

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

NATALIA CRISTINA DA SILVA

Extração assistida por ultrassom de compostos fenólicos de resíduos da polpa de acerola: encapsulação em nanopartículas de quitosana e aplicação como cobertura ativa de goiabas

Pirassununga

2020

NATALIA CRISTINA DA SILVA

Extração assistida por ultrassom de compostos fenólicos de resíduos da polpa de acerola: encapsulação em nanopartículas de quitosana e aplicação como cobertura ativa de goiabas

Versão Resumida

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre do programa de pós-graduação em Engenharia e Ciência de Materiais

Área de Concentração: Desenvolvimento, Caracterização e Aplicação de Materiais voltados à Agroindústria

Orientadora: Profa. Dra. Milena Martelli Tosi

Pirassununga

2020

Ficha catalográfica elaborada pelo
Serviço de Biblioteca e Informação, FZEA/USP,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S586e Silva, Natalia Cristina da
Extração assistida por ultrassom de compostos
fenólicos de resíduos da polpa de acerola:
encapsulação em nanopartículas de quitosana e
aplicação como / Natalia Cristina da Silva ;
orientadora Milena Martelli-Tosi. -- Pirassununga,
2020.
103 f.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação
em Engenharia e Ciência de Materiais) -- Faculdade
de Zootecnia e Engenharia de Alimentos,
Universidade de São Paulo.

1. Compostos fenólicos totais. 2.
Nanoencapsulação. 3. Quitosana. 4. Coberturas
ativas. 5. Goiaba. I. Martelli-Tosi, Milena,
orient. II. Título.

NATALIA CRISTINA DA SILVA

Extração assistida por ultrassom de compostos fenólicos de resíduos da polpa de acerola: encapsulação em nanopartículas de quitosana e aplicação como cobertura ativa de goiabas

Banca Examinadora:

1ª Examinadora e Presidente da Banca:

Professora Doutora Milena Martelli Tosi – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA/USP) – Orientadora

2º Examinador:

Doutor Odílio Benedito Garrido de Assis

3ª Examinadora:

Professora Doutora Samantha Cristina de Pinho

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Marlene e Osnilo, com todo amor do mundo, porque é com amor que eles me inspiram a seguir os meus sonhos, me encorajam a ser cientista e me motivaram a chegar até aqui.

À minha prima-irmã, Letícia, por acreditar em mim; como irmã, como cientista.

A todos da minha família que torceram de longe e acreditam em meu trabalho. Em especial, aos meus padrinhos, Amélia e Carlinhos, por se fazerem tão presentes.

Aos meus amigos de vida e de profissão, Bruno Esposto e Larissa Tessaro, por caminharem ao meu lado na vida científica e na cotidiana.

A todos os meus colegas de laboratório do LENALIS pelos conhecimentos compartilhados e por fazerem feliz o meu ambiente de trabalho. Em especial, aqueles com quem a amizade se estendeu para além do ambiente acadêmico: Marlucci, Matheus, Letícia, Nadia e Samantha.

À Taís Téó, que foi uma parceira na ciência e com quem criei uma amizade para além dela; em quem encontrei mais uma inspiração dentro desta área. Agradeço por cada ensinamento científico e por todo cuidado e dedicação comigo e com o meu trabalho.

Ao Dr. Odílio de Assis, quem sempre admirei na ciência e com quem tive a honra de trabalhar em colaboração; agradeço imensamente a oportunidade, a confiança, a disposição e toda a paciência.

À Profa. Dra. Milena Martelli Tosi, minha orientadora e primeira referência na vida acadêmica há seis anos e até hoje; quem segurou a minha mão pela primeira vez no início da minha carreira e nunca mais soltou; a quem tenho um imenso carinho e gratidão por todo cuidado e confiança que tornaram este trabalho possível.

À Embrapa Instrumentação e à FZEA pelo espaço cedido e pela confiança para que eu realizasse o meu trabalho; e aos seus técnicos de laboratórios por todo auxílio e ensinamentos.

À CAPES pelo apoio financeiro.

RESUMO

NATALIA, C. S. **Extração assistida por ultrassom de compostos fenólicos de resíduos da polpa de acerola: encapsulação em nanopartículas de quitosana e aplicação como cobertura ativa de goiabas.** 2020. 103p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2020.

Os resíduos obtidos após o processamento da polpa de acerola ainda podem conter altos níveis de compostos ativos. No entanto, os compostos são instáveis sob várias condições e o encapsulamento pode ser uma alternativa para superar estes problemas e reaproveitá-los. Uma das aplicações para compostos ativos encapsulados é o uso como coberturas ativas para goiabas, uma fruta de alta perecibilidade cujos danos fisiológicos aparecem em um curto intervalo de tempo no período pós-colheita. Para simplificar a produção de nanopartículas de quitosana como sistema encapsulante de compostos ativos, o primeiro objetivo deste estudo foi investigar a extração dos compostos ativos do resíduo da acerola diretamente na suspensão de quitosana (3,88 mg/mL de ácido acético 1%) usando Delineamento Central Composto Rotacional 2², sendo as duas variáveis independentes: massa inicial de resíduo úmido (g) e tempo de extração assistida por ultrassom de ponteira (min). A condição ótima para extração de compostos fenólicos totais (412,3 de ácido gálico/100 g de resíduo úmido) foi de 3,00 g de resíduo úmido/50 mL de suspensão de quitosana e tempo de extração de 10 minutos. O extrato de quitosana com ativos foi submetido à gelificação iônica com tripolifosfato de sódio. As partículas carregadas apresentaram eficiência de encapsulação de 52% com 295 nm e potencial Zeta de +27,4 mV. As partículas mantiveram a quantidade de compostos fenólicos por um período de 18 dias (37% de eficiência de encapsulação). A espectroscopia no Infravermelho por Transformada de Fourier confirmou as interações iônicas formadas entre os grupos aminos positivos da quitosana e os íons fosfato negativos do tripolifosfato de sódio. A análise termogravimétrica indicou uma melhor estabilidade térmica do sistema encapsulado em comparação com as partículas vazias. A suspensão de nanopartículas carregadas com ativos foi aplicada em goiabas e a cobertura forneceu uma barreira semipermeável que manteve a pigmentação verde da fruta por mais tempo. Foi possível observar, visualmente, uma menor deterioração externa e um retardo no amadurecimento, que resultou em uma maior firmeza (17,09 N) ao final de 15 dias de armazenamento. Este estudo foi importante para viabilizar o aproveitamento de resíduos da indústria alimentícia, simplificar a produção de nanopartículas

de quitosana com ativos e demonstrar uma potencial aplicação destas partículas. No que tange a aplicação, novos estudos deverão ser realizados com diferentes concentrações de partículas para melhorar a formação da camada de barreira nas frutas.

