

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO 7

INTRODUÇÃO 9

Seção I FRUTAS E SEMENTES NATIVAS DA REGIÃO SUL DO BRASIL

GUABIROBA 19

PALMEIRA JUÇARA 49

ARAÇÁ 69

FEIJOA, GOIABA-SERRANA 103

PINHÃO 121

Seção 2
FRUTAS FOLHAS, RIZOMAS E RAÍZES COMERCIAIS
PRODUZIDAS NA REGIÃO SUL DO BRASIL

FISALIS	145
AMORA-PRETA: FRUTA COM POTENCIALIDADE REGIONAL	165
ERVA-MATE	187
TARO	231
GENGIBRE	251
SOBRE OS AUTORES E AS AUTORAS	272



APRESENTAÇÃO

A agricultura brasileira é uma das atividades econômicas de suma importância para o país, representando um quarto do PIB nacional. Praticada em diferentes modalidades (tradicional, moderna, familiar, patronal e orgânica), este setor vem apresentando crescimento expressivo, tornando o Brasil um dos maiores produtores e exportadores agrícolas do mundo. Além de ser um dos principais fornecedores de commodities agrícolas, de acordo com a ABIA (Associação Brasileira da Indústria de Alimentos), o Brasil é mundialmente o segundo maior exportador de alimentos industrializados. Existem ainda maiores expectativas de expansão.

Por outro lado, a alimentação saudável é uma grande tendência mundial. Intensas pesquisas vêm demonstrando que frutas, hortaliças e raízes brasileiras são altamente ricas em compostos benéficos à saúde, chamados compostos bioativos. A riqueza em carotenoides, polifenóis e outros bioativos vem sendo demonstrada.

Os produtos da agricultura brasileira são bastante diversificados. Devido principalmente aos aspectos do clima e do solo, existe uma diferenciação regional. Portanto, o lançamento do livro intitulado “Matérias-primas Regionais do Sul do Brasil” é oportuno. Mesmo destacando

o grande potencial da região, a Introdução cita os problemas que atualmente impedem a exploração sustentável de plantas convencionais e não convencionais e do processamento destes alimentos. Para incentivar o uso de recursos naturais produzidos no Sul, os professores da Universidade Federal da Fronteira Sul e seus parceiros escreveram este livro que reúne resultados das suas pesquisas.

Este livro é composto por 10 capítulos: Guabiroba, Palmeiras Juçara, Araçá, Feijoa (Goiaba Serrana), Pinhão, Fisális, Amora-preta, Erva-mate, Taro e Gengibre. Em cada capítulo, são discutidos produção, comercialização e consumo, composição centesimal, composição de nutrientes e de compostos bioativos (especialmente carotenoides e compostos fenólicos), processamento e perspectivas futuras.

Delia B. Rodriguez-Amaya

Departamento de Ciência de Alimentos e Nutrição
Faculdade de Engenharia de Alimentos
Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)



INTRODUÇÃO

Catia Tavares dos Passos Francisco

O Brasil possui ampla extensão territorial, diversidade geográfica e climática, o que faz com que abrigue uma ampla diversidade biológica, o que o classifica como detentor de uma megadiversidade, possuindo de 15–20% dos 1,5 milhão de espécies já descritas no Planeta, com 55 mil espécies de plantas superiores, na qual a Mata Atlântica possui cerca de 22% das existentes no mundo. Esta é considerada um dos maiores repositórios de biodiversidade, mas também um dos mais ameaçados do mundo, sendo reflexo da ocupação desordenada e da exploração dos recursos naturais de forma não sustentável, em função da urbanização, a densidade demográfica e por ser considerada uma área muito fértil para a agricultura. Hoje está reduzida a 8% da sua extensão original, ameaçando o patrimônio histórico e cultural de comunidades tradicionais (Coradin; Siminski; Reis, 2011).

Em geral, o brasileiro não desfruta dos benefícios da sua riqueza natural, entre os quais podem ser encontrados alimentos com elevado valor nutricional e com efeitos benéficos à saúde. A revolução verde, a transgenia, a industrialização de alimentos e a globalização podem ter influenciado para a uniformização da produção e de hábitos alimentares, o que ocasionou redução da diversidade alimentar (Pessôa; Ribas, 2020).

Logo, o aumento da exploração do potencial fitogenético das culturas produzidas no Brasil, sendo ou não nativas, depende da ampliação dos conhecimentos destas espécies, da investigação da sua composição e do seu potencial para uso tecnológico, através do desenvolvimento de trabalhos acadêmicos, levantamento de receitas e hábitos utilizados pela cultura tradicional e, por fim, da divulgação deste conhecimento, para que mais pessoas tenham acesso, com possibilidade de diversificação da produção e melhor uso dos recursos naturais.

A Universidade Federal da Fronteira Sul foi implantada na região Sul do Brasil, em uma área até então desassistida pelo Ensino Superior público federal, onde o *Campus Laranjeiras do Sul*, localizado no Estado do Paraná, foi implantado em um Território da Cidadania Cantuquiriguaçu (Trevisol, Cordeiro e Hass, 2011). Esta é uma região marcada por pequenas propriedades rurais, com menos de 50 ha, nas quais há propriedades orgânicas e em fase de transição, como também, convencionais (IPARDES, 2007). Quando os professores do Curso de Engenharia de Alimentos começaram a trabalhar neste território, a partir de 2010, tiveram contato com produtores rurais e, também, com agricultores ligados a Rede EcoVida e identificaram que o local era promissor para a exploração sustentável de frutas nativas, bem como para o aumento de renda através do cultivo de plantas convencionais e não convencionais, como o Taro, o Yacon, a Mandioca, o Pinhão, a Erva-Mate, entre outros, e do processamento destes alimentos.

Nesse contexto foi constatado que os agricultores familiares costumam, em sua maioria, trabalhar de forma artesanal e não regulamentada, com a produção de produtos artesanais de origem vegetal e animal, como os de panificação, doces e laticínios, além da comercialização de hortaliças, galinha caipira e ovos, como forma de aumentar a sua renda, comercializando em feiras ou diretamente ao consumidor. Esses produtos nem sempre são obtidos e manipulados seguindo as Boas Práticas de Fabricação (BPF) (Bertolo *et al.*, 2016). Essas práticas, normalmente, geram conflito entre o interesse da população que quer adquirir os produtos, e os órgãos de fiscalização, que tentam impedir que estes sejam comercializados, logo há a necessidade de que novas atividades econômicas sejam propostas a estes produtores de alimentos, que possam ser viáveis dentro da sua estrutura organizacional e que ocasionem aumento de renda.

Entre os anos de 2011 e 2012 foi produzida uma pesquisa em 93 (noventa e três) propriedades rurais neste território, com o objetivo de fazer

um levantamento da presença de frutíferas nativas, com potencial produtivo. O tamanho das propriedades investigadas foi de 0,6 a 26,6ha, e em nenhuma propriedade a fruticultura foi o sustento principal. As frutas nativas, com maior presença, relatadas pelos agricultores foram a guabi-roba, a goiaba, o jaracatiá, a pitanga, a uvaia, o sete-capotes, a cereja, o araçá, a jabuticaba e o guabiju, todas essas com potencial para serem utilizadas *in natura* e processadas. Os produtores foram questionados do motivo de não utilizarem estas frutas, sendo relatado em 43,8% das res-postas que esta situação decorre pelo ataque de pragas e doenças, 27% ao longo tempo para a frutífera entrar em produção, 16,2% pela falta de cuidado com as plantas e 13% relataram a falta de conhecimento sobre estas culturas (Betemps *et al.* 2013). Perguntados, de maneira informal, acerca da quantidade de frutas produzidas em cada árvore, é possível estimar que há a produção de toneladas destas frutas/ano, somando todos os investigados, que poderiam ser utilizadas, gerando renda ime-diata para estes produtores, mas que, por falta de interesse econômico e/ou conhecimento, essas são perdidas ou destinadas ao consumo dos animais ao amadurecerem e caírem ao solo.

Em uma reunião, no início de 2020, com representantes de uma al-deia indígena que queriam construir uma agroindústria, através do pro-cessamento de frutas convencionais, como a laranja, pois, mesmo mo-rando em uma área de preservação, com a presença de frutíferas nativas da Mata Atlântica, como a cereja silvestre, o tarumã e a guabi-roba, estes representantes não viam o valor econômico destas frutas, devido a isso estavam investindo na construção de um pomar. Em reunião com eles, foi falado do vasto potencial das frutas nativas da Mata Atlântica, tan-to em termos nutricionais, como das perspectivas comerciais, pois no Território da Cantuquiriguaçu há demanda para a aquisição de polpa de frutas nativas para fabricação de picolés, por exemplo, sendo que o que se tem hoje, não atende a demanda das sorveterias, em função da grande procura por estes produtos. Além disso, ressalta-se a importância da relação sustentável com o meio ambiente, pois valorizar as frutíferas nativas é uma garantia da manutenção das florestas, tendo em vista que as pessoas que vivem nestas áreas podem se qualificar, a fim de apli-car um manejo adequado destas plantas, aumentando a produtividade e diminuindo a incidência de pragas e doenças. Além de poderem obter conhecimento sobre a melhor forma de coleta, ponto certo de maturaçãõ, seleção e higienização das frutas, bem como a forma ideal de transporte ou a obtenção da polpa para posterior processamento.

Em 2015, no Rio de Janeiro, ocorreu a Rio+20, na qual foi produzido um conjunto de Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), na Conferência das Nações Unidas (ONU), totalizando 17 metas que deverão ser alcançadas até 2030, no âmbito político, econômico, social e ambiental, a fim de enfrentar problemas urgentes, como a erradicação da fome e da pobreza, criação de trabalho digno, igualdade de gênero, saúde e bem-estar, trabalho de qualidade, decente e que promova o crescimento econômico, inovação na infraestrutura, promovendo a industrialização sustentável e inclusiva, fomentando a inovação, assegurando padrões de consumo e produção sustentáveis, além de outras metas (ONU, 2015). Com isso, percebe-se que iniciativas que promovam o aumento de renda dos agricultores familiares, envolvendo não só o plantio e processamento, mas também, a valorização da cultura local, e da coleta de alimentos nativos, existentes nas propriedades, auxiliariam no alcance das metas em diversos âmbitos, em que as Universidades têm papel importante neste processo.

Estudos acadêmicos contribuíram na formulação de políticas públicas como o Pronaf (Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar), por meio do qual foi constada a importância dos agricultores familiares nestas políticas (Guanziroli; Vinchon, 2019), mas muito ainda pode ser realizado no sentido de valorizar os recursos naturais e a sua utilização de forma sustentável. A agricultura familiar é dependente da mão de obra da família e pode envolver a produção agrícola, florestal, pesqueira, pastoril e aquícola (Guanziroli; Vinchon, 2019), além disso, para ser considerada agricultura familiar, o empreendimento não poderá ultrapassar 4 módulos fiscais e um percentual mínimo da renda deve vir destas atividades (Brasil, 2006).

Com isso, trabalhos acadêmicos, como os que já vêm sendo desenvolvidos pela UFFS, mais especificamente, pelo curso de graduação em Engenharia de Alimentos e pelo Programa de Pós-Graduação *Stricto sensu* em Ciência e Tecnologia de alimentos, assim, como em outras instituições, têm o intuito de contribuir para o fortalecimento da economia, com melhor distribuição de renda, através da diversificação e do incentivo do trabalho rural, estando alinhado aos objetivos das ODS, que inclui o aumento da renda dos pequenos produtores de alimentos e dos agricultores familiares, através do conhecimento dos mercados e da agregação de valor. Estas iniciativas ocorreram tanto no âmbito do desenvolvimento de projetos de pesquisa, como também no desenvolvimento de produtos ligados aos componentes curriculares do curso e,

com ações de extensão, que aproximaram os produtores da Universidade. No entanto, compreende-se que estes empreendimentos deverão estar amparados por equipes multidisciplinares, pois se deve levar em consideração as questões educacionais e de capacitação, com a participação e/ou formação de cooperativas e associações, utilização de assistência técnica e da criação de políticas públicas (Guanziroli; Vinchon, 2019), criando também, ambientes de inovação e de negócios, a fim de garantir o sucesso.

No entanto, fica claro que em regiões com áreas de preservação, a conservação da biodiversidade pode contribuir para a manutenção do equilíbrio ambiental, preservando, inclusive, a identidade cultural das populações e, além disso, práticas com risco para a função ecológica da fauna e da flora, ou que provoque a extinção de espécies, é proibido no Brasil (Marques; Barbosa; Agra, 2010). Logo, o extrativismo sustentável das áreas de preservação parece ser uma alternativa viável, a exemplo do que ocorre no Norte do país, como da coleta do Cupuaçu, que é uma das frutas de maior importância da região Amazônica, tanto para fins econômicos, como sociais.

Em função da preocupação com o desenvolvimento econômico da agricultura familiar, diversas empresas de pequeno e médio porte são dedicadas ao processamento de frutas regionais (De Souza *et al.*, 2011). Outra iniciativa, também da Amazônia, com a utilização de palmeiras nativas, é a do açazeiro, sendo a fruta um importante alimento para as populações locais e o seu estipe, uma das principais fontes de palmito da indústria brasileira, sendo considerada uma importante fonte de renda e de alimento para as populações ribeirinhas, realizando práticas que promovem a proteção ambiental com rendimento econômico, considerado, racional e equilibrado (De Vasconcelos *et al.*, 2006).

Com isso, o desenvolvimento deste livro tem como intuito contribuir para o Estado da Arte, mas também, incentivar o uso dos recursos naturais produzidos no Sul do Brasil, dissertando sobre alguns frutos, plantas, rizomas e sementes nativas, comerciais ou adaptadas a esta região, a partir da pesquisa científica de diversos professores, a respeito da composição química e das suas propriedades funcionais, bem como do processamento, do desenvolvimento de produtos e das possibilidades para agregação de valor. Nesta referência estão reunidos mais de 10 (dez) anos de trabalho de professores dedicados à popularização da ciência e ao incentivo para agregação de valor a alimentos de origem vegetal.

REFERÊNCIAS

- BERTOLO, A.P.; LANÇANOVA, D.; MUZZOLON, E.; TRENTO, A.; BAINY, E.M.; PASSOS, C.T. Experiência do uso das Boas Práticas de Fabricação para melhoria das condições higiênico-sanitárias da Feira do Agricultor de Laranjeiras do Sul – PR. **Revista Brasileira de Extensão Universitária**, v. 7, n. 1, p. 51-57 jan. – jun. 2016
- BETEMPS, D.L.; MIOTTO, R.; VIGOLO, J.; SCHAINHUK, L.; PASSOS, C.T.DOS, PEREIRA, M.F.C.S. Estudo exploratório da presença de frutas nativas nas pequenas propriedades da Região do Cantuquiriguaçu/PR. **Cadernos de Agroecologia** – ISSN 2236-7934 – Vol 8, No. 2, Nov, 2013.
- MARQUES, J.B; BARBOSA, M.R.V.; AGRA, B.M.F. **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Efeitos do comércio para fins medicinais sobre o manejo e a conservação de três espécies ameaçadas de extinção, em duas áreas do cariri oriental paraibano. P. 181. Brasília (DF): Ministério do Meio Ambiente/BRASIL, 2010.
- BRASIL. Casa Civil. **Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006**. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais, 2006. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2004-2006/2006/lei/l11326.htm. Consultado em: 21.06.2021.
- CORADIN, L.; SIMINSKI, A; REIS, A. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro** – Região Sul. Brasília (DF): Ministério do Meio Ambiente/BRASIL, 2011.
- GUANZIROLI, C.E.; VINCHON, K. Agricultura familiar nas regiões serrana, norte e noroeste fluminense: determinantes do processo de geração de renda. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 57, n. 3, p. 353-367, 2019.
- IPARDES. **Diagnóstico socio-econômico do território Cantuquiriguaçu**. Estado do Paraná. Projeto de inclusão social e desenvolvimento rural sustentável. Curitiba, 2007. Disponível em: http://www.ipardes.pr.gov.br/sites/ipardes/arquivos_restritos/files/documento/2020-03/RP_territorio_cantuquiriguacu_2007.pdf. Consultado em: 21.06.2021
- PESSOA, L.O.D.; RIBAS, L.C.C. Presença e diversidade de frutas nativas brasileiras em bebidas manipuladas da Via Gastronômica de Coqueiros (Florianópolis/SC). **RBG – Revista Brasileira de Gastronomia**, Florianópolis, SC – v. 3, p. 1-18, 2020.
- DE SOUZA, A. DAS G.C.; DE SOUZA, M.G.; PAMPLONA, A.M.S.R., WOLFF, A.C. DA S. Boas práticas na colheita e pós-colheita do Cupuaçu. **Circular técnica da Embrapa**. Nº 36. Manaus-AM, 2011.
- TREVISOL, J.V.; HASS, M.H.C., HASS, M. Construindo agendas e definindo rumos. **I Conferência de Ensino, Pesquisa e Extensão da UFFS (I COEPE)**. Universidade

Federal da Fronteira Sul, Série Memórias. Disponível em: <https://www.uffs.edu.br/pastas-ocultas/bd/pro-reitoria-de-pesquisa-e-pos-graduacao/equipes-de-trabalho/conferencia-de-ensino-pesquisa-e-extensao/educacao-i/documentos/livro-coepe-construindo-agendas-e-definindo-rumos> Consultado em 22.06.2021.

ONU. **Transforming our world:** the 2030 Agenda for sustainable development. United Nations – Sustainable Development knowledge platform, Rio +20, 2015. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/4538pressowg13.pdf>. Consultado em 22.06.2021.

DE VASCONCELOS, M.A.M.; GALEÃO, R.R.; CARVALHO, A.V.; NASCIMENTO, V. Práticas de colheita e manuseio do açaí. Documentos, 251. On-line. **Embrapa**. Belém-PA, 2006.

Seção I

Frutas e sementes nativas da região Sul do Brasil



Capítulo 1



GUABIROBA

(*Campomanesia xanthocarpa*)

Vania Zanella Pinto
Remili Cristiani Grando

INTRODUÇÃO

A guabiroba, gabiroba, guavirova (*Campomanesia* spp.) é pertencente à família *Myrtaceae*, sendo distribuída na região Sul do Brasil, Uruguai, Paraguai e Argentina. Os frutos da guabirobeira são comestíveis e apresentam sabor agradável, polpa abundante e succulenta, sendo comercializadas a granel, principalmente por ambulantes e feiras livres e, ainda, pouco explorados comercialmente.

Os frutos possuem teores consideráveis de vitaminas, minerais, fibra alimentar e outros componentes nutricionalmente importantes. Estas características fazem da guabiroba um fruto de elevado potencial tecnológico e nutricional. O seu aproveitamento pode ser viável, além do consumo *in natura*, para a produção de refrescos, sorvetes, licores, geleias

e doces caseiros. As folhas da guabirobeira são utilizadas na medicina popular brasileira, na forma de infusão, contra febre, diabetes, hipercólesterolemia, obesidade e doenças urinárias.

Assim, as propriedades nutricionais, terapêuticas e tecnológicas da guabiroba podem promover melhorias à saúde, fomentar o uso sustentável da biodiversidade brasileira, promover a geração de empregos e a agricultura familiar, bem como o desenvolvimento tecnológico e industrial.

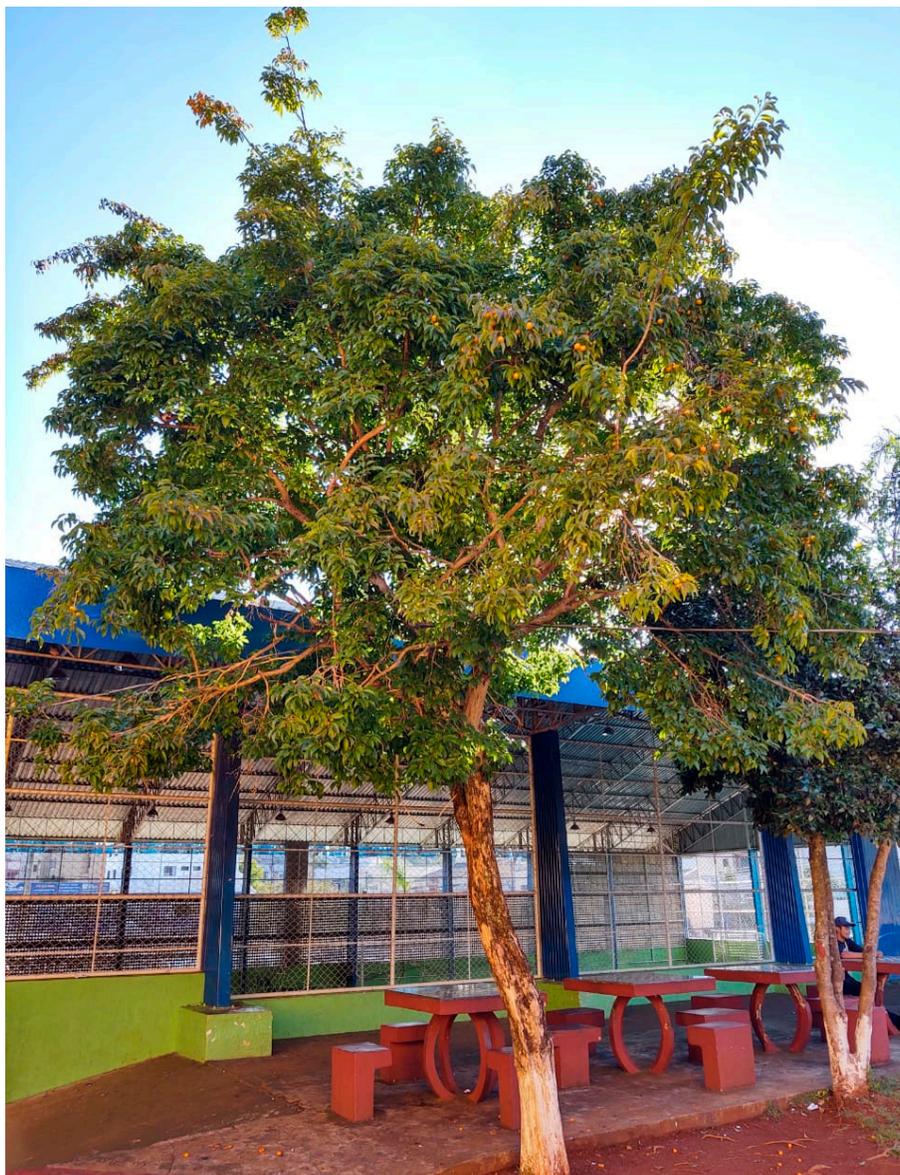
PRODUÇÃO, CONSUMO E COMERCIALIZAÇÃO

A guabirobeira (*Campomanesia xanthocarpa* O. Berg) pertence à família Myrtaceae, possui as sinônimas botânicas *C. crenata*, *C. duseinii*, *C. littoralis*, *C. malifolia* e *C. rhombea* (Lorenzi, 1992), sendo popularmente conhecido como gabiroba, guabiroba, guabirobeira-do-mato, guabiroba-miúda, e ainda guavirova. A sua árvore pode alcançar de 10 a 20 metros de altura, com folhas que variam entre 3 a 15 centímetros de comprimento por 2,5 a 5 centímetros de largura. O tronco provido de caneluras possui casca de coloração parda acinzentada e possui ramificações irregulares e de 30 a 50 centímetros de diâmetro (Figura 1) (Sobral *et al.*, 2015; Vallilo *et al.*, 2008).

A guabirobeira possui ocorrência natural e não endêmica na América do Sul, em especial no Brasil, Uruguai, Paraguai, Argentina e Bolívia (Farias *et al.*, 2020). A guabirobeira pertence à família *Myrtaceae*, a mesma da goiabeira, e ao gênero *Campomanesia*, que apresenta 25 espécies distribuídas do México à Argentina sendo 15 dessas nativas do Brasil, com ocorrências na Mata Atlântica e Cerrado, nos estados de Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Paraná, Santa Catarina, São Paulo e outros (Lorenzi, 1992; Morzelle *et al.*, 2015; Rocha *et al.*, 2011).

Em 2013, foi investigada a ocorrência de árvores frutíferas nativas da Mata Atlântica em 20 municípios do estado do Paraná, na região da Cantuquiriguaçu, em espaços agroecológicos ou em transição. Constatou-se que a guabiroba é a fruta mais comum entre as 10 espécies de frutas investigadas (Betemps *et al.*, 2013). As mudas de guabiroba são frequentemente comercializadas para uso em paisagismo (Figura 1), pomares domésticos em sítios de lazer ou para repovoar áreas de proteção ambiental (Coradin; Siminski; Reis, 2011). No período da floração, a guabirobeira desfolha e emite grande quantidade de flores brancas, sendo assim considerada uma árvore melífera e ornamental.

Figura 1 – Guabirobeira (*Campomanesia xanthocarpa* O. Berg) na ornamentação urbana na cidade de Laranjeiras do Sul, PR



Fonte: acervo dos autores (2024).

O estágio de desenvolvimento dos frutos compreende cerca de 63 dias. A frutificação da guabirobeira ocorre nos meses de e setembro e

outubro, podendo prolongar-se até fevereiro e março (Alves *et al.*, 2013; Silva *et al.*, 2009). A produção das guabirobeiras é de aproximadamente 19,68 kg por árvore adulta (Lima, 2018).

A guabiropa é um fruto do tipo baga, possui formato arredondado com coloração, que varia de verde quando jovem a amarelo-alaranjada quando madura (Figura 2). O fruto é constituído por casca lisa e fina, com diversas sementes e apresenta entre 2 a 3 cm de diâmetro. Ainda, possui polpa doce, abundante e succulenta, com sabor levemente adocicado e certa pungência, e aroma característico (Grando, 2015; Morzelle *et al.*, 2015; Pereira *et al.*, 2012; Reis; SCHMIELE, 2019; Rocha *et al.*, 2011; Santos *et al.*, 2013 Vallilo *et al.*, 2008).

Figura 2 – Frutos da *Campomanesia xanthocarpa* (guabiropa) verdes e maduros



Fonte: acervo dos autores (2024).

Os frutos da guabirobeira são comestíveis e apresentam sabor agradável e são colhidos diretamente da árvore, quando iniciam a queda espontânea e, por isso são pouco utilizados para consumo. Às vezes, após a queda das árvores, esses frutos são destinados à alimentação animal. As poucas formas de comercialização ocorrem com frutos *in natura* em pequenos mercados e feiras de agricultores e agroecológicas (Brack *et al.*, 2020; Lima, 2018), sendo este fruto ainda pouco explorado comercialmente.

O potencial econômico das matérias-primas para processamento e produção de alimentos, seja por pequenas agroindústrias ou para de escala industrial depende da capacidade produtiva, o rendimento, uniformidade e vida útil pós-colheita, especialmente para frutos (Coradin; Siminski; Reis, 2011). A guabiroba possui alto rendimento de polpa e pequena quantidade de casca. Entretanto, os frutos são altamente perecíveis, pois possuem entre cinco e sete dias de durabilidade após a colheita, quando armazenadas sob refrigeração (Campos *et al.*, 2012) (Alves *et al.*, 2020; Farias *et al.*, 2020; Morzelle *et al.*, 2015; Santos *et al.*, 2009, 2013). A maturação dos frutos ocorre de forma não homogênea, dificultando o estabelecimento de períodos de colheita. Assim, o consumo dos frutos de guabiroba é limitado às regiões de produção e à sazonalidade.

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E COMPOSTOS BIOATIVOS

Os frutos de guabiroba apresentam polpa doce e suculenta, com elevado teor de umidade, que varia de 79 a 88 g 100g⁻¹ (Pereira *et al.*, 2012; Santos *et al.*, 2013; Schimidt, 2018; Vallilo *et al.*, 2008). O elevado teor de umidade nos frutos é uma característica comum entre as espécies de guabiroba. O teor de umidade das frações de casca, polpa e semente correspondem à 88,5 g 100g⁻¹, 85,4 g 100g⁻¹, e 71,2 g 100g⁻¹, respectivamente (Grando, 2015).

A suculência natural da polpa sugere a presença de alta umidade e concentrações inferiores de lipídios, proteínas e demais micronutrientes, indicando baixa valor calórico e tempo de conservação pós-colheita reduzido (Raphaelli *et al.*, 2021). As diferenças na composição dos frutos são comuns, uma vez que possuem interferências de espécies, condições geográficas e climáticas, região de produção, estágio de maturação durante a colheita, além dos cuidados durante o armazenamento e processamento dos frutos (Farias *et al.*, 2020; Santos *et al.*, 2013 Vallilo *et al.*, 2008).

O teor de sólidos solúveis em frutos de guabiroba é de aproximadamente 11 ° Brix, semelhante ao verificado para outras mirtáceas, como a

goiaba (Freitas; Cândido; Silva, 2008; Morzelle *et al.*, 2015). Os frutos em ecossistemas nativos são caracterizados por elevados teores de sólidos solúveis (Haas, 2011). O teor de sólidos solúveis é dependente do estágio de maturação dos frutos e aumenta durante a maturação, pela biossíntese de mono e dissacarídeos, ou degradação de polissacarídeos (Taiz *et al.*, 2017). A concentração de açúcares totais nas frutas de guabiroba representam 34,45 g 100 g⁻¹ (bs) e de açúcares redutores 34,1 g 100 g⁻¹ (bs) (Pereira *et al.*, 2012). O teor de sólidos solúveis e o teor de acidez podem ser utilizados como ponto de referência do grau de maturação, pois estão diretamente relacionados com o sabor dos frutos (Silva *et al.*, 2009).

Os frutos de guabiroba possuem acidez titulável de 0,18⁻¹,6 g de ácido cítrico 100 g⁻¹ (Freitas; Cândido; Silva, 2008; Goldoni *et al.*, 2019; Pereira *et al.*, 2012), sendo mais elevada na polpa da guabiroba (0,48 - 5,0 g 100 g⁻¹ de ácido cítrico), seguido pela casca (2,82 g de ácido cítrico 100 g⁻¹) e sementes (0,91 g de ácido cítrico 100 g⁻¹) (Grando, 2015; Santos *et al.*, 2009, 2013). Os resíduos do processamento apresentam acidez titulável de 1,45 g de ácido cítrico 100 g⁻¹ (Alves *et al.*, 2013). A acidez total está diretamente relacionada com o estágio de maturação dos frutos, bem como pode variar em função das diferenças climáticas, pela abundância de frutos e espécies e por condições de armazenamento e processamento dos frutos. Durante o amadurecimento dos frutos ocorrem reações químicas e bioquímicas, que resultam na degradação da parede celular à ácidos orgânicos e a degradação destes que reduzem a adstringência e o sabor ácido dos frutos (Raphaelli *et al.*, 2021; Santos *et al.*, 2009, 2012b).

A relação do teor de sólidos solúveis e acidez titulável (ratio), ou índice de maturação, é uma das melhores formas de avaliar a maturidade e o sabor das frutas e dos frutos, sendo mais representativa do que a medição isolada do teor de sólidos solúveis (representado principalmente pelos açúcares) ou acidez titulável, pois proporciona uma boa percepção do equilíbrio entre esses dois componentes (Pereira *et al.*, 2012). A maior relação entre teor de sólidos totais e a acidez titulável destaca o sabor doce característico dos frutos. A relação encontrada para frutos de guabiroba (45-60) indica que se tratava de um fruto muito doce e saboroso (Freitas; Cândido; Silva, 2008; Pereira *et al.*, 2012), além de ser suculenta e aromática. Para a agroindustrialização de frutos comerciais, o elevado rendimento de suco, acidez total titulável e teor de sólidos solúveis elevados são os fatores mais importantes. No entanto, para comércio de frutos *in natura* são preferidos frutos mais doces e menos ácidos.

Tabela 1 – Composição química dos frutos de guabiroba

Componente	Fruto/fração	Concentração
Umidade (g 100 g ⁻¹ , bs)	Fruto inteiro	74,80 - 82,2
	Casca	30,70-85,5
	Polpa	79,27-85,4
	Semente	71,2-74,35
Proteína bruta (g 100 g ⁻¹ , bs)	Fruto inteiro	1,43-5,82
	Casca	0,73-3,28
	Polpa	0,82-0,93
	Semente	3,1-4,73
Lipídeos totais (g 100 g ⁻¹ , bs)	Fruto inteiro	3,7-7,58
	Casca	1,60-3,51
	Polpa	0,55 ⁻¹ ,60
	Semente	7,15 ⁻¹ 1,28
	Resíduo	5,33
Cinzas (g 100 g ⁻¹ , bs)	Fruto inteiro	0,43-0,77
	Casca	0,37-0,43
	Polpa	0,37-0,64
	Semente	0,64 ⁻¹ ,15
	Resíduo	0,74
Fibra alimentar (g 100 g ⁻¹ , bs)	Fruto inteiro	6,0-9,88
	Casca	-
	Polpa	7,10
	Semente	-
	Resíduo	24,05

Fonte: Morzelle *et al.*, 2015; Pereira *et al.*, 2012; Santos *et al.*, 2013; Schimidt, 2018; Vallilo *et al.*, 2008 (fruto inteiro); Alves *et al.*, 2020; Grando, 2015 (casca, polpa e semente); Alves *et al.*, 2013 (polpa e resíduo).

O teor de proteína nos frutos de guabiroba pode variar de 0,37 a 1,43 g 100g⁻¹, (Kinupp; De Barros, 2008; Morzelle *et al.*, 2015; Vallilo *et al.*, 2008), podendo chegar a 4,78 – 5,82 g 100 g⁻¹, em base seca (Farias *et al.*, 2020; Schimidt, 2018). As diferentes partes dos frutos possuem diferentes teores proteicos. A polpa e a casca apresentam menores teores de proteína, 0,82 e 0,73 g 100 g⁻¹, respectivamente, enquanto a semente apresenta 3,01 g 100⁻¹ de proteína (Grando, 2015). Os frutos pertencentes a família *Myrtaceae* possuem menores conteúdos

de proteínas, quando comparados a outros frutos, principalmente, pelo elevado teor de umidade (Morzelle *et al.*, 2015).

Os lipídios também são encontrados em baixas concentrações nos frutos de guabiroba, quando comparado ao teor de umidade. Em geral, são reportadas variações nos teores de lipídios nos frutos de guabiroba de 0,55 – 3,7 g 100 g⁻¹ (bs) (Farias *et al.*, 2020; Pereira *et al.*, 2012; Vallilo *et al.*, 2008) e até 7,58 g 100 g⁻¹ (bs) (Schmidt, 2018). As variações na concentração de lipídeos podem ocorrer, principalmente, em relação aos métodos empregados para a quantificação do teor lipídico. Os principais métodos para a quantificação de lipídios são a extração com solvente a frio e quente e estes podem apresentar variações na quantificação.

