

A Produção do
Conhecimento
**nas Ciências
da Saúde 2**

**Benedito Rodrigues da Silva Neto
(Organizador)**

Atena
Editora

Ano 2019

Benedito Rodrigues da Silva Neto
(Organizador)

**A Produção do Conhecimento nas Ciências
da Saúde**
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: Lorena Prestes e Geraldo Alves

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)

P964 A produção do conhecimento nas ciências da saúde 2 [recurso eletrônico] / Organizador Benedito Rodrigues da Silva Neto. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (A Produção do Conhecimento nas Ciências da Saúde; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-299-9

DOI 10.22533/at.ed.999193004

1. Abordagem interdisciplinar do conhecimento. 2. Saúde – Pesquisa – Brasil. I. Silva Neto, Benedito Rodrigues da. II. Série.

CDD 610.7

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Temos o prazer de apresentarmos o segundo volume da coleção “A Produção do Conhecimento nas Ciências da Saúde”, caracterizado novamente por atividades de pesquisa desenvolvidas em diversas regiões do Brasil.

Congregamos neste volume informações inéditas apresentadas sob forma de trabalhos científicos na interface da importância dos estudos a nível de pesquisa nutricional.

Com enfoque direcionado avaliações, caracterização, comparação e quantificação de novos produtos, substratos e constituintes de fontes alimentares diversas, assim como é diverso o contexto alimentar brasileiro. Acreditamos que os diversos dados aqui descritos poderão contribuir com a formação e avanços nos estudos ligados à importância da alimentação na saúde do indivíduo.

Devido ao aumento de fontes de informação observamos uma busca cada vez maior da população sobre conteúdos ligados à qualidade de vida. A alimentação e práticas saudáveis estão entre os termos mais buscados, o que demonstra um interesse cada vez maior da população jovem e de terceira idade. Assim, torna-se muito relevante informações precisas e fidedignas que estejam relacionadas à melhor alimentação.

Deste modo, dados obtidos nas diversas regiões do país com metodologia de pesquisa implementada e característica científica sólida desenvolvidos e publicados no formato de leitura acadêmica são relevantes para atualização do conhecimento sobre o conceito da alimentação, nutrição e qualidade de vida.

A multidisciplinaridade integrando cada capítulo forma uma linha de raciocínio que permitirá ao leitor ampliar seus conhecimentos e embasar novos conceitos.

Portanto, o conteúdo de todos os volumes é significativo não apenas pela teoria bem fundamentada aliada à resultados promissores, mas também pela capacidade de professores, acadêmicos, pesquisadores, cientistas e da Atena Editora em produzir conhecimento em saúde nas condições ainda inconstantes do contexto brasileiro. Desejamos que este contexto possa ser transformado a cada dia, e o trabalho aqui presente pode ser um agente transformador por gerar conhecimento em uma área fundamental do desenvolvimento como a saúde.

Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
CARACTERIZAÇÃO E COMPARAÇÃO DE ROTULAGEM NUTRICIONAL EM BARRAS DE CEREAIS COMERCIALIZADAS EM TERESINA- PI	
Fernanda de Oliveira Gomes	
Crislane de Moura Costa	
Daisy Jacqueline Sousa Silva	
Thaise Kessiane Teixeira Freitas	
Ana Karine de Oliveira Soares	
Amanda de Castro Amorim Serpa Brandão	
Regilda Saraiva dos Reis Moreira-Araújo	
DOI 10.22533/at.ed.9991930041	
CAPÍTULO 2	11
DESENVOLVIMENTO DE COCADA ISENTA DE LACTOSE COM ADIÇÃO DE AMENDOIM	
Thalita Gabrielle Oliveira	
Thânya Maria Araújo Guimarães	
Iraíldo Francisco Soares	
Amanda de Castro Amorim Serpa Brandão	
Maria Fabrícia Beserra Gonçalves	
Robson Alves da Silva	
Regilda Saraiva dos Reis Moreira-Araújo	
DOI 10.22533/at.ed.9991930042	
CAPÍTULO 3	20
ESTUDO DO APROVEITAMENTO DAS PARTES NÃO COMESTÍVEIS DE HORTALIÇAS EM RESTAURANTES COMERCIAIS POPULARES DO COMÉRCIO DE BELÉM DO PARÁ	
Vitória Micaely Torres Carvalho	
Ester de Freitas Santos	
Regiane Soares Ramos	
Alessandra Eluan da Silva	
Sara Caroline Pacheco de Oliveira	
Thalia de Oliveira Ferreira	
DOI 10.22533/at.ed.9991930043	
CAPÍTULO 4	27
UTILIZAÇÃO DA FRUTA AMAZÔNICA ABRICÓ (<i>Mammea americana</i>) PARA ELABORAÇÃO DE UMA CERVEJA ARTESANAL	
Thaynara Chagas Soares	
Hudson Silva Soares	
Beatriz Rafaela Varjão do Nascimento	
Anderson Mathias Pereira	
Leiliane do Socorro Sodré de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.9991930044	

CAPÍTULO 5	38
ACEITABILIDADE DE BOLO ENRIQUECIDO COM BIOMASSA DE BANANA VERDE ORGÂNICA	
Suzete Maria Micas Jardim Albieri Bárbara Jardim Mariano Gabriela Viana da Silva Freire	
DOI 10.22533/at.ed.9991930045	
CAPÍTULO 6	43
ALTERAÇÕES NA QUALIDADE DE RAÍZES DE MANDIOCA (<i>Manihot esculenta</i> CRANTZ) MINIMAMENTE PROCESSADAS	
Anderson Mathias Pereira Leiliane do Socorro Sodré de Souza Érica Oliveira da Silva Edilane Teixeira Castelo Branco Carlos Ramon de Paula	
DOI 10.22533/at.ed.9991930046	
CAPÍTULO 7	51
ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DAS FRUTAS DA REGIÃO SUDESTE DO PARÁ (CUPU�A�U E TAPEREBÁ)	
Brenda Vieira da Silva Danúbia Santos Barros Ellem de França Lima Luciane Batistella	
DOI 10.22533/at.ed.9991930047	
CAPÍTULO 8	59
APROVEITAMENTO INTEGRAL DA MELANCIA (<i>Citrullus lanatus</i>) EM LATICÍNIOS	
Roberta Barbosa de Meneses Emili Martins dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.9991930048	
CAPÍTULO 9	69
AVALIA�O DA ADEQUA�O DE RÓTULOS DE ALIMENTOS VOLTADOS PARA O PÚBLICO INFANTIL EM FUN�O DA DECLARA�O DE ALERG�NICOS: ESTUDO DOS INGREDIENTES OVO, TRIGO E OLEAGINOSAS	
Marina de Almeida Lima Rita de Cássia Souza Fernandes Camila de Meirelles Landi Andrea Carvalheiro Guerra Matias	
DOI 10.22533/at.ed.9991930049	
CAPÍTULO 10	77
AVALIA�O DA COMPOSI�O CENTESIMAL DE COOKIES INTEGRAIS CONVENCIONAL E ORGÂNICO	
Ira�ldo Francisco Soares Jany de Moura Crisóstomo Jorgiana Araújo Libânio Nathanael Ibsen da Silva Soares Robson Alves da Silva	

