

WESCLEN VILAR NOGUEIRA
ORGANIZADOR

TÓPICOS EM CIÊNCIA DOS ALIMENTOS

VOLUME III



Pantanal Editora

2021

Wesclen Vilar Nogueira
Organizador

Tópicos em ciência dos alimentos
volume III



Pantanal Editora

2021

Copyright© Pantanal Editora

Editor Chefe: Prof. Dr. Alan Mario Zuffo

Editores Executivos: Prof. Dr. Jorge González Aguilera e Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diagramação: A editora. **Diagramação e Arte:** A editora. **Imagens de capa e contracapa:** Canva.com. **Revisão:** O(s) autor(es), organizador(es) e a editora.

Conselho Editorial

Grau acadêmico e Nome

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos
Prof. Msc. Adriana Flávia Neu
Prof. Dra. Albys Ferrer Dubois
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior
Prof. Msc. Aris Verdecia Peña
Prof. Arisleidis Chapman Verdecia
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva
Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo
Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu
Prof. Dr. Carlos Nick
Prof. Dr. Claudio Silveira Maia
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos
Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva
Prof. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos
Prof. Msc. David Chacon Alvarez
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira
Prof. Dra. Denise Silva Nogueira
Prof. Dra. Dennyura Oliveira Galvão
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves
Prof. Me. Ernane Rosa Martins
Prof. Dr. Fábio Steiner
Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza
Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez
Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira
Prof. Msc. Javier Revilla Armesto
Prof. Msc. João Camilo Sevilla
Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales
Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski
Prof. Msc. Lucas R. Oliveira
Prof. Dra. Keyla Christina Almeida Portela
Prof. Dr. Leandro Argentele-Martínez
Prof. Msc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann
Prof. Msc. Marcos Pisarski Júnior
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos
Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla
Prof. Msc. Mary Jose Almeida Pereira
Prof. Msc. Núbia Flávia Oliveira Mendes
Prof. Msc. Nila Luciana Vilhena Madureira
Prof. Dra. Patrícia Maurer
Prof. Msc. Queila Pahim da Silva
Prof. Dr. Rafael Chapman Auty
Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke
Prof. Dr. Raphael Reis da Silva
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes
Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo
Prof. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca
Prof. Msc. Wesclen Vilar Nogueira
Prof. Dra. Yilan Fung Boix
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

Instituição

OAB/PB
Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã
UO (Cuba)
IF SUDESTE MG
Facultad de Medicina (Cuba)
ISCM (Cuba)
UFESSPA
UEA
UNEMAT
UFV
AJES
UFGD
UEMS
IFPA
UNICENTRO
IFMT
UFMG
URCA
ISEPAM-FAETEC
IFG
UEMS
UFF
(Colômbia)
UNAM (Peru)
IFRR
UCG (México)
Mun. Rio de Janeiro
UNMSM (Peru)
UFMT
Mun. de Chap. do Sul
IFPR
Tec-NM (México)
Consultório em Santa Maria
UFJF
UEG
FAQ
UNAM (Peru)
SEDUC/PA
IFB
IFPA
UNIPAMPA
IFB
UO (Cuba)
UFMS
UFPI
UFG
UEMA
IFB
UFPI
FURG
UO (Cuba)
UFT

Conselho Técnico Científico
- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Esp. Tayronne de Almeida Rodrigues
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

T673 Tópicos em ciência dos alimentos [livro eletrônico] : volume III / Organizador
Wesclen Vilar Nogueira. – Nova Xavantina, MT: Pantanal Editora, 2021.
77p.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN 978-65-81460-08-2

DOI <https://doi.org/10.46420/9786581460082>

1. Alimentos – Análise. 2. Tecnologia de alimentos. I. Nogueira, Wesclen
Vilar.

CDD 664.07

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



Nossos e-books são de acesso público e gratuito e seu download e compartilhamento são permitidos, mas solicitamos que sejam dados os devidos créditos à Pantanal Editora e também aos organizadores e autores. Entretanto, não é permitida a utilização dos e-books para fins comerciais, exceto com autorização expressa dos autores com a concordância da Pantanal Editora.

Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br

APRESENTAÇÃO

À medida que a população aumenta, cresce também a necessidade de pensar a produção alimentícia. Além disso, deve ser levado em consideração as mudanças de hábitos dos consumidores, que, cada vez mais, buscam itens saudáveis e de boa qualidade. Nesse contexto, surgem alguns desafios relacionados ao processamento de alimentos para que sejam contempladas as exigências dos consumidores e as legislações vigentes.

Desta forma, o volume 3 do e-book “*Tópicos em Ciência dos Alimentos*” aborda pontos importantes para produção alimentícia, como: sistemas de produção; qualidade microbiológica; degradação de corantes utilizados na indústria; processamento de alimentos por meios alternativos; tecnologias para obtenção de novos produtos; instrumentos regulatórios, seus avanços e perspectivas. Além de caracterizar e descrever a atividade anti-inflamatória de frutos *in natura* da biodiversidade brasileira, principalmente aqueles ainda pouco conhecidos.

O conteúdo abordado em cada capítulo, demonstra os diferentes aspectos e realidades da Ciência de Alimentos, de modo a suprir a escassez de material na literatura para assuntos muitas vezes desconhecidos. Além disso, contribui para acesso ao conhecimento numa linguagem contextualizada e de fácil compreensão aos leitores. Assim, espero que os temas sejam de grande proveito e ofereçam subsídios teóricos para profissionais da área de Ciência dos Alimentos e áreas afins.

Wesclen Vilar Nogueira

SUMÁRIO

Apresentação	4
Capítulo I.....	6
Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica de méis inspecionados e não inspecionados comercializados no município Picos-Pi.....	6
Capítulo II	15
Panorama da produção do leite de búfala.....	15
Capítulo III.....	21
Frutos de babaçu: Um referencial teórico sobre sua composição química e aplicações nos alimentos	21
Capítulo IV	37
Aquecimento por radiofrequência no processamento de alimentos.....	37
Capítulo V.....	52
Degradação de corantes alimentícios: uma eficiente metodologia através da aplicação de processo avançado de oxidação	52
Capítulo VI	60
Frutas da biodiversidade do Rio Grande do Sul: composição química e potencial anti-inflamatório...	60
Índice Remissivo	76
Sobre o organizador.....	77

Frutas da biodiversidade do Rio Grande do Sul: composição química e potencial anti-inflamatório

Recebido em: 06/10/2021

Aceito em: 07/10/2021

 10.46420/9786581460082cap6

Thaís Duarte Santos^{1*} 

Juliana Botelho Moreira² 

INTRODUÇÃO

A inflamação é um processo fisiopatológico que contribui para o desenvolvimento de doenças degenerativas, incluindo as cardiovasculares, câncer e Alzheimer (Joseph et al., 2016). Vários fatores contribuem para ocasionar a inflamação, como idade, sexo, sedentarismo, tabagismo, uso de certos medicamentos e dieta. Portanto, além do estilo de vida, a alimentação tem impacto significativo na saúde, prevenindo ou reduzindo os processos inflamatórios (Ruiz-Canela et al., 2016). Nas últimas duas décadas, a relação entre os alimentos nativos da América do Sul e os seus efeitos medicinais tem sido destacada (Carvalho et al., 2021).

