



Impactos das Tecnologias na Engenharia Química 2

Carmen Lúcia Voigt
(Organizadora)

Atena
Editora

Ano 2019

Carmen Lúcia Voigt
(Organizadora)

Impactos das Tecnologias na Engenharia Química 2

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Natália Sandrini e Lorena Prestes

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

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

134 Impactos das tecnologias na engenharia química 2 [recurso eletrônico] / Organizadora Carmen Lúcia Voigt. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Impactos das Tecnologias na Engenharia Química; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-236-4

DOI 10.22533/at.ed.364190304

1. Engenharia química – Pesquisa – Brasil. I. Voigt, Carmen Lúcia. II. Série.

CDD 660.76

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

2019

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.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Empresas do segmento de alimentos e bebidas que adotam inovação e tecnologia em seus produtos, processos e serviços são reconhecidas e valorizadas pelo consumidor, conseqüentemente competitivas no mercado. A área industrial alimentícia é apenas uma das inúmeras opções que o engenheiro químico tem como campo de trabalho. Mas dentro desta, suas atribuições são variadas, formando um profissional capaz de atuar em múltiplas tarefas.

A necessidade de novas tecnologias na indústria de alimentos requer otimização dos processos de transformação e fabricação, desenvolvimento de novos produtos, avanço da biotecnologia, garantia no controle da qualidade dos produtos, análise econômica dos processos, além da garantia do controle ambiental dos rejeitos e efluentes industriais.

A inovação é fundamental para o desenvolvimento de qualquer empresa. No setor de alimentos não é diferente, e cada vez mais os consumidores desejam consumir novos produtos que consigam aliar sabor, nutrição, qualidade e segurança. Assim como uma destinação correta de resíduos e uso de subprodutos que favorecem consumidor e meio ambiente.

Neste segundo volume, apresentamos inovações tecnológicas na Engenharia Química no setor de alimentos e resíduos de alimentos com estudos estatísticos de controle e processos, modelagem matemática, estudo cinético, sínteses, caracterizações, avaliação de propriedades, rendimento e controle analítico.

A Indústria Alimentar está em evolução constante e a tecnologia desempenha um papel cada vez mais importante neste setor. Os avanços científicos e técnicos permitem hoje produzir alimentos e bebidas que se adaptam melhor à procura dos consumidores de uma forma segura, com processos produtivos mais sustentáveis e eficientes, cobrindo a procura dos mercados globais.

Convidamos você a conhecer os trabalhos expostos neste volume relacionados com alimentos, bebidas, resíduos de alimentos com utilização tecnológica de novos recursos para o produto ou processo.

Bons estudos.

Carmen Lúcia Voigt

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ESTUDO E PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL DA ENCAPSULAÇÃO DE RESÍDUOS DO ABATE DE AVES	
Caroline Machado da Silva Marlei Roling Scariot Leonardo da Silva Arrieche	
DOI 10.22533/at.ed.3641903041	
CAPÍTULO 2	8
OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE HIDRÓLISE ENZIMÁTICA DE VÍSCERAS DE FRANGO PARA OBTENÇÃO DE HIDROLISADOS PROTEICOS	
Tatiane Francini Knaul Schaline Winck Alberti Ana Maria Vélez	
DOI 10.22533/at.ed.3641903042	
CAPÍTULO 3	21
ESTUDO ESTATÍSTICO DO TEOR DE LIGNINA OXIDADA PARA O BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR APÓS O PRÉ-TRATAMENTO COM PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO ALCALINO	
Anna Alves da Silva Vieira Isabelle Cunha Valim Vinnicius Ferraço Brant Alex Queiroz de Souza Ana Rosa Fonseca de Aguiar Martins Cecília Vilani Brunno Ferreira dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.3641903043	
CAPÍTULO 4	26
IMPLANTAÇÃO DO CONTROLE ESTATÍSTICO NO PROCESSO DE CALEAÇÃO DA FABRICAÇÃO DE AÇÚCAR	
Lorena Marcele de Faria Leite Euclides Antônio Pereira de Lima Ana Cláudia Chesca Flávia Alice Borges Soares Ribeiro	
DOI 10.22533/at.ed.3641903044	
CAPÍTULO 5	31
CONTROLE ANALÍTICO PARA FERMENTAÇÃO ALCÓOLICA EM INDÚSTRIA CANAVIEIRA	
Douglas Ramos Alves Amanda Martins Aguiar Ana Paula Silva Capuci	
DOI 10.22533/at.ed.3641903045	