Ana Karine de Oliveira Soares
Amanda de Castro Amorim Serpa Brandão
Regilda Saraiva dos Reis Moreira-Araújo

DOI 10.22533/at.ed.99919300410

CAPÍTULO 11 86

AVALIAÇÃO DA EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS DA POLPA E CASCA DO JENIPAPO (*Genipa americana* L.)

Tenila dos Santos Faria
Vivian Consuelo Reolon Schmidt
Miria Hespanhol Miranda Reis
Vicelma Luiz Cardoso

DOI 10.22533/at.ed.99919300411

CAPÍTULO 12 94

AVALIAÇÃO DE PRODUTOS VOLTADOS AO PÚBLICO INFANTIL EM RELAÇÃO À ROTULAGEM DE ALERGÊNICOS: ESTUDO DOS INGREDIENTES LEITE E SOJA

Rita de Cassia de Souza Fernandes
Marina de Almeida Lima
Paola Biselli Ferreira Scheliga
Andrea Carvalheiro Guerra Matias

DOI 10.22533/at.ed.99919300412

CAPÍTULO 13 104

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA INFLUÊNCIA DA MACA PERUANA (*Lepidium meyenii*) EM MORTADELA

Adriana Aparecida Droval
Anderson Lazzari
Natália da Silva Leitão Peres
Leticia Cabrera Parra Bortoluzzi
Flávia Aparecida Reitz Cardoso
Renata Hernandez Barros Fuchs
Leila Larisa Medeiros Marques
Maria Gabriella Felipe Silva

DOI 10.22533/at.ed.99919300413

CAPÍTULO 14 116

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE E RENDIMENTO DE QUEIJOS MINAS PADRÃO ELABORADOS COM DIFERENTES AGENTES ADICIONADOS NO MOMENTO DA COAGULAÇÃO PARA PADRONIZAÇÃO DE METODOLOGIA A SER UTILIZADA EM AULA PRÁTICA DE PROCESSAMENTO DE LEITE

Ulisses Rodrigues de Alencar
Gustavo Bruno da Silva
Sarah Joyce Balbino
Renata Cunha dos Reis

DOI 10.22533/at.ed.99919300414

CAPÍTULO 15 125

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO QUÍMICA E TECNOLÓGICA DE FARINHAS DE MARACUJÁ (*Passiflora edulis*)

Márlia Barbosa Pires
Josiele Lima Lobão
Juliana Guimarães da Silva

DOI 10.22533/at.ed.99919300415

CAPÍTULO 16 134

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE REPOLHO ROXO (*Brassica oleracea*) E OBTENÇÃO DE EXTRATO ANTOCIÂNICO

Auryclennedy Calou de Araújo
Flávio Luiz Honorato da Silva
Josivanda Palmeira Gomes
Francilânia Batista da Silva
Jarderlany Sousa Nunes
Sonara de França Sousa
Angela Lima Meneses de Queiroz

DOI 10.22533/at.ed.99919300416

CAPÍTULO 17 143

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, QUANTIFICAÇÃO DOS COMPOSTOS BIOATIVOS E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DE MÉIS PARAENSES

Iuri Ferreira da Costa
Maricely Janette Uría Toro

DOI 10.22533/at.ed.99919300417

CAPÍTULO 18 150

CARACTERIZAÇÃO DO CONCENTRADO PROTEICO DE PEIXE OBTIDO A PARTIR DA CABEÇA DO PIRARUCU (*Arapaima gigas*)

Lara Milhomem Guida
Mariana Carvalho Barbosa
Amanda Campos Feitosa
Jorquiana Ferreira Leite
Abraham Damian Giraldo Zuniga

DOI 10.22533/at.ed.99919300418

CAPÍTULO 19 156

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO MEL DA ABELHA JATAÍ (TETRAGONISCA ANGUSTULA) PROVENIENTE DE DIFERENTES REGIÕES DO ESTADO DO PARANÁ

Lúcia Felicidade Dias
Isabel Craveiro Moreira Andrei
Any Ellen Prestes Lopes
Sumaya Hellu El Kadri Nakayama
Thais Helena de Souza
Bárbara Rodrigues da Rocha

DOI 10.22533/at.ed.99919300419

CAPÍTULO 20 168

CHITOSAN/NANOZNO EDIBLE COATINGS: PREPARATION AND ACTIVE FOOD PACKING APPLICATION

Andrelina Maria Pinheiro Santos
Alinne Araujo Demetrio
Márcia Monteiro dos Santos
Enayde de Almeida Melo

DOI 10.22533/at.ed.99919300420

CAPÍTULO 21 178

COMPARAÇÃO DA CINÉTICA DE SECAGEM DE MAÇÃ ARGENTINA (*Malus domestica* 'RED DELICIOUS') E MAÇÃ VERDE (*Malus domestica* 'GRANNY SMITH')

Luan Gustavo dos Santos
Amanda dos Santos Fernandes
Maria Fernanda Bezerra Dorigon
Michele Arias Delfino dos Santos
Raquel Manozzo Galante
Leandro Osmar Werle

DOI 10.22533/at.ed.99919300421

CAPÍTULO 22 188

COMPOSIÇÃO CENTESIMAL, ÍNDICE DE ABSORÇÃO EM ÁGUA E ÍNDICE DE SOLUBILIDADE EM ÁGUA DE FARINHA DE TRIGO COMERCIALIZADA EM TERESINA-PI

Amanda de Castro Amorim Serpa Brandão
Clélia de Moura Fé Campos
Daisy Jacqueline Sousa e Silva
Debora Thaís Sampaio da Silva
Maria Fabrícia Beserra Gonçalves
Maria Lícia Lopes Moraes Araújo
Regilda Saraiva dos Reis Moreira-Araújo