As sementes possuem a maior concentração de lipídeos (7,15 g 100 g⁻¹), seguidas pelas cascas (3,51 g 100 g⁻¹), e polpa (1,0 g 100 g⁻¹) (bs) (Grando, 2015). Aliado a isso, no perfil de ácidos graxos (AG), na fração lipídica das sementes são verificados cerca de 17,62% de AG saturados, 62,42% de AG monoinsaturados e 15,31% de AG poli-insaturados. Destacam-se o ácido *c*- Oleico C18:1n 9 (60,8%), o ácido *c*- Linoleico C18:2n 6 (14,1%) e o ácido palmítico C16:0 (13,9%) (Santos *et al.*, 2012a).

O resíduo dos frutos de guabiroba se mostrou ser uma parte com acúmulo de 5,33 g 100g⁻¹ de lipídeos (b.u.) (Alves *et al.*, 2013), sendo que o resíduo, em geral, é composto por cascas e sementes. A avaliação da composição centesimal da guabiroba tem mostrado que o fruto possui baixos valores energéticos, sendo recomendado para o consumo de dietas de baixos índices calóricos e com concentrações consideráveis de compostos bioativos (Alves *et al.*, 2013; Morzelle *et al.*, 2015).

Os frutos inteiros de guabiroba apresentam teores de cinzas 0,47 g 100 g⁻¹ (bs) (Pereira *et al.* 2012). No entanto, este conteúdo pode variar conforme o local de produção, fertilidade do solo e das partes do fruto. As sementes de guabiroba apresentaram maior concentração (0,64⁻¹,15 g 100 g⁻¹, b.u.), enquanto a polpa e a casca menor concentração de cinzas e, por consequência, de minerais (Alves *et al.*, 2020; Grando, 2015). Ainda, quando do processo de despulpamento, o resíduo apresenta maior concentração de cinzas (0,74 g 100 g⁻¹, b.u.) em relação à polpa (0,43 g 100 g⁻¹, b.u.) (Alves *et al.*, 2013).

O teor de cinzas fornece uma estimativa do conteúdo de minerais presente nas frutas e nos frutos e em suas frações. Os principais minerais presentes nos frutos de guabiroba são K (4–2080 mg kg⁻¹), Mg (43⁻¹35 mg kg⁻¹), Ca (50–285mg kg⁻¹), Na (0,4–216 mg kg⁻¹), Al (3–5,9 mg

kg⁻¹), P (46,4–576 mg kg⁻¹), Fe (6,4⁻¹09 mg kg⁻¹) e Zn (2,2–4 mg kkg⁻¹) Cu (3,1–3,3 mg kg⁻¹) e em concentrações relevantes também nas sementes (Farias *et al.*, 2020).

As fibras alimentares se apresentam em concentrações elevadas nos frutos de guabiroba, com variação de 6,3 – 9,88 g 100 g⁻¹ (bs) (Pereira *et al.*, 2012; Santos *et al.*, 2013; Vallilo *et al.*, 2008), 7,10 g 100 g⁻¹ (bs) (Alves *et al.*, 2013). O conteúdo de fibras alimentares no resíduo do despolpamento (casca e semente) de guabiroba mostra-se ser o dobro (24,05 g 100 g⁻¹, bs) do que o verificado na polpa do fruto, quando em base seca (Alves *et al.*, 2013). Concentrações superiores de fibra bruta foram quantificadas nas sementes (27,8 g 100 g⁻¹), seguida da casca (25,0 g 100 g⁻¹) e polpa dos frutos (13,3 g 100 g⁻¹), em base seca (Grando, 2015) e superior também ao fruto integral (8,18 g 100 g⁻¹) (Morzelle *et al.*, 2015).

As frações de fibra alimentar solúvel e insolúvel apresentam concentrações aproximadas de 9,75 g 100 g⁻¹ e 9,47 g 100 g⁻¹ nos frutos inteiros de guabiroba (Pereira *et al.*, 2012), na polpa 1,49 g 100 g⁻¹ e 3,48 g 100 g⁻¹ de fibra solúvel e insolúvel, enquanto o resíduo possui 5,60 g 100 g⁻¹ e 20,58 g 100 g⁻¹ de fibra solúvel e insolúvel respectivamente (Alves *et al.*, 2013). O elevado teor de fibras insolúveis e solúveis em frutos ocorre pela presença de celulose, hemicelulose, lignina, pectinas e carboidratos não digeríveis, sendo que as sementes possuem as concentrações mais elevadas (Barbieri *et al.*, 2017; Santos *et al.*, 2009). As cascas dos frutos, de forma geral, possuem grande quantidade de celulose, pectinas, e outras fibras solúveis. Pode-se destacar a presença de pectinas (2,58 g 100 g⁻¹) (Morzelle *et al.*, 2015) e galactoglucomanos (Barbieri *et al.*, 2017) que sofrem degradação durante o processo de maturação e promovem o amolecimento dos frutos (Fennema; Damodaran; Parkin, 2010). Ainda, quando em concentrações adequadas, as pectinas são favoráveis para a industrialização de geleias (Leonarski *et al.*, 2020a).

As fibras alimentares fornecem apelo nutricional aos alimentos e benefícios a saúde, estimulando assim o consumo e desenvolvimento de novos produtos ricos em fibras. O consumo de alta ingestão de fibras está fortemente associado a melhores controles de índices glicêmicos, regularidade intestinal, além de apresentar efeitos benéficos no controle do colesterol (Cantu-Jungles *et al.*, 2017; Mcrorie; Mckeown, 2017; Schneider *et al.*, 2020). A casca e a semente da guabiroba consistem na parte residual do despolpamento, que pode ser uma valiosa fonte de fibras, sendo um coproduto com potencial tecnológico para indústrias de alimentos e farmacêuticas.

COMPOSTOS BIOATIVOS

A guabiroba pode ser considerada um fruto rico em compostos bioativos, em função de sua elevada concentração de fitoquímicos, entre esses, ácido ascórbico, polifenóis, voláteis ou não, carotenoides e vitaminas, além da presença de minerais e do elevado teor de fibra alimentar (Barbieri *et al.*, 2017; Farias *et al.*, 2020; Raphaelli *et al.*, 2021 Vallilo *et al.*, 2008).

Os compostos bioativos podem promover benefícios para a saúde humana, pois em geral possuem ação antioxidante, agindo no sequestro de radicais livres, na estabilização de oxigênio singlete, e atuam na complexação de íons metálicos (Farias *et al.*, 2020). Além disso, os compostos fenólicos podem ser considerados como agentes percussores pela pigmentação e podem atuar como protetores contra raios ultravioletas, e até mesmo contra micro-organismos (Fennema; Damodaran; Parkin, 2010; Schmidt *et al.*, 2019; Teixeira *et al.*, 2019).

Teores consideráveis de ácido ascórbico ou vitamina C são encontrados nos frutos de guabiroba, demonstrando que o fruto é muito promissor para o consumo *in natura*. Os frutos de diferentes regiões do Brasil apresentam concentrações variadas de vitamina C, sendo concentrações de 17,8 mg ácido ascórbico (AA) 100 g⁻¹, em frutos oriundos da Floresta Estadual de Assis, no Estado de São Paulo (Vallilo *et al.*, 2008); 30,58 – 1770 mg de AA 100 g⁻¹ em frutos do Sul do Rio Grande do Sul (Haas, 2011; Pereira *et al.*, 2012); frutos da cidade de Ponta Grossa, Paraná com 313,21 mg AA 100 g⁻¹ (Santos *et al.*, 2013); concentrações de 383,33 mg AA 100 g⁻¹ de frutos da cidade de Barra do Garças, Mato Grosso, (Morzelle *et al.*, 2015).

As diferentes partes dos frutos de guabiroba também apresentam concentrações consideráveis de vitamina C, especialmente na polpa, com 2920 mg AA 100g⁻¹ (bs) (Grando, 2015) e 602 – 823 mg g⁻¹ (bu) (Schmidt *et al.*, 2019) e na casca (2610 mg AA 100g⁻¹ (bs); enquanto as sementes apresentam concentrações menores (50 mg AA 100g⁻¹ (bs) (Grando, 2015). Apesar das diferentes regiões geográficas, espécies e interferências de diferentes condições climáticas, as guabirobas demonstram ser uma fonte promissora de vitamina C, sendo um alimento de importante consumo diário, especialmente, por ser um fruto com sabor levemente ácido e saboroso.

Os compostos fenólicos são amplamente distribuídos entre tecidos vegetais e podem ser encontrados em diferentes partes das frutas como

na polpa, casca e sementes dos frutos (Farias *et al.*, 2020). O teor de compostos fenólicos totais expressos em equivalente ácido gálico (AG), em frutos de guabiroba (90,33 g AG100 g⁻¹, bs) destaca-se com quantidade duas vezes maior, quando comparado à goiaba amarela (37,13 g AG 100 g⁻¹, bs) e uvaia (34,82 g AG 100 g⁻¹ bs) (Pereira *et al.*, 2012). Ainda, há viabilidade no uso de sementes, cascas e resíduos do despulpamento de frutos como fontes de compostos bioativos na produção sustentável de ingredientes de alto valor agregado, a partir de subprodutos da economia circular (Fidelis *et al.*, 2019).

Os frutos de guabiroba, provenientes da região Sul do Brasil, apresentam concentração de compostos fenólicos totais superior nas sementes (42,60 g AG 100 g⁻¹), seguido pela polpa (26,6 g AG 100 g⁻¹) e em proporções inferiores na casca do fruto (0,9 g AG 100 g⁻¹, bs), respectivamente (Grando, 2015). O teor de compostos fenólicos para a polpa de guabiroba também variou de 2,59 a 2,85 g AG 100 g⁻¹ (bs) em frutos de guabiroba da região do cerrado (Rocha *et al.*, 2011). Ainda, o teor dos compostos fenólicos totais é superior no resíduo do despulpamento (casca e semente) (17,87 g AG 100 g⁻¹, bs) do que na polpa dos frutos de guabiroba (12,22 g AG 100 g⁻¹, bs) (Alves *et al.*, 2013). Os principais compostos fenólicos presentes nos frutos de guabiroba são ácidos fenólicos e flavonóis (Tabela 2).

A (-)-epicatequina é o composto com maior concentração nos frutos maduros de guabiroba (Farias *et al.*, 2020; Haas, 2011) e em frutos imaturos (Arcari *et al.*, 2020). O maior teor de ácido gálico, na fase madura, pode estar relacionado ao galato de epicatequina, detectado apenas em frutos verdes, embora outros galotaninos tenham sido quantificados nos frutos maduros (Arcari *et al.*, 2020).

Ainda, as variações nos teores de compostos fenólicos são decorrentes das espécies de guabirobas avaliadas, condições climáticas, regiões de cultivo e podem, ainda, ser resultantes de mecanismos de crescimento e resistência da planta, uma vez que a produção de compostos fenólicos é decorrente da síntese de metabólitos secundários, sugerindo que as plantas podem ter sofrido situações de estresse em seu desenvolvimento (Alves *et al.*, 2013; Farias *et al.*, 2020; Rocha *et al.*, 2011).

Tabela 2 – Principais compostos fenólicos presentes nos frutos de guabiroba

Classe	Composto	Concentração (mg.100g ⁻¹)	Referência
Ácido hidrobenzóico	Ác. gálico	82,20-305,08	(Farias et al., 2020; Haas, 2011)
Ácido hexahidroxi-difênico	Ác. elágico	0,01 ⁻¹ 2,36	(Farias et al., 2020; Haas, 2011)
Ácido hidroxicinâmico	Ác. ferulico	0,65-4,10	(Farias et al., 2020; Haas, 2011)
Ácido hidroxicinâmico	Ác. p-coumarico	0,09 ⁻¹ ,55	(Farias et al., 2020; Haas, 2011)
Flavonoide	(-)-epicatequina	197,74-576,04	(Farias et al., 2020; Haas, 2011)
Flavanona	Hesperidina	19,58	(Arcari et al., 2020)

Fonte: elaborada pelos autores (2024).

***Dados** em massa fresca.

As chalconas 2',4'-diidroxi-3',5'-dimetil-6'-metoxichalcona, 2',6'-diidroxi-3'-metil-4'-metoxichalcona e 7-hidroxi-6-metil-5-metoxiflavanona são estruturas isoladas dos frutos da guabiroba (Haas, 2011). Alguns compostos inéditos foram identificados nos frutos de guabiroba, em especial, as chalconas 2',4'-dihidroxi-5'-metil-6'-metoxichalcona, 2'-hidroxi-3'-metil-4',6'-dimetoxichalcona e 5-hidroxi-7-methoxi-8-metilflavanona. O composto 5-hidroxi-7-methoxi-8-methylflavanona apresentou feito ensaio antiproliferativo contra oito linhas de células cancerosas, sendo mais eficaz contra a linha celular NCI-ADR / RES (ovário resistente) (Salmazzo *et al.*, 2021).

A guabiroba tem se destacado em seu conteúdo de carotenoides, demonstrando ser um fruto rico em compostos bioativos e com grande potencial de nutrientes, sendo o teor de carotenoides totais de 116,55 – 290,84µg de β caroteno g⁻¹ de carotenoides totais (Leonarski *et al.*, 2020a; Raphaelli *et al.*, 2021; Schmidt *et al.*, 2019), sendo os predominantes nos frutos de guabiroba o β-caroteno (42%), β-criptoxantina (32%) e α-caroteno (19,12%) (Santos *et al.*, 2013). O conteúdo de carotenoides em frutas e vegetais depende da variabilidade genética, estágio de maturação, armazenamento pós-colheita, processamento e preparação, além das frações dos frutos e outros fatores. Na Tabela 3 estão descritos outros carotenos frequentemente encontrados na guabiroba.

Os carotenoides são lipofílicos responsáveis pela pigmentação natural que coloração amarela, laranja ou vermelha em frutas e frutos, hortaliças e demais alimentos. Mais de 700 carotenoides já foram identificados (Rodríguez-Amaya, 2016a, 2016b; Saini; Nile; Park, 2015).

Tabela 3 – Principais carotenos presentes na guabiroba

Caroteno	Concentração	Referências
9-cis- β -caroteno	4,75 g g ⁻¹	(Pereira et al., 2012)
13-cis- β - caroteno	5,86 g g ⁻¹	(Pereira et al., 2012)
5,6-epóxido	16,64 g g ⁻¹	(Pereira et al., 2012)
α -caroteno	55 μ g - 32,45 g g ⁻¹	(Pereira et al., 2012; Santos et al., 2013, 2012b; Schmidt et al., 2019)
Zeaxantina	760,92 μ g - 34,33 g g ⁻¹	(Pereira et al., 2012; Schmidt et al., 2019)
β - caroteno	183,65 μ g - 81,91 g g ⁻¹	(Pereira et al., 2012; Santos et al., 2013, 2012b; Schmidt et al., 2019)
Luteína	15 μ g – 121 g g ⁻¹	(Pereira et al., 2012); (Santos et al., 2012b) (Santos et al., 2013)(Schmidt et al., 2019)
β -criptoxantina	93 μ g - 121,08 g g ⁻¹	(Pereira et al., 2012; Schmidt et al., 2019)
Licopeno	0,9 μ g - 939,66 μ g g ⁻¹	(Pereira et al., 2012; Santos et al., 2013, 2012b; Schmidt et al., 2019)
Violaxantina	2,84 μ g g ⁻¹	(Santos et al., 2013, 2012b)

Fonte: elaborada pelos autores (2024).

Entretanto, os carotenoides mais avaliados são β -catoteno, α -ca-roteno, β -criptoxantina, licopeno, luteína e zeaxantina. As frutas e os frutos apresentam grandes diversidades em sua composição, podendo conter pequenas variações de carotenoides, mas em altas concentrações. O β -caroteno, β -criptoxantina e α -caroteno são os principais precursores da vitamina A. Entre esses, o β -caroteno é o mais abundante e importante para a alimentação, seguido do α -caroteno e da β -criptoxantina, ambos com metade da atividade pró-vitamina A quando comparada ao β -caroteno (Azevedo *et al.*, 2014; Ngamwonglumlert *et al.*, 2020).

Os carotenoides presentes na guabiroba apresentam atividade pró-vitamina A. Os frutos de guabiroba apresentam concentração decrescente de β -criptoxantina, luteína, β -caroteno, zeaxantina, α -caroteno, 5,6 β -epóxido, 13-*cis*- β - caroteno e 9-*cis*- β -caroteno (Tabela 3). Somente a β -criptoxantina corresponde a 39,6% do total (305,53 g g⁻¹) de carotenoides totais presentes na guabiroba (Pereira *et al.*, 2012). A polpa de guabiroba possui β -caroteno (123,47 μ g/g), β -criptoxantina (93,09 μ g/g), α -caroteno (55,61 μ g/g), luteína (14,92 μ g/g), violaxantina (2,84 μ g/g) e licopeno (0,91 μ g/g)(Santos *et al.*, 2013).

Estes compostos possuem benefícios preventivos e terapêuticos significativos contra doenças oculares relacionadas à idade (Bungau

et al., 2019) e efeitos protetores contra doença hepática gordurosa não alcoólica (Lee *et al.*, 2019). O consumo de carotenos também está associado à redução do risco de doenças cardiovasculares, câncer, degeneração macular relacionada à idade e fotos sensibilidade associada à exposição aos raios ultravioleta (Saini; Nile; Park, 2015).

A guabiroba possui atividade antioxidante pelo sequestro *in vitro* de radicais livres sintéticos (DPPH, ABTS), capacidade de absorção do radical de oxigênio (ORAC) e poder de redução de íon férrico (FRAP). Essa atividade antioxidante ocorre pela presença dos compostos fenólicos (Farias *et al.*, 2020), os quais também são responsáveis pela inibição e redução de lesões causadas pelos radicais livres nas células (Siddeg *et al.*, 2021). A atividade biológica destes compostos inclui também ação anti-hiperlipidemia, estabilidade genômica oxidativa, atividade antiproliferativa, tripanocida, propriedades antidiarreicas, entre outras (Raphaelli *et al.*, 2021).

O ácido ascórbico também contribui para a ação antioxidante, pois atua na anulação de radicais de oxigênio disponíveis no meio, através de reações químicas, tornando-o indisponível e agindo como propagadores de auto oxidação e possui alto índice de regeneração de vitamina E (Pereira *et al.*, 2012). Além disso, a vitamina C tem papéis fundamentais no organismo humano, especialmente no cérebro, pois atua na preservação de células neurais, possui efeito de diferenciação e maturação, além de participar de processos de modulação de neurotransmissores e auxiliar em processos de aprendizagem e memória (Figuroa-Méndez; Rivas-Arancibia, 2015). A presença de carotenoides também contribui para a atividade antioxidante da guabiroba, pois os carotenoides possuem capacidade de sequestrar o oxigênio singleto e reagem especialmente com radical peróxido e oxigênio molecular (Rodriguez-Amaya, 2016a, 2016b; Saini; Nile; Park, 2015).

As folhas de guabiroba apresentam os compostos 2', 6'-dihidroxi-3'-metil-4'-metoxicalcona e 2', 4'-dihidroxi-3', 5'-dimetil- 6' os quais possuem atividade anti-inflamatória (Silva *et al.*, 2016). Além disso, apresenta concentrações de ácidos fenólicos, tais como ácido gálico, ácido cafeico e ácidos clorogênicos, além de flavonols quercitina, mircitrina e rutin, kanferol e luteolina. A elevada concentração de ácidos clorogênicos e quercitrina sugere o potencial dos constituintes de *C. xanthocarpa* para uso como agentes preventivos para a pressão arterial (Sant'Anna *et al.*, 2017). Os principais compostos fenólicos presentes nas folhas de guabiroba são os ácidos fenólicos e os flavonoides (Tabela 4).

A infusão das folhas da guabirobeira é utilizada na medicina popular brasileira contra febre, diabetes, hipercolesteremia, obesidade e doenças digestivas e urinárias. Em geral, a diversidade dos compostos bioativos presentes na semente, fruto e folhas da guabirobeira resulta em alta capacidade antioxidante e pouca toxicidade clínica ou reprodutiva (Cardozo *et al.*, 2018). Com isso, alguns estudos descrevem os seus efeitos, por meio de ensaios clínicos em humanos, experimentos *in vivo* e estudos *in vitro*. A maioria dos estudos foi feita usando folhas em comparação com outras partes da árvore (Raphaelli *et al.*, 2021).

A abundância dos compostos voláteis, como os terpenos, é intensa nos frutos da guabiroba, sendo relatados mais de 70 diferentes compostos (Haas, 2011)(Marin *et al.*, 2008)(Vallilo *et al.*, 2008)(Ferreira *et al.*, 2016). Os principais compostos ativos e identificados nos frutos são (*E*) -2-hexenal, etanol, etil hexanoato, hexanal, etil butanoato, ácido hexanóico, 1-hexanol, (*E*) -2-hexen¹-ol, linalol, 1-butanol, metil acetato e α -terpineol. As substâncias 4-hidroxi-2,5-dimetil-2 (3*H*) -furanona, 1-penten-3-ol, um composto não identificado, hexanal, (*E, E*) -2,4- hexadienal, (*Z*) -3-hexen¹-ol, hexanoato de etila, γ -eudesmol, linalol e β -eudesmol foram relacionados ao aroma dos frutos. Notas verdes e doces são percebidas em alta frequência de descrição e intensidade, sendo consideradas importantes para o aroma característico de guabiroba (Ferreira *et al.*, 2016).

Tabela 4 – Principais compostos fenólicos presentes nas folhas de guabiroba

Classe	Composto	Concentração (mg.100g ⁻¹)	Referência
Ácido hidrobenzóico	Ác. gálico	30,53-31,9	(Klafke <i>et al.</i> , 2016; Pastori <i>et al.</i> , 2013)
Ácido hidroxicinâmico	Ác. cafeico	1,65	(De Sousa <i>et al.</i> , 2019)
Ácido hidroxicinâmico	Ác. clorogênico	19,26 ¹ 0,4	(Klafke <i>et al.</i> , 2016; Pastori <i>et al.</i> , 2013)
Flavonoide	Quercitina	18,53-29,7	(Klafke <i>et al.</i> , 2016; Pastori <i>et al.</i> , 2013)
Flavonoide	Rutina	41,30-48,2	(Klafke <i>et al.</i> , 2016; Pastori <i>et al.</i> , 2013)
Flavonoide	Kanferol	9,04	(Klafke <i>et al.</i> , 2016)

Fonte: elaborada pelos autores (2024).

Os óleos essenciais apresentam atividade biológica, com grande destaque para ação antimicrobiana e antifúngica. Os frutos de guabiroba apresentam ainda óleos essenciais, com elevada concentração de hidrocarbonetos monoterpênicos, sendo os majoritários o α -pineno (15,0%), o-cimeno (10,8%), β -pineno (10,5%), β -felandreno (6,5%) e limoneno (5,5%), com menores concentrações de terpin-4-ol (2,3%), mirtenal (3,2%), α -terpineol (2,1%), β -fenchol, (5,5%), mirtenol (3,4%) pinocarvona (3,5%), iso-pinocarveol (2,9%), trans-sabinol (2,8%) (Vallilo *et al.*, 2008).

O óleo essencial das folhas de guabiroba possui majoritariamente sesquiterpenos hidrocarbonetos (46,80%). Dentre estes compostos se destacam o biciclogermacreno (8,29%); globulol (5,67%); τ -muro-lol (5,59%); β -cariofileno (5,28%); germacreno D (5,03%); δ -cadineno (4,76%); τ -cadinol (4,51%) e linalol (4,17%) (Sugauara *et al.*, 2020) e o α -pineno e o *p*-cimeno (Cavalcanti, 2012). O óleo essencial das folhas de guabiroba induz atividade anti-leishmania e remodelação das organelas do citoplasma (Ferreira *et al.*, 2020). Por outro lado, composto majoritário do óleo essencial das flores de guabiroba é o ledol (18,9%) (Cardoso(-Cardoso; Kataoka; Ré-Poppi, 2010).

O óleo da semente de guabiroba possui cerca de 20 substâncias principais, sendo que diversas dessas são comuns em óleos essenciais, entre esses, o cariofileno (10,14%) e guaiol (9,06%) (Uliana, 2017). O guaiol está presente em óleos essenciais e apresenta uma grande atividade antibacteriana (Choudhary *et al.*, 2007).

PROCESSAMENTO E PRODUTOS

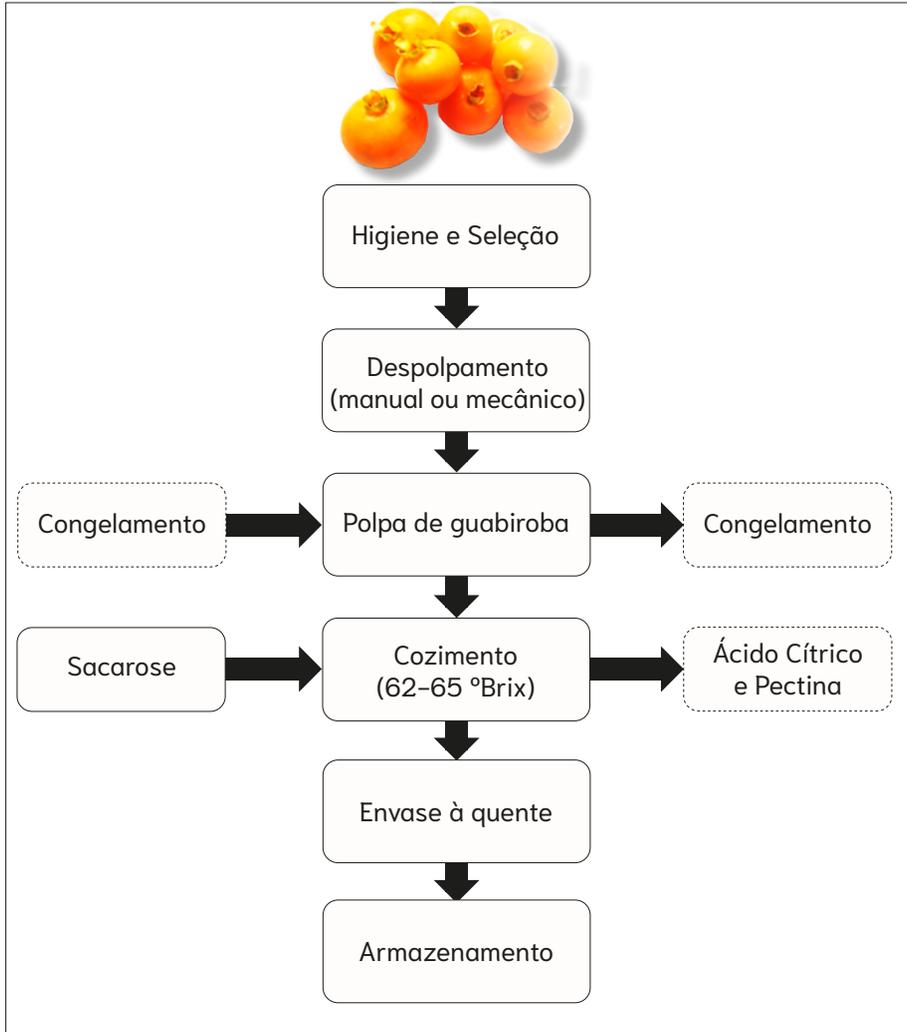
Os frutos da guabirobeira são comestíveis e apresentam sabor agradável, polpa abundante e suculenta, sendo aproveitados na produção de refrescos, sorvetes, licores e na produção de doces caseiros, geleias e outros. Apesar das características químicas interessantes apresentadas pela guabiroba, essa possui alta taxa metabólica, o que de maneira geral faz com que o fruto apresente vida útil curta. Quando maduras, as guabirobas têm período curto para serem aproveitadas, de 5 a 7 dias sob refrigeração.

Dessa forma, para ter bom aproveitamento destes frutos deve-se elaborar produtos com características nutricionais e sensoriais próximas ao fruto *in natura*, bem como microbiologicamente seguros. Assim, a elaboração de geleias é uma alternativa, uma vez que o processamento

se baseia em um tratamento térmico com adição de açúcar (Leonarski *et al.*, 2020b). A cocção diminui a disponibilidade de água no meio, o que consequentemente dificulta processos bioquímicos e microbiológicos, garantindo então o aumento de vida útil do produto (Fennema; Damodar; Parkin, 2010). No caso da guabiroba, o seu elevado potencial de industrialização permite a elaboração de geleia com maior aceitação, quando há a adição de ácido cítrico como regulador de acidez (Freitas; Cândido; Silva, 2008).

A elaboração de geleia de guabiroba é uma das formas mais práticas para o seu processamento, conservação e aproveitamento dos frutos (Figura 3). A produção pode empregar o fruto inteiro, no entanto, o uso somente da polpa do fruto é mais frequente (Freitas; Cândido; Silva, 2008)(Leonarski *et al.*, 2020a) (Santos *et al.*, 2013). Além disso, é possível obter características de textura com pouca firmeza, sem a adição de pectina ou com firmeza mais elevada quando da adição de 1% de pectina (Leonarski *et al.*, 2020a). Em geral, geleias com firmeza de 3- 10 N apresentam boa aceitação pelos consumidores (Leonarski *et al.*, 2020a; Santos *et al.*, 2013). Os frutos da guabiroba são adequados também para a produção de geleias com redução calórica (Santos *et al.*, 2013).

As geleias de guabiroba possuem certas concentrações de vitamina C, carotenoides e compostos fenólicos totais, além de boa aceitação sensorial (Freitas; Cândido; Silva, 2008; Leonarski *et al.*, 2020a; Santos *et al.*, 2013). Estes compostos são importantes para a saúde dos consumidores e os alimentos com elevadas concentrações podem apresentar efeitos funcionais ao organismo.

Figura 3 – Fluxograma do processo de produção de geleia de guabiroba

Fonte: elaborada pelos autores (2024).

Dessa forma, cada vez mais, consumidores optam por produtos que contêm elevadas concentrações de compostos bioativos e com apelo de saúde (Cestonaro; Stefenon; Bairy, 2020). No entanto, o processamento térmico empregado para a produção de geleias, em geral, causa perdas nos compostos bioativos naturais da guabiroba, no entanto, há a manutenção de pelo menos 35% dos carotenoides, ácido ascórbico e compostos fenólicos originais das frutas (Leonarski *et al.*, 2020a).

Outra forma que permite a conservação dos frutos de guabiroba é o seu emprego no desenvolvimento de licores. A maioria dos brasileiros não tem o hábito de consumir licores, sendo que a cerveja é a bebida alcoólica preferida no Brasil. O interesse de consumidores brasileiros por licores ainda é pequena, no entanto as pessoas são adeptas à experimentar licores de frutas e frutos, o que demonstra a existência de um nicho de mercado para estes produtos (Pinto *et al.*, 2017).

Os licores de frutas e frutos, em geral, são elaborados utilizando maceração alcoólica das frutas e dos frutos por períodos de tempo prolongado (Leonarski *et al.*, 2020b). A cor, sabor e odor são característicos do fruto da guabirobeira, em especial, a presença de certa adstringência e pungência, presentes geralmente quando são utilizados frutos inteiros (Leonarski *et al.*, 2020b). O sabor pungente acentuado se dá pela presença das sementes da guabiroba. Para minimizar este sabor desagradável se faz o uso somente da polpa de guabiroba e, dessa forma, é possível reduzir o tempo de maceração alcoólica e o sabor pungente marcante (Leonarski *et al.*, 2020b).

Outros produtos como leite fermentado adicionado de polpa de guabiroba e burger de tilápia adicionadas de resíduo do despulpamento do fruto também são estudados (Cristofel *et al.*, 2021; Prestes *et al.*, 2021) e até mesmo no desenvolvimento de embalagens ativas (Malherbi *et al.*, 2019). A polpa de guabiroba promoveu a manutenção da viabilidade das culturas probióticas maior conteúdo fenólico total e atividade antioxidante ao longo de todas as etapas de digestão gástrica simulada (Prestes *et al.*, 2021). O resíduo do despulpamento promoveu redução na peroxidação lipídica em *fishburger* de tilápia, aumento no teor de fibra bruta (Cristofel *et al.*, 2021). O uso de guabiroba apresenta efeitos na conservação de alimentos com aplicação indireta de embalagens ativas. A rica composição de compostos bioativos promove redução na peroxidação lipídica em azeite de oliva acondicionados nestas embalagens (Malherbi *et al.*, 2019).

Os extratos alcoólicos (etanol 70%) e obtido por decocção de casca de guabiroba foram capazes de reduzir a oxidação lipídica dos patês de tilápia durante 90 dias de armazenamento refrigerado, em comparação às formulações C e BHT. Porém, a aceitação sensorial dos produtos diminuiu com a inclusão dos extratos e, também, após o armazenamento de 90 dias (Pires, 2020).

Tabela 5–Principais produtos e embalagens desenvolvidos utilizando guabiroba

Parte do fruto	Produto	Características	Referência
Polpa e fruto integral	Licor, maceração alcoólica	Boa aceitação sensorial, pungência marcante, natural do fruto	(Leonarski <i>et al.</i> , 2020b; Rodrigues, 2017)
Fruto inteiro	Geleia de guabiroba	Boas características sensoriais de sabor, aroma, textura (aceitação global) e aparência.	(Santos <i>et al.</i> , 2013)
Polpa	Geleia com adição de prebiótico (FOS)	Presença de compostos fenólicos, carotenoides e vitamina C e a adição de FOS não alterou a aceitação	(Leonarski <i>et al.</i> , 2020a)
Polpa	Leite fermentado	Manutenção da viabilidade das culturas probióticas maior conteúdo fenólico total e atividade antioxidante ao longo de todas as etapas de digestão gástrica simulada	(Prestes <i>et al.</i> , 2021)
Extrato da casca	Patê de tilápia	Redução na oxidação lipídica durante o armazenamento	(Pires, 2020)
Resíduo do despulpamento	<i>Fishburger</i>	Redução na peroxidação lipídica em <i>fishburger</i> de tilápia, aumento no teor de fibra bruta	(Cristofel <i>et al.</i> , 2021)
Polpa	Filmes biodegradáveis	Redução na peroxidação lipídica em azeite de oliva	(Malherbi <i>et al.</i> , 2019)

Fonte: elaborada pelos autores (2024).

As folhas e frutos da guabirobeira possuem potencial tecnológico para aplicação em fármacos e cosméticos. As folhas, na forma de chá, são utilizadas na medicina popular brasileira contra febre, diabetes (Trojan-Rodrigues *et al.*, 2012), hipercolesteremia (Biavatti *et al.*, 2004) e como hipotensor (Sant’Anna *et al.*, 2017), obesidade (Dickel; Rates; Ritter, 2007) e doenças urinárias (Correa, 1926).

