



# 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](http://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

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
ESTUDO E PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL DA ENCAPSULAÇÃO DE RESÍDUOS DO ABATE DE AVES	
Caroline Machado da Silva Marlei Roling Scariot Leonardo da Silva Arrieche	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3641903041</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>8</b>
OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE HIDRÓLISE ENZIMÁTICA DE VÍSCERAS DE FRANGO PARA OBTENÇÃO DE HIDROLISADOS PROTEICOS	
Tatiane Francini Knaul Schaline Winck Alberti Ana Maria Vélez	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3641903042</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>21</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3641903043</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>26</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3641903044</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>31</b>
CONTROLE ANALÍTICO PARA FERMENTAÇÃO ALCÓOLICA EM INDÚSTRIA CANAVIEIRA	
Douglas Ramos Alves Amanda Martins Aguiar Ana Paula Silva Capuci	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3641903045</b>	

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

**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 CO<sub>2</sub> 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  $\alpha$ -TOCOFEROL EM MISTURAS DE ETANOL+ÁGUA

Iago Henrique Nascimento de Moraes  
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**

## 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**

Universidade Federal de Uberlândia, UFU  
Uberlândia – Minas Gerais

**João Borges Laurindo**

Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC  
Florianópolis, Santa Catarina

**Vivian Consuelo Reolon Schmidt**

Universidade Federal de Uberlândia, UFU  
Uberlândia – Minas Gerais

**RESUMO:** Vem aumentando o interesse no emprego de matérias-primas provenientes de recursos renováveis para a produção de embalagens de alimentos. Dentre estes recursos, os mais promissores para este fim estão os amidos, pois além de serem biodegradáveis, têm custo baixo e estão disponíveis em todo o mundo. Assim, o objetivo deste projeto foi avaliar as propriedades mecânicas no estudo da secagem e orientação da matriz de filmes biodegradáveis de amido de mandioca e de acetato de amido pelo método *tape-casting* e com secagem ao sol. As condições de secagem foram com aquecimento na parte inferior, com aquecimento na parte inferior e com sol na superfície e apenas com o sol na superfície. Quanto à orientação da matriz, foi realizada orientação paralela e perpendicular da matriz. Os resultados mostraram que o

menor tempo de secagem foi de 3 a 4 h, obtido na condição de aquecimento na parte inferior do equipamento e com sol na superfície. Não houve diferença nas propriedades mecânicas em relação a orientação da matriz. A secagem pelo método *tape-casting* e ao sol é uma alternativa para reduzir custos na produção de filmes biodegradáveis.

**PALAVRAS-CHAVE:** renováveis, embalagens, acetato de amido, materiais.

**ABSTRACT:** Increases interest in the use of raw materials from renewable resources for the production of food packaging. Among these resources, the most promising for this purpose are the starches, because they are biodegradable, have low cost and are available worldwide. Thus, the objective of this project was to evaluate the mechanical properties in the study of the drying and orientation of the matrix of biodegradable films of the cassava starch and starch acetate by the *tape-casting* method and drying in the sun. The drying conditions were with heating at the bottom, with heating at the bottom and with sun at the surface and only with the sun at the surface. As to the orientation of the matrix, parallel and perpendicular orientation of the matrix was performed. The results showed that the lowest drying time was 3 to 4 h, obtained in the heating condition in the lower part of the equipment and with sun on the surface. There

was no difference in the mechanical properties in relation to the orientation of the matrix. Drying by the tape-casting method and the sun is an alternative to reduce costs in the production of biodegradable films.

**KEYWORDS:** renewable, packaging, starch acetate, materials

## 1 | INTRODUÇÃO

A demanda por materiais plásticos produzidos a partir de fontes renováveis tem experimentado um crescimento contínuo tanto em função de interesses econômicos quanto por razões ambientais. Apesar de ainda apresentar custos de produção superiores aos polímeros convencionais, estes materiais designados como biodegradáveis ou verdes, têm sido objeto de extensas pesquisas e avaliações (Guilbert & Cuq, 2005).