DOI 10.22533/at.ed.99919300422

CAPÍTULO 23 195

DESENVOLVIMENTO DE BRIGADEIRO A BASE DE BIOMASSA DE BANANA VERDE (*Musa spp.*) E CÔCO

Anne Rafaele da Silva Marinho
Nayla Caroline Melo Santana
Rackel Carvalho Costa
Daisy Jacqueline Sousa e Silva
Amanda de Castro Amorim Serpa Brandão
Maria Fabrícia Beserra Gonçalves
Clélia de Moura Fé Campos
Regilda Saraiva dos Reis Moreira-Araújo

DOI 10.22533/at.ed.99919300423

CAPÍTULO 24 204

DESENVOLVIMENTO DE FILMES ANTIOXIDANTES DE ISOLADO PROTEICO DE SOJA ADICIONADOS DE EXTRATO DA CASCA DE PINHÃO

Karen Cristine de Souza
Luana Gabrielle Correa
Margarida Masami Yamaguchi
Lyssa Setsuko Sakanaka
Fernanda Vitória Leimann
Marianne Ayumi Shirai

DOI 10.22533/at.ed.99919300424

CAPÍTULO 25 212

DESENVOLVIMENTO DE NUGGET A BASE DE CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE TILÁPIA ADICIONADO DE CORANTES NATURAIS

Deborah Santesso Bonnas
Raquel de Oliveira Marzinotto
Eduardo Santos Almeida

DOI 10.22533/at.ed.99919300425

CAPÍTULO 26 220

DOES MONOSODIUM GLUTAMATE IMPROVE SALTY FLAVOR ACCEPTANCE OF MEAT FOOD PRODUCTS?

Desiree Rita Denelle Bernardo
Natália Portes Thiago Pereira
Juliana Massami Morimoto
Andrea Carvalheiro Guerra Matias

DOI 10.22533/at.ed.99919300426

CAPÍTULO 27 229

EFEITO DA MISTURA DOS AMIDOS DE ARARUTA, ARROZ E MANDIOCA NAS CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DA MASSA DO PÃO DE QUEIJO CONGELADO

Marly Sayuri Katsuda
Indira da Silva Papalia
Paulo de Tarso Carvalho
Elizabeth Mie Hashimoto
Deyse Sanae Ota
Jonas de Sousa

DOI 10.22533/at.ed.99919300427

CAPÍTULO 28 241

ELABORAÇÃO DE UM PRODUTO HIPERCALÓRICO A BASE DE AMENDOIM

Fábio de Vargas Chagas
Gabriela da Silva Schirmann
Guilherme Cassão Marques Bragança
Mônica Palomino de Los Santos
Reni Rockenbach
Vera Maria de Souza Bortolini

DOI 10.22533/at.ed.99919300428

CAPÍTULO 29 250

ELABORAÇÃO E ANÁLISE NUTRICIONAL E SENSORIAL DE BISCOITOS COM DIFERENTES TEORES DE FARINHA DE ENTRECASCA DE MANDIOCA

Marianne Louise Marinho Mendes
Julia Millena dos Santos Silva
Keila Mendes Ferreira
Cristhiane Maria Bazílio de Omena Messias

DOI 10.22533/at.ed.99919300429

CAPÍTULO 30 260

ELABORAÇÃO E ANÁLISE SENSORIAL DE IOGURTE SABOR AÇAÍ (*Euterpe oleracea* MART.)

Naylanne Lima de Sousa
Matheus Silva Alves
Wolia Costa Gomes
Adrielle Zagnignan
Luís Cláudio Nascimento da Silva
Lívia Cabanez Ferreira
Alexsandro Ferreira dos Santos
Lívia Muritiba Pereira de Lima Coimbra

DOI 10.22533/at.ed.99919300430

CAPÍTULO 31 270

ESTÍMULO AO CONSUMO DE FRUTAS: ANÁLISE SENSORIAL DE FRUTAS DESIDRATADAS POR ADOLESCENTES DE UMA ESCOLA PÚBLICA

Cristhiane Maria Bazílio de Omena Messias
Yanna Gabrielle Hermogens Ferreira
Hanna Nicole Teixeira Lopes
Emerson Iago Garcia e Silva
Marianne Louise Marinho Mendes

DOI 10.22533/at.ed.99919300431

CAPÍTULO 32 280

NÍVEL DE SATISFAÇÃO DOS USUÁRIOS DO RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO

Bruna Carvalho de Oliveira
Patrícia Maria Vieira
Estelamar Maria Borges Teixeira

DOI 10.22533/at.ed.99919300432

CAPÍTULO 33 286

NOVA BEBIDA KEFIR A PARTIR DE EXTRATO DE ARROZ INTEGRAL (*Oryza sativa* L.)

Pedro Paulo Lordelo Guimarães Tavares
Adriana Silva Borges
Renata Quartieri Nascimento
Márcia Regina da Silva
Larissa Farias da Silva Cruz
Maria Eugênia de Oliveira Mamede
Karina Teixeira Magalhães-Guedes

DOI 10.22533/at.ed.99919300433

CAPÍTULO 34 294

**OTIMIZAÇÃO DA GELATINA OBTIDA DE COPRODUTO DE TILÁPIA DO NILO
(*Oreochromis niloticus*)**

Beatriz Helena Paschoalinotto
Camila da Silva Venancio
Wigor Pereira de Oliveira
Flávia Aparecida Reitz Cardoso
Renata Hernandez Barros Fuchs
Adriana Aparecida Droval
Leila Larisa Medeiros Marques

DOI 10.22533/at.ed.99919300434

CAPÍTULO 35 305

**PREDIÇÃO DA SOLUBILIDADE DE CONSTITUINTES DO ÓLEO DE JAMBU EM
CO₂ SUPERCRÍTICO, UTILIZANDO CONTRIBUIÇÃO DE GRUPOS E EQUAÇÕES
DE ESTADO**

Ana Paula de Souza e Silva
Cinthyá Elen Pereira de Lima
Eduardo Gama Ortiz Menezes
Marielba de Los Angeles Rodriguez Salazar
Glides Rafael Olivo Urbina
Priscila do Nascimento Bezerra
Fernanda Wariss Figueiredo Bezerra
Maria Caroline Rodrigues Ferreira
Antônio Robson Batista de Carvalho
Flávia Cristina Seabra Pires
Pedro Alam de Araújo Sarges
Raul Nunes de Carvalho Junior

DOI 10.22533/at.ed.99919300435

CAPÍTULO 36 315

**QUANTIFICAÇÃO DE COMPOSTOS ANTIOXIDANTES PRESENTES EM EXTRATO
OBTIDO A PARTIR DE CASCAS DE UVAS ARAGONEZ**

Roberta Barreto de Andrade
Gabriele de Abreu Barreto
Marcelo Andres Umsza Guez
Bruna Aparecida Souza Machado