O tratamento crônico, em estudo *in vivo* com dietas hipercalóricas, com o extrato aquoso de guabiroba induziu uma redução no ganho de peso nos animais. Além disso, esse tratamento reduziu a glicemia, enquanto não houve efeito sobre os níveis lipídicos (Biavatti *et al.*, 2004). A administração aguda de extrato aquoso de *C. xanthocarpa* tem efeito na redução dos níveis pressóricos pós-esforço, dose-dependente em ratos normotensos (Sant’Anna *et al.*, 2017). Ainda, estes chás possuem efei-

to em processos inflamatórios, estresse oxidativo, disfunção endotelial e biomarcadores lipídicos em indivíduos hipercolesterolêmicos, além da redução dos níveis de triglicerídeos e LDL no sangue em indivíduos hipercolesterolêmico (Klafke *et al.*, 2010).

O chá de guabiroba encapsulado reduz os níveis sanguíneos de colesterol total e LDL em indivíduos hipercolesterolêmicos, reduz o estresse oxidativo nestes indivíduos e melhora os níveis de disfunção endotelial (NOx) (Viecili *et al.*, 2014). Ainda, o chá apresenta efeitos antiulcerogênicos (Mark(Man; Bacchi; Kato, 2004), antiplaquetários, antitrombóticos, fibrinolíticos (Klafke *et al.*, 2012), antidiabético (Vinagre *et al.*, 2010) e anti-inflamatório (Silva *et al.*, 2016). O óleo essencial das folhas de guabiroba apresenta atividade antifúngica contra as cepas *Candida albicans* (ATCC289065) – C1, *C. tropicalis* (ATCC40042) – C2 e *C. krusei* (ATCC40147) – C3. (Cavalcanti, 2012).

PERSPECTIVAS FUTURAS

O crescente interesse dos consumidores por alimentos funcionais que contenham compostos bioativos e o aproveitamento de fontes alternativas de matérias-primas justificam os esforços para se estudar o potencial de frutos regionais. Dessa forma, o consumo de produtos industrializados na forma de sucos, polpas, doces, geleias cresce exponencialmente e, em virtude disto, tem fomentado o mercado nacional e internacional de frutas e frutos. O processamento de produtos à base de frutas e frutos, além de aumentar o período de oferta do produto, promove o aproveitamento do excedente da produção sazonal. Além disso, estes produtos são vantajosos pela praticidade por serem prontos e, assim, fazem cada vez mais parte do hábito da população brasileira.

Assim, a guabiroba pode ser um alimento promissor, sendo que a sua composição química e efeitos farmacológicos são bem estabelecidos. Porém a sua perecibilidade, sazonalidade, ausência de tecnologia de colheita e processamento e regiões de produção consolidadas, podem ser fatores limitantes para a sua comercialização e desenvolvimento de produtos. Os esforços de grupos de pesquisa e focados no desenvolvimento da produção, processamento e divulgação de frutas e frutos nativos têm papel fundamental para a popularização deste fruto e, por consequência, a sua valoração.

REFERÊNCIAS

- ALVES, A. M. *et al.* Caracterização Física E Química, Fenólicos Totais E Atividade Antioxidante Da Polpa E Resíduo De Guabiroba. **Rev. Bras. Frutic.** [S. l.], v. 35, n. 3, p. 837–844, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452013000300021>
- ALVES, V. M. *et al.* Gabiroba e Murici: Estudo do valor nutricional e antinutricional da casca, polpa e semente. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. e152953260, p. 1–20, 2020.
- ARCARI, S. *et al.* Polyphenolic compounds with biological activity in guabiroba fruits (*Campomanesia xanthocarpa* Berg.) by comprehensive two-dimensional liquid chromatography. **Electrophoresis**, [S. l.], v. 41, n. 20, p. 1784–1792, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/elps.202000170>
- AZEVEDO, N. *et al.* Phenolic Compounds and Carotenoids from Four Fruits Native from the Brazilian Atlantic Forest. [S. l.], 2014.
- BARBIERI, S. F. *et al.* Extraction, purification and structural characterization of a galactoglucomannan from the gabiroba fruit (*Campomanesia xanthocarpa* Berg), Myrtaceae family. **Carbohydrate Polymers**, [S. l.], v. 174, p. 887–895, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.07.015>
- BETEMPS, D. L. *et al.* Estudo exploratório da presença de frutas nativas nas pequenas propriedades da Região do Cantuquiriguaçu/PR. **Cadernos de Agroecologia**, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 1–5, 2013. Disponível em: <http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/13698/9442>
- BIAVATTI, M. W. *et al.* Preliminary studies on *Campomanesia xanthocarpa* (Berg.) and *Cuphea carthagenensis* (Jacq.) J.F. Macbr. aqueous : Weight control and biochemical parameters. **Journal of Ethnopharmacology**, [S. l.], v. 93, n. 2–3, p. 385–389, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2004.04.015>
- BRACK, P. *et al.* Frutas nativas do Rio Grande do Sul , Brasil: riqueza e potencial alimentício Resumo O Brasil é o país com a maior biodiversidade conhecida no mundo , mas sua flora alimentícia ainda carece de estudos . No presente trabalho, apresentamos um levantamento. **Rodriguésia**, [S. l.], v. 71, n. e03102018, 2020.
- BUNGAU, S. *et al.* Health Benefits of Polyphenols and Carotenoids in Age-Related Eye Diseases. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, [S. l.], v. 2019, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2019/9783429>
- CAMPOS, R. P. *et al.* Conservação pós-colheita de guavira (*Campomanesia* sp.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 1, p. 41–49, 2012.
- CANTU-JUNGLES, T. M. *et al.* A pectic polysaccharide from peach palm fruits (*Bac-tris gasipaes*) and its fermentation profile by the human gut microbiota in vitro.

Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre, [S. l.], v. 9, n. August 2016, p. 1–6, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bcdf.2016.11.005>

CARDOSO, C. L.; KATAOKA, V. M. F.; RÉ-POPPI, N. Identification of the volatile compounds of flowers of *campomanesia sessiliflora* O. Berg and *campomanesia xanthocarpa* O. Berg. **Journal of Essential Oil Research**, [S. l.], v. 22, n. 3, p. 254–256, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10412905.2010.9700318>

CAVALCANTI, Y. W. Atividade Antifúngica de Extratos Vegetais Brasileiros sobre Cepas de *Candida*. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**, [S. l.], v. 16, n. 1, p. 43–48, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.4034/rbcs.2012.16.01.07>

CESTONARO, T. M.; STEFENON, R.; BAINY, E. M. Análise de mercado para desenvolvimento de produtos alimentícios saudáveis e para fins especiais. **Brazilian Journal of Food Research**, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 58–69, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3895/rebrapa.v11n1.12530>

CHOUHDARY, M. I. *et al.* Microbial transformation of (–)-guaial and antibacterial activity of its transformed products. **Journal of Natural Products**, [S. l.], v. 70, n. 5, p. 849–852, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/np068052a>

CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; Reis, A. Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial plantas para o futuro – Região Sul. In: CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; Reis, A. (org.). Brasília: MMA, 2011. p. 934. *E-book*. Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/sbf2008_dcbio/_ebooks/regiao_sul/Regiao_Sul.pdf

CORREA, M. P. Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. **Imprensa Nacional**, Rio de Janeiro, p. 747 p. illus., 1926.

CRISTOFEL, C. J. *et al.* Effect of the use of guabiroba bark and functional ingredients on the characteristics of Nile Tilapia burger. **Journal of Food Processing and Preservation**, [S. l.], v. 45, n. 1, p. 1–10, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jfpp.15040>

DE SOUSA, J. A. *et al.* Toxicological aspects of *Campomanesia xanthocarpa* Berg. associated with its phytochemical profile. **Journal of Toxicology and Environmental Health – Part A: Current Issues**, [S. l.], v. 82, n. 1, p. 62–74, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/15287394.2018.1562392>

DICKEL, M. L.; RATES, S. M. K.; RITTER, M. R. Plants popularly used for losing weight purposes in Porto Alegre, South Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, [S. l.], v. 109, n. 1, p. 60–71, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2006.07.003>

FARIAS, D. de P. *et al.* A critical review of some fruit trees from the Myrtaceae family as promising sources for food applications with functional claims. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 306, n. April 2019, p. 125630, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125630>

FENNEMA, O. R.; DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L. **Química de Alimentos de Fennema**. 4. ed. Porto Alegre-RS: Artmed, 2010. *E-book*.

FERREIRA, D. D. F. *et al.* Characterization of Odor-Active Compounds in Gabiroba Fruits (*Campomanesia xanthocarpa* O. Berg). **Journal of Food Quality**, [S. l.], v. 39, n. 2, p. 90–97, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jfq.12177>

FERREIRA, F. B. P. *et al.* *Campomanesia xanthocarpa* (Mart.) O. Berg essential oil induces antileishmanial activity and remodeling of the cytoplasm organelles. **Natural Product Research**, [S. l.], v. 0, n. 0, p. 1–5, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/14786419.2020.1827401>

FIDELIS, M. *et al.* Fruit-seeds-as-sources-of-bioactive-compounds-Sustainable-production-of-high-value-added-ingredients-from-byproducts-within-circular-economy2019MoleculesOpen-Access.pdf. [S. l.], p. 1–54, 2019.

FIGUEROA-MÉNDEZ, R.; Rivas-Arancibia, S. Vitamin C in health and disease: Its role in the metabolism of cells and redox state in the brain. **Frontiers in Physiology**, [S. l.], v. 6, n. DEC, p. 1–11, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fphys.2015.00397>

FREITAS, J. B. de; Cândido, T. L. N.; Silva, M. R. Gabiroba Jelly: Evaluation of Acceptability and Physical and Chemical Characteristics Geléia De Gabiroba: Avaliação Da Aceitabilidade E Características Físicas E Químicas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, [S. l.], v. 38, n. 2, p. 87–94, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.5216/pt.v38i2.4172>

GOLDONI, J. *et al.* Physicochemical characterization of fruits of *Campomanesia guazumifolia* (Cambess.) O. Berg (Myrtaceae). **Acta Scientiarum – Biological Sciences**, [S. l.], v. 41, n. 1, p. 1–8, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/actasciobiolsci.v41i1.45923>

GRANDO, R. C. **Caracterização química de diferentes partes da fruta de gabiroba (*Campomanesia xanthocarpa* berg) e viabilidade de utilização em produtos alimentícios**. 2015. – Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul, 2015. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/372>

HAAS, L. I. R. **Caracterização físico-química, fitoquímica, atividade antioxidante in vitro e in vivo, e efeitos antiproliferativos de extra-tos dos frutos do araçá (*Psidium cattleianum* Sabine) e da gabiroba (*Campomanesia xanthocarpa* O. Berg.)**. 2011. – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2011. Disponível em: <https://www.dctaufpel.com.br/ppgcta/pesquisa/producao-intelectual/dissertacoes-e-teses>

KINUPP, V. F.; DE BARROS, I. B. I. Protein and mineral contents of native species, potential vegetables, and fruits. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [S. l.], v. 28, n. 4, p. 846–857, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0101-20612008000400013>

KLAFKE, J. Z. *et al.* Effects of *Campomanesia xanthocarpa* on biochemical, hematological and oxidative stress parameters in hypercholesterolemic patients. **Journal of Ethnopharmacology**, [S. l.], v. 127, n. 2, p. 299–305, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2009.11.004>

KLAFKE, J. Z. *et al.* Antiplatelet, antithrombotic, and fibrinolytic activities of *Campomanesia xanthocarpa*. **Evidence-based Complementary and Alternative Medicine**, [S. l.], v. 2012, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2012/954748>

KLAFKE, J. Z. *et al.* Study of oxidative and inflammatory parameters in LDLr-KO mice treated with a hypercholesterolemic diet: Comparison between the use of *Campomanesia xanthocarpa* and acetylsalicylic acid. **Phytomedicine**, [S. l.], v. 23, n. 11, p. 1227–1234, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2015.11.010>

LEE, Y. *et al.* Health benefits of carotenoids: A role of carotenoids in the prevention of non-alcoholic fatty liver disease. **Preventive Nutrition and Food Science**, [S. l.], v. 24, n. 2, p. 103–113, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3746/pnf.2019.24.2.103>

LEONARSKI, E. *et al.* Optimization and sensorial evaluation of guabiroba jam with prebiotic. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, [S. l.], v. 55, p. e01841, 2020 a. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2020.v55.01841>

LEONARSKI, E. *et al.* Development, Chemical, and Sensory Characterization of Liqueurs from Brazilian Native Fruits. **Journal of Culinary Science & Technology**, [S. l.], v. 00, n. 00, p. 1–14, 2020 b. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/15428052.2020.1747035>

LIMA, D. K. de. **Frutas nativas como alternativa de renda: Guabiroba (*Campomaseia xanthocarpa*) na unidade de produção Nossa Senhora da Conquista, Goioxim, PR.** 2018. – Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2015.07.010><http://dx.doi.org/10.1016/j.visres.2014.07.001><https://doi.org/10.1016/j.humov.2018.08.006><http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24582474><https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.12.007><https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.12.007>

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** Volume 1 ed. Nova Odessa: Plantarum, 1992. *E-book*.

MALHERBI, N. M. *et al.* Corn starch and gelatin-based films added with guabiroba pulp for application in food packaging. **Food Packaging and Shelf Life**, [S. l.], v. 19, n. December 2018, p. 140–146, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2018.12.008>

MARIN, R. *et al.* Volatile Components and Antioxidant Activity from some Myrtaecous Fruits cultivated in Volatile Components and Antioxidant Activity from. **Latin American Journal of Pharmacy**, [S. l.], v. 27, n. 2, p. 172–177, 2008.

MARKMAN, B. E. O.; Bacchi, E. M.; Kato, E. T. M. Antiulcerogenic effects of *Campomanesia xanthocarpa*. **Journal of Ethnopharmacology**, [S. l.], v. 94, n. 1, p. 55–57, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2004.04.025>

MCRORIE, J. W.; Mckeown, N. M. Understanding the Physics of Functional Fibers in the Gastrointestinal Tract: An Evidence-Based Approach to Resolving Enduring Misconceptions about Insoluble and Soluble Fiber. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, [S. l.], v. 117, n. 2, p. 251–264, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jand.2016.09.021>

MORAIS, I. B. de M. *et al.* Hypotensive activity of *Campomanesia xanthocarpa* leaf extract: beyond angiotensin II type 1 receptor blockage. **Natural Product Research**, [S. l.], v. 0, n. 0, p. 1–5, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/14786419.2020.1727467>

MORZELLE, M. C. *et al.* Caracterização química e física de frutos de Curriola, gabi-roba e murici provenientes do cerrado brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [S. l.], v. 37, n. 1, p. 96–103, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0100-2945-036/14>

NGAMWONGLUMLERT, L. *et al.* Plant carotenoids evolution during cultivation, post-harvest storage, and food processing: A review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, [S. l.], v. 19, n. 4, p. 1561–1604, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12564>

PASTORI, T. *et al.* Genotoxic effects of *Campomanesia xanthocarpa* extracts on *Allium cepa* vegetal system. **Pharmaceutical Biology**, [S. l.], v. 51, n. 10, p. 1249–1255, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.3109/13880209.2013.786097>

PEREIRA, M. C. *et al.* Characterization and antioxidant potential of Brazilian fruits from the Myrtaceae family. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [S. l.], v. 60, n. 12, p. 3061–3067, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/jf205263f>

PINTO, V. Z. *et al.* Market research, elaboration and characterization of pineapple liqueur. **Revista Produção e Desenvolvimento**, [S. l.], v. 3, n. 3, p. 34–42, 2017.

PIRES, C. L. D. S. **Aplicação de extratos da casca de guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*) como agente antioxidante em patês de tilápia**. 2020. – Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul, 2020. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/4256>

PRESTES, A. A. *et al.* Influence of guabiroba pulp (*Campomanesia xanthocarpa* o. berg) added to fermented milk on probiotic survival under in vitro simulated gastrointestinal conditions. **Food Research International**, [S. l.], v. 141, n. January, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110135>

- RAPHAELLI, C. D. O. *et al.* Biological activity and chemical composition of fruits, seeds and leaves of guabirobeira (*Campomanesia xanthocarpa* O. Berg – Myrtaceae): A review. **Food Bioscience**, [S. l.], v. 40, n. January, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.100899>
- REIS, A. F.; SCHMIELE, M. Características e potencialidades dos frutos do Cerrado na indústria de alimentos. **Brazilian Journal of Food Technology**, [S. l.], v. 22, p. 1–12, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.15017>
- ROCHA, W. S. *et al.* Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [S. l.], v. 33, n. 4, p. 1215–1221, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452011000400021>
- RODRIGUES, V. N. **Licor de guabiroma (*Campomanesia xanthocarpa*): Análise mercadológica, desenvolvimento e caracterização físico-química e sensorial**. 2017. – Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul, 2017. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/521>
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Natural food pigments and colorants. **Current Opinion in Food Science**, [S. l.], v. 7, p. 20–26, 2016 a. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2015.08.004>
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **Food Carotenoids**. Chichester: Wiley, 2016 b. *E-book*.
- SAINI, R. K.; NILE, S. H.; PARK, S. W. Carotenoids from fruits and vegetables: Chemistry, analysis, occurrence, bioavailability and biological activities. **Food Research International**, [S. l.], v. 76, p. 735–750, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.07.047>
- SALMAZZO, G. R. *et al.* Chemical composition and antiproliferative, antioxidant and trypanocidal activities of the fruits from *Campomanesia xanthocarpa* (Mart.) O. Berg (Myrtaceae). **Natural Product Research**, [S. l.], v. 35, n. 5, p. 853–857, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/14786419.2019.1607333>
- SANT’ANNA, L. S. *et al.* Chemical Composition and Hypotensive Effect of *Campomanesia xanthocarpa*. **Evidence-based Complementary and Alternative Medicine**, [S. l.], v. 2017, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2017/1591762>
- SANTOS, M. da S. *et al.* Physicochemical characterization, extraction and analysis of pectins from fruit of *campomanesia xanthocarpa* B. (Gabiroma). **Semina: Ciências Agrárias**, [S. l.], v. 30, n. 1, p. 101–106, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2009v30n1p101>
- SANTOS, M. da S. *et al.* Antioxidant and fatty acid profile of gabiroma seed (*Campomanesia Xanthocarpa* Berg). **Food Science and Technology**, [S. l.], v. 32, n. 2, p. 234–238, 2012 a. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0101-20612012005000045>

SANTOS, M. da S. *et al.* Chemical characterization and evaluation of the antioxidant potential of gabiropa jam (*Campomanesia xanthocarpa* Berg). **Acta Scientiarum – Agronomy**, [S. l.], v. 35, n. 1, p. 73–82, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v35i1.14389>

SANTOS, M. S. *et al.* Evaluation of the Technological Potential of Gabiropa [*Campomanesia xanthocarpa* Berg] Fruit. **Journal of Nutrition & Food Sciences**, [S. l.], v. 02, n. 09, 2012 b. Disponível em: <https://doi.org/10.4172/2155-9600.1000161>

SCHMIDT, H. **Caracterização físico-química, nutricional e de compostos bioativos de sete espécies da família Myrtaceae nativas da Região Sul do Brasil**. 2018. – UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL INSTITUTO, Porto Alegre, 2018. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/178868>

SCHMIDT, H. de O. *et al.* Vitamin and bioactive compound diversity of seven fruit species from south Brazil. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [S. l.], v. 99, n. 7, p. 3307–3317, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jsfa.9544>

SCHNEIDER, V. S. *et al.* Dietary fibres from guavira pomace, a co-product from fruit pulp industry: Characterization and cellular antioxidant activity. **Food Research International**, [S. l.], v. 132, n. September 2019, p. 109065, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109065>

SIDDEEG, A. *et al.* Mode of action and determination of antioxidant activity in the dietary sources: An overview. **Saudi Journal of Biological Sciences**, [S. l.], v. 28, n. 3, p. 1633–1644, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.11.064>

SILVA, E. P. da *et al.* Caracterização física, química e fisiológica de gabiropa (*Campomanesia pubescens*) durante o desenvolvimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [S. l.], v. 29, n. 4, p. 803–809, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0101-20612009000400016>

SILVA, É. R. S. da *et al.* Anti-inflammatory Evaluation and Toxicological Analysis of *Campomanesia xanthocarpa* Berg. **Inflammation**, [S. l.], v. 39, n. 4, p. 1462–1468, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10753-016-0378-3>

SOBRAL, M. *et al.* **Myrtaceae**. [s. l.], 2015.

SUGAUARA, R. Ru. *et al.* Potencial Antioxidante do óleo essencial de *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. e85891110474, p. 1–17, 2020.

TAIZ, L. *et al.* **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. [S. l.: s. n.]. E-book. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0307441276901217>

TEIXEIRA, N. *et al.* Edible fruits from Brazilian biodiversity: A review on their sensorial characteristics versus bioactivity as tool to select research. **Food Research**

International, [S. l.], v. 119, n. January, p. 325–348, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.01.058>

TROJAN-RODRIGUES, M. *et al.* Plants used as antidiabetics in popular medicine in Rio Grande do Sul, southern Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, [S. l.], v. 139, n. 1, p. 155–163, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2011.10.034>

ULIANA, C. **Extração e caracterização do óleo da semente de guabiroba (Campomanesia xanthocarpa O.Berg) e avaliação da qualidade durante o armazenamento**. 2017. – Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul, 2017. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/3018>

VALLILO, M. I. *et al.* Chemical composition of Campomanesia xanthocarpa Berg –Myrtaceae fruit. **Ciencia e Tecnologia de Alimentos**, [S. l.], v. 28, n. SUPPL., p. 231–237, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000500035>

VIECILI, P. R. N. *et al.* Effects of Campomanesia xanthocarpa on inflammatory processes, oxidative stress, endothelial dysfunction and lipid biomarkers in hypercholesterolemic individuals. **Atherosclerosis**, [S. l.], v. 234, n. 1, p. 85–92, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2014.02.010>

VINAGRE, A. S. *et al.* Anti-diabetic effects of Campomanesia xanthocarpa (Berg) leaf decoction. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, [S. l.], v. 46, n. 2, p. 167–177, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1984-82502010000200002>

Capítulo 2



PALMEIRA JUÇARA

(*Euterpe edulis* Martius)

Alana Patrícia da Silva
Filomena Marafon
Camila Carneiro Lobato
Giordana Correia Mansani
Margarete Dulce Bagatini

INTRODUÇÃO

Entre as 250 espécies de palmeiras relatadas no Brasil, a espécie *Euterpe edulis* Martius, popularmente conhecida como palmeira-juçara ou palmitero, é planta arborecente nativa da Mata Atlântica encontrada, principalmente, nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. A palmeira pertence à família *Arecaceae*, sendo monocotiledônea, angiosperma, cilíndrica, não estolonífera e sem fuste reto, podendo atingir de 10 a 30 cm de DAP (Diâmetro a Altura do Peito) na vida adulta (Figura 1A) (Lorenzi, 2010; Taub, 2013; Oliveira *et al.*, 2022).

Por muitos anos, a palmeira-juçara foi conhecida pela extração do seu palmito, que apresenta um sabor marcante e valorizado, sendo menos fibroso em relação ao *Euterpe oleracea* Mart. (açai amazônico) e menos doce que o *Bactris gasipaes* Kunth (pupunha). O Brasil é considerado o maior produtor e consumidor da iguaria, e já foi um grande exportador do ramo (Schulz *et al.*, 2016; Bicudo; Ribani; Beta, 2014).

Embora essa espécie seja um símbolo da Mata Atlântica por seu valor ecológico, cultural e econômico, hoje em dia o palmito é considerado o segundo produto não madeireiro mais explorado da Mata Atlântica (Oliveira *et al.*, 2022; Frasao *et al.*, 2021). A conservação da espécie foi marcada por uma exploração intensa e ilegal, principalmente, na década de 1970. A extração do palmito ocasiona a morte da planta, pois essa possui um único estipe, que não se divide na base. Além disso, são necessários de 6 a 10 anos para a palmeira atingir o tamanho de corte para extração do palmito, e por causa da exploração ilegal, palmeiras pequenas são extraídas, impedindo o ciclo natural das florestas (Troian, 2014; Bourscheid *et al.*, 2011).

A constituição de um manejo sustentável da espécie vem como uma alternativa para a extração desenfreada do palmito (Costa *et al.*, 2008; Silva *et al.*, 2014). Nesse contexto, a utilização dos frutos da palmeira-juçara na alimentação humana se torna uma alternativa de grande valor nutricional, ambiental e econômico para a espécie.

Os frutos da palmeira-juçara são drupas carnosas, fibrosas, de endosperma exuberante e não ruminado, similares aos frutos do açai-amazônico, sendo esféricos e na fase madura têm a coloração roxa ou negra, conforme ilustrados na Figura 1B. Destacam-se pelo alto teor nutricional e energético, com teor de carboidratos (93,3%), lipídios (7,06-46,6%) e proteínas (2,48-8,5%) (Borges *et al.*, 2011; Bicudo; Ribani; Beta, 2014). Ademais, numerosos estudos científicos têm relatado a presença de compostos bioativos como antocianinas, flavonoides e ácidos fenólicos. Esses compostos estão correlacionados à potente atividade antioxidante do fruto e ao seu efeito na proteção e na manutenção de parâmetros metabólicos, bioquímicos e inflamatórios (Schulz *et al.*, 2016).

Figura 1 – Palmeira–juçara (*Euterpe edulis* Martius) (A) e seus frutos (B)



Fonte: acervo dos autores (2023).

Os frutos da palmeira–juçara são processados para obtenção de uma polpa saborosa, nutritiva e energética, empregada como fonte alimentar ou como matéria–prima para a produção de alimentos processados, como sorvetes, sucos e geleias. Esses frutos têm ganhado notoriedade devido à similaridade de sua polpa com o açaí (*Euterpe oleacea*). Nesse contexto, sendo a espécie nativa e com fácil adaptação, o cultivo da palmeira–juçara com foco no processamento e comercialização dos frutos vem como uma alternativa de agregar valor, aumentando a renda dos pequenos agricultores da região Sul do Brasil, além de estimular a conservação e preservação da espécie (Cossio; Poester; Favreto, 2009). Assim, ao longo deste capítulo serão expostos alguns aspectos importantes da espécie, para fomentar a utilização dos frutos como matéria–prima para a alimentação e no desenvolvimento de novos produtos.

PRODUÇÃO, CONSUMO E COMERCIALIZAÇÃO

Propagação, cultivo e manejo

Em aspectos gerais, a palmeira-juçara não se mostra uma espécie exigente, mas alguns aspectos fisiológicos são considerados importantes para sua produção. A espécie se desenvolve bem em diferentes tipos de solo, embora prefira solos com alto teor de matéria orgânica, bem como úmidos e drenados, não tolerando solos rasos e encharcados (Fannelli *et al.*, 2012). A espécie tem melhor desenvolvimento em temperatura média anual entre 17 e 26°C, sendo tolerante até sete geadas anuais e secas de até três meses (Marto, 2007; Kageyama; Kageyama *Et al.* 2010).

A palmeira-juçara requer de seis a nove anos para produzir sementes, e pode produzir cerca de 6 a 8 kg de frutos por ano, o que equivale entre 8.000 e 10.000 sementes (Guimarães; Souza, 2017). A germinação ocorre de forma lenta e desigual, podendo levar de 29 dias a 14 semanas (Cardoso; Leite, 2009).

A propagação das sementes ocorre de forma autocórica, ou seja, de forma autônoma pela própria planta, sucedendo um raio de 5m da planta-mãe. Consequentemente, a regeneração natural acontece em “manchas de alta densidade” com até 400 plântulas por m². Ressalta-se a importância dessa proximidade, uma vez que micro-organismos benéficos se ligam à palmeira auxiliando no desenvolvimento das plântulas. Além disso, também é relatada a dispersão de sementes realizada por meio dos animais (Silva; Mendes; Kageyama, 2010).

As principais práticas de manejo realizadas são: cultivo de mudas em viveiro, plantio de enriquecimento e adensamento por meio de semeadura direta ou a lanço, monitoramento da produtividade e maturação dos frutos (Souza, 2015). Ressaltando que o manejo aplicado pode se diferenciar em cada fisionomia vegetal e aspectos regionais.

Para o cultivo de mudas em viveiro se recomenda fazer a semeadura de duas a três sementes em recipiente ou diretamente no campo, semeadas em covas de 3 a 5 cm de profundidade. Em sementeira, faz-se a utilização de areia ou distintos substratos e proporções, mantendo-a sempre úmida. As sementes que se apresentam viáveis começam o processo germinativo, geralmente, entre 30 e 170 dias após a semeadura, e seu tempo em viveiro é no mínimo de nove meses (Molina; Botrel, 2009). Conforme Aguiar *et al.* (2002), de maneira geral, o momento ideal das mudas para o plantio no campo ou comercialização se encontra quando estas ultrapassam 30 cm de altura.

A produção da palmeira se constitui em forma de cacho com 3,5 a 5 kg de frutos, o tempo de floração acontece entre setembro a dezembro, e de frutificação entre maio e dezembro, com variação em diferentes regiões (Lorenzi, 2010; Barroso *et al.*, 2010). O amadurecimento dos frutos no mesmo cacho é bastante heterogêneo (Punin *et al.*, 2018).

Pesquisas desenvolvidas pelo Incaper, na Região Serrana do Espírito Santo, apontaram resultados no ano de 2014, em que a média de produção por palmeira foi de dois cachos por ano, sendo que cada cacho produziu cerca de 4,6 kg de frutos. Sendo assim, com os 275 indivíduos adultos por hectares (ha) são produzidos 2.530 kg de frutos por ha/ano (Guimarães; Souza, 2017).

Os frutos do gênero *Euterpe* não são consumidos em sua forma *in natura*, tendo em vista sua polpa apresentar um percentual muito pequeno (Yamaguchi *et al.*, 2015). Esses frutos são processados para obtenção de polpa com destino à comercialização e ao consumo da sociedade (Cardoso *et al.*, 2018). As polpas obtidas desse processamento são consumidas *in natura*, ou utilizadas para a preparação de geleias, sorvetes e licores.

O valor pago pelo kg do fruto, segundo a Conab (2019), está em torno de R\$1,98, sendo multiplicado pelo volume total colhido *in natura* representa um valor de R\$485.000,00. Entretanto, o beneficiamento do fruto para obtenção de polpa rende aproximadamente 1 litro para cada 2 quilos de fruto. O estado de Santa Catarina produziu 123,9 toneladas de polpa (Epagri, 2018) a um valor de venda de aproximadamente R\$ 15,00 o litro, totalizando R\$ 1.858.500,00. Esses valores econômicos representam a dinâmica do processo produtivo e demonstram o potencial da utilização dos frutos da palmeira-juçara como matéria-prima para o processamento de produtos e fonte de renda para os pequenos produtores.

A comercialização de frutos de palmeiras, em meados de 2004, nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, era realizada exclusivamente pelo açaí amazônico. Todavia, a partir deste momento, empresas especializadas foram instaladas na região Sul, principalmente em Santa Catarina, iniciando o fornecimento da polpa de juçara e seus subprodutos, com aspectos parecidos ao açaí amazônico (Bourscheid *et al.*, 2011). Vale ressaltar que a produção e a comercialização da polpa de palmeira-juçara estão crescentes nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, porém os dados de produção e exportação são bastante rasos (Borges *et al.*, 2013). Contudo, o estado de Santa Catarina é considerado o maior pro-

dutor de polpa de juçara no Brasil, com 84% de toda produção nacional, produzindo 245 toneladas de frutos e 123,9 toneladas de polpa (Conab, 2013; Epagri, 2018).

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E PROPRIEDADES FUNCIONAIS

Composição química

Os frutos da palmeira-juçara recebem destaque pelo seu alto valor nutricional, entre os quais podem ser citados os teores de carboidratos, lipídios, proteínas, fibras, minerais e vitaminas, além de inúmeros compostos bioativos com atividades biológicas. A Tabela 1 representa macronutrientes dos frutos da palmeira-juçara.

Tabela 1 – Conteúdo de macronutrientes dos frutos de Palmeira-Juçara

Macronutriente	Concentração	Referências
pH	4.47 - 5.72	Borges <i>et al.</i> , 2011
Lipídios (%)	7.06 - 46.6	Borges <i>et al.</i> , 2011; Inada, 2015; Schulz <i>et al.</i> , 2015; Cardoso <i>et al.</i> , 2018
Proteínas (%)	2.48 - 8.5	Borges <i>et al.</i> , 2011; Inada, 2015; Schulz <i>et al.</i> , 2015
Carboidratos (%)	93.3	Inada, 2015
Acidez (g/100g)	0.21 - 0.48	Borges <i>et al.</i> , 2011
Umidade (%)	34.95 - 83.8	Borges <i>et al.</i> , 2011; Inada, 2015; Schulz <i>et al.</i> , 2015
Cinzas (%)	1.55 - 3.32	Borges <i>et al.</i> , 2011
Fibra alimentar (%)	27.1 - 71.8	Inada, 2015
Valor energético (Kcal)	66 - 83	Inada, 2015

Fonte: elaborada pelos autores (2023).

Os frutos da palmeira-juçara se destacam por terem um elevado teor de lipídios, sendo superior ao de outros pequenos frutos tropicais. O perfil lipídico dos frutos apresenta uma predominância de ácidos graxos insaturados, especialmente os monoinsaturados, que pode ter um efeito positivo na saúde humana. Isso se justifica porque a composição dos ácidos graxos na dieta regula o metabolismo lipídico e lipoprotéico, especialmente, reduzindo o risco de doenças cardiovasculares (Cardoso *et al.*, 2018).

Devido ao alto teor de proteína, o fruto de palmeira-juçara pode ser considerado uma importante fonte vegetal de proteína na dieta. Quando comparados a outras frutas comuns como maçãs, uvas, peras, melões e mangas, os frutos da palmeira-juçara podem fornecer, em peso fresco,

até dez vezes mais proteína (Inada, 2015; Schulz *et al.*, 2015).

Quando comparado ao açai-amazônico, a polpa de palmeira-juçara se destaca por ser mais adocicada, isso se justifica pelo teor de frutose em base seca (3,1% p/p) ser maior do que nos frutos de *E. oleracea* (açai-amazônico) (0,4% p/p) (Borges *et al.*, 2011). Ademais, o consumo de polpa de palmeira-juçara pode proporcionar uma boa ingestão de fibra alimentar, uma vez que possui 27% (p/p) em base de peso seco (Inada *et al.*, 2015; Borges *et al.*, 2011).

