas produzidas com agulha de 22 gaules apresentaram diâmetro de 0,2 cm (Figura 4b). Essa desigualdade no tamanho das cápsulas está atrelada à diferença de diâmetro das agulhas. Mas, este parâmetro não influencia significativamente na conformação / morfologia das cápsulas.

4 | CONCLUSÃO

A partir dos dados expostos, verificou-se a influência da forma agregada da resina de breu branco (peneirada ou não peneirada) na porcentagem do rendimento de extração: 0,86% e 1,16%, respectivamente. Estes dados, no entanto, apresentaram valores de acordo com a literatura, para a espécie *Protium heptaphyllum*. Ademais, na análise da composição química do óleo essencial de breu-branco também foram observadas diferenças em termos da presença e do teor de compostos fenólicos nas amostras analisadas. O p-cimeno, porém, foi o componente majoritário em todas as amostras - característico da espécie. Outros constituintes de potencial interesse biotecnológico também foram detectados, como o terpinen-4-ol. No processo de produção das cápsulas, a altura de gotejamento, a concentração do agente de reticulação e do polímero se mostraram parâmetros importantes na homogeneidade e esfericidade das cápsulas. Os melhores resultados foram, respectivamente: 7 cm, 0,5 ou 1% m/v e 2% m/v. As cápsulas de alginato de sódio com óleo essencial de breu-branco apresentaram resultados satisfatórios: formato esférico e flexibilidade, com potencial uso para aplicações biotecnológicas.

REFERÊNCIAS

ALBINO, Rayane C. et al. **Oxidation of monoterpenes in Protium heptaphyllum oleoresins.** *Phytochemistry*, v. 136, p. 141-146, 2017.

BALAHBIB, Abdelaali et al. **Health beneficial and pharmacological properties of p-cymene.** *Food and Chemical Toxicology*, v. 153, p. 112259, 2021.

BURDOCK, George A.; CARABIN, Ioana G. **Generally recognized as safe (GRAS): history and description.** *Toxicology letters*, v. 150, n. 1, p. 3-18, 2004.

CAO, Yujin et al. **Biosynthesis and production of sabinene: current state and perspectives.** *Applied microbiology and biotechnology*, v. 102, n. 4, p. 1535-1544, 2018.

CITÓ, Antônia Maria das Graças Lopes et al. **ÓLEO ESSENCIAL DE PROTIIUM HEPTAPHYLLUM MARCH: COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ATIVIDADE ANTICOLINESTERÁSICA.** In: CASTRO, Luis Henrique Almeida; PEREIRA, Thiago Teixeira; MORETO, Fernanda Viana de Carvalho (org.). *Propostas, Recursos e Resultados nas Ciências da Saúde.* Ponta Grossa: Editora Atena, 2020. p. 161-171. ISBN 978-65-5706-136-7.

CHAI, Yi et al. **Gelation conditions and transport properties of hollow calcium alginate capsules.** *Biotechnology and bioengineering*, v. 87, n. 2, p. 228-233, 2004.

CHAN, Eng-Seng et al. **Prediction models for shape and size of ca-alginate macrobeads produced through extrusion–dripping method.** *Journal of colloid and interface science*, v. 338, n. 1, p. 63-72, 2009.

CORDEIRO, Laísia et al. **Terpinen-4-ol as an Antibacterial and Antibiofilm Agent against Staphylococcus aureus.** *International Journal of Molecular Sciences*, v. 21, n. 12, p. 4531, 2020.

CULPI, T. A. et al. **Importância de parâmetros de controle na elaboração de micropartículas de Ca²⁺-alginato.** *Visão Acadêmica*, v. 11, n. 1, 2020.

DAVARCI, Fatma et al. **The influence of solution viscosities and surface tension on calcium-alginate microbead formation using dripping technique.** *Food Hydrocolloids*, v. 62, p. 119-127, 2017.

FARIA, Sara Filipa Fernandes. **Obtenção de esferas de alginato com centro líquido: desenvolvimento de novos produtos.** 2013. Tese de Doutorado.

FERNANDES, Iara Janaína et al. **Produção E Avaliação De Microcápsulas De Alginato Contendo Óleo Essencial De Casca De Laranja.** *Eclética Química*, v. 39, p. 164-174, 2014.

FUNDUEANU, Gheorghe et al. **Physico-chemical characterization of Ca-alginate microparticles produced with different methods.** *Biomaterials*, v. 20, n. 15, p. 1427-1435, 1999.

FURTADO, Fabiana Barcelos. **Caracterização química e atividades biológicas dos óleos essenciais de Protium heptaphyllum, Hedyosmum brasiliense, Blepharocalyx salicifolius, Baccharis dracunculifolia e Nectandra megapota mica.** 2018. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista.

GALLO, Thais Cristina Benatti. **Transferência de massa e cinética de liberação de óleo essencial de órgão encapsulado pelos métodos de gelificação iônica e coacervação complexa.** 2019. Tese de Mestrado. Universidade Estadual Paulista.

KOKINA, Mariia et al. **Essential oil/alginate microcapsules; obtaining and applying.** Immunopathologia Persa, v. 5, p. 01-04, 2019.

KÖPP, Vinícius Valério. **Óleo essencial de cravo encapsulado como microbicida natural.** 2020. Tese de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

LAI, Francesco et al. **Artemisia arborescens L essential oil loaded beads: preparation and characterization.** AAPS PharmSciTech, v. 8, n. 3, p. 126- 132, 2007.