DOI 10.22533/at.ed.99919300436

CAPÍTULO 37 325

**VIABILIDADE DE UTILIZAÇÃO DE CHIA NA PRODUÇÃO DE PÃO DE FORMA
ISENTO DE GLÚTEN**

João Tomaz da Silva Borges
Cláudia Denise de Paula
Ludmilla de Carvalho Oliveira
Suelen Race Araújo Carvalho
Carlos Alberto de Oliveira Filho
Emily Lacerda Alvarenga

DOI 10.22533/at.ed.99919300437

CAPÍTULO 38 342

**VOLATILE COMPOUNDS OF PEANUT BUTTER FRUIT (*Bunchosia armeniaca*)
HARVESTED AT THREE DIFFERENT STAGES**

Ulisses Rodrigues de Alencar

Jéssyca Santos Silva

Eduardo Valério de Barros Vilas Boas

Clarissa Damiani

DOI 10.22533/at.ed.99919300438

SOBRE O ORGANIZADOR..... 350

CHITOSAN/NANOZNO EDIBLE COATINGS: PREPARATION AND ACTIVE FOOD PACKING APPLICATION

Andrelina Maria Pinheiro Santos

Department of Chemical Engineering, Federal University of Pernambuco, Av. Prof. Moraes Rego, 1235, CEP: 50670-901.

*Email: lia_pinheiro@yahoo.com.br

Alinne Araujo Demetrio

Department of Home Sciences, Rural Federal University of Pernambuco. Street Dom Manuel de Medeiros s/n, CEP: 52171-9000

Márcia Monteiro dos Santos

Department of Chemical Engineering, Federal University of Pernambuco, Av. Prof. Moraes Rego, 1235, CEP: 50670-901

Enayde de Almeida Melo

Department of Home Sciences, Rural Federal University of Pernambuco. Street Dom Manuel de Medeiros s/n, CEP: 52171-9000

ABSTRAC: These studies develop edible coatings using as biopolymer chitosan additive with nanoZnO and evaluate the effectiveness in preserving in guavas. To determinate the best conditions were used the fractional factorial 2^{4-1} experiment design technique. All assays was conducted at $22 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$ and samples were taken at 48 hours to determinations of total acidity (TA); soluble solids (SS); SS/TA ratio, pH, water activity (aw) and weight loss. The results demonstrate the coatings containing chitosan pure (0.5%) and chitosan (0.5%) + nanoZnO (0.2%) were effective against the onset of rot. A

new set of assays with chitosan coatings (0.5%) and chitosan (0.5%) + nanoZnO (0.2%) was conducted with 21 days of storage time. The results compared with controls (fruits without coating), showed higher levels SS and SS/TA ratio, especially fruit coating containing nanoZnO and inhibition of microorganism contamination. Also demonstrated that nanoZnO prevent the ripening of the fruit due the antimicrobial activity of nanoZnO. This result suggests the potentiality/viability in edible coatings chitosan with nanoZnO.

KEYWORDS: nanoZnO, chitosan, edible coatings, antimicrobial activity, shelf life, guavas

1 | INTRODUCTION

The importance of nanotechnology increases in the last decades due the potential this technology to alter physicochemical properties of materials developed in nanometric scale and enabling the development of new innovative products in several applications industrial (Beumer; Bhattacharya, 2013; Chen; Yada, 2011). In the food industry, the nanotechnology, beyond the technological innovation potential (Gruère, 2012; Chaudhry; Castle, 2011; Duncan, 2011; Frewer *et al.*, 2011), however, studies have shown that consumers are skeptical about the perception and acceptance of this

new technology applied in food industry, but with more positive acceptance in food packing (Brown; Fatehi; Kuzma, 2015; Bieberstein *et al.*, 2013; Schnettler *et al.*, 2013). It's important highlight, this behavior is not exclusive for food industry, also occurred with others innovative technologies implemented in food production (Verneau *et al.*, 2014; Schnettler *et al.*, 2013, Rollin; Kennedy; Wills, 2011). The numerous benefits of nanotechnology are important this technology this consumers opinion became an obstacle to application, but as challenge to stimulate changes in consumer attitudes

Among the various nanoparticulate materials, inorganic oxides, such as titanium oxide (TiO₂), magnesium oxide (MgO), calcium oxide (CaO) and zinc oxide (ZnO), stand out for their antimicrobial property (Sawai, 2003, Rana *et al.*, 2006). These characteristics are especially important when evaluating the feasibility of applying the material in the manufacture of food packaging, since during food preservation processes, most employ high temperatures and pressures (Katsaros *et al.*, 2009, Kawshik *et al.*, 2013, Scolari *et al.*, 2015, Andrés *et al.*, 2016). In this way, nanocomposites become promising to be applied in the development of food packaging (Hu *et al.*, 2014, Reddy *et al.*, 2013, Duncan, 2011, Arora & Padua, 2010). Among the inorganic oxides mentioned, zinc oxide (ZnO) at the nanoscale has received attention due the differentiated properties, such as piezoelectric, wide and gap ($E_g = 3.37\text{eV}$), large excitation binding energy (60meV), photoluminescence, optical (Petersen *et al.*, 2009; Vafae & Ghamsari, 2007, Lo *et al.*, 2006; Aslan *et al.*, 2004), immobilization biomolecules (Zhang *et al.*, 2004), gas sensing devices (Hsueh & Hsu, 2008), hydrogen sensors (Rout *et al.*, 2006), biosensor application (Gopikrishnan *et al.*, 2010, Krishnamoorthy *et al.*, 2006, Choopun *et al.*, 2007). However, the antimicrobial property of nanoZnO was reported by several authors (Adams *et al.*, 2006; LI *et al.*, 2008; Sawai, 2003; Franklin *et al.*, 2007; Brayner *et al.*, 2006).

Studies have been carried out to understand the mechanism of action of this compound in the microbial cell. The inhibition of bacterial growth promoted by nanoZnO has been pointed out as a result of the photocatalytic generation of hydrogen peroxide, besides the disorganization in the membrane of the microorganisms caused by the contact and penetration of the nanoparticles (Sawai, 2003, Huang *et al.*, 2010; Brayner *et al.*, 2006). Atmarca *et al.* (1998) suggested that these ions when binding to the membranes of the microorganisms can prolong the phase of retardation of the microbial growth cycle.