O amido se destaca na elaboração de biopolímeros, pois ele alia o manejo do ciclo de carbono com disponibilidade, preço baixo e desempenho aceitável para algumas aplicações (Azevêdo et al., 2018).

Biofilmes a base de amido apresentam boas propriedades de barreira a gases como  $O_2$  e  $CO_2$  e ao óleo. Entretanto, a grande limitação destes materiais está nas propriedades mecânicas inferiores a dos filmes convencionais e à alta permeabilidade ao vapor de água que eles apresentam (Abdul Khalil et al., 2018).

Sendo assim, diversos estudos têm sido realizados utilizando o amido para a formação de embalagens biodegradáveis (De Moraes et al., 2013; Cova *et al*, 2010). Uma técnica ainda pouco difundida para elaboração de filmes biodegradáveis é a *tape-casting* ou *spread-casting*.

A técnica consiste no espalhamento controlado de uma suspensão, em uma superfície, para posterior secagem. Essa técnica é difundida na indústria de papel e cerâmica e pode ser utilizada para a preparação de filmes finos de dimensões muito superiores às dos filmes preparados pelo método de *casting* tradicional (Ortiz, et al., 2017).

Neste contexto, a secagem ao sol é um dos métodos mais antigos de conservação de alimentos. E esta linha de trabalho sobre secagem solar surgiu da necessidade de garantir um melhor aproveitamento da produção agrícola e, conseqüentemente, a melhoria da qualidade de vida dos agricultores por meio da utilização de energias renováveis.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho avaliar as propriedades mecânicas e filmes de amido de mandioca e de acetato de amido utilizando três diferentes condições de secagem pelo método *tape-casting*, bem como, à orientação da matriz polimérica.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Materiais

O amido foi obtido no comércio local, nesse caso, utilizamos o Amido de Mandioca (Yoki Alimentos S.A.). Para a produção de filmes foi utilizado o Glicerol P.A.(Synth). Para a produção do acetato de amido foram utilizados o Anidrido Acético P.A. (Vetec), Ácido Acético P.A. (Dinâmica) e Ácido Sulfúrico P.A. (Synth), Goma Guar (Prymer Foods).

### 2.2 Métodos

#### 2.2.1 caracterização do amido de mandioca

Preliminarmente o amido de mandioca foi caracterizado por análises físico-químicas para homogeneizar as amostras utilizadas durante o projeto. As análises realizadas foram: umidade, cinzas e teor de amilose.

*Umidade:* Determinada pelo método gravimétrico 925.10 sugerido pela AOAC (1995), através do qual a água evaporada em estufa com circulação de ar a 105 °C.

*Cinzas:* Determinada segundo a técnica 923.03 da AOAC (1995) que consiste na queima do material em bico de Bunsen e incineração completa da amostra a 550 °C.

*Teor de amilose:* Determinado pela técnica colorimétrica de Williams *et al.* (1970). Amostras de 20 mg de amido, foram dispersas em 10 mL de hidróxido de sódio 1N; diluídas 10 vezes com posterior adição de ácido clorídrico 0,2 N e solução I-KI (iodo, iodeto de potássio). A leitura foi realizada em espectrofotômetro marca Hitachi depois, modelo U1800, UV visível, a 680 nm. O teor de amilose foi obtido a partir da curva padrão com o emprego de amilose e amilopectina de mandioca extraída a partir da mandioca (MCCREADY e HASSID, 1943).

*Densidade absoluta:* Determinada pelo método de deslocamento do xileno em picnômetro a 30°C, segundo Schoch e Leach (1964).

#### 2.2.2 Acetilação do amido

A acetilação do amido foi realizada segundo procedimento usado por Larotonda *et al.* (2004), onde em um béquer de 1000 mL foram colocados 75 g de amido seco, 135 mL de ácido acético glacial P.A. (Nuclear) e 138 mL de anidrido acético P.A. (Nuclear). A mistura foi aquecida a 40°C sob agitação. Após atingir a temperatura desejada, retirou-se a mistura do aquecimento e cuidadosamente adicionou-se uma mistura catalisadora (1,05 mL de ácido sulfúrico concentrado e 12,45 mL de ácido acético glacial). Em seguida, a solução sob agitação foi aquecida ou resfriada até atingir a temperatura de reação desejada (20 °C e 37 °C) e pelo tempo de reação de 2 horas.



