

# As Engenharias frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente 4

Henrique Ajuz Holzmann  
(Organizador)



Henrique Ajuz Holzmann  
(Organizador)

As Engenharias frente a Sociedade, a  
Economia e o Meio Ambiente 4

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Executiva: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Natália Sandrini  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores

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

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

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  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
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  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

#### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof.ª Dr.ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará



Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
E57	<p>As engenharias frente a sociedade, a economia e o meio ambiente 4 [recurso eletrônico] / Organizador Henrique Ajuz Holzmann. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (As Engenharias Frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente; v. 4)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-433-7 DOI 10.22533/at.ed.337192506</p> <p>1. Engenharia – Aspectos sociais. 2. Engenharia – Aspectos econômicos. 3. Desenvolvimento sustentável. I. Holzmann, Henrique Ajuz. II. Série.</p> <p style="text-align: right;">CDD 658.5</p>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

As obras As Engenharias frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente Volume 1, 2, 3 e 4 abordam os mais diversos assuntos sobre métodos e ferramentas nas diversas áreas das engenharias a fim de melhorar a relação do homem com o meio ambiente e seus recursos.

O Volume 1 está disposto em 31 capítulos, com assuntos voltados a engenharia do meio ambiente, apresentando processos de recuperação e reaproveitamento de resíduos e uma melhor aplicação dos recursos disponíveis no ambiente, além do panorama sobre novos métodos de obtenção limpa da energia.

Já o Volume 2, está organizado em 32 capítulos e apresenta uma vertente ligada ao estudo dos solos e águas, com estudos de sua melhor utilização, visando uma menor degradação do ambiente; com aplicações voltadas a construção civil de baixo impacto.

O Volume 3 apresenta estudos de materiais para aplicação eficiente e econômica em projetos, bem como o desenvolvimento de projetos mecânico e eletroeletrônicos voltados a otimização industrial e a redução de impacto ambiental, sendo organizados na forma de 28 capítulos.

No último Volume, são apresentados capítulos com temas referentes a engenharia de alimentos, e a melhoria em processos e produtos.

Desta forma um compendio de temas e abordagens que facilitam as relações entre ensino-aprendizado são apresentados, a fim de se levantar dados e propostas para novas discussões em relação ao ensino nas engenharias, de maneira atual e com a aplicação das tecnologias hoje disponíveis.

Boa leitura

Henrique Ajuz Holzmann

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
VARIAÇÃO ESTACIONAL DA OFERTA E DO PREÇO DE TOMATE LONGA VIDA EM MINAS GERAIS	
Luis Felipe Lima e Silva Douglas Correa de Souza Wilson Roberto Maluf	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3371925061</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>13</b>
ANÁLISE DA CINÉTICA DE SECAGEM DO NABO JAPONES ( <i>Raphanus Sativus Var. Acanthioformis</i> ) E DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DIFUSIVO DE TRANSFERÊNCIA DE MASSA	
Thayná de Lima Costa Keyvlin dos Santos Pais Marcela Felix dos Santos Monique Mendes dos Santos Raquel Manozzo Galante Leandro Osmar Werle	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3371925062</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>22</b>
CINÉTICA DE SECAGEM DE YACON ( <i>Smallanthus sonchifolius</i> ) E AVALIAÇÃO DE MODELOS MATEMÁTICOS	
Luan Gustavo dos Santos Thais de Freitas Brauna Joice Cristina Catache Menezes Rosângela Cacho Ferreira Raquel Manozzo Galante Leandro Osmar Werle	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3371925063</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>31</b>
CINÉTICA DE SECAGEM DA FRUTA DE NONI ( <i>Morinda citrifolia linn</i> ): INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NA DIFUSIVIDADE EFETIVA	
Thayná de Lima Costa Fernanda de Oliveira Coaresma Bruna Martinhago Raquel Manozzo Galante Leandro Osmar Werle	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3371925064</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>40</b>
AVALIAÇÃO DE MODELOS DE SECAGEM E DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DIFUSIVO DE CARÁ ( <i>Dioscorea alata</i> )	
Luan Gustavo dos Santos Cristian Rocha da Silva Marcela Felix dos Santos Raquel Manozzo Galante Leandro Osmar Werle	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3371925065</b>	

**CAPÍTULO 6 ..... 49**

TRATAMENTO DE CASTANHA DE CAJU POR RADIAÇÃO UV-C DE LED PARA REDUÇÃO DE BOLORES

Leticia Cabrera Parra Bortoluzzi  
Iasmim Pereira de Moraes  
Ana Rita Zulim Leite  
Brenda Dall Molin  
Sidnei Macedo Pereira Filho  
Márcia Regina Ferreira Geraldo Perdoncini  
Fabio Henrique Poliseli Scopel  
Roberto Ribeiro Neli  
Roberta de Souza Leone  
Heron Oliveira dos Santos Lima

