



Vanessa Bordin Viera
Natiéli Piovesan
(Organizadoras)

Avanços e Desafios da Nutrição 3

Vanessa Bordin Viera
Natiéli Piovesan
(Organizadoras)

Avanços e Desafios da Nutrição 3

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof^a Dr^a Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a 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. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
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. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof.^a Dr.^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof.^a Dr.^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof.^a Dr.^a Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.^a Dr.^a 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
Prof.^a Dr.^a 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.^a Dr.^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof.^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
A946	Avanços e desafios da nutrição 3 [recurso eletrônico] / Organizadoras Vanessa Bordin Viera, Natiéli Piovesan. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Avanços e Desafios da Nutrição no Brasil; v. 3) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-340-8 DOI 10.22533/at.ed.408192405 1. Nutrição – Pesquisa – Brasil. I. Viera, Vanessa Bordin. II. Piovesan, Natiéli. III. Série. CDD 613.2
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

O *e-book* *Avanços e Desafios da Nutrição no Brasil 3*, traz um olhar multidisciplinar e integrado da nutrição com a Ciência e Tecnologia de Alimentos. A presente obra é composta de 66 artigos científicos que abordam assuntos de extrema importância relacionados à nutrição e a tecnologia de alimentos. O leitor irá encontrar assuntos que abordam temas como as boas práticas de manipulação e condições higiênico-sanitária e qualidade de alimentos; avaliações físico-químicas e sensoriais de alimentos; rotulagem de alimentos, determinação e caracterização de compostos bioativos; atividade antioxidante, antimicrobiana e antifúngica; desenvolvimento de novos produtos alimentícios; insetos comestíveis; corantes naturais; tratamento de resíduos, entre outros.

O *e-book* também apresenta artigos que abrangem análises de documentos como patentes, avaliação e orientação de boas práticas de manipulação de alimentos, hábitos de consumo de frutos, consumo de alimentos do tipo lanches rápidos, programa de aquisição de alimentos e programa de capacitação em boas práticas no âmbito escolar.

Levando-se em consideração a importância de discutir a nutrição aliada à Ciência e Tecnologia de Alimentos, os artigos deste *e-book*, visam promover reflexões e aprofundar conhecimentos acerca dos temas apresentados. Por fim, *desejamos a todos uma excelente leitura!*

Natiéli Piovesan e Vanessa Bordin Viera

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
AÇÚCARES E MINERAIS EM FRUTOS DE ACEROLA (<i>Malpighia emarginata</i> D.C.): MUDANÇAS DURANTE A MATURAÇÃO	
Siluana Katia Tischer Seraglio	
Mayara Schulz	
Fabiana Della Betta	
Priscila Nehring	
Luciano Valdemiro Gonzaga	
Roseane Fett	
Ana Carolina Oliveira Costa	
DOI 10.22533/at.ed.4081924051	
CAPÍTULO 2	12
ADEQUAÇÃO DA ROTULAGEM DE PRODUTOS INTEGRAIS COM AS RDC Nº 54/2012 E RDC Nº 359/2003	
Daniella Pilatti Riccio	
Patrícia Thomazi	
Weber Jucieli	
Vania Zanella Pinto	
DOI 10.22533/at.ed.4081924052	
CAPÍTULO 3	19
AGARICUS BRASILIENSIS: UMA BREVE REVISÃO SOBRE SEUS COMPOSTOS BIOATIVOS	
Katielle Rosalva Voncik Córdova	
Herta Stutz	
David Chacón Alvarez	
Vanderlei Aparecido de Lima	
Nina Waszczyński	
DOI 10.22533/at.ed.4081924053	
CAPÍTULO 4	27
ANÁLISE DE DOCUMENTOS DE PATENTES E PUBLICAÇÕES ENVOLVENDO BATATA-DOCE (<i>Ipomoea batatas</i> L. LAM)	
Cláudio Eduardo Cartabiano Leite	
José Francisco dos Santos Silveira Júnior	
Alicia de Francisco	
Itaciara Larroza Nunes	
DOI 10.22533/at.ed.4081924054	
CAPÍTULO 5	39
ANÁLISE E TREINAMENTO AOS MANIPULADORES DE ALIMENTOS EM RESTAURANTES DO TIPO SELF SERVICE NO MUNICÍPIO DE NAVIRAÍ-MS	
Laís Lúcio Velloso	
Silvia Benedetti	
DOI 10.22533/at.ed.4081924055	

CAPÍTULO 6 53

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE BISCOITO COM ADIÇÃO DE FARINHA DE GOJI BERRY (*Lycium barbarum*)

Thais Stoski
José Raniere Mazile Vidal Bezerra
Isabela Maria Palhano Zanela
Sabrina Ferreira Bereza
Maria Paula Kuiavski

DOI 10.22533/at.ed.4081924056

CAPÍTULO 7 63

ANÁLISE SENSORIAL DE PAÇOCA DE PILÃO CUIABANA COMERCIALIZADA NA CIDADE DE CUIABÁ/MT

Franq Cleiton Batista Araujo
Alessandra de Oliveira Moraes Dias
Krishna Rodrigues de Rosa
Márcia Helena Scabora
Patrícia Aparecida Testa