Após este intervalo de tempo de 2 horas, adicionou-se aproximadamente 250 mL de água destilada refrigerada entre 5 °C e 6 °C para auxiliar a precipitação do acetato de amido. Após a decantação do precipitado, o sobrenadante foi retirado e descartado. O precipitado foi lavado com excesso de água destilada e filtrado em funil de Büchner para posterior secagem em estufa a 60 °C por 8 horas.

### 2.2.3 Preparo do filme

Para obtenção da suspensão de amido de mandioca ou acetato de amido foram pesados 4 g de amido/g de solução e 0,30 g de glicerol/g de amido em uma balança semi-analítica (marca Shimadzu). Em seguida, a suspensão foi aquecida em banho ultra termostatizado (marca Solab), sob agitação mecânica. Após a solução atingir 75°C, foi mantida por 5 minutos, para gelatinização completa do amido e acetato de amido. Após o processo, a solução foi despejada sobre o equipamento pelo método *tape-casting* e, arrastada pela lamina de espalhamento *doctor-blade* ajustada uma distância de 140  $\mu$  da placa de alumínio superior, conforme a figura 1.



Figura 1 - Equipamento de secagem pelo método tape-casting

Fonte: elaborado pelos autores

### 2.2.4 Secagem dos filmes

Os filmes foram secos de três diferentes formas: i) filme com secagem no equipamento com aquecimento apenas na parte inferior; ii) secagem apenas ao sol e iii) secagem no equipamento com aquecimento apenas na parte inferior e com secagem ao sol, até que a umidade de equilíbrio fosse atingida.

Durante a secagem dos filmes foram avaliados: a temperatura da placa inferior, a temperatura na superfície do filme exposto ao sol e o tempo de secagem para cada procedimento de secagem utilizado.

### 2.2.5 Condicionamento dos Filmes

Antes dos testes mecânicos, os filmes foram acondicionados por 5 dias em ambiente climatizado a 25 °C e umidade relativa de 58% (solução saturada de brometo de sódio P.A, NaBr). A figura 2 apresenta as amostras nas dimensões 25x100 mm, dimensões necessárias para o teste de tração na ruptura e os filmes em condicionamento.

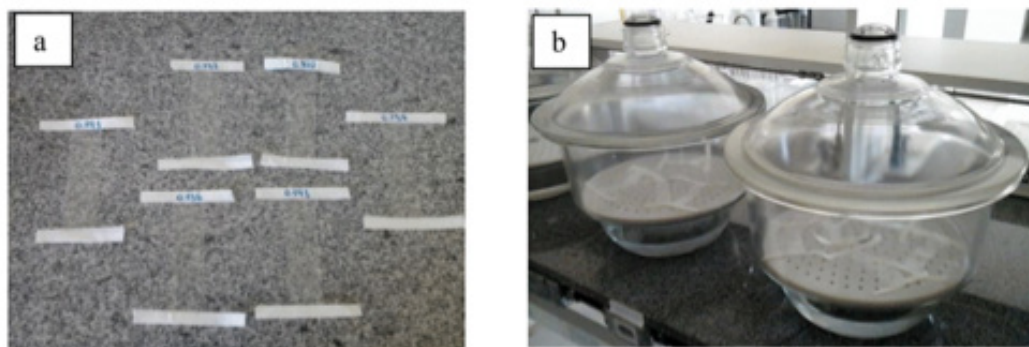


Figura 2 – a) Filmes antes de serem submetidos ao acondicionamento, b) Acondicionamento dos filmes.

Fonte: elaborado pelos autores

### 2.2.6 Testes Mecânicos

Para determinar as propriedades mecânicas dos filmes foram realizados testes de tração no material (tensão na ruptura, alongamento na ruptura e Módulo Young) usando o analisador de textura (texturômetro) TA-XT2i Stable Micro System (SMS, Surrey, Inglaterra). As amostras para o teste mecânico foram cortadas em dimensões de 25 mm x 100 mm (conforme figura 3) e ajustadas às garras do equipamento, cuja distância inicial era de 100 mm. A velocidade de tração de 0,8 mm/s. A figura 3 apresenta o equipamento texturômetro com corpo de prova.