CAPÍTULO 6	43
UTILIZAÇÃO DE ALGORITMOS GENÉTICOS PARA OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE DESLIGNIZAÇÃO DO BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR COM PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO	
<ul style="list-style-type: none"> Isabelle Cunha Valim Anna Alves da Silva Vieira Vinnicius Ferraço Brant Alex Queiroz de Souza Ana Rosa Fonseca de Aguiar Martins Cecília Vilani Brunno Ferreira dos Santos 	
DOI 10.22533/at.ed.3641903046	
CAPÍTULO 7	49
SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE METILCELULOSE A PARTIR DE BAGAÇO DE CANA	
<ul style="list-style-type: none"> Luís Fernando Figueiredo Faria Cláudia dos Santos Salim Luís Gustavo Ferroni Pereira Elisângela de Jesus Cândido Moraes 	
DOI 10.22533/at.ed.3641903047	
CAPÍTULO 8	56
ESTUDO CINÉTICO DA PRODUÇÃO DE HIDROMEL PELAS CEPAS <i>Saccharomyces cerevisiae</i> Lalvin 71b 1122 e <i>Saccharomyces bayanus</i> RED STAR PREMIER BLANK	
<ul style="list-style-type: none"> Ana Katerine de Carvalho Lima Lobato Lucas Gois Brandão Victor Hoffmann Barroso 	
DOI 10.22533/at.ed.3641903048	
CAPÍTULO 9	73
FILTRAÇÃO APLICADA AO PROCESSO DE CONCENTRAÇÃO DA VINHAÇA	
<ul style="list-style-type: none"> Fernando Oliveira de Queiroz Jéssica Oliveira Alves Marcelo Bacci da Silva 	
DOI 10.22533/at.ed.3641903049	
CAPÍTULO 10	95
CARACTERIZAÇÃO E TRATAMENTO, EM ESCALA INDUSTRIAL, DO LICOR NEGRO GERADO PELA ETAPA DE DESLIGNIFICAÇÃO DO ALGODÃO	
<ul style="list-style-type: none"> Lucrecio Fábio dos Santos Flávio Teixeira da Silva Teresa Cristina Brasil de Paiva 	
DOI 10.22533/at.ed.36419030410	
CAPÍTULO 11	111
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> FED-BATCH FERMENTATION AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE METHOD FOR ADJUSTING MODEL PARAMETERS TO EXPERIMENTAL DATA	
<ul style="list-style-type: none"> Marco César Prado Soares Gabriel Fernandes Luz Aline Carvalho da Costa Matheus Kauê Gomes Beatriz Ferreira Mendes Lucimara Gaziola de la Torre Eric Fujiwara 	
DOI 10.22533/at.ed.36419030411	

CAPÍTULO 12 118

EXPERIMENTAL DESIGN FOR OPTIMAL PRODUCTION OF ALKALINE PHOSPHATASE UNDER LIQUID FERMENTATION WITH *Aspergillus* sp

Juliane Medeiros De Marco
Jennifer Salgado da Fonseca
Ricardo Lima Serudo

DOI 10.22533/at.ed.36419030412

CAPÍTULO 13 123

ESTUDO DO MODELO DE NÚCLEO DE RETRAÇÃO NA EXTRAÇÃO DE CAFEÍNA COM CO₂ SUPERCRÍTICO

Matheus Manhães Vieira da Silva
João Vítor Melo Amaral
Carlos Minoru Nascimento Yoshioka
Ana Beatriz Neves Brito