DOI 10.22533/at.ed.4081924057

CAPÍTULO 8 69

ATIVIDADE ANTIFÚNGICA DE ÓLEOS ESSENCIAIS NO CONTROLE DE *Aspergillus flavus*

Giseli Cristina Pante
Juliana Cristina Castro
Tatiane Viana Dutra
Jéssica Lima de Menezes
Bruno Martins Centenaro
Miguel Machinski Junior

DOI 10.22533/at.ed.4081924058

CAPÍTULO 9 77

ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E ANTIMICROBIANA DO EXTRATO DE *Lentinula edodes*

Fabiane Bach
Cristiane Vieira Helm
Alessandra Cristina Pedro
Ana Paula Stafussa
Giselle Maria Maciel
Charles Windson Isidoro Haminiuk

DOI 10.22533/at.ed.4081924059

CAPÍTULO 10 88

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO LEITE *IN NATURA* PRODUZIDO POR PEQUENOS PRODUTORES DO MUNICÍPIO DE BAGÉ-RS, BRASIL

Stela Maris Meister Meira
Bruna Madeira Noguez
Roger Junges da Costa
Mônica Daiana de Paula Peters

DOI 10.22533/at.ed.40819240510

CAPÍTULO 11 93

AVALIAÇÃO DA TEMPERATURA DE SECAGEM NA ELABORAÇÃO DA FARINHA DO CAROÇO DE ABACATE (*Persea americana mill*)

Cesar Vinicius Toniciolli Riguetto
Carolina Costa Soares
Maiara Vieira Brandão
Ítalo Cesar Ribeiro Alonso
Claudineia Aparecida Queli Geraldi
Fabiano Pereira Machado
Raquel Aparecida Loss

DOI 10.22533/at.ed.40819240511

CAPÍTULO 12 102

AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE SUMO DE LIMÃO PARA A DESCONTAMINAÇÃO DE OSTRAS (*Crassostrea gigas*) ARTIFICIALMENTE CONTAMINADAS

Beatriz Oliveira Cardoso
Deise Helena Baggio Ribeiro

DOI 10.22533/at.ed.40819240512

CAPÍTULO 13 114

AVALIAÇÃO DAS COORDENADAS COLORIMÉTRICAS DE LEITES UHT COM BAIXO TEOR DE LACTOSE

Neila Silvia Pereira dos Santos Richards

DOI 10.22533/at.ed.40819240513

CAPÍTULO 14 123

AVALIAÇÃO DO FRESCOR E DAS CONDIÇÕES HIGIÊNICO-SANITÁRIAS DO PESCADO COMERCIALIZADO EM SUPERMERCADOS DA CIDADE DE CUIABÁ/MT

Alessandra De Oliveira Moraes
Franq Cleiton Batista Araujo
Krishna Rodrigues De Rosa
Márcia Helena Scabora
Patrícia Aparecida Testa

DOI 10.22533/at.ed.40819240514

CAPÍTULO 15 128

AVALIAÇÃO E ORIENTAÇÃO DE BOAS PRÁTICAS DE MANIPULAÇÃO DE ALIMENTOS NO COMÉRCIO INFORMAL DO MUNICÍPIO DE NAVIRAI-MS

Gabrielli Barros Silva
Lucas de Andrade de Araújo
Pedro Paullo Alves dos Santos
Silvia Benedetti

DOI 10.22533/at.ed.40819240515

CAPÍTULO 16 135

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE GUAVIROVAS COLHIDAS NO MUNICÍPIO DE INÁCIO MARTINS – PR

Amanda Moro Sestile
Karina Czaikoski
Aline Czaikoski
Katielle Rosalva Voncik Cordova

DOI 10.22533/at.ed.40819240516

CAPÍTULO 17	145
AVALIAÇÃO SENSORIAL DE BALAS MASTIGÁVEIS DE POLPA DE PÊSSEGOS (<i>Prunus Pérsica</i> L.)	
Lisiane Pintanela Vergara	
Josiane Freitas Chim	
Rosane da Silva Rodrigues	
Gerônimo Goulart Reyes Barbosa	
Rui Carlos Zambiasi	
DOI 10.22533/at.ed.40819240517	
CAPÍTULO 18	152
BACTERIOCINAS: PEPTÍDEOS ANTIMICROBIANOS E SUAS APLICAÇÕES NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS	
Larissa Cristina Costa	
Marcia Regina Terra	
Katia Real Rocha	
Marcia Cristina Furlaneto	
Luciana Furlaneto-Maia	
DOI 10.22533/at.ed.40819240518	
CAPÍTULO 19	165
BEBIDA À BASE DE KEFIR DE ÁGUA	
Mariane Lobo Ugalde	
Valmor Ziegler	
Diéli Marina Gemélli da Silva	
Schaiane Inácio da Silva dos Reis	
Thiane Helena Bastos	
DOI 10.22533/at.ed.40819240519	
CAPÍTULO 20	172
BEBIDA FERMENTADA DE KEFIR DE ÁGUA E YACON	
Iasmin Caroline de Almeida Veeck	
Mariane Lobo Ugalde	
Valmor Ziegler	
Alice Pires Freitas	
Erica Varnes Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.40819240520	
CAPÍTULO 21	178
CÁLICE DE <i>Physalis peruviana</i> UM RESÍDUO BIOATIVO E MÉTODOS DE PREPARAÇÃO DE SISTEMAS NANOEMULSIONADOS - REVISÃO	
Maiara Taís Bazana	
Cristiano Ragagnin de Menezes	
Fabrizio da Fonseca Barbosa	
DOI 10.22533/at.ed.40819240521	
CAPÍTULO 22	194
CARACTERIZAÇÃO DE EXTRATOS DE MAÇÃ (<i>Malus</i> spp.) E DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ENZIMÁTICA PELO MÉTODO DO ÁCIDO DINITRO 3,5-SALICÍLICO (ADNS)	
Bianca D'arck Melo Cavalcante	
DOI 10.22533/at.ed.40819240522	