**DOI 10.22533/at.ed.3371925066**

**CAPÍTULO 7 ..... 58**

AVALIAÇÃO DA AÇÃO ANTIFÚNGICA DOS EXTRATOS BRUTOS DE MUTAMBA E CATUABA CONTRA O FUNGO *Botrytis cinerea*

Amanda Correia Gardenal  
Ana Rita Zulim Leite  
Iasmim Pereira de Moraes  
João Carlos Palazzo de Mello  
Daniela Cristina de Medeiros  
Danielly Chierrito de Oliveira Tolentino  
Mariane Roberta Ritter  
Naiara Cássia Gancedo  
Sharize Betoni Galende  
André Oliveira Fernandes da Silva  
Leila Larisa Medeiros Marques  
Márcia Regina Ferreira Geraldo Perdoncini

**DOI 10.22533/at.ed.3371925067**

**CAPÍTULO 8 ..... 67**

COMPARAÇÃO DE LEVEDURAS CERVEJEIRAS SECA E ÚMIDA

Camila A. Carazzato  
Mário L. Lopes  
Sandra H. da Cruz

**DOI 10.22533/at.ed.3371925068**

**CAPÍTULO 9 ..... 76**

INFLUÊNCIA DO USO DE TRAÇADOR COLORIDO NO CULTIVO EM ESTADO SÓLIDO

Marianny Silva Canedo  
Lucas Portilho da Cunha  
João Paulo Henrique  
João Cláudio Thoméo

**DOI 10.22533/at.ed.3371925069**

**CAPÍTULO 10 ..... 85**

AVALIAÇÃO SENSORIAL DE DIFERENTES FORMULAÇÕES DE CUPCAKES COM FARINHA DE TARO (*Colocasia esculenta*) COMO ALTERNATIVA NO DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS PARA PORTADORES DE DOENÇA CELÍACA

Pedro Garcia Pereira da Silva  
Aline Rodrigues Pontes  
Gisele Fernanda Alves da Silva  
Marcello Lima Bertuci  
Tuany Yuri Kuboyama Nogueira

**DOI 10.22533/at.ed.33719250610**

**CAPÍTULO 11 ..... 91**

OTIMIZAÇÃO DE FORMULAÇÃO DE BISCOITO TIPO COOKIE ISENTO DE GLÚTEN UTILIZANDO FARINHA DE ARROZ, TEFF E SORGO

Geovana Teixeira de Castro  
Luiza Pelinson Tridapalli  
Angélica Maria Delovo Fernandes  
Flávia Aparecida Reitz Cardoso  
Leila Larisa Medeiros Marques  
Renata Hernandez Barros Fuchs  
Adriana Aparecida Droval  
Hellen Fernanda da Silva Paulino  
Lucas de Souza Nespeca  
Beatriz Musi Sarris Gomes Lourenço  
Leonardo Vasconcelos Jacovassi  
Pamela da Silva Souza

**DOI 10.22533/at.ed.33719250611**

**CAPÍTULO 12 ..... 100**

AVALIAÇÃO SENSORIAL DE TRÊS MARCAS DE BACON COMERCIAL

Bruna Grassetti Fonseca  
Bianca Guimarães  
Maria Julia Neves Martins  
Ana Carolina Conti e Silva

**DOI 10.22533/at.ed.33719250612**

**CAPÍTULO 13 ..... 108**

DESENVOLVIMENTO DE LOMBO DEFUMADO PRODUZIDO COM CARNE DE JAVALI

Lucas de Souza Nespeca  
Camila da Silva Venancio  
Ana Claudia Montuan de Sousa  
Adriana Aparecida Droval  
Leila Larisa Medeiros Marques  
Renata Hernandez Barros Fuchs  
Flávia Aparecida Reitz Cardoso  
Natália da Silva Leitão Peres  
Angélica Maria Delovo Fernandes  
Lucas Shinti Iwamura  
Larissa Correa

**DOI 10.22533/at.ed.33719250613**



**CAPÍTULO 14 ..... 118**

**OTIMIZAÇÃO DE MORTADELA COM APLICAÇÃO DE MACA PERUANA**

Natália da Silva Leitão Peres  
Letícia Cabrera Parra Bortoluzzi  
Adriana Aparecida Droval  
Leila Larisa Medeiros Marques  
Flávia Aparecida Reitz Cardoso  
Renata Hernandez BarrosFuchs  
Camila da Silva Venancio  
Lucas de Souza Nespeca  
Luiza Pelinson Tridapalli  
Lucas Shinti Iwamura  
Larissa Correa  
Angélica Maria Delovo Fernandes

**DOI 10.22533/at.ed.33719250614**

**CAPÍTULO 15 ..... 127**

**CARACTERIZAÇÃO DA GELATINA OBTIDA DA PELE DE TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*)**

Bárbara de Sena Nunes Menezes  
Beatriz Helena Paschoalinotto  
Camila da Silva Venancio  
Flávia Aparecida Reitz Cardoso  
Adriana Aparecida Droval  
Renata Hernandez Barros Fuchs  
Pâmela da Silva Souza  
Natália da Silva Leitão Peres  
Maria Gabriella Felipe Silva  
Leila Larisa Medeiros Marques  
Larissa Correa  
Lucas Shinti Iwamura