Palavras-chave: compostos fenólicos totais; nanoencapsulação; quitosana; coberturas ativas; goiaba.

ABSTRACT

NATALIA, C. S. **Ultrasonic assisted extraction of phenolic compounds from acerola pulp residues: encapsulation in chitosan nanoparticles and application as active coating of guavas.** 2020. 103p. Dissertation (Master) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2020.

Residues obtained after the processing of acerola pulp may still contain high levels of active compounds. However, the compounds are unstable under various conditions and encapsulation can be an alternative to overcome these problems and reuse them. One of the applications for encapsulated active compounds is the use as active coatings for guavas, a high perishability fruit whose physiological damage appears in a short period of time in the post-harvest period. To simplify the production of chitosan nanoparticles as encapsulating system of active compounds, the first objective of this study was to investigate the extraction of active compounds from acerola residue directly in chitosan solution (3.88 mg/mL of 1% acetic acid) using the Rotational Central Composite Design 2², the two variables being independent: initial wet residue mass (g) and tip ultrasound assisted extraction time (min). The optimal condition for extraction of total phenolic compounds (412.3 g of gallic acid/100 g of wet residue) was 3.00 g of wet residue/50 mL chitosan solution and extraction time of 10 minutes. Chitosan extract with actives was submitted to ionic gelation with sodium tripolyphosphate. The charged particles presented encapsulation efficiency of 52% with 295 nm and Zeta potential of +27.4 mV. The particles maintained the amount of phenolic compounds for a period of 15 days (encapsulation efficiency of 37%). Fourier Transform Infrared spectroscopy confirmed the ionic interactions formed between the positive amino groups of chitosan and the negative phosphate ions of sodium tripolyphosphate. Thermogravimetric analysis indicated better thermal stability of the encapsulated system compared to empty particles. The suspension of active nanoparticles was applied to guavas and the coating provided a semi-permeable barrier that kept the fruit green pigmentation for longer. It was possible to observe, visually, a lower external deterioration and a delay in ripening, which resulted in a greater firmness (17.09 N) at the end of 15 days of storage. This study was important to enable the exploitation of food industry residues, simplify the production of chitosan nanoparticles with assets and demonstrate a potential application of these particles. As regards application, further studies should be

carried out with different concentrations of particles to improve the formation of the barrier layer in fruit.

Keywords: total phenolic compounds; nanoencapsulation; chitosan; active coatings; guava.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Acerola in natura.	19
Figura 2 - Mecanismo ideal de interação entre sítios positivos da quitosana e sítios negativos do TPP.	30
Figura 3 - Esquema da metodologia de formação de nanopartículas por gelificação iônica. .	31
Figura 4 - Modelo idealizado de retenção de ácido ascórbico em sistema de quitosana:TPP.	31
Figura 5 - Possíveis tipos de estruturas internas que podem ser formadas em nanopartículas de biopolímeros.	33
Figura 6 - Sequência ilustrativa da formação de uma cobertura em fruta: (A) contato entre a fruta e a suspensão de recobrimento, (B) atração entre o absorvato (compostos da suspensão de recobrimento) e o absorvente (casca da fruta) e (C) secagem, evaporação do solvente e reticulação do polímero, configurando a formação da cobertura.	35
Figura 7 - Goiaba vermelha madura (A) inteira e (B) cortada ao meio.	37
Figura 8 - Fluxograma de execução do trabalho.	39
Figura 9 - Resíduo da polpa de acerola (A) ao chegar da indústria, (B) úmido e triturado e (C) após secagem a 30 °C por 20 h, triturado e peneirado.....	42
Figura 10 - (A) Esquema de gelificação iônica por gotejamento para produção de nanopartículas, (B) suspensão de nanopartículas e (C) gel de nanopartículas após centrifugação.	45
Figura 11 - Sequência de extração de compostos ativos do resíduo da polpa de acerola em suspensão de quitosana 3,88 mg/mL. Sendo as seguintes etapas: (A) adição da suspensão de quitosana no resíduo; (B) passagem da suspensão em ultrassom de ponteira; (C) filtração; (D) obtenção do filtrado final (extrato de quitosana com ativos a ser analisado).....	46
Figura 12 - Fluxograma referente as suspensões de NpQ, NpQ-US e NpQ-At caracterizadas de acordo com o tamanho de partículas e potencial Zeta.	49
Figura 13 - Preparação das suspensões para recobrimento de goiabas a partir de quitosana 3,88 mg/mL e Q-At (quitosana 3,88 mg/mL com ativos).	51
Figura 14 - Goiabas vermelhas para recobrimento (após higienização).	52
Figura 15 - (A) Aspersionador de pressão utilizado para aplicação das suspensões de coberturas e (B) aplicação nas goiabas.	53
Figura 16 - Equipamentos utilizados para caracterização das goiabas: (A) cor, (B) perda de massa e (C) firmeza.	54
Figura 17 - Suspensões de nanopartículas de quitosana:TPP conforme condições determinadas por DCCR 2 ² e respectivos valores de pH. As suspensões estão representadas pelo número do ensaio seguido pelas concentrações finais de quitosana:TPP, em mg/mL, conforme Tabela 3.	55