A América do Sul possui grande diversidade de espécies frutíferas que tem ganhado popularidade em todo o mundo por seus atributos sensoriais, como sabor e cor, além do seu perfil nutricional e funcional (Hoffmann et al., 2014). O Brasil possui mais de 40.000 espécies vegetais ricas em fitoquímicos, o que representa cerca de 20% da flora mundial. Devido à sua biodiversidade, o Brasil apresenta elevado potencial para o desenvolvimento de produtos com valor agregado para a fitomedicina e suplementos alimentares para o tratamento ou prevenção de doenças inflamatórias (Carvalho et al., 2021).

Além disso, a investigação das frutas brasileiras pode mitigar o declínio da biodiversidade e proteger as fontes naturais de alimentos nutritivos, saudáveis e sustentáveis (Soares et al., 2019). Diversas frutas encontradas no Rio Grande do Sul, como o butiá, a pitanga e a jabuticaba possuem diversos componentes bioativos. O butiá é composto principalmente por carotenoides, antocianinas e flavonoides (Tambara et al., 2020). Além desses compostos, a pitanga é rica em cálcio, fósforo e vitamina C (Franzon et al., 2018). A jabuticaba é reconhecida pelo conteúdo de compostos fenólicos e tocoferóis (Albuquerque et al., 2020; Santos et al., 2021). Esses componentes biologicamente ativos são importantes para prevenir ou amenizar os processos inflamatórios no organismo. Isso demonstra a importância do consumo de

¹ Universidade Federal do Rio Grande, Escola de Química e Alimentos.

² Universidade Federal do Rio Grande, Escola de Química e Alimentos.

* Autora correspondente: dsantosthaís@gmail.com

alimentos ricos em fotoquímicos para a prevenção de doenças crônicas (Silva et al., 2019; Sousa et al., 2021). Além disso, as características sensoriais desses frutos são aspectos que incentivam o seu consumo e o desenvolvimento de novos produtos, cuja comercialização pode contribuir para a conservação da biodiversidade do Rio Grande do Sul (Teixeira et al., 2019).

Nesse contexto, este capítulo tem como objetivo apresentar uma visão geral sobre a atividade anti-inflamatória das frutas butiá, pitanga e jaboticaba, que são frequentemente encontradas na biodiversidade do Rio Grande do Sul. Os aspectos abordados foram a composição das frutas, seu potencial anti-inflamatório e possíveis mecanismos de ação. Além disso, o capítulo apresenta uma abordagem sobre a alimentação relacionada aos processos inflamatórios.

IMPORTÂNCIA DA ALIMENTAÇÃO NOS PROCESSOS INFLAMATÓRIOS

A inflamação é um processo biológico, que ocorre como um mecanismo de defesa do sistema imunológico contra à infecção, lesão ou irritação, podendo ser definida como a liberação sequencial de citocinas pró-inflamatórias (Zhu et al., 2018). A inflamação crônica tem sido associada a doenças, como artrite, alergia, aterosclerose, câncer (Devi et al., 2015), obesidade, diabetes mellitus tipo 2, além de doenças cardiovasculares (Ruiz-Canela et al., 2016).

A dieta contribui na regulação da inflamação e está diretamente relacionada ao desenvolvimento de doenças crônicas. Os alimentos são fatores responsáveis pela estabilidade da saúde do indivíduo, atuando como fonte no equilíbrio entre inflamação e anti-inflamação (Silva et al., 2019). Alguns alimentos têm ação anti e pró-inflamatória, o que torna a dieta um fator relevante para prevenção, tratamento complementar, desenvolvimento e agravamento de doenças crônicas (Silva et al., 2019; Dilly et al., 2020). Dessa forma, a alimentação atua como um importante fator na modulação da resposta inflamatória (Silva et al., 2019).

Os alimentos anti-inflamatórios ocasionam a inibição da produção de substâncias mediadoras do processo inflamatório. Alimentos anti-inflamatórios podem ser utilizados para prevenir doenças, como câncer, trombose e aterosclerose (Silva et al., 2019). Carnes vermelhas e alimentos processados são considerados estimulantes pró-inflamatórios (Ruiz-Canela et al., 2016). Dilly et al. (2020) avaliaram o estado nutricional e a frequência do consumo de diferentes alimentos por pacientes com doenças inflamatórias intestinais. Os autores constataram que dos 65 pacientes, 57% tinham doença de Crohn e 43% tinham colite ulcerosa. Além disso, os alimentos inflamatórios mais consumidos pelos pacientes foram carne bovina (65%) e café (60%), e os anti-inflamatórios foram alho (75%), azeite de oliva (54%) e batata doce (23%).

Frutas, vegetais e legumes apresentam elevado conteúdo de fitoquímicos, que são amplamente conhecidos pelo seu potencial anti-inflamatório (Silva et al., 2019). Entretanto, seus mecanismos de ação

não foram completamente identificados (Zhu et al., 2018). As frutas nativas do Brasil são ricas em compostos polifenólicos que podem atuar como agentes anti-inflamatórios (Lazarini et al., 2020). Devido a composição rica em compostos bioativos, muitas das espécies de frutas foram utilizadas como medicamentos para tratar doenças inflamatórias, distúrbios intestinais, hipertensão e diabetes (Sousa et al., 2021).

ALGUMAS FRUTAS ENCONTRADAS NO RIO GRANDE DO SUL

Butiá

O butiá é um fruto (Figura 1a) comestível de uma palmeira (Figura 1b) pertencente à família Arecaceae, nativa da América do Sul (Tambara et al., 2020). O butiá possui frutos de epicarpo liso e fibroso, mesocarpo carnudo e fibroso e endocarpo lenhoso marrom-escuro com um a dois lóculos e uma a duas sementes (Faria et al., 2008). As sementes podem ser utilizadas para extrair óleo e produzir artesanatos. No Brasil, o butiá ocorre de forma endêmica e natural em áreas abertas e florestas com árvores de Araucária no sul dos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Tambara et al., 2020). Na região sul do Brasil, oito espécies de Butiá estão distribuídas em grupos conhecidos como 'butiazais'. *Butia odorata* apresenta destaque, com uma produtividade estimada em 22.000 kg ha⁻¹. As frutas são apreciadas pelo aroma e sabor intenso e são utilizadas para fazer sucos, vinhos, compotas, geleias e licores (Hoffmann et al., 2017; Schneider et al., 2017; Tambara et al., 2020).