**DOI 10.22533/at.ed.33719250615**

**CAPÍTULO 16 ..... 137**

**PREPARAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE MICROCAPSULAS POLI (UREIA-FORMALDEÍDO) PREENCHIDAS COM ÓLEO DE SILICONE COMO INIBIDOR DE CORROSAO PARA APLICAÇÃO EM TINTAS**

Renata França Palhano  
Rogério Gomes de Araújo

**DOI 10.22533/at.ed.33719250616**

**CAPÍTULO 17 ..... 152**

**REMOÇÃO DE Cu(II) POR ADSORÇÃO EMPREGANDO CASCA DE COCO MODIFICADA COM FORMALDEÍDO POLIMERIZADO**

José Eduardo da Silva  
Francisco Idelbrando Lima Rodrigues  
Sara Nóbrega Pacífico  
Aline Sales Ferreira  
Leonardo Félix Santiago  
Luisa Celia Melo Pacheco  
Francisco André Andrade Aguiar  
Vicente Oliveira de Sousa Neto

**DOI 10.22533/at.ed.33719250617**

**CAPÍTULO 18 ..... 163**

ENTALPIA E ENTROPIA DE SORÇÃO DE ÁGUA DA FARINHA DE CAÑIHUA (*Chenopodium pallidicaule Aellen*)

Julles Mitoura dos Santos Junior  
Mona Mellissa Oliveira Cruz  
Augusto Pumacahua Ramos  
Diana Maria Cano Higueta  
Romildo Martins Sampaio  
Harvey Alexander Villa Vélez

**DOI 10.22533/at.ed.33719250618**

**CAPÍTULO 19 ..... 178**

NANOTECNOLOGIA E MEDICINA: NOVAS PERSPECTIVAS PARA O FUTURO

Gustavo Marquezi Borges  
Douglas Daniel Dalle Corte  
Iago Bissani Pesavento  
Odirlei Antônio Magnagnagno

**DOI 10.22533/at.ed.33719250619**

**CAPÍTULO 20 ..... 186**

RISCO E DOLO EVENTUAL NA INTERFACE ENTRE ENGENHARIA E DIREITO

Antonio Maria Claret-Gouveia  
Alberto Frederico Vieira de Sousa-Gouveia  
Miguel Paganin Neto

**DOI 10.22533/at.ed.33719250620**

**CAPÍTULO 21 ..... 199**

AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA EM POSTOS DE TRABALHO DE MARCENARIAS NA CIDADE DE MOSSORÓ – RN

Bruno Ítalo Franco de Oliveira  
Fabrícia Nascimento de Oliveira  
Carolina Mendes Lemos  
João Márcio Rebouças Araújo  
Thaynon Brendon Pinto Noronha  
Wandick Nascimento Dantas  
Pedro Renato Moraes Salgado  
Anderson Nunes Silva  
Ana Victoria Carlos Almeida  
Luara Karolinny Machado de Oliveira  
Jerfson Moura Lima

**DOI 10.22533/at.ed.33719250621**

**CAPÍTULO 22 ..... 216**

COMO A DISSEMINAÇÃO EFICIENTE DAS POLÍTICAS DE TI PODE INFLUENCIAR NA MELHORIA DOS SERVIÇOS PRESTADOS À CIDADE

Luiz Fernando Rocha Pombo  
Ana Paula Guzela Bertolin

**DOI 10.22533/at.ed.33719250622**

**CAPÍTULO 23 ..... 228**

ESTUDO COMPARATIVO DE DESEMPENHO DE EXECUÇÃO DE ALGORITMOS NO CUDA E NO OPENCL

Antonio Raian de Lima Mendes

Angelo Amâncio Duarte

**DOI 10.22533/at.ed.33719250623**

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 234**

## CARACTERIZAÇÃO DA GELATINA OBTIDA DA PELE DE TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*)

### **Bárbara de Sena Nunes Menezes**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
(UTFPR), Departamento de Engenharia e  
Tecnologia de Alimentos  
Campo Mourão – PR

### **Beatriz Helena Paschoalinotto**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
(UTFPR), Departamento de Engenharia e  
Tecnologia de Alimentos  
Campo Mourão – PR

### **Camila da Silva Venancio**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
(UTFPR), Departamento de Engenharia e  
Tecnologia de Alimentos  
Campo Mourão – PR

### **Flávia Aparecida Reitz Cardoso**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
(UTFPR), Departamento de Engenharia e  
Tecnologia de Alimentos  
Campo Mourão – PR

### **Adriana Aparecida Droval**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
(UTFPR), Departamento de Engenharia e  
Tecnologia de Alimentos  
Campo Mourão – PR

### **Renata Hernandez Barros Fuchs**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
(UTFPR), Departamento de Engenharia e  
Tecnologia de Alimentos  
Campo Mourão – PR

### **Pâmela da Silva Souza**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

(UTFPR), Departamento de Engenharia e  
Tecnologia de Alimentos  
Campo Mourão – PR