Figura 18 - Diagrama de Pareto considerando as respostas de (A) diâmetro de partícula (nm) e (B) potencial Zeta (mV). Para cada variável foram apresentados os efeitos em níveis de significância de 95% de confiança (p=0,05).	57
Figura 19 - Superfícies de resposta referente ao (A) diâmetro de partículas (nm) e (B) potencial Zeta, obtidas com nível de significância de 95%.....	59
Figura 20 - Diagrama de Pareto considerando a respostas de teor de compostos fenólicos totais (CFT) com efeito em nível de significância de 95% de confiança (p=0,05).	65
Figura 21 - Superfície de resposta referente ao teor de compostos fenólicos totais (CFT) variando a massa inicial de resíduo em relação a suspensão de quitosana e o tempo de extração, obtida com nível de significância de 95%.	67
Figura 22 - Gráfico de distribuição do tamanho de partículas para as NpQ, NpQ-US e NpQ-At.	71
Figura 23 - Imagem de microscopia (MEV-FEG) para as (A) NpQ e (B) NpQ-At.....	72
Figura 24 - Espectros de FT-IR para TPP e Q puros e liofilizados de NpQ, Q-At e NpQ-At.	75
Figura 25 - Termogramas para liofilizados de (A) Q-At, (B) NpQ e (C) NpQ-At.	77
Figura 26 - Replicata de goiabas sem cobertura (BRANCO) e com coberturas (Q, NpQ, Q-At e NpQ-At) utilizadas para análises.	79
Figura 27 - Luminosidade (parâmetro L*) das goiabas durante 15 dias de armazenamento. .	80
Figura 28 - Variação do ângulo Hue (H°) para as goiabas ao longo de 15 dias de armazenamento.	82
Figura 29 - Gráfico de perda de massa (%) das goiabas ao longo de 15 dias de armazenamento e equações lineares provenientes de cada tratamento.	83
Figura 30 - Gráfico de perda de firmeza (N) das goiabas ao longo de 15 dias de armazenamento e equações potencial para os tratamentos sem cobertura (BRANCO) e com NpQ-At.	84

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição nutricional da acerola por 100 g de parte comestível.....	20
Tabela 2 - Teores de compostos fenólicos totais (CFT), vitamina C e antocianinas (em mg/100 g (b.u)) já relatados na literatura.....	24
Tabela 3 - Concentrações finais de quitosana e TPP, em mg/mL, conforme DCCR 2 ² ; e concentrações iniciais de quitosana e TPP, em mg/mL, consideradas no preparo das suspensões.....	44
Tabela 4 - Massa inicial de resíduo (em g/50 mL de suspensão de quitosana 3,88 mg/mL) e tempo de extração em ultrassom de ponteira (em min), conforme DCCR 2 ²	46
Tabela 5 - Valores de diâmetros de partículas (nm) e potencial Zeta (mV) para as nanopartículas de quitosana:TPP.....	56
Tabela 6 - Coeficiente de regressão e análise de variância (ANOVA) para as variáveis de resposta diâmetro de partículas (nm) (Y1) e potencial Zeta (mV) (Y2)	58
Tabela 7 - Teores de vitamina C, antocianinas e compostos fenólicos totais (CFT), em mg/100 de resíduo (b.u ou b.s)	61
Tabela 8 - Valores de compostos fenólicos totais (CFT) (mg AG/100 g de resíduo (b.u)) a partir da extração variando a massa inicial de resíduo (b.u) (em g/50 mL de suspensão de quitosana 3,88 mg/mL) e o tempo de extração (min)	64
Tabela 9 - Coeficiente de regressão e análise de variância (ANOVA) para a variável de resposta compostos fenólicos totais (CFT, em mg de AG/100 g de resíduo (b.u)).....	66
Tabela 10 - Teor de compostos fenólicos totais (CFT, em mg de AG/100 g de resíduo (b.u)) e capacidades antioxidantes pelos métodos de ABTS.+ e FRAP (μ mol de TE/g de resíduo (b.u)) para extratos de compostos ativos em quitosana 3,88 mg/mL, água mili-Q ou etanol 100%.....	68
Tabela 11 - Valores de distribuição de tamanho de partículas (D1, D2 e D3, em nm), índice de polidispersividade (IDP) e potencial Zeta (em mV) para as NpQ, NpQ-US e NpQ-At.....	70
Tabela 12 - Valores de pH, teor de compostos fenólicos totais (CFT, em mg de AG/100 g de resíduo (b.u)) e EE (%) dos CFT.....	78

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

- a* – parâmetro de cor referente ao grau de variação entre o verde (-a) e o vermelho (+a)
AG – Ácido Gálico
b* – parâmetro de cor referente ao grau de variação entre o azul (-b) e o amarelo (+b)
b.s – base seca
b.u – base úmida
CFT – Compostos Fenólicos Totais
CL – Cromatografia Líquida
cm – centímetro
cm⁻¹ – comprimento de onda (1/cm)
DCCR 2² – Delineamento Composto Central Rotacional 2²
EE – Eficiência de Encapsulação
FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations
FEG – Field Emission Gun
FT-IR – Espectroscopia na região do Infravermelho por Transformada de Fourier
g – grama
h – hora
HAc – ácido acético
H° – Ângulo Hue
kcal – quilocaloria
kg – quilograma
L – litro
L* – parâmetro de cor referente à luminosidade
M – concentração molar (mol/L)
mesh – unidade de abertura de uma malha
MEV – Microscopia Eletrônica de Varredura
mg – miligrama
min – minuto
mL – mililitro
mm – milímetro
MSR – Metodologia de Superfície de Resposta
mV – milivolt
m/v – razão de uma unidade de massa por uma unidade de volume
nm – nanômetro
NpQ – nanopartículas de quitosana
NpQ-At – nanopartículas de quitosana e compostos ativos
NpQ-US – nanopartículas de quitosana, após passar a suspensão de quitosana em ultrassom de ponteira
Q – suspensão de quitosana 3,88 mg/mL de ácido acético 1%

