



Impactos das
Tecnologias na
Engenharia Química 2

Carmen Lúcia Voigt
(Organizadora)

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

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

Tháiris Karoline Silva Laurentino

Universidade Federal de Santa Catarina, Centro
Tecnológico, Departamento de Engenharia
Química e Alimentos
Florianópolis – Santa Catarina

Thuany Naiara Silva Laurentino

Universidade Federal de Santa Catarina, Centro
Tecnológico, Departamento de Engenharia
Química e Alimentos
Florianópolis – Santa Catarina

Ariovaldo Bolzan

Universidade Federal de Santa Catarina, Centro
Tecnológico, Departamento de Engenharia
Química e Alimentos
Florianópolis – Santa Catarina

RESUMO: o objetivo do trabalho consistiu em obter os extratos das folhas de *Mentha spicata* L. que foram submetidas a um pré-tratamento (secagem, moagem e granulometria) e, em seguida, a um tratamento de extração com dióxido de carbono (CO₂) supercrítico sob diferentes condições. Foram empregadas duas pressões, 80 bar e 140 bar, e duas temperaturas, 40°C e 60°C. O rendimento do processo isotérmico e isobárico foram analisados, além do comportamento da curva de extração. Os resultados mostraram que o rendimento de extração aumentou com a pressão, em um processo isotérmico, e aumentou com

a temperatura, em um processo isobárico. As curvas de extração apresentaram um comportamento típico de extração supercrítica.

PALAVRAS – CHAVE: *Mentha spicata* L.; Extração supercrítica; Processos isotérmicos e isobáricos; Curvas de extração.

ABSTRACT: the objective of this work was to obtain extracts of leaves of *Mentha spicata* L. that were submitted to a pre-treatment (drying, grinding and granulometry) and then to a treatment of extraction with carbon dioxide (CO₂) under different conditions. Two pressures, 80 bar and 140 bar, and two temperatures, 40 ° C and 60 ° C, were employed. The yield of the isothermal and isobaric process were analyzed, besides the behavior of the extraction curve. The results showed that the extraction yield increased with the pressure in an isothermal process and increased with the temperature in an isobaric process. The extraction curves presented a typical behavior of supercritical extraction.

KEYWORDS: *Mentha spicata* L.; Supercritical extraction; Isothermal and isobaric processes; Extraction curves.

1 | INTRODUÇÃO

Mentha spicata L, conhecida como hortelã, pertence as plantas da família Lamiaceae e

é originária da Europa. Apresenta várias propriedades, na qual podemos destacar: antifúngica, antimicrobiana, antioxidante, entre outras. Em virtude disto, sua aplicação é bastante versátil, pois, além da planta em si, seu óleo essencial vem sendo utilizado em diversas indústrias, como no ramo alimentício, em produtos de higiene bucal e em fabricação de perfumes (Choudrury, Kumar, Garg, 2006).

Com o avanço tecnológico, existe uma grande variedade de processos, disponíveis na literatura, para obter extratos de origem vegetal. Um desses processos é a extração supercrítica, que apresenta inúmeras vantagens frente às técnicas convencionais, destacando-se por ser uma tecnologia limpa, não prejudicial ao meio ambiente, garantir um produto livre de solvente orgânico e apresentar grande seletividade. O fluido mais aplicado como solvente é o CO₂, onde não é inflamável, relativamente não tóxico, possui boas propriedades de transporte, baixo gasto de energia, barato e apresenta temperatura e pressão críticas relativamente baixas ($T_c = 31,1^\circ\text{C}$ e $P_c = 73,8 \text{ bar}$) (Taylor, 1996; Brunner, 1994).

Dentro deste contexto, o presente estudo teve como objetivo a obtenção do extrato de hortelã (*Mentha spicata L.*) através da técnica de extração supercrítica com dióxido de carbono (sob condições de temperatura e pressão pré-estabelecidas). Buscou-se avaliar as condições ótimas (P, T), o estudo comparativo quanto ao rendimento do processo e o comportamento das curvas de extração.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Planta

A matéria prima empregada neste estudo foi obtida na região central da cidade de Florianópolis (SC), em um mercado local. O material foi direcionado ao Laboratório de Controle de Processos – LCP, no departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos, da Universidade Federal de Santa Catarina – EQA/UFSC. As folhas do hortelã foram submetidas à técnica de secagem em estufa com circulação de ar nas condições de $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$ por 48 h, triturado e determinada sua granulometria em um agitador de peneiras vibratório vertical, antes das extrações com CO₂ supercrítico. Foi empregado o sistema de peneiras da série de Tyler, com aberturas de 35 mesh ($500\mu\text{m}$), 45 mesh ($355\mu\text{m}$), 60 mesh ($250\mu\text{m}$), 70 mesh ($212\mu\text{m}$), 80 mesh ($180\mu\text{m}$), e fundo, submetidos a uma agitação de 30 minutos. O tamanho de partícula empregado foi de $242 \mu\text{m}$. Os rendimentos das extrações foram calculados utilizando o quociente entre a massa obtida de extrato e a massa de material inicial, em forma de porcentagem.