Figura 3 - Texturômetro.

Fonte: elaborado pelos autores

### 2.2.7 Densidade

O ensaio de densidade dos filmes, em triplicata, foi realizado segundo a norma ASTM D792A e determinada através da Eq. (1):

$$\rho = \frac{a.b}{(a-c)} \quad (1)$$

onde:  $\rho$  é a densidade do filme ( $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ),  $a$  é a massa da amostra (g),  $b$  é a densidade do líquido ( $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ) e  $c$  é a massa da amostra no líquido (g). Utilizou-se etanol 95% como líquido.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados das análises físico-químicas dos diferentes amidos utilizado neste trabalho são apresentados na Tabela 1. Conforme observado, o valor de teor de umidade das amostras de acetato de amido obtido foi próximo ao do amido de mandioca.

	Umidade (g/100g)	Cinzas (g/100g)	Teor de Amilose (%)	Densidade Absoluta (g/mL)
Amido de mandioca	11,59±0,11 <sup>a</sup>	0,15±0,001 <sup>a</sup>	17,89±1,65 <sup>a</sup>	1,68±0,06 <sup>a</sup>
Acetato de amido	13,95±0,12 <sup>b</sup>	0,13±0,001 <sup>a</sup>	18,02±1,75 <sup>a</sup>	1,70±0,05 <sup>a</sup>

Tabela 1. Características físico-químicas das amostras de amido de mandioca nativo.

Fonte: elaborado pelos autores

Letras minúsculas iguais na mesma coluna não há diferença significativa entre as médias com nível de significância de 5%.

Os valores de teor de umidade estão em conformidade com a legislação que para o MAPA (2005), os valores para umidade são de até 14% e cinzas de até 0,20% e para ANVISA (2005) o valor do teor de umidade é de, no máximo, 18% e de cinzas de 0,50%.

Os valores de densidade do amido e acetato estão similares aos reportados por Parada e Sira (2003) que encontraram o valor de 1,45 g/mL para densidade absoluta de amido de mandioca. Marcon (2009), por sua vez, encontrou valores de 1,56 g/mL e de 1,66 g/mL para amido de mandioca de lotes diferentes.

No estudo de secagem dos materiais a temperatura do banho foi 87±2 °C. Contudo, este gradiente foi diferente quando medida a temperatura no equipamento e

na superfície do filme. As temperaturas medidas nas 3 condições, o tempo de secagem e avaliação do seu manuseio estão apresentadas na tabela 2. A condição com simultâneo aquecimento na parte inferior e ao sol foi a que obteve maior temperatura, tanto no equipamento quanto na superfície.

Este resultado era esperado e viabiliza a proposta deste trabalho, pois a região do Triângulo mineiro tem grande incidência solar em vários meses do ano, tornando-se uma opção de economia energética para a secagem destes materiais em regiões rurais. A temperatura maior desta condição também favoreceu o tempo de secagem, resultando num menor tempo para ambos os amidos testados. De acordo com a avaliação de manuseio, foi percebido que nesta condição os materiais obtidos foram de bom manuseio.

O menor tempo atribuído aos filmes de acetato de amido pode ser devido à reação de esterificação tornar os filmes menos higroscópicos e, assim possibilitando um menor tempo de secagem (López et al., 2008)

Nas demais condições de secagem, onde o aquecimento foi apenas em um lado, superior pelo sol ou inferior por banho, apresentaram temperaturas menores e, conseqüentemente, tempo maiores de secagem. Já os filmes submetidos à secagem ao sol tiveram o tempo de secagem de 5 a 8 h.

A densidade dos filmes obtidos foi muito próxima, sendo este resultados similares foram encontrados por Scheibe et al. (2013), onde foram encontrados valores de  $11,20 \pm 0,90 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-2}$ . Essa diferença pode estar relacionada com o comportamento reológico da suspensão durante o espalhamento e a transferência de massa durante a secagem.

