

Carla Cristina Bauermann Brasil  
(Organizadora)



# ALIMENTOS: TOXICOLOGIA E MICROBIOLOGIA & QUÍMICA E BIOQUÍMICA

Carla Cristina Bauermann Brasil  
(Organizadora)



# ALIMENTOS: TOXICOLOGIA E MICROBIOLOGIA & QUÍMICA E BIOQUÍMICA

**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-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 Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade do Estado de Mato Grosso

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria



Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas



## Alimentos: toxicologia e microbiologia & química e bioquímica

**Diagramação:** Gabriel Motomu Teshima  
**Correção:** Mariane Aparecida Freitas  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadora:** Carla Cristina Bauermann Brasil

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

A411 Alimentos: toxicologia e microbiologia & química e bioquímica / Organizadora Carla Cristina Bauermann Brasil. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-837-0

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.370221701>

1. Alimentos. I. Brasil, Carla Cristina Bauermann (Organizadora). II. Título.

CDD 641.3

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**  
Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br



**Atena**  
Editora  
Ano 2022

## 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

A obra "Alimentos: Toxicologia e microbiologia & Química e bioquímica" publicada no formato *e-book* explana o olhar multidisciplinar da área de alimentos. O principal objetivo desse e-book foi apresentar de forma categorizada os estudos, relatos de caso e revisões desenvolvidas em diversas instituições de ensino e pesquisa do país, os quais transitam nos diversos caminhos da ciência e tecnologia de alimentos. Em todos esses trabalhos a linha condutora foi o aspecto relacionado a caracterização de alimentos; análise e parâmetros físico-químicos e microbiológicos de alimentos; desenvolvimento de novos produtos alimentícios, legislação dos alimentos e áreas correlatas.

Temas diversos e interessantes são, deste modo, discutidos nestes 19 capítulos com a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos, mestres e todos aqueles que de alguma forma se interessam pela área da ciência e tecnologia de alimentos e seus aspectos. Portanto, possuir um material científico que demonstre com dados substanciais de regiões específicas do país é muito relevante, assim como abordar temas atuais e de interesse direto da sociedade. Deste modo a obra "Alimentos: Toxicologia e microbiologia & Química e bioquímica" se constitui em uma interessante ferramenta para que o leitor, tenha acesso a um panorama do que tem sido construído na área em nosso país.

Uma ótima leitura a todos(as)!

Carla Cristina Bauermann Brasil

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

ASPECTOS DA FERMENTAÇÃO MALOLÁTICA NO PROCESSO DE VINIFICAÇÃO DE VINHOS ARGENTINOS E BRASILEIROS

Maria Mariana Oliveira Souza

Thamyres Fernanda Moura Pedrosa Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3702217011>

### **CAPÍTULO 2..... 11**

AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE EM MALTE FERMENTADO COM *AGARICUS BRASILIENSIS*

Mariane Daniella da Silva

Herta Stutz

Fernanda Maria Pagane Guerreschi Ernandes

Crispin Humberto Garcia-Cruz

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3702217012>

### **CAPÍTULO 3..... 18**

AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE CELULAR DE *Lactobacillus plantarum* APÓS INCORPORAÇÃO EM CHOCOLATES ARTESANAIS COM ALTO TEOR DE CACAU

Kassiany Pedroso Dalmora

Thabata Maria Alvarez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3702217013>

### **CAPÍTULO 4..... 29**

PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA: USO DO MESOCARPO DE BABAÇU NAS ÁREAS DE ALIMENTOS, FÁRMACOS E COSMÉTICOS

Itaceni de Araújo Sousa

Tonicley Alexandre da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3702217014>

### **CAPÍTULO 5..... 39**

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DE FARINHA DE MANDIOCA COMERCIALIZADA EM MACEIÓ – AL

Genildo Cavalcante Ferreira Júnior

Heitor Barbosa Gomes de Messias

Eduarda Mendes de Almeida

Lucas Pedrosa Souto Maior

Eliane Costa Souza

Thiago José Matos Rocha

Jammily de Oliveira Vieira Moreira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3702217015>

### **CAPÍTULO 6..... 47**

DIFERENTES POTENCIALIDADES E USOS DO ÓLEO DE MACAÚBA : UMA BREVE

## REVISÃO

Thaynara Cavalcanti Lima  
Cristhiane Maria Bazílio de Omena Messias  
Marianne Louise Marinho Mendes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3702217016>

## **CAPÍTULO 7.....53**

ANÁLISE NUTRICIONAL, QUÍMICA E ANATÔMICA DE MARUPAZINHO (*Eleutherine bulbosa* (Mill.) Urb – IRIDACEAE) DE BELÉM DO PARÁ, BRASIL

Ana Paula Ribeiro de Carvalho Ferreira  
Mariana Aparecida de Almeida Souza  
João Paulo Guedes Novais  
Dayane Praxedes da Silva  
Mirian Ribeiro Leite Moura  
Ana Cláudia de Macêdo Vieira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3702217017>

## **CAPÍTULO 8.....73**

DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE DOCE DE CUMBARU (*Dipteryx alata* Vog.) ACRESCIDO DE FARINHA DE BAGAÇO DE MALTE

Drielle Suely de Souza Oliveira  
Márcia Helena Scabora  
Daiane Alves Cardoso  
Dayane Sandri Stellato

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3702217018>

## **CAPÍTULO 9.....87**

EXTRAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE CAPIM-LIMÃO (*Cymbopogon citratus* (D. C.) Stapf) POR HIDRODESTILAÇÃO

Marília Assunta Sfredo  
Carina Tasso  
Daniele Bergmeier  
Cristiane Reinaldo Lisboa  
José Roberto Delalibera Finzer

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3702217019>

## **CAPÍTULO 10.....102**

AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICOQUÍMICOS DE SALSICHA RESFRIADA TIPO HOT DOG COMERCIALIZADA EM UBERABA, MINAS GERAIS

Priscila Renata da Costa  
Claudia Maria Tomás Melo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37022170110>

## **CAPÍTULO 11.....108**

RENDIMENTO DE CARÇAÇA E CORTES EM FRANGOS DE CORTE - HÍBRIDOS COMERCIAIS (*Gallus gallus domesticus*)

Carlos Eduardo da Silva Soares

Fabiano Dahlke  
Lucélia Haupti  
Priscila de Oliveira Moraes  
Priscila Arrigucci Bernardes  
André Luís Ferreira Lima - Bernardes  
Diego Peres Neto  
Juliano de Dea Lindner