Os frutos da palmeira-juçara apresentam uma abundante matriz química, porém é possível verificar grandes amplitudes de variações das concentrações de alguns compostos descritos para a espécie. Isso se deve a inúmeros fatores, incluindo a maturação do fruto, local de plantio (características do solo, nutrição e clima), idade da planta, idade das gemas reprodutivas, metodologia de ensaio e parte do fruto empregada para a análise (fruto inteiro, polpa ou semente) (Cardoso *et al.*, 2018; Pupin *et al.*, 2018).

Os frutos da palmeira-juçara apresentam muitos micronutrientes essenciais para a homeostase do organismo humano, como potássio (K), ferro (Fe), zinco (Zn), fósforo (P), cobre (Cu), cálcio (Ca) e magnésio (Mg). Além disso, também pode contribuir muito para a ingestão diária de vitaminas (Cardoso *et al.*, 2018; Baptista *et al.*, 2021). Na Tabela 2 é apresentado o conteúdo de micronutrientes.

Tabela 2 – Conteúdo de micronutriente (vitaminas e minerais) dos frutos e polpa de Juçara

Vitaminas e Minerais	Fruto/Polpa	Referências
Potássio (K) [*]	333.3 - 1325.88	Inada, 2015; Cardoso <i>et al.</i> , 2018; Baptista <i>et al.</i> , 2021
Fósforo (P) [*]	14.2 - 1324.5	Inada, 2015; Cardoso <i>et al.</i> , 2018; Baptista <i>et al.</i> , 2021
Magnésio (Mg) [*]	30.2 - 183.0	Inada, 2015; Cardoso <i>et al.</i> , 2018; Baptista <i>et al.</i> , 2021
Cálcio (Ca) [*]	76.4 - 1040.6	Inada, 2015; Cardoso <i>et al.</i> , 2018; Baptista <i>et al.</i> , 2021
Sódio (Na) [*]	17.0 - 21.8	Inada, 2015; Baptista <i>et al.</i> , 2021
Ferro (Fe) [*]	1.6 - 7.0	Inada, 2015; Cardoso <i>et al.</i> , 2018; Baptista <i>et al.</i> , 2021
Enxofre (S) [*]	26.9 - 35.4	Inada, 2015
Cobre (Cu) [*]	0.3 - 9.93	Inada, 2015; Cardoso <i>et al.</i> , 2018
Manganês (Mn) [*]	3.0 - 33.6	Inada, 2015; Cardoso <i>et al.</i> , 2018; Baptista <i>et al.</i> , 2021
Zinco (Zn) [*]	0.6 - 27.1	Inada, 2015; Cardoso <i>et al.</i> , 2018; Baptista <i>et al.</i> , 2021

Vitaminas e Minerais	Fruto/Polpa	Referências
Carotenoides Totais**	414.0 - 1900.0	Cardoso <i>et al.</i> , 2018
Vitamina C***	4.0 - 11.0	Cardoso <i>et al.</i> , 2018
β -caroteno (Vit. A)**	3.0 - 86.0	Cardoso <i>et al.</i> , 2018
Retinol (Vit. A)**	7.0 - 27.8	Cardoso <i>et al.</i> , 2018

Fonte: elaborada pelos autores (2023). Legenda: *mg 100g⁻¹; ** μ g 100g⁻¹; ***mg 100mL⁻¹.

Todas as pesquisas descritas referentes à caracterização química do fruto da palmeira-juçara indicam a presença de importantes componentes químicos com elevado potencial na promoção de efeitos benéficos, como os ácidos fenólicos e as antocianinas, indicando, assim, o potencial deste fruto para utilização na indústria alimentícia e farmacêutica.

Nos últimos anos, os ácidos fenólicos têm recebido significativa atenção em função de seu papel fundamental na prevenção e tratamento de diversas doenças. As razões por trás desses efeitos benéficos estão, principalmente, relacionadas às suas propriedades antioxidantes altamente eficazes. Adicionalmente, pesquisas científicas têm confirmado que os ácidos fenólicos possuem propriedades anti-inflamatórias e antibacterianas, tornando-os uma alternativa promissora aos antibióticos (Hussain *et al.*, 2016; Belhaques; Amri; Bensouilah, 2020).

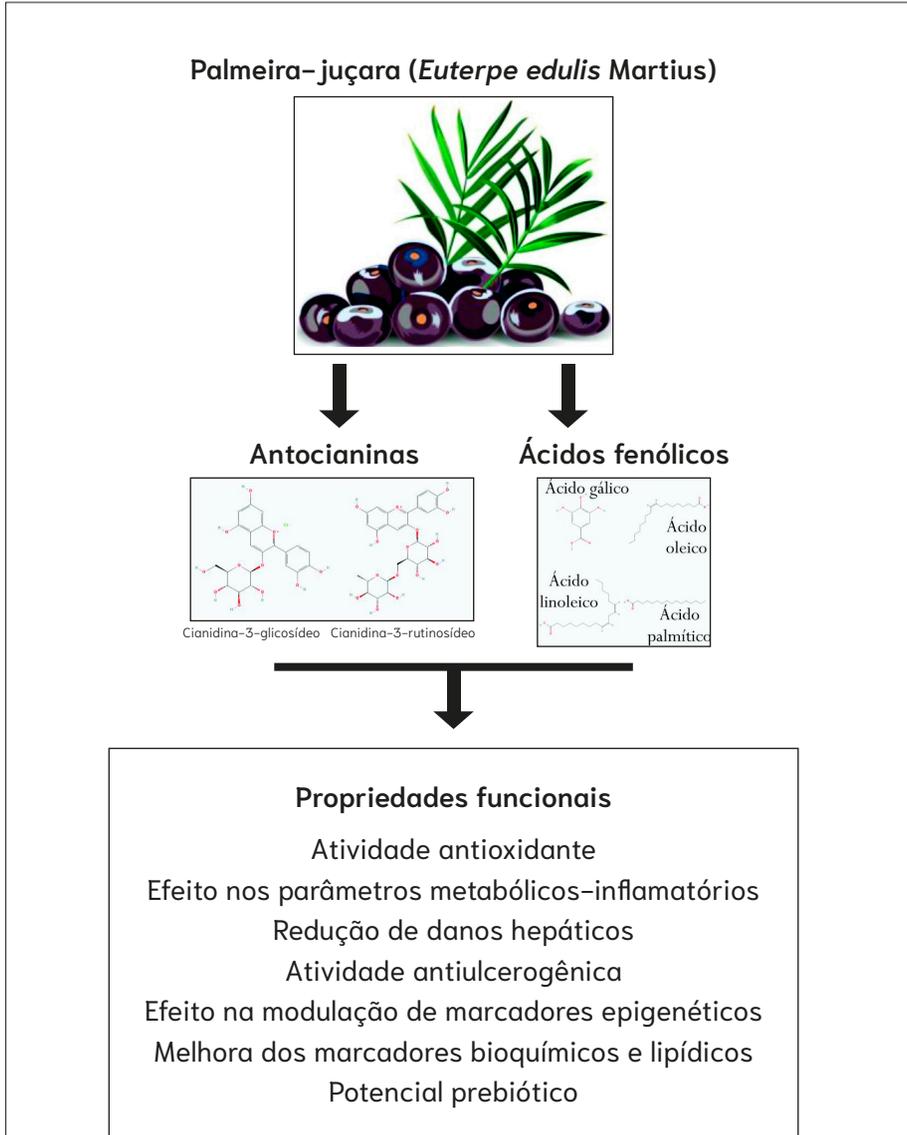
Os frutos da palmeira-juçara são fontes importantes de compostos fenólicos, apresentando teores de 4087 – 7500 mg equivalentes de ácido gálico 100 g⁻¹ em base de peso seco (Silva *et al.*, 2013; Baptista *et al.*, 2021). Dos quais se destacam os ácidos fenólicos: ácido oleico, ácido linoleico, e ácido palmítico (Cardoso *et al.*, 2018; Borges *et al.*, 2011; Borges *et al.*, 2013).

As antocianinas são compostas que pertencem ao grupo dos flavonoides responsáveis pela grande variedade de cores de frutos (Dos Passos *et al.*, 2015). Nos frutos de palmeira-juçara são encontrados altos teores de antocianinas, com teores variando de 409,8 a 634,3 mg cianidina 3-glicosídeo equivalentes a 100 g⁻¹ matéria fresca (Baptista *et al.*, 2021). As cianidina-3-glicosídeo e a cianidina-3-rutinosídeo são as antocianinas mais abundantes neste fruto (Schulz *et al.*, 2016; Cardoso *et al.*, 2018).

As antocianinas são uma opção para corantes naturais, devido à coloração e alta solubilidade em água. Além disso, várias propriedades funcionais já foram relatadas para as antocianinas como: a redução da doença cardíaca coronária, redução do risco de acidente vascular cerebral, atividade antitumoral, aumento da acuidade visual e efeitos cogni-

tivos (Dos Passos *et al.*, 2015). Na Figura 2 são apresentados os compostos bioativos e as atividades biológicas dos frutos da palmeira-juçara.

Figura 2 – Compostos bioativos e as atividades biológicas dos frutos da palmeira-juçara



Fonte: elaborada pelos autores (2024).

PROPRIEDADES FUNCIONAIS

As características fitoquímicas do fruto da palmeira–juçara permitem inferir seu potencial promissor para a aplicação em biotecnologia e na área farmacológica (Schulz *et al.*, 2016). Pesquisas *in vitro* e *in vivo* desenvolvidas têm permitido a identificação dos potenciais biológicos desse fruto no tratamento de diversas doenças.

A atividade antioxidante já foi amplamente demonstrada para extratos de frutos da palmeira–juçara. Estudos indicam uma correlação entre compostos fenólicos e atividade antioxidante do fruto (Borges *et al.*, 2011; Bicudo; Ribani; Beta, 2014; Bicudo; Ribani, 2015; Cardoso *et al.*, 2015; Inada *et al.*, 2015; Schulz *et al.*, 2015). Nesse contexto, o consumo de suco de frutos promoveu efeito antioxidante através da modulação da enzima antioxidante glutatona peroxidase, diminuindo a peroxidação lipídica e modulando o perfil redox (Borges *et al.*, 2013; Baptista *et al.*, 2021).

Estudos *in vitro* demonstraram que o extrato de frutos da palmeira–juçara promove proteção celular frente a inúmeros modelos de doenças crônicas (Borges *et al.*, 2013; Cardoso *et al.*, 2018). Extratos obtidos da palmeira–juçara apresentaram ação na redução da gravidade da esteatose hepática (Cardoso *et al.*, 2015) e proteção significativa contra úlcera péptica induzida, indicando o potencial desse fruto na atividade antiulcerogênica (Torres *et al.*, 2018).

O consumo de frutos liofilizados de palmeira–juçara demonstrou atuar na prevenção da obesidade, melhora da composição corporal e dos parâmetros metabólicos–inflamatórios, promovendo a preservação de massa magra, diminuição do ganho de peso, diminuição da glicemia e dos triglicerídeos (Santamarina *et al.*, 2018). Além disso, o consumo regular de sucos de juçara apresentou efeito benéfico nos níveis de HDL–c, bem como sobre as atividades de enzimas antioxidantes, o que pode contribuir para a saúde cardiovascular (De Liz *et al.*, 2020).

Ademais, estudos *in vitro* também demonstraram o potencial efeito probiótico da polpa, em que a mesma, apresentou efeitos benéficos nos principais grupos de bactérias constituintes da microbiota humana, indicando a capacidade de modular a microbiota, promovendo mudanças na produção de ácidos graxos de cadeia curta, aumentando o número de bifidobactérias (Guergoletto *et al.*, 2016).

A avaliação toxicológica do fruto do palmeira–juçara indicou que este fruto não apresenta efeitos adversos à saúde humana, dessa forma, pode ser empregado para o desenvolvimento de novos ingredientes que venham a ser incorporados em produtos alimentícios, em formulações

farmacêuticas e, também, aplicado em novas pesquisas relacionadas com inúmeras patologias (Felzenszwalb *et al.*, 2013).

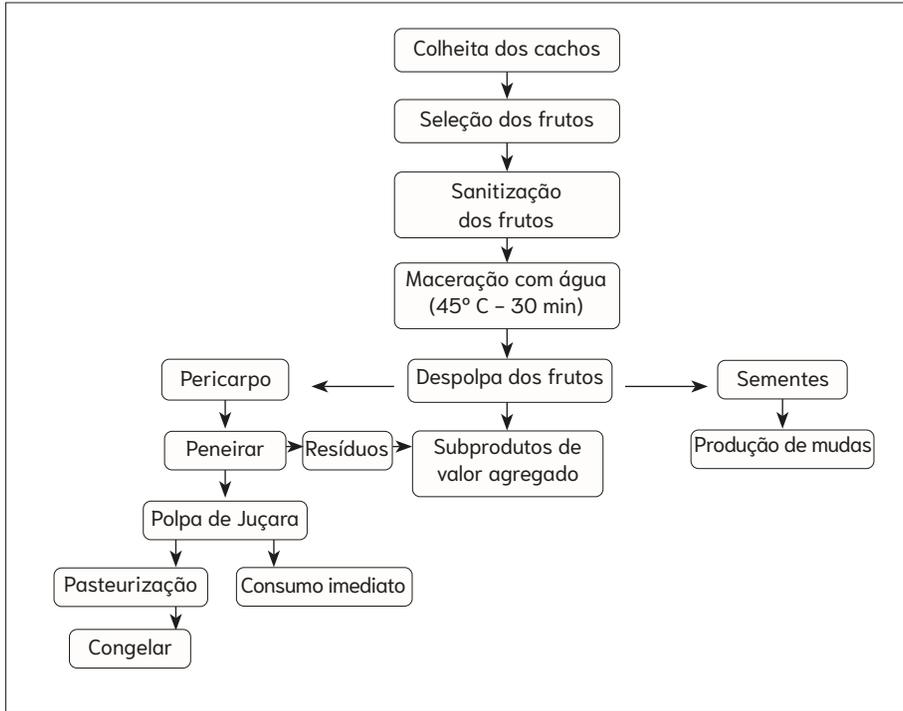
Nesse contexto, muitos estudos têm buscado metodologias para preservação e fornecimento dos compostos bioativos presentes no fruto para aplicações biotecnológicas. Cita-se o estudo de Carvalho *et al.* (2016), que promoveu a elaboração de micropartículas de extrato de juçara para aprimoramento de seu armazenamento, por método de secagem por pulverização, obtendo um produto final com características similares ao extrato original e alta retenção de antocianinas, com percentual superior a 88%. Paim e colaboradores (2016) indicaram a microencapsulação de um suco probiótico em pó de juçara como alternativa para manutenção dos compostos bioativos do fruto, mantendo nesse microencapsulado as características nutricionais e funcionais. Dessa forma, estratégias de conservação desse fruto devem ser aprimoradas, possibilitando assim a disponibilização e aplicação na indústria alimentícia e farmacêutica.

O crescente conhecimento nutricional e dos benefícios à saúde do fruto do palmito-juçara, conforme representado na Figura 2, pode contribuir para o aumento do mercado consumidor brasileiro e internacional, trazendo inúmeros benefícios para a saúde dos consumidores (Schulz *et al.*, 2016).

PROCESSAMENTO E PRODUTOS

O fruto da palmeira-juçara se popularizou em diversas regiões do Brasil, sendo preparado industrialmente, em especial, bebidas concentradas, polpas, geleias, sucos, assim como produção de óleos (Costa *et al.*, 2013). As etapas de processamento dos frutos de palmeira-juçara são mostradas na Figura 3.

A polpa cremosa é constituída por água (80 a 90%) e epicarpo e mesocarpo de frutos de juçara, apresenta coloração roxa escura e sabor característico. O rendimento é de aproximadamente 1L de produto por 2 kg de frutos. Vale salientar que o preço da polpa é cerca de quatro vezes maior que o da fruta, agregando valor ao fruto (Conab, 2013; Epagri, 2018).

Figura 3 – Fluxograma do processamento dos frutos da palmeira–juçara

Fonte: elaborada pelos autores (2024).

Devido ao uso recente dos frutos da palmeira-juçara, não existe regulamentação legislativa atual para a polpa. Dessa forma, para o processamento de polpa são utilizados parâmetros contidos na legislação brasileira para o açaí- amazônico (*E. oleracea*). Assim, a legislação o classifica como espesso, médio e fino de acordo com o teor total de sólidos de 14%, 11%-14% e 8%-11%, respectivamente. Além disso, são estabelecidos valores mínimos para proteínas (5%), lipídios (20%) e carboidratos (51%) na matéria seca (Brasil, 2000).

A polpa da palmeira-juçara é considerada um alimento perecível diante da grande carga microbiana que possui, assim como ácidos graxos insaturados, dessa forma, esse produto tende a oxidação, com alterações de sabor e coloração. Nesse contexto, é inevitável a aplicação de algum procedimento ou produto conservante para prolongar sua vida útil (Fanelli *et al.*, 2012; Hoffman-Ribani; Huber; Rodriguez Maya, 2009).

A polpa tem sido frequentemente consumida na forma de suco ou usada como ingrediente em muitos alimentos, como bebidas, sorvetes

ou doces (Schulz *et al.*, 2016). Levando em consideração os novos hábitos alimentares dos consumidores, que têm buscado consumir alimentos mais saudáveis e com baixos níveis glicêmicos, formulações *diet* de geleias de frutos de palmeira-juçara já foram testadas, utilizando maltitol, xilitol, edulcorantes naturais, stévia, taumatina e eritritol (Almeida *et al.*, 2019).

Em que tange a produção de bebidas, a polpa de juçara é, frequentemente, utilizada para obtenção de licores e bebidas destiladas. Em pesquisa, realizada por Brito Júnior (2020), foram elaboradas cervejas utilizando a polpa do fruto e avaliadas nas etapas de brassagem, fermentação e maturação, utilizando três concentrações: 10, 20 e 40 %. Os resultados demonstraram que a utilização da polpa da palmeira-juçara no processo de maturação da cerveja potencializou o enriquecimento do perfil bioativo da bebida (Brito Júnior, 2020).

Nos últimos anos, a polpa dos frutos da palmeira-juçara tem sido aplicada como substrato para preparação de formulações prebióticas (Guergoletto; Mauro; Garcia, 2017). A incorporação de juçara em formulação de iogurte aumentou o estado nutricional do produto, bem como a resistência probiótica a condições gástricas e entéricas simuladas (Geraldini, Tulini, Souza; De Martinis, 2018). Além disso, a polpa foi utilizada em formulações de iogurte em concentrações de 3%, 5% e 7%, para conferir atividade antioxidante, consistência e sabor ao produto (Costa *et al.*, 2012).

O processamento industrial da palmeira-juçara gera resíduos sólidos e efluentes, que muitas vezes são descartados ou demandam tratamento, gerando um custo ao processo produtivo (Bicudo *et al.*, 2014; Garcia *et al.*, 2019). A utilização de metodologias como líquidos pressurizados, fluidos supercríticos, extração termicamente assistida e membranas de nanofiltração permitem a recuperação de compostos bioativos, a partir de subprodutos do processo de obtenção da polpa.

Assim, os subprodutos poderiam ser empregados para produzir aditivos de alto valor agregado, tanto corantes quanto conservantes, podendo ser aplicados na indústria farmacêutica e alimentícia (Garcia *et al.*, 2019). Nesse contexto, iogurtes contendo antocianinas microencapsuladas obtidas de subprodutos do processamento dos frutos apresentaram uma coloração rosa mais intensa do que iogurtes tratados com corante puro, e a análise sensorial demonstrou que esses podem ter boa aceitação no mercado (Dos Passos *et al.*, 2015). Assim, as antocianinas são consideradas como potenciais substitutos dos corantes alimentares sintéticos, além de apresentarem efeito antioxidante (Schulz *et al.*, 2016).

A busca por novos antioxidantes naturais para uso na indústria alimentícia e farmacêutica tem motivado diversas pesquisas científicas (Felzenszwalb *et al.*, 2013). Assim, os resíduos da palmeira-juçara podem ser utilizados como fonte de antioxidantes naturais. Estudos demonstraram que a adição de extratos obtidos a partir de resíduos em carne de frango convencional e livre de antibióticos apresentou alto impacto na estabilidade oxidativa da carne de frango de corte, reduzindo a degradação causada pela oxidação lipídica e proteica (Frasao *et al.*, 2021). Extrato hidroalcólico, obtido da farinha da casca de Juçara, apresentou atividade antioxidante e potencial antibacteriano, mas não foi hepatóxica, o que reforça o potencial para aplicações biotecnológicas.

Além disso, sendo a semente um dos subprodutos, o processamento dos frutos também contribui com o manejo da espécie, uma vez que o potencial germinativo das sementes acarreta melhorias após o beneficiamento para a produção da polpa (Pupo, 2007).

PERSPECTIVAS FUTURAS

O açaí produzido a partir das espécies *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* Mart. na Floresta Amazônica tem sido uma referência para o consumo, valorização e conservação do fruto da palmeira-juçara (*E. edulis*). O interesse global em produtos naturais e saudáveis tem impulsionado a demanda por frutos de palmeira-juçara, que estão ganhando destaque nas indústrias farmacêuticas e cosméticas em função de suas propriedades nutricionais e bioativas.

Estudos demonstram os benefícios à saúde do consumo do fruto da palmeira juçara, incluindo suas capacidades antioxidantes, efeitos anti-inflamatórios, modulação do perfil lipídico, melhora da resposta glicêmica e efeitos probióticos.

A diversificação dos produtos derivados da polpa dos frutos, como sorvetes, iogurtes, chocolates e bebidas energéticas, pode impulsionar a indústria e fornecer benefícios adicionais para a saúde do consumidor.

A microencapsulação de extratos dos subprodutos do processamento da palmeira-juçara abre possibilidades para o uso inovador de antocianinas como corantes e conservantes naturais, alinhando-se ao conceito de bioeconomia circular e promovendo a cadeia produtiva dos frutos.

A conscientização sobre as informações nutricionais e os benefícios para a saúde dos frutos pode expandir o mercado consumidor, aumen-

tando assim a produção desses frutos.

A mudança para a colheita de frutos, em vez da extração do palmito da palmeira-juçara representa uma opção sustentável que contribui para a preservação da Mata Atlântica, além de atender à preferência do consumidor por produtos naturais com propriedades bioativas.

As perspectivas futuras para a produção de frutos de *Euterpe edulis* dependem do desenvolvimento de práticas de cultivo, manejo e processamento sustentáveis, visando aumentar a produtividade e tornar esses frutos mais acessíveis a um público mais amplo.

Para alcançar essas perspectivas, é importante estabelecer parcerias entre produtores, pesquisadores e órgãos reguladores para garantir a conservação da espécie e a exploração econômica de forma sustentável, bem como o desenvolvimento de novos produtos benéficos à saúde dos consumidores.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, F. F. A. *et al.* **Produção de mudas de palmito-juçara: *Euterpe edulis* Mart.** Governo do Estado de São Paulo, Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo, 16 p., 2002.

ALMEIDA, L.H., PETRONI, C.R., MANHANI, M.R., & SOARES, V.A. **Elaboração E Estudo Das Propriedades Físico-Químicas De Geleias Convencional E Dietéticas De Juçara (*Euterpe edulis*). 10º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP, 2019.**

BAPTISTA, S. L. *et al.* Biological activities of açai (*Euterpe oleracea* Mart.) and juçara (*Euterpe edulis* Mart.) intake in humans: an integrative review of clinical trials. **Nutrition Reviews**, v. 79, n. 13, p. 1375-1391, 2021.

BARROSO, R. M.; Reis, A.; HANAZAKI, N. Etnoecologia e etnobotânica da palmeira juçara (*Euterpe edulis* Martius) em comunidades quilombolas do Vale do Ribeira, São Paulo. **Acta bot. bras.**, v. 24, n. 2, p. 518-528, 2010.

BELHAOUES, S; Amri, S; Bensouilah, M. Major phenolic compounds, antioxidant and antibacterial activities of *Anthemis praecox* Link aerial parts. **South African Journal of Botany**, [s. l.], vol. 131, p. 200-205, 2020.

BICUDO, M. O. P.; Ribani, R. H. Anthocyanins, Phenolic Acids and Antioxidant Properties of Juçara Fruits (*Euterpe edulis* M.) Along the On-tree Ripening Process. **V Simpósio de Bioquímica e Biotecnologia**, p. 1-4, 2015.

BICUDO, M. O. P.; Ribani, R. H.; Beta, T. Anthocyanins, Phenolic Acids and Antioxidant Properties of Juçara Fruits (*Euterpe edulis* M.) Along the On-tree Ripening Process. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 69, n. 2, p. 142-147, 2014.

BORGES, G. S. C. *et al.* Chemical characterization, bioactive compounds, and antioxidant capacity of jussara (*Euterpe edulis*) fruit from the Atlantic Forest in southern Brazil. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2128–2133, 2011.

BORGES, G. S. C. *et al.* Protective effect of *Euterpe edulis* M. on Vero cell culture and antioxidant evaluation based on phenolic composition using HPLC–ESI–MS/MS. **Food Research International**, v. 51, p. 363–369, 2013.

BOURSCHEID, K. *et al.* *Euterpe edulis* – Palmito juçara. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro – Região Sul**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, p. 179–83, 2011.

BRASIL. Ministério Da Agricultura e Do Abastecimento. Instrução Normativa nº01, de 07 de janeiro de 2000. **Regulamento técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de açai**, 2000.

BRITO JÚNIOR, M. R. Elaboração e caracterização de cerveja com polpa do fruto da Juçara (*Euterpe edulis* Mart) Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, Florianópolis, 2020.

CARDOSO, A. L. *et al.* Acute consumption of juçara juice (*Euterpe edulis*) and antioxidant activity in healthy individuals. **Journal of Functional Foods**, v. 17, p. 152–62, 2015.

CARDOSO, A. L. *et al.* An Update on the Biological Activities of *Euterpe edulis* (Juçara). **Planta Medica**, v. 84, n. 8, p. 487–499, 2018.

CARDOSO, L. M; Leite, J. P. V. Palmeira Juçara: A exploração dos frutos é mais ecológica e rentável do que a do palmito. **Espaço do Produtor**. Viçosa: UFV, 2009.

CARDOSO, L. M. *et al.* Chemical composition, characterization of anthocyanins and antioxidant potential of *Euterpe edulis* fruits: applicability on genetic dyslipidemia and hepatic steatosis in mice. **Nutricion Hospitalaria**, v. 32, n. 2, p. 702–709, 2015.

CARVALHO, A. G. S. *et al.* Physical properties and morphology of spray dried microparticles containing anthocyanins of jussara (*Euterpe edulis* Martius) extract. **Powder Technology**, v. 294, p. 421–428, 2016.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Conjuntura mensal: juçara (fruto). **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, 2013.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Fôlder da PGPM – Bio**. 2019. 8 p. Disponível em: https://www.CONAB.gov.br/images/chamadas/politicas_programas/Folder-pgpm2019_digital_bx-Atualizado-24-06.pdf. Acesso em: 25 Mai. 2021.

COSSIO, R. R.; POESTER, G. C.; FAVRETO, R. Avaliação da colheita de frutos da palmeira-juçara (*Euterpe edulis*) em manchas florestais no município de Maquiné,

RS. **Salão de Iniciação Científica (21.: 2009 out. 19–23: Porto Alegre, RS)**. Livro de resumos. Porto Alegre: UFRGS, 2009.

COSTA, E. A. D. *et al.* Produção de polpa e sementes de palmeira juçara: alternativa de renda para a mata atlântica. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**, p. 60–66, 2008.

COSTA, A. G. V. *et al.* Bioactive compounds and health benefits of exotic tropical redblackberries. **Journal of Funct Foods**, v. 5, p. 539–549, 2013.

DELIZ, S. *et al.* Açai (*Euterpe Oleracea* Mart.) and Juçara (*Euterpe Edulis* Mart.) Juices Improved HDL-c Levels and Antioxidant Defense of Healthy Adults in a 4-Week Randomized Cross-over Study. **Clinical Nutrition**, v. 39, n. 12, p. 3629–3636, 2020.

DOS PASOS, A. P. S. *et al.* The Use of Thermal Analysis and Photoacoustic Spectroscopy in the Evaluation of Maltodextrin Microencapsulation of Anthocyanins from Juçara Palm Fruit (*Euterpe edulis* Mart.) and Its Application in Food. **Food Technology and Biotechnology**, v. 53, 2015.

ELIAS, G. A.; SANTOS, R. Produtos florestais não madeireiros e valor potencial de exploração sustentável na floresta atlântica no Sul de Santa Catarina. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 1, p. 249–262, 2016.

EPAGRI/CEPA. **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina 2017–2018**. Florianópolis: EPAGRI/Cepa, 2018.

FANELLI, L. A. *et al.* Incentivos e impedimentos na conservação de *Euterpe edulis* Mart. em comunidades quilombolas do Vale do Ribeira. **Rev. Bras. de Agroecologia**, v. 7, n. 2, p. 51–62, 2012.

FELZENSZWALB, I. *et al.* Toxicological evaluation of *Euterpe edulis*: A potential superfruit to be considered. **Food and Chemical Toxicology**, v. 58, p. 536–544, 2013.

FRASAO, B. S. *et al.* Impact of Juçara (*Euterpe Edulis*) Fruit Waste Extracts on the Quality of Conventional and Antibiotic-Free Broiler Meat. **Poultry Science**, v. 100, n. 8, p. 101–232, 2021.

GARCIA, J. A. A. *et al.* Chemical Composition and Biological Activities of Juçara (*Euterpe Edulis* Martius) Fruit by-Products, a Promising Underexploited Source of High-Added Value Compounds. **Journal of Functional Foods**, v. 55, p. 325–332, 2019.

GERALDI, M. V. *et al.* Development of Yoghurt with Juçara Pulp (*Euterpe Edulis* M.) and the Probiotic *Lactobacillus Acidophilus* La5. **Probiotics and Antimicrobial Proteins**, v. 10, n. 1, p. 71–76, 2018.

GUERGOLETTO, Karla Bigetti; *et al.* In vitro fermentation of juçara pulp (*Euterpe edulis*) by human colonic microbiota. **Food Chemistry**, v. 196, p. 251–258, 2016.

- GUIMARÃES, L. A. O. P.; SOUZA, R. G. Palmeira Juçara: patrimônio natural da Mata Atlântica do Espírito Santo. (Org). **Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural– Incaper**. Vitória, p. 68, 2017.
- HOFFMAN-RIBANI, R.; HUBER, L. S.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Flavonols in fresh and processed Brazilian fruits. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 22, n. 4, p. 263-268, 2009.
- HUSSAIN, Tarique *et al.* Oxidative Stress and Inflammation: What Polyphenols Can Do for Us? **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, [s. l.], vol. 2016, 2016.
- INADA, K. O. P. *et al.* Screening of the chemical composition and occurring antioxidants in jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*) and jussara (*Euterpe edulis*) fruits and their fractions. **Journal of Functional Foods**, v. 17, p. 422-433, 2015.
- KAGEYAMA, P. Y.; MENDES, F. B. G.; SILVA, B. B. da. Juçara. **SAF espécies**, 2010.
- LIMA, E. M. F. *et al.* Spray-Dried Microcapsules of Anthocyanin-Rich Extracts from *Euterpe Edulis* M. as an Alternative for Maintaining Color and Bioactive Compounds in Dairy Beverages. **Journal of Food Science and Technology**, v. 56, n. 9, p. 4147-4157, 2019.
- LORENZI, H. *et al.* Flora brasileira Lorenzi: Arecaceae (palmeiras). **Instituto Plantarum de Estudos da Flora**. Nova Odessa, p. 368, 2010.
- MARTO, G. B. T. *Euterpe edulis* (palmito juçara). **IPEF– Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais**. São Paulo, 2007.
- MOLINA, I. R.; BOTREL, M. C. G. Germinação e desenvolvimento da muda de palmito Juçara em diferentes substratos. **Agrarian**, v.2, n.3, p.115-122, 2009.
- OLIVEIRA, L. B. *et al.* Morphoanatomical Aspects of Auxin Herbicides-Induced Somatic Embryogenesis in *Euterpe Edulis* Martius, a Symbol and Threatened Species of the Atlantic Forest. **Scientia Horticulturae**, v. 299, 2022.
- PAIM, D. R. S. F. *et al.* Microencapsulation of probiotic jussara (*Euterpe edulis* M.) juice by spray drying. **LWT – Food Science and Technology**, v. 74, p. 21-25, 2016.
- PUPIN, L. *et al.* Is the Bioaccessibility of Minerals Affected by the Processing Steps of Juçara Fruit (*Euterpe Edulis* Mart.). **LWT – Food Science and Technology**, v. 91, p. 14-25, 2018.
- PUPO, P. S. S. **Manejo de frutos de palmeira Juçara (*Euterpe edulis* Mart.) para obtenção de polpa e sementes como produtos florestais não madeireiros (PFNM) em Mata Atlântica**. 2007. 68f. Dissertação (Mestrado) – Engenharia agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

SANTAMARINA, A. B. *et al.* Polyphenols-rich fruit (*Euterpe edulis* mart.) prevents peripheral inflammatory pathway activation by the short-term high-fat diet. **Molecules**, v. 24, n. 9, p. 1-4, 2019.

SANTAMARINA, A. B. *et al.* Supplementation of Juçara berry (*Euterpe edulis* mart.) modulates epigenetic markers in monocytes from obese adults: A double-blind randomized trial. **Nutrients**, v. 10, n. 12, p. 1-5, 2018.

SANTAMARINA, A. B. *et al.* The use of Juçara (*Euterpe edulis* Mart.) supplementation for suppression of NF- κ B pathway in the hypothalamus after high-fat diet in Wistar rats. **Molecules**, v. 23, n. 7, p. 1-3, 2018.

SCHULZ, M. *et al.* Chemical composition, bioactive compounds and antioxidant capacity of juçara fruit (*Euterpe edulis* Martius) during ripening. **Food Research International**, v. 77, p. 125-31, 2015.

SCHULZ, M. *et al.* Juçara fruit (*Euterpe edulis* Mart.): Sustainable exploitation of a source of bioactive compounds. **Food Research International**, v. 89, p. 14-26, 2016.

SILVA, B. B.; MENDES, F. B. G.; KAGEYAMA, P.Y. Coleção de dicas Agroecológicas das principais espécies utilizadas em Sistemas Agroflorestais. **SAF Espécies: Juçara**, 2010.

SILVA, N. A. *et al.* Phenolic compounds and carotenoids from four fruits native from the Brazilian Atlantic forest. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 62, p. 5072-5084, 2014.

SILVA, P. P. M. *et al.* Physical, Chemical, and Lipid Composition of Juçara (*Euterpe Edulis* Mart.) Pulp. **Braz. J. Food Nutr.**, v. 24, n. 1, p. 7-3, 2013.