Although zinc oxide (ZnO) is an inorganic compound widely used in everyday applications such as food supplement and additive, and is listed as a material GRAS (Generally Recognized as Safe), Recognized as safe by a Food and Drug Administration (FAO), studies still necessary to understand the mechanism of action of this nanocomposite in the human organism (Sahu *et al.*, 2013; Hajipour *et al.*, 2012; Lipovsky *et al.*, 2011).

Chitosan, biopolymer derived from renewable natural source has several applications. In the area of food is widely used as films and coatings for packaging,

due to its antibacterial and antifungal properties that increase the protection of food. Has a low barrier property to gases and water vapor (Elsabee; Abdou, 2013). New alternatives, such as nanotechnology, can be applied to improve the barrier properties of this biopolymer, in addition to being able to bring benefits of cost and efficiency (Sorrentino et al., 2007). Thus, the incorporation of the ZnO nanoparticles to the chitosan biopolymer has been studied to improve antimicrobial property, as well as barrier property (Ducan, 2011). It is noteworthy that the antimicrobial action of nanoZnO against bacteria *E. coli* and *S. aureus* (Randhawa et al, 2010). Therefore, the objective of this work was to develop a coating edible based on chitosan added nanoZnO for application in fruits (guavas) evaluating the influence this nanocomposite on ripening process, microorganism contamination during the storage time with the aim to increase the shelf life maintaining nutritional and sensory quality of the fruit.

2 | MATERIAL AND METHODS

2.1 Preparation of coating

The coating was prepared according the conditions in Table 1. The study was conducted in two steps. The first step (10 days) applying the experimental design to select the best conditions of edible coating. The second step, 21 days of storage, was employ the best conditions defined in the first step. Chitosan (SIGMA-ALDRICH Chemistry) was dissolved in acetic acid solution (0.5% v/v) at 50° C, and under agitation on magnetic stirrer (TECNAL). Under agitation, when formed a filmogenic and homogeneous solution, the nanoZnO, a white powder with a textured surface and particle size < 140nm, was synthesized in the Laboratory of Devices and Nanostructures (LDN/UFPE), was added in the filmogenic solution. The mixture was stopped after the complete dispersion of nanoZnO powder in chitosan gel.

Assay	Immersion time (min)	Immersion temperature (°C)	Concentration nanoZnO (%)	Concentration of chitosan (%)
01	2.0	30.0	0.0	0.5
02	5.0	30.0	0.0	1.5
03	2.0	40.0	0.0	1.5
04	5.0	40.0	0.0	0.5
05	2.0	30.0	0.2	1.5
06	5.0	30.0	0.2	0.5
07	2.0	40.0	0.2	0.5
08	5.0	40.0	0.2	1.5
09	3.5	35.0	0.1	1.0
10	3.5	35.0	0.1	1.0
11	3.5	35.0	0.1	1.0

2.2 Coating guavas

Guavas (300 units) at the stage of ripening green and semi-ripening were purchase fruit commerce (CEASA/PE), using as criterion selection: color the fruit of dark green up to light green were selected with to standardize to homogeneity the fruits by size, degree of ripeness and physical integrity. After selection, the fruits were washed water, sanitized in the hypochlorite solution 2% for 15 min and dry at 22°C. The immersion process was carried out dipping the guavas into the gel of chitosan/nanoZnO in accordance with the conditions defined by experimental design item 2.1. All samples were kept in a room with temperature control (22° C ± 1.0). Every 48 hours samples were taken to analyze titratable acidity (TA), soluble solids (SS), pH and water activity (aw) according the AOAC methodology (2002). In addition, it was also verified the presence/absence of rot, internal and external color of the guavas and loss of mass.

2.3 Statistical treatment

The experiments were conducted in triplicate and expressed as mean and Duncan and t-test, with significance at p< 0.05, using the statistical program Statsoft-v5.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Edible Coating Experimental Design – Visual Aspects

The visual aspects of guavas related to color (external and internal) and the presence of rot in fruit observed during 10 days of storage (Table 02). The coatings with and without nanoZnO did not inhibit the ripening of guavas. Another point, the time and temperature of immersion influenced to improve the efficiency of the coating with a coating more homogenous coating. When compare the fruits with coating and control sample (without coating) in 5 days the control presented a high degree of rot. The best results were achieved with runs 04 and 07 (Table 2). This result demonstrated the influence of nanoZnO as active agent in edible coatings is increase because the antimicrobial property of nanoZnO. This antimicrobial activity was observed to Hajipour et al, 2012. And when added to biopolymers, as acid alginic and starch (wheat et al., 2012), chitosan (Zhao et al., 2013), gelatin in the development films to apply in the fabrication food packing, the nanoZnO, oxide metal, could be improve active function and barrier and mechanical properties. These authors verified a significant gain shelf life and maintaining the nutritional value, approximately 50%, depending of the formulation of the coating and fruit.

Assay	Variables				10 days		Rot
	Immersion Time(min)	Immersion T°C	nanoZnO (g _{nanoZnO} /g _{chitosan})	Conc. chitosan	Color		
					External	Internal	
Control	-	-	-	-	DG	R	P
01	2.0	30	0.0	0.5	DG	DR	P
02	5.0	30	0.0	1.5	DG	R	P
03	2.0	40	0.0	1.5	YG	LP	A
04	5.0	40	0.0	0.5	DG	LP	A
05	2.0	30	0.2	1.5	YG/DG	R	A
06	5.0	30	0.2	0.5	YG/DG	LP	A
07	2.0	40	0.2	0.5	DG	P/LP	A
08	5.0	40	0.2	1.5	DG	LP	A
09	3.5	35	0.1	1.0	YG	LP	A
10	3.5	35	0.1	1.0	YG/DG	LP	A
11	3.5	35	0.1	1.0	YG/DG	LP	A

Table 2. Effect of edible films encapsulated with nanoZnO on color and guava rot after ten days of storage at room temperature as a function of control.

3.2 Stability of guavas with coating

The stability was evaluated with run 04 and 07 and storage time of 20 days. Results weight of loss (Figure 1), titratable acidity (TA) (Figure 2A), soluble solids (SS) (Figure 2B3), TA/SS ratio (Figure 2C). The weight of loss of guavas coated with Chitosan with or without nanoZnO, after 21 days of storage, was 32.34% (E4) and 23.13% (E7) the percentage of weight of loss increase with nanoZnO add the chitosan coating. In this work was verify that during 20 days of storage the mass loss of control guava was more 70%, in the guavas with only chitosan coatings around 50%, and chitosan/nanoZnO coating (Figure 1) less 40% (Figure 1). May assume the presence of nanoZnO provides a protective effect to guava reducing weight of loss. Jiang and Li (2001) verified a reduce weight of loss of logan fruits using coating chitosan with different percentages of Chitosan (0.5%, 1% and 2%) and stored refrigerated (2° C) with moisture of 90%. The effects of coatings and storage temperatures on postharvest preservation of guavas Pedro-Santo (Oshiro *et al.*, 2012) coated with chitosan (1 and 3%, m/v) and gelatin (3%, m/v) or packaged in PVC film 17µm, stored for 28 days at 5° C and 10° C, with 80 ± 5% RH. The weight of weight of loss increase 25% when compare with control fruits, however, the same authors showed that when using packing with PVC verify a smallest weight of loss.