Estudos demonstram que o butiá apresenta composição rica em fitoquímicos como compostos fenólicos e carotenoides (Hoffmann et al., 2017; Beskow et al., 2015; Aguiar et al., 2014), alcançando 359,50 mg GAE 100 g⁻¹ e 3,85 µg g⁻¹, respectivamente (Tambara et al., 2020). Os principais ácidos fenólicos relatados no butiá foram ácidos gálico, protocatecuico, caféico, clorogênico, hidroxibenzoico, cumárico e ferúlico. Entre os flavonóides incluem-se catequina, epicatequina, quercetina, caempferol e rutina (Beskow et al., 2015; Denardin et al., 2015). O perfil de carotenóides apresentado para polpa e suco de *Butia odorata* incluiu β -criptoxantina (2,0–2,7 mg 100 g⁻¹), β-caroteno (0,5–1,1 mg 100 g⁻¹) e luteína (0,07–0,10 mg 100 g⁻¹) (Beskow et al., 2015; Jachna et al., 2016; Hofmann et al., 2017). Segundo Beskow et al. (2015), o conteúdo de ácido ascórbico (vitamina C) varia de acordo com o genótipo (34,6–63,8 mg 100 g⁻¹). Esses compostos são associados as propriedades biológicas dos frutos e ao aumento da proteção celular contra a oxidação e à prevenção de doenças cardiovasculares e cânceres (Hoffmann et al., 2017).

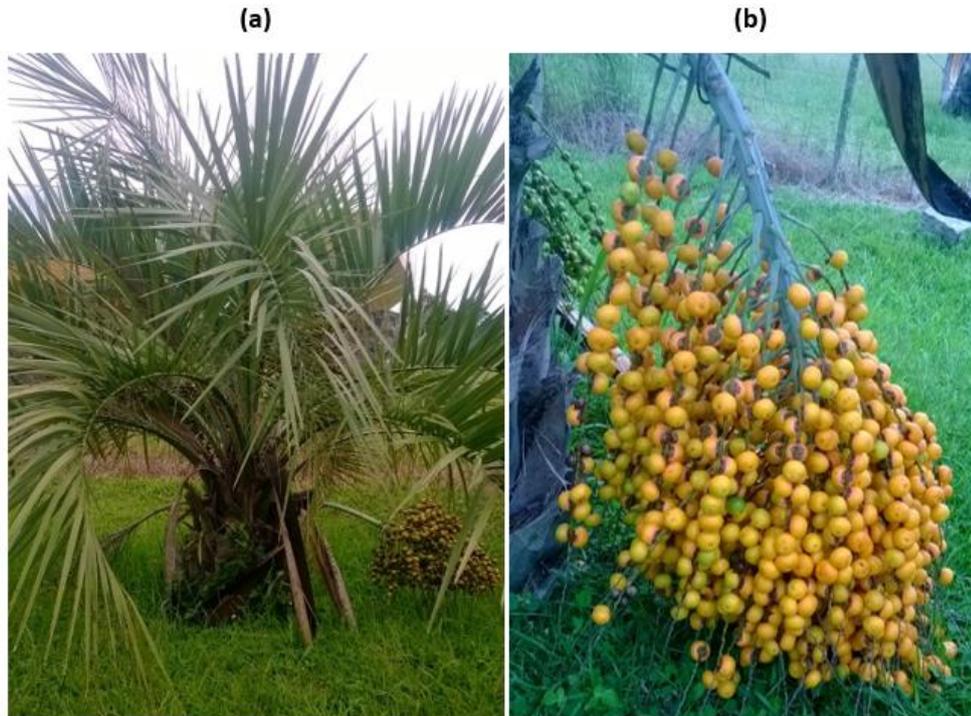


Figura 1. Butiá: palmeira (a) e colheita dos frutos maduros (b). Fonte: os autores.

O butiá também é rico em ácidos graxos (Lopes et al., 2012). No óleo de *Butia capitata* foi encontrado 24% de ácidos graxos insaturados e 76% de ácidos graxos saturados (Peralta et al., 2013). Os compostos voláteis podem variar dependendo do estágio de maturação, bem como das condições e do período de armazenamento. A caracterização química do fruto e a quantificação de seus componentes voláteis são importantes para a compreensão do seu valor nutricional durante o processo de maturação, uma vez que alguns ácidos orgânicos podem ser precursores para a síntese de ésteres (Aguiar et al., 2014). Neste contexto, Ammar et al. (2014) encontraram aproximadamente 29% de decanal nas folhas de *Butia capitata*. Os autores identificaram compostos oxigenados (64,5%) e não oxigenados (35,4%), além de monoterpenos, sesquiterpenos e ésteres de monoterpenos. Além disso, o teor de polissacarídeo e de açúcares livres isolados das folhas de *Butia capitata* foram 0,25% e 7,5%, respectivamente.

Pitanga

A pitanga (*Eugenia uniflora* L.) (Figura 2) pertence à família Myrtaceae e ocorre predominantemente na Mata Atlântica. A pitanga atinge entre 4-5 m de altura, podendo alcançar 8-12 m. No sul do Brasil, sua floração ocorre entre setembro e outubro, e os frutos amadurecem entre outubro e novembro. No entanto, as plantas selecionadas pela Embrapa Clima Temperado (Pelotas, RS) possuem um segundo ciclo de floração, que ocorre entre fevereiro e março e o amadurecimento dos frutos entre abril e início de maio (Franzon et al., 2018). Os frutos são globulares, coroados por cálice persistente, com polos achatados e sete a oito costelas no sentido longitudinal (Sanhotene, 1989). A pitanga é composta, em média, por 77%

de polpa e 23% de semente. Com o amadurecimento, o epicarpo modifica a coloração inicial (verde, laranja ou vermelho claro) para vermelha, laranja ou púrpura escura (Franzon et al., 2018).

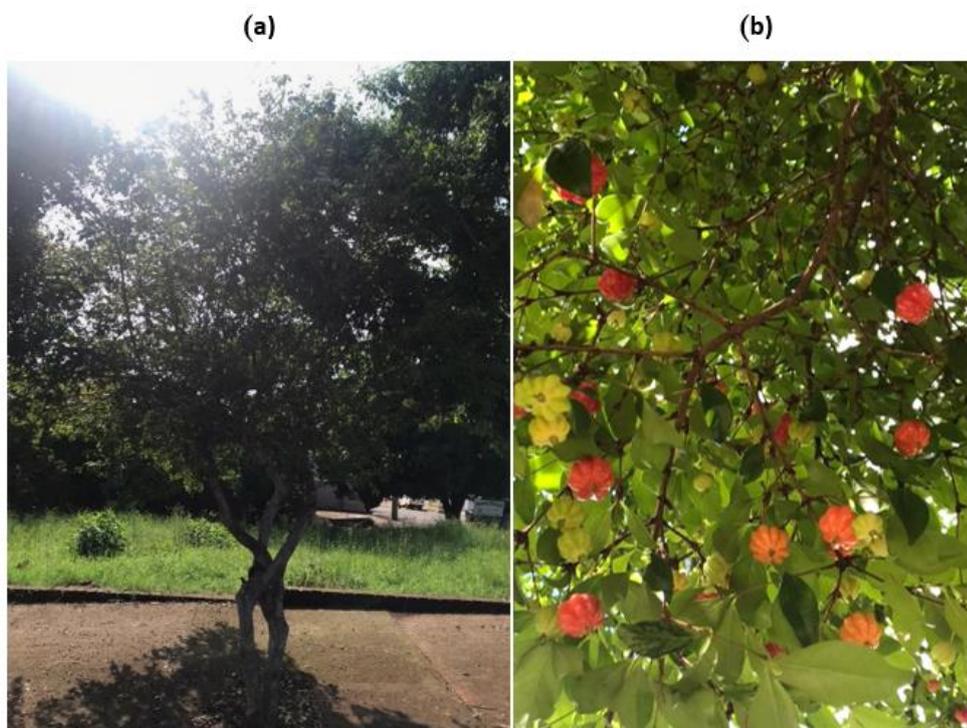


Figura 2. Árvore de pitanga em floração (a) e com a produção dos frutos (b). Fonte: os autores.