DOI 10.22533/at.ed.36419030413

CAPÍTULO 14 128

DETERMINAÇÃO EXPERIMENTAL DA SOLUBILIDADE DE α -TOCOFEROL EM MISTURAS DE ETANOL+ÁGUA

Iago Henrique Nascimento de Morais
Ricardo Amâncio Malagoni

DOI 10.22533/at.ed.36419030414

CAPÍTULO 15 136

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE PERPÉTUA-ROXA (*Centratherum punctatum* Cass.) OBTIDO POR HIDRODESTILAÇÃO

Rafael Henrique Holanda Pinto
Maria Caroline Ferreira Rodrigues
Wanessa Almeida da Costa
Renato Macedo Cordeiro
Eloisa Helena de Aguiar Andrade
Raul Nunes de Carvalho Junior

DOI 10.22533/at.ed.36419030415

CAPÍTULO 16 143

MODELAGEM MATEMÁTICA DA EXTRAÇÃO DE ÓLEO DE *Bidens Pilosa* L. USANDO FLUIDO SUPERCRÍTICO

Ramon Gredilha Paschoal
Marianne Lima Higinio
Marisa Fernandes Mendes

DOI 10.22533/at.ed.36419030416

CAPÍTULO 17 161

RENDIMENTO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Piper divaricatum* EM FUNÇÃO DA GRANULOMETRIA E MÉTODO DE EXTRAÇÃO

Erick Monteiro de Sousa
Tainá Oliveira dos Anjos
Rafaela Oliveira Pinheiro
Márcia Moraes Cascaes
Lidiane Diniz do Nascimento
Eloisa Helena de Aguiar Andrade

DOI 10.22533/at.ed.36419030417

CAPÍTULO 18 167

INFLUÊNCIA DA PRESSÃO E TEMPERATURA PARA OBTENÇÃO DO EXTRATO DE *Mentha spicata* L. UTILIZANDO EXTRAÇÃO SUPERCRÍTICA

Tháiris Karoline Silva Laurentino
Thuany Naiara Silva Laurentino
Ariovaldo Bolzan

DOI 10.22533/at.ed.36419030418

CAPÍTULO 19 172

ESTUDO REOLÓGICO DA POLPA DE JUÇARA (*Euterpe edulis* Mart) EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA E TEOR DE SÓLIDOS SOLÚVES

Italo Iury de Souza Guida
Harvey Alexander Villa Vélez
Audirene Amorim Santana
Romildo Martins Sampaio

DOI 10.22533/at.ed.36419030419

CAPÍTULO 20 179

OBTENÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DA POLPA DE ABACAXI ATRAVÉS DE EQUAÇÕES MATEMÁTICAS

Relyson Gabriel Medeiros de Oliveira
Williane Moraes de Souza
João Carlos Soares de Melo
Carlos Helaídio Chaves Costa
Adair Divino da Silva Badaró

DOI 10.22533/at.ed.36419030420

CAPÍTULO 21 186

CINÉTICA DE SECAGEM E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA POLPA DO FRUTO DE *Eugenia patrisii* Vahl. (MYRTACEAE)

Erick Monteiro de Sousa
Tainá Oliveira dos Anjos
Lidiane Diniz do Nascimento
Eloisa Helena de Aguiar Andrade
Cristiane Maria Leal Costa
Lênio José Guerreiro de Faria