CAPÍTULO 23 203

CENSO SOCIOECONÔMICO DE ESTUDANTES DO ENSINO TÉCNICO E TECNÓLOGO NA ÁREA DE ALIMENTOS E AFINS DE UMA INSTITUIÇÃO DE CUIABÁ/MT

Krishna Rodrigues de Rosa
Bruno Pereira da Silva
Doval Nascimento da Conceição
Larissa Kely Dantas
Márcia Helena Scabora

DOI 10.22533/at.ed.40819240523

CAPÍTULO 24 209

COMPOSIÇÃO PROXIMAL E INCORPORAÇÃO DOS TEORES DE CAROTENOIDES TOTAIS EM RESÍDUOS DE BATATA DOCE (*Ipoemoea batatas*) FERMENTADO VIA BIOPROCESSO EM ESTADO SÓLIDO UTILIZANDO O FUNGO *Pleurotus ostreatus*

Pedro Garcia Pereira da Silva
Priscila de Souza Araújo
Sarah de Souza Araújo
Cinthia Aparecida de Andrade Silva
Gustavo Graciano Fonseca

DOI 10.22533/at.ed.40819240524

CAPÍTULO 25 218

COMPOSIÇÃO PROXIMAL E TEORES DE CAROTENOIDES TOTAIS EM RESÍDUOS DE GOIABA (*Psidium guajava* L.) E ABACAXI (*Ananas comosus*)

Pedro Garcia Pereira da Silva
Aline Rodrigues Pontes
Luan Gustavo dos Santos
Thamires Aparecida dos Santos Zago
Gisele Fernanda Alves da Silva

DOI 10.22533/at.ed.40819240525

CAPÍTULO 26 226

COMPOSTO DE MEL COM EXTRATO DE PRÓPOLIS SABORIZADO: AVALIAÇÃO DA ROTULAGEM QUANTO À INFORMAÇÃO NUTRICIONAL

Krishna Rodrigues de Rosa
Franq Cleiton Batista Araujo
Alessandra de Oliveira Moraes Dias
Carla Luciane Kreutz Braun

DOI 10.22533/at.ed.40819240526

CAPÍTULO 27 230

COMPOSTOS BIOATIVOS EM FRUTOS PEQUI (*Caryocar brasiliense* Camb.) E BARU (*Dipteryx alata* Vogel) E SEUS USOS POTENCIAIS: UMA REVISÃO

Francine Oliveira Batista
Romaildo Santos de Sousa

DOI 10.22533/at.ed.40819240527

CAPÍTULO 28	239
CONDIÇÕES HIGIÊNICO-SANITÁRIAS: ESTUDO DE CASO EM COZINHA INDUSTRIAL DO MUNICÍPIO DE MARINGÁ-PR	
Amanda Gouveia Mizuta Yasmin Jaqueline Fachina Carolina Moser Paraíso Grasiele Scaramal Madrona	
DOI 10.22533/at.ed.40819240528	
CAPÍTULO 29	249
CONHECIMENTO E HÁBITOS DE CONSUMO DE FRUTOS NATIVOS DO CERRADO DO ALTO PARANAÍBA	
Júlia Nascimento Caldas Mariana Teixeira Pigozzi Fabrícia Queiroz Mendes	
DOI 10.22533/at.ed.40819240529	
CAPÍTULO 30	256
CONSUMO DE ALIMENTOS DO TIPO LANCHES RÁPIDOS (<i>Fast Food</i>) POR ESTUDANTES DE ENSINO MÉDIO	
Andréia Cirolini Taís Paranhos Bilião Vanessa Pires da Rosa Ana Paula Daniel	
DOI 10.22533/at.ed.40819240530	
CAPÍTULO 31	261
CORANTES NATURAIS EXTRAÍDOS DE FRUTAS E HORTALIÇAS – UMA BREVE REVISÃO	
Jéssica Barrionuevo Ressutte Eduardo Makiyama Klosowski Jéssica Maria Ferreira de Almeida Grasiele Scaramal Madrona	
DOI 10.22533/at.ed.40819240531	
CAPÍTULO 32	268
DESENVOLVIMENTO DE MASSA ALIMENTÍCIA, SEM GLÚTEN, A PARTIR DE FARINHAS ALTERNATIVAS	
José Mario Angler Franco Danieli Ludwig Joseana Severo Raul Vicenzi Eilamaria Libardoni Vieira Gislaine Hermanns	
DOI 10.22533/at.ed.40819240532	
CAPÍTULO 33	275
DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA DO KIWI E DETERMINAÇÃO DE VITAMINA C	
Luzimary de Jesus Ferreira Godinho Rocha José Francisco Lopes Filho Javier Telis Romero Gisandro Reis de Carvalho Harvey Alexander Villa Vélez	
DOI 10.22533/at.ed.40819240533	