Q-At – extrato de quitosana 3,88 mg/mL de ácido acético 1% e compostos ativos

PDI – Índice de Polidispersividade

TACO – Tabela Brasileira de Composição de Alimentos

TGA – Análise Termogravimétrica

TPP – Tripolifosfato de sódio

UV-Vis – Ultravioleta-Visível

v:v – razão entre unidades de volume

µg – micrograma

µL – microlitro

µM – micromolar

µm – micrometro

°C – graus Celsius

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
2 OBJETIVOS.....	18
2.1 Objetivo geral.....	18
2.2 Objetivos específicos.....	18
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	19
3.1 Considerações gerais sobre a acerola.....	19
3.2 Potencial nutricional do resíduo agroindustrial de acerola.....	21
3.3 Extração de compostos ativos do resíduo agroindustrial de acerola.....	22
3.4 Propriedades antioxidantes e degradação de compostos ativos naturais.....	27
3.5 Estabilização de compostos ativos através de encapsulação por gelificação iônica.....	29
3.6 Coberturas a base de quitosana e nanopartículas.....	34
3.6.1 Coberturas para alimentos.....	34
3.6.2 Conservação de goiabas frescas pela aplicação de coberturas.....	36
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	39
4.1 Material.....	39
4.2 Caracterização do resíduo da polpa de acerola.....	40
4.3 Determinação da proporção ótima de quitosana:TPP na produção de nanopartículas.....	43
4.4 Otimização e caracterização do extrato de quitosana com ativos.....	45
4.4.1 Otimização da extração de compostos ativos em suspensão de quitosana.....	45
4.4.2 Capacidade antioxidante do extrato otimizado.....	47
4.5 Encapsulação dos compostos ativos pelo sistema de gelificação iônica e caracterização das nanopartículas carregadas com ativos.....	47
4.5.1 Preparo das nanopartículas e eficiência de encapsulação dos compostos fenólicos totais.....	47
4.5.2 Distribuição do tamanho de partículas e potencial Zeta.....	48
4.5.3 Microscopia Eletrônica de Varredura.....	49
4.5.4 Espectroscopia na região do Infravermelho por Transformada de Fourier.....	49
4.5.5 Análise Termogravimétrica.....	50

4.6 Aplicação das suspensões de nanopartículas carregadas com ativos como cobertura ativa para goiabas frescas.....	50
4.6.1 Produção e caracterização de coberturas.....	50
4.6.2 Higienização das goiabas e aplicação das coberturas.....	52
4.6.3 Caracterização das goiabas.....	53
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55
5.1 Teste preliminar: otimização da produção de nanopartículas de quitosana:TPP utilizando metodologia de superfície de resposta.....	55
5.2 Determinação de compostos ativos no resíduo da polpa de acerola úmido e seco.....	61
5.3 Otimização e caracterização do extrato de quitosana com ativos.....	64
5.3.1 Otimização da extração de compostos ativos do resíduo da polpa de acerola em suspensão de quitosana utilizando metodologia de superfície de resposta.....	64
5.3.2 Capacidade antioxidante do extrato de quitosana com ativos.....	68
5.4 Encapsulação dos compostos ativos pela técnica de gelificação iônica e caracterização das nanopartículas carregadas com ativos.....	69
5.4.1 Eficiência de encapsulação dos compostos fenólicos totais.....	69
5.4.2 Tamanho de partículas, morfologia e potencial Zeta.....	70
5.4.3 Espectroscopia na região do Infravermelho por Transformada de Fourier.....	73
5.4.4 Análise Termogravimétrica.....	75
5.5 Aplicação de coberturas ativas em goiabas frescas.....	78
5.5.1 Teor de compostos fenólicos totais nas coberturas ativas.....	78
5.5.2 Caracterização das goiabas.....	78
6 CONCLUSÃO.....	85
7 PERSPECTIVAS FUTURAS.....	86
8 REFERÊNCIAS.....	87
APÊNDICES.....	95
LISTA DE PUBLICAÇÕES E EVENTOS.....	103

8 REFERÊNCIAS

- ABDOU, E. S.; OSHEBA, A. S.; SOROUR, M. A. Effect of chitosan and chitosan-nanoparticles as active coating on microbiological characteristics of fish fingers. **International Journal of Applied Science and Technology**, v. 2, n. 7, p. 159-169, 2012.
- ABREU, B. B. et al. Desenvolvimento de um “nugget” à base do resíduo da acerola (*Malpighia emarginata* D.C) e feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.). **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 2, p. 9446–9453, 2020.
- ABREU, F. O. M. et al. Propriedades e características da quitosana obtida a partir do exoesqueleto de caranguejo-uçá utilizando radiação de microondas. **Polímeros**, v. 23, n. 5, p. 630–635, 2013.
- AGNIHOTRI, S. A.; MALLIKARJUNA, N. N.; AMINABHAVI, T. M. Recent advances on chitosan-based micro- and nanoparticles in drug delivery. **Journal of Controlled Release**, v. 100, n. 1, p. 5–28, 2004.
- AGUIAR, T. et al. Caracterização química e avaliação do valor nutritivo de sementes de acerola. **Nutrire: revista da Sociedade Brasileira de Alimentos e Nutrição**, v. 35, n. 2, p. 91–102, 2010.
- AGUILERA, Y; MARTIN-CABREJAS, M. A.; MEJIA, E. G. Phenolic compounds in fruits and beverages consumed as part of the mediterranean diet: their role in prevention of chronic diseases. **Phytochem Rev**, 2015.
- ALDRIGUE, M. L. et al. **Aspectos da ciência e tecnologia de alimentos**. João Pessoa: Editora UFPB, v. 1, 2002.
- ALI, S. W., RAJENDRAN, S., JOSHI, M. Synthesis and characterization of chitosan and silver loaded chitosan nanoparticles for bioactive polyester. **Carbohydrate Polymers**, v. 83, n. 2, p. 438–446, 2011.
- ANTONIOU, J. et al. Physicochemical and morphological properties of size-controlled chitosan-tripolyphosphate nanoparticles. **Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects**, v. 465, p. 137–146, 2015.
- ANDRADE, R. D.; SKURTYS, O.; OSORIO, F. A. Atomizing spray systems for application of edible coatings. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 11, p. 323–337, 2012.
- AOAC. official methods of analysis of AOAC International. **Association of Official Analytical Chemists**, ed. 16, Washington, 1997.
- AQUINO A. C. M. S. et al. Avaliação físico-química e aceitação sensorial de biscoitos tipo cookies elaborados com farinha de resíduos de acerola. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 69, n. 3, p. 379–386, 2010.
- ARAÚJO, V. R.; SHIRAI, M. A. Aplicação de revestimento comestível de quitosana em brócolis minimamente processado. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 34, n. 2, 2016.
- ARROYO, B. J. et al. Antimicrobial active edible coating of alginate and chitosan add ZnO nanoparticles applied in guavas (*Psidium guajava* L.). **Food Chemistry**, v. 309, p. 1–19, 2019.