Parâmetro	Condições de Secagem		
	Aquecimento apenas na parte inferior	Aquecimento apenas ao sol	Aquecimento na parte inferior e ao sol
Temperatura no equipamento (°C)	42±1,2 <sup>a</sup>	38±1,3 <sup>b</sup>	47±1,2 <sup>c</sup>
Temperatura na superfície (°C)	37±1,6 <sup>a</sup>	35±1,4 <sup>a</sup>	53±1,5 <sup>b</sup>
Filmes de amido			
Tempo de secagem (h)	6 a 7	5 a 8	4 a 5
Manuseio após secagem	Quebradiço apenas nas bordas	Fácil manuseio	Fácil manuseio
Densidade dos filmes (g cm <sup>2</sup> )	12,75±0,10 <sup>a</sup>	11,00±0,12 <sup>b</sup>	11,25±0,10 <sup>b</sup>
Filme de Acetato de Amido			
Tempo de secagem (h)	4 a 5	5 a 6	3 a 4

Manuseio após secagem	Fácil manuseio	Fácil manuseio	Fácil manuseio
Densidade dos filmes (g cm <sup>2</sup> )	11,13±0,20 <sup>a</sup>	10,00±0,11 <sup>b</sup>	10,00±0,10 <sup>b</sup>

Tabela 2. Parâmetros de secagem dos filmes.

Letras minúsculas iguais na mesma linha não há diferença significativa entre as médias com nível de significância de 5%.

Fonte: elaborado pelos autores

Visualmente, os filmes obtidos pelo método de *tape-casting* foram homogêneos, brilhantes e transparentes, e com fácil manuseio, conforme apresentado na figura 4.



Figura 4. Filmes de amido obtidos pelo método '*tape-casting*'.

Fonte: elaborado pelos autores

Antes da realização dos testes de tração, os filmes de amido foram condicionados a umidade relativa (UR) de 58% (solução supersaturada de brometo de sódio) por 5 dias. Os resultados de tensão e alongamento na ruptura e módulo de Young dos materiais obtidos são apresentados nas tabelas 3 e 4.

Os materiais com secagem apenas pelo sol apresentaram valores menores de tensão e alongamento na ruptura quando comparados com os filmes secos nas outras condições. Isto pode ser explicado pela menor espessura deste filme quando comparados com os demais testes, pois em filmes mais finos, a água evapora rapidamente e as moléculas da suspensão formadora de filme não têm tempo para se organizar ao encolhimento. Em filmes mais espessos, a água evapora lentamente e as moléculas têm tempo para se organizar e se orientar (Jansson e Thuvander, 2004).

De Moraes et al. (2017) que estudou a produção e caracterização de embalagem biodegradável de amido de mandioca e fibras usando a técnica de '*tape-casting*' referenciou valores diferentes nas propriedades mecânicas para filmes de amido com



fibra. Estes autores observaram valores de  $11,08 \pm 5$  MPa para tensão na ruptura para filmes com  $0,075 \pm 0,007$  mm.

Parâmetro	Condições de Secagem		
	Aquecimento apenas na parte inferior	Aquecimento apenas ao sol	Aquecimento na parte inferior e ao sol
Espessura média (mm)	$0,135 \pm 0,005^a$	$0,110 \pm 0,004^b$	$0,145 \pm 0,005^a$
Tensão na ruptura TS (MPa)	$16,23 \pm 1,36^{a,b}$	$13,56 \pm 2,31^a$	$17,92 \pm 1,36^b$
Alongamento na ruptura e (%)	$54,20 \pm 3,70^b$	$23,43 \pm 0,99^a$	$64,00 \pm 3,70^b$
Módulo Young Y (MPa/%)	$0,32 \pm 0,01^a$	$1,15 \pm 0,17^b$	$0,33 \pm 0,01^a$

Tabela 3. Tensão na ruptura, alongamento e módulo de Young dos filmes de amido de mandioca.

Letras minúsculas iguais na mesma linha não há diferença significativa entre as médias com nível de significância de 5%.