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37022170111>

**CAPÍTULO 12..... 123**

ÓLEOS VEGETAIS EM PRODUTOS CÁRNEOS: PERSPECTIVAS FUTURAS PARA SUBSTITUIÇÃO DA GORDURA ANIMAL

Juliana de Andrade Mesquita  
Erika Cristina Rodrigues  
Katiuchia Pereira Takeuchi  
Edgar Nascimento  
Rozilaine Aparecida Pelegrine Gomes de Faria

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37022170112>

**CAPÍTULO 13..... 146**

EVALUATION OF TWO TOXIN BINDERS EFFECTIVNESS IN REDUCING ZEARALENONE TOXIC EFFECTS ON GILTS

José Antonio Fierro  
Juan Carlos Medina  
Luis Miguel Dong  
Elizabeth Rodríguez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37022170113>

**CAPÍTULO 14..... 152**

LIPASE B FROM *Candida antarctica*: ACTIVITY AND STABILITY studies in DIFFERENT PH AND TEMPERATURES

Mirian Cristina Feiten

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37022170114>

**CAPÍTULO 15..... 163**

MICROSCOPIA DE ALIMENTOS: DIFICULDADES E LEGISLAÇÃO VIGENTE NA IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE CONTAMINANTES BIOLÓGICOS

Gustavo Paim de Carvalho  
André Luis de Alcantara Guimarães

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37022170115>

**CAPÍTULO 16..... 173**

IDENTIFICAÇÃO MICROSCÓPICA DE ADULTERANTES E MATÉRIAS ESTRANHAS NA COMPOSIÇÃO DOS ALIMENTOS E OS IMPACTOS NA SAÚDE PÚBLICA

Ludilaine Fiuza Barreto de Oliveira  
André Luis de Alcantara Guimarães

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37022170116>

<b>CAPÍTULO 17.....</b>	<b>185</b>
ATIVIDADE IMUNOMODULADORA DO ÓLEO E DA NANOEMULSÃO DE <i>MAURITIA FLEXUOSA</i> NA INTERAÇÃO ENTRE FAGÓCITOS E <i>ENTAMOEBIA HISTOLYTICA</i>	
Marianny Carolina Custódio da Silva Brito	
Núbia Andrade Silva	
Victor Pena Ribeiro	
Adenilda Cristina Honório-França	
Eduardo Luzia França	
Kellen Menezes de Oliveira	
Silvana de Oliveira Castro	
Juliana Francielle Martins de Camargo	
Guilherme Alves Sena	
Valmir André Peccini	
Mateus Abreu Milani	
Ana Beatriz dos Santos Matsubara	
Matheus Leal Lira Alves	
Lucélia Campelo de Albuquerque Moraes	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.37022170117">https://doi.org/10.22533/at.ed.37022170117</a>	
<b>CAPÍTULO 18.....</b>	<b>204</b>
DETERMINAÇÃO DE HERBICIDAS EM ÁGUA DE ABASTECIMENTO DE ESCOLAS DA REGIÃO RURAL DO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA/RS	
Rosselei Caiel da Silva	
Jonatan Vinicius Dias	
Jefferson Soares de Jesus	
Ionara Regina Pizzutti	
Rochele Cassanta Rossi	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.37022170118">https://doi.org/10.22533/at.ed.37022170118</a>	
<b>CAPÍTULO 19.....</b>	<b>215</b>
SUCO DE LIMÃO: PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO E PROCESSAMENTO	
Lucia Maria Jaeger de Carvalho	
Antonio Gomes Soares	
Marcos José de Oliveira Fonseca	
José Luiz Viana de Carvalho	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.37022170119">https://doi.org/10.22533/at.ed.37022170119</a>	
<b>SOBRE A ORGANIZADORA.....</b>	<b>246</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>247</b>

## EXTRAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE CAPIM-LIMÃO (*CYMBOPOGON CITRATUS* (D. C.) STAPF) POR HIDRODESTILAÇÃO

Data de aceite: 01/11/2021

Data de submissão: 27/10/2021

### Marília Assunta Sfredo

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS)  
Campus Erechim, Curso de Engenharia de Alimentos, Erechim/RS  
<http://lattes.cnpq.br/8039403828094479>

### Carina Tasso

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS)  
Campus Erechim, Curso de Engenharia de Alimentos, Erechim/RS  
<http://lattes.cnpq.br/3712326093612180>

### Daniele Bergmeier

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS)  
Campus Erechim, Curso de Engenharia de Alimentos, Erechim/RS  
<http://lattes.cnpq.br/0232105381075375>

### Cristiane Reinaldo Lisboa

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS)  
Campus Erechim, Curso de Engenharia de Alimentos, Erechim/RS  
<http://lattes.cnpq.br/9259059697485499>

### José Roberto Delalibera Finzer

Universidade de Uberaba (UNIUBE),  
Departamento de Engenharia Química,  
Uberaba/MG <http://lattes.cnpq.br/3768604935693672>

**RESUMO:** Em diversos sistemas *in vitro* e *in vivo*, extratos de capim limão ou seus compostos específicos como o citral, beta-mirceno e geraniol, têm apresentado atividade antimutagênica, antioxidante e anticarcinogênica, o que denota sua importância como fonte de pesquisa. Além disso, o óleo essencial é utilizado na aromatização de alimentos, na indústria de perfumes e cosméticos e na produção da vitamina A. Nesse contexto, justifica-se o estudo da extração de óleo do capim-limão, uma vez que dados sobre rendimento de extração em diferentes tempos são raros. Para isso, o vegetal foi coletado manualmente e submetido à extração pelo método de hidrodestilação no aparelho Clevenger, acoplado a um balão de 1000 mL, disposto sobre uma manta de aquecimento. Utilizou-se 150 g de folhas de capim limão frescas e trituradas (1,5 cm de comprimento) em 500 mL de água. O tempo de extração foi estabelecido em 40 min (contabilizado após condensar a primeira gota de vapor), com paradas para leitura do volume de óleo a cada 5 minutos. Após 20 min, a quantidade de óleo extraída estabilizou em todos os experimentos. Foram testados experimentos com folhas jovens e folhas que sofreram danos pelo frio e com e sem preparo da amostra sob maceração. A etapa de maceração aumentou o volume de óleo extraído apenas para folhas de capim-limão com conteúdo de umidade mais alto, ou seja, com menor encolhimento e menos danos celulares. Para todas as amostras das folhas jovens, o volume de óleo essencial extraído foi superior ao extraído das folhas mais velhas e que sofreram danos pelo frio. Conclui-

se que é possível o cultivo do capim-limão em regiões mais frias para extração de óleo, como forma de diversificação de atividades pelos produtores rurais, mas como uma cultura sazonal, que diminui ou cessa a produção no período do inverno.