A pitanga pode ser consumida crua, processada em polpa congelada e sucos. Este fruto é caracterizado pela elevada concentração em compostos biologicamente ativos como carotenoides, antocianinas e flavonoides, bem como baixo teor lipídico (Ramalho et al., 2019). A pitanga também é rica em cálcio, fósforo e vitamina C. Entretanto, a composição química do fruto é dependente de fatores como clima, condição do solo, manejo, nutrição da planta e estágio de maturação do fruto (Franzon et al., 2018). Pitangas roxas apresentam maior concentração de fenólicos totais do que pitangas vermelhas devido ao maior teor de antocianinas (Lima et al., 2002; Jacques et al., 2009). Tambara et al. (2018) constataram que o extrato de pitanga é rico em compostos fenólicos, principalmente em antocianina cianindina 3-O-glucosídeo. Além disso, estudo *in vivo* relacionou os efeitos anti-inflamatórios do extrato de pitanga aos compostos fenólicos em sua composição (Soares et al., 2019). Os teores de carotenoides totais, mostraram ser mais abundantes nos frutos de pitanga vermelha, seguidos dos frutos de cor roxa e laranja, com teores médios de 153,0, 90,6 e 60,7 $\mu\text{g g}^{-1}$, respectivamente. Em climas quentes por exemplo, a fruta apresentou maior teor de carotenoides do que os encontrados em frutas produzidas em clima ameno. Dentre os carotenoides que se destacam na pitanga estão o licopeno, a β -criptoxantina e o β -caroteno (Franzon et al., 2018).

Jaboticaba

A jaboticaba é uma baga brasileira pertencente à família Myrtaceae e ao gênero *Myrciaria* (Oliveira et al., 2019; Inada et al., 2021). Geralmente, a colheita ocorre no período de agosto a novembro, durante a primavera (Salomão et al., 2018). A “jaboticabeira” apresenta altura de médio a grande porte, geralmente de 6 a 9 m, e é caracterizada por flores (e posteriormente frutos) que brotam diretamente dos troncos e ramos principais (Figura 3a) (De Jesus et al., 2004). Seus frutos (Figura 3b), comumente conhecidos como jaboticaba ou bagas brasileiras, possuem diâmetro de 3-4 cm que contêm entre uma e quatro sementes pequenas, com casca espessa de verde a violeta escuro, dependendo do estágio de maturação. Esta fruta pode ser consumida *in natura* ou como preparo de polpa de fruta (Oliveira et al., 2019). No entanto, sua alta perecibilidade limita a comercialização da fruta *in natura*. Portanto, a fim de agregar valor e expandir seu consumo, pesquisadores têm trabalhado em processos tecnológicos para o desenvolvimento de produtos derivados da jaboticaba (Marquetti et al., 2018; Suemitsu et al., 2020; Inada et al., 2021).

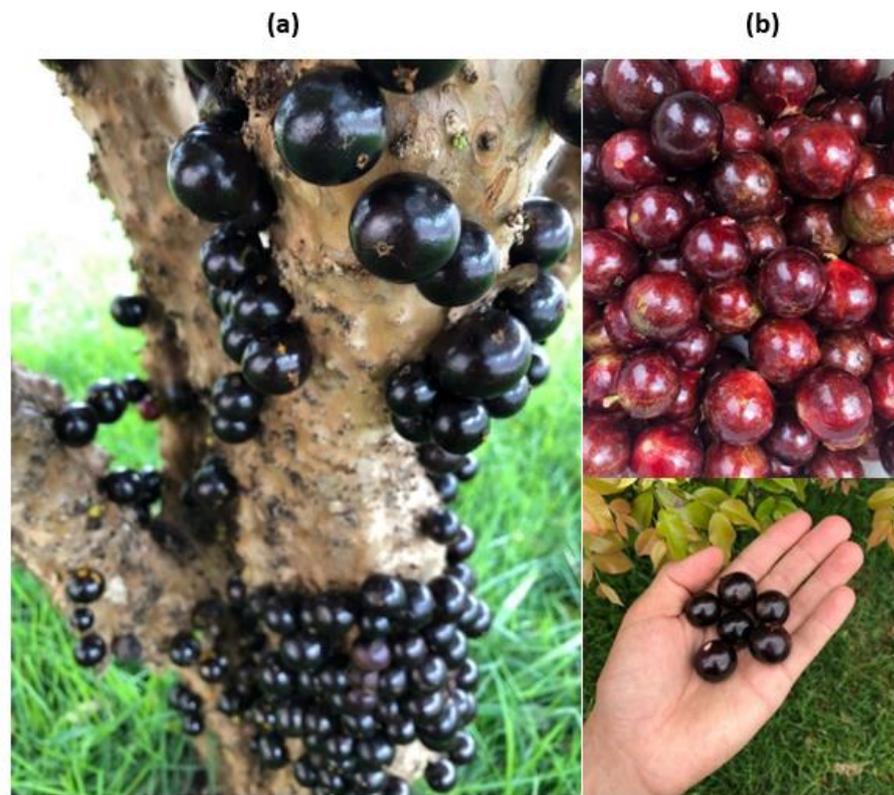


Figura 3. Jaboticabeira com a produção dos frutos em seus troncos (a); jaboticaba (b). Fonte: os autores.

O consumo da jaboticaba tem sido associado a diversos benefícios à saúde que estão relacionados ao conteúdo fenólico (Donado-Pestana et al., 2018; Albuquerque et al., 2020), especialmente antocianinas e elagitaninos (Pereira et al., 2017; Albuquerque et al., 2020; Inada et al., 2021). A folha da jaboticaba é considerada parte residual da planta. Entretanto, sua potencialidade, para as indústrias de alimentos e

farmacêutica, tem sido investigada como matéria-prima de baixo custo para extração e obtenção de compostos de interesse comercial. No estudo desenvolvido por Napolini et al. (2016), foram identificados um total de nove compostos fenólicos na folha de jabuticaba (ácido 2,4 dihidroxibenzoico, vanilina, ácido p-cumárico, ácido ferúlico, ácido sinapínico, rutina, epicatequina, ácido trans-caféico e miricetina). Recentemente, Santos et al. (2021) investigaram os compostos fenólicos mais abundantes em extratos das folhas de jabuticaba. O estudo revelou que no extrato hidroetanólico houve predomínio do ácido elágico (91% dos compostos fenólicos totais). Por outro lado, o extrato butanólico foi composto principalmente por quercetina 3-O-glicosídeo (48% dos compostos fenólicos).