DOI 10.22533/at.ed.36419030421

CAPÍTULO 22 192

MODELAGEM MATEMÁTICA DA CINÉTICA DE SECAGEM DE TOMATES TIPO CEREJA E UVA POR MODELOS SEMITEÓRICOS E EMPÍRICOS

Heitor Otacílio Nogueira Altino
Renata Nepomuceno da Cunha

DOI 10.22533/at.ed.36419030422

CAPÍTULO 23 207

SECAGEM DO EXTRATO DA CASCA DE BERINJELA EM SPRAY DRYER COM ADIÇÃO DE ADJUVANTES

Raissa Henrique Silva
Erica Cortez de Lima
Suziani Cristina de Medeiros Dantas
Thayse Naianne Pires Dantas
Maria de Fátima Dantas de Medeiros

DOI 10.22533/at.ed.36419030423

CAPÍTULO 24 214

CINÉTICA DE SECAGEM DO MESOCARPO DE BACURI

Layrton José Souza Da Silva
Dennys Correia Da Silva
Ilmar Alves Lopes
Harvey Alexander Villa Vélez
Audirene Amorim Santana

DOI 10.22533/at.ed.36419030424

CAPÍTULO 25 219

AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS NO ESTUDO DA SECAGEM E ORIENTAÇÃO DA MATRIZ DE FILMES BIODEGRADÁVEIS DE AMIDO E ACETATO DE AMIDO PELO MÉTODO *TAPE-CASTING*

Ana Luiza Borges Guimarães
João Borges Laurindo
Vivian Consuelo Reolon Schmidt

DOI 10.22533/at.ed.36419030425

CAPÍTULO 26 232

EFEITO DA CONCENTRAÇÃO DE MALTODEXTRINA NO PROCESSO DE LIOFILIZAÇÃO DE MANGABA

Antonio Jackson Ribeiro Barroso
Francisco De Assis Cardoso Almeida
João Paulo De Lima Ferreira
Luzia Márcia De Melo Silva
Deise Souza De Castro
Joselito Sousa Moraes
Micheline Maria Da Silva Ribeiro

DOI 10.22533/at.ed.36419030426

CAPÍTULO 27 237

OXIDAÇÃO DE DIFERENTES AÇÚCARES UTILIZANDO CATALISADOR DE PdPtBi/C

Fabiana dos Santos Lima
João Guilherme Rocha Poço

DOI 10.22533/at.ed.36419030427

CAPÍTULO 28 250

PROSPECÇÃO DE FUNGOS FILAMENTOSOS DO BIOMA CAATINGA COM POTENCIALIDADE PARA PRODUÇÃO DE QUITINASE

José Renato Guimarães
Kaíque Souza Gonçalves Cordeiro Oliveira
Eudocia Carla Oliveira de Araújo
Maria Lúcia da Silva Cordeiro
Isabella da Rocha Silva
Ranoel José de Sousa Gonçalves

DOI 10.22533/at.ed.36419030428

CAPÍTULO 29 257

PROJETO CONCEITUAL E ANÁLISE ECONÔMICA PRELIMINAR DO PROCESSO DE PERVAPORAÇÃO PARA RECUPERAÇÃO DO AROMA DO SUCO DE ABACAXI

Bárbara Carlos Bassane
Marianna Rangel Antunes
Cecília Vilani
Roberto Bentes de Carvalho

DOI 10.22533/at.ed.36419030429

CAPÍTULO 30 274

EFEITOS DO TAMANHO DOS GRÂNULOS, DO REVESTIMENTO E DO TIPO DE FERTILIZANTE NA LIBERAÇÃO DE AMÔNIA EM FERTILIZANTES NITROGENADOS

Pedro Queiroz Takahashi
Gabriel Costa de Paiva
Marcelo Andrade de Godoy
José Mauro de Almeida
Deusanilde de Jesus Silva

DOI 10.22533/at.ed.36419030430

SOBRE A ORGANIZADORA..... 279

RENDIMENTO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Piper divaricatum* EM FUNÇÃO DA GRANULOMETRIA E MÉTODO DE EXTRAÇÃO

Erick Monteiro de Sousa

Universidade Federal do Pará, Faculdade de Engenharia Química.
Belém – Pará.