- ASSIS, O. B. G.; BRITTO, D. Revisão: coberturas comestíveis protetoras em frutas: fundamentos e aplicações. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 17, n. 2, p. 87–97, 2014.
- BAIERLE, M. et al. Quantificação sérica de vitamina C por CLAE-UV e estudo de estabilidade. **Química Nova**, v. 35, n. 2, p. 403-407, 2012.
- BATAGLION, G. A. et al. Determination of the phenolic composition from Brazilian tropical fruits by UHPLC-MS/MS. **Food Chemistry**, v. 180, p. 280–287, 2015.
- BELWAL, T. et al. Phytopharmacology of Acerola (*Malpighia spp.*) and its potential as functional food. **Trends in Food Science and Technology**, v. 74, p. 99–106, 2018.
- BERY, C. C. S. et al. Caracterização físico-química de polpa de acerola in natura e liofilizada para preparação de sorvetes. In: XX CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 2014, Florianópolis. **Anais ...** São Paulo: Blucher, 2015. p. 3542–3546
- BETTUZZI, S. et al. Chemoprevention of human prostate cancer by oral administration of green tea catechins in volunteers with high-grade prostate intraepithelial neoplasia: a preliminary report from a one-year proof-of-principle study. **Cancer Res**, v. 66, n. 2, p. 1234–1240, 2006.
- BRAGA, A. C. D. et al. Caracterização e obtenção de farinha do resíduo gerado no processo industrial de clarificação do suco de acerola. **Revista Semiárido de Visu, Petrolina**, v. 1, n. 2, p. 126–133, 2011.
- BRITTO, D.; PINOLA, F. G.; ASSIS, O. B. G. Avaliação da estabilidade, em meio aquoso, de vitaminas nanoencapsuladas. In: IX WORKSHOP DE NANOTECNOLOGIA APLICADA AO AGRONEGÓCIO, 2017, São Carlos. **Anais...** São Carlos: Embrapa Instrumentação, 2017. p. 257–260.
- BRITTO, D. et al. Entrapment characteristics of hydrosoluble vitamins loaded into chitosan and N,N,N-trimethyl chitosan nanoparticles. **Macromolecular Research**, v. 22, n. 12, p. 1261–1267, 2014.
- BRITTO, D. et al. N,N,N-trimethyl chitosan nanoparticles as a vitamin carrier system. **Food Hydrocolloids**, v. 27, n. 2, p. 487–493, jun. 2012.
- CAETANO, A. C. S. et al. Evaluation of antioxidant activity of agro-industrial waste of acerola (*Malpighia emarginata D.C.*) fruit extracts. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n. 3, p. 769–775, 2011.
- CARDOSO, P. C. et al. Vitamin C and carotenoids in organic and conventional fruits grown in Brazil. **Food Chemistry**, v. 126, n. 2, p. 411–416, 2011.
- CARVALHO, R. A. Análise econômica da produção de acerola no município de Tomé-Açú, Pará, Belém: Embrapa Amazônia Oriental, n. 49, 2000.
- CARRILLO-NIEVES, D. et al. Current status and future trends of bioethanol production from agro-industrial wastes in Mexico. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 102, p. 63–74, 2019.
- CEFALI, L. C. et al. Vitamin C in acerola and red plum extracts: Quantification via HPLC, in vitro antioxidant activity, and stability of their gel and emulsion formulations. **Journal of AOAC International**, v. 101, n. 5, p. 1461–1465, 2018.
- CERQUEIRA, T. S.; JACOMINO, A. P.; SASAKI, F. F.; ALLEONI, A. C. C. Recobrimento de goiabas com filmes proteicos e de quitosana. **Bragantia**, v. 70, n. 1, p. 216–221, 2011.
- CHAVES, J. A. P. et al. Caracterização e aplicação do biopolímero quitosana como removedor de corante têxtil presente em meio aquoso. **Cadernos de Pesquisa**, v. 16, n. 2, p. 36–43, 2009.