Os benefícios do consumo de tocoferóis, conhecidos como vitamina E lipossolúvel, também está associado à prevenção de várias doenças devido às suas propriedades anti-inflamatórias (Jiang et al., 2001). Recentemente, δ e γ -tocoferol foram os principais isômeros detectados (0,66 e 0,56 mg 100 g⁻¹, respectivamente) no epicarpo de jabuticaba (Albuquerque et al., 2020).

A polpa gelatinosa da fruta apresenta sabor adocicado e adstringente (Oliveira et al., 2019). Os carboidratos da polpa (10 a 13%) compreendem açúcares simples, como frutose, glicose e sacarose, que juntamente com a os ácidos orgânicos (aproximadamente 4% na casca), principalmente os ácidos cítrico, succínico e málico, são os principais responsáveis pelo sabor doce e azedo da fruta (Inada et al., 2021). Albuquerque et al. (2020) detectaram seis ácidos orgânicos, com maior teor do ácido cítrico (18,8 mg 100 g⁻¹). Além disso, a jabuticaba apresenta em sua composição β -caroteno, vitamina C e minerais, como cobre, manganês, potássio e ferro (Inada et al., 2015).

COMPOSTOS BIOATIVOS E MECANISMO DE AÇÃO

Os compostos bioativos são metabólitos secundários presentes em plantas e em alguns micro-organismos. Estes compostos são considerados ingredientes não nutricionais, mas vitais para a manutenção da saúde humana. Dentre os compostos investigados quanto a sua bioatividade, incluem-se compostos fenólicos, carotenoides, ácidos graxos e vitaminas (Patil et al., 2009).

Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos são um grupo heterogêneo de metabólitos secundários, encontrados em plantas, incluindo frutas e vegetais, chá, chocolate, ervas e especiarias, grãos, entre outros. Os compostos fenólicos são classificados de acordo com sua estrutura química, com base no número de anéis aromáticos com grupos hidroxila anexados. Diversos compostos fenólicos de frutas foram investigados quanto às suas propriedades biológicas. Os mecanismos de ação dos compostos fenólicos não foram totalmente elucidados, porém foi relatada correlação entre alta ingestão destes compostos e regulação negativa dos processos inflamatórios (Stromsnes et al., 2021).

Os compostos fenólicos exercem suas propriedades anti-inflamatórias de múltiplas formas, por exemplo inibindo a atividade, expressão gênica ou síntese de mediadores pró-inflamatórios. Uma forma de atuação destes compostos é a inibição da ativação de células imunes, modulando fatores de transcrição, como NF- κ B ou Nrf-2, que resultam em efeitos anti-inflamatórios e antioxidantes. Além disso, reduzem marcadores pró-inflamatórios, como IL-1 β , IL-6, TNF- α , reduzem a oxidação de LDL, levando à diminuição da inflamação vascular, risco de agregação plaquetária e redução do estresse oxidativo e efeitos do óxido nítrico. Os compostos fenólicos, principalmente os flavonoides, também inibem a atividade de enzimas envolvidas no processo inflamatório (Stromnes et al., 2021).

Os principais grupos de compostos fenólicos encontrados no butiá, foram flavonoides (catequina e epicatequina) e ácidos hidroxicinâmicos (ácido clorogênico) (Ramos et al., 2020). O conteúdo de compostos fenólicos foi avaliado em pitangas de diferentes colorações, cultivadas no Rio Grande do Sul. A pitanga de polpa roxa apresentou maiores concentrações de compostos fenólicos totais e de antocianinas (Bagetti et al., 2011). As antocianinas e derivados de ácido elágico foram as principais classes de compostos fenólicos encontrados em jabuticaba, em estudo realizado por Rodrigues et al. (2021). Como reportado, nas frutas vermelhas, como a pitanga e jabuticaba, destacam-se as antocianinas. Estes compostos exibiram efeito anti-inflamatório reportado pela sua ação na proteína inflamatória (CRP) devido ao conteúdo de cianidina 3-O- β -glucosídeo, que foi capaz de prevenir a ativação endotelial induzida e regular negativamente a ativação de enzimas envolvidas no processo inflamatório como quinases e ciclo-oxigenase-2 e do mediador pró-inflamatório IL-6 (Poulsen et al., 2020).

Carotenoides

Os carotenoides são pigmentos lipossolúveis, de coloração vermelha, laranja ou amarela, que estão naturalmente presentes em frutas, vegetais, fungos, bactérias e algas. Em animais e humanos, os carotenoides não são sintetizados, porém desempenham importante função na proteção contra os processos foto-oxidativos, capturando oxigênio molecular singlete e radicais peroxil e podem interagir sinergicamente com outros antioxidantes (Tapiero et al., 2004).

Com relação à atividade anti-inflamatória, carotenoides contendo oxigênio em sua estrutura, como fucoxantina e astaxantina, foram relatados com capacidade de suprimir a expressão das citocinas pró-inflamatórias IL-6, TNF- α e IL-1 β . Essa redução foi relacionada à captura do radical oxigênio, o qual se torna incapaz de interagir com o fator de transcrição envolvido no processo (NF- κ B) (Bhatt e Patel, 2020). A luteína diminui respostas inflamatórias da pele, como a expressão de IL-6 e regulação da atividade da enzima responsável pela inflamação (ciclo-oxigenase-2). β -caroteno também suprimiu a transcrição de citocinas IL-1 β , IL-6 e IL-12. Além disso, o licopeno apresentou propriedades anti-inflamatórias

relacionadas com a regulação negativa da expressão de NF- κ B e produção do fator de necrose tumoral TNF- α (Milani et al., 2017).

Pereira et al. (2013) reportaram maiores teores de carotenoides no butiá quando comparado a outras duas frutas encontradas no Rio Grande do Sul (araticu-do-mato e mandacaru-de-três-quinás). O β -caroteno foi o carotenoide majoritário no butiá, representando mais de 50% do conteúdo total, e luteína foi detectada em menores concentrações. Barbosa et al. (2021) reportaram o β -caroteno como o único carotenoide detectado na polpa de butiá analisada. Inada et al. (2015) também verificaram que o β -caroteno foi o único carotenoide identificado e quantificado em jabuticaba. No estudo de Bagetti et al. (2011), em que foram investigadas pitangas de diferentes cores, os carotenoides encontrados em maior concentração nas amostras de pitanga vermelha e laranja foram licopeno, β -criptoxantina e β -caroteno. Rubixantina também foi detectada em menor concentração.