Tainá Oliveira dos Anjos

Museu Paraense Emílio Goeldi, Coordenação de Botânica.
Belém – Pará.

Rafaela Oliveira Pinheiro

Universidade Federal do Pará, Faculdade de Engenharia Química.
Belém – Pará.

Márcia Moraes Cascaes

Museu Paraense Emílio Goeldi, Coordenação de Botânica.
Belém – Pará.

Lidiane Diniz do Nascimento

Universidade Federal do Pará, Programa de Pós Graduação em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia. Museu Paraense Emílio Goeldi, Coordenação de Botânica.
Belém – Pará.

Eloisa Helena de Aguiar Andrade

Museu Paraense Emílio Goeldi, Coordenação de Botânica. Universidade Federal do Pará, Programa de Pós Graduação em Química.
Belém – Pará.

RESUMO: *Piper divaricatum* é uma planta aromática nativa do Brasil, fornecedora de óleo

essencial com diversas aplicações descritas na literatura. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da granulometria e do método de extração no rendimento e composição química do óleo essencial obtido das folhas dessa espécie. As folhas foram separadas em duas frações denominadas média ($1,11\text{mm} \pm 0,01$) e grossa ($3,08\text{mm} \pm 0,01$) e então seus óleos essenciais foram obtidos por arraste a vapor e hidrodestilação. A composição química foi determinada por CG/EM em sistema Shimadzu QP-2010 Plus. Os resultados mostraram que, para ambas as frações granulométricas, os melhores rendimentos foram alcançados por meio da técnica de arraste a vapor. Metileugenol foi o componente majoritário para todas as condições avaliadas e seus maiores teores foram quantificados na fração grossa (60,17%), por meio da destilação por arraste a vapor.

PALAVRAS-CHAVE: hidrodestilação, arraste a vapor, metileugenol.

ABSTRACT: *Piper divaricatum* is an aromatic plant native of Brazil and it is an essential oil supplier with several applications described in the literature. The objective of this work was to evaluate the influence of particle size and extraction method on yield and chemical composition of the essential oil obtained from the leaves of this species. The leaves were separated into two fractions denominated

medium ($1.11\text{mm} \pm 0.01$) and coarse ($3.08\text{mm} \pm 0.01$) and then their essential oils were obtained by steam distillation and hydrodistillation. The chemical composition was determined by GC/MS in Shimadzu QP-2010 Plus. The results showed that for both granulometric fractions, the best yields were achieved by means of the steam distillation technique. Methyl eugenol was the major component for all the evaluated conditions and its highest contents were quantified in the coarse fraction (60.17%), by means of steam distillation.

KEYWORDS: hydrodistillation, steam distillation, methyl eugenol.

1 | INTRODUÇÃO

O interesse por plantas aromáticas está em constante crescimento, devido suas propriedades fitoquímicas e flavorizantes, as quais agregam valor a essas matérias primas (Chen e Mujumdar, 2015). Os óleos essenciais são empregados em diversos segmentos da indústria, tais como perfumaria, alimentos e farmacêutica, onde são utilizados na síntese de compostos de alto valor comercial (Craveiro e Queiroz, 1993). A complexidade das matrizes vegetais requer a padronização do processo extrativo, que está diretamente relacionado com a qualidade do produto obtido (Dobiás, et al. 2010). Fatores como o grau de divisão do material e a técnica de extração tornam-se fundamentais, uma vez que influenciam na eficiência do processo (Gil-Chávez, et al. 2013).