- CHEMAT, F. et al. Ultrasound assisted extraction of food and natural products. Mechanisms, techniques, combinations, protocols and applications: A review. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 34, p. 540–560, 2017.
- CHIEN, P. J.; SHEU, F.; YANG, F. H. Effects of edible chitosan coating on quality and shelf life of sliced mango fruit. **Journal of Food Engineering**, v. 78, n. 1, p. 225–229, 2007.
- COELHO, Y. S. et al. Proacerola: Programa de Desenvolvimento da Cultura da Acerola no Estado da Bahia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE INTERAMERICANA DE HORTALICULTURA TROPICAL. Horticultura Tropical em Regiões Semi-Áridas. Fortaleza: Sociedade Interamericana de Horticultura Tropical, n. 49, 2003.
- CRUZ, R. G. et al. Comparison of the antioxidant property of acerola extracts with synthetic antioxidants using an in vivo method with yeasts. **Food Chemistry**, v. 277, p. 698–705, 2019.
- CUNHA, D. A. L. V.; BARROS-ALEXANDRINO, T. T.; ASSIS, O. B. G. Otimização do processo de obtenção de nanopartículas de quitosana-tpg pelo método de gelificação iônica. In: IX WORKSHOP DE NANOTECNOLOGIA APLICADA AO AGRONEGÓCIO, 2017, São Carlos. **Anais...** São Carlos: Embrapa Instrumentação, 2017. p. 56–59.
- CUTTER, C. N. Opportunities for bio-based packaging technologies to improve the quality and safety of fresh and further processed muscle foods. **Meat Science**, v. 74, n. 1, p. 131–142, 2006.
- DASH, M. et al. Chitosan - A versatile semi-synthetic polymer in biomedical applications. **Progress in Polymer Science**, v. 36, n. 8, p. 981–1014, 2011.
- DELVA, L.; GOODRICH-SCHNEIDER, R. Antioxidant activity and antimicrobial properties of phenolic extracts from acerola (*Malpighia emarginata* DC) fruit. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 48, n. 5, p. 1048–1056, 2013.
- DÍAZ-PÉREZ, J. C. Transpiration. **Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables**, p. 157–173, 2019.
- DIVYA, K.; SMITHA, V., JISHA, M. S. Antifungal, antioxidant and cytotoxic activities of chitosan nanoparticles and its use as an edible coating on vegetables. **Biological Macromolecules**, v. 114, p. 572–577, 2018.
- FATHI, M.; MARTÍN, A.; MCCLEMENTS, D. J. Nanoencapsulation of food ingredients using carbohydrate based delivery systems. **Trends in Food Science & Technology**, v. 39, 2014.
- FAN, W. et al. Formation mechanism of monodisperse, low molecular weight chitosan nanoparticles by ionic gelation technique. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, v. 90, n. 1, p. 21–27, 2012.
- FAVARO-TRINDADE, C. S.; PINHO, S. C.; ROCHA, G. A. Revisão: Microencapsulação de ingredientes alimentícios. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 11, n. 2, p. 103–112, 2008.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). Perdas e desperdícios de alimentos na América Latina e no Caribe, 22 de julho de 2014. Disponível em: <<http://www.fao.org/americas/noticias/ver/pt/c/239394/>> Acesso em: 11 de maio de 2020.
- FREIRE, J. M. et al. Quantificação de compostos fenólicos e ácido ascórbico em frutos e polpas congeladas de acerola, caju, goiaba e morango. **Ciência Rural**, v.43, n.12, p. 2291–2296, 2013.

- FURLANETO, F.P.B.; NASSER, M.D. Panorama da cultura da acerola no estado de São Paulo. **Pesquisa & Tecnologia**, vol. 12, n. 1, 2015.
- GABAS, A.; TELIS, J.; MENEGALLI, F. Cinética de degradação do ácido ascórbico em ameixas liofilizadas. **Ciência e Tecnologia De Alimentos**, v. 23, p. 66–70, 2003.
- GAD, M. M.; ZAGZOG, O. A. Mixing xanthan gum and chitosan nano particles to form new coating for maintaining storage life and quality of elamoura guava fruits. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 6, n. 11, p. 1582–1593, 2011.
- GARMUS, T. T. et al. Elaboração de biscoitos com adição de farinha de casca de batata (*Solanum tuberosum L.*). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 3, n. 2, p. 56–65, 2009.
- GOULA, A. M. et al. Green ultrasound-assisted extraction of carotenoids from pomegranate wastes using vegetable oils. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 34, p. 821–830, 2017.
- GÜLTEKIN-ÖZGÜVEN, M. et al. Fortification of dark chocolate with spray dried black mulberry (*Morus nigra*) waste extract encapsulated in chitosan-coated liposomes and bioaccessibility studies. **Food Chemistry**, v. 201, p. 205–212, 2016.
- HAN, C. et al. Sensory evaluation of fresh strawberries (*Fragaria ananassa*) coated with chitosan-based edible coatings. **Sensory and Nutritive Qualities of Food**, v. 70, n. 3, p. 172–178, 2005.
- HOU, Z. et al. Identification of anthocyanins isolated from black rice (*Oryza sativa L.*) and their degradation kinetics. **Food Research International**, v. 50, n. 2, p. 691–697, 2013.
- IKAWA, M. et al. Utilization of folin-ciocalteu phenol reagent for the detection of certain nitrogen compounds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, n. 7, p. 1811–1815, 2003.
- KARAKAYA, S. Bioavailability of phenolic compounds. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 44, n. 6, p. 453–464, 2004.
- KOUKARAS, E. N. et al. Insight on the formation of chitosan nanoparticles through ionotropic gelation with tripolyphosphate. **Molecular Pharmaceutics**, v. 9, n. 10, p. 2856–2862, 2012.
- KUMAR, K., YADAV, A.N., KUMAR, V., VYAS, P., DHALIWAL, H.S. Food waste: a potential bioresource for extraction of nutraceuticals and bioactive compounds. **Bioresource and Bioprocessing**, v. 4, n. 9, 2017.
- KUSKOSKI, E. M. et al. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: Atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. **Ciência Rural**, v. 36, n. 4, p. 1283–1287, 2006.
- LEE, S. A. et al. Preparation of Chitosan-Coated Nanostructured Lipid Carriers (CH-NLCs) to Control Iron Delivery and Their Potential Application to Food Beverage System. **Journal of Food Science**, v. 82, n. 4, p. 904–912, 2017.
- LEE, J.; DURST, R. W.; WROLSTAD, R. E. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: Collaborative study. **Journal of AOAC International**, v. 88, n. 5, p. 1269–1278, 2005.
- LEMOS, D. M. et al. Elaboração e caracterização de geleia prebiótica mista de jaboticaba e acerola. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 22, p. 1–13, 2019.
- LIAZID, A. et al. Investigation on phenolic compounds stability during microwave-assisted extraction. **Journal of Chromatography**, v. 1140, n. 2, p. 29–34, 2007.