Ácidos graxos poli-insaturados

Os ácidos graxos poli-insaturados são ácidos carboxílicos com grupos laterais de hidrocarbonetos de cadeia longa e que possuem duas ou mais insaturações (Voet e Voet, 2013). Os ácidos graxos poli-insaturados (PUFAs) ômega-3 demonstraram atividade biológica em processos inflamatórios. Os efeitos anti-inflamatórios destes ácidos graxos foram relacionados a múltiplos mecanismos interligados. Estes compreendem inibição da sinalização do fator de transcrição NF- κ B que desencadeia a ativação do antifator de transcrição inflamatório PPAR- γ e a ligação ao receptor de membrana que reprime a inflamação tecidual mediada por macrófagos (GPR120). A regulação de NF- κ B também inibe a produção de citocinas pró-inflamatórias, incluindo IL-1 β e TNF- α , diminui a produção de espécies reativas de oxigênio e promove a morte de macrófagos de neutrófilos apoptóticos. Além disso, o metabolismo de ácidos graxos ômega 3 como o ácido eicosapentaenóico (EPA; C20:5) e o ácido docosahexaenóico (DHA, C22:6), resulta em mediadores com propriedades anti-inflamatórias (Stromsnes et al., 2021).

Bagetti et al. (2011) reportaram que os ácidos graxos predominantes em amostras de pitanga foram palmítico (C16:0), oleico (C18:1n9) e linoléico (C18:2n6). Lopes et al. (2012) caracterizaram a polpa de *Butia capitata* quanto ao perfil de ácidos graxos e obtiveram teor de ácido linolênico (C18:3n3) de 3,40%. Este ácido graxo essencial é o precursor dos ácidos EPA e DHA (Voet e Voet, 2013). Além disso, o óleo das sementes destes frutos também apresentou ácidos graxos insaturados em sua composição. No estudo realizado por Bagetti et al. (2009) o ácido graxo predominante em sementes de pitanga roxa e vermelha foi o ácido linoléico, enquanto nas sementes de pitanga laranja foram os ácidos linoléico e α -linolênico. Peralta et al. (2013) reportaram que o óleo essencial da semente de *B. capitata* apresentou 24% de ácidos graxos insaturados, sendo eles o ácido linoléico e o ácido oleico.

ATIVIDADE BIOLÓGICA DAS FRUTAS BUTIÁ, JABUTICABA E PITANGA

Os efeitos benéficos dos compostos presentes em frutas estão associados às suas atividades biológicas, principalmente como antioxidante e anti-inflamatório. Estas atividades demonstraram ter efeito positivo em diversas doenças como obesidade, diabetes, câncer e doenças cardiovasculares (Calderón-Oliver e Ponce-Alquicira, 2018; Zhu et al., 2018). Estudos recentes têm evidenciado a atividade anti-inflamatória dos compostos bioativos presentes nas frutas jabuticaba, pitanga e butiá.

Brito et al. (2021) investigaram o potencial anti-inflamatório do extrato hidroetanólico do epicarpo de jabuticaba em camundongos. A administração oral reduziu significativamente a inflamação de edema de pata induzido e bloqueou parcialmente a migração de leucócitos, a qual está associada ao processo inflamatório. Os autores atribuíram essa atividade aos compostos fenólicos detectados no extrato de jabuticaba.

Rodrigues et al. (2021) relataram que a administração de extrato hidrometanólico de jabuticaba em camundongos atenuou a inflamação intestinal induzida por dieta rica em gordura e açúcar, inibindo marcadores inflamatórios essenciais e reduzindo níveis de lipopolissacarídeos circulantes. A administração do extrato resultou na regulação negativa de mediadores pró-inflamatórios, como o fator de necrose tumoral (TNF- α), o transportador de membrana TLR-4 e o fator de transcrição NF- κ B no cólon. Hsu et al. (2016) avaliaram o efeito de extrato de jabuticaba em diabetes associado à inflamação renal e à regulação glicêmica em camundongos. Os resultados demonstraram que o extrato melhorou a função renal dos animais, reduzindo a inflamação renal e o estresse oxidativo devido à inibição de fatores associados ao processo inflamatório (proteína quinase C e fator NF- κ B).

Extrato de pitanga apresentou atividade anti-inflamatória e antitrombótica, melhorando os perfis lipídicos e glicêmicos, em ratos. A bioatividade foi verificada pela inibição de enzimas envolvidas no processo inflamatório (acetilcolinesterase e butirilcolinesterase). O processo inflamatório foi decorrente da síndrome metabólica induzida pela administração de uma dieta altamente palatável (Oliveira et al., 2020). O suco de pitanga induziu efeito anti-inflamatório em células epiteliais da gengiva devido à redução da liberação de interleucina pró-inflamatória IL-8. O efeito foi observado em voluntários que foram orientados a permanecer com o suco na boca por 10 min (Soares et al., 2014).

No estudo de Ramos et al. (2020) utilizando modelo animal, extrato de butiá reduziu a atividade das enzimas envolvidas no processo inflamatório, adenosina desaminase e butirilcolinesterase, e diminuiu o conteúdo do marcador de inflamação proteína C-reativa. Além disso, o tratamento dos ratos com o extrato reduziu a hiperlipidemia (níveis de triglicerídeos, colesterol total e colesterol LDL) e aumentou a atividade de colesterol HDL. Portanto, a ingestão de butiá, pitanga e jabuticaba pode contribuir com o aporte de biocompostos que tem efeito positivo na regulação da inflamação, incluindo de processos inflamatórios associados a doenças crônicas.

Além da propriedade anti-inflamatória, extratos das frutas butiá, jabuticaba e pitanga foram investigados quanto às suas propriedades biológicas no tratamento ou prevenção de diversas doenças, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Atividade biológica das frutas butiá, jabuticaba e pitanga.

Fruta	Compostos quantificados	Efeito	Referência
Butiá		Capacidade de proteger e reverter o dano oxidativo induzido pelo peróxido de hidrogênio e pelas espécies reativas de oxigênio	Tambara et al. (2020)
Butiá	Carotenoides, compostos fenólicos totais	Atividade antioxidante (radicais ABTS e DPPH)	Pereira et al. (2013)
Jabuticaba	Proantocianidinas, elagitaninos.	Redução da ingestão energética em ratos diabéticos. Redução dos níveis plasmáticos de colesterol total e triacilglicerol	Alezandro et al. (2013)
Jabuticaba	Proantocianidinas, flavonoides, elagitaninos	Impediu o ganho de massa corporal devido ao aumento excessivo do tecido adiposo. Evitou altas concentrações de glicose no sangue e altos níveis de colesterol total	Moura et al. (2018)
Pitanga	Compostos fenólicos totais, antocianinas, carotenoides	Inibição da α -glicosidade. Atividade antioxidante (radicais DPPH, NO e hidroxila)	Vinholes et al. (2017)
Pitanga	Antocianinas	Atividade antioxidante (redução de espécies reativas de oxigênio em <i>Caenorhabditis elegans</i>)	Tambara et al. (2018)
Pitanga	Compostos fenólicos totais, flavonoides, antocianinas	Redução da peroxidação lipídica, dos níveis de glicose no sangue e de colesterol, evitou redução da atividade da enzima antioxidante superóxido dismutase (em camundongos)	Oliveira et al. (2017)
Pitanga	Compostos fenólicos totais, flavonoides, antocianinas	Efeito neuroprotetor, prevenção do dano oxidativo e redução da atividade da acetilcolinesterase, relacionados ao efeito antidepressivo	Flores et al. (2020)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os compostos bioativos predominantes nas frutas butiá, jabuticaba e pitanga foram compostos fenólicos e carotenoides. Estes compostos foram reportados como anti-inflamatórios atuando principalmente na redução de mediadores pró-inflamatórios e inibição de enzimas envolvidas no processo inflamatório. Entretanto, estudos ainda são necessários a fim de esclarecer o mecanismo de ação e a sua relação com a estrutura dos diferentes compostos identificados.