CARACTERIZAÇÃO DE EXTRATOS DE MAÇÃ (*Malus spp.*) E DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ENZIMÁTICA PELO MÉTODO DO ÁCIDO DINITRO 3,5-SALICÍLICO (ADNS)

Bianca D'arck Melo Cavalcante

Universidade Federal de Santa Catarina,
Departamento de Ciência e Tecnologia de
Alimentos.
Florianópolis – SC

RESUMO: O Brasil destaca-se na produção de maçãs, principalmente a região sul. Contudo, a ocorrência de maçãs deterioradas é comum durante a estocagem por longos períodos em câmaras frias. As enzimas pectinolíticas (pectinases) estão presentes naturalmente nas maçãs e estão associadas à maturação. O método do ácido dinitro 3,5-salicílico (ADNS), proposto por Miller (1959), é utilizado para determinar a atividade enzimática. A fim de valorizar as maçãs deterioradas produzidas durante a estocagem sob refrigeração, o objetivo deste trabalho foi caracterizar extratos de maçãs e determinar a atividade da pectinase pelo método ADNS. As maçãs foram lavadas, cortadas, trituradas e filtradas. Os extratos (EF – extrato obtido de maçã Fuji deteriorada; EG - extrato obtido de maçã Gala deteriorada; e seus respectivos controles ECF e ECG) foram mantidos sob refrigeração. A enzima comercial de referência foi a Pectinex Ultra (Novoenzyme) (P) e a pectina cítrica comercial (Vetec®) 1 % (p / p) como substrato. Os extratos foram caracterizados quanto ao teor de sólidos solúveis

totais, pH, acidez titulável e proteínas solúveis totais. Foi realizada hidrólise por 60 minutos, a 45, 50 e 60 °C, e a atividade enzimática dos extratos foi determinada pelo método do ADNS, em triplicata. EF e EG apresentaram menor pH e maior acidez. Todos os extratos apresentaram baixos teores de proteínas solúveis e sólidos solúveis totais. Todos os extratos apresentaram atividade da pectinase a 60 °C, destacando-se EF (87,02 U/mL), indicando potencialidade de uso dessas matérias primas para a produção de enzimas pectinolíticas.

PALAVRAS-CHAVE: Maçãs deterioradas, pectinase, atividade enzimática, ADNS.

ABSTRACT: Brazil stands out in the production of apple, mainly the south region. It is a common occurrence of damaged apples during storage for long time in refrigerated chambers. Pectinolytic enzymes (pectinases) are naturally present in apples and are associated with maturation. The dinitro-3,5-salicylic acid method (DNS), proposed by Miller (1959), is used to determine the enzymatic activity. In order to evaluate the deteriorated apples produced during refrigerated storage, the present work aimed was characterized apple extracts and determined pectinase activity by the DNS method. The apples were washed, cut, crushed and filtered. The extracts (EF - extract obtained from deteriorated Fuji apple, EG - extract

obtained from apple Gala deteriorated, and their respective ECF and ECG controls) were kept under refrigeration. The commercial reference enzyme was Pectinex Ultra (Novoenzyme) (P) and commercial citrus pectin (Vetec®) 1 % (w / w) as the substrate. The extracts were characterized as total soluble solids content, pH, titratable acidity and total soluble proteins. Hydrolysis was performed for 60 minutes at 45, 50 and 60 °C, and the enzymatic activity of the extracts was determined by the DNS method, in triplicate. EF and EG presented lower pH and higher acidity. All extracts presented low levels of soluble proteins and total soluble solids. All extracts showed pectinase activity at 60 °C, especially EF (87.02 U / ml), indicating the potential use of these raw materials for the production of pectinolytic enzymes.

KEYWORDS: Deteriorated apple, pectinase, enzymatic activity, DNS.

1 | INTRODUÇÃO

A maçã (*Malus* spp.) apresenta alto teor de pectina, vitaminas, sais minerais e outros compostos que promovem benefícios à saúde humana (ANDRADE et al., 2009). É a terceira fruta mais consumida e a oitava produzida no país (IBGE, 2017; REETZ et al., 2015). O Brasil é o décimo quarto maior produtor mundial de maçã, e em 2017 foram produzidas 1.147.782 toneladas de maçã (IBGE, 2017; FAO, 2018; KIST et al., 2016).

A região sul é responsável por 98,8 % da produção nacional de maçã e Santa Catarina é o maior estado produtor (IBGE, 2017). Os principais municípios produtores são Vacaria-RS e São Joaquim-SC, seguidos por Fraiburgo-SC, responsáveis por 38, 36 e 18 % da produção total, respectivamente (IBGE, 2015; PEREIRA; SIMIONI; CARIO, 2007).

As maçãs são suscetíveis a danos mecânicos e apresentam padrão respiratório climatérico (KWEON, 2013). Além disso, podem carrear contaminações microbianas dos pomares e demais ambientes. Considerando que muitas permanecem em câmaras frias por um longo período, é comum observar a existência de maçãs deterioradas durante a estocagem (BRACKMANN et al., 2004). Temperaturas mais baixas retardam o processo respiratório e, por consequência, as alterações bioquímicas e microbiológicas são minimizadas (BRACKMANN et al., 2004; KWEON, 2013).