SOUZA, S. E. X. F. **Manejo de *Euterpe edulis* Mart. para a produção de polpa de fruta:** subsídios à conservação da biodiversidade e fortalecimento comunitário. 2015. 153f. Tese (Doutorado) – Recursos Florestais, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.

TAUB, S. **Etnobotânica e Histórico Cuidados Ecologia e Reprodução.** p. 1-4, 2013.

TORRES, J. O. M. *et al.* Activity of *Orbignya phalerata* and *Euterpe edules* in the prevention and treatment of peptic ulcer in rats. **ABCD Arq Bras Cir Dig**, v. 31, n. 3, p. 1-4, 2018.

TROIAN, L. C. *et al.* Cartilha da Juçara (*Euterpe edulis*): Informações sobre Boas Práticas e Manejo. Rio de Janeiro: **Ministério do Meio Ambiente**, p. 36, 2014.

YAMAGUCHI, K. K. L. *et al.* Amazon açai: chemistry and biological activities: a review. **Food Chemistry**, v. 179, p. 137-51, 2015.

Capítulo 3



Heitor Flores Lizarelli
Vania Zanella Pinto

INTRODUÇÃO

O *Psidium cattleianum* Sabine (Figura 1) é uma árvore ou arvoreta nativa do Brasil, conhecida como araçá, araçá-do-campo, araçá-mirim, araçá-da-restinga, goiaba-do-morro, que ocorre naturalmente nos estados da Bahia ao Rio Grande do Sul e, também, no país vizinho Uruguai (De Almeida Lopes; De Oliveira Silva, 2018; Speroni *et al.*, 2018). A nomenclatura original vem das línguas tupi ou guarani *ara'sa* (*ara* e *aza*), significando céu e olho ou olhos do céu/fruta com olhos (Franzon; Silva, 2018). O araçazeiro se desenvolve facilmente em clima tropical e subtropical em quintais, pequenos pomares e na arborização e ornamentação de ruas e praças de cidades (Bezerra *et al.*, 2006; Ortega *et al.*, 2006).

A árvore foi introduzida em países asiáticos no início do século 17 e entre 1818-1830 exportada para as Ilhas Maurício e Ilha da Reunião, onde passou a se desenvolver de forma espontânea (Luximon-Ramma; Bahr-run; Crozier, 2003; Vernin *et al.*, 1998). Também foi introduzida no Hawaii e Ilhas Seicheles onde causou danos ecológicos significativos nos ecossistemas destes locais. Ainda, por sua fácil adaptação e ampla dispersão durante os períodos de navegações, pode ser encontrada na África,

Oceania, América Central e Caribe, América do Norte, Europa e outros países da América do Sul (Dietz; Wirth; Buschmann, 2004; Rakotonoely; Ramamonjisoa, 2020).

Os frutos do araçazeiro são suculentos e adocicados, com a polpa de acidez média e levemente picante. Os principais compostos bioativos presentes nos frutos são os compostos fenólicos, carotenoides, antocianinas (em araçá vermelho) e vitamina C (De Almeida Lopes; De Oliveira Silva, 2018; Pereira *et al.*, 2018; Raseira; Raseira, 1996; Rosa; Rosa Fetter *et al.*, 2010; Schmidt *et al.*, 2019). Estes compostos possuem atividade antioxidante, antiproliferativas, antidiabéticas e antimicrobianas (Faleiro *et al.*, 2016; Medina *et al.*, 2011; Moura-Costa *et al.*, 2012; Patel, 2012; Ribeiro *et al.*, 2014). Além dos frutos, as folhas do araçazeiro também apresentam compostos bioativos com atividades antioxidantes e antimicrobianas, como ácido gálico, ácido clorogênico, ácido cafeico, quercitinas e catequinas e outros (Alvarenga *et al.*, 2016; Jun *et al.*, 2011; Zandoná *et al.*, 2020).

Figura 1 – Araçazeiro (*Psidium cattleianum* Sabine)



Fonte: acervo dos autores (2024).

Além do consumo *in natura*, também é possível produzir sucos, outras cervejas e outras bebidas alcoólicas e não alcoólicas, geleias, doce em massa, balas, compotas, sorvetes, tortas, além de diversas utilizações

na culinária. Dessa forma, apresenta potenciais atraentes para a agricultura e indústria alimentícia, que estão em constante transformação por demandas da sociedade.

PRODUÇÃO, CONSUMO E COMERCIALIZAÇÃO

Características botânicas e principais pragas e doenças

O araçazeiro cresce em quintais domésticos, jardins, praças urbanas e no paisagismo de ruas (Figura 2), em sistemas silvipastoris e florestas nativas, com grande potencial de utilização em pomares comerciais (Bezerra *et al.*, 2006; Danner *et al.*, 2010; Franzon; Sousa-Silva, 2009). As suas folhas são simples, coriáceas e brilhantes, apresentando filotaxia oposta. As flores são de cor branca, com cálice gamossépalo possuindo cinco pétalas e cinco sépalas, são diclamídeas, pentâmeras, hermafroditas, zigomorfas e solitárias (Figura 3).

Figura 2 – Araçazeiro (*Psidium cattleianum* Sabine) em paisagismo urbano



Fonte: acervo dos autores (2024).

Os frutos são bagas carnosas, normalmente arredondados, de coloração amarela ou vermelha (Franzon; Silva, 2018) (Figura 4). A espécie é descrita como um arbusto ou árvore, com 3 a 6 m de altura e tronco de 15 a 25 cm de diâmetro (Brasil, 2015). Pode atingir de 2,5 a 10 m de altura em condições naturais de mata nativa, justamente pela constante busca por luz solar (Raseira(Raseira; Raseira, 1996).

Na região Sul do país, quando em condições naturais, *Psidium cattleianum* vermelho floresce entre os meses de outubro a novembro (Danner *et al.*, 2010), a maturação dos frutos entre janeiro a março (Franzon; Silva, 2018), entre setembro a março (Biegelmeier *et al.*, 2011; Danner *et al.*, 2010) e, especificamente, no Paraná, entre final de dezembro a março (Neto *et al.*, 2020). O araçá amarelo floresce entre setembro e novembro e janeiro a março e tem o amadurecimento de frutos entre dezembro a fevereiro e abril a setembro (Gwozdz *et al.*, 2022).

Embora não haja caracterizado doenças que ocorrem na espécie, a principal relatada no Sul do Brasil é a antracnose nos frutos (*Glomerella cingulata*), que demonstra sintomas de manchas com coloração parda e marrom, o que pode impossibilitar a comercialização destes *in natura*. A respeito de pragas, o araçá é considerado hospedeiro de cochonilhas (*Tectococcus ovatus* Hempel e *Elachypalpus psidii* Maia & Nava) e de sua principal praga-chave, a mosca-das-frutas (*Anastrepha fraterculus*), que pode ser controlada por meio de armadilhas e isca tóxica (Franzon; Silva, 2018).

Figura 3 – Flores e frutificação do araçazeiro (*Psidium cattleianum* Sabine)



Fonte: acervo dos autores (2024).

O araçazeiro comum (*Psidium cattleianum* Sabine) é descrito taxonomicamente na Tabela 1. Outras espécies de araçá são encontradas na região Sul do Brasil, como araçazeiro-do-campo (*Psidium lcidum* Spreng, *Psidium australe* Camb e *Psidium pubifolium* Burr) e araçá-cinza (*Psidium incanum* Berg). Na região Norte e Centro-Oeste também

são relatadas as espécies araçá-pera (*Psidium acutanguium* D. C.) e araçá-do-campo (*Psidium guineense* SW) (Andrade; Aragão; Ferreira, 1993; Caldeira *et al.*, 2004; Do Nascimento *et al.*, 2018).

Tabela 1 – Classificação taxonômica do Araçá

Categoria	Nomenclatura botânica
Reino	<i>Plantae</i>
Divisão	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Magnoliopsida</i>
Ordem	<i>Myrtales</i>
Família	<i>Myrtaceae</i>
Gênero	<i>Psidium</i>
Espécie	<i>Psidium cattleianum</i>
Nome comum	Araçazeiro, Araçá

Fonte: elaborada pelos autores (2024).

PRODUÇÃO

A produção de um araçazeiro adulto é de aproximadamente 2 kg de frutos, embora pomares comerciais de araçá não sejam comuns (Franzon; Sousa-Silva, 2009). Por alguns fatores agronômicos, o araçá ainda não é cultivado em larga escala. Os desafios como precocidade de produção, produtividade, manejo e formas de cultivo tornam este fato atual, por outro lado, direcionam pesquisas acerca da espécie.

A maior parte da produção deste fruto advém da atividade extrativista, processados por pequenas agroindústrias e produtores de pequeno porte de forma artesanal. Eles usam a espécie como forma de diversificação e comercializam os produtos apenas nas proximidades (Muniz *et al.*, 2017; Reis; Rombaldi, 2017).

Os programas brasileiros de melhoramento seletivo envolvendo espécies de *Psidium* resultaram na seleção e propagação de duas cultivares: “Ya-Cy” e “Irapuã”, advindas do Banco de Germoplasma da Embrapa Clima Temperado (Franzon; Sousa-Silva, 2009; Raseira; Raseira, 2000a, 2000b). A cultivar (cv.) Ya-Cy produz frutos amarelos com sabor adocicado, baixa acidez e pesando até 45 g, que começam a aparecer um ano após o plantio. A cv. Irapuã produz frutos de cor vermelho púrpura e de tamanho médio a grande, com produção que se inicia dois anos após o plantio (Raseira; Raseira, 2000a, 2000b, 1996). Ambas se caracterizam pelo potencial produtivo, mas ainda em pequena escala (Biegelmeier *et*

al., 2011; Franzon; Sousa-Silva, 2009).

Figura 4 – Frutos de araçá amarelo e vermelho, imaturos, maduros e cortados ao meio¹



Fonte: acervo dos autores (2024).

¹ Os frutos da Figura 4 são oriundos do pomar didático da UFFS, *campus* Laranjeiras do Sul, PR.

Os frutos de araçá são bagas obovóides pequenas, com cerca de 2–4 cm de diâmetro, piriformes, de forma plana ou oval, coroadas pelo cálice e possuem inúmeras sementes (Biegelmeyer *et al.*, 2011; De Almeida Lopes; De Oliveira Silva, 2018), com coloração amarela (araçá-amarelo) ou vermelha (araçá-vermelho) quando maduros (Figura 4). A cultivar de frutos de película amarela demonstra diâmetro e peso de fruto superior que a de película vermelha, enquanto o teor de sólidos solúveis totais é maior em seleções da cultivar de película vermelha comparada com a outra (Danner *et al.*, 2010).

Eles possuem polpa translúcida, aromática e succulenta (Figura 4), apresentando excelente sabor, que remete ao morango e goiaba, com toque picante (Biegelmeyer *et al.*, 2011). A estrutura física do fruto de *Psidium cattleianum* é composta de proporções de 53, 18, 14, 9 e 6 % de mesocarpo, epicarpo, sementes, endocarpo e cálice respectivamente (Santos *et al.*, 2007b).

A cv. Irapuã apresenta produção de 3,4 a 14 kg.árvore.ano⁻¹, enquanto a cv. “Ya-cy” pode produzir 4 kg.árvore.ano⁻¹ (Franzon; Silva, 2018). Na região Sul do Brasil há variações de produtividade, tamanho de fruto e teor de sólidos solúveis em diferentes seleções desta espécie, com produtividade média de 2 kg.árvore⁻¹, com possibilidade produtiva de 10 a 11,2 ton.ha⁻¹ (0,5 m e 4 m entre árvore e filas respectivamente), a partir do segundo ano de produção, indicando grande potencial de implantação de pomares comerciais (Danner *et al.*, 2010; Franzon; Sousa-Silva, 2009).

PÓS-COLHEITA, COMERCIALIZAÇÃO E CONSUMO

Além dos fatores agrônômicos limitantes para a popularização desta cultura, a perecibilidade do fruto é outro limitador para a sua produção comercial. Para o araçá, assim como outros pequenos frutos, o processamento industrial é uma opção importante quando se busca dispor ou ampliar o período de oferta e o tempo no mercado (Vergara *et al.*, 2020).

A ampliação desta cadeia produtiva requer estratégias de *marketing* junto à disponibilização de produtos de qualidade elaborados a partir das frutas, com vida útil adequada. A valoração da cadeia produtiva é viável, assim como o caso de sucesso do Açaí (*Euterpe oleracea*) (Junior *et al.*, 2020), outras frutas vermelhas exóticas, como morango e framboesa, e dos diversos produtos à base de goiaba, pertencente a mesma família botânica do Araçá, amplamente disponíveis, como doce

de massa (goiabada), sucos, recheios de doces e biscoitos e produtos de confeitaria, além de outros usos culinários e gastronômicos.

A conservação pós-colheita de frutos de araçá-vermelho é dependente do estágio de maturação e temperatura de armazenamento (Drehmer; Do Amarante, 2008). Os frutos são climatéricos, apresentam produções mais altas de etileno e CO₂ de 80 e 130 horas pós-colheita a 20 °C (Amarante; Steffens; Espíndola, 2009). Os frutos de araçá quando refrigerados a 2°C são conservados por até 12 dias sem perder suas principais características físico-químicas, sendo um método eficaz para sua devida conservação pós-colheita (Muniz *et al.*, 2017). Outro método eficiente é a refrigeração a 5 °C quando embalados em filme plástico de policloreto de vinila (PVC) de 15 µm de espessura, polietileno de baixa densidade de 40 µm e filme a base de náilon de 20 µm. Ainda, para a redução das taxas de respiração e produção de etileno, capaz de retardar a maturação dos frutos, podem ser utilizadas doses de 1.200 nL L⁻¹ 1-MCP (1-metilciclopropeno) quando armazenados a 10 °C, preservando atributos como cor da epiderme, força para penetração da polpa e outros em um período de tempo de 18 dias (Amarante; Steffens; Espíndola, 2009).

Embora o consumo tradicional deste fruto seja *in natura*, há relatos de que a sua elevada acidez titulável (2,67%) e baixo pH (2,77) não são próprios para esta prática (Rosa Fetter *et al.*, 2010), e resultam em baixa aceitação e consumo dos frutos. Uma das principais maneiras para viabilizar a comercialização de frutas *in natura* é a adequada conservação durante o armazenamento e transporte até seu destino (Chitarra; Chitarra, 2005). O potencial produtivo e comercial da frutífera está relacionado às características físico-química e palatáveis que possui, aliadas à grande gama varietal presente em nosso país passíveis de serem melhoradas.

IMPORTÂNCIA NO DESENVOLVIMENTO REGIONAL

Com a população mundial em busca de dietas com baixos teores calóricos, sabores e aromas diferentes, além de novas experiências gastronômicas, é importante que haja uma diversidade de matérias-primas e produtos alimentícios. Além disso, para o Brasil é importante que as culturas alimentícias sejam resistentes e adaptadas às bases socioeconômicas agrícolas nacionais. A exploração agrícola sustentável de espécies nativas pode gerar lucro e renda para pequenos produ-

tores que não se adequam a sistemas de produção extensivos, e assim gerar empregos dentro da cadeia produtiva, de processamento e na comercialização.

O país engloba diversas espécies alimentícias endêmicas e nativas com diferentes importâncias. Ressalta-se as fruteiras, que apresentam múltiplos potenciais entre as distintas espécies tropicais disponíveis (Lorenzi *et al.*, 2006). O papel da exploração agrícola de plantas frutíferas está diretamente relacionado com a conservação e valorização de espécies ainda pouco estudadas e melhoradas (Costa *et al.*, 2009), bem como a soberania alimentar de populações de regiões de predominância da agricultura familiar, como também de baixo desenvolvimento econômico.

A fruticultura comercial no Brasil envolve, estimadamente, pouco mais de 20 espécies, comparada com mais de 3.000 sem grande aplicação comercial. Há a necessidade da ampliação de estudos em torno de diferentes plantas frutíferas não popularizadas, como o araçá. Além de ser uma espécie de potencial uso dos frutos para a elaboração de sucos, bebidas, sorvetes, compotas, geleias, conservas, há também a possibilidade de ser empregada como porta-enxerto na produção de mudas comerciais. Portanto, é chamada como “fruteira potencial” (Lorenzi *et al.*, 2006).

Em um contexto nacional, o araçazeiro tem utilizações não alimentares pela utilização dos frutos, folhas, casca e entrecasca na medicina popular (Franzon; Sousa-Silva, 2009). Em parâmetros locais, há desde 2014 o desenvolvimento da cadeia de frutas nativas da região Cantuquiriguaçu composta por seis grupos de agricultores familiares com produções de base ecológica e organizada através do Laboratório Jorge Vivan de Sistemas Agroflorestais. Assim, ocorre a articulação de produtores de frutas nativas, canais de comercialização como merenda escolar e estabelecimentos particulares, capacitação de merendeiras para a utilização de frutas nativas e a extensão de informações a respeito de espécies frutíferas nativas para escolas rurais (Campos, 2020; Campos *et al.*, 2020; Lizarelli *et al.*, 2020; Perez-Cassarino *et al.*, 2020; Silva *et al.*, 2020).

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E PROPRIEDADES FUNCIONAIS

Composição química

Os frutos de *P. cattleianum* possuem polpa de coloração esbranquiçada, aspecto carnudo e rodeada por pequenas sementes, com sabor doce e medianamente ácidos. A composição química dos frutos do araçá

sofre influência do solo e clima do local onde são cultivados e, principalmente do fator genético (Franzon; Silva, 2018), além do estágio de maturação na colheita e das condições de armazenamento e do modo de processamento. Na Tabela 2 está descrita a composição química de diferentes partes de frutos de araçá.

O teor de umidade da polpa é de aproximadamente 83,31 g100 g⁻¹ (Pereira *et al.*, 2012), considerado elevado e superior que da polpa de outras espécies do mesmo gênero, como 'araçá do cerrado' (*Psidium firmum* O. Berg) 77,46 g100 g⁻¹, 'araçá pêra' (*Psidium acutangulum* D.C.), 82,49 g100 g⁻¹ e 'araçá do campo' (*Psidium guineensis* Sw) 80,41 g100 g⁻¹ (Hamacek *et al.*, 2013). O teor de umidade do fruto inteiro varia entre 84,9 e 85,5 g100 g⁻¹, semelhante à polpa, sendo que esta é a parte do fruto com maior umidade (Pereira *et al.*, 2012; Silva *et al.*, 2014).

O teor de proteína em frutos de araçá é baixo, mesmo quando seco (Tabela 2) e decresce durante o amadurecimento (Galho *et al.*, 2007). Assim, a polpa apresenta teores de 4,24 a 6,9 g100 g⁻¹ em base seca (bs) (Pereira *et al.*, 2012; Silva *et al.*, 2014) e no fruto inteiro pode variar de 1,03 a 3,98 g100 g⁻¹ (Galho *et al.*, 2007; Pereira *et al.*, 2018). O baixo teor de proteína é uma característica comum em frutos de espécies da família botânica *Myrtaceae*, como demonstra o fruto e a polpa de *P. cattleianum*.

Os frutos de araçá também apresentam baixas concentrações de lipídeos, que inversamente ao comportamento das proteínas, aumentam com o avanço da maturação dos frutos (Galho *et al.*, 2007). O fruto integral apresenta teores de 0,44 g 100 g⁻¹ e 0,55 g 100 g⁻¹ (Galho *et al.*, 2007; Pereira *et al.*, 2018) em base seca (bs) e massa fresca (bu) respectivamente, enquanto a polpa possui 1,4 e 1,53 g 100 g⁻¹ (bs)(Pereira *et al.*, 2012; Silva *et al.*, 2014).

Os frutos de araçá apresentam um teor de cinzas total entre 5,5 g100 g⁻¹ (somente polpa) até 7,3 g100 g⁻¹ (fruto todo) quando analisados em base seca (bs) (Galho *et al.*, 2007; Silva *et al.*, 2014), enquanto, em massa fresca (bu) apresenta menor teor de 0,63 g100 g⁻¹ (somente polpa) (Pereira *et al.*, 2012). A partir da quantificação do teor das cinzas é possível estimar a quantidade de minerais presentes no fruto. Os frutos de araçá contêm minerais importante como Ca (21,0 mg 100 g⁻¹), Zn (0,50 mg 100 g⁻¹) e Fe (0,21 mg 100 g⁻¹) (Silva *et al.*, 2008), ainda apresenta percentuais de Mg (0,08%), Mn (0,0018%), P (0,11%), Na (0,0545), K (1,3%), Cu (0,0006%), S (0,06%) e B (0,0011%) (Kinupp; Bergman; De Barros, 2008).

A respeito do conteúdo de fibra alimentar, na polpa dos frutos são reportados teores de 11,95 a 31 g 100 g⁻¹, base seca (bs) (Silva *et al.*, 2014) enquanto que no fruto integral teor de 6,14 g 100 g⁻¹, em massa fresca (bu) (Pereira *et al.*, 2012). O alto teor de fibra alimentar em frutas é resultado da presença de celulose, hemicelulose, lignina, pectinas e outros carboidratos não digeríveis oriundos da parede celular vegetal (Chitarra; Chitarra, 2005). A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda o consumo de 25g de fibra alimentar diariamente por indivíduos adultos (EFSA, 2016; WHO, 2003), sendo que o consumo de 100 g de frutos de araçá representam cerca de 25% do consumo diário recomendado de fibras.

Os carboidratos, tais como os açúcares, são apresentados como os componentes orgânicos de maior proporção nos frutos de araçá, sendo que o fruto integral possui teores de 10,01 e 10,57 g 100 g⁻¹ (Galho *et al.*, 2007; Pereira *et al.*, 2018), e na polpa teor de 15,08 até 55,1 g 100 g⁻¹ em base seca (bs) (Pereira *et al.*, 2012; Silva *et al.*, 2014).

Apesar do fruto do araçá apresentar baixas proporções de lipídeos e proteínas e altas de carboidratos e umidade, esse fruto é uma fonte alimentícia importante de vitaminas e compostos bioativos (Pereira *et al.*, 2012), ainda, quando comparado à fruta mais consumida no mundo, a maçã, é menos calórico, apresenta menor teor de carboidratos e maior de fibra alimentar (Pereira *et al.*, 2018).

O teor de ácido ascórbico ou vitamina C nos frutos de araçá apresenta variações em frutos advindos de regiões distintas, como o caso da espécie nas Ilhas Maurício, com teor de 0,242 mg 100 g⁻¹ da vitamina em massa fresca (bu) do fruto integral (Luximon-Ramma; Bahorun; Crozier, 2003). Por outro lado, frutos oriundos da região Sul do Brasil apresentam concentração de 0,3 mg 100 g⁻¹ (bu) (Pereira *et al.*, 2012) e 0,16–0,21 mg 100 g⁻¹ (bs) (Schmidt *et al.*, 2019).

Tabela 2 – Composição química dos frutos inteiros e da polpa de araçá

Componente	Fruto integral	Polpa	Referências
Umidade (g 100g ⁻¹)	84,9	83,3;84,1 e 85,5	(Pereira <i>et al.</i> , 2012, 2018; Rosário <i>et al.</i> , 2020; Silva <i>et al.</i> , 2014)
Proteína bruta (g 100g ⁻¹)	1,03** e 3,98*	4,24* e 6,9*	(Galho <i>et al.</i> , 2007; Pereira <i>et al.</i> , 2012, 2018; Silva <i>et al.</i> , 2014)
Lipídeos (g 100g ⁻¹)	0,442* e 0,55**	1,4* e 1,53*	(Galho <i>et al.</i> , 2007; Pereira <i>et al.</i> , 2012, 2018; Silva <i>et al.</i> , 2014)
Cinzas (g 100g ⁻¹)	7,3*	0,63** e 5,5*	(Galho <i>et al.</i> , 2007; Pereira <i>et al.</i> , 2012; Silva <i>et al.</i> , 2014)
Fibra alimentar (g 100g ⁻¹)	6,14**	11,95* e 31,0*	(Pereira <i>et al.</i> , 2012, 2018; Silva <i>et al.</i> , 2014)
Carboidratos	10,01** e 10,57*	15,08* e 55,1*	(Galho <i>et al.</i> , 2007; Pereira <i>et al.</i> , 2012, 2018; Silva <i>et al.</i> , 2014)
Acidez titulável (AT) (g ác. cítrico 100 g ⁻¹)	NR	1,71 – 2,4**	(Crizel <i>et al.</i> , 2017; Rosário <i>et al.</i> , 2020)
Ácido ascórbico (mg100 g ⁻¹)	0,2–111,67**	0,3*	(Crizel <i>et al.</i> , 2017; Luximon-Ramma; Bahorun; Crozier, 2003; Pereira <i>et al.</i> , 2012; Rosário; Roseira, 1996; Souza <i>et al.</i> , 2018)
Sólidos solúveis (SS) (°Brix)**	7,06 – 13,8	12,0 ⁻¹ 2,6	(Crizel <i>et al.</i> , 2017; Pereira <i>et al.</i> , 2012; Rosário <i>et al.</i> , 2020; Souza <i>et al.</i> , 2018)
Razão SS/AT	6,36 – 7,50	5,3 – 15,68	(Crizel <i>et al.</i> , 2017; Pereira <i>et al.</i> , 2012; Rosário <i>et al.</i> , 2020; Souza <i>et al.</i> , 2018)

Fonte: elaborada pelos autores (2024).

* Dados em base seca (bs);

** Dados em massa fresca (bu);

NR = não relatado.

Na mesma região do país são verificados teores elevados, de até 111,67 mg 100 g⁻¹ (bs) (Raseira; Raseira, 1996), diretamente relacionada com a polpa de *P. cattleianum* capaz de inibir até 96 % do radical livre sintético DPPH (Crizel *et al.*, 2017). O ácido ascórbico ainda apresenta papel fisiológico ligado ao aumento da absorção de Fe de origem vegetal (Pereira *et al.*, 2018), sendo que a dose diária recomendada para adultos com 19 anos ou mais é de 90 mg para homens e 75 mg para mulheres (Instituto of Medicine, 2000).

O teor de ácido ascórbico (ou de vitamina C) pode variar entre frutos amarelos e vermelhos da mesma espécie, produzidos em uma mesma região. Em araçá amarelo, produzidos na região Sul do Brasil, 72,25 mg de ácido ascórbico 100 g⁻¹ e enquanto no araçá vermelho 51,13 mg100 g⁻¹, ambos em bu (Souza *et al.*, 2018). Assim, o teor de vitamina C de frutos

de araçá pode ser $> 2 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ (Pereira *et al.*, 2018), sucos $> 10 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ (Santos *et al.*, 2007a), e $> 41 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ de vitamina C total em diferentes populações ou tipos de araçás (*Psidium acutangulum* D. C.) (Raseira; Raseira, 1996; Wille *et al.*, 2004).

O teor de sólidos solúveis (SS) dos frutos integrais de araçá é bastante variável, porém pode não diferir quanto à coloração amarela ou vermelha dos frutos, sendo 7,06 e 7,28 °Brix respectivamente (Souza *et al.*, 2018). Por estar diretamente relacionado com a quantidade de açúcares nos frutos, a variação do teor de sólidos solúveis está associada com a região e característica de solo e clima do cultivo e, principalmente, com o estágio de maturação na colheita e a cultivar (Taizet *et al.*, 2017). Quando analisada apenas a polpa dos frutos, teores de 12,0 até 12,6 °Brix são frequentemente reportados (Crizel *et al.*, 2017; Rosário *et al.*, 2020). Este SS é semelhante ao de frutos de guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa* O. Berg) (15,34 °Brix) e superior ao de frutos de uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess) (7,70 °Brix) (Pereira *et al.*, 2012). Em relação a outras espécies de araçá, este teor não varia muito, araçá do cerrado (*Psidium guinnensis* Sw.) apresenta valor de 10,7 °Brix na polpa em massa fresca (bu) (Damiani *et al.*, 2011). O araçá apresenta teor de sólidos solúveis que demonstram possibilidade de processamento como por exemplo sucos (Santos *et al.*, 2007a) e outros produtos apresentados na Tabela 5.

A acidez titulável (AT) está relacionada com o amadurecimento e a senescência do fruto (Taiz *et al.*, 2017). Nos frutos de araçá, a AT varia de 0,88 até 1,11 % de ácido cítrico (Pereira *et al.*, 2012; Souza *et al.*, 2018) e de 1,71 até 2,4 g ácido cítrico 100 g^{-1} (Crizel *et al.*, 2017; Rosário *et al.*, 2020). A acidez titulável está relacionada à quantidade de ácidos orgânicos dissolvidos no fruto, sendo associados ao aroma do fruto e ao sabor ácido (Crizel *et al.*, 2017).

A razão ou relação ou ratio de SS/AT é um parâmetro que deve ser considerado, indicando um índice de amadurecimento e, principalmente, o sabor da fruta ou do fruto; sendo mais eficaz do que avaliar somente a acidez titulável ou os sólidos solúveis isolados (Crizel *et al.*, 2017; Pereira *et al.*, 2012). Assim, o ratio demonstra que os frutos de *P. cattleianum* são propícios para a agroindustrialização, pois ratio de 6,36 e 7,50 (Souza *et al.*, 2018) no fruto integral não representam características sensoriais propícias para o consumo *in natura*. A polpa com variação de 5,3 até 15,68 (Crizel *et al.*, 2017; Pereira *et al.*, 2012; Rosário *et al.*, 2020) tem potencial para a elaboração de produtos como geleias, sucos, balas de

baixo valor calórico, entre outros. Alguns destes produtos são descritos na Tabela 5.

METABÓLITOS SECUNDÁRIOS

Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos são amplamente distribuídos em tecidos vegetais, podendo ser encontrados em polpa, sementes, folhas e outros órgãos. Nos frutos, apresentam um papel importante na proteção contra estresses abióticos como alta incidência solar, temperaturas extremas e, também, na reação a patógenos (Donado–Pestana *et al.*, 2018). Na Tabela 3 são apresentados os compostos fenólicos encontrados em frutos de *P. cattleianum* amarelos e vermelhos em diferentes frações do fruto.

Estes compostos apresentam anéis aromáticos com grupo hidroxila em suas estruturas e são sintetizados pelas vias pentose fosfato, ximato e fenilpropanóide (Farias *et al.*, 2020). As interações biológicas destes compostos com o organismo humano demonstram efeitos positivos com ação antiviral, antibacteriano, anti-inflamatório, antitrombótico, vasodilatadora e ainda responsáveis por atividade antioxidante pela eliminação ou sequestro de radicais livres (Lozano *et al.*, 2013; Luximon–Ramma; Bahorun; Crozier, 2003; Ribeiro *et al.*, 2014).

O conteúdo de compostos fenólicos totais em frutos de *P. cattleianum* é de 4439 – 5638 μg equivalente ácido gálico (EAG) g^{-1} (bu), sendo duas ou mais vezes superiores aos de goiaba (*Psidium guajava*) (Biegelmeyer *et al.*, 2011; Luximon–Ramma; Bahorun; Crozier, 2003; McCook–Russel *et al.*, 2012). Extratos da casca e de polpa de *P. cattleianum* possuem 464 μg EAG g^{-1} e 1510 μg EAG g^{-1} (bs), respectivamente (Ribeiro *et al.*, 2014). Estes compostos do metabolismo secundário de vegetais são associados à redução de doenças como diabetes do tipo II e como agente antiproliferante de células cancerígenas (Mallmann, 2019; Medina *et al.*, 2011).

Tabela 3 – Compostos fenólicos em diferentes frações de frutos de araçá variedades vermelha e amarela

Compostos fenólicos	Amarelo		Vermelho		Referências
	Polpa	Semente	Polpa	Semente	
Ácidos Fenólicos					
Ácido 4-hidroxibenzoico	5,08 $\mu\text{g g}^{-1}$	7,16 $\mu\text{g g}^{-1}$	3,64 – 4,07 $\mu\text{g g}^{-1}$	2,07-3,09 $\mu\text{g g}^{-1}$	(Pereira <i>et al.</i> , 2020)
Ácido Cumárico	2,6 – 3,6 $\mu\text{g g}^{-1}$	NR	3,3 – 31,7 $\mu\text{g g}^{-1}$	NR	(Medina <i>et al.</i> , 2011)
Ácido elágico	19,1 $\mu\text{g g}^{-1}$	47,7 $\mu\text{g g}^{-1}$	29,1 – 43 $\mu\text{g g}^{-1}$	98 – 59 $\mu\text{g g}^{-1}$	(Pereira <i>et al.</i> , 2020)
Ácido Felúrico	2,0 – 4,4 $\mu\text{g g}^{-1}$	NR	3,3 – 8,1 $\mu\text{g g}^{-1}$	NR	(Medina <i>et al.</i> , 2011)
Ácido gálico	297,4 – 726,7 $\mu\text{g g}^{-1}$ e 12,2 mg 100g ⁻¹	NR	193,2 – 801,0 $\mu\text{g g}^{-1}$	NR	(Silva <i>et al.</i> , 2014) (Medina <i>et al.</i> , 2011)
Ácido metil-elágico hexosídeo	5,2 mg 100g ⁻¹	NR	NR	NR	(Silva <i>et al.</i> , 2014)
Ácido metil-elágico pentosídeo	5,6 mg 100g ⁻¹	NR	NR	NR	(Silva <i>et al.</i> , 2014)
Ácido siríngico	3,99 $\mu\text{g g}^{-1}$	2,97 $\mu\text{g g}^{-1}$	1,96 – 2,29 $\mu\text{g g}^{-1}$	0,68-0,73 $\mu\text{g g}^{-1}$	(Pereira <i>et al.</i> , 2020)
Ácido vanílico	10,3 $\mu\text{g g}^{-1}$	6,9 $\mu\text{g g}^{-1}$	8,05 – 8,8 $\mu\text{g g}^{-1}$	1,85-2,93 $\mu\text{g g}^{-1}$	(Pereira <i>et al.</i> , 2020)
Ácido vanílico hexosídeo	8,1 mg 100g ⁻¹	NR	NR	NR	(Silva <i>et al.</i> , 2014)
Digaloil hexosídeo	29 mg 100g ⁻¹	NR	NR	NR	(Silva <i>et al.</i> , 2014)
di-HHDP hexosídeo	4,0 mg 100g ⁻¹	NR	NR	NR	(Silva <i>et al.</i> , 2014)
Flavonoides					
Catequina	2,07 $\mu\text{g g}^{-1}$	189 $\mu\text{g g}^{-1}$	1,25 - 1,29 $\mu\text{g g}^{-1}$	29,4-40 $\mu\text{g g}^{-1}$	(Pereira <i>et al.</i> , 2020)
Epicatequina	720,5 – 2659,5 $\mu\text{g g}^{-1}$	NR	263,9 – 2130,4 $\mu\text{g g}^{-1}$	NR	(Medina <i>et al.</i> , 2011)
Epicatequina-epicatequina	5,4 mg 100g ⁻¹	NR	NR	NR	(Silva <i>et al.</i> , 2014)
Eriodictriol hexosídeo	4,0 mg 100g ⁻¹	NR	NR	NR	(Silva <i>et al.</i> , 2014)
Galoiil hexosídeo	7,4 mg 100g ⁻¹	NR	NR	NR	(Silva <i>et al.</i> , 2014)
HHDP digaloil hexosídeo	2,3 mg 100g ⁻¹	NR	NR	NR	(Silva <i>et al.</i> , 2014)
HHDP hexosídeo	5,7 mg 100g ⁻¹	NR	NR	NR	(Silva <i>et al.</i> , 2014)

Compostos fenólicos	Amarelo		Vermelho		Referências
	Polpa	Semente	Polpa	Semente	
Ácidos Fenólicos					
Kaempferol	4,69 $\mu\text{g g}^{-1}$	11,2 $\mu\text{g g}^{-1}$	4,86–13,7 $\mu\text{g g}^{-1}$	4,4–7,2 $\mu\text{g g}^{-1}$	(Pereira <i>et al.</i> , 2020)
Miricetina	0,1–3,8 $\mu\text{g g}^{-1}$	47,6 $\mu\text{g g}^{-1}$	0,2–14 $\mu\text{g g}^{-1}$	2,06 ¹ ,07 g g^{-1}	(Medina <i>et al.</i> , 2011; Pereira <i>et al.</i> , 2020)
Quercetina	2,0–19,4 $\mu\text{g g}^{-1}$	47,6 $\mu\text{g g}^{-1}$	0,2–44 $\mu\text{g g}^{-1}$	110 ¹ 58 $\mu\text{g g}^{-1}$	(Medina <i>et al.</i> , 2011; Pereira <i>et al.</i> , 2020)
Quercetina hexosídico	6,4 $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$	NR	NR	NR	(Silva <i>et al.</i> , 2014)
Antocianinas					
Cianidina-3-glucosídeo	NR	NR	1,2–1,45 $\mu\text{g g}^{-1}$	2,4–7 $\mu\text{g g}^{-1}$	(Nora <i>et al.</i> , 2014; Pereira <i>et al.</i> , 2020; Schmidt <i>et al.</i> , 2019)
Malvidina-3-glucosídeo	NR	NR	165,4–243,6 mg g^{-1}	NR	(Nora <i>et al.</i> , 2014) (Schmidt <i>et al.</i> , 2019)
Antocianinas totais	NR	NR	1,96–685,9 mg g^{-1}	NR	(Schmidt <i>et al.</i> , 2019)

Fonte: elaborada pelos autores (2024).