A introdução de butiá, jaboticaba e pitanga na dieta pode contribuir com o aporte de compostos com ação preventiva ou terapêutica nos processos inflamatórios derivados de doenças crônicas e de dietas não saudáveis. Além disso, estas frutas, assim como as folhas e sementes, possuem potencial como fonte de compostos bioativos para o desenvolvimento de alimentos funcionais e nutraceuticos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar MC et al. (2014). Volatile compounds from fruits of *Butia capitata* at different stages of maturity and storage. *Food Research International*, 62: 1095-1099.
- Albuquerque BR et al. (2020). Jaboticaba residues (*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) Berg) are rich sources of valuable compounds with bioactive properties. *Food Chemistry*, 309: 125735.
- Alezandro MR et al. (2013). Jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) Berg), a Brazilian grape-like fruit, improves plasma lipid profile in streptozotocin-mediated oxidative stress in diabetic rats. *Food Research International*, 54(1): 650-659.
- Ammar NM et al. (2014). Phytochemical and biological studies of *Butia capitata* Becc. Leaves cultivated in Egypt. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 4(6): 456-462.
- Bagetti M et al. (2009). Antioxidant capacity and composition of pitanga seeds. *Ciência Rural*, 39: 2504-2510.
- Bagetti M et al. (2011). Physicochemical characterization and antioxidant capacity of pitanga fruits (*Eugenia uniflora* L.). *Food Science and Technology*, 31: 147-154.
- Barbosa MCDA et al. (2021). Composition proximate, bioactive compounds and antioxidant capacity of *Butia capitata*. *Food Science and Technology*, 1-6.
- Beskow GT et al. (2015). Bioactive and yield potential of jelly palms (*Butia odorata* Barb. Rodr.). *Food Chemistry*, 172: 699-704.
- Bhatt T, Patel K (2020). Carotenoids: potent to prevent diseases review. *Natural Products and Bioprospecting*, 10(3): 109-117.
- Brito TGS et al. (2021). Anti-inflammatory, hypoglycemic, hypolipidemic, and analgesic activities of *Plinia cauliflora* (Mart.) Kausel (Brazilian grape) epicarp. *Journal of Ethnopharmacology*, 268: 113611.
- Calderón-Oliver M, Ponce-Alquicira E (2018). Fruits: A source of polyphenols and health benefits. Grumezescu A; Holban, AM. (org). *Natural and artificial flavoring agents and food dyes*. Academic Press. 189-228p.
- Carvalho APA et al. (2021). Health benefits of phytochemicals from Brazilian native foods and plants: Antioxidant, antimicrobial, anti-cancer, and risk factors of metabolic/endocrine disorders control. *Trends in Food Science & Technology*, 11: 534-548.

- De Jesus N et al. (2004). Caracterização de quatro grupos de jaboticabeira, nas condições de jaboticabal-SP. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 26(3): 482-485.
- Denardin CC et al. (2015). Antioxidant capacity and bioactive compounds of four Brazilian native fruits. *Journal of Food and Drug Analysis*, 23(3): 387-398.
- Devi KP et al. (2015). Kaempferol and inflammation: from chemistry to medicine. *Pharmacological Research*, 99: 1-10.
- Dilly RS et al. (2020). Nutritional status and consumption of inflammatory and anti-inflammatory foods by patients with inflammatory bowel diseases. *Journal of Coloproctology*, 40(2): 99-104.
- Donado-Pestana CM et al. (2018). Polyphenols from Brazilian native Myrtaceae fruits and their potential health benefits against obesity and its associated complications. *Current Opinion in Food Science*, 19: 42-49.
- Faria JP et al. (2008). Caracterização da polpa do coquinho-azedo (*Butia capitata* var *capitata*). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 30(3): 827-829.
- Flores NP et al. (2020). *Eugenia uniflora* fruit extract exerts neuroprotective effect on chronic unpredictable stress-induced behavioral and neurochemical changes. *Journal of Food Biochemistry*, 44(10): e13442.
- Franzon RC et al. (2018). Pitanga—*Eugenia uniflora* L. Rodrigues S et al. (org.). Exotic fruit reference guide. Academic Press. 333-338p.
- Hoffmann JF et al. (2014). *Butia* spp. (Arecaceae): An overview. *Scientia Horticulturae*, 179: 122-131.
- Hoffmann JF et al. (2017). Stability of bioactive compounds in butiá (*Butia odorata*) fruit pulp and nectar. *Food Chemistry*, 237: 638-644.
- Hsu JD et al. (2016). *Myrciaria cauliflora* extract improves diabetic nephropathy via suppression of oxidative stress and inflammation in streptozotocin-nicotinamide mice. *Journal of Food and Drug Analysis*, 24(4): 730-737.
- Inada KOP et al. (2015). Screening of the chemical composition and occurring antioxidants in jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*) and jussara (*Euterpe edulis*) fruits and their fractions. *Journal of Functional Foods*, 17: 422-433.
- Inada KOP et al. (2021). Jaboticaba berry: A comprehensive review on its polyphenol composition, health effects, metabolism, and the development of food products. *Food Research International*, 147: 110518.
- Jachna TJ et al. (2016). Bioactive compounds in pindo palm (*Butia capitata*) juice and in pomace resulting of the extraction process. *Journal of the Science of Food Agriculture*, 96: 1216-1222.
- Jacques et al. (2009). Bioactive compounds in small fruits cultivated in the southern region of Brazil. *Brazilian Journal of Food Technology*, 12: 123-127.