A principal consequência da contaminação microbiana em maçãs são as perdas de produção durante a estocagem, sendo estas decorrentes do amolecimento dos tecidos vegetais provocado pela ação de enzimas pectinolíticas (também denominadas pectinases) (MALVESSI; SILVEIRA, 2004; UENOJO; PASTORE, 2007). São enzimas endógenas presentes nas maçãs, cuja ação está associada ao processo de maturação da fruta e ao amolecimento dos tecidos (KWEON, 2013).

As enzimas são substâncias orgânicas específicas compostas por polímeros de aminoácidos de natureza proteica, que atuam, principalmente, como catalizadores biológicos de reações químicas (COELHO; SALGADO; RIBEIRO, 2008; DAMODARAN;

PARKIN; FENNEMA, 2010; LI et al., 2012). Alguns fatores como a concentração de enzima ou de substrato, temperatura, pH e presença de cofatores influenciam na velocidade das reações enzimáticas (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010; LI et al., 2012). Além disso, a atividade enzimática pode variar de acordo com a estrutura da proteína, natureza do substrato e do grupo prostético (LI et al., 2012).

As pectinases são produzidas principalmente por fungos filamentosos (gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*), leveduras e bactérias (BOM; FERRARA; CORVO, 2008). São enzimas que atuam na solubilização, desesterificação e despolimerização da pectina nativa (ALKORTA et al., 1998; BIZ et al., 2014). Têm diversas aplicações na indústria de alimentos e bebidas, incluindo a extração e clarificação de sucos; extração de pigmentos de frutas; estabilidade, filtração e clarificação de bebidas fermentadas; produção de molhos, polpas e purês (UENOJO; PASTORE, 2007).

As enzimas apresentam atividades de acordo com os tipos de reações químicas que catalisam (COELHO; SALGADO; RIBEIRO, 2008; HARRIS; KESHWANI, 2009). Para determinar a atividade enzimática é necessário identificar as alterações químicas que envolvem a conversão de substrato a produto, além disso, estas alterações características devem ser quantificáveis (HARRIS; KESHWANI, 2009).

Os métodos permitem a determinação da atividade da pectinase total ou atividades individuais das poligalacturonases, pectina liases e pectina metilesterases (JAKÓB; BRYJAK; POLAKOVIC, 2009). Esses métodos podem ter a interferência da presença de outras enzimas, produtos químicos, pigmentos ou inibidores enzimáticos (BIZ et al., 2014). Dentre os mais utilizados, cabe destacar os métodos espectrofotométricos (colorimétricos) e viscosimétricos (JAKÓB; BRYJAK; POLAKOVIC, 2009), sendo o espectrofotométrico mais aplicado, por ser simples e preciso. A absorbância de luz na faixa do ultravioleta e do visível é avaliada, e há uma relação direta entre a concentração do analito (COELHO; SALGADO; RIBEIRO, 2008; JAKÓB; BRYJAK; POLAKOVIC, 2009).

A determinação da atividade da pectinase via métodos espectrofotométricos inclui a hidrólise da pectina contendo a enzima, incubação por determinado período, sob pH, temperatura e concentração inicial de pectina conhecidos (BIZ et al., 2014; JAKÓB; BRYJAK; POLAKOVIC, 2009). Conforme o método de quantificação de açúcares redutores liberados, são obtidas as curvas padrão, por ADNS (MILLER, 1959) ou pelo método de Somogyi (1952). Ambos são simples, de fácil adaptação e reprodutibilidade em laboratório, além disso, podem ser utilizados para analisar elevado número de amostras (BIZ et al., 2014).

Os açúcares redutores possuem grupos carbonílicos capazes de se autoxidarem na presença de agentes oxidantes em soluções alcalinas. O ácido dinitro 3,5-salicílico (agente oxidante presente no reativo ADNS), sob condições alcalinas, reage com o carbono carbonílico dos açúcares redutores e se reduz a ácido 3-amino-5-nitrosalicílico, um composto colorido de absorbância a 540 nm (MILLER, 1959; SANTOS et al, 2017).

Os principais componentes que constituem a estrutura das substâncias pécicas,

são complexos formados por resíduos de ácido galacturônico unidos por ligações α -1,4, parcialmente esterificados por grupos metil éster (KASHYAP et al., 2001). O método proposto por Miller (1959) utiliza glicose para determinar os açúcares redutores, contudo, para determinar a atividade da pectinase por ADNS, a curva padrão é preparada com solução de ácido galacturônico (550 nm), por ser o composto majoritário da pectina (BIZ et al., 2014; JAKÓB; BRYJAK; POLAKOVIC, 2009).

A fim de valorizar as maçãs deterioradas produzidas durante a estocagem sob refrigeração, o objetivo deste trabalho foi caracterizar extratos de maçãs deterioradas e próprias para consumo (controle), dos tipos Fuji e Gala, e determinar a atividade da pectinase dos mesmos pelo método do ADNS.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material

As maçãs deterioradas e próprias para consumo (controle), foram fornecidas por cooperativas da região serrana de Santa Catarina e pelos boxes da Central de Abastecimento do Estado de Santa Catarina S/A (CEASA - SC)

Os reagentes utilizados foram de grau analítico, conforme o requerimento das análises.

A enzima comercial de referência foi a Pectinex Ultra, produzida pela Novoenzyme; e o substrato empregado foi a pectina cítrica comercial (Vetec®).