### **Natália da Silva Leitão Peres**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
(UTFPR), Departamento de Engenharia e  
Tecnologia de Alimentos  
Campo Mourão – PR

### **Maria Gabriella Felipe Silva**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
(UTFPR), Departamento de Engenharia e  
Tecnologia de Alimentos  
Campo Mourão – PR

### **Leila Larisa Medeiros Marques**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
(UTFPR), Departamento de Engenharia e  
Tecnologia de Alimentos  
Campo Mourão – PR

### **Larissa Correa**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
(UTFPR), Departamento de Engenharia e  
Tecnologia de Alimentos  
Campo Mourão – PR

### **Lucas Shinti Iwamura**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
(UTFPR), Departamento de Engenharia e  
Tecnologia de Alimentos  
Campo Mourão – PR

**RESUMO:** A aquicultura brasileira tem como uma de suas protagonistas a tilápia do Nilo

(*Oreochromis niloticus*) e seu processamento resulta em mais da metade de seu peso como coproduto. Dentre estes, está a pele de tilápia, que possui alta qualidade nutricional, além de ser uma fonte de obtenção de gelatina. O presente trabalho apresenta a caracterização de extração de gelatina da pele residual do processamento de tilápia. A pele foi submetida a tratamentos com Butanol (15%), Ácido Acético (0,8%) e Ácido Clorídrico (0,8%). A proporção dos reagentes utilizados em cada tratamento foi realizada segundo delineamento experimental simplex-centroide ( $2^p - 1$ ). O material resultante foi submetido à caracterização (pH, cor, transparência e força de gel). De acordo com os resultados, foi possível extrair da pele de tilápia gelatina de cor levemente amarelada, tendo um resultado satisfatório. A força de gel do ponto central não apresentou diferença significativa quando comparada com a gelatina comercial. Todas as mensurações de pH estão abaixo do ponto isoelétrico característico de uma gelatina tipo A. A aplicação do butanol influencia na reestruturação dos polímeros no processo da geleificação, o que inviabiliza seu emprego na maior proporção utilizada neste delineamento que foi de 50%.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tilápia, gelatina, caracterização, força de gel.

**ABSTRACT:** Brazilian aquaculture has as one of its protagonists the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), its processing results in more than half of its weight as a co-product. Among these is the skin of tilapia, which has high nutritional quality, besides being a source of obtaining gelatine. This work presents the characterization of extracting gelatine from the residual skin of tilapia processing. The skin was subjected to treatments with Butanol (15%), Acetic Acid (0.8%) and Hydrochloric Acid (0.8%). The proportion of the reagents used in each treatment of the experimental design was simplex-centroid ( $2^p - 1$ ). The resulting material was subjected to characterization (pH, color, transparency and gel strength). According to the results, it was possible to extract from the skin of tilapia light yellowish gelatine, having a satisfactory result. The gel strength of the central point presented no significant difference when compared with the commercial gelatine. All pH measurements are below the isoelectric point characteristic of gelatine type A. The application of butanol influences the restructuring of the polymers in the gelation process, which makes it impossible to use them in the largest proportion used in this experimental design which was 50%.

**KEYWORDS:** Tilapia, gelatin, characterization, gel strength.

## 1 | INTRODUÇÃO

A indústria de pescado é responsável por gerar uma grande quantidade de subprodutos, dentre eles a pele do peixe, pois somente 30% dos produtos são usados como filé, implicando como um problema para esse tipo de indústria devido à falta de reconhecimento destes subprodutos como matéria-prima (BANDEIRA, 2009). Uma das formas de aproveitar os resíduos do processamento da tilápia é pela produção de gelatina, um produto que possui diversas aplicações tecnológicas. Ela é produzida a



partir da desnaturação do colágeno, e seu conteúdo de proteínas varia entre 85% e 92% (SOUZA FILHO et al., 2012). Na indústria alimentícia, sua aplicabilidade se dá como ingrediente para aumentar a elasticidade, consistência, melhorar textura, para conferir estabilidade de alimentos e enriquecer o seus conteúdos proteicos, sendo que suas características e propriedades funcionais são dadas de acordo com a severidade do tratamento de extração. Funcionam também como um filme contra a desidratação, luz e oxigênio (TAVAKOLIPOUR, 2011; MONTERO et al., 2002).

Segundo a Silva (2016) e *Food Ingredients Brasil* (2013) para aplicações alimentares a principal propriedade das gelatinas é a força do gel ou bloom, onde a mesma serve para determinar a concentração necessária para produzir uma depressão na superfície da gelatina para que a dureza de gel desejada seja atingida, seguidas dos pontos de gelificação e fusão, pois para Cho et al. (2004) estas propriedades são determinadas pelas proporções dos aminoácidos prolina e hidroxiprolina no colágeno e pela massa molar. Cole (2012) e Schmitz et al. (2013) afirmam que a coloração da gelatina não influencia nas suas propriedades funcionais, entretanto, a clareza da gelatina é uma propriedade desejável e importante para a sua aplicação. A gelatina é levemente amarela ao bronzeado claro (GMIA, 2013).