**PALAVRAS-CHAVE:** Essência, destilação, citral.

### EXTRACTION OF LEMONGRASS (*CYMBOPOGON CITRATUS* (D. C.) STAFF) ESSENTIAL OIL BY HYDRODISTILLATION

**ABSTRACT:** In several in vitro and in vivo systems, lemongrass extracts or its specific compounds such as citral, beta-myrcene and geraniol, have shown antimutagenic, antioxidant and anticarcinogenic activity, which denotes its importance as a source of research. In addition, the essential oil is used in the flavoring of foods, in the perfume and cosmetics industry and in the production of vitamin A. In this context, the study of lemongrass oil extraction is justified, since data on the yield of extraction at different times is rare. For this, the vegetable was collected manually and submitted to extraction using the hydrodistillation method in a Clevenger device, coupled to a 1000 mL balloon, placed on a heating mantle. 150 g of fresh and crushed lemongrass leaves (1.5 cm long) in 500 mL of water were used. The extraction time was set at 40 minutes (counted after condensing the first drop of steam), with stops to read the oil volume every 5 minutes. After 20 minutes, the amount of oil extracted stabilized in all experiments. Experiments were tested with young leaves and leaves that were damaged by cold and with and without sample preparation under maceration. The maceration step increased the volume of oil extracted only for lemongrass leaves with higher moisture content, that is, with less shrinkage and less cellular damage. For all samples of young leaves, the volume of essential oil extracted was higher than that extracted from older leaves that suffered damage by cold. It is concluded that it is possible to grow lemongrass in colder regions for oil extraction, as a way of diversifying activities by small farmers, but as a seasonal crop, which decreases or ceases production in the coldest season.

**KEYWORDS:** Scent, distillation, citral.

## 1 | INTRODUÇÃO

Óleos essenciais ou óleos voláteis são definidos como óleos que evaporam à temperatura ambiente sem deixar resíduo, sendo obtidos por processos físicos, a partir de vegetais. Esses óleos são constituídos por misturas complexas de substâncias de baixa massa molecular, que determinam seu odor (BRASIL, 2019) e que têm uma alta pressão de vapor ou uma alta volatilidade nas condições normais de pressão e temperatura (REHMAN et al., 2016), por isso o caráter odorífero a que a literatura se refere. Os óleos essenciais são um grupo diversificado de compostos aromáticos naturais, isolados principalmente de materiais vegetais não lenhosos (MAJEED et al., 2015) e obtidos industrialmente por hidrodestilação, arraste a vapor ou processos mecânicos, como a prensagem (DO et al., 2015). Os óleos essenciais são compostos aromáticos voláteis naturais complexos, caracterizados por dois ou três componentes principais em concentrações bastante altas (20 a 70%) quando comparadas a outros componentes presentes em quantidades muito

pequenas, traços. Esses compostos são terpenóides, especialmente monoterpenos ( $C_{10}$ ), sesquiterpenos ( $C_{15}$ ) e diterpenos ( $C_{20}$ ), juntamente com uma variedade de hidrocarbonetos alifáticos (baixo peso molecular), ácidos, álcoois, aldeídos e ésteres (MAJEED et al., 2015).

Os óleos essenciais apresentam produtos bioativos com características antioxidantes e antimicrobianas. Esses óleos são usados como agentes desinfetantes, relaxantes, anti-inflamatórios, antimutagênicos e estimulantes. Os compostos têm um enorme potencial na medicina clínica, utilizados até mesmo contra células leucêmicas. A composição química desses compostos varia amplamente com base em seus locais geográficos, endófitos bacterianos, locais botânicos, genética e métodos de extração (DUBEY et al., 1997; GOMES; NEGRELLE, 2003; ZION MARKET RESEARCH, 2020).

Alguns autores preferem diferenciar os termos: essência da planta e o óleo essencial. A essência de planta é um termo que corresponde ao natural com secreções produzidas na planta por células secretoras especializadas. Óleo essencial refere-se ao extrato obtido por vapor ou hidrodestilação, o que significa que os óleos essenciais são a essência destilada da planta. Neste sentido, tem-se como exemplo, o extrato obtido a partir das raspas de frutas cítricas por expressão a frio sendo essência da planta, mas o obtido por destilação a vapor é o óleo essencial. Os diferentes tecidos especializados no armazenamento e acúmulo de óleos essenciais oferecem uma proteção para esses frágeis produtos contra fatores externos (luz, calor, umidade e oxidação), aos quais são vulneráveis (EL ASBAHANI et al., 2015).

O Brasil tem lugar de destaque na produção de óleos essenciais ao lado da Índia, China e Indonésia, sendo considerado um dos quatro grandes produtores mundiais. A posição do Brasil deve-se, basicamente, aos óleos essenciais cítricos, obtidos como subprodutos da indústria de sucos. Conforme a Sociedade Nacional de Agricultura, existem muitas oportunidades de mercado no Brasil, devido a biodiversidade dos recursos naturais, uma economia estável e centros de pesquisa especializados (SILVA et al., 2020). Como o rendimento da extração dos óleos essenciais é muito baixo (em torno de 1%), esses produtos se tornam substâncias raras e altamente valiosas, inclusive porque apenas 10% do total de espécies de plantas encontradas no planeta (mais de 17.000 espécies) contém óleo essencial e são consideradas plantas aromáticas (cerca de 1.700 espécies). Os gêneros de plantas que podem conter óleo essencial são classificados em um pequeno número de famílias: *Lamiaceae*, *Lauraceae*, *Asteraceae*, *Rutaceae*, *Myrtaceae*, *Poaceae*, *Cupressaceae* e *Piperaceae* (EL ASBAHANI et al., 2015).