Fonte: elaborado pelos autores

Jansson e Thuvander (2004) que investigaram o efeito da espessura nas propriedades de filmes de amido de batata nativo hidróxi propilado plastificados com 30% glicerol e secos à temperatura ambiente. Estes autores mostraram que a resistência à tração aumentou de 20 MPa para 100 MPa quando a espessura variou de 0,3 mm a 1,0 mm, comportamento associado ao processo de secagem. Para estes autores a evaporação da água diminui a espessura do filme (encolhimento de filme). Se a evaporação da água é controlada pela sua difusão através do filme, a taxa de evaporação depende da espessura do filme.

Para os filmes das condições com secagem na parte inferior e com secagem na parte inferior e ao sol não apresentaram valores de tensão, alongamento na ruptura e módulo de Young com diferenças significativas em nível de 5%. Assim, não houve diferença nas propriedades mecânicas avaliando estes dois tipos de secagem.

Segundo Schmidt et al. (2019) que estudou as barreiras ao vapor de água e propriedades mecânicas de filmes de amido contendo ácido esteárico encontraram valores de tensão na ruptura de  $19,59 \pm 2$  MPa. Müller et al. (2008) relataram resistência à tração de 20 MPa, com padrão desvio de 5 MPa para filmes preparados com 3 g de amido/g suspensão, 0,30 g de glicerol/g de amido seco e 0,30 g de fibras de celulose/g de amido.

Na tabela 4 estão os valores das propriedades mecânicas dos filmes de acetato de amido. Os filmes de acetato de amido obtidos nas diferentes condições de secagem

não apresentaram diferença entre si nos valores de tensão na ruptura. Entretanto, comparando os filmes de acetato com filmes de amido, observa-se que os filmes de acetato um ligeiro aumento de aproximadamente 25% quando comparados com os filmes de amido.

Parâmetro	Condições de Secagem		
	Aquecimento apenas na parte inferior	Aquecimento apenas ao sol	Aquecimento na parte inferior e ao sol
Espessura média (mm)	0,140±0,005 <sup>a</sup>	0,130±0,005 <sup>a</sup>	0,135±0,005 <sup>a</sup>
Tensão na ruptura TS (MPa)	21,36±1,13 <sup>a</sup>	21,71±1,02 <sup>a</sup>	25,55±2,84 <sup>a</sup>
Alongamento na ruptura e (%)	43,15±3,76 <sup>a</sup>	44,95±2,01 <sup>a</sup>	46,83±3,63 <sup>a</sup>
Módulo Young Y (MPa/%)	0,57±0,06 <sup>b</sup>	0,75±0,05 <sup>a</sup>	0,60±0,03 <sup>c</sup>

**Tabela 4.** Tensão e alongamento na ruptura, e módulo de Young dos filmes de acetato de amido.

Letras minúsculas iguais na mesma linha não há diferença significativa entre as médias com nível de significância de 5%.

Fonte: elaborado pelos autores

No alongamento na ruptura, os filmes de acetato alongaram menos em relação aos filmes de amido. Isso pode ser explicado pelo acetato de amido ser menos hidrofóbico que o amido, pois a reação de esterificação consiste na adição do grupo éster as hidroxilas da amilose e amilopectina, tornando a matriz polimérica menos hidrofóbica. Este resultados estão em acordo com Schmidt et al. (2019) que estudo o efeito dos graus de substituição nas propriedades dos filmes de acetato de amido. López et al. (2008) que estudaram filmes de acetato de amido, observaram que concentração de glicerol influencia mias nas propriedades mecânicas dos filmes, do que o tipo de amido.

O estudo da orientação da matriz foi realizado na condição de secagem com aquecimento na parte inferior e com sol, pois neste teste obtive-se o menor tempo de secagem e fácil manuseio, com as mesmas propriedades mecânicas das demais condições.

Na Tabela 5 estão os valores de resistência à tração, alongamento na ruptura e Módulo de Young dos filmes de amido e acetato de amido avaliando sua orientação paralela e perpendicular à orientação da matriz.

A orientação da matriz não influenciou na resistência à tração, alongamentos na ruptura e modulo de Young dos diferentes filmes estudados. Sendo assim, a orientação

da matriz polimérica não influencia nas propriedades mecânicas dos filmes.