Portanto, o presente trabalho teve por objetivo realizar a caracterização da gelatina proveniente de peles de tilápia do Nilo submetidas a diferentes tratamentos, tendo como variável a composição das soluções em que as peles foram submersas. Para isto, foram avaliados pH, cor e transparência e força do gel.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Material

As peles de tilápia (*Oreochromis niloticus*) foram gentilmente cedidas pelo Pesqueiro Belini, localizado no município de Peabiru, Paraná. Os reagentes químicos utilizados nas análises foram disponibilizados pelo Departamento Acadêmico de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR Câmpus Campo Mourão e os equipamentos para análise de força do gel, cor e mensuração de pH foram disponibilizados pelo Departamento de Pós-graduação da UTFPR Câmpus Campo Mourão.

### 2.2 Elaboração Da Gelatina

Os reagentes utilizados para elaboração da gelatina foram: butanol 15% (C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>OH), ácido clorídrico (HCl) 0,8% e ácido acético (CH<sub>3</sub>COOH) 0,8%. A proporção dos reagentes utilizados em cada tratamento do delineamento experimental simplex-centroide (2<sup>p</sup> – 1) é mostrada na Tabela 1.

Em balança analítica (Marte AD500), pesou-se 300 g de pele com escamas em

um béquer de 2 L. Em seguida, as peles foram submersas em 1 L de suas respectivas misturas propostas na tabela 1 por 6 h. Após esse período, descartou-se a mistura e as peles foram suspensas em peneira de aço inox e lavadas com 2 L de água. Retirou-se o máximo de escamas possíveis durante essa lavagem. Posteriormente, para o processo de extração, 405 mL de água destilada foram adicionados a um béquer de 2 L contendo as peles tratadas e mantido em banho termostático a 65 °C, sob agitação, por mais 6 h. Ao fim da etapa da extração, os sólidos foram separados do sobrenadante por um processo de dupla filtragem. O sobrenadante era depositado em recipientes de plástico, previamente identificados com o número correspondente a sua composição, cobertos com plástico filme e colocados na geladeira para gelatinização por um período de 12 a 54 h. Posteriormente, as gelatinas foram cortadas, colocadas em formas de silicone e secas em estufa (CIENLAB-CE-205/81) com circulação de ar a 65 °C por 12 a 30 h.

Tratamentos	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH Butanol	CH <sub>3</sub> COOH Ácido Acético	HCl Ácido Clorídrico
1	0,000	0,000	1,000
2	0,000	1,000	0,000
3	0,500	0,000	0,500
4	0,500	0,500	1,000
5	0,000	0,500	0,500
6	0,250	0,750	0,000
7	0,250	0,000	0,750
8	0,500	0,250	0,250
9	0,250	0,375	0,375
9.1	0,250	0,375	0,375
9.2	0,250	0,375	0,375

Tabela 1. Tratamentos propostos para otimização da gelatina extraída de coproduto de Tilápia do Nilo.

### 2.3 Cor, Transparência e pH

A análise colorimétrica e de transparência ocorreram por absorvância em espectrofotômetro (Ocean Optics USB650 UV) a 450 e 620 nm, respectivamente, a partir de uma solução de gelatina 6,67% (p/v) entre 55 °C e 60 °C. Por meio da mesma solução foi possível a mensuração do pH, realizado com o uso do pHmetro (Gehaka PG 2000).

### 2.4 Bloom ou Força do Gel

A força de gel foi medida a partir de uma solução a 6,67% (p/v) de gelatina a 10 °C, em texturômetro com probe de 12,7 mm, segundo a metodologia descrita pelo GMIA (2013). A medida foi realizada em quintuplicata.

## 2.5 Modelo e análise estatística

Para a determinação das variáveis-resposta utilizou-se o planejamento simplex-centroide ( $2^p - 1$ ) com três componentes e duas repetições no ponto central. A análise estatística foi realizada a partir do teste Tukey com intervalo de 95% de confiança ( $p \leq 0,05$ ). Ambas as avaliações foram desenvolvidas no software Statística 10.0 (NETO; BRUNS; SCARMINIO, 2010).

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 2 apresenta as médias das análises realizadas, seus respectivos desvios padrões e a diferença estatística entre os tratamentos aplicados. Não foi possível o desenvolvimento do modelo cúbico especial, pois alguns tratamentos (3, 4 e 8) não formaram géis, o que impossibilitou a modelagem. Portanto, apenas discutiu-se baseado nas diferenças significativas.