2.2 Extração com Co₂ supercrítico

As extrações de alta pressão com dióxido de carbono foram realizadas em um equipamento HPLC-SC da Jasco Inc, com opção de extração e cromatografia

supercrítica, presente no LCP/EQA/UFSC. Este equipamento é constituído por três bombas de alta pressão, forno de aquecimento, trocador de calor, transdutores de pressão, detector UV-Vis em linha, válvula back-pressure automatizada, sistema de aquecimento controlado e vaso extrator com volume interno de 0,010 L, com filtro de 10 μm na saída do extrator, evitando uma contaminação na linha com particulados sólidos (Zibetti, 2012). Foram empregadas duas pressões, 80 bar e 140 bar, e duas temperaturas, 40°C e 60°C.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação do rendimento global de extração com CO_2 supercrítico, empregando diferentes condições de pressão e temperatura, possibilitou uma identificação do grau de solubilidade do solvente com a hortelã. Para analisar o comportamento da pressão e temperatura, foi plotado o seguinte gráfico, Figura 2. A partir desta Figura, é possível observar o processo de extração isobárico, assim como, isotérmico.

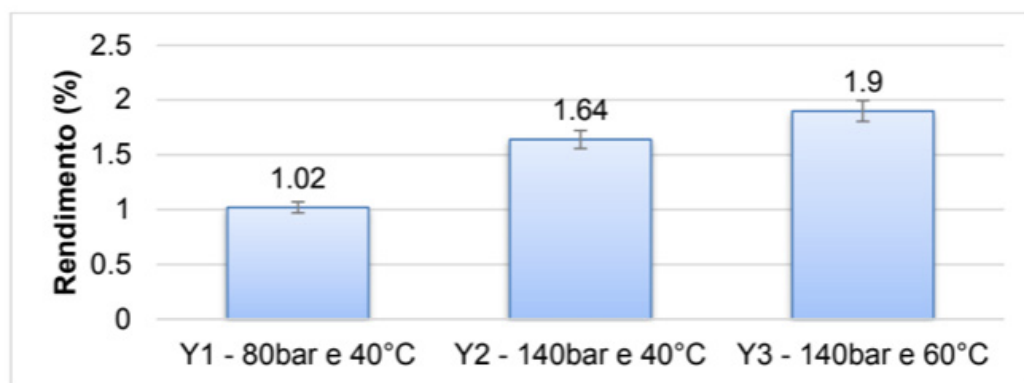


Figura 2 – Efeito da pressão e temperatura sobre o rendimento do processo.

Ao verificar o processo isotérmico, onde foi empregado duas pressões diferentes, 80 bar e 140 bar, em uma mesma temperatura, 40°C, constatou-se o aumento do rendimento com o aumento da pressão, o que já era esperado, de acordo com os dados apresentados na literatura. No extrato de hortelã, houve um aumento de 61% no rendimento, de 1,02% para 1,64%, Y1 (80 bar e 40°C) e Y2 (140 bar e 40°C), respectivamente. Este resultado comprovou a teoria de solubilização do solvente e sua relação com a densidade, ou seja, o aumento da pressão em uma temperatura constante, elevou a densidade do solvente e aumentou o seu poder de solubilização, consequentemente, o rendimento da extração (Louli *et al.*, 2004; Khajeh *et al.*, 2004).

Diante deste resultado, as condições do processo foram alteradas para identificar o rendimento de extração em uma temperatura maior e, deste modo, observar o efeito da temperatura em um processo isobárico de extração usando hortelã. Na Figura 2, verifica-se o aumento no rendimento de extração com o aumento da temperatura, onde duas temperaturas diferentes foram empregadas, 40°C e 60°C, em uma

mesma pressão, 140 bar. No extrato de hortelã, houve um aumento de 16%, onde o rendimento aumentou de 1,64% para 1,90%, Y2 (140 bar e 40°C) e Y3 (140 bar e 60°C), respectivamente. Isto pode ser justificado pela interferência da pressão de vapor no extrato de hortelã, além do aumento da difusividade e menor viscosidade do solvente, quando comparado a condição de menor temperatura.

No presente trabalho, também foi estudado o comportamento do rendimento ao longo do tempo de extração das três condições de processo empregadas. Para cada ensaio, uma curva da média da triplicata foi plotada no gráfico representado na Figura 3.