- LIMA, P. C. C. et al. Utilização de Resíduo do processamento de acerola (*Malpighia Emarginata D.C.*) na confecção de biscoito tipo língua de gato. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 8, n., 2014.
- LIMA, V. L. A. G. Total phenolic and carotenoid contents in acerola genotypes harvested at three ripening stages. **Food Chemistry**, v. 90, p. 565–568, 2005.
- LIMA, V. L. A. G. et al. Avaliação do teor de antocianinas em polpa de acerola congelada proveniente de frutos de 12 diferentes aceroleiras (*Malpighia emarginata D.C.*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 1, p. 101–103, 2003.
- LIYANA-PATHIRANA, C., SHAHIDI, F. Optimization of extraction of phenolic compounds from wheat using response surface methodology. **Food Chemistry**, v. 93, n. 1, p. 47–56, 2005.
- LUSTRIANE; DWIVANY, F. M.; SUENDO, V.; REZA, M. Effect of chitosan and chitosan-nanoparticles on postharvest quality of banana fruits. **Journal of Plant Biotechnoly**, v. 45, p. 36–44, 2018.
- MACIEL, M. I. S. et al. Caracterização físico-química de frutos de genótipos de aceroleira (*Malpighia emarginata D.C.*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 4, p. 865–869, 2010.
- MAIA, G. A. et al. Efeito do processamento sobre componentes do suco de acerola. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 1, p. 130–134, 2007.
- MALEGORI, C. et al. Comparing the analytical performances of Micro-NIR and FT-NIR spectrometers in the evaluation of acerola fruit quality, using PLS and SVM regression algorithms. **Talanta**, v. 165, p. 112–116, 2017.
- MARQUES, T. R. et al. Metanolic extract of *Malpighia emarginata* bagasse: Phenolic compounds and inhibitory potential on digestive enzymes. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 26, n. 2, p. 191–196, 2016.
- MARTINS, A. F. et al. Chitosan/TPP microparticles obtained by microemulsion method applied in controlled release of heparin. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 51, n. 5, p. 1127–1133, 2012.
- MATALANIS, A.; JONES, O. G.; MCCLEMENTS, D. J. Structured biopolymer-based delivery systems for encapsulation, protection, and release of lipophilic compounds. **Food Hydrocolloids**, v. 25, n. 8, p. 1865–1880, 2011.
- MCGUIRE, R. G. Reporting of Objective Color Measurements. **HortScience**, v. 27, n. 12, p. 1254–1255, 1992.
- MEZADRI, T. et al. Antioxidant compounds and antioxidant activity in acerola (*Malpighia emarginata DC.*) fruits and derivatives. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 21, n. 4, p. 282–290, 2008.
- MOURA, C. et al. Quitina e quitosana produzidas a partir de resíduos de camarão e siri: avaliação do processo em escala piloto. **Vetor**, v. 16, p. 37–45, 2006.
- NAIR, M. S.; SAXENA, A.; KAURB, C. Effect of chitosan and alginate based coatings enriched with pomegranate peel extract to extend the postharvest quality of guava (*Psidium guajava L.*). **Food Chemistry**, v. 240, p. 245–252, 2018.
- NASCIMENTO, J. A. DE A. et al. Stability of Nanocomposite Edible Films Based on Polysaccharides and Vitamin C from Agroindustrial Residue. **Materials Research**, v. 22, n. 3, p. 1–10, 2019.

- NASSER, M. D. et al. Composição da acerola de diferentes genótipos em duas épocas de colheita. **Nativa**, v. 6, n. 1, p. 15, 2018.
- NEPA – NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO)**. 4ª ed. Campinas: NEPA – UNICAMP, 2011. p. 36–37.
- NEVES, I. P. Cultivo de acerola. Dossiê técnico. Salvador: Rede de tecnologia da Bahia, 2007.
- PARR, A. J.; BOLWELL, G. P. Phenols in the plant and in man. The potential for possible nutritional enhancement of the diet by modifying the phenols content or profile. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, p. 985–1012, 2000.
- PATHARE, P. B.; OPARA, U. L.; AL-SAID, F. A. Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review. **Food Bioprocess Technology**, v. 6, p. 36–60, 2013.
- PATIL, P.; CHAVANKE, D.; WAGH, M. A review on ionotropic gelation method: Novel approach for controlled gastroretentive gelspheres. **International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences**, v. 4, n 4, p. 27–32, 2012.
- PANIWNYK, L. et al. The Use of Ultrasound as an Enhancement Aid to Food Extraction. **Ingredients Extraction by Physicochemical Methods in Food**, p. 399–440, 2017.
- PÉREZ-GUZMÁN, A.E., SAUCEDO-VELOZ, C., ARANA-ERRASQUIN, R. Effect of individual seal packaging in plastic films on the quality of Dancy mandarins stored under refrigeration. **Food science and technology international**, v. 5, n. 3, p. 215–222, 1999.
- PÉREZ-JIMÉNEZ, J. et al. Updated methodology to determine antioxidant capacity in plant foods, oils and beverages: Extraction, measurement and expression of results. **Food Research International**, v. 41, p. 274–285, 2008.
- PÉREZ-SÁNCHEZ, A. et al. Protective effects of citrus and rosemary extracts on UV-induced damage in skin cell model and human volunteers. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v. 136, p. 12–18, 2014.
- PULIDO, R., BRAVO, L.; SAURA-CALIXTO, F. Antioxidant activity of dietary as determined by a modified ferric reducing/antioxidant power assay. **Journal Agriculture and Food Chemistry**, v. 48, p. 3396–3402, 2000.
- PROESTOS, C.; KOMAITIS, M. Application of microwave-assisted extraction to the fast extraction of plant phenolic compounds. **LWT - Food Science and Technology**, v. 41, n. 4, p. 652–659, 2008.
- QI, L. et al. Preparation and antibacterial activity of chitosan nanoparticles. **Carbohydrate Research**, v. 339, n. 16, p. 2693–2700, 2004.
- QUEIROZ, M. A; GOEDERT, C. O; RAMOS, S. R. R. Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro. Petrolina: Embrapa Semiárido; Brasília-DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999.
- RASMAWAMY, H.; MARCOTTE, M. **Food Processing: Principles and Applications**. CrC Press (1st ed.); Taylor & Francis Group. Boca Raton, FL. USA, p. 420p, 2005.
- RAMOS-TEJADA, M. M. et al. Investigation of alumina/(+)-catechin system properties. Part I: a study of the system by FTIR-UV-Vis spectroscopy. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, v. 24, p. 297–308, 2002.
- RE, R. et al. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology & Medicine**, v. 26, p. 1231–1237, 1999.