Orientação da matriz	Espessura média (mm)	Tensão na ruptura (MPa)	Alongamento (%)	Módulo de Young (MPa)
Filmes de Amido				
Paralelo	0,140±0,005 <sup>a</sup>	15,23±2,1 <sup>a</sup>	54,23±1,07 <sup>a</sup>	0,30±0,02 <sup>a</sup>
Perpendicular	0,145±0,003 <sup>a</sup>	16,93±1,3 <sup>a</sup>	64,03±1,08 <sup>b</sup>	0,16±0,01 <sup>b</sup>
Filmes de Acetato de amido				
Paralelo	0,130±0,004 <sup>a</sup>	22,95±1,5 <sup>a</sup>	46,36±1,01 <sup>a</sup>	0,32±0,05 <sup>a</sup>
Perpendicular	0,120±0,003 <sup>b</sup>	21,79±1,8 <sup>a</sup>	36,78±0,83 <sup>b</sup>	0,29±0,03 <sup>a</sup>

Tabela 10. Propriedades mecânicas do filme amido e acetato nas condições de secagem na parte inferior e ao sol.

Letras minúsculas iguais na mesma coluna não há diferença significativa entre as médias com nível de significância de 5%.

Fonte: elaborado pelos autores

Este resultado está de acordo com Scheibe et al. (2014) que avaliaram as propriedades mecânicas de filmes de amido nativo com orientação paralela, e encontrou valores de tensão na ruptura de  $1,0\pm 0,2$  MPa, alongamento na ruptura de  $154,8\pm 35,6\%$  e Módulo de Young de  $11,8\pm 4,5$  Mpa/%. Estes autores também avaliaram à orientação perpendicular, encontrando valores de  $1,0\pm 0,2$  MPa,  $175,8\pm 13,7\%$  e  $9,9\pm 3,8$  Mpa/%, respectivamente.

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entre as três condições de secagem avaliadas, a com combinação de aquecimento inferior e a com sol na parte superior foi que apresentou menor tempo de secagem (3 a 4 h) e propriedades mecânicas similares às demais condições. Assim, a utilização deste método com esta condição de secagem apresenta uma alternativa viável aos agricultores que pretendem agregar valor a sua matéria-prima e diversificar seus produtos.

A orientação da matriz polimérica não influenciou as propriedades mecânicas. Isto é interessante, pois permite a obtenção de materiais com mesmas propriedades mecânicas independentes do modo de espalhamento da suspensão.