Tratamentos	Abs. (450 nm) **	Abs. (620 nm) **	Força do gel (g)	pH
1	0,0087 <sup>ef</sup> ±0,0002	0,0049 <sup>d</sup> ±0,0001	20,00 <sup>c</sup> ±0,3	5,26
2	0,0065 <sup>bg</sup> ±0,0001	0,0033 <sup>efg</sup> ±0,0001	21,30 <sup>c</sup> ±0,9	5,56
3	0,0030 <sup>d</sup> ±0,0001	0,0014 <sup>c</sup> ±0,0001	não gelatinizou	5,82
4	0,0036 <sup>cd</sup> ±0,0000	0,0017 <sup>c</sup> ±0,0000	não gelatinizou	5,91
5	0,0101 <sup>e</sup> ±0,0001	0,0062 <sup>b</sup> ±0,0001	24,40 <sup>c</sup> ±0,3	5,50
6	0,0128 <sup>a</sup> ±0,0006	0,0081 <sup>a</sup> ±0,0003	353,20 <sup>a</sup> ±5,6	5,22
7	0,0088 <sup>ef</sup> ±0,0001	0,0048 <sup>d</sup> ±0,0001	353,00 <sup>a</sup> ±1,3	5,47
8	0,0045 <sup>ch</sup> ±0,0000	0,0027 <sup>g</sup> ±0,0001	não gelatinizou	5,94
9	0,0064 <sup>gh</sup> ±0,0006	0,0029 <sup>fg</sup> ±0,0001	88,90 <sup>b</sup> ±0,6	5,63
9.1	0,0079 <sup>bf</sup> ±0,0001	0,0042 <sup>de</sup> ±0,0001	88,60 <sup>b</sup> ±0,9	5,62
9.2	0,0063 <sup>gh</sup> ±0,0003	0,0037 <sup>ef</sup> ±0,0004	86,70 <sup>b</sup> ±0,9	5,63

**Tabela 2.** Médias das análises de cor objetiva por absorvância (Abs.), força do gel e pH obtidas por diferentes tratamentos das peles de Tilápia do Nilo.

\* Médias na mesma coluna, seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5%.

\*\* Valores em decimais correspondentes aos valores obtidos em cada comprimento de onda pelo espectrofotômetro.

### 3.1 pH

Existem dois tipos de gelatina, sendo elas A e B, as mesmas são diferenciadas por seus respectivos tratamentos. Gelatinas obtidas por tratamento ácido são designadas do tipo A, enquanto que as do tipo B são as obtidas por tratamento alcalino (SILVA et al., 2016). Como as peles de pescados apresentam um número reduzido de ligações

químicas, dispensa-se a necessidade do uso de um pré-tratamento alcalino intenso e longo, então, um tratamento ácido em menor tempo é suficiente para que o colágeno possa ser dissolvido em água quente (COLE, 2012).

O pH pode ser usado para controlar a força do gel, o qual é dependente do ponto isoelétrico (SEE et al., 2013). Bandeira (2009) relatou que a gelatina tipo A, tem ponto isoelétrico que pode variar de 6,5 a 9,0.

Os valores estão abaixo da faixa do ponto isoelétrico, mas um pouco acima dos encontrados em outros trabalhos (SOUZA FILHO et al., 2012; BANDEIRA, 2009), pois estes reportam valores de pH de dentro da faixa de 3,5 a 5,3 para gelatinas processadas por pré-tratamento ácido. Para Silva (2016) e *Food Ingredients Brasil* (2013) em pHs abaixo do ponto isoelétrico a gelatina tem carga resultante positiva, sendo assim, quando a mesma é misturada com outros hidrocoloides de carga oposta, o resultado pode ser a neutralização destas cargas ou separação de fases, também chamada de coacervação.

### 3.2 Cor e Transparência

O maior desafio com a medição espectrofotométrica da cor da gelatina é a interferência do tamanho molecular da gelatina e da filtração imperfeita, pois a dispersão de luz se torna variável em função dos dois fatores citados, uma vez que a cor é o resultado da luz absorvida sobre o espectro visível. A intensidade da cor da gelatina deve ser melhor relacionada à absorbância a 400-450 nm. Ainda, estes autores confirmaram que as gelatinas mais escuras têm uma absorbância maior a 700 nm e a 400-450 nm (COLE; ROBERTS, 1997).

Segundo Atkins (2006), a cor percebida de um complexo, sob luz branca, é a cor complementar da luz que ele absorve. Na roda de cores mostrada na figura 1, as cores complementares estão em posições opostas. Portanto, a finalidade da análise de absorbância a 450 nm era visualizar a cor e intensidade do amarelo característico de gelatinas, uma vez que, a cor complementar percebida nesse comprimento de onda é o amarelo, pois está em posição oposta a cor violeta. Os números representam comprimentos de onda aproximados, em nanômetros.

A absorbância medida das gelatinas obtidas neste trabalho, no comprimento de onda de 450 nm, variou de 0,303 a 1,280, apresentando diferença significativa entre si. Sendo que, menores valores de absorbância se relacionam com gelatinas mais claras e maiores valores, gelatinas mais escuras; portanto, a mais clara foi o tratamento 3 e as mais escuras foram os tratamentos 5, 6 e 7, confirmadas por análise visual. Essa diferença de absorbância entre os tratamentos quando analisados para o comprimento de onda a 450 nm, relaciona-se com a filtragem manual e desigual que ocorreu após as extrações de gelatina.