- REYES, M. U., PAULL, R. E. Effect of storage temperature and ethylene treatment on guava (*Psidium guajava L.*) fruit ripening. Postharvest **Biology and Technology**, v. 6, n. 3-4, p. 357–365, 1995.
- REZENDE, Y. R. R. S.; NOGUEIRA, J. P.; NARAIN, N. Comparison and optimization of conventional and ultrasound assisted extraction for bioactive compounds and antioxidant activity from agro-industrial acerola (*Malpighia emarginata DC*) residue. **LWT - Food Science and Technology**, v. 85, p. 158–169, 2017.
- RODRIGUES, M. I.; IEMMA, A. F. **Planejamento de Experimentos e Otimização de Processos: uma estratégia seqüencial de planejamentos**, Campinas, SP, Casa do Pão Editora, 2005.
- ROSA, J. S. et al. Desenvolvimento de um método de análise de vitamina C em alimentos por cromatografia líquida de alta eficiência e exclusão iônica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 4, p. 837–846, 2007.
- RUFINO, M. S. M. et al. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 121, n. 4, p. 996–1002, 2010.
- SÁ, C. R. L. et al. Efeito do KMnO₄ e 1-MCP com atmosfera modificada na conservação pós-colheita de melão Cantaloupe. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 01, p. 60–69, 2008
- SADH, P. K.; DUHAN, S.; DUHAN, J. S. Agro-industrial wastes and their utilization using solid state fermentation: a review. **Bioresources and Bioprocessing**, v. 5, n. 1, p. 1–15, 2018.
- SALEHAN, N. A. M. D; SULAIMAN, A. Z.; AJIT, A. Effect of temperature and sonication on the extraction of gallic acid from *Labisia Pumila (Kacip Fatimah)*. **ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences**, v. 11, n. 4, p. 2193–2198, 2016.
- SANCHO, S. D. O. et al. Characterization of the industrial residues of seven fruits and prospection of their potential application as food supplements. **Journal of Chemistry**, v. 2015, p. 1–8, 2015.
- SANTOS, S. S. et al. Antioxidant compounds from blackberry (*Rubus fruticosus*) pomace: Microencapsulation by spray-dryer and pH stability evaluation. **Food Packaging and Shelf Life**, n. 20, v. 1, p. 1–6, 2017.
- SCHAFFAZICK, S. R. Caracterização e estabilidade físico-química de sistemas poliméricos nanoparticulados para administração de fármacos. **Química Nova**, v. 26, n.5, p. 726–737, 2003.
- SCHULZ, H.; BARANSKA, M. Identification and quantification of valuable plant substances by IR and Raman spectroscopy. **Vibrational Spectroscopy**, v. 43, n. 1, p. 13–25, 2007.
- SILVA, J. D. O. et al. Characterization of acerola (*Malpighia emarginata*) industrial waste as raw material for thermochemical processes. **Waste Management**, v. 107, p. 143–149, 2020.
- SILVA, L. M. R. Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 143, p. 398–404, 2014.
- SILVA, M. L. S. et al. Teor de carotenoides em polpas de acerola congeladas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 1, p. 170–173, 2013.
- SILVA, D. J., QUEIROZ, A. C. **Análise de Alimentos: Métodos químicos e biológicos**. 3ª edição, editora UFV. 2009.
- SOUSA, M. S.B. et al. Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 3, p. 554–559, 2011.

- SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L. M.; LIMA, A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de resíduos de polpas de frutas tropicais. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 14, n. 03, p. 202–210, 2011.
- SUKOR, N. F. et al. Synergistic effect of probe sonication and ionic liquid for extraction of phenolic acids from oak galls. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 62, 2020.
- SUN, J. X. et al. Isolation and characterization of cellulose from sugarcane bagasse. **Polymer Degradation and Stability**, v. 84, n. 2, p. 331–339, 2004.
- STEINMETZ, K. A.; POTTER, J. D. Vegetables, fruit, and cancer prevention: A review. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 96, p. 1027–1039, 1996.
- SWAIN, T.; HILLIS, W. E. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. I. The quantitative analysis of phenolic constituents. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 10, n. 1, p. 63–68, 1959.
- TANDON, D. K., SINGH, B. P., & KALRA, S. K. Storage behaviour of specific-gravitygraded guava fruits. **Scientia Horticulturae**, v. 41, n. 1–2, p. 35–41, 1989.
- TONINI, D., ALBIZZATI, P. F., ASTRUP, T. F. Environmental impacts of food waste: Learnings and challenges from a case study on UK. **Waste Management**, v. 76, p. 744–766, 2018.
- VALENCIA-CHAMORRO, S. A. et al. Curative and preventive activity of hydroxypropyl methylcellulose-lipid edible composite coatings containing antifungal food additives to control citrus postharvest green and blue molds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 57, n. 7, p. 2770–2777, 2009.
- VANNUCCHI, H.; ROCHA, M. DE M. Funções plenamente reconhecidas de de nutrientes: Vitamina C (ácido ascórbico). **International Life Sciences Insytute do Brasil**, v. 21, p. 1–12, 2012.
- VENDRAMINI, A. L.; TRUGO, L. C. Chemical composition of acerola fruit (*Malpighia puniceifolia* L.) at three stages of maturity. **Food Chemistry**, v. 71, n. 2, p. 195–198, 2000.
- VINCI, G. et al. Ascorbic acid in exotic fruits: a liquid chromatographic investigation. **Food Chemistry**, v. 53, n. 2, p. 211–214, 1995.
- WANG, J. et al. Optimisation of ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds from wheat bran. **Food Chemistry**, v. 106, n. 2, p. 804–810, 2008.
- XU, Y., DU, Y. Effect of molecular structure of chitosan on protein delivery properties of chitosan nanoparticles. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 250, n. 1, p. 215–226, 2003.
- YANG, C. H. et al. Microfluidic emulsification and sorting assisted preparation of monodisperse chitosan microparticles. **Lab on a Chip**, v. 9, n. 1, p. 145–150, 2009.
- YILDIZ, F.; WILEY, R. C. Preservation methods for minimally processed refrigerated fruits and vegetables. Minimally processed refrigerated fruits and vegetables. **Food Engineering Series**. p. 187–237, 2017.
- ZHAO, L. M. et al. Preparation and application of chitosan nanoparticles and nanofibers. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, v. 28, n. 3, p. 353–362, 2011.