O capim-limão (*Cymbopogon citratus* (D. C.) Stapf), pertencente à família das *Poaceae*, e uma planta aromática cultivada para produção comercial de óleo essencial, o qual geralmente apresenta como constituintes majoritários os monoterpenos citral (mistura isomérica de neral e geranial) e o mirceno (GUIMARÃES et al., 2011). A espécie *C. citratus* é conhecida nacionalmente como capim-limão, capim-cidreira, capim-santo ou capim-cidrão e internacionalmente como *lemongrass* (SANTOS et al., 2009). É muito empregado

como aromatizante em perfumaria e cosmética, na preparação de colônias, sabonetes e desodorantes. Porém, seu maior emprego tem sido na indústria farmacêutica, servindo de material de partida para síntese de importantes compostos como iononas, metil-iononas e vitamina A (GUIMARÃES et al., 2011). As atividades antimicrobianas e antifúngicas do citral foram comprovadas em 22 espécies de microrganismos, além da propriedade inseticida, principalmente larvicida, bem como, repelente de insetos (COSTA et al., 2005). Villaverde e seus colaboradores (2013) reportaram que em diversos sistemas *in vitro* e *in vivo*, extratos de capim-limão ou seus compostos específicos (ex. citral, mirceno e geraniol) têm apresentado atividade antimutagênica, antioxidante e anticarcinogênica. Citral, principal componente do capim limão, foi reconhecido como um aditivo seguro, sem riscos à saúde do consumidor, sendo aprovado pela *Food and Drug Administration* (FDA) para uso em alimentos e registrado como aromatizante pela Comissão Europeia (AJAYI et al., 2016; PRAKASH et al., 2015).

Vallilo e colaboradores (2008) reportam que a composição química do óleo volátil extraído do mesmo órgão de uma mesma espécie vegetal, pode variar significativamente, de acordo com a época de coleta, clima e solo. Além disso, o método de extração também pode influenciar no rendimento e qualidade do óleo essencial obtido. Nos experimentos laboratoriais a extração do óleo essencial é comumente realizada por hidrodestilação pelo uso do aparelho Clevenger. Na indústria, o principal método é a extração por arraste a vapor. As condições ótimas para o desenvolvimento de *C. citratus* são calor e clima úmido com plena exposição solar e chuva de 2.500–2.800 mm ao ano, uniformemente distribuídas. A melhor adaptação se encontra nas zonas onde a temperatura média mensal é de 24–26° C, valores de temperatura acima de 35° C afetam seu crescimento, sobretudo quando o fornecimento hídrico é deficiente (GOMES; NEGRELLE, 2003).

Devido a sua natureza hidrofóbica e sua densidade muitas vezes menor do que a da água, geralmente os óleos essenciais são solúveis em solventes orgânicos e imiscíveis em água. Assim, um óleo essencial é geralmente separado da fase aquosa por um método físico que não causa mudanças significativas em sua composição química (EL ASBAHANI et al., 2015). A extração de qualquer composto a partir de uma matriz sólida necessita de duas etapas: inicialmente o composto deve ser desorvido a partir do seu local de ligação e da matriz, e após, o composto deve ser eluído a partir da amostra de uma maneira análoga à cromatografia de eluição frontal, a qual é controlada pelo coeficiente de partição termodinâmico (KUBÁTOVÁ et al., 2002). Industrialmente, para que ocorram esses dois passos na extração de óleos essenciais de plantas aromáticas são utilizados principalmente dois processos, os quais são mundialmente conhecidos e difundidos: a hidrodestilação e a destilação por arraste a vapor.

## 2 | DETERMINAÇÃO DO TEOR TOTAL DE ÓLEO ESSENCIAL

Para determinar o teor total de óleo essencial contido no capim-limão, realizou-se a

coleta das folhas de forma manual, entre os meses de agosto e outubro de 2018, no interior do Município de Viadutos/RS, cuja localização geográfica é paralelo  $-27^{\circ}34'36,60''$  de latitude Sul e meridiano  $-51^{\circ}58'45,00''$  de Longitude Oeste. Segundo Rebonatto (2014), no Município de Viadutos/RS as altitudes variam de 450 aos 850 metros acima do nível do mar, o clima predominante é do tipo Cfb, considerado frio de acordo com a classificação Koppen, com temperaturas médias anuais de  $18^{\circ}\text{C}$  e a média do mês mais quente (janeiro) está compreendida entre  $18^{\circ}\text{C}$  e  $22^{\circ}\text{C}$ . Referente à umidade relativa do ar, a cidade caracteriza-se com um ambiente sempre úmido, com médias anuais de 78%. A vegetação do município é denominada Estepe e os solos fazem parte de um grande complexo geológico brasileiro denominado 'terra-roxa', que é composto pela terra escura e avermelhada, apresentando forma lamacenta e pegajosa. Segundo Santos e colaboradores (2009), o capim-limão está aclimatado nas regiões tropicais do Brasil e não suporta região muito fria, sujeita à geada, porém rebrota na primavera, pois é muito resistente às variações do solo e clima. As condições climáticas ideais para o seu desenvolvimento são calor e clima úmido, com plena exposição solar e chuvas uniformemente distribuídas.

As folhas coletadas no período do inverno, nos meses de agosto e setembro de 2018, apresentavam-se com partes de cor marrom, de aspecto seco, sendo provavelmente um dano causado pelo frio, como mostra a Figura 1. Já as folhas colhidas no mês de outubro de 2018, período da primavera, estavam verdes, com cor característica de folhas brotadas recentemente.



Figura 1: Comparação entre as folhas de capim-limão marrons (à esquerda) e verdes (à direita).

Fonte: Os autores (2018).

Antes da determinação do teor total de óleo essencial nas folhas de capim-limão com pontas marrons e das folhas verdes, é imprescindível quantificar a umidade das folhas para expressar os resultados em base seca. A determinação da umidade da folha de capim-limão foi realizada em balança determinadora de umidade da marca Marte, modelo ID50, com precisão de 0,001 g. O procedimento foi efetuado em triplicata, onde cerca de 3 g de folhas foram trituradas em aproximadamente 1,50 cm de comprimento e dispostas na balança. Os resultados estão indicados na Tabela 1.

A quantificação do teor total de óleos essenciais contidos nas folhas de capim-limão foi realizada conforme método descrito em Brasil (2010a, p. 198) e os experimentos foram efetuados em triplicata, tanto para as folhas marrons quanto para as verdes. As folhas foram secas naturalmente, na sombra, por mais de duas semanas antes da extração do óleo, como determina Brasil (2010a). Os resultados para os teores de umidade final das folhas secas a sombra estão mostrados na Tabela 1.

Antes de iniciar a destilação para extração do óleo essencial o aparelho tipo Clevenger foi limpo por sucessivas lavagens com acetona, solução de KOH (5% em etanol), solução de HCl (0,01M) e água destilada. Para cada experimento foi adotado o mesmo procedimento de limpeza do equipamento de extração para garantir a completa remoção do óleo essencial e de outros contaminantes que podem ficar retidos nas paredes dos equipamentos utilizados, comprometendo assim a precisão da quantificação do óleo essencial.