2.2 Métodos

2.2.1 Coleta e transporte das maçãs

Foram coletados 10 Kg de maçãs Fuji e Gala deterioradas e próprias para consumo (controle), de modo aleatório em três visitas às cooperativas e uma ao CEASA - SC, em dias diferentes, somando 10 Kg o *pool* de amostras de cada visitação. As maçãs foram classificadas quanto à variedade, armazenadas em recipientes isotérmicos com gelo e transportadas até o laboratório de Tecnologia de Frutas e Hortaliças, CCA, UFSC.

2.2.2 Preparo dos extratos de maçã

Após selecionadas e classificadas, as maçãs foram lavadas em água corrente, cortadas, trituradas e filtradas. Os extratos foram acondicionados em tubos Falcon de 50 mL, devidamente identificados (EF – extrato obtido de maçã Fuji deteriorada; ECF – extrato controle obtido de maçã Fuji; EG - extrato obtido de maçã Gala deteriorada; ECG – extrato controle obtido de maçã Gala), e mantidos sob refrigeração até a realização dos ensaios.

2.2.3 Caracterização dos extratos de maçã

Os extratos obtidos de maçãs deterioradas e próprias para consumo (controle), dos tipos Fuji (EF e ECF) e Gala (EG e ECG) foram caracterizados quanto ao teor de sólidos solúveis totais (°Brix), pH em pHmetro (Quimis Q400MT), acidez titulável (IAL, 2008) e proteínas solúveis totais (BRADFORD, 1976).

2.2.4 Determinação da atividade da pectinase por ADNS

Foram preparadas soluções de pectina a 1 % (m/v) contendo 0,1 mL dos extratos obtidos de maçãs deterioradas e próprias para consumo (controle), dos tipos Fuji (EF e ECF) e Gala (EG e ECG), e 0,1 mL da enzima comercial Pectinex Ultra (P), separadamente e em triplicata. Seguido da hidrólise em banho-maria a 45, 50 e 60 °C, por 60 minutos para cada temperatura, e determinada a atividade da pectinase. Após a hidrólise, a atividade da pectinase foi determinada pelo método do ácido dinitro 3,5-salicílico ADNS), conforme metodologia descrita por Miller (1959) com modificações.

Em tubos de ensaio devidamente identificados, foram adicionados 0,2 mL das preparações hidrolisadas, 1,8 mL de água destilada e 1 mL de ADNS. Os tubos foram aquecidos banho-maria (100 °C por 5 minutos), em seguida, resfriados em banho de gelo. As leituras de absorbância foram realizadas em espectrofotômetro UV-Vis (Hitachi, U-1800, Japan) (550 nm), e as absorbâncias do controle foram subtraídas das demais leituras. Considerando que a hidrólise da pectina gera ácido galacturônico, a curva padrão foi construída com ácido galacturônico (Sigma-Aldrich) ($y = 0,0011x - 0,0168$; $R^2 = 0,9968$).

De acordo com Jakób, Bryjak e Polakovic (2009), uma unidade (U) de pectinase é definida como a atividade enzimática que libera 1 μmol de ácido galacturônico por minuto sob as condições do ensaio.

2.2.5 Análise estatística

Todos os ensaios foram realizados em triplicata, no mínimo, e para a análise estatística dos resultados foi utilizado o software STATISTICA 10.0 (StatSoft Inc., Tulsa, EUA). Foi realizada a análise de variância (ANOVA), seguido de teste de Tukey para determinar as diferenças significativas ($p < 0,05$) e os resultados expressos como média \pm desvio padrão.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os extratos de maçã obtiveram pH entre 4,00 e 4,27 (Tabela 1), e o extrato obtido de maçã Gala deteriorada (EG) apresentou menor pH. Todavia, essa mesma amostra

apresentou maior acidez. Todos os extratos tiveram diferenças significativas ($p < 0,05$) em relação ao pH e acidez.

Segundo Tapre e Jain (2014), as endo-pectinases, exo-pectinases e endopoligalacturonases produzidas por *A. niger* e *P. frequentans*, têm pH ótimo de atuação entre 3,5 e 6, sendo estas as possíveis enzimas pectinolíticas presentes nos extratos obtidos de maçãs Fuji e Gala deterioradas (EF e EG, respectivamente).

Os teores de proteínas solúveis (PS) dos extratos apresentaram diferenças significativas entre si ($p < 0,05$) em relação a variedade de maçã, mas não entre seus respectivos controles (Tabela 1). EG apresentou maior teor de PS (0,0662 g/ 100mL), contudo, todas as amostras apresentaram baixos teores de PS e esse resultado era esperado, uma vez que os teores de proteínas em maçãs são baixos (GRANERO et al., 2012).

Amostra	pH	Acidez titulável (mL/100 mL)	PS (g/100 mL)	SST (°Brix)
EF	4,07 ± 0,03 ^a	1,12 ± 0,03 ^a	0,0391 ± 0,00 ^a	4,00 ± 0,00 ^a
ECF	4,27 ± 0,05 ^b	0,92 ± 0,03 ^b	0,0465 ± 0,00 ^a	5,00 ± 0,00 ^b
EG	4,00 ± 0,04 ^c	1,20 ± 0,03 ^a	0,0662 ± 0,00 ^b	5,00 ± 0,00 ^b
ECG	4,15 ± 0,01 ^d	1,05 ± 0,02 ^c	0,0660 ± 0,00 ^b	4,23 ± 0,03 ^c

Tabela 1 – pH, acidez titulável, teor de proteínas solúveis (PS) e sólidos solúveis totais (SST) dos extratos de maçã dos tipos Fuji e Gala deterioradas e próprias para consumo (controle).