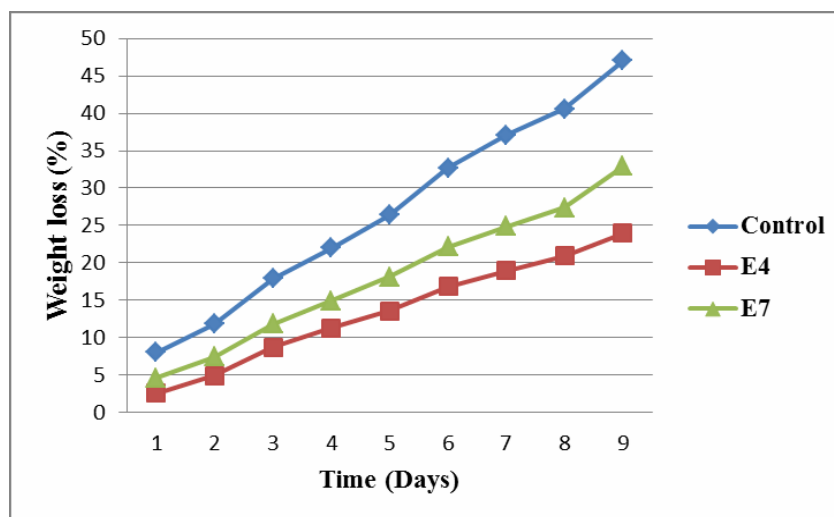
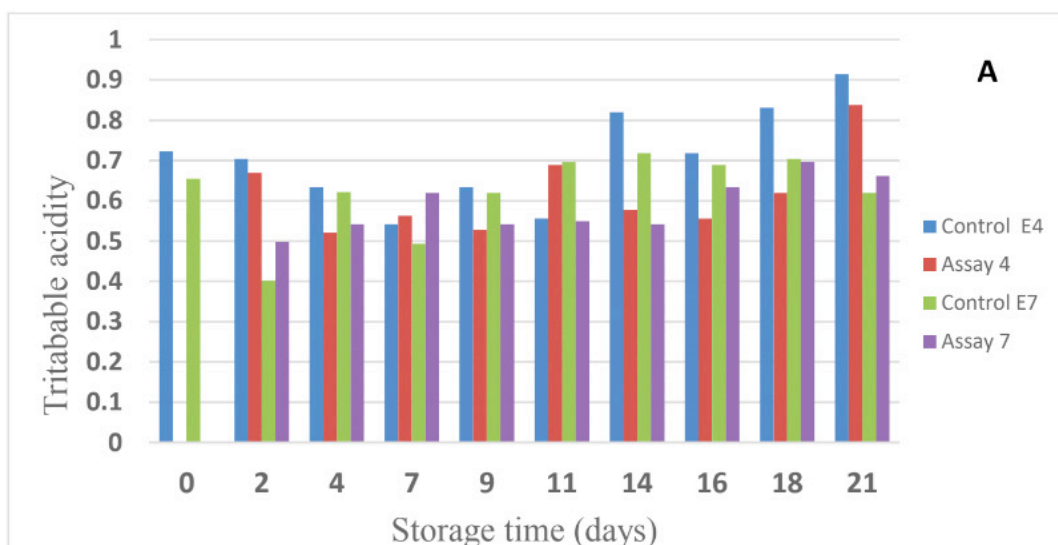


Figure 1. Weight loss the guavas. E7 (0.5% chitosan and 0.2% nanoZnO) and E4 (0.5% chitosan and 0% nanoZnO) fruits and their respective controls (uncoated fruit) (A), soluble solids (SS) (B), pH (C) and water activity (A_w) (D) by storage time.

Titrate acidity during the ripening fruits the decrease (TA), the value of soluble solids shows an increase (SS), with consequent increase of the SS/AT ratio. It is important to observe the treatment of the coating with or without nanoZnO did not inhibit the ripening of the fruit an effective antimicrobial agent and the coating decelerating the respiration of the fruit, allowing the increase of the shelf life. The results indicating that there is a viability of application of the nanoZnO as additive for food packing (film or coating). However, even the nanoZnO is a recognized as safe (GRAS) and approved by the FAO for industrial use, it is important to note that a material at nanoscale features differentiated properties when compared with micro or macro scale. In this way, it is necessary more systematic studies to evaluate the mechanisms of action of nanoZnO for future industrial applications. For industrial application of the nanocomposite it is important to meet certain requirements, such as security, nontoxicity, ease of application/handling, and low cost.