A extração de todo óleo volátil presente na matriz vegetal foi realizada por hidrodestilação, durante 4 horas, utilizando-se o aparelho do tipo Clevenger, acoplado a um balão de fundo redondo de 1000 mL disposto sobre uma manta de aquecimento. O método para quantificação do óleo essencial do capim-limão está descrito nas monografias apresentadas em Brasil (2010b). Os resultados estão indicados na Tabela 1.

Exp.	$\bar{U}$ (%)	$X$ (kg de água/ kg matéria seca)	$\sigma_x$ (kg de água/ kg matéria seca)	Teor de óleo essencial (mL/100 g matéria seca)	Teor médio (mL/100 g matéria seca)	$\sigma_{oe}$ (mL/100 g matéria seca)
Folhas marrons						
1	19,849	0,248	0,008	1,50	1,55	0,34
2	11,867	0,135	0,001	1,25		
3	11,288	0,127	0,008	1,92		
Folhas verdes						
1	10,924	0,123	0,023	1,80	1,84	0,18
2	11,239	0,127	0,001	1,69		
3	11,657	0,132	0,006	2,04		

Tabela 1: Conteúdo de umidade e teor total de óleo essencial das folhas de capim-limão.

Os dados da Tabela 1 mostram que o teor total de óleo essencial das folhas de capim-limão verdes é 15,36% maior do que nas folhas marrons, que sofreram o ataque do frio. Além da quantidade menor de óleo essencial, a composição química provavelmente também foi alterada em função da obtenção de um óleo de cor laranja, bem distinto da coloração amarela clara, característica do óleo de capim-limão. Assim, para recomendar a utilização do óleo essencial de capim-limão obtido com folhas marrons é necessário determinar previamente sua composição química, a fim de comprovar se não há formação de compostos indesejáveis no óleo, gerados a partir de processos oxidativos ou de outra natureza.

A Figura 2 mostra as diferenças na coloração do óleo essencial de capim-limão extraído a partir das folhas marrons (óleo de coloração alaranjada) e das folhas verdes (óleo de coloração amarelada típica). Segundo Gomes e Negrelle (2003), os caracteres sensoriais do óleo essencial de capim-limão, referem-se a um líquido amarelo, de odor característico de limão, sabor aromático e ardente.



(a)



(b)

Figura 2. Coloração do óleo de capim-limão extraído de folhas marron (a) e de folhas verdes (b).

Fonte: Os autores (2018).

### 3 | DETERMINAÇÃO DO VOLUME DE ÓLEO ESSENCIAL EXTRAÍDO POR HIDRODESTILAÇÃO

Para estudar o comportamento do volume de óleo essencial extraído em função do tempo de extração por hidrodestilação, utilizou-se o aparelho tipo Clevenger acoplado a um balão de fundo redondo de 1000 mL, contendo aproximadamente 150 g de folhas de capim-limão e 500 mL de água. O volume de xileno no condensador foi estabelecido em 0,5 mL, conforme preconiza Brasil (2010) e o tempo de extração foi fixado em 40 min, já que experimentos preliminares indicaram que a partir de 40 min de extração havia evaporação do solvente xileno, em quantidade expressiva, e que comprometia a determinação do volume de óleo. Além disso, após 20 minutos de extração, o volume acumulado de óleo essencial obtido mantinha-se quase constante. Essa informação é bastante relevante, em termos de economia de energia e água de resfriamento durante a operação de extração.

As folhas de capim-limão utilizadas nesses experimentos foram colhidas entre agosto e setembro de 2018, ou seja, folhas adultas, submetidas a temperaturas amenas e geada. Para a realização dos ensaios de extração utilizou-se apenas as folhas verdes, eliminando as marrons da amostra, uma vez que o teor de óleo essencial é baixo, como indicado pelos resultados do teor total de óleo essencial (ver Tabela 1). As folhas foram secas naturalmente e trituradas com aproximadamente 1,5 cm de comprimento. A Figura 3 apresenta o sistema de extração, onde o calor produzido pela manta aquecedora faz com que a água que molha as folhas evapore, arrastando consigo o óleo essencial (1). O vapor e o óleo percorrem a tubulação até chegar no condensador (2), onde retornam ao estado líquido. O óleo mistura-se ao xileno no tubo graduado (3), separando-se da água devido à diferença de densidade.

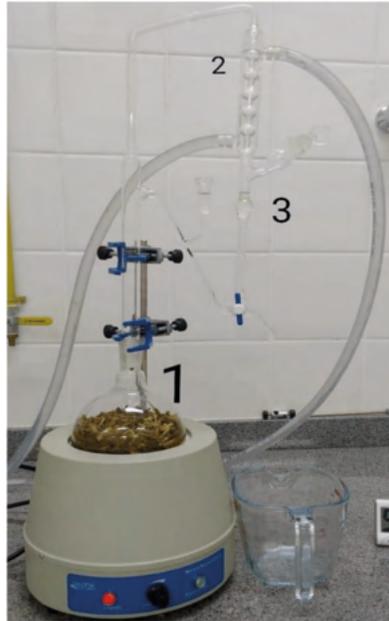


Figura 3. Sistema de extração de óleo essencial por hidrodestilação.

Fonte: Os autores (2018).

O início da extração se dá quando a primeira gota de líquido é formada no condensador (2) e, a partir desse momento, cronometra-se 40 min para o término da operação, com paradas de 5 em 5 min, para determinação do volume de óleo essencial extraído. As paradas consistiam em desligar o aquecimento, aguardar 10 min para o sistema estabilizar e realizar a leitura do volume de óleo essencial, em mL, retido no tubo graduado. Após a leitura, o sistema de aquecimento era acionado e aguardava-se a primeira gota de líquido se formar no condensador para retomar a contagem do tempo de 5 min e então repetir o procedimento para leitura do volume de líquido, sucessivamente até atingir os 40 min de extração efetiva.

Realizou-se três experimentos preliminares, com e sem maceração da amostra, para testar a influência do tratamento no volume de óleo obtido na operação de extração. A mesma amostra, colhida e seca de forma igual, foi dividida em duas partes, sendo que uma foi submetida à maceração antes da extração. A maceração da amostra consiste em deixar as folhas de capim-limão trituradas dentro de um balão de fundo redondo de 1000 mL, contendo 500 mL de água, por um período de 24 horas (Figura 4), com o objetivo de facilitar a remoção do óleo essencial das células. Segundo Rosa (2013), o óleo essencial de capim-limão encontra-se internamente nas células parenquimáticas (tecidos localizados entre a epiderme e os tecidos condutores).