NR = não relatado.

Além dos frutos, as folhas de *P. cattleianum* também apresentam compostos fenólicos. Extratos aquosos demonstram teores totais de 101 a 144 mg AGE g^{-1} , apresentando diferença significativa quando as folhas são colhidas no verão ou no inverno (Dacoreggio; Moroni; Kempka, 2019). O extrato das folhas de *P. cattleianum* apresenta alta concentração de saponinas, flavonoides, taninos e antraquinonas (Alvarenga *et al.*, 2013). Para a extração se destaca a combinação de água e etanol, resultando em extratos com maior diversidade de compostos, sendo o ácido gálico, ácido clorogênico, ácido vanílico, ácido cafeico, ácido siríngico, ácido elágico, quercetina, catequina e procianidinas os encontrados com maior frequência (Zandoná *et al.*, 2020).

As antocianinas representam o maior grupo de flavonoides e são pigmentos solúveis em água e responsáveis pela cor vermelha em frutos de aracá. A maior parte das antocianinas são compostos glicosilados derivados de antocianidinas, que possuem como base de seu esqueleto o cátion flavilium, responsável pela propriedade destes compostos apre-

sentarem diversas pigmentações (De La Rosa *et al.*, 2018). Há concentrações em fruto integral de *P. cattleianum* vermelho de 0,63 – 354,7 mg g⁻¹ de cianidina-3-glucosídeo, 1,33 – 1,76 mg g⁻¹ de cianidina-3,5-diglicosídeo, 243,6 mg g⁻¹ de malvidina-3-glucosídeo e 87,6 mg g⁻¹ de cloreto de cianidina, todos em base seca (Nora *et al.*, 2014; Schmidt *et al.*, 2019). As concentrações de 1,2 – 1,45 µg g⁻¹ de cianidina-3-glucosídeo na polpa e 2,4 – 7 µg g⁻¹ nas sementes de frutos de *P. cattleianum* também são reportados, enquanto em frutos de araçá amarelo não foram identificados estes mesmos compostos. Por outro lado, a malvidina-3-glucosídeo foi encontrada tanto em frutos amarelos e vermelhos, na polpa e nas sementes (Pereira *et al.*, 2020).

CAROTENOIDES

Os carotenoides são responsáveis pela pigmentação característica amarelo-alaranjado de frutas e de frutos e são considerados provitamina A. Os carotenoides mais estudados são β-caroteno, α-caroteno, β-criptoxantina, licopeno, luteína e zeaxantina (Rodriguez-Amaya, 2016). Esses também são compostos bioativos importantes para a nutrição humana por apresentar propriedades antioxidantes, principalmente pela captura de radicais livres (Vergara *et al.*, 2018). Portanto, além da indústria alimentícia, frutos com contém estes compostos apresentam também potencial farmacêutico, com exemplo adicional da capacidade de redução da taxa de sobrevivência de células cancerígenas (Medina *et al.*, 2011).

Os frutos de *P. cattleianum* possuem carotenoides em sua parede celular, o que ressalta o potencial nutricional e a rica quantidade de compostos bioativos destes frutos (Tabela 4). O araçá amarelo apresenta teores totais entre 389,0 – 1084,0 µg β-caroteno g⁻¹(bu) e o araçá vermelho 364,4 – 1134,0 µg β-caroteno g⁻¹ (bu) (Pereira *et al.*, 2018). Os carotenoides individuais predominantes de frutos de araçá amarelo são trans-β-criptoxantina (26,4 µg.100.g⁻¹ bs), trans-β-caroteno (20,0 µg.100.g⁻¹ bs) e trans-luteína (15,7 µg.100.g⁻¹ bs) (Silva *et al.*, 2014).

Os frutos de araçá apresentam concentrações crescentes de fitoeno, trans-zeaxantina, apocarotenoide, 9-cis-β-caroteno, 5,8-epoxi-β-criptoxantina, trans-α-criptoxantina, trans-β-caroteno, trans-β-criptoxantina e trans-luteína em massa fresca (Tabela 4).

No passado, os esforços analíticos para carotenoides eram concentrados nos que apresentavam atividade provitamina A por serem vistos principalmente como precursores desta (Mangels *et al.*, 1993). Atual-

mente são relatados aproximadamente 750 carotenoides de ocorrência natural, dentre estes cerca de 500 foram devidamente caracterizados (Rodriguez–Amaya, 2015).

Tabela 4—Principais carotenoides presentes em polpa de frutos de *P. cattleianum*

Caroteno	Concentração	Referência
5,8-epoxi- β -criptoxantina	2,4 $\mu\text{g g}^{-1}$ - 3,5 $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ **	(Ribeiro <i>et al.</i> , 2014; Silva <i>et al.</i> , 2014)
9-cis- β -caroteno	0,95 $\mu\text{g g}^{-1}$ - 3,0 $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ ** - 1,25 g g^{-1} *	(Pereira <i>et al.</i> , 2012; Ribeiro <i>et al.</i> , 2014; Silva <i>et al.</i> , 2014)
apocarotenóide	1,9 $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ **	(Silva <i>et al.</i> , 2014)
criptoxantina	0,95 g g^{-1} *	(Pereira <i>et al.</i> , 2012)
fitoeno	0,6 $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ **	(Silva <i>et al.</i> , 2014)
luteína	26,38 g g^{-1} *	(Pereira <i>et al.</i> , 2012)
trans-anteraxantina	1,6 $\mu\text{g g}^{-1}$	(Ribeiro <i>et al.</i> , 2014)
trans-luteína	1,9 $\mu\text{g g}^{-1}$ - 45,7 $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ ** e 557,8 $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ *	(Nora <i>et al.</i> , 2014; Ribeiro <i>et al.</i> , 2014; Silva <i>et al.</i> , 2014)
trans-zeaxantina	1,7 $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ **	(Silva <i>et al.</i> , 2014)
trans- α -criptoxantina	3,6 $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ **	(Silva <i>et al.</i> , 2014)
trans- β -caroteno	3,7 $\mu\text{g g}^{-1}$ - 20,0 $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ **	(Silva <i>et al.</i> , 2014)
trans- β -criptoxantina	3,4 $\mu\text{g g}^{-1}$ - 26,4 $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ **	(Ribeiro <i>et al.</i> , 2014; Silva <i>et al.</i> , 2014)
zeaxantina	137,5 $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ - 3,29 g g^{-1} *	(Nora <i>et al.</i> , 2014; Pereira <i>et al.</i> , 2012)
α -caroteno	60,8 $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ *	(Nora <i>et al.</i> , 2014)
β -caroteno	512,6 $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ * - 2,95 g g^{-1} *	(Nora <i>et al.</i> , 2014; Pereira <i>et al.</i> , 2012)
β -criptoxantina	1029,8 $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ *	(Nora <i>et al.</i> , 2014)

Fonte: elaborada pelos autores (2024).

* Dados em base seca (bs);

** Dados em massa fresca (bu). NR = não relatado.

De acordo com a classificação de boas fontes de carotenoides (baixo: 0–100 $\mu\text{g} \cdot 100 \cdot \text{g}^{-1}$; moderado: 100–500 $\mu\text{g} \cdot 100 \cdot \text{g}^{-1}$; alto: 500–2000 $\mu\text{g} \cdot 100 \cdot \text{g}^{-1}$; e muito alto: >2000 $\mu\text{g} \cdot 100 \cdot \text{g}^{-1}$), os frutos de araçá não são uma boa fonte de provitamina A, quando comparados com frutos da Amazônia ou acerola e nem mesmo uma boa fonte de carotenoides quando comparados a outros frutos nativos, como uvaia, grumixama e juçara (Silva *et al.*, 2014).

Além disso, outras vitaminas são verificadas nos frutos vermelhos de araçá como vitamina A, 0,002–0,004 mg 100g⁻¹ equivalente da atividade de retinol (RAE), vitaminas do complexo B, como ácido pantotênico (B5) de 0,0149–0,0179 mg 100 g⁻¹, biotina (B7) 0,0008 mg 100 g⁻¹, tiamina (B1) e riboflavina (B2) 0,0003–0,0007 mg 100 g⁻¹ (Schmidt *et al.*, 2019).

ÓLEOS ESSENCIAIS

Os óleos essenciais (OE) são metabólitos secundários com composições complexas, fazendo com que compostos individuais de OE apresentem aplicações nos campos da agricultura, medicina, química e outros. Os OE são compostos voláteis, apresentam odor e densidade menor que a umidade (com exceções), solúveis em solventes orgânicos e apresentam atividades bioativas. A maior fração dos OE (90–95% do peso total) é volátil e apresenta ésteres, aldeídos, álcoois alifáticos, monoterpenos, sesquiterpenos e outros. Enquanto a fração não-volátil, também considerada como o resíduo, contém ácidos graxos, hidrocarbonetos, esteróis, ceras, flavonoides e carotenoides (Hanif *et al.*, 2019).

O β -cariofileno é o principal constituinte do OE presente tanto nas folhas (36,80%) quanto em frutos secos (22,5%) de *P. cattleianum* (Figueiredo *et al.*, 2018; Marin *et al.*, 2008). Os OE das folhas apresentam também frações menores de α -Pineno, mirceno, limoneno, β -ocimenos, terpinenos, α -humuleno, cadinenos, óxido de cariofilenos, geraniol, δ -elemeno, cânfora de zimbro, α -cadinol e outros compostos dos grupos de aldeídos, cetonas, álcoois, ácidos, ésteres, amins, amidas, hidrocarbonetos, sesquiterpenos oxigenados e diterpenos (Pino *et al.*, 2004; Raju K. Chalannavar, 2012; Tucker; Maciarello; Landrum, 1995).

PROCESSAMENTO E PRODUTOS

Os frutos de araçá apresentam potencial para a elaboração de sucos e outras bebidas, geleias, doce em massa, balas, compotas, sorvetes, manteiga, tortas, além de outras utilizações na culinária. Algumas destas utilizações no Brasil são demonstradas na Tabela 5.

A produção de frutos nativos como o araçá em propriedades de pequeno e médio porte pode ser agregada à implantação de uma agroindústria familiar, tornando-se uma atividade rentável e promissora para produtos como as polpas de frutas e geleias, que podem ser incluídos em

políticas públicas de comercialização como o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e o Programa Nacional de Alimentação Escolar (Pnae). Além disso, esta atividade agrícola pode ser adequada e unida ao turismo rural (Vinha *et al.*, 2020).

O despolpamento dos frutos de araçá (Figura 5) consiste na separação do epicarpo e mesocarpo das demais partes do fruto. Este processo é utilizado para a produção de polpas congeladas, polpas pasteurizadas congeladas e subsequente produção de geleias, licores e outros, que possibilitam a agregação de valor ao fruto, bem como prover seu consumo durante todo o ano, sendo assim disponibilizado em todo o país. Ainda, a elaboração de geleia pode elevar a atividade antioxidante do produto durante um ano de armazenamento em temperatura ambiente ($\pm 25^{\circ}\text{C}$) selada em jarros de vidro, porém pode apresentar escurecimento (Damiani *et al.*, 2012).

Tabela 5 – Produtos elaborados a partir de diferentes variedades de araçá, originadas de diferentes regiões brasileiras

Produto	Variedade do Araçá	Local	Referência
Bala mastigável	Araçá amarelo	Pelotas-RS	(Vergara <i>et al.</i> , 2020)
Farinha	NR	João Pessoa-PB	(Martins, 2019)
Araçazada	NR	NR	(Bezerra <i>et al.</i> , 2006)
Doce em massa	Araçá vermelho	Ponta Grossa-PR	(Santos <i>et al.</i> , 2007b)
Geleia			(Damiani <i>et al.</i> , 2012)
Geleias	Araçá vermelho	Pelotas-RS	(Reissig <i>et al.</i> , 2016)
Suco	Araçá vermelho	Ponta Grossa-PR	(Santos <i>et al.</i> , 2007a)

Fonte: elaborada pelos autores (2024).

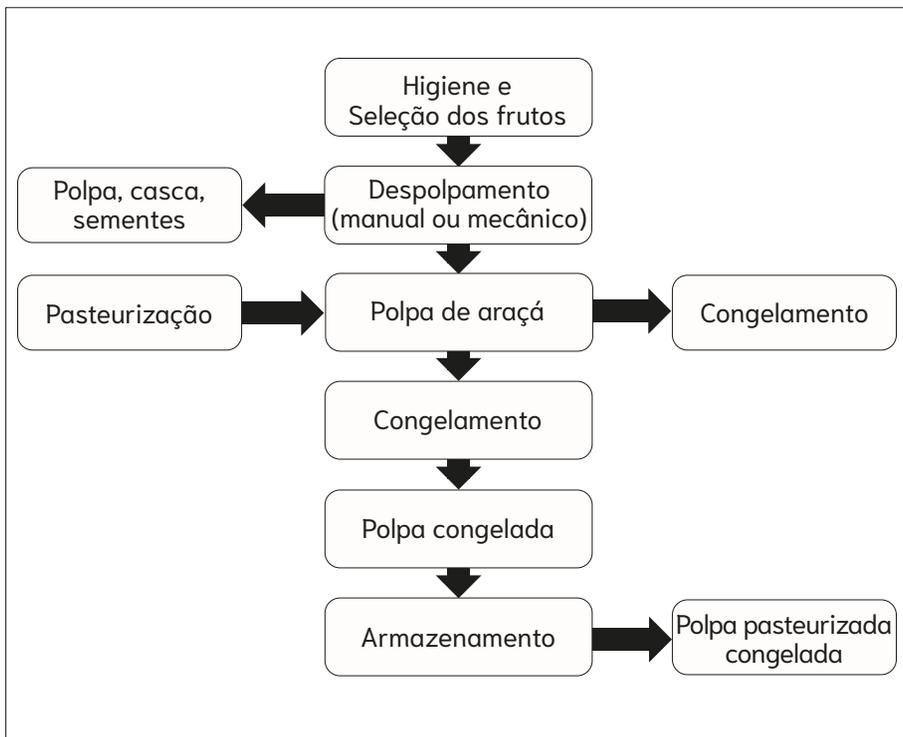
NR: Não relatado

Após a colheita, os frutos devem ser selecionados e sanitizados adequadamente. Em geral, utiliza-se hipoclorito de sódio 2,5 % por 15–20 minutos, e posterior enxague com água corrente. O despolpamento de frutos, em geral, pode ser realizado de forma manual, no qual as frutas são cozidas e peneiradas para separação da semente e fragmentos de casca. Ainda, os frutos podem ser apenas moídos e peneirados. O despolpamento mecânico pode ser realizado em equipamento apropriado (despolpadora) com pás que se movem com grande velocidade e forçam os frutos a passarem através de peneiras após serem desintegrados, com separação das sementes e fragmento das cascas. Dependendo do tipo de produto desejado posteriormente, escolhe-se a malha da peneira e a polpa deve ser armazenada congelada. A polpa de frutos de

araçá alternativamente pode ser pasteurizada para ampliar o tempo de conservação, e conservação à temperatura ambiente, quando em embalagem apropriada.

O despoldamento de frutas nativas é uma etapa importante para padronização dos produtos. Algumas despoldadoras comerciais podem ser utilizadas para a produção de polpa de frutas nativas. No entanto, nem todas as frutas nativas são passíveis de processamento, pois não são padronizadas, e assim, dificultam o processo. Assim, foram realizadas adaptações eficientes para despoldadora de marca comercial de 60L para o processamento de *P. catteianum* e outras oito espécies frutíferas nativas e posterior industrialização (Campos, 2020).

Figura 5– Fluxograma do processo de despoldamento de frutos de araçá e produção de polpa pasteurizada e polpa congelada



Fonte: elaborada pelos autores (2024).

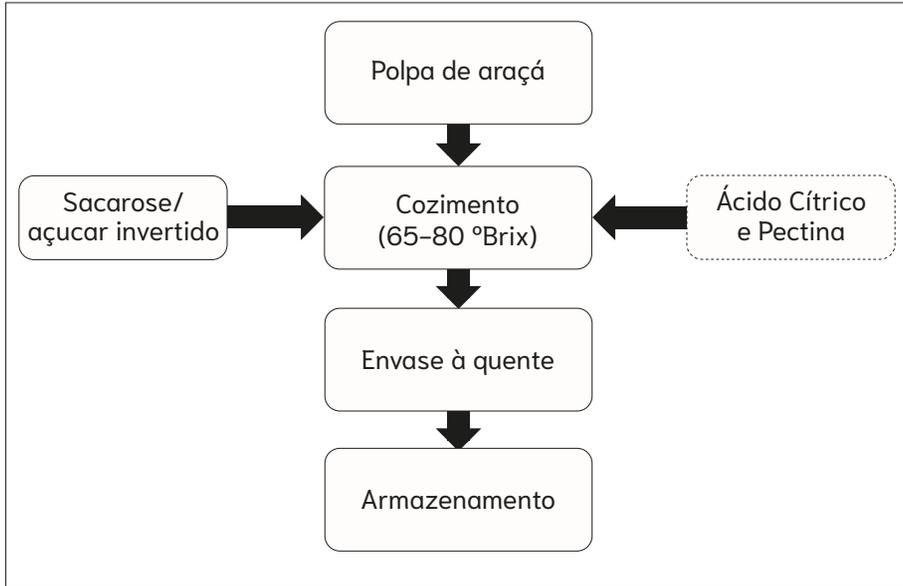
A produção de polpas de frutos tem como vantagem o aproveitamento e conservação dessas matérias-primas durante tempo maior que

os frutos *in natura*, visto que há um período de sazonalidade destas culturas e um alto grau de perecibilidade pós-colheita (Albuquerque *et al.*, 2021). Ainda, o mercado de polpas apresenta um alcance que contribui para a comercialização e logística de distribuição, assim, impactando de maneira positiva na segurança alimentar local e no estímulo à difusão de pomares em propriedades da agricultura familiar (Vinha *et al.*, 2020).

O suco de araçá vermelho tratado enzimaticamente, após extração mecânica em centrífuga doméstica (Confort Walita), pode apresentar rendimento superior a 70%, em relação ao suco sem tratamento. Há preservação da composição química, maior extração de compostos fenólicos e apresenta estabilidade por 3 meses sob armazenamento a 4, 22,5, 35 e 45°C, envasados hermeticamente em garrafas de vidro e após pasteurização 80°C por 20 minutos. Ainda, destacam-se os seus aspectos sensoriais pronunciados, característicos do fruto (Santos *et al.*, 2007a).

Nos estados em que o araçá ocorre é evidenciada a elaboração de diferentes produtos alimentícios com os frutos de diferentes espécies. A legislação brasileira considera as geleias e doces em pasta como produtos oriundos de frutas, inteira(s), ou em parte(s) e/ou semente(s), obtidas por secagem, e/ou laminação e/ou fermentação, e/ou concentração e/ou congelamento, e/ou outros processos tecnológicos considerados seguros para a produção de alimentos (Brasil, 2005). Contudo, os doces em massa são produtos elaborados com polpa de fruta que apresentam consistência firme, enquanto as geleias apresentam viscosidade em forma de gel devido ao equilíbrio entre pectina, açúcares e ácidos adicionados ou naturalmente presentes nas frutas (Vendruscolo; Moreira; Vendruscolo, 2009).

A elaboração de doce de massa demonstra um produto rico em vitamina C, sais minerais e compostos fenólicos. Além do seu sabor e aroma agradáveis, os quais elevam o potencial desta espécie na indústria alimentícia (Santos *et al.*, 2007b). Na região Centro-Oeste do país, é comum encontrar o doce popularmente chamado “araçazada” (Bezerra *et al.*, 2006). Este doce em pasta ou barra é processado após a despolpa dos frutos artesanalmente após serem cozidas e peneiradas para separação da semente e fragmentos de casca. A compatibilidade de frutos de *P. catteianum* se destaca na produção de geleias (Figura 6) convencionais, mas também sem adição de açúcar, pois apresentam teores mais elevados de carotenoides e maior atividade antioxidante (Reissig *et al.*, 2016).

Figura 6 – Fluxograma do processo de produção de geleia de araçá

Fonte: elaborada pelos autores (2024).

Na produção de geleias e doces em massa é necessário utilizar sacarose ou outros açúcares como glicose, frutose, ou açúcar invertido, em quantidades suficientes para alcançar uma concentração de sólidos solúveis de cerca de 65 a 68 °Brix (Gava; Silva; Frias, 2017). A utilização de pectinas tem importância tecnológica na produção de geleias por causa de seu fenômeno coloidal que é dependente da temperatura, pH, qualidade da pectina, quantidade de açúcar e íons de cálcio e outros solutos (Kastner *et al.*, 2014). Dessa forma, os frutos com reduzida quantidade de pectina na sua parede celular requerem adição de pectina para padronização de produtos e garantir o rendimento tecnológico das geleias (Vendruscolo; Moreira; Vendruscolo, 2009). A diferenciação da geleia para doce em massa pode ser obtida pela concentração de sólidos solúveis (°Brix) após o cozimento e consequente viscosidade, sendo o doce em pasta mais firme e que necessita de corte, enquanto as geleias possibilitam fácil espalhamento.

Ainda, balas convencionais e light foram desenvolvidas com polpa de araçá amarelo e apresentam aceitabilidade sensorial superior a 70%. Dessa forma, permite produzir balas sem adição de aromas e corantes, integrando um fruto nativo associado aos benefícios nutricionais (Verga-

ra *et al.*, 2020). Outro produto que se destaca no contexto de alimentação funcional e saudável é a farinha do coproduto do despulpamento de frutos de *P. cattleianum*. Esta farinha apresenta alto valor de fibra alimentar total e propriedades físico-químicas e tecnológicas apropriadas a panificação. Assim, mais uma opção de agregação de qualidade nutricional de alimentos através de um subproduto (Martins, 2019).

Algumas utilizações são citadas, além dos frutos *in natura* desta espécie como na elaboração de *sorbet*, sorvetes, sobremesas, além de chás a partir das folhas, e o emprego das sementes torradas como substituto do café (Lim, 2012).

PERSPECTIVAS FUTURAS

Os potenciais ecológicos, agrônômicos, alimentícios e econômicos do araçá devem ser alvos de futuros empreendimentos científicos, acadêmicos, financeiros e sociais. A grande disponibilidade e variedade de material genético disponível dispõe um arcabouço de oportunidades para o desenvolvimento de pesquisas voltadas à adequação das espécies nativas do gênero *Psidium* para as diferentes modalidades agrícolas nacionais, melhoramento genético, seleção de variedades, cultivares e porta enxertos, além de manejo adequado e, em especial, possibilidade para produções ecológicas, visto que são adaptadas e resistentes às diferentes condições edafoclimáticas brasileiras. Para a valorização desta e outras espécies nativas do mesmo gênero, é essencial que haja a divulgação e popularização de informações sobre as características nutricionais e funcionais que apresentam, através da comunicação adequada para diferentes regiões brasileiras.

A busca de mercados consumidores internos também se torna considerável, principalmente em cadeias curtas de comercialização, que estimulam a soberania e segurança alimentar de regiões com algum nível de vulnerabilidade de abastecimento de alimentos. A diversidade de produtos, que podem ser obtidos a partir dos frutos de araçá, fortalece a necessidade de desenvolver métodos de armazenamento, embalagem e transporte adequados, constatada a perecibilidade dos frutos, a demanda da sociedade por embalagens biodegradáveis e não poluentes e o deslocamento eficiente aos centros consumidores seja do fruto *in natura* ou processado.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, A. P. *et al.* Utilização de polpa de frutas em pó carregadoras de probióticos como alimento funcional: aspectos gerais e perspectivas. **Brazilian Journal of Food Technology**, [S. l.], v. 24, p. 1–11, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.31019>
- ALVARENGA, F. Q. *et al.* In vivo analgesic activity, toxicity and phytochemical screening of the hydroalcoholic extract from the leaves of *Psidium cattleianum* Sabine. **Journal of Ethnopharmacology**, [S. l.], v. 150, n. 1, p. 280–284, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2013.08.044>
- ALVARENGA, F. Q. *et al.* Atividade antimicrobiana in vitro das folhas de araçá (*Psidium cattleianum* Sabine) contra micro-organismos da mucosa oral. **Revista de Odontologia da UNESP**, [S. l.], v. 45, n. 3, p. 149–153, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1807-2577.13015>
- AMARANTE, C. V. T. do; STEFFENS, C. A.; ESPÍNDOLA, B. P. Preservação da qualidade pós-colheita de araçá-vermelho através do tratamento com 1-metilciclopropeno e do acondicionamento em embalagens plásticas, sob refrigeração. **Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal-SP**, [S. l.], v. 31, n. 4, p. 969–976, 2009.
- ANDRADE, J. de S.; ARAGÃO, C. G.; FERREIRA, S. A. do N. Caracterização física e química dos frutos de araçá-pera (*Psidium acutangulum* D.C.). **Acta Amazonica**, [S. l.], v. 23, n. 2–3, p. 213–217, 1993. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-43921993233217>
- BEZERRA, J. E. F. *et al.* Araçá. In: VIEIRA, R. F. (org.). **Frutas Nativas da Região Centro-Oeste do Brasil**. 1. ed. [S. l.]: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006. v. 1p. 42–62. *E-book*.
- BIEGELMEYER, R. *et al.* Comparative Analysis of the Chemical Composition and Antioxidant Activity of Red (*Psidium cattleianum*) and Yellow (*Psidium cattleianum* var. *lucidum*) Strawberry Guava Fruit. **Journal of Food Science**, [S. l.], v. 76, n. 7, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02319.x>
- BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE, A. N. de V. S. (ANVISA). Regulamento técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis. Resolução-RDC Nº 272, d. **Diário oficial da União**, Brasília, v. 22 de sete, 2005.
- BRASIL, M. da S. **Alimentos regionais brasileiros**. 2. Brasília: Editora MS, 2015.
- CALDEIRA, S. D. *et al.* CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO ARAÇÁ (*Psidium guineense* SW.) E DO TARUMÃ (*Vitex cymosa* Bert.) DO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, [S. l.], v. 22, n. 1, p. 145–154, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/cep.v22i1.1186>
- CAMPOS, J. N. *et al.* Mapeamento de possíveis canais de comercialização para frutas nativas no estado do PR. **Cadernos de Agroecologia**, [S. l.], v. 15, n. 2, 2020.

CAMPOS, J. N. **Desenvolvimento e adaptação de equipamentos apropriados à colheita e processamento de frutas nativas**. 2020. – Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, Laranjeiras do Sul, 2020.

COSTA, M. A. P. de C. *et al.* Conservação de fruteiras potenciais para o nordeste brasileiro. *In: Tópicos em Ciências Agrárias*. [S. l.: s. n.]. v. 1p. 01–13. *E-book*.

CRIZEL, R. *et al.* Potencial funcional de polpas de araçá amarelo (*Psidium cattleianum*) e de butiá (*Butia odorata*). **Revista da jornada da pós-graduação e pesquisa**, [S. l.], 2017.

DACOREGGIO, M. V.; MORONI, L. S.; KEMPKA, A. P. Antioxidant, antimicrobial and allelopathic activities and surface disinfection of the extract of *Psidium cattleianum* sabine leaves. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, [S. l.], v. 21, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2019.101295>

DAMIANI, C. *et al.* Characterization of fruits from the savanna: Araçá (*Psidium guinnensis* Sw.) and Marolo (*Annona crassiflora* Mart.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [S. l.], v. 31, n. 1, p. 723–729, 2011.

DAMIANI, C. *et al.* Antioxidant potential of *Psidium guinnensis* Sw. jam during storage. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, [S. l.], v. 42, n. 1, p. 90–98, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1983-40632012000100013>

DANNER, M. A. *et al.* Repetibilidade de caracteres de fruto em araçazeiro e pitangueira. **Ciência Rural**, Santa Maria, p. 2086–2091, 2010.

DE ALMEIDA LOPES, M. M.; DE OLIVEIRA SILVA, E. Araçá— *Psidium cattleianum* Sabine. **Exotic Fruits**, [S. l.], p. 31–36, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-803138-4.00007-1>

DE LA ROSA, L. A. *et al.* Phenolic compounds. *In: ELHADI M. YAHIA (org.)*. **Post-harvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables**. [S. l.]: Elsevier Inc., 2018. p. 253–271. *E-book*. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813278-4.00012-9>

DIETZ, H.; WIRTH, L. R.; BUSCHMANN, H. Variation in herbivore damage to invasive and native woody plant species in open forest vegetation on Mahé, Seychelles. **Biological Invasions**, [S. l.], v. 6, n. 4, p. 511–521, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1023/B:BINV.0000041566.23330.60>

DO NASCIMENTO, K. F. *et al.* Antioxidant, anti-inflammatory, antiproliferative and antimycobacterial activities of the essential oil of *Psidium guineense* Sw. and spathulenol. **Journal of Ethnopharmacology**, [S. l.], v. 210, n. August 2017, p. 351–358, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2017.08.030>

DONADO-PESTANA, C. M. *et al.* Polyphenols from Brazilian native Myrtaceae fruits and their potential health benefits against obesity and its associated complica-

tions. **Current Opinion in Food Science**, [S. l.], v. 19, p. 42–49, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2018.01.001>

DREHMER, A. M. F.; DO AMARANTE, C. V. T. Conservação pós-colheita de frutos de araçá-vermelho em função do estágio de maturação e temperatura de armazenamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [S. l.], v. 30, n. 2, p. 322–326, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452008000200009>

EFSA, E. F. S. A. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for carbohydrates and dietary fibre. **EFSA Journal**, [S. l.], v. 8, n. 3, p. 1–77, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2010.1462>

FALEIRO, J. H. *et al.* The Chemical Featuring, Toxicity, and Antimicrobial Activity of *Psidium cattleianum* (Myrtaceae) Leaves. **New Journal of Science**, [S. l.], v. 2016, p. 1–8, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2016/7538613>

FARIAS, D. de P. *et al.* A critical review of some fruit trees from the Myrtaceae family as promising sources for food applications with functional claims. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 306, n. April 2019, p. 125630, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125630>

FIGUEIREDO, P. L. B. *et al.* Chemical variability in the essential oil of leaves of Araçá (*Psidium guineense* Sw.), with occurrence in the Amazon. **Chemistry Central Journal**, [S. l.], v. 12, n. 1, p. 1–11, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13065-018-0428-z>

FRANZON, C. R.; Silva, J. C. S. **Araçá *Psidium* spp.** [S. l.]: PROCISUR, 2018.

FRANZON, R. C.; Sousa-Silva, L. Z. de O. C. C. E. B. P. J. C. Araçás do Gênero *Psidium*: principais espécies, ocorrência, descrição e usos. **Documentos / Embrapa Cerrados**, [S. l.], v. 266, p. 48, 2009.

GALHO, A. S. *et al.* **Composição química e respiração de crescimento em frutos de *Psidium Cattleianum* Sabine durante o ciclo de desenvolvimento** Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal-SP. [S. l.: s. n.].

GAVA, A. J.; Silva, C. A. B. DA; Frias, J. R. G. **Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações**. São Paulo: Nobel, 2017. *E-book*.

GWOZDZ, E. P. *et al.* Propriedades Nutritivas e Bioativas do Araçá (*Psidium cattleianum* Sabine). **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 1, p. e59011125424, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i1.25424>

HAMACEK, F. R. *et al.* “Araçá of Cerrado” from the Brazilian Savannah: physical characteristics, chemical composition, and content of carotenoids and vitamins. **Fruits**, [S. l.], v. 68, n. 6, p. 467–481, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1051/fruits/2013095>

HANIF, M. A. *et al.* Essential Oils. In: S., M. (org.). **Essential Oil Research**. [S. l.]: Springer, 2019. *E-book*.

INSTITUTE, of M. **Food and Nutrition Board. Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids**. Washington, DC: [s. n.], 2000.

JUN, N. J. *et al.* Cytotoxic activity of β -caryophyllene oxide isolated from Jeju Guava (*Psidium cattleianum* Sabine) leaf. **Records of Natural Products**, [S. l.], v. 5, n. 3, p. 242–246, 2011.