A espécie *Piper divaricatum* (Piperaceae), popularmente conhecida como pau-de-angola é nativa do Brasil, com ocorrências confirmadas em diferentes regiões do país (Flora, 2018). Seu óleo essencial apresenta propriedades antioxidantes (Silva et al, 2010); tolerância à fusariose (Maireles, 2014), entre outras relatadas na literatura. Nesse contexto, o presente trabalho avalia a influência da granulometria e do método de extração no rendimento e na composição química do óleo essencial das folhas de *P. divaricatum*.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Material Botânico e Análise Granulométrica

Partes aéreas de *Piper divaricatum* foram coletadas no município de Belém-Pará, secas em estufa com ventilação à 35°C e então moídas em moinho de facas. Em seguida, o material foi submetido à separação granulométrica utilizando-se um conjunto de seis peneiras em sequência decrescente de aberturas (mm): 4, 2, 1, 0,5, 0,25 e 0,125. Denominou-se de fração grossa (G) o material retido nas peneiras de 4 e 2mm; fração média (M) as massas retidas nas peneiras de 1 e 0,5 mm; e fração fina (F) o material retido nas peneiras de 0,25 e 0,125 mm. O diâmetro médio (D_{50}) de cada fração foi determinado de acordo com a definição de Sauter (Equação 1), na

qual d_p é o diâmetro médio de Sauter, x_i é a fração mássica retida nas peneiras e d_{pi} corresponde ao diâmetro médio de cada partícula.

$$d_p = \frac{1}{\sum \frac{x_i}{d_{pi}}} \quad (1)$$

2.2 Extração do Óleo Essencial, Rendimento e Composição Química

Para a obtenção do óleo essencial, cada fração (80g) foi submetida às metodologias de hidrodestilação (HD) e arraste a vapor (AV), nas quais foi empregado extrator do tipo Clevenger modificado acoplado a um sistema de refrigeração para a manutenção da água de condensação em torno de 12°C, conforme mostra a Figura 1. Todas as extrações foram realizadas durante 3h em triplicata. O rendimento (%) dos óleos essenciais foi determinado conforme descrito por Santos et al. (2004). O teor de umidade (%) foi quantificado no momento da extração, por meio de uma balança determinadora de umidade da marca Marte, modelo ID50.

A composição química dos óleos foi analisada através de CG/EM em sistema Shimadzu QP-2010 Plus com coluna capilar DB-5MS (30m x 0,25mm; 0,25µm de espessura do filme) nas seguintes condições operacionais: programa de temperatura na faixa de 60°-250°C, com gradiente de 3°C/min; temperatura do injetor a 250°C; gás hélio com velocidade linear de 32 cm/s, medida a 100°C; injeção sem divisão de fluxo (1µL de uma solução de 2:1000 de n-hexano); temperatura da fonte de íons e outras partes a 220°C. O filtro de quadrupolo varreu 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 calculado em relação aos tempos de retenção de uma série homóloga de n-alcenos 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 (Adams, 2007).



Figura 2 – Metodologias utilizadas para a extração do óleo essencial de *Piper divaricatum*.

A: hidrodestilação; B: destilação por arraste a vapor.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os diâmetros médios das frações F, M e G foram $0,26 \text{ mm} \pm 0,01$; $1,11 \text{ mm} \pm 0,01$ e $3,08 \text{ mm} \pm 0,01$, respectivamente. Após a separação granulométrica, trabalhou-se apenas com as frações G e M, uma vez que a massa obtida para a fração F foi insuficiente para dar prosseguimento aos demais ensaios. A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos após as destilações. Foi observado que a técnica de arraste a vapor proporcionou os maiores rendimentos, para as duas frações granulométricas avaliadas, sendo o maior deles ($6,0\% \pm 0,08$) alcançado para a fração M. Na Tabela 2 estão os principais constituintes ($\geq 2\%$) encontrados no óleo essencial das folhas de *P. divaricatum*, com seus respectivos índices de retenção (IR).

Granulometria	Granulometria grossa		Granulometria média	
	AV	HD	AV	HD
Massa (g)	80,00	80,00	80,00	80,00
Umidade (%)	13,20	13,20	12,00	12,00
Volume de óleo (mL)	$3,70 \pm 0,49$	$3,60 \pm 0,12$	$4,20 \pm 0,06$	$3,80 \pm 0,17$
R (%)	$5,40 \pm 0,71$	$5,10 \pm 0,17$	$6,00 \pm 0,08$	$5,40 \pm 0,25$

Tabela 1 – Rendimentos de óleo essencial em função da granulometria e da técnica de extração.