Figura 4: Folhas de capim-limão após 24 horas de maceração.

Fonte: Os autores (2018).

Os dados de volume de óleo essencial em função do tempo de extração foram padronizados para volume em 100 g de matéria seca, eliminando assim a influência da diferença de massa e umidade das folhas de capim-limão utilizadas nos experimentos de extração. O conteúdo de umidade das folhas foi determinado em balança determinadora de umidade, em triplicata, para cada experimento. Os dados obtidos são apresentados na Tabela 2 e os valores do volume acumulado de óleo essencial obtido ao longo dos 40 min de extração estão indicados na Figura 5.

Exp.	$\bar{U}$ (%)	$\bar{X}$ (kg de água/kg matéria seca)	$\sigma_x$ (kg de água/kg matéria seca)	Volume de óleo essencial (mL/100 g folha seca)
1	25,95	0,351	0,018	1,38
2	71,71	2,536	0,096	1,30
3	71,71	2,536	0,096	1,65

Tabela 2: Conteúdo de umidade e volume acumulado de óleo essencial, em base seca.

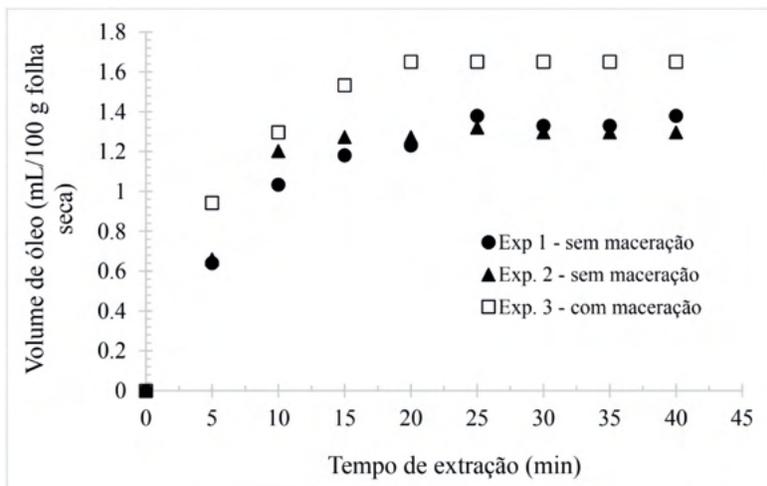


Figura 5: Volume acumulado de óleo essencial de capim-limão extraído nos experimentos preliminares, com e sem maceração.

Os dados experimentais da Figura 5 indicam que o volume máximo de óleo essencial extraído é obtido a partir de 20 min de extração e permanece constante após esse tempo. O volume acumulado de óleo essencial para os experimentos sem a etapa de maceração da amostra (Exp. 1 e 2) foram de 1,30 e 1,38 mL de óleo essencial/100 g de folha seca, com teor médio de 1,34 mL de óleo essencial/100 g de folha seca. Para o experimento com a etapa de maceração o teor de óleo obtido foi de 1,65 mL de óleo essencial/100 g de folha seca, o que representa cerca de 19% a mais de óleo extraído, indicando uma possível vantagem no uso da maceração, para folhas antigas.

Para testar a eficácia da etapa de maceração foram realizados experimentos, em triplicata, com folhas colhidas no mês de outubro de 2018 (folhas jovens, recém brotadas), as quais foram secas naturalmente e trituradas com aproximadamente 1,5 cm de comprimento. O mesmo procedimento de extração do óleo essencial descrito anteriormente foi adotado e os resultados obtidos são apresentados na Tabela 3 e na Figura 6.

Exp.	$\bar{U}$ (%)	$\bar{X}$ (kg de água/kg matéria seca)	$\sigma_x$ (kg de água/kg matéria seca)	Volume de óleo essencial (mL/100 g folha seca)
1	52,30	1,101	0,115	2,04
2				2,87
3	13,66	0,158	0,016	1,93
4				1,82
5	17,84	0,217	0,009	2,11
6				1,91

Tabela 3: Conteúdo de umidade e volume acumulado de óleo essencial de capim-limão.

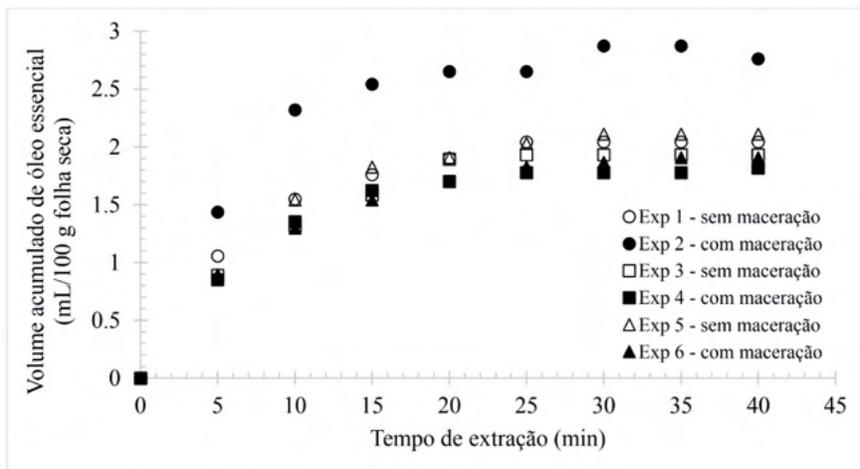


Figura 6: Volume de óleo essencial de capim-limão extraído, com e sem a etapa de maceração.

Pela análise dos dados de volume acumulado de óleo essencial em função do tempo de extração, é possível verificar que apenas para os dois primeiros experimentos, houve uma diferença considerável, com aumento do volume extraído para folhas de capim-limão que permaneceram em maceração por 24 horas. Para os outros experimentos, o mesmo comportamento não foi observado, inclusive houve diminuição do volume extraído, em comparação com a mesma amostra não macerada. Esse comportamento pode estar atrelado à heterogeneidade da amostra que pode apresentar maior ou menor concentração de óleo essencial em função de fatores biológicos da própria planta, uma vez que não é possível garantir que as extrações sejam feitas a partir de uma única planta, ou mesmo de plantas próximas.