JUNIOR, A. G. M. *et al.* Desconhecimento e indisponibilidade das frutas nativas da Mata Atlântica contribuem com hábitos alimentares restritos e sem diversidade. **South American Development Society Journal**, [S. l.], v. 6, n. 17, p. 269–285, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.24325/issn.2446-5763.v6i17p269-285>

KASTNER, H. *et al.* Structure formation in sugar containing pectin gels – Influence of tartaric acid content (pH) and cooling rate on the gelation of high-methoxylated pectin. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 144, p. 44–49, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.06.127>

KINUPP, V. F.; BERGMAN, I.; DE BARROS, I. Teores de proteína e minerais de espécies nativas, potenciais hortaliças e frutas. **Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas**, [S. l.], v. 28, n. 4, p. 846–857, 2008.

LIM, T. K. Edible Medicinal and Non Medicinal Plants: Volume 3, Fruits. In: **Edible Medicinal and Non Medicinal Plants: Volume 3, Fruits**. [S. l.: s. n.]. v. 3p. 1–159. *E-book*. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-94-007-2534-8>

LIZARELLI, H. F. *et al.* Elaboração de Jogos Florestais para a educação ambiental sobre os biomas do estado do Paraná. **Cadernos de Agroecologia**, [S. l.], v. 12, n. 2, 2020.

LORENZI, H. *et al.* **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo in natura)**. [S. l.]: Instituto Plantarum de Estudos da Flora LTDA, 2006. *E-book*.

LOZANO, V. *et al.* Cambios en la Actividad Antioxidante Durante el Desarrollo de Frutos de *Psidium cattleianum* Sabine (Myrtaceae) / Changes in the Antioxidant Activity During the Development in Fruits of *Psidium cattleianum* Sabine (Myrtaceae). **Cambios en la Actividad Antioxidante Durante el Desarrollo de Frutos de *Psidium cattleianum* Sabine (Myrtaceae) / Changes in the Antioxidant Activity During the Development in Fruits of *Psidium cattleianum* Sabine (Myrtaceae)**, [S. l.], v. 66, n. 1, p. 6939–6947, 2013.

LUXIMON-RAMMA, A.; BAHORUN, T.; CROZIER, A. Antioxidant actions and phenolic and vitamin C contents of common Mauritian exotic fruits. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [S. l.], v. 83, n. 5, p. 496–502, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jsfa.1365>

MALLMANN, L. P. **Estudo dos compostos fenólicos não explorados do araçá amarelo e vermelho por LC-DAD-ESI-MS/MS**. 2019. – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, 2019.

MANGELS, A. R. *et al.* Capotenoid content of Fruits and vegetables: An evaluation of analytic data. **JOURNAL OF THE AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION**, [S. l.], v. 93, n. 3, p. 284–296, 1993.

MARIN, R. *et al.* Volatile components and antioxidant activity from some myrtaceous fruits cultivated in Southern Brazil. **Latin American Journal of Pharmacy**, [S. l.], v. 27, n. 2, p. 172–177, 2008.

MARTINS, T. S. **Produção de coproduto de araçá (*Psidium cattleianum*): Características da farinha e sua aplicação como novo ingrediente na indústria de panificação**. João Pessoa, PB, Brasil.: [s. n.], 2019.

MCCOOK-RUSSELL, K. P. *et al.* Nutritional and nutraceutical comparison of Jamaican *Psidium cattleianum* (strawberry guava) and *Psidium guajava* (common guava) fruits. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 134, n. 2, p. 1069–1073, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.03.018>

MEDINA, A. L. *et al.* Araçá (*Psidium cattleianum* Sabine) fruit extracts with antioxidant and antimicrobial activities and antiproliferative effect on human cancer cells. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 128, n. 4, p. 916–922, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.03.119>

MOURA-COSTA, G. F. *et al.* Antimicrobial activity of plants used as medicinals on an indigenous reserve in Rio das Cobras, Paraná, Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, [S. l.], v. 143, n. 2, p. 631–638, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2012.07.016>

MUNIZ, J. *et al.* Qualidade pós-colheita de araçá-vermelho. **Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica**, [S. l.], p. 311–319, 2017.

NETO, C. K. *et al.* Strawberry-guava phenological monitoring in Paraná Southeast Region. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 10, p. 1–18, 2020.

NORA, C. D. *et al.* Effect of processing on the stability of bioactive compounds from red guava (*Psidium cattleyanum* Sabine) and guabiju (*Myrcianthes pungens*). **Journal of Food Composition and Analysis**, [S. l.], v. 34, n. 1, p. 18–25, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2014.01.006>

ORTEGA, A. R. *et al.* Avaliação do crescimento de mudas de *Psidium cattleianum* Sabine a diferentes níveis de sombreamento em viveiro. **Cerne**, [S. l.], v. 12, n. 3, p. 300–308, 2006.

PATEL, S. Exotic tropical plant *Psidium cattleianum*: a review on prospects and threats. **Rev Environ Sci Biotechnol**, [S. l.], p. 243–248, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11157-012-9269-8>

PEREIRA, E. dos S. *et al.* Characterization of araçá fruits (*Psidium cattleianum* Sabine): Phenolic composition, antioxidant activity and inhibition of α -amylase and α -glucosidase. **Food Bioscience**, [S. l.], v. 37, n. May, p. 100665, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100665>

PEREIRA, M. C. *et al.* Characterization and antioxidant potential of Brazilian fruits from the Myrtaceae family. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [S. l.], v. 60, n. 12, p. 3061–3067, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/jf205263f>

PEREIRA, S. *et al.* *Psidium cattleianum* fruits: A review on its composition and bioactivity. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 258, n. March, p. 95–103, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.03.024>

PEREZ-CASSARINO, J. *et al.* Estratégias de formação e sensibilização para produção, processamento e consumo de frutas nativas na promoção da Soberania e Segurança Alimentar e Nutricional. **Cadernos de Agroecologia**, [S. l.], v. 15, n. 2, 2020.

PINO, J. A. *et al.* Leaf oils of *psidium parvifolium* griseb. and *psidium cattleianum* sabine from Cuba. **Journal of Essential Oil Research**, [S. l.], v. 16, n. 4, p. 370–371, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10412905.2004.9698745>

RAJU K. CHALANNAVAR. Chemical composition of essential oil of *Psidium cattleianum* var. *lucidum* (Myrtaceae). **African Journal of Biotechnology**, [S. l.], v. 11, n. 33, p. 8341–8347, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.5897/ajb10.1942>

RAKOTONOELY, H.; RAMAMONJISOA, N. Seedlings of the Invasive Strawberry Guava *Psidium cattleianum* Were More Sensitive to Defoliation Than the Closely Related Malagasy Native *Eugenia goviola* in a Simulated Herbivory Experiment. **Tropical Conservation Science**, [S. l.], v. 13, n. September, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1940082920961230>

RASEIRA, A.; RASEIRA, M. do C. B. Araçá “Irapuã”. In: DONADIO, L. C. (org.). **Novas variedades brasileiras de frutas**. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2000 a. p. 40–41. *E-book*.

RASEIRA, A.; RASEIRA, M. do C. B. Araçá “Ya-cy”. In: DONADIO, L. C. (org.). **Novas variedades brasileiras de frutas**. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2000 b. p. 42–43. *E-book*.

RASEIRA, M. do C. B.; RASEIRA, A. **Contribuição ao estudo do araçazeiro, *Psidium cattleianum***. Pelotas: EMBRAPA/ CPACT, 1996. *E-book*.

REISSIG, G. N. *et al.* Bioactive compounds in conventional and no added sugars red strawberry guava (*Psidium cattleianun* Sabine) jellies. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [S. l.], v. 38, n. 3, p. 1–7, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0100-29452016062>

REISSIG, G. N.; ROMBALDI, C. V. Brazilian Native Fruits: From a plurality of examples and bioactive compounds to the most diverse potentialities. In: PORTER, R.; PARKER, N. (org.). **Bioactive compounds: Sources, properties and applications**. Biotechnol ed. Nova lorque: Nova: science publishers, 2017. p. 361–382. *E-book*.

RIBEIRO, A. B. *et al.* *Psidium cattleianum* fruit extracts are efficient in vitro scavengers of physiologically relevant reactive oxygen and nitrogen species. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 165, p. 140–148, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.05.079>

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **Food Carotenoids: Chemistry, Biology and Technology**. [S. l.]: Willey-Blackwell, 2015. *E-book*.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Natural food pigments and colorants. **Current Opinion in Food Science**, [S. l.], v. 7, p. 20–26, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2015.08.004>

ROSA FETTER, M. da *et al.* Propriedades funcionais de araçá-amarelo, araçá-vermelho (*Psidium cattleianum* Sabine) e araçá-pera (*P. acutangulum* D.C.) cultivados em Pelotas/RS. **Brazilian Journal of Food Technology**, [S. l.], v. 13, n. EE01, p. 92–95, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.4260/bjft20101304115>

ROSÁRIO, F. M. *et al.* Red araçá pulp microencapsulation by hydrolyzed pinhão starch, and tara and arabic gums. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [S. l.], 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jsfa.10825>

SANTOS, M. D. S. *et al.* Caracterização do suco de araçá vermelho (*Psidium cattleianum* Sabine) extraído mecanicamente e tratado enzimaticamente. **Acta Scientiarum. Agronomy**, [S. l.], v. 29, n. 5, p. 617–621, 2007 a. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v29i5.737>

SANTOS, M. da S. *et al.* Propriedades reológicas de doce em massa de araçá vermelho (*Psidium cattleianum* Sabine). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, [S. l.], v. 01, n. 02, p. 104–116, 2007 b.

SCHMIDT, H. de O. *et al.* Vitamin and bioactive compound diversity of seven fruit species from south Brazil. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [S. l.], v. 99, n. 7, p. 3307–3317, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jsfa.9544>

SILVA, N. A. Da *et al.* Phenolic compounds and carotenoids from four fruits native from the Brazilian Atlantic forest. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [S. l.], v. 62, n. 22, p. 5072–5084, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/jf501211p>

SILVA, R. O. da *et al.* A cadeia das frutas nativas da cantuquiriguaçu: Em apoio ao desenvolvimento territorial sustentável. In: DENARDIN, V. F.; SULZBACH, M. T. (org.). **Recursos e dinâmicas para desenvolvimentos territoriais sustentáveis**. Rio de Janeiro: Autografia, 2020. v. 1p. 57–78. *E-book*.

SILVA, M. R. *et al.* Caracterização química de frutos nativos do cerrado. **Ciência Rural**, [S. l.], v. 38, n. 6, p. 1790–1793, 2008.

SOUZA, A. G. de *et al.* Caracterização físico-química de frutos nativos da região Sul do Brasil. **Evidência – Ciência e Biotecnologia**, [S. l.], v. 18, n. 1, p. 81–94, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.18593/eba.v18i1.16546>

SPERONI, G. *et al.* El arazá en Uruguay: de los bosques nativos al cultivo. **INIA Las Brujas**, [S. l.], v. 9º Encuent, p. 1–8, 2018.

TAIZ, L. *et al.* **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. [S. l.: s. n.]. *E-book*. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0307441276901217>

TUCKER, A. O.; MACIARELLO, M. J.; LANDRUM, L. R. Volatile leaf oils of American myrtaceae. III. *Psidium cattleianum* Sabine, *P. friedrichsthalianum* (Berg) Niedenzu, *P. guajava* L., *P. guineense* Sw., and *P. sartorianum* (Berg) Niedenzu. **Journal of Essential Oil Research**, [S. l.], v. 7, n. 2, p. 187–190, 1995. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10412905.1995.9698497>

VENDRUSCOLO, C. T.; MOREIRA, A. S.; VENDRUSCOLO, J. L. S. **Tecnologia de frutas e hortaliças: geleias, doces cremosos e em massa**. 7.mod ed. Pelotas: Ed. Universitária/UFPEL, 2009. *E-book*.

VERGARA, L. P. *et al.* Bioactive compound retention in frozen red and yellow strawberry guava pulps added with l-ascorbic acid. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [S. l.], v. 40, n. 6, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0100-29452018032>

VERGARA, L. P. *et al.* Perfil sensorial de balas mastigáveis convencionais e de reduzido valor calórico formuladas com polpa de Araçá Amarelo. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 6, n. 3, p. 15362–15368, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n3-420>

VERNIN, G. *et al.* Analysis of the volatile compounds of *psidium cattleianum* sabine fruit from Reunion Island. **Journal of Essential Oil Research**, [S. l.], v. 10, n. 4, p. 353–362, 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10412905.1998.9700923>

VINHA, M. B. *et al.* AGROINDÚSTRIA FAMILIAR: Orientações para implantação de agroindústrias de polpa de frutas. [S. l.], 2020. Disponível em: www.incaper.es.gov.br

WHO, W. H. O. **Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases** World Health Organization – Technical Report Series. [S. l.: s. n.]. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/ajcn/60.4.644a>.

WILLE, G. M. F. C. *et al.* Desenvolvimento de tecnologia para a fabricação de doce em massa com araçá-pêra (*Psidium acutangulum* D. C.) para o pequeno produtor. **Ciência e Agrotecnologia**, [S. l.], v. 28, n. 6, p. 1360–1366, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1413-70542004000600019>

ZANDONÁ, G. P. *et al.* Extraction and characterization of phytochemical compounds from araçazeiro (*Psidium cattleianum*) leaf: Putative antioxidant and antimicrobial properties. **Food Research International**, [S. l.], v. 137, n. March, p. 109573, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109573>

Capítulo 4

FEIJOA, GOIABA-SERRANA (*Acca sellowiana* (Berg) Burret)

William Gustavo Sganzerla
Cleonice Gonçalves da Rosa
Aline Priscila Gomes da Silva
Michael Ramos Nunes
Ana Paula de Lima Veeck

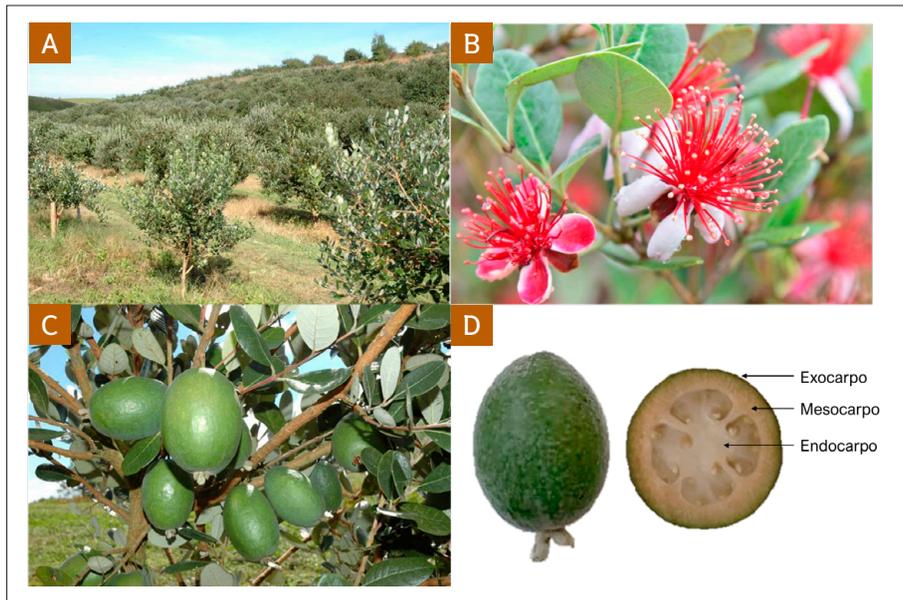
INTRODUÇÃO

A feijoa ou goiaba serrana (*Acca sellowiana* (Berg) Burret) pertence à família das Myrtaceae e ao gênero *Acca*. A feijoa apresenta alto potencial tecnológico para o processamento e comercialização no mercado nacional e internacional, visto que cultivares desta espécie já foram disponibilizados para a comercialização. Desse modo, a feijoa demonstra uma evolução tecnológica e científica quanto aos métodos de cultivo, produção e processamento quando comparado as demais frutas nativas brasileiras. Por outro lado, o processamento industrial de feijoa gera alta quantidade de subprodutos (bagaço, casca, endocarpo e sementes), sendo que muitos destes subprodutos apresentam elevado potencial para inovação tecnológica, visto que é possível desenvolver fontes alternativas de diversos ingredientes e produtos, como sorvetes, doces, geleias e bolos.

PRODUÇÃO, CONSUMO E COMERCIALIZAÇÃO

A feijoa é popularmente conhecida no Brasil como goiaba serrana ou goiaba do mato. Esta espécie é nativa do planalto meridional brasileiro e nordeste do Uruguai, ocorrendo no Brasil, principalmente nas regiões dos campos de altitude do Rio Grande do Sul e no Planalto Sul Catarinense, com maior frequência em áreas com altitudes que variam de 400 a 1800 metros (Saifert *et al.*, 2020). O fruto da goiabeira é classificado como uma baga de formato oblongo, polpa cor gelo, casca lisa, semi-rugosa ou rugosa, diâmetro variando de 3 a 5 cm, comprimento de 4 a 10 cm, peso de 20 a 250 g e rendimento de polpa de 15 a 50% (Kessin *et al.*, 2018). A polpa dos frutos de feijoa apresenta um sabor singular doce-acidulado e aroma penetrante. O consumo *in natura* da polpa é o mais disponível para a população, no entanto, através do processamento podem existir outros meios de consumo (Sganzerla *et al.*, 2020a). A Figura 1 apresenta o aspecto visual do pomar, flores e frutos de feijoa. Em 2011, o Ministério do Meio Ambiente classificou a feijoa como uma planta para o futuro e foi considerada uma das espécies alimentícias nativas da região sul do Brasil com potencial valor econômico (Coradi; Reis(Coradin; Siminski; Reis, 2011).

Figura 1 – Aspecto visual do (a) pomar, (b) flores, e (c, d) frutos de feijoa



Fonte: adaptado de Epagri (2020).

A feijoa vem sendo estudada desde 1986 pela Epagri (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina), visando a seleção de genótipos promissores e o desenvolvimento de sistemas produtivos rentáveis. Em 2007–2008, quatro novas cultivares brasileiras de feijoa foram patenteadas pela Epagri para uso comercial: *Alcântara* (SCS411), *Helena* (SCS412), *Mattos* (SCS414) e *Nonante* (SCS415) (Amarante; Santos, 2011). As cultivares *Helena* e *Nonante* são provenientes de cruzamentos. A *Alcântara* foi obtida a partir da seleção de mudas provenientes da coleta de sementes, e a *Mattos* caracteriza um clone de um genótipo silvestre que se destacou em avaliações no banco ativo de germoplasma (Santos; Ciotta; Nodari, 2017). Além disso, outra diferença importante entre as cultivares de feijoa é que a *Alcântara* possui os frutos colhidos em março, a *Mattos* apresenta os frutos colhidos de meados de março até início de abril, a *Helena* possui os frutos colhidos do segundo decêndio de abril até início de maio e a *Nonante* possui os frutos colhidos da segunda quinzena de abril até a primeira semana de maio. Este aspecto garante a produtividade de feijoa durante vários meses do ano. No entanto, a produção comercial no Planalto Sul Catarinense ainda ocorre em pequena escala, em que uma média de 240 toneladas foram produzidas em 12 hectares de pomar comercial no município de São Joaquim (SC) (Epagri, 2020). Além destas quatro cultivares de feijoa disponíveis para a comercialização, deve-se salientar que frutos silvestres são amplamente produzidos em pomares domésticos e os frutos são utilizados para o consumo e o processamento em pequena escala, especialmente, em agroindústrias familiares.

A feijoa é um fruto climatérico, ou seja, ocorre um aumento da produção de etileno no final do crescimento do fruto, e assim, a feijoa pode ser colhida no início do amadurecimento para completar a maturação fora da planta (Schotsmans *et al.*, 2011). A temperatura de armazenamento indicada para a espécie é de 4 °C. Nessa temperatura, o tempo de conservação corresponde a aproximadamente 21 dias. Por outro lado, a feijoa apresenta apenas dois dias de vida de prateleira quando armazenada a 20 °C (East *et al.*, 2009). A utilização de tecnologias pós-colheita, como a aplicação de 1-metilcicloprope no (1-MCP), a imediata refrigeração, o armazenamento em atmosfera controlada e a aplicação de embalagens podem ser alternativas para retardar o amadurecimento e aumentar a vida útil de prateleira dos frutos (Amarante *et al.*, 2013).

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E PROPRIEDADES FUNCIONAIS

As propriedades nutricionais das cultivares comerciais de feijoa diferem das frutas silvestres, e este fator é fundamental para a formulação de produtos processados em escala industrial. O melhoramento genético de feijoa foi conduzido para a obtenção de frutos destinados ao consumo *in natura*, e assim, os principais parâmetros físico-químicos e sensoriais foram estudados (Santos; Ciotta; Nodari, 2017). O teor médio de sólidos solúveis das cultivares comerciais de feijoa é de 10,12%. Os frutos da cultivar *Mattos* apresentaram maior teor de sólidos (11,16%), quando comparado as cultivares *Nonante* (10,37%) e *Helena* (9,87%) que apresentam teores intermediários, enquanto a cultivar *Alcântara* (8,93%) apresentou os menores teores de sólidos solúveis. A feijoa é caracterizada como um fruto ácido, ou seja, os teores de ácidos orgânicos são elevados (1,21%), enquanto o pH é baixo, cerca de 2,88. As cultivares *Helena*, *Mattos* e *Nonante* apresentam pH de 2,45, 2,67 e 2,56, respectivamente. Já a cultivar *Alcântara* possuiu um pH mais elevado (3,68) e, assim, sua acidez é menor (0,81%) quando comparada com as demais cultivares (Amarante *et al.*, 2017). Além disso, o teor de vitamina C é mais expressivo na cultivar *Alcântara* (92,5 mg ácido ascórbico 100 g⁻¹) quando comparado as cultivares *Helena* (38,7 mg ácido ascórbico 100 g⁻¹), *Mattos* (56,3 mg ácido ascórbico 100 g⁻¹) e *Nonante* (41,1 mg ácido ascórbico 100 g⁻¹) (Amarante *et al.*, 2017).

Tratando-se da caracterização nutricional de polpa e casca (*in natura*) de feijoa silvestre (Tabela 1), os dados indicam que os frutos de feijoa apresentam maior acidez quando comparados com as cultivares comerciais. Além disso, o teor de vitamina C da polpa *in natura* de feijoa silvestre é equivalente ao teor da cultivar *Alcântara*. Por outro lado, a casca de feijoa, em base seca, apresenta uma diversidade de minerais em sua composição, tais como, fósforo (633 mg kg⁻¹), potássio (4550 mg kg⁻¹), cálcio (650 mg kg⁻¹), manganês (300 mg kg⁻¹), enxofre (1266 mg kg⁻¹), ferro (15,10 mg kg⁻¹), magnésio (6,65 mg kg⁻¹), cobre (3,15 mg kg⁻¹) e zinco (1,05 mg kg⁻¹) (Oliveira; Aquino, 2021). A casca de feijoa seca e triturada, popularmente conhecida como farinha da casca de goiaba serrana, pode ser utilizada na incorporação de diversos alimentos, como cookies, bolos e pães. Isso é possível devido ao elevado teor de proteínas (3,7%, base seca), fibras (40,50%, base seca), e carotenoides (3353,09 µg β-caroteno 100 g⁻¹, base seca) (Almeida *et al.*, 2020; Oliveira; Aquino, 2021).

Os frutos de feijoa apresentam elevados teores de frutose (12,3% e 12,2%, respectivamente para a polpa e casca), glicose (13,7% e 13,2%, respectivamente para a polpa e casca) e sacarose (29,0% e 11,5%, respectivamente para a polpa e casca) (Belous; Omarov; Omarova, 2014; Phan *et al.*, 2019). Esta composição de açúcares faz com que a feijoa apresente um sabor doce-acidulado, o que demonstra um potencial para consumo *in natura*, mas também para o processamento agroindustrial.

Tabela 1—Características nutricionais de polpa e casca de feijoa silvestre *in natura*

Parâmetros	Polpa	Casca
Umidade (%)	85,90 ± 0,09	71,48 ± 0,18
Cinzas (%)	0,73 ± 0,17	0,43 ± 0,02
Lipídios (%)	0,06 ± 0,02	0,39 ± 0,26
Proteínas (%)	1,79 ± 0,05	1,20 ± 0,22
Carboidratos (%)	11,50 ± 0,01	26,49 ± 0,17
Valor Calórico (kcal 100 g ⁻¹)	53,75 ± 0,45	114,32 ± 2,13
Acidez total (g AC 100 g ⁻¹)	2,59 ± 0,14	1,57 ± 0,05
Sólidos solúveis totais (°Brix)	4,87 ± 1,17	4,12 ± 0,93
pH	3,21 ± 0,01	3,25 ± 0,04
Vitamina C (mg AA 100 g ⁻¹)	89,76 ± 2,65	56,43 ± 4,49
Compostos fenólicos (mg AGE 100 g ⁻¹)	5,24 ± 0,20	19,10 ± 2,23
DPPH (mg TE 100 g ⁻¹)	17,29 ± 0,96	80,43 ± 7,23
ABTS (mg TE 100 g ⁻¹)	11,12 ± 0,99	52,46 ± 1,10
FRAP (mg TE 100 g ⁻¹)	102,99 ± 4,93	503,63 ± 13,70

Fonte: elaborada pelos autores (2022).

* Os resultados estão expressos em média ± desvio padrão (análise em triplicata, base úmida). AC, ácido cítrico; AA, ácido ascórbico; AGE, ácido gálico equivalente; TE, Trolox equivalente.

Além de apresentar uma rica composição nutricional e características físico-químicas-sensoriais condizentes para o consumo *in natura*, a feijoa também vem sendo reportada como um fruto rico em compostos bioativos, principalmente, os compostos fenólicos.

De maneira geral, os compostos fenólicos são definidos como substâncias que apresentam pelo menos um anel aromático com um ou mais grupos funcionais hidroxila ligados, podendo variar de moléculas fenólicas simples a compostos altamente polimerizados (Marcillo-Parra *et al.*, 2021). Os compostos fenólicos apresentam mais de oito mil substâncias identificadas, e estas são divididas em várias classes: ácidos fenólicos (ácidos hidroxibenzóicos e ácidos hidroxicinâmicos), flavonoides (flavonóis, flavonas, flavanóis, flavanonas e isoflavonas), taninos, estilbenos e ligninas (Da Silva, 2021).

A biossíntese de compostos fenólicos pelas plantas é dependente de muitos fatores, como o genótipo, condições de crescimento, estágio de desenvolvimento, condições ambientais, bem como fatores de estresses abióticos e bióticos (Mark *et al.*, 2019).

Phan *et al.* (2019) analisaram o perfil majoritário de compostos fenólicos nas formas livres e conjugadas no fruto inteiro, polpa e casca de feijoa. Esses tecidos apresentam, em sua composição, (base seca) dihidroxiflavona ($5 - 3500 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$), catequina ($50 - 170 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$) e ácido gálico ($50 - 160 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$) para os compostos fenólicos livres, enquanto dihidroxiflavona ($28 - 40 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$), ácido vanílico ($10 - 11 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$), ácido elágico ($1 - 8 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$), ácido p-cumárico ($0,2 - 1,3 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$) e ácido ferúlico ($0,2 - 0,9 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$) foram os principais compostos fenólicos conjugados. Além disso, Schmidt *et al.* (2020) reportaram que a polpa de feijoa oriunda do município de São Joaquim (SC) apresenta pedunculagina ($555,34 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$), castalagina ($52,56 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$), taxofolina-O-hexosídeo ($190,28 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$), cafeoil hexósido ($167,38 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$), catequina ($301,82 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$), derivado de epicatequina ($393,15 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$), pentosídeo de quercetina ($72,17 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$), galato de (epi)catequina ($455,64 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$), e cirsilineol metil cafeoil ($302,37 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$) como perfil de compostos fenólicos.

Visto que os frutos de feijoa são considerados como uma rica fonte de compostos bioativos, estudos evidenciam que os extratos desses frutos apresentam atividade antimicrobiana, antioxidante, anticancerígena e anti-inflamatória. Vuotto *et al.* (2000) reportou as atividades antibacteriana e antioxidante de extrato aquoso de feijoa. O estudo evidenciou que o extrato inibiu o crescimento bacteriano, no qual os micro-organismos *Pseudomonas aeruginosa* (Gram-negativo), *Enterobacter aerogenes* (Gram-negativo) e *Enterobacter cloacae* (Gram-negativo) foram os mais sensíveis. O extrato do fruto diminuiu a emissão de quimiluminescência de fagócitos de sangue total humano e leucócitos polimorfonucleares isolados, independentemente de serem ativados ou não por estímulos solúveis ou fagocitários e, assim, o extrato de feijoa pode ser usado como uma nova droga multifacetada (Vuotto *et al.*, 2000).

Além disso, a eficácia antimicrobiana dos extratos de feijoa foi demonstrada contra *Staphylococcus aureus* (Gram-positivo), *Escherichia coli* (Gram-negativo) e fungo *Candida albicans* (Phan *et al.*, 2019). De maneira geral, as zonas de inibição variaram de 11,9 a 23,4 mm, sugerindo uma elevada atividade antimicrobiana dos extratos de feijoa contra os três micro-organismos testados. Portanto, a eficácia antimicrobiana dos frutos de feijoa é atribuída à presença de compostos bioativos em sua composição.

Através da identificação dos compostos bioativos e da avaliação da atividade anti-inflamatória via método do óxido nítrico (NO), que desempenha um papel importante na inflamação celular, Rossi *et al.* (2007) identificaram que a atividade anti-inflamatória do extrato de feijoa está relacionado com a supressão da produção de NO pela flavona (0,30, 1,50 e 4,50 $\mu\text{g mL}^{-1}$) e ácido esteárico (0,073, 0,365 e 1,095 $\mu\text{g mL}^{-1}$), compostos majoritários identificados. O mecanismo dessa inibição está relacionado com uma ação sobre a expressão da enzima iNOS através da atenuação da ativação do fator nuclear κB (NF- κB) e/ou da proteína quinase ativada por mitógeno (MAPK). Além disso, Bontempo *et al.* (2007) reportaram que o extrato de feijoa exerce atividades anticancerígenas em células cancerígenas sólidas e hematológicas. O extrato de feijoa não mostrou efeitos tóxicos em progenitores mielóides normais, exibindo assim uma atividade seletiva de tumor, com a flavona sendo identificada como componente ativo. A flavona induz apoptose que é acompanhada por ativação de caspase e superexpressão de p16, p21 e TRAIL em células de leucemia mielóide humana. O uso de blastos de pacientes com leucemia mielóide *ex vivo* confirma que o extrato de feijoa é capaz de induzir a apoptose.

Além disso, o perfil de compostos voláteis da polpa de feijoa é composto por benzoato de metila (39,2%), butanoato de etila (29,6%), benzoato de etila (10,6%), butanoato de cis hex-3-enil (8,5%), trans β -ocimeno (4,7%), hexanoato de etilo (1,2%) e heptan-2-ona (0,8%), sendo que os compostos benzoato de metila, butanoato de etila e benzoato de etila caracterizam o forte aroma de frutos de feijoa (Baena-Pedroza; Londoño-Giraldo; Taborda-OCampo, 2020; Zhu, 2018). A casca apresenta um perfil de compostos voláteis muito semelhante a polpa (exceto hexanoato de etila), além de terpenos (humuleno, β -cariofileno, ledeno, α -terpineol, α -cubeneno e α -bourboneno). Além destes, álcoois (linalol, 3-octanol) e cetonas (3-octanona) também compõem o perfil aromático da casca (Hendges *et al.*, 2022).

PROCESSAMENTO E PRODUTOS

Visando identificar as preferências, hábitos e costumes, Tomaz *et al.* (2021) conduziram uma pesquisa para verificar o nível de conhecimento sobre frutas exóticas/nativas cultivadas na região Sul do Brasil. A maioria dos entrevistados conhecia as diversas frutas apresentadas, sendo que a “amora preta” (*Morus nigra* L.) foi a mais conhecida com 97,2% de respostas e o “maracujá do mato” (*Passiflora cincinn-*

nata) a menos conhecida, com 46,4%. Com relação à feijoa, 78,9% dos entrevistados a conheciam, sendo que destes, 93,6% afirmaram gostar de consumir o fruto. Entretanto, 51,7% destes consumidores afirmaram não terem conhecimento sobre produtos derivados da feijoa (Tomaz *et al.*, 2021).

Desse modo, a disseminação dos diversos produtos processados a base de feijoa é de fundamental importância para a valorização do fruto em nível regional, nacional e internacional. Nos próximos tópicos, vários produtos que são possíveis de se obter através da polpa e dos subprodutos de feijoa são descritos. A Figura 4 apresenta os diversos produtos processados a base de feijoa, tais como o chutney de feijoa, a geleia de polpa de feijoa e a composta com o mesocarpo de feijoa.

CHUTNEY DE FEIJOA

O chutney (molho de sabor agridoce de origem indiana que pode ser feito à base de diferentes ingredientes, tais como frutas, legumes, pimentas e temperos diversos) de feijoa pode ser formulado com casca inteira e frutos picados, seguindo as seguintes proporções: 1,5 kg de feijoa, 500 g de maçã, 740 mL de vinagre de maçã, 700 g de açúcar mascavo, 500 g de cebola roxa, 50 mL de suco de limão Tahiti, 15 g de sal, 20 g de gengibre moído, 5 g de alho esmagado, 30 g de pimenta malagueta fresca, 10 g de cravo moído e 10 g de noz-moscada moída. Inicialmente, a feijoa deve ser cortada em cubos de cerca de 4 cm, as cebolas, o alho, o gengibre e as pimentas vermelhas devem ser descascadas quando necessário e picados em pequenos cubos.

O preparado do chutney inicia com a adição do açúcar, vinagre e suco de limão em um recipiente, o qual deve ser levado à fervura a 110 °C por 5min. Em seguida, os ingredientes devem ser adicionados à solução fervente e, novamente, levados à ebulição por 25min, com agitação ocasional. Por fim, os frascos de vidro esterilizados devem ser preenchidos com chutney quente, deixando um espaço livre de 1,3 cm. Todas as bolhas de ar presentes dentro do vidro devem ser removidas e o espaço livre ajustado, se necessário. Em seguida, inserir o frasco em água fervente por 10 min e então resfriar até a temperatura ambiente (Figura 2). Para o armazenamento, enquanto o chutney estiver fechado não precisa refrigeração. Após aberto, sugere-se refrigerar para garantir uma maior vida de prateleira (Amaral *et al.*, 2019).