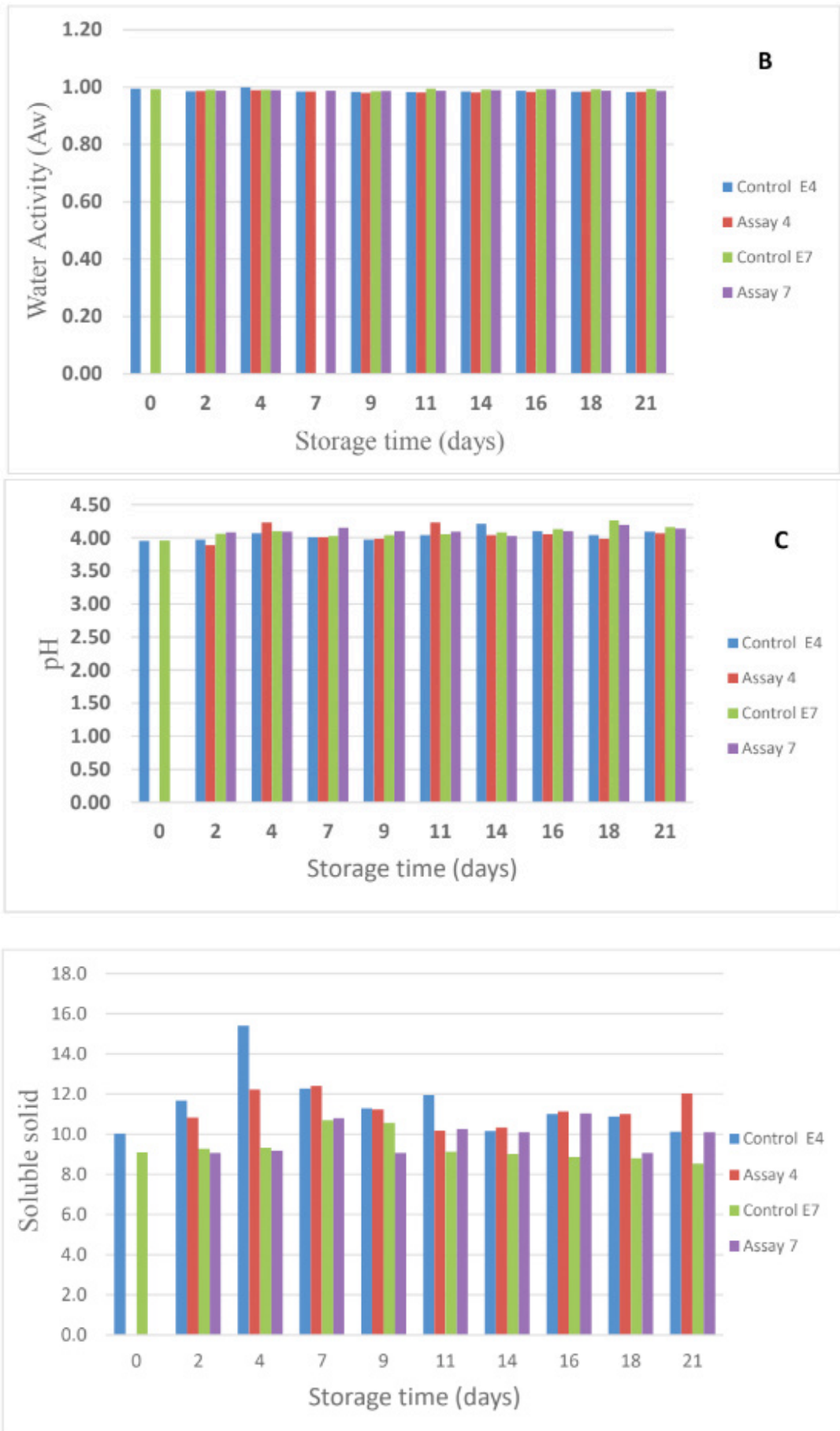


Figure 2. Physico-chemical characterization of E7 (0.5% chitosan and 0.2% nanoZnO) and E4 (0.5% chitosan and 0% nanoZnO) guavas and their respective controls (uncoated fruit). Titratable acidity (A), soluble solids (SS) (B), pH (C) and water activity (Aw) (D) by storage time

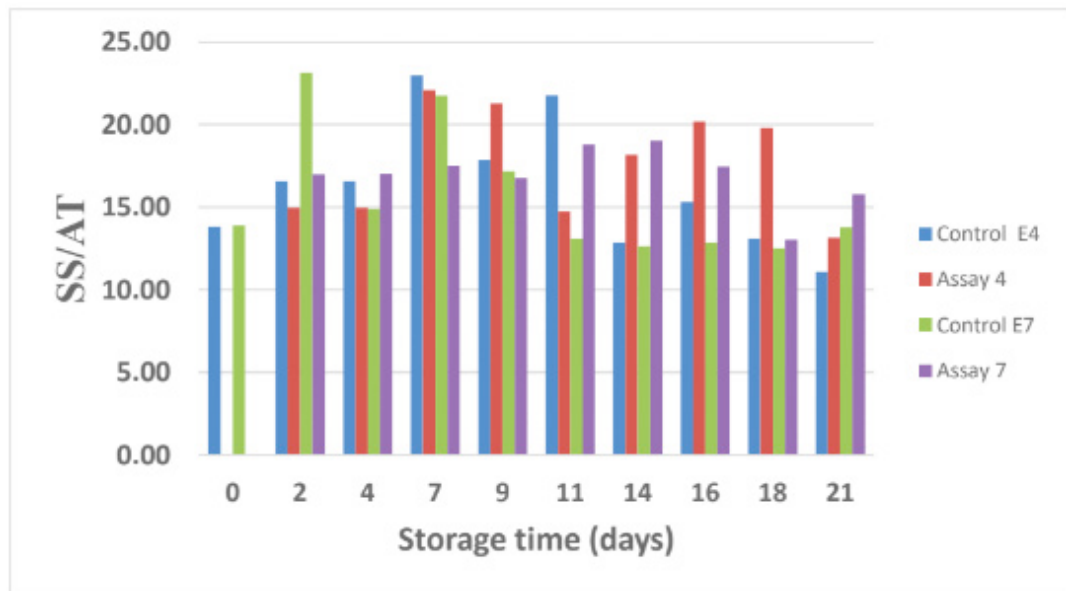


Figure 3. The physical-chemical characterization of fruits from the E7 assay (0.5% chitosan and 0.2% nanoZnO) and the E4 assay (0.5% chitosan and 0% nanoZnO) and their respective controls SS / AT ratio by storage time.

4 | ACKNOWLEDGEMENT

We would like to thank Prof. Edval J. P. Santos for nanoparticles of nanoZnO and the available of the Laboratory of Devices and Nanostructures (CTG / UFPE).

5 | CONCLUSION

Chitosan-based coatings add with nanoZnO shown effective antimicrobial activity, effective antimicrobial action in delaying the degradation of guavas, fruit selected in this research. The nanoZnO did not inhibit the ripening of the guava, only decelerated, probably by increasing the barrier in relation to the oxygen. A systematic study becomes necessary to evaluate the mechanism of action of this nanocomposite in the organism to comprehend the migration mechanism of nanoZnO. In addition, it verifies that nanoZnO is a compound with good perspectives of use as active agent in food packing.

REFERENCES

Adams, L.K.; Lyon, D.Y.; Alvarez, P.J.J. (2006) Comparative eco-toxicity of nanoscale TiO₂, SiO₂, and ZnO water suspensions. *Water Research*, v 19, n 40, p. 3527-3532.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (2002). *Official Methods of analysis*, v. 2, 17th, Arlington: AOAC.

Atmarca, S., Gul, K. Clcek, R. (1998) The effect of zinc on microbial growth. *Turkish Journal of Medicine*

and Science, n 28, p. 595-597.