Além disso, o conteúdo de umidade das folhas de capim-limão variou para cada amostra submetida à extração, como pode ser observado nas Tabelas 2 e 3, e pode ter influenciado a extração do óleo essencial. Tanto para os experimentos preliminares quanto para os experimentos realizados em triplicata, as amostras com maior teor de umidade apresentaram um aumento do volume de óleo essencial extraído em relação a mesma amostra sem maceração. Esse comportamento pode indicar que o encolhimento, que ocorre durante a secagem pode facilitar a remoção do óleo essencial, pela fragilização ou rompimento das estruturas das células parenquimáticas, inclusive com alguma perda de óleo durante a secagem (mesmo natural) e na maceração, já que o volume da essência foi menor para essa condição.

O volume de óleo essencial obtido na extração das folhas de capim-limão mais velhas, colhidas nos meses de agosto e setembro, mesmo verdes, foi 31,75% menor, em média, do que o volume de óleo essencial das folhas recém brotadas, colhidas no mês de outubro. Esse comportamento indica a influência da época de colheita e do estado fisiológico das folhas no rendimento da operação de extração do óleo essencial de capim-

limão.

## 4 | CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos em nossos experimentos é possível concluir que folhas de capim-limão submetidas a danos pelo frio (folhas de coloração marrom) possuem menor teor de óleo essencial do que folhas verdes, com alteração da coloração do óleo (alaranjado) em comparação com o óleo essencial típico de capim-limão (amarelo). Além disso, a maceração das folhas contribuiu para aumentar o teor de óleo essencial extraído, apenas para as amostras com maior teor de umidade (acima de 50%, em base úmida), indicando possíveis perdas de óleo essencial durante a secagem e a maceração.

Mesmo em folhas jovens, a maceração aumentou o volume de óleo extraído apenas para folhas de capim-limão com conteúdo de umidade mais alto, ou seja, com menor encolhimento e menos danos celulares. Para todas as amostras das folhas jovens o volume de óleo essencial extraído foi superior ao extraído das folhas mais velhas e que sofreram danos pelo frio, mas ainda assim, o volume de óleo essencial extraído está na faixa especificada pela literatura. Nesse sentido, é possível o cultivo do capim-limão em regiões mais frias para extração de óleo, como forma de diversificação de atividades pelos produtores rurais, mas como uma cultura sazonal, que diminui ou cessa a produção no inverno.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS).

## REFERÊNCIAS

AJAYI, E.O.; SADIMENKO A.P.; AFOLAYAN, A.J..GC–MS evaluation of *Cymbopogon citratus* (DC) *Stapf* oil obtained using modified hydrodistillation and microwave extraction methods. **Food Chemistry**, v. 209, p. 262-266, 2016.

BRASIL. **Farmacopéia Brasileira**. Volume 1. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília: Anvisa, 2010 (a).

BRASIL. **Farmacopéia Brasileira**. Volume 2. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília: Anvisa, 2010 (b).

BRASIL. **Farmacopeia Brasileira**. 6ª ed. Volume 1. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília: Anvisa, 2019.

COSTA, L. C. B.; CORRÊA, R. M.; CARDOSO, J. C. W.; PINTO, J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K. V.; FERRI, P. H. Secagem e fragmentação da matéria seca no rendimento e composição do óleo essencial de capim-limão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.4, p.956-959, out-dez 2005.

DO, Thi Kieu Tiên, HADJI- MINAGLOU Francis; ANTONIOTTI, Sylvain; FERNANDEZ, Xavier. Authenticity of essential oils. **Trends in Analytical Chemistry**, v. 66, p. 146–157, 2015.

DUBEY, N. K. et al. Cijitotoxicity of essential oils of *Cymbopogon citratus* and *Ocinun gratissimum*. **Indian Journal of Pharmaceutical Sciences**, Kalina, v. 59, n.5, p. 263-264, 1997.

EL ASBAHANI, A. et al. Essential oils: from extraction to encapsulation. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 483, p. 220 – 243, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpharm.2014.12.069>

GOMES, E. C.; NEGRELLE, R. R. B. *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf: aspectos botânicos e ecológicos. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 4, n. 2, p. 137-144, 2003.

GUIMARÃES, L. G. L.; CARDOSO, M. G.; SOUSA, P. E.; ANDRADE, J.; VIEIRA, S. S. Atividades antioxidante e fungitóxica do óleo essencial de capim-limão e do citral. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 2, p. 464-472, abr-jun, 2011.

KUBÁTOVÁ, A; BORIS, B; VAUDOISOT, J; HAWTHORNE, S.B. Thermodynamic and kinetic models for the extraction of essential oil from savory and polycyclic aromatic hydrocarbons from soil with hot (subcritical) water and supercritical CO<sub>2</sub>. **Journal of Chromatography A**, n. 975, p. 175-188, 2002.

MAJEED, H. et al. Essential oil encapsulations: uses, procedures, and trends. **RSC Advances**, v. 5, p. 58449–58463, 2015.

PRAKASH, B.; KEDIA, A.; MISHRA, P. K.; DUBEY, N.K. Plant essential oils as food preservatives to control moulds, mycotoxin contamination and oxidative deterioration of agri-food commodities e Potentials and challenges. **Food Control**, v. 47, p. 381-391, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.07.023>

REBONATTO, L. N. D. Plano Municipal de resíduos sólidos. **Prefeitura municipal de Viadutos**. Viadutos, 11 dez. 2014. Acesso em: 18/02/2017. Disponível em: <http://www.viadutos.rs.gov.br/uploads/categories/618/23b6d55d2bdcb24ef088f7282bf74f14.pdf>

REHMAN, R.; HANIFA, M. A.; MUSHTAQB, Z.; AL-SADI, A. M. Biosynthesis of essential oils in aromatic plants: A review. **Food Reviews International**. v. 32, n. 2, p. 117–160, 2016. <http://dx.doi.org/10.1080/87559129.2015.1057841>.

ROSA, G. M. **Teor e composição de óleo essencial de capim-limão (*Cymbopogon Citratus* (DC) Stapf) e tomilho (*Thymus Vulgaris* L.) submetidos a diferentes temperaturas e períodos de secagem**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

SANTOS, A. et al. Determinação do rendimento e atividade antimicrobiana do óleo essencial de *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf em função de sazonalidade e consorcamento. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 19, n. 2A, p. 436-441, 2009.