LI, Zhenbiao et al. **Terpinen-4-ol treatment maintains quality of strawberry fruit during storage by regulating sucrose-induced anthocyanin accumulation.** Postharvest Biology and Technology, v. 174, p. 111461, 2021.

LIMA, Ewelyne Miranda de et al. **Essential oil from the resin of Protium heptaphyllum: chemical composition, cytotoxicity, antimicrobial activity, and antimutagenicity.** Pharmacognosy Magazine, v. 12, n. Suppl 1, p. S42, 2016.

MARQUES, Delcio Dias et al. **Chemical composition of the essential oils from two subspecies of Protium heptaphyllum.** Acta Amazonica, v. 40, p. 227-230, 2010.

MENEZES FILHO, Antonio Carlos Pereira de et al. **Composição química do óleo essencial das flores de Myrcia guianensis (Aubl.) DC.** Revista Cubana de Plantas Medicinales, v. 24, n. 4, 2020.

MOBIN, Mitra et al. **Gas Chromatography-Triple Quadrupole Mass Spectrometry Analysis and Vasorelaxant Effect of Essential Oil from Protium heptaphyllum (Aubl.) March.** BioMed Research International, v. 2017, 2017.

OLIVEIRA, Talita Mendes de et al. **Evaluation of p-cymene, a natural antioxidant.** Pharmaceutical biology, v. 53, n. 3, p. 423-428, 2015.

PARIS, M. J. et al. **Modelling release mechanisms of cinnamon (Cinnamomum zeylanicum) essential oil encapsulated in alginate beads during vapor-phase application.** Journal of Food Engineering, v. 282, p.110024, 2020.

PASQUALIM, P. et al. **Microcápsulas de alginato de cálcio e óleo vegetal pela técnica de gelificação iônica: um estudo da capacidade de encapsulamento e aplicação dermatológica.** Visão Acadêmica, v. 11, n. 1, 2020.

RAMOS, Mônica Freiman Souza et al. **Essential oils from oleoresins of Protium spp. of the Amazon region.** Flavour and Fragrance Journal, v. 15, n. 6, p. 383-387, 2000.

SANGSUWAN, Jurmkwan; SUTTHASUPA, Sutthira. **Effect of chitosan and alginate beads incorporated with lavender, clove essential oils, and vanillin against Botrytis cinerea and their application in fresh table grapes packaging system.** Packaging Technology and Science, v. 32, n. 12, p. 595- 605, 2019.

SHARIFI-RAD, Javad et al. **Antiviral activity of monoterpenes thymol, carvacrol and p-cymene against herpes simplex virus in vitro**. *International Pharmacy Acta*, v. 1, n. 1, p. 73-73, 2018.

SILVA, Erica Aparecida Souza. **Estudo analítico dos óleos essenciais extraídos de resinas das espécies Protium spp.** 2006. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SILVA, Eduardo R. et al. **Essential oils of Protium spp. samples from Amazonian popular markets: chemical composition, physicochemical parameters and antimicrobial activity**. *Journal of essential oil research*, v. 25, n. 3, p. 171-178, 2013.

SILVA, Kennedy Lima da et al. **COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ATIVIDADE ANTIBACTERIANA DO ÓLEO ESSENCIAL DA RESINA DE PROTIUM HEBETATUM DALY (BURSERACEAE)**. *South American Journal of Basic Education, Technical and Technological*, v. 8, n. 2, p. 245-253, 2021.

TAI, Jiayan et al. **Control of droplet formation in inkjet printing using Ohnesorge number category: Materials and processes**. In: 2008 10th Electronics Packaging Technology Conference. IEEE, 2008. p. 761-766.

TIAN, Fei et al. **p-Cymene and its derivatives exhibit antiaflatoxigenic activities against Aspergillus flavus through multiple modes of action**. *Applied Biological Chemistry*, v. 61, n. 5, p. 489-497, 2018.

TRUONG, Vinh; NGUYEN, Phuong T.; TRUONG, Vy T. **The prediction model of nozzle height in liquid jet-drop method to produce Ca-alginate beads under microencapsulation process**. *Journal of Food Process Engineering*, v. 44, n. 4, p. 13663, 2021.

YILMAZTEKIN, Murat et al. **Characterisation of peppermint (Mentha piperita L.) essential oil encapsulates**. *Journal of microencapsulation*, v. 36, n. 2, p.109-119, 2019.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Ácido hialurônico 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50

Anacardiaceae 1, 2, 12, 13

B

Bioma cerrado 51

D

Delineamento experimental 1

E

Educação básica 14, 16, 17, 26

Encapsulação 27, 29

Ensino de Ciências e Biologia 14

Envelhecimento 41, 42, 43, 48

F

Família Apocynaceae 51, 53

G

Gelificação iônica 27, 29, 31, 32, 39

I

Intercorrência 41, 42, 45

J

Jardinagem 51

M

Material didático digital 14

O

Óleo essencial 1, 6, 7, 8, 11, 12, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40

Orofacial 41, 42, 43, 44, 48


P

Paisagismo 51, 53, 56

Plantas ornamentais 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57

Protium heptaphyllum 27, 28, 29, 30, 33, 34, 37, 38, 39


Protocolos de extração 1





Avanços científicos, tecnológicos e de inovação na botânica 3

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 


[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 


www.facebook.com/atenaeditora.com.br 



Avanços científicos, tecnológicos e de inovação na botânica 3

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 