- Jiang Q et al. (2001). γ -Tocopherol, the major form of vitamin E in the US diet, deserves more attention. *American Journal of Clinical Nutrition*, 74(6): 714-722.
- Joseph SV et al. (2016). Fruit Polyphenols: A Review of anti-inflammatory effects in humans. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56: 419-444.
- Lazarini JG et al. (2020). Anti-inflammatory and antioxidant potential, *in vivo* toxicity, and polyphenolic composition of *Eugenia selloi* B.D.Jacks. (pitangatuba), a Brazilian native fruit. *Plos One*, 1-16.
- Lima VLAG et al. (2002). Fenólicos e carotenóides totais em pitanga. *Scientia Agricola*, 59: 447-450.
- Lopes RM et al. (2012). Composition of fat acids in pulp of native fruits from the Brazilian Savana. *Revista Brasileira de Fruticultura* 34: 635-640.
- Marquetti C et al. (2018). Jaboticaba skin flour: Analysis and sustainable alternative source to incorporate bioactive compounds and increase the nutritional value of cookies. *Food Science and Technology*, 38(4): 629-638.
- Milani A et al. (2017). Carotenoids: biochemistry, pharmacology and treatment. *British Journal of Pharmacology*, 174(11): 1290-1324.
- Moura MHC et al. (2018). Phenolic-rich jaboticaba (*Plinia jaboticaba* (Vell.) Berg) extracts prevent high-fat-sucrose diet-induced obesity in C57BL/6 mice. *Food Research International*, 107: 48-60.
- Napolini NF et al. (2016). Phytochemical characterization of bioactive compounds on methanolic and ethanolic leaf extracts of *Myrciaria* sp. *Scientia Agropecuaria*, 7(2): 103-sa109.
- Oliveira GP et al. (2019). Origin and development of reproductive buds in jaboticaba cv. Sabará (*Plinia jaboticaba* Vell). *Scientia Horticulturae*, 249: 432-438.
- Oliveira OS et al. (2017). *Eugenia uniflora* fruit (red type) standardized extract: a potential pharmacological tool to diet-induced metabolic syndrome damage management. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 92: 935-941.
- Oliveira PS et al. (2020). Brazilian native fruit extracts act as preventive agents modulating the purinergic and cholinergic signalling in blood cells and serum in a rat model of metabolic syndrome. *Archives of Physiology and Biochemistry*, 26: 1-8.
- Patil BS et al. (2009). Bioactive compounds: historical perspectives, opportunities, and challenges. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(18): 8142-8160.
- Peralta SL et al. (2013). Self-etching dental adhesive containing a natural essential oil: anti-biofouling performance and mechanical properties. *Biofouling* 29(4): 345-355.
- Pereira LD et al. (2017). Polyphenol and ellagitannin constituents of jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) and chemical variability at different stages of fruit development. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 65(6): 1209-1219.

- Pereira MC et al. (2013). Characterization, bioactive compounds and antioxidant potential of three Brazilian fruits. *Journal of Food Composition and Analysis*, 29(1): 19-24.
- Poulsen NB et al. (2020). The Effect of Plant Derived Bioactive Compounds on Inflammation: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Molecular Nutrition & Food Research*, 64(18): 2000473.
- Ramalho RRF (2019). Variability of polyphenols and volatiles during fruit development of three pitanga (*Eugenia uniflora* L.) biotypes. *Food Research International*, 119: 850-858.
- Ramos VP et al. (2020). Hypolipidemic and anti-inflammatory properties of phenolic rich *Butia odorata* fruit extract: potential involvement of paraoxonase activity. *Biomarkers*, 25(5): 417-424.
- Rodrigues L et al. (2021). Phenolic compounds from jaboticaba (*Plinia jaboticaba* (Vell.) Berg) ameliorate intestinal inflammation and associated endotoxemia in obesity. *Food Research International*, 141: 110139.
- Ruiz-Canela M et al. (2016). The role of dietary inflammatory index in cardiovascular disease, metabolic syndrome and mortality. *International Journal of Molecular Science*, 17: 1265.
- Salomão LCC et al. (2018). Jaboticaba–*Myrciaria* spp. Rodrigues S et al. (org.). Exotic fruit reference guide. Academic Press. 237-244p.
- Sanchotene MCC (1989). Frutíferas nativas úteis `à fauna na arborização urbana. 2 ed Porto Alegre, Sagra.
- Santos MCP et al. (2021). Profile of phenolic compounds in jaboticaba (*Myrciaria* sp.) a potential functional ingredient. *Natural Product Research*, 1-5.
- Schneider, LR et al. (2017). The phytochemistry and pharmacology of *Butia* sp.: A systematic review and an overview of the technological monitoring process. *Phytotherapy Research*, 31: 1495-1503.
- Silva ACM et al. (2019). A importância do consumo de alimentos antiinflamatórios. In: SEMPESq - Semana de Pesquisa da Unit, n.8, 2019, Alagoas, 1-3.
- Soares DJ et al. (2014). Pitanga (*Eugenia uniflora* L.) fruit juice and two major constituents thereof exhibit anti-inflammatory properties in human gingival and oral gum epithelial cells. *Food & Function*, 5(11): 2981-2988.
- Soares JC et al. (2019). Comprehensive characterization of bioactive phenols from new Brazilian superfruits by LC-ESI-QTOF-MS, and their ROS and RNS scavenging effects and anti-inflammatory activity. *Food Chemistry*, 281: 178-188.
- Sousa HMS et al. (2021). Some wild fruits from amazon biodiversity: composition, bioactive compounds, and characteristics. *Food Research*, 5(5): 17-32.
- Stromsnes K et al. (2021). Anti-Inflammatory Properties of Diet: Role in Healthy Aging. *Biomedicines*, 9(8): 922.
- Suemitsu L et al. (2020). Development, sensory profile and physicochemical properties of jaboticaba nectar with lyophilized jussara pulp. *Revista Ciência Agronômica*, 51(2): e20196633.

- Tambara AL et al. (2018). Purple pitanga fruit (*Eugenia uniflora* L.) protects against oxidative stress and increase the lifespan in *Caenorhabditis elegans* via the DAF-16/FOXO pathway. *Food and Chemical Toxicology*, 120: 639-650.
- Tambara AL et al. (2020). Butiá fruit extract (*Butia eriospatha*) protects against oxidative damage and increases lifespan on *Caenorhabditis elegans*. *Journal of Food Biochemistry*, 44(3): e13139.
- Tapiero H et al. (2004). The role of carotenoids in the prevention of human pathologies. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 58(2): 100-110.
- Teixeira N et al. (2019). Edible fruits from Brazilian biodiversity: a review on their sensorial characteristics versus bioactivity as tool to select research. *Food Research International*, 119: 325-348.
- Vinholes J et al. (2017). In vitro assessment of the antihyperglycemic and antioxidant properties of araçá, butiá and pitanga. *Food Bioscience*, 19: 92-100.
- Voet, D, Voet, JG (2013). *Bioquímica*. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 1512 p.
- Zhu F et al. (2018). Anti-inflammatory effects of phytochemicals from fruits, vegetables, and food legumes: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58(8): 1260-1270.

ÍNDICE REMISSIVO

A

alimentos, 43
aquecimento, 37, 41
Attalea speciosa, 22

B

butiá, 60, 61, 62, 63, 67, 68, 69, 70, 71

C

carotenoides, 60, 62, 64, 66, 67, 68, 70
composição, 17

D

degradação, 52

F

fenólicos, 60, 62, 64, 66, 67, 69, 70
físico-química, 6, 8, 11

Foto-Fenton, 53, 55, 56, 57

J

jaboticaba, 60, 61, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71

M

mel, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
microbiológica, 6, 8, 10

P

picos, 6, 8, 10
pitanga, 60, 61, 63, 64, 67, 68, 69, 70, 71

Q

qualidade, 6, 8, 11, 12

R

radiofrequência, 39, 40, 41

SOBRE O ORGANIZADOR



 Wesclen Vilar Nogueira

Graduado em Engenharia de Pesca pela UNIR. Mestre e doutorando em Engenharia e Ciência de Alimentos pela FURG.



ISBN 978-658146008-2



9

786581

460082

Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000

Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil

Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)

<https://www.editorapantanal.com.br>

contato@editorapantanal.com.br