SILVA, L. N.; SANTOS S. B. F.; PAIXÃO, I. C. S.; VILELA, R. C. C.; PEREIRA, T. S. Indústria de óleos essenciais no Brasil: uma perspectiva a partir do programa de modernização das estatísticas econômicas. In: **Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências** CONAPESC. Disponível em: [http://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conapesc/2019/TRABALHO\\_EV126\\_MD1\\_SA6\\_ID1905\\_28062019150220.pdf](http://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conapesc/2019/TRABALHO_EV126_MD1_SA6_ID1905_28062019150220.pdf)2020. Acesso em: 20 dez. 2020.

VALLILO, M. I.; MORENO, P. R. H.; OLIVEIRA, E.; LAMARDO, L. C. A.; GARBELOTTI, M. L. Composição química dos frutos de *Campomanesia xanthocarpa* Berg-Myrtaceae. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28 (Supl.), p. 231-237, dez. 2008.

VILLAVERDE, J. M.; SANCHES, L.; TERRA, V. A.; CECCHINI, R.; ALESSANDRA LOURENÇO CECCHINI; A. L.; LUIZ, R. C. Efeitos do óleo essencial do capim-limão (*Cymbopogon citratus* Stapf) sobre células humanas de melanoma (SK-MEL 147) e queratinócitos (HaCaT). **Biosaúde**, Londrina, v. 15, n. 1, p. 22-36, 2013.

ZION MARKET RESEARCH. **O mercado global de óleos essenciais deve registrar o CAGR de quase 8,9% no período de 2020 a 2026**. Disponível em: <https://www.abevd.org.br/the-cmyk-digest-estima-se-que-o-mercado-global-de-oleos-essenciais-registrara-um-crescimento-de-dois-digitos-entre-2020-2026-pesquisa-de-mercado-da-zion/>. Acesso em 20 de dezembro de 2020.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Ácidos graxos insaturados 51, 125, 130

Acrocomia aculeata (jacq.) Lodd 49

Agaricus blazei 12, 13, 17

Agrotóxicos 205, 206, 207, 209, 210, 211, 212, 214

Água 8, 14, 21, 22, 23, 26, 27, 43, 59, 67, 80, 81, 84, 88, 91, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 107, 112, 113, 116, 117, 133, 134, 135, 165, 168, 171, 176, 181, 188, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 212, 214, 219, 220, 221, 224, 226, 227, 230, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 239, 241

Alimentos funcionais 18, 19, 86

Alimentos ready-to-eat 125

Análise de Alimentos 108

Análise química, 55, 64

Análises físico-químicas 76, 103, 104, 107, 178

Artrópodes 164, 168, 169, 172

Avicultura 109, 110, 121, 122, 123

### B

Babaçu 5, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 39

Bacillus cereus 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 182

Bactérias do ácido láctico 1, 2, 8

### C

Caracterização anatômica 55

Chocolate intenso 18

Citral 88, 89, 90, 91, 101, 220, 240, 242

Citrus latifolia 216, 218, 244, 245

Coliformes 40, 42, 43, 44, 45, 46, 74, 80, 84, 86, 182

Composição centesimal 54, 55, 58, 59, 66, 67, 68, 69, 103, 108

Consumo 2, 8, 13, 27, 41, 50, 51, 57, 64, 75, 85, 110, 111, 112, 115, 116, 119, 125, 131, 144, 167, 169, 171, 172, 177, 180, 181, 205, 207, 214, 224, 231, 234, 237, 243

Cor do vinho 1, 3, 7, 8

Coxa 109, 110, 114, 115, 117, 118, 119, 120

Cultivo submerso 11, 12, 13, 14, 15

Cumbaru 6, 74, 75, 76, 77, 78, 80, 83, 85

## D

Destilação 89, 90, 91, 93, 190, 235, 241, 242

Dpph• 11, 12, 14, 16

## E

Eleutherine bulbosa 6, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 68, 69, 71

Embutidos cárneos 103, 104, 108

Enologia 1, 3

Essência 89, 90, 99

## F

Farinha de bagaço de malte 6, 74, 75, 76, 77, 78, 82, 83, 84, 85

Fermentação 5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 19, 20, 75

Fermentação malolática 5, 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10

## G

Gilts 7, 147, 148, 149

## H

Híbridos comerciais 6, 109, 110, 111, 117, 118, 119, 120

Hyperestrogenism 147

## I

Inovação 5, 29, 38, 39, 52, 70, 166

## L

Lima ácida 216, 217, 218, 219, 220, 221, 223, 224, 244, 245

Literatura científica 48, 183

## M

Manteiga de cacau 18, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27

Mesocarpo 5, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38

Monitoramento 45, 206

## O

Organoaluminosilicate 147, 149, 150, 151

## P

Peito 109, 110, 112, 115, 117, 118, 119, 120, 122

Ph 7, 153, 155

Potencial mercadológico 48

probióticos 18, 19, 20, 23, 25, 26, 27, 134

PROBIÓTICOS 23

Processamento 8, 5, 30, 40, 42, 45, 51, 76, 77, 79, 80, 122, 133, 145, 165, 166, 167, 179, 216, 222, 224, 225, 231, 232, 233, 234, 235

Prospecção 5, 20, 29, 30, 39, 59

## R

Reproduction 147

Roedores 164, 167, 168, 169, 172, 176

## S

Salmonela sp 40

Salsichas 103, 104, 106, 107, 108, 124, 133, 135, 136

Saudabilidade 50, 125, 133

Stability 7, 28, 139, 140, 142, 143, 144, 146, 153, 154, 160, 162, 163

Suco de limão 8, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 223, 224, 225, 227, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 239, 245

## T

Taninos 1, 2, 3, 5, 7, 8, 55, 58, 63, 64, 65, 68, 69, 72

Temperature 47, 153, 154, 155, 156, 158, 159, 160

Toxin binders 7, 147, 149

Tricologia 164, 168

## V

Validação de método 206

Vigilância sanitária 40, 42, 44, 46, 69, 100, 164, 165, 166, 169, 171, 172, 174, 175, 182, 184, 185, 243, 246, 247

Vulvovaginitis 147, 148

## Y

Yeast cell walls 147, 149, 152

## Z

Zearalenone 7, 147, 148, 150, 152

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



# ALIMENTOS: TOXICOLOGIA E MICROBIOLOGIA & QUÍMICA E BIOQUÍMICA

🌐 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
✉ [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)  
📷 @atenaeditora  
📘 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)



# ALIMENTOS: TOXICOLOGIA E MICROBIOLOGIA & QUÍMICA E BIOQUÍMICA