Os valores para absorbância a 620 nm apresentaram grandes diferenças entre si, determinados em uma ampla faixa de 0,145 a 0,814. Cole e Roberts (1997) afirmam

que a gelatina não absorve luz em comprimentos de onda em torno de 640 nm e, portanto, qualquer absorbância observada deve ser em função da dispersão da luz devido à imperfeição da claridade ou sujidades, portanto, essa ampla faixa encontrada deve ser associada à pureza, de tal forma que um menor valor de absorbância apresenta maior pureza do que os valores mais altos para absorbância. Souza Filho et al. (2012) encontraram o valor de 0,35 de absorbância no comprimento de onda de 620 nm, indicando uma boa pureza, fundamentando que o valor da transparência indica a quantidade de luz incidente absorvida, e que, quanto maior a pureza, menor a absorção de luz.

Nota-se que não houve repetibilidade das absorbâncias em ambos os comprimentos de onda nas repetições do ponto central, o que reforça a interferência da filtragem imperfeita, ou seja, a filtragem não ter ocorrido de forma igual para todas as repetições, já que essa etapa compreendia em uma filtragem dupla manual.

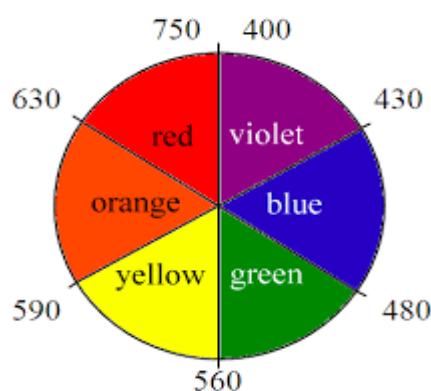


Figura 1. Representação da cor pelo comprimento de onda (nm).

Fonte: ATKINS, 2006.

### 3.3 Força do Gel ou Bloom

A formação do gel ocorre devido a pontes de hidrogênio que fazem com que as moléculas de gelatina se agrupem em micelas, formando um produto semi-sólido que se liga com água (ALFARO; SILVA, 2010). A estrutura de rede e as propriedades físicas dos géis são dadas pelas condições de extração da gelatina (SOUZA et al., 2003).

As gelatinas obtidas neste trabalho unicamente por tratamentos ácidos contaram com um gel mais fraco, como no caso dos tratamentos 1 e 2, os quais não apresentaram diferença significativa entre si. Segundo Bandeira (2009) provavelmente esta redução foi devido a uma maior taxa de hidrólise do colágeno proporcionada pelo pH baixo do meio. As maiores forças de gel foram encontradas nas gelatinas submetidas aos tratamentos 6 e 7. Nos tratamentos 3,4 e 8 houve a adição de 50% de butanol e isso implicou em uma não gelatinização quando as amostras foram reincorporadas na proporção sugerida na metodologia de GMIA (2013). Durante o tempo de maturação



as gelatinas submetidas aos tratamentos 3, 4 e 8 tiveram um prolongamento no tempo de maturação devido a dificuldades técnicas encontradas. Para Alfaro e Silva (2010) o fortalecimento do gel durante a maturação é principalmente atribuído à regeneração da estrutura helicoidal pelas cadeias polipeptídicas do colágeno e à formação de ligações de hidrogênio entre os aminoácidos hidroxilados e as moléculas de água. Segundo Arnesen e Gildberg (2007) quando há o prolongamento desse período, acompanhado de temperatura e pH satisfatórios, pode ocorrer um aumento da força do gel.

As gelatinas comerciais têm força de gel de até 300g. No ponto central (tratamento 9), não houve diferença significativa e a força do gel apresentou-se dentro dos parâmetros de uma gelatina comercial e inferior aos resultados encontrados nos estudos de Jamilah e Harvinder (2002) que obtiveram para tilápia negra e vermelha forças de gel de 180,76g e 128,11g. Essa variação na força do gel pode ser explicada por diferenças entre os processos de obtenção da gelatina e o conteúdo de aminoácidos (prolina e hidroxiprolina) de espécies de pescado.

#### 4 | CONCLUSÃO

Todas as mensurações de pH estão abaixo do ponto isoelétrico característico de uma gelatina tipo A. Não houve modificação na variação do pH com a utilização do butanol, portanto as gelatinas obtidas no estudo são tipo A independentemente da quantidade do solvente não ácido aplicado.

Este trabalho contribuiu para um estudo da cor empregando-se o espectrofotômetro, já que poucos trabalhos utilizaram essa informação, pois, normalmente o estudo da cor é feito por meio de colorímetro. Neste trabalho, as gelatinas apresentaram-se levemente amarelada para todas as gelatinas, algumas com uma cor mais escura devido à alta absorbância (tratamentos 5, 6 e 7) e outras mais claras (tratamento 3), já que todas as gelatinas submetidas a análise absorveram a cor azul no comprimento de onda de 450 nm.

As absorbâncias das gelatinas com comprimento de onda igual a 620 nm apresentaram diferença significativa, pois a estruturação das mesmas, com diferentes quantidades de ácidos acético e clorídrico e butanol utilizados, geraram estruturas moleculares diferentes, mesmo nas gelatinas submetidas às permutações entre os reagentes. Portanto o valor da transparência indica o grau de pureza, que é a quantidade de luz incidente absorvida, e que, quanto maior a pureza, menor a absorção de luz. A gelatina com melhor pureza foi a do tratamento 3.