IR	Constituintes	Granulometria grossa		Granulometria média	
		AV	HD	AV	HD
1043	(E)- β -Ocimeno	1,39	7,42	-	7,19
1352	Eugenol	16,70	18,13	18,63	18,12
1388	β -Elemeno	3,84	3,64	7,35	6,81
1407	Metileugenol	60,71	51,82	48,82	43,21
1418	E-cariofileno	2,29	2,45	4,00	3,56

1479	Germacreno D	2,62	2,09	5,13	4,49
1515	Acetato de eugenol	8,62	7,93	9,22	8,50

Tabela 2 – Constituintes majoritários identificados no óleo essencial das folhas de *Piper divaricatum* e seus respectivos teores ($\geq 2\%$)

Observou-se que tanto para a técnica de hidrodestilação quanto para a extração por arraste a vapor, os maiores teores de metileugenol foram encontrados na fração G, obtendo seu maior percentual no óleo essencial extraído por arraste a vapor (60,71%). Tanto o eugenol quanto o acetato de eugenol mantiveram seus percentuais aproximadamente constantes independente da granulometria ou técnicas de extração. Já o componente β -elemeno apresentou maiores concentrações nas frações M, tanto na hidrodestilação quanto na extração por arraste a vapor (Figura 2).

Silva et al. (2014) estudando espécies de *Piper*, identificaram germacreno D (9,4%) como constituinte em maior teor no óleo essencial de *Piper divaricatum* coletada na região de Una (Bahia), seguido de valenceno (11,1%) e γ -cadineno (11%). Barbosa et al (2012) verificaram que safrol foi o majoritário presente no óleo de *P. divaricatum* coletada em Itabuna (Bahia). É importante ressaltar que assim como a metodologia empregada para a extração do óleo essencial, outras variáveis podem interferir na composição química obtida, tais como o tamanho da partícula, teor de umidade, sazonalidade, ritmo circadiano, distribuição geográfica, entre outros.

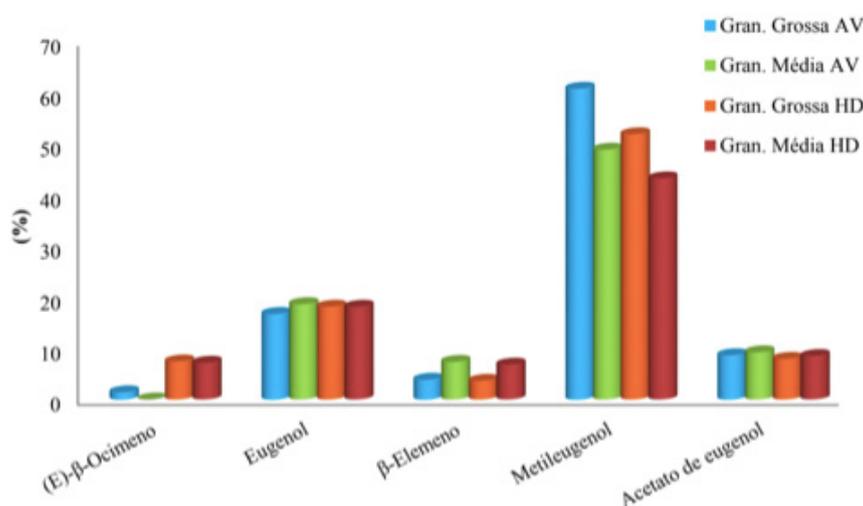


Figura 2 - Constituintes ($\geq 1,39\%$) presentes no OE das folhas de *Piper divaricatum*.