## REFERÊNCIAS

- ABDUL KHALIL, H. P. S., YAP, S. W., Tye, Y. Y., TAHIR, P. M., RIZAL, S., NURUL FAZITA, M. R. Effects of Corn Starch and *Kappaphycus alvarezii* Seaweed Blend Concentration on the Optical, Mechanical, and Water Vapor Barrier Properties of Composite Films. *BioResources*13(1), 1157-1173, 2018.
- ANVISA, **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Site: [http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12\\_78\\_amidos.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_78_amidos.htm). Acesso em: 28/02/2017.
- ASTM D792A (1990) - Test Methods for Density and Specific Gravity of Plastics by Displacement.
- AZEVEDO, V. M., BORGES, S. V., MARCONCINI, J. M., YOSHIDA, M. I., SENA NETO, A. R., PEREIRA, T. C., PEREIRA, C. F. G. Effect of replacement of corn starch by whey protein isolate in biodegradable film blends obtained by extrusion. *Carbohydrate Polymers*, Barking, v. 157, p. 971-980, Feb. 2017.
- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of AOAC 5 International**. 16.ed., v.2. Arlington: AOAC, 1995.
- COVA, A.; SANDOVAL, A.; BALSAMO, V.; MÜLLER, A. J. The effect of hydrophobic modifications on the adsorption isotherms of cassava starch. **Carbohydrate Polymers**, n.81, p. 660–667, 2010.
- DE MORAES, J.O., SCHEIBE, A. S., SERENO, A., LAURINDO J. B. Scale-up of the production of cassava starch based films using tape-casting. *Journal of Food Engineering* 119 (2013) 800–808.
- DE MORAES, J. O.; LAURINDO J. B. (2018) Properties of starch–cellulose fiber films produced by tape casting coupled with infrared radiation, *Drying Technology*, 36:7, 830-840, DOI: 10.1080/07373937.2017.1357568.
- Guilbert, S., & Cuq, B. (2005). Chapter 11: Material formed from proteins. In C. Bastioli (Ed.), *Handbook of biodegradable polymers* (pp. 339-384). Shawbury, Shrewsbury, Shropshire, Inglaterra: Smithers: Rapra Technology Limited.
- Jansson, A., Thuvander, F., 2004. Influence of thickness on the mechanical properties for starch films. *Carbohydrate Polymers* 56 (4), 499–503.
- LAROTONDA, F. D. S.; MATSUI, K. N.; SOLDI, V.; LAURINDO, J. B. Biodegradable films made from raw and acetylated cassava starch. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Brasil, v. 47, 3, 477-484, 2004.
- LÓPEZ, O. V.; GARCIA, M. A.; ZARITZKY, N. E. Film forming capacity of chemically modified corn starches. *Carbohydrate Polymers*, v. 73, 573–581, 2008.
- MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 23, 14/12/2005. Site: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=1141329604>. Acesso: 23/10/2018.
- MARCON, M.J.A. Proposta para o mecanismo de expansão do polvilho azedo com base nas características físico-químicas. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de ciências dos alimentos, 2009.
- MCCREADY, R.M.; HASSID, W.F. The separation and quantitative estimation of amylose and amylopectin in potato starch. *Journal of the American Chemical Society*, 65, 1154, 1943.
- ORTIZ, C. M., DE MORAES, J. O., VICENTE, A. R., LAURINDO, J. B., MAURI, A. N. Scale-up of the production of soy (*Glycine max* L.) protein films using tape casting: Formulation of film-forming

suspension and drying conditions. *Food Hydrocolloids* 66 (2017) 110-117.

PARADA, Z.M.G.; SIRA, E.E.P. Evaluación fisicoquímica y funcional de almidones de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) pregelatinizados y calentados com microondas. *Acta Científica Venezolana*, v. 54, p. 127-137, 2003.

SCHEIBE, A. S.; DE MORAES, J. O.; LAURINDO, J. B. . Production and Characterization of Bags from Biocomposite Films of Starch-Vegetal Fibers Prepared by Tape Casting. *Journal of Food Process Engineering*, v. 1, p. n/a-n/a, 2013.

SCHEIBE, A. S., MORAES, J. O., LAURINDO, J. B. Production and Characterization of Bags from Biocomposite Films of Starch-Vegetal Fibers Prepared by Tape Casting. *Journal of Food Process Engineering* Volume37, Issue5, October 2014, Pages 482-492.

SCHOCH, T.J.; LEACH, H.W. Determination of absolute density - liquid displacement. In: Whistler, R.L. ed. *Methods in Carbohydrate Chemistry*, 4, 101-103, 1964.

SCHMIDT, V. C. R.; PORTO, L. M.; LAURINDO, J. B.; MENEGALLI, F. C. Water vapor barrier and mechanical properties of starch films containing stearic acid. *Industrial Crops and Products (Print)*, v. 41, p. 227-234, 2013.

SCHMIDT, V. C. R.; BLANCO-PASCUAL, N.; TRIBUZI, G.; LAURINDO, J. B. Effect of the degree of acetylation, plasticizer concentration and relative humidity on cassava starch films properties. *Food Science and Technology [online]*. In press. . Epub Apr 19, 2018. ISSN 0101-2061.

WILHELM, H.M.; SIERAKOWSKIA, M.R.; SOUZAB, G.P.; WYPYCHC, F. Starch films reinforced with mineral clay. *Carbohydrate Polymers*, v. 52, p. 101–110, 2003.

WILLIAMS, P.C.; KUZINA, D.F.; HLINKA, I.A. Rapid colorimetric procedure for estimating the amylose content of starches and flours. *Cereal Chemistry*, v. 7, n. 197, 412-420, 1970.



## **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