A aplicação do butanol influencia na reestruturação dos polímeros no processo da geleificação, o que inviabiliza seu emprego na maior proporção utilizada neste delineamento que foi de 50%.

O uso exclusivo de ácido acético ou clorídrico no tratamento da pele não é viável, uma vez que as gelatinas obtidas dessa maneira apresentaram uma baixa força do gel

em relação às gelatinas que tiveram tratamento com permutação de pelo menos dois dos reagentes utilizados neste delineamento, resultando em uma gelatina com força de gel de até 353g (tratamento 6 e 7).

## REFERÊNCIAS

- ALFARO, A. T.; SILVA, E. F. Propriedades reológicas da gelatina obtida de pele de tilápia (*Oreochromis niloticus*). **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 69, n. 4, p. 555-561, 2010.
- ARNESEN J. A.; GILDBERG A. Extraction and characterization of gelatine from Atlantic salmon (*Salmo salar*). **Bioresource Technology**. v.2, p.98. 2007;
- ATKINS, P. W. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. Tradução Ricardo Bicca de Alencastro. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, p. 968. 2006.
- BANDEIRA, S. F. **Extração e caracterização da gelatina obtida de cabeças de carpa**. 72 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos). Universidade Federal do Rio Grande Escola de Química e Alimentos, 2009.
- CHO, S. M.; KWAK, K. S.; PARK, D. C.; GU, Y. S.; JI, C. I.; JANG, D. H.; LEE, Y. B.; KIM, S. B. Processing optimization and functional properties of gelatin from shark (*Isurus oxyrinchus*) cartilage. **Food Hydrocolloids**, v. 18, p. 573-579, 2004.
- COLE, C. G. B. **Gelatine Clarity**. Dr. Bernard Cole's Home Page. 2012. Disponível em: <<http://www.gelatin.co.za/Gelatine%20Clarity..pdf>>. Acesso em 16 de jun. 2018.
- COLE, C. G. B.; ROBERTS, J. J. **Gelatine colour measurement**. *Meat Science*, v.45, n. 1, 1997. Disponível em: <<http://www.gelatin.co.za/cop6-ms.htm>> Acesso em: 09 de jun. 2018.
- FOOD INGREDIENTS BRASIL**. Gelatina um agente gelificante único e natural: gelatina tipo a e tipo b. **www.Revista-fi.com**, São Paulo, v. 1, n. 27, p.43-47, ago. 2013.
- GMIA. Gelatin Manufacturers Institute of America. **Standard methods for the testing of edible gelatin**. 2013. Disponível em: <[http://www.gelatin-gmia.com/images/GMIA\\_Official\\_Methods\\_of\\_Gelatin\\_Revised\\_2013.pdf](http://www.gelatin-gmia.com/images/GMIA_Official_Methods_of_Gelatin_Revised_2013.pdf)>. Acesso em: 17 de jun. de 2018.
- JAMILAH B.; HARVINDER K. G. Properties of gelatins from skins of fish: black tilápia (*Oreochromis mossambicus*) and red tilápia (*Oreochromis nilotica*). **Food Chemistry**. v. 4, p. 77, 2002.
- MONTERO, P. et al. Characterization of gelatin gels induced by high pressure. **Food Hydrocolloids**. v. 16, p. 197-205, 2002.
- SCHMITZ, V. U.; BANDEIRA, D. F.; ESQUERDO, V. M.; FEISTHER, V. A.; PINTO, L. A. A. Propriedades físicas de gelatina obtidas a partir de cabeças de corvina. **XIX Encontro de Pós-Graduação UFPEL**, 2013 Disponível em: <[www.ufpel.edu.br/cic/2010/cd/pdf/CA/CA\\_01545.pdf](http://www.ufpel.edu.br/cic/2010/cd/pdf/CA/CA_01545.pdf)>. Acesso em: 17 de jun. de 2018.
- SEE, S. F. et al. Effect of different pretreatments on functional properties of African catfish (*Clarias gariepinus*) skin gelatin. **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, n. 2, p. 753–762, 2013.
- SILVA, E. V. C. da et al. **Otimização das condições de extração da gelatina de pele de peixes amazônicos por diferentes métodos**. 106 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)- Universidade Federal do Pará, 2016.

SOUZA FILHO, M. S. M. de, et al. Obtenção e Caracterização de Gelatina de Pele de Tilápia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 64. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Agroindústria Tropical Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Embrapa. Brasília, DF, 2012.

SOUZA, M. L. R. et al. Análise da Pele de Três Espécies de Peixes: Histologia, Morfometria e Testes de Resistência. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 32, n. 6, p. 1551-1559, 2003.

TAVAKOLIPOUR, H. Extraction and evaluation of gelatin from silver carp waste. **World Journal of Fish and Marine Sciences**, v. 3, n. 1, p. 10-15, 2011.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-433-7