Legenda: EF – extrato obtido de maçã Fuji deteriorada; ECF – extrato controle obtido de maçã Fuji; EG - extrato obtido de maçã Gala deteriorada; ECG – extrato controle obtido de maçã Gala. Resultados expressos como média ± desvio padrão ($n \leq 3$). ^{abcd}- Letras minúscula sobrescritas na mesma coluna demonstram diferença significativa ($p < 0,05$).

Os extratos de maçã apresentaram baixos teores de sólidos solúveis totais (SST) e não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre ECF e EG (Tabela 1). Contudo, de acordo com Tapre e Jain (2014), as enzimas pectinolíticas causam aumentos consideráveis de SST, o que não foi observado pois não houve aplicação dos extratos em produtos como polpas ou sucos.

Após realizada a hidrólise por 60 minutos a 45, 50 e 60 °C, verificou-se que a 60 °C EF apresentou melhor atividade da pectinase (87,02 U/mL) (Tabela 2). Contudo, nessa temperatura ECG apresentou maior atividade que EG. Nas demais temperaturas, a 45 °C somente EF apresentou atividade enzimática (3,76 U/mL) e a 50 °C somente EG (2,02 U/mL). Nas condições testadas, a enzima comercial (P) apresentou atividade enzimática em todas as temperaturas, porém a 60 °C obteve maior atividade (106,20 U/mL).

Foi observado que o aumento da temperatura influenciou positivamente na atividade da pectinase dos extratos de maçã e da enzima comercial (Tabela 2). Contudo, Poletto et al. (2015) verificaram que a 40 °C a atividade da pectinase decai, possivelmente há uma inativação parcial da enzima devido à combinação de

temperatura e tempo de incubação.

Amostra	45 °C	Atividade pectinase (U/mL)	
		50 °C	60 °C
EF	3,76 ± 0,07 ^{Aa}	0,00 ± 0,03 ^{Aa}	87,02 ± 0,15 ^{ABb}
ECF	0,00 ± 0,06 ^{Aa}	0,00 ± 0,12 ^{Aa}	42,27 ± 0,17 ^{ACb}
EG	0,00 ± 0,10 ^{Aa}	2,02 ± 0,10 ^{Aa}	11,05 ± 0,07 ^{Cb}
ECG	0,00 ± 0,02 ^{Aa}	0,00 ± 0,19 ^{Aa}	26,18 ± 0,07 ^{Cb}
P	53,21 ± 0,05 ^{Ba}	98,62 ± 0,03 ^{Bb}	106,20 ± 0,05 ^{Bb}

Tabela 2 – Atividade da pectinase dos extratos de maçã dos tipos Fuji e Gala deterioradas e próprias para consumo (controle), e da enzima comercial, após hidrólise por 60 minutos a 45, 50 e 60 °C.

Legenda: EF – extrato obtido de maçã Fuji deteriorada; ECF – extrato controle obtido de maçã Fuji; EG - extrato obtido de maçã Gala deteriorada; ECG – extrato controle obtido de maçã Gala; P – Pectinex Ultra. Resultados expressos como média ± desvio padrão ($n \leq 3$). ^{ab}- Letras minúscula sobrescritas na mesma linha indicam diferenças significativas entre a atividade da pectinase em diferentes temperaturas testadas para a hidrólise do mesmo extrato. Diferentes letras maiúsculas na mesma coluna indicam diferenças significativas entre os extratos analisados na mesma temperatura de hidrólise ($p < 0,05$).

Mohsen, Bazaraa e Doukani (2009) e Hendges et al. (2011), relataram que as pectinases produzidas por diferentes cepas de *A. niger* mostraram-se estáveis em temperaturas de até 30 °C, mas suas atividades foram reduzidas (60 a 80 % da inicial) após expostas a uma temperatura de 40 °C durante 60 minutos. Esse comportamento não foi observado, pois nas condições analisadas os extratos de maçã e a enzima comercial apresentaram maior atividade enzimática com o aumento da temperatura de hidrólise.

4 | CONCLUSÕES

Os extratos obtidos de maçãs deterioradas obtiveram menor pH e maior acidez que os obtidos de maçãs próprias para consumo. Todos os extratos apresentaram baixos teores de proteínas solúveis e sólidos solúveis totais. Além disso, todos os extratos demonstraram atividade da pectinase a 60 °C, indicando potencialidade de uso dessas matérias primas para a produção de enzimas pectinolíticas. Contudo, mais estudos são necessários a fim de melhorar o desempenho dos extratos e garantir condições microbiológicas adequadas para viabilizar as aplicações dos mesmos.

REFERÊNCIAS

ALKORTA, I. et al. **Industrial applications of pectic enzymes: a review**. Process Biochemistry, v. 33, p. 21-28, 1998.

ANDRADE, S. et al. **Influência do modo de produção, biológico versus convencional, nas propriedades nutricionais, sensoriais e de textura de maçãs regionais**. Alcobaça: Actas Portuguesas de Horticultura, 2009. 7 p.