4 | CONCLUSÃO

Os produtos naturais são fontes de novas substâncias e avaliar sua composição química é uma etapa importante para a caracterização da matéria prima e sua posterior utilização. Verificou-se alterações no rendimento em óleo quando a granulometria e a técnica de extração foram modificadas, obtendo-se melhores resultados quando as

partículas de granulometria média (1,11mm ± 0,01) foram destiladas por arraste a vapor (6,0% ± 0,08). O constituinte metileugenol apresentou maiores concentrações nas partículas de granulometria grossa, em ambas as técnicas de extração, alcançando 60,71% por meio da destilação por arraste a vapor.

REFERÊNCIAS

ADAMSR, P. **Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry**. Allured Publishing Corp, Carol Stream, 2007.

BARBOSA, QPS., et al. **Chemical composition, circadian rhythm and antibacterial activity of essential oils of *Piper divaricatum*: a new source of safrole**. *Quím. Nova*, v. 35, p. 228-230, 2012.

CHEN, G., MUJUMDAR, AS. Drying of herbal medicines and tea. In: Mujumdar, A.S. (Ed.), **Handbook of Industrial Drying**. CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 637–646, 2015.

CRAVEIRO A.A, QUEIROZ D.C. Óleos essenciais e química fina. *Quím. Nova*, v.16, p.224-228, 1993.

DOBIÁS P., et al. **Comparison of pressurised fluid and ultrasonic extraction methods for analysis of plant antioxidants and their antioxidant capacity**. Springer, Cent, Eur, J, Chem, p, 87-95, 2010.

FLORA DO BRASIL. ***Piperaceae* in Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB12772>>. Acesso em: 20 Mar. 2018.

GIL-CHÁVEZ, J.G., et al. **Technologies for extraction and production of bioactive compounds to be used as nutraceuticals and food ingredients: an overview**. Compr, Rev, Food Sci, Food Saf, v, 12, p, 5-23, 2013.

MEIRELES, E.N. **Influência dos metabólitos secundários de *Piper divaricatum* da região Amazônica no controle do *Fusarium solani* f. sp. *Piperis*. causador da fusariose em pimento do reino**. Belém, 2014. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade Federal do Pará.

SANTOS, A.S.; ALVES, S.M.; FIGUEIRÊDO, F.J.C.; ROCHA NETO, O.G. **Descrição de sistema e de métodos de extração de óleos essenciais e determinação de umidade de biomassa em laboratório**. Comunicado Técnico - Embrapa, p. 1- 6. 2004.

SILVA, J.A. et al. **Atividade antioxidante de *Piper arboreum*, *Piper dilatatum* e *Piper divaricatum***. *Rev. Bras. Pl. Med.* v. 16, p. 700-706, 2014.

SILVA, J.K.R. et al. **Essential Oil Composition, Antioxidant Capacity and Antifungal Activity of *Piper divaricatum***. *Nat. Prod. Communic.* v. 5, p. 477-480, 2010.

SOBRE A ORGANIZADORA

CARMEN LÚCIA VOIGT Doutora em Química na área de Química Analítica e Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Especialista em Química para a Educação Básica pela Universidade Estadual de Londrina. Graduada em Licenciatura em Química pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Experiência há mais de 10 anos na área de Educação com ênfase em avaliação de matérias-primas, técnicas analíticas, ensino de ciências e química e gestão ambiental. Das diferentes atividades desenvolvidas destaca-se uma atuação por resultado, como: supervisora de laboratórios na indústria de alimentos; professora de ensino médio; professora de ensino superior atuando em várias graduações; professora de pós-graduação *lato sensu*; palestrante; pesquisadora; avaliadora de artigos e projetos; revisora de revistas científicas; membro de bancas examinadoras de trabalhos de conclusão de cursos de graduação. Autora de artigos científicos. Atuou em laboratório multiusuário com utilização de técnicas avançadas de caracterização e identificação de amostras para pesquisa e pós-graduação em instituição estadual.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-236-4