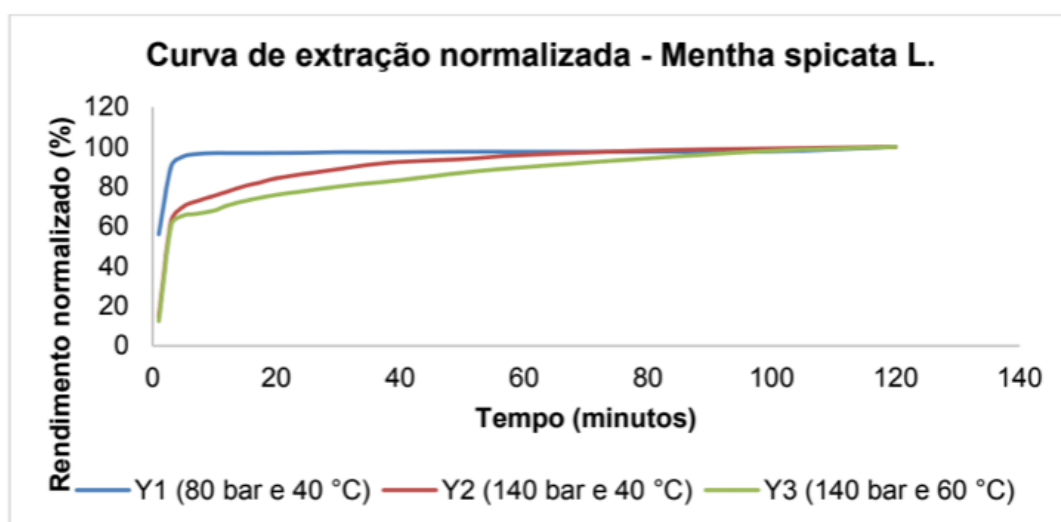


Figura 3 – Rendimento ao longo do tempo de extração das três condições de processo.

As curvas obtidas para *Mentha spicata L.* apresentaram um comportamento típico, onde foi possível observar as três etapas do processo de extração com fluido no estado supercrítico; taxa de extração constante (I), taxa de extração decrescente (II) e taxa difusional (III). A etapa I reflete a rápida solubilização do extrato pelo CO₂ supercrítico, a etapa II indica a mobilidade do solvente pelo material vegetal e a etapa III apresenta a difusão do extrato dentro das partículas (Laurintino, 2017).

A representação da curva de extração supercrítica possibilitou na identificação de alguns parâmetros do processo, como o tempo de extração e a caracterização das etapas de extração. Estas informações são extremamente importantes para trabalhos futuros de modelagem matemática, quando se deseja otimizar o processo de extração. Para cada espécie e condição do processo empregada, o comportamento da curva de extração pode fornecer características diferentes.

4 | CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste trabalho para o extrato de hortelã (*Mentha spicata L.*), utilizando a técnica de extração supercrítica com dióxido de carbono, permitiu

identificar o efeito dominante no processo (densidade do solvente ou pressão de vapor do soluto), em uma determinada condição (temperatura e pressão pré-estabelecidas). Também foi possível observar o comportamento do rendimento ao longo do tempo nas três condições de processo (80bar e 40°C, 140bar e 40°C, 140bar e 60°C), onde apresentaram um perfil típico de extração. Sugestão para continuidade deste trabalho seria testar novas condições de processo (temperatura, pressão, tempo de extração e adição de cossolvente).

REFERÊNCIAS

BRUNNER, G. **Gas extraction: Na introduction to Fundamentals of Supercritical Fluids and the Application to Separation Processes**. 1 Ed. Darmstadt, Alemanha: Steinkopff, 387p, 1994.

CHOUHDURY, R. P.; KUMAR, A.; GARG, A. N. **Analysis of Indian mint (*Mentha spicata*) for essential, trace and toxic elements and its antioxidante behaviour**. In press. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 2006.

KHAJEH, M.; YAMINI, Y.; SEFIDKON, F.; BAHRAMIFAR, N. **Comparison of essential oil composition of *Carum copticum* obtained by supercritical carbon dioxide extraction and hydrodistillation methods**. Food Chemistry 86 (2004) 587-591.

LAURINTINO, T. N. S. **Avaliação do potencial do extrato e do óleo essencial de Palo Santo (*Bursera graveolens*) para aplicação em produtos inseticidas**. Florianópolis, 2017. Tese de Mestrado em Engenharia Química - Departamento de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina, 2017.

LOULI, V.; FOLAS, G.; VOUSAS, E.; MAGOULAS, K. **Extraction of parsley seed oil by supercritical CO₂**. Journal of Supercritical Fluids 30 (2004) 163-174.

TAYLOR, L. T. **Supercritical Fluid Extraction**. New York, NY: Wiley-Interscience, 1996.

ZIBETTI, A. W. **Desenvolvimento de um processo de separação de compostos bioativos de *Rosmarinus officinalis***. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, 2012.

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