Beumer, K.; & Bhattacharya, S. (2013). Emerging Technologies in India: developments, debates and silences about nanotechnology. *Science and Public Policy*, 40, 628 – 643.

Bieberstein, A.; Roosen, J.; Marette, S.; Blanchemanche, S.; & Vandermoere, F. (2013). Consumer choices for nano-food and nano-packaging in France and Germany. *European Review of Agricultural Economics*, 40 (1), 73 –94.

Brayner R, F.-I.R., Brivois N, Djediat S, Beneditti MF, Fiévet F., (2006) Toxicological impact studies based on *Escherichia coli* bacteria in ultrafine ZnO nanoparticles colloidal medium. *Nano Lett.*, v 4, n 6, p. 866-870.

Brown, J.; Fatehi, L.; & Kuzma, J. (2015) Altruism and skepticism in public attitudes toward food nanotechnologies. *Journal of Nanoparticle Research*, 17, 122 – 153.

Chaudhry, Q.; & Castle, L. (2011). Food applications of nanotechnologies: an overview of opportunities and challenges for developing countries. *Trends in Food Science & Technology*, 22 (11), 595 – 603.

Chen, H.; & Yada, R. (2011). Nanotechnologies in agriculture: new tools for sustainable development. *Trends in Food Science & Technology*, 22 (11), 585 – 594.

Duncan, T. V. (2011). Applications of nanotechnology in food packaging and food safety: barrier materials, antimicrobials and sensors. *Journal of Colloid and Interface Science*, 363 (1), 01 – 24.

Elsabee, M. Z.; Abdou, E. S. (2013), Chitosan based edible films and coatings: A review. *Materials Science and Engineering*. C.33, p. 1819–1841.

Franklin, N.M, R.N.; Apte, S.C.; Batley, G.E.; Gadd, G.E.; Casey, P.S. (2007) Comparative toxicity of nanoparticulate ZnO, bulk ZnO, and ZnCl₂ to a freshwater microalga (*Pseudokirchneriella subcapitata*): the importance of particle solubility. *Environment in Science Technology*, v 24, n 41, p. 8484-8490.

Frewer, L. J.; Bergmann, K.; Brennan, M.; Lion, R.; Meertens, R.; Rowe, G.; Siegrist, M.; & Vereijken, C. (2011). Consumer response to agri-food technologies: implications for predicting consumer acceptance of emerging food technologies. *Trends in Food Science & Technology*, 22 (8), 442 – 456.

Gruère, G. P. (2012). Implications of nanotechnology growth in food and agriculture in OECD countries. *Food Policy*, 37, 191 – 198.

Hajipour, M.J.; Fromm, K.M.; Ashkarran, A.A.; Aberasturi, D.J.; Larramendi, I.R.; Rojo, T.; Serpooshan, V.; Parak, W.J.; Mahmoudi, M. (2012) Antibacterial properties of nanoparticles. *Trends in Biotechnology*, v.30, n10.

Huang, J., et al. (2010), Large-scale synthesis of flowerlike ZnO nanostructure by a simple chemical solution route and its gas-sensing property. *Sensors and Actuators B: Chemical*. V 1, n146, p. 206-212.

JianG, Y.; LI, Y. (2001) Effects of chitosan coating postharvest life and quality of logan fruit. *Food Chemistry*, v 73, p 139-143.

Li, Q., et al. (2008), Antimicrobial nanomaterials for water disinfection and microbial control: Potential applications and implications. *Water Research*, v 18, n 42, p 4591-4602.

Rollin, F.; Kennedy, J.; & Wills, J. (2011). Consumer and new food technologies. *Trends in Food Science & Technology*, 22, 99 –111.

Sawai, J., (2003) Quantitative evaluation of antibacterial activities of metallic oxide powders (ZnO, MgO and CaO) by conductimetric assay. *Journal of Microbiological Methods*, v. 2, n.54, p. 177-182.

Schnettler, B.; Crisóstomo, G.; Sepúlveda, J.; Mora, M.; Lobos, G.; Miranda, H.; & Grunert, K.G. (2013). Food neophobia, nanotechnology and satisfaction with life. *Appetite*, 69, 71 – 79.

Verneau, F.; Caracciolo, F.; Coppola, A.; & Lombardi, P. (2014). Consumer fears and familiarity of processed foods: the value of information provided by the FTNS. *Appetite*, 73(1), 140 – 146.

Weili Hu, Shiyang Chen, Jingxuan Yang, Zhe Li, Huaping Wang, (2014) Functionalized bacterial cellulose derivatives and nanocomposites, *Carbohydrate Polymers* Volume 101, 30 January, 1043–1060.

SOBRE O ORGANIZADOR

Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto

Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado de Mato Grosso (2005), com especialização na modalidade médica em Análises Clínicas e Microbiologia. Em 2006 se especializou em Educação no Instituto Araguaia de Pós graduação Pesquisa e Extensão. Obteve seu Mestrado em Biologia Celular e Molecular pelo Instituto de Ciências Biológicas (2009) e o Doutorado em Medicina Tropical e Saúde Pública pelo Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública (2013) da Universidade Federal de Goiás. Pós-Doutorado em Genética Molecular com concentração em Proteômica e Bioinformática. Também possui seu segundo Pós doutoramento pelo Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciências Aplicadas a Produtos para a Saúde da Universidade Estadual de Goiás (2015), trabalhando com Análise Global da Genômica Funcional e aperfeiçoamento no Institute of Transfusion Medicine at the Hospital Universitätsklinikum Essen, Germany.

Palestrante internacional nas áreas de inovações em saúde com experiência nas áreas de Microbiologia, Micologia Médica, Biotecnologia aplicada a Genômica, Engenharia Genética e Proteômica, Bioinformática Funcional, Biologia Molecular, Genética de microrganismos. É Sócio fundador da “Sociedade Brasileira de Ciências aplicadas à Saúde” (SBCSaúde) onde exerce o cargo de Diretor Executivo, e idealizador do projeto “Congresso Nacional Multidisciplinar da Saúde” (CoNMSaúde) realizado anualmente no centro-oeste do país. Atua como Pesquisador consultor da Fundação de Amparo e Pesquisa do Estado de Goiás - FAPEG. Coordenador do curso de Especialização em Medicina Genômica e do curso de Biotecnologia e Inovações em Saúde no Instituto Nacional de Cursos. Como pesquisador, ligado ao Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública da Universidade Federal de Goiás (IPTSP-UFG), o autor tem se dedicado à medicina tropical desenvolvendo estudos na área da micologia médica com publicações relevantes em periódicos nacionais e internacionais.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-299-9