- BIZ et al., a. **Pectinase activity determination: An early deceleration in the release of reducing sugars throws a spanner in the works!** Plos One, v. 10, 2014.
- BOM, E. P. S.; FERRARA, M. A.; CORVO, M. L. **Enzimas em Biotecnologia**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2008.
- BRACKMANN, A. et al. **Maçã Pós-Colheita: Armazenamento Refrigerado**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 58-66. (Frutas do Brasil; 39).
- BRADFORD, M. M. **A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding**. Analytical Biochemistry, v. 72, p. 248-254, 1976.
- COELHO, M. A. Z.; SALGADO, A. M.; RIBEIRO, B. D. **Tecnologia Enzimática**. Rio de Janeiro: FAPERJ, 2008.
- DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de Alimentos de Fennema**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **Produção agrícola mundial**. Disponível em: < <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> >. Acesso em: 29 nov. 2018.
- GRANERO, J. C. et al. **Mudanças no perfil do bagaço de maçã tratado com enzimas industriais**. Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial, v. 06, n. 02. P. 864-875, 2012.
- HARRIS, T.K.; KESHWANI, M. M. **Measurement of Enzyme Activity**. Methods in Enzymology, v. 463, 2009.
- HENDGES, D. H. et al. **Production and characterization of endo-polygalacturonase from *Aspergillus niger* in solid-state fermentation in double-surface bioreactor**. Brazilian Archives of Biology and Technology, v. 54, n. 02, p. 253-258, 2011.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ – IAL. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos Físico-químicos para Análise de Alimentos**. 4. ed. São Paulo: IAL, 2008.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção Agrícola Municipal 2009-2015**. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 1, p. 1-81, 2017.
- JAKÓB, A.; BRYJAK, B.; POLAKOVIC, M. **Selection of a method for determination of activity of pectinolytic enzymes in berry fruit materials**. Chemical Papers, v. 63, n. 6, p. 677-682, 2009.
- KASHYAP, D. R. et al. **Applications of pectinases in the commercial sector: a review**. Bioresource Technology, v. 77, p. 215-227, 2001.
- KWEON, H. J. et al. **Fruit maturity, controlled atmosphere delays and storage temperature affect fruit quality and incidence of storage disorders of ‘Fuji’ apples**. Scientia Horticulturae, Amsterdam, v. 157, p. 60-64, 2013.
- KIST, B. B. et al. **Anuário Brasileiro da Maçã 2017**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2016. 56 p.
- LI, S. et al. **Technology prospecting on enzymes: application, marketing and engineering**. Computational and Structural Biotechnology Journal, v. 2, n. 3, 2012.

MALVESSI, E. SILVEIRA, M. M. **Influence of medium composition and pH on the production of polygalacturonases by *Aspergillus oryzae***. Brazilian Archives of Biology and Technology, v. 47, p. 693-702, 2004.

MILLER, G. L. **Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar**. Analytical Chemistry, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959.

MOHSEN, S. M.; BAZARAA, W. A.; DOUKANI, K. **Purification and characterization of *Aspergillus niger* U-86 polygalacturonase and its use in clarification of pomegranate and grape juices**. In: Proceedings of the 4th Conference on Recent Technologies in Agriculture, Cairo, Giza, Egypt, 2009.

PEREIRA, L. B.; SIMIONI, F. J.; CARIO, S. A. F. **Evolução da produção de maçã em Santa Catarina: novas estratégias em busca de maior competitividade**. Florianópolis, 2007. Mimeografado.

POLETTI, P. et al. **Downstream processing of pectinase produced by *Aspergillus niger* in solid state cultivation and its application to fruit juices clarification**. Food Science and Technology, v. 35, n. 02, p. 391-397, 2015.

REETZ, E. et al. **Anuário Brasileiro da Fruticultura**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta, 2015. 104 p.

SANTOS, A. A. et al. **Dosagem de açúcares redutores com o reativo DNS em microplaca**. Brazilian Journal of Food Technology, v. 20, 2017.

SOMOGYI, M. **Notes on sugar determination**. Journal of Biological Chemistry, v. 95, p. 267-272, 1952.

TAPRE, A. R.; JAIN, R. K. **Pectinases: enzymes for fruit processing industry**. International Food Research Journal, v. 21, n. 2, p. 447-453, 2014.

UENOJO, M.; PASTORE, G. **Pectinases: aplicações industriais e perspectivas**. Química Nova, v. 30, n. 2, p. 388-394, 2007.

SOBRE AS ORGANIZADORAS

VANESSA BORDIN VIERA bacharel e licenciada em Nutrição pelo Centro Universitário Franciscano (UNIFRA). Mestre e Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Docente no Instituto Federal do Amapá (IFAP). Editora da subárea de Ciência e Tecnologia de Alimentos do Journal of bioenergy and food science. Líder do Grupo de Pesquisa em Ciência e Tecnologia de Alimentos do IFAP. Possui experiência com o desenvolvimento de pesquisas na área de antioxidantes, desenvolvimento de novos produtos, análise sensorial e utilização de tecnologia limpas.

NATIÉLI PIOVESAN Docente no Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN), graduada em Química Industrial e Tecnologia em Alimentos, pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Possui graduação no Programa Especial de Formação de Professores para a Educação Profissional. Mestre e Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Atua principalmente com o desenvolvimento de pesquisas na área de antioxidantes naturais, desenvolvimento de novos produtos e análise sensorial.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-340-8