Figura 2 – Produtos processados a base de feijoa. (a) chutney de feijoa; (b, c) geleia de polpa de feijoa; (d, e) compota com o mesocarpo de feijoa



Fonte: acervo dos autores (2022).

GELEIA DE POLPA DE FEIJOA

De acordo com o Resolução n. 272 da ANVISA (2005), geleia de fruta é o produto obtido pela cocção, de frutas, inteiras ou em pedaços, polpa ou suco de frutas, com açúcar e água e concentrado até consistência gelatinosa. Denomina-se uma geleia “extra” quando preparadas em uma proporção de 50 partes de frutas frescas, ou seu equivalente, para 50 partes de açúcar. Uma geleia do tipo extra deve apresentar as seguintes características físico-químicas: umidade de no máximo 35%, sólidos solúveis totais no mínimo 65% e pectina adicionada no máximo 2%.

Os ingredientes necessários para a formulação de uma geleia tradicional de feijoa são: 500 g de açúcar, 100 mL de água, 800 g de polpa de feijoa, cravo, canela e anis. Para o preparo da geleia, sugere-se adicionar o açúcar, a água, cravo, canela e anis em um recipiente, deixando em fogo baixo até reduzir parte água e incorporar o sabor das especiarias. Após obter a polpa de feijoa homogeneizada, adicionar junto à mistura previamente preparada. Deixar em fogo baixo até chegar ao ponto de geleia, sendo que, estará pronta ao atingir pH entre 3,0 – 3,2 e teor de sólidos solúveis de 67,5 °Brix (Figura 4b). Por fim, os frascos de vidro esterilizados devem ser preenchidos com a geleia quente, observando para não deixar bolhas de ar dentro do vidro. Em

seguida, inserir o frasco em água fervente por 10 min e então resfriar até a temperatura ambiente (Figura 4c). A formulação de geleia tradicional permite a manutenção do aroma e sabor da fruta, além de um produto equilibrado e de boa aceitação sensorial (Santos *et al.*, 2017).

Para a elaboração da geleia *diet*, foi calculada a relação polpa de feijoa e xilitol com base no seu equivalente de doçura (Melo *et al.*, 2020). Em seguida, pectina de baixa metoxilação (2,5%), ácido benzoico (0,05%) e ácido cítrico (0,2%), em relação à massa da polpa e cloreto de cálcio (50 mg g⁻¹ de pectina) são utilizados na formulação da geleia *diet*. Inicialmente deve-se adicionar o xilitol e a polpa de feijoa, sendo estes aquecidos (85 °C). Posteriormente, pectina e cloreto de cálcio são adicionados para formar o gel. Ao atingir 48 °Brix a 85 °C, a geleia pode ser retirada da fonte de calor e adicionados ácido cítrico e ácido benzoico (Melo *et al.*, 2021).

A geleia tradicional de feijoa apresenta 25,9% de umidade, 0,29% de cinzas, 0,52% de lipídios, 0,25% de proteínas, 73,01% de carboidratos totais, valor energético de 297,72 kcal 100 g⁻¹, pH de 3,17, 0,92% de acidez, 75,33°Brix e 55,70 mg de ácido ascórbico 100 g⁻¹ de geleia. Por outro lado, a geleia *diet* de feijoa apresenta a seguinte composição: sólidos totais de 68,91%; sólidos solúveis de 48,73 °Brix; pH de 3,04; acidez total de 0,84%; umidade de 39,10%; cinzas de 0,38%; lipídeos de 0,81%; proteínas de 0,9%; carboidratos totais de 56,24%; e valor energético de 149,44 kcal 100 g⁻¹ (Melo *et al.*, 2021).

COMPOTA DE FEIJOA

A compota de feijoa pode ser preparada pelo método de desidratação osmótica, à pressão atmosférica (Amaral *et al.*, 2019). Para isso, recomenda-se utilizar apenas o mesocarpo do fruto (Figura 4d). Assim, os frutos devem ser descascados, cortados ao meio e a polpa (endocarpo + sementes) removida e armazenada para outras formulações (sorbet, chutney, geleia, fermentado). O mesocarpo dos frutos da feijoa deve ser cozido em calda de açúcar (relação sacarose/água 1:1) com teor de sólidos solúveis de 63° Brix. Primeiramente o xarope deve ser aquecido a 90 °C. Em seguida, os frutos devem ser adicionados e cozidos (90°C por 10 min). Uma combinação de desidratação osmótica com apertização (processo térmico aplicado a alimentos convenientemente acondicionados em embalagens herméticas) tem sido amplamente utilizada para melhorar as conservas de frutas. Para esses processos, 330

g de frutas cozidas devem ser inseridas em frascos de vidro assépticos de 500 mL. Em seguida, o xarope quente deve ser adicionado e eventuais bolhas de ar devem ser removidas. Após fechar os frascos com tampas metálicas, inserir os frascos em banho-maria fervente por 10 min. A Figura 4e mostra o resultado do preparo da compota de feijoa.

As compotas e geleias produzidas a base de feijoa podem ser uma nova alternativa como um produto com alto valor nutricional. Além disso, as compotas e geleias podem ser usadas como base para outros preparos culinários, como mousses, bolos, pães e como produto gelificante (Amaral *et al.*, 2019).

SORBET DE POLPA DE FEIJOA

Pela definição, *sorbet* é um sorvete feito à base de polpa de frutas, sem a adição de leite. O sorbet de feijoa foi feito seguindo a receita: 72 g de sacarose, 50 g de glicose em pó, 1,75 g de uma mistura comercial de hidrocoloide, 126 mL de água e 250 g de polpa de feijoa (endocarpo + sementes). Adicionar a água em uma panela, aquecer em fogo médio até 32 °C e, então, adicionar metade do açúcar e da glicose, previamente misturados. Manter sob agitação constante até atingir 58 °C. Em seguida, adicionar a mistura de hidrocoloides, a metade restante do açúcar com agitação contínua até atingir 80 °C. Após isso, resfriar a mistura de açúcar e hidrocoloides a 18 °C. Após 12 h, a polpa de feijoa pode ser adicionada à mesma temperatura. A preparação (polpa de feijoa + mistura de hidrocoloide) deve ser colocada em freezer até atingir -4 °C. Em seguida, inserir a mistura em uma sorveteira e bater por 20 min. O produto deve apresentar aproximadamente 28 °Brix (Amaral *et al.*, 2019).

FERMENTADO DE FEIJOA

A bebida fermentada de feijoa pode ser preparada com base nas técnicas de produção de vinho branco e vinho de goiaba (Bertagnolli *et al.*, 2017). A polpa de feijoa homogeneizada (12 kg) deve ser transferida para recipientes de polietileno de 20 L contendo 200 ppm de metabissulfito de potássio. Após 30 min de repouso, adicionar a enzima pectinolítica do extrato Lafazym® na proporção de 4 g 100 kg⁻¹. Preparar o inóculo de fermentação com uma solução de glicose (50 g L⁻¹) a 38 °C com 25 g 100 kg⁻¹ de levedura *Saccharomyces cerevisiae* e um nutriente de fermentação bifásico de fosfato de amônio, perlita e cloridrato de tiamina

(10 g 100 kg⁻¹). Homogeneizar os compostos e deixar a 16 °C até atingir 18 °Brix. Após 48 h de fermentação, adicionar mais 15 g 100 kg⁻¹ de nutriente de fermentação (bifásico de fosfato de amônio, perlita e cloridrato de tiamina) e manter a temperatura controlada (16 °C) por 15 dias. Após a fermentação alcoólica, a bebida fermentada deve ser clarificada a baixas temperaturas (1 °C) e para isso, utiliza-se clarificador de gelatina (50 mL L⁻¹) e sílica (30 mL L⁻¹). Posteriormente, as amostras devem ser submetidas à sulfitação (30 ppm de metabissulfito de potássio), filtração e engarrafamento (Sartori^{et al.}, 2020).

PERSPECTIVAS FUTURAS

Além da aplicação para a formulação de alimentos e preparações colunárias, estudos recentes indicam que os compostos antioxidantes presentes na polpa e casca de feijoa podem ser utilizados para a funcionalização de filmes biodegradáveis, os quais são aplicados para a conservação de alimentos (Sganzerla *et al.*, 2019; 2020b, 2021). Os filmes produzidos em laboratório, a base de amido de pinhão e pectina, com a adição de extratos de feijoa são uma excelente fonte de compostos antioxidantes estáveis, com atividade antimicrobiana contra *Escherichia coli*, *Salmonella* e *Shigella*. Além disso, estes filmes foram aplicados (*in situ*) para verificar o potencial de conservação de carne moída, pão e uvas. Os filmes estabilizaram positivamente os ácidos graxos poli-insaturados e as reações de deterioração em carne moída. A liberação de compostos bioativos dos filmes, oriundos dos extratos de feijoa, foi responsável por inibir bolores e leveduras em pães, aumentando sua vida de prateleira para 30 dias de armazenamento.

A aplicação de coberturas e embalagens nas uvas aumentou a conservação pós-colheita e manteve as características físico-químicas estáveis. Portanto, os filmes inovadores produzidos podem liberar compostos bioativos com atividade antioxidante e antimicrobiana e, conseqüentemente, podem ser propostos como um material eficaz para conservação de alimentos, aumentando a vida útil de produtos alimentícios perecíveis (Sganzerla *et al.*, 2021).

Além disso, embalagens biodegradáveis inovadoras, com propriedades antimicrobianas e antioxidantes, foram desenvolvidas com subproduto de feijoa (farinha de casca de feijoa). As propriedades físico-químicas, morfológicas, antioxidantes, antimicrobianas e aplicação *in situ* na conservação pós-colheita da maçã foram realizadas com as

embalagens produzidas. Os resultados obtidos mostram que a adição de farinha de casca de feijoa influenciou, positivamente, nas características da embalagem, tais como: solubilidade em água, propriedades mecânicas, atividade antioxidante e antimicrobiana. A alta concentração de compostos antioxidantes nos filmes com farinha de casca de feijoa promoveu atividade antimicrobiana contra *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium* e *Pseudomonas aeruginosa*. As embalagens produzidas mantiveram a qualidade das maçãs inteiras durante o armazenamento, com peso constante após 5 dias de armazenamento em 25 °C. Portanto, a utilização de farinha de casca de feijoa é uma excelente opção para a formulação de embalagens bioativas, antioxidantes e antimicrobianas (Sganzerla *et al.*, 2020b).

Além da utilização de produtos e subprodutos de feijoa na tecnologia de alimentos, o uso de compostos bioativos, principalmente fenólicos, em frutos nativos do Brasil apresentam-se como uma tendência de matéria-prima nas indústrias nutracêuticas e de cosméticos (Da Silva *et al.*, 2019). Esses compostos oriundos de frutos, mas também de subprodutos e outras partes da planta (folha, flor, pétalas, cascas e sementes) vem chamando atenção e gerando interesse nos últimos anos (Montoro *et al.*, 2020). Muitas frutas nativas do Brasil contêm níveis apreciáveis de compostos fenólicos e, portanto, são uma boa fonte de antioxidantes dietéticos. Isso não é exclusivo dos frutos de feijoa. No entanto, a diversidade de compostos fenólicos, o qual é dependente do tecido vegetal, bem como seus teores, que são bastante elevados para a feijoa, podem gerar um capital a partir destas propriedades pelo desenvolvimento de um extrato antioxidante para uso farmacêutico, podendo competir com extratos de frutas cítricas, por exemplo (Weston, 2010).

Os compostos bioativos da feijoa demonstraram atividade antioxidante, imunoestimulante, anti-inflamatória e antimicrobiana (Zhu, 2018). Essas diversas propriedades demonstram que a feijoa apresenta um forte potencial comercial. A flavona vem sendo descrita como a principal substância bioativa do fruto de feijoa. No entanto, também foram identificados diversos outros tipos de compostos (por exemplo proantocianidinas) que também estão sendo descritos como fenólicos com elevada capacidade antioxidante. Com isso, o uso de extrato de feijoa para o desenvolvimento como produto comercial de saúde, pode ser viável, tendo em vista que já existem no mercado nutracêuticos de produtos similares bem conhecidos da casca de pinus e da semente de uva (Aoyama; Sakagami; Hatano, 2018; Weston, 2010; Yang *et al.*, 2021; Zhu, 2018). Com

relação a utilização da casca, polpa e folhas, essas partes do fruto e da planta produzem um perfil de compostos voláteis altamente aromático, que demonstram ter propriedades antitumorais e antimicrobiana, fazendo com que esses extratos tenham excelente potencial como material aromatizante de alimentos e em cosméticos (Cebi; Sagdic, 2021; Dell’Omo *et al.*, 2021; Hedges *et al.*, 2022).

Portanto, a feijoa apresenta várias propriedades que podem alcançar diversos ramos da indústria, desde o setor alimentício (suplementos dietéticos, alimentos processados, xaropes), bem como da saúde e dos cosméticos. Cada vez mais, o melhor entendimento e utilização de matérias-primas vegetais até então desconhecidas vem ganhando força e possui amplo espectro de alcance, em função do desenvolvimento de novas rotas biotecnológicas e técnicas médicas, além da integração de áreas de pesquisa como proteômica, metabolômica e genômica, que contribuem para a formulação de novos alimentos funcionais para o bem-estar humano (Cebi; Sagdic, 2021; Da Silva, 2021).

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. S. O. de *et al.* Feijoa (*Acca sellowiana*) peel flours: A source of dietary fibers and bioactive compounds. **Food Bioscience**, v. 38, p. 100789, 2020.
- AMARAL, F. M. *et al.* *Acca sellowiana*: Physical-chemical-sensorial characterization and gastronomic potentialities. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, v. 17, p. 100159, 2019.
- AMARANTE, C. V. T. *et al.* Fruit quality of Brazilian genotypes of feijoa at harvest and after storage. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 9, p. 734–742, 2017..
- AMARANTE, C. V. T. *et al.* Qualidade e potencial de conservação pós-colheita dos frutos em cultivares brasileiras de goiabeira-serrana. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 4, p. 990–999, 2013.
- AMARANTE, C. V. T.; Santos, K. L. Feijoa (*Acca sellowiana*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 1, 2011.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução – RDC n. 272 de 22 de setembro de 2005**. Aprova o Regulamento técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis, 2005.
- AOYAMA, H.; SAKAGAMI, H.; HATANO, T. Three new flavonoids, proanthocyanidin, and accompanying phenolic constituents from *Feijoa sellowiana*. **Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry**, v. 82, n. 1, p. 31–41, 2018.

- BAENA-PEDROZA, A.; LONDOÑO-GIRALDO, L. M.; TABORDA-OCAMPO, G. Volatilome study of the feijoa fruit [*Acca sellowiana* (O. Berg) Burret.] with headspace solid phase microextraction and gas chromatography coupled with mass spectrometry. **Food Chemistry**, v. 328, p. 127109, 2020.
- BELOUS, O.; OMAROV, M.; OMAROVA, Z. Chemical composition of fruits of a feijoa (*F. sellowiana*) in the conditions of subtropics of russia. **Potravinarstvo**, v. 8, n. 1, 2014.
- BERTAGNOLLI, S. M. M. *et al.* Natural sparkling guava wine: volatile and physico-chemical characterization. **Ciência Rural**, v. 47, n. 9, 2017.
- BONTEMPO, P. *et al.* *Feijoa sellowiana* derived natural Flavone exerts anti-cancer action displaying HDAC inhibitory activities. **The International Journal of Biochemistry & Cell Biology**, v. 39, n. 10, p. 1902–1914, 2007.
- CEBI, N.; SAGDIC, O. Characterization of *Feijoa sellowiana* leaves based on volatile and phenolic compound compositions and antimicrobial properties. **Food Science and Technology**, v. 42, e14221, 2021.
- CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; Reis, A. **Espécies Nativas da Flora Brasileira de Valor Econômico Atual ou Potencial: Plantas para o Futuro – Região Sul**. Ministério do Meio Ambiente, MMA, 2011.
- DA SILVA, A. P. G. *et al.* Chemical composition, nutritional value and bioactive compounds in six uvaia accessions. **Food Chemistry**, v. 294, p. 547–556, 2019.
- DA SILVA, A. P. G. Fighting coronaviruses with natural polyphenols. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 37, p. 102179, 2021.
- DELL'OLMO, E. *et al.* Fighting multidrug resistance with a fruit extract: anti-cancer and anti-biofilm activities of *Acca sellowiana*. **Natural Product Research**, v. 35, n. 10, p. 1686–1689, 2021.
- EAST, A. R. *et al.* The effect of controlled atmospheres on respiration and rate of quality change in 'Unique' feijoa fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 53, n. 1–2, p. 66–71, 2009.
- EPAGRI. **Pesquisa da Epagri quer popularizar a goiaba-serrana no Brasil**, 2020. Disponível em: <https://www.epagri.sc.gov.br/index.php/2020/03/20/projeto-da-epagri-quer-popularizar-a-goiaba-serrana-no-brasil/>. Acesso em: 18 jan. 2022.
- HENDGES, M. V. *et al.* Aromatic profile of Feijoa (*Feijoa sellowiana*) fruit in protected cultivation, at harvest and after cold storage. **Scientia Horticulturae**, v. 293, p. 110691, 2022.
- KESSIN, J. P. *et al.* Atividade antioxidante de compostos fenólicos presentes em polpa e casca de goiabeira serrana. **Brazilian Journal of Food Research**, v. 9, n. 1, p. 141, 2018.

- MARCILLO-PARRA, V. *et al.* Encapsulation of bioactive compounds from fruit and vegetable by-products for food application – A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 116, p. 11–23, 2021.
- MARK, R. *et al.* Sustainable production of natural phenolics for functional food applications. **Journal of Functional Foods**, v. 57, p. 233–254, 2019.
- MELO, A. P. Z. *et al.* Nanoencapsulation of vitamin D₃ and fortification in an experimental jelly model of *Acca sellowiana*: Bioaccessibility in a simulated gastrointestinal system. **LWT**, v. 145, n. 3, p. 111287, 2021.
- MONTORO, P. *et al.* Evaluation of bioactive compounds and antioxidant capacity of edible feijoa (*Acca sellowiana* (O. Berg) Burret) flower extracts. **Journal of Food Science and Technology**, v. 57, n. 6, p. 2051–2060, 2020.
- OLIVEIRA, P. M. de; AQUINO, A. C. M. de S. Farinha de resíduos de feijoa (*Acca sellowiana*): caracterização química, aceitação sensorial e intenção de compra de biscoitos tipo cookies. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, p. e256101220339, 2021.
- PHAN, A. D. T. *et al.* Nutritional Characteristics and Antimicrobial Activity of Australian Grown Feijoa (*Acca sellowiana*). **Foods**, [s. l.], v. 8, n. 9, p. 376, 2019.
- ROSSI, A. *et al.* Inhibition of Inducible Nitric Oxide Synthase Expression by an Acetonic Extract from *Feijoa sellowiana* Berg. Fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, n. 13, p. 5053–5061, 2007.
- SAIFERT, L. *et al.* Evaluation of the genetic diversity in the feijoa accessions maintained at Santa Catarina, Brazil. **Crop Science**, v. 60, n. 1, p. 345–356, 2020.
- SANTOS, K. L. *et al.* Avaliação físico-química e sensorial de geleias de goiaba-serrana (*Acca sellowiana*). **Agropecuária Catarinense**, v. 30, n. 3, p. 41–44, 2017.
- SANTOS, K. L.; CIOTTA, M. N.; NODARI, R. O. Melhoramento genético da goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*) em Santa Catarina. **Agropecuária catarinense**, v. 30, n. 1, p. 40–42, 2017.
- SARTORI, G. V. *et al.* Characterization of a Fermented Feijoa Beverage. **International Journal of Agriculture and Natural Resources**, v. 47, n. 1, p. 35–45, 2020.
- SCHMIDT, H. O. *et al.* New insights into the phenolic compounds and antioxidant capacity of feijoa and cherry fruits cultivated in Brazil. **Food Research International**, v. 136, p. 109564, 2020.
- SCHOTSMANS, W. C. *et al.* Feijoa (*Acca sellowiana* [Berg] Burret). In: **Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits**. Elsevier, 2011. p. 115–135e.

SGANZERLA, W. G. *et al.* Application in situ of biodegradable films produced with starch, citric pectin and functionalized with feijoa (*Acca sellowiana* (Berg) Burret) extracts: An effective proposal for food conservation. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 189, p. 544–553, 2021.

SGANZERLA, W. G. *et al.* Bioactive and biodegradable films packaging incorporated with *Acca sellowiana* extracts: Physicochemical and antioxidant characterization. **Chemical Engineering Transactions**, v. 75, p. 445–450, 2019.

SGANZERLA, W. G. *et al.* Feijoa [*Acca sellowiana* (Berg) Burret] accessions characterization and discrimination by chemometrics. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 100, n. 15, p. 5373–5384, 2020a.

SGANZERLA, W. G. *et al.* Bioactive food packaging based on starch, citric pectin and functionalized with *Acca sellowiana* waste by-product: Characterization and application in the postharvest conservation of apple. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 147, p. 295–303, 2020b.

TOMAZ, M. S. *et al.* Bebidas alcoólicas com feijoa: uma pesquisa de mercado na região Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v. 11, n. 2, p. 854–858, 2021.

VUOTTO, M. L. *et al.* Antimicrobial and antioxidant activities of *Feijoa sellowiana* fruit. **International Journal of Antimicrobial Agents**, v. 13, n. 3, p. 197–201, 2000.

WESTON, R. J. Bioactive products from fruit of the feijoa (*Feijoa sellowiana*, Myrtaceae): A review. **Food Chemistry**, v. 121, n. 4, p. 923–926, 2010.

YANG, H. *et al.* Bioactive procyanidins from dietary sources: The relationship between bioactivity and polymerization degree. **Trends in Food Science & Technology**, v. 111, p. 114–127, 2021.

ZHU, F. Chemical and biological properties of feijoa (*Acca sellowiana*). **Trends in Food Science & Technology**, v. 81, p. 121–131, 2018.

Capítulo 5

PINHÃO

(*Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze)

Naiara Nobre dos Reis
Vania Zanella Pinto
Leda Battestin Quast

INTRODUÇÃO

O pinhão é a semente do Pinheiro do Paraná (*Araucaria angustifolia*, Bert, O. Ktze) a qual pertence ao grupo das Coníferas e cresce em florestas nativas da América Latina, em especial, no Sul e Sudeste do Brasil e Norte da Argentina (Conforti; Lupano, 2007). As populações naturais ou plantações desta árvore têm importância comercial como fonte de madeira para móveis, construção de casas e produção de celulose (Basso, 2010). A exploração madeireira reduziu drasticamente a população de espécies e, atualmente, *Araucaria angustifolia* está na Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção (Andreozzi, 2018). Medidas de preservação se fazem necessárias, tendo em vista a importância e o seu significado para o turismo de inverno, gastronomia, e o aumento de renda para algumas famílias (Peralta *et al.*, 2016) e pela manutenção da biodiversidade.

Dessa forma, assim como outras espécies nativas, percebe-se uma mudança nos hábitos culturais de manejo sustentável dos recursos natu-

rais, uma vez que se observa que se torna mais atrativo ter uma araucária na natureza do que a sua utilização em outras formas de extrativismo vegetal. Cabe ressaltar a importância da preservação das espécies nativas como forma de manter a cultura local, bem como a promoção da sua valorização através de turismo sustentável, que auxilia na preservação ambiental e no incremento de renda das populações locais.

As sementes de pinhão são obtidas por coleta extrativista, com produção anual, no período de abril a agosto (Cladera-Olivera *et al.*, 2008) e possuem alto conteúdo de amido, sendo considerado uma boa fonte de carboidratos complexos, fonte de fibra alimentar, magnésio e cobre (Peralta *et al.*, 2016; Silva *et al.*, 2022). Os pinhões possuem também compostos fenólicos, flavonoides e proantocianidinas em sua casca e película interna (Daudt *et al.*, 2014).

O pinhão é um dos principais produtos florestais não madeireiros do estado do Paraná, logo após a erva-mate, e envolve uma cadeia de coleta e comercialização tanto em quantidade, quanto em valor de produção (Bitencourt; Santos; Ribeiro, 2015). Normalmente, o pinhão é consumido pelas populações locais durante outono e inverno, cozido, tostado ou assado, e descascado (Bicudo *et al.*, 2009; Gama *et al.*, 2010), ou ainda, na forma de farinhas em pratos regionais (Cladera-Olivera *et al.*, 2008; Cordenunsi *et al.*, 2004). A concentração da produção, nesse curto período, promove um baixo grau de industrialização do produto, que é comercializado, via de regra *in natura* (Vieira-Da-Silva; Miguel, 2017) em estabelecimentos comerciais ou livremente em recuos de rodovias de grande circulação.

As diferentes partes de *A. angustifolia* também são utilizadas na medicina popular brasileira para o tratamento de reumatismo, infecções respiratórias, fadiga, anemia, entre outros distúrbios (Peralta *et al.*, 2016). Além disso, em função de sua composição química, o pinhão pode ser utilizado na indústria de alimentos, na diversificação de matérias-primas e produtos (Henriquez *et al.*, 2008) contribuindo, dessa forma, para a valoração e preservação da espécie e das florestas de Araucária (Cladera-Olivera *et al.*, 2008; Cordenunsi *et al.*, 2004).

PRODUÇÃO, CONSUMO E COMERCIALIZAÇÃO

Conforme o Sistema de Classificação de Engler, a classificação taxonômica indica que a *Araucaria angustifolia* (Figura 1) pertence à classe das Coniferopsida, à ordem das *Coniferae* e à família das *Araucariaceae* (Carvalho, 2002). Os pinheiros são árvores de porte grande, podendo

chegar a 35m de altura e inicia a produção de pinhão após 10–20 anos do plantio. Desse modo, em função do longo tempo para o início da produção, o plantio de forma estritamente comercial pode não ser atrativo. O plantio e manejo das araucárias devem levar em consideração aspectos ecológicos, culturais, ambientais e perspectivas de turismo e agregação de valor a este produto (Stuepp *et al.*, 2017) e a valorização da coleta extrativista como pode promover a conservação das florestas (Bittencourt; Santos; Ribeiro, 2015).

Figura 1 – *Araucaria angustifolia*: pinheiro do Paraná



Foto: Vania Zanella Pinto (2022).

As sementes de pinhões (Figura 2) ficam reunidas em cones ou estróbilos femininos (pinhas) e levam aproximadamente seis meses para o seu desenvolvimento completo, a partir do estágio pró-embriônico até a sua maturação, que ocorre durante os meses de dezembro a maio, dependendo da variedade. As sementes possuem diferentes tamanhos, sendo de 3 a 15 centímetros (Figura 3) de comprimento dependendo da variedade, idade e condições de crescimento (Capella; Penteado; Balbi, 2009; Carvalho, 2002).

No Estado de Santa Catarina, na Região da Serra Catarinense, os agricultores, através de seus saberes populares, identificaram que nem todas as Araucárias produzem o mesmo tipo de pinhão, nomeando pelo menos cinco tipos diferentes, sendo esses: "Pinhão 25 de Março" ou "Pi-

nhão do Cedro", "Pinhão da Época Certa", "Pinhão Caiuvá Preto", "Pinhão Caiuvá Branco" e "Pinhão Macaco" (Reis; Silva; Pereira, 2015).

Figura 2 – Pinha e sementes da *Araucaria angustifólia*: pinheiro do Paraná



Fotos: Giovani Luzzi from Freemages (2021).

As populações naturais de Araucária, no Brasil, podem ser encontradas, principalmente, nos estados mais ao Sul, como Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Conforti; Lupano, 2007; Cordenunsi *et al.*, 2004). No Rio Grande do Sul, o pinheiro (Figura 1) ocorre, especialmente, na região do Planalto, como uma árvore componente das florestas ombrófilas mistas (Zandavalli; Dillenburg; De Souza, 2004), ocorrendo, ainda, em áreas esparsas no Sul do Estado de São Paulo e na Serra da Mantiqueira, estendendo-se até o Sul de Minas Gerais e Rio de Janeiro. Entre as latitudes 25°30' e 27° Sul, a araucária ocorre também na Província Argentina de Misiones (Santos *et al.*, 2002).

Figura 3 – Vista externa e vista interna das sementes de pinhão com casca



Foto: Vania Zanella Pinto (2024).

As sementes de pinhão são consumidas durante outono e o inverno no Sul do Brasil, cozidas ou tostadas e descascadas (Figura 4) ou ainda na forma de farinhas em pratos regionais (De Freitas *et al.*, 2018; GUIDOLIN, 2016).

A comercialização de pinhão em propriedades rurais no Sudoeste do Paraná não se configura como a principal fonte de renda, sendo que os produtores têm como principais fontes de renda as atividades agrícola e pecuária. Para os coletores, a semente consiste em uma das principais fontes de renda, sendo uma atividade tradicional e importante para famílias de baixa renda. Dessa forma, o baixo preço pago pelo produto desmotiva a exploração e tem pouco impacto na preservação das florestas de araucária (Bitterncourt; Santos; Ribeiro, 2015).

Por ser um produto regional, o pinhão é muito utilizado na elaboração de pratos típicos da região Sul do Brasil, em função de sua alta versatilidade, a incorporação do pinhão na culinária é difundida em festividades e feiras gastronômicas, que levam esse produto como ingrediente na elaboração de vários pratos (Godoy *et al.*, 2013; Reis; Silva; Pereira, 2015).

No estado de Santa Catarina, na cidade de Lages, ocorre anualmente a Festa do Pinhão, que costuma acontecer entre os meses de maio e junho. Esse tipo de festividade acontece em várias cidades do Sul do Brasil, sendo uma forma importante de valorizar o cultivo e consumo do pinhão, além de estimular o turismo e preservar as tradições e culturas locais. Muitas dessas festividades trazem a figura da galha azul (*Cyanocorax caeruleus*), um símbolo como propagadora natural do pinhão (SEBRAE, 2018).

A semente é uma matéria-prima sazonal e exige estocagem sob refrigeração ou congelamento para permanecer apta para alimentação, pois perante o seu elevado teor de umidade e atividade de água, os pinhões são facilmente contaminados por fungos ao longo do seu armazenamento, sendo um obstáculo para a sua comercialização (Cladera-Olivera *et al.*, 2008). Dessa forma, deve-se proceder com o manuseio adequado das sementes logo após a sua colheita, de modo a garantir sua estabilidade físico-química e microbiológico para preservação da sua qualidade e agregação de valor.

O estado do Paraná é o maior produtor nacional do pinhão, seguido pelo estado de Santa Catarina e Rio Grande do Sul (IBGE, 2020). Segundo a IAP nº 046/2015 e a Lei nº 15.457, de 17 de janeiro de 2011, nos estados do Paraná e Santa Catarina, respectivamente, a comercialização do pinhão é permitida a partir de primeiro de abril, como forma de proteger a reprodução da araucária, garantir a alimentação da fauna, assim

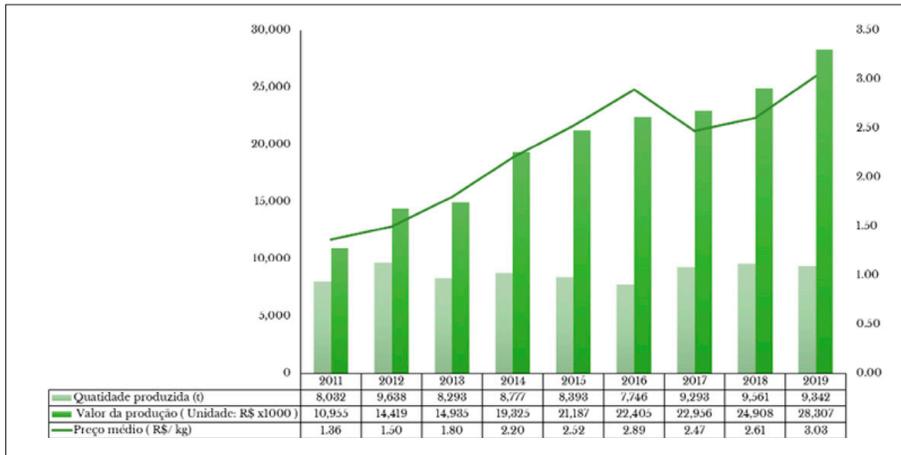
como proporcionar ao consumidor o acesso ao produto na maturação adequada (Instituto Ambiental Do Paraná, 2015; Santa Catarina, 2011).

Figura 4 – (A) Sementes de pinhão cozidas com casca e descascadas; (B) Sementes de pinhão tostadas com casca e descascadas



Foto: Vania Zanella Pinto (2024).

Em termos regionais, o Centro-Sul do Paraná tem a maior concentração de Araucárias no Estado. O Núcleo Regional da Secretaria da Agricultura de Guarapuava, é composto por dez municípios, e produz aproximadamente 37% da produção estadual, o que no ano de 2019 representou 1.566 toneladas de pinhão comercializados (Secretaria Da Agricultura e Do Abastecimento, 2020). A produção em toneladas de pinhão no país cresceu de 2011 até 2019 em 16% (Figura 5), observando-se uma alta variação no que diz respeito ao preço de venda.

Figura 5 – Quantidade produzida e preço médio do pinhão no Brasil

Fonte: IBGE (2020) – adaptada.

O desenvolvimento de novos produtos alimentícios a partir do pinhão pode representar uma alternativa de comercialização do produto fora da safra, bem como fornecer alternativas de incremento de renda, soberania alimentar e valorização do produto. Segundo o Relatório de Inteligência do Sebrae o quilo de pinhão *in natura* é comercializado com valores entre R\$ 3,00 a R\$ 4,00 (valores flutuantes, dependentes das condições da moeda nacional, inflação, entre outros), sendo que descascado e picado vale entre R\$ 13,00 e R\$ 16,00, gerando cerca de 300% de valor agregado, pela aplicação de alguma operação unitária (SEBRAE, 2018).

De 2018 a 2020 a ocorreram quedas consecutivas para a produção de pinhão. Isso pode ocorrer em função do ciclo de reprodução da Araucária e ao clima. O ciclo para a produção de pinhão é de aproximadamente 2 anos. Estudos mostram que a polinização é uma época crítica, o que pode ter alguma interferência e alterar o ciclo de produção. No que diz respeito ao clima, segundo o DERAL no Paraná, o inverno não rigoroso no ano de 2019 e a seca prolongada em 2020 contribuíram para a redução da atual safra (Signor, 2020).

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ASPECTOS NUTRICIONAIS DO PINHÃO

O pinhão é composto por carboidratos (68-72%), proteínas (~3%), lipídeos (~1%), açúcares solúveis, além de fibras, minerais e compostos fenólicos (< 0,2 mg %). O consumo das sementes produz um baixo índice

glicêmico, comparado com pão branco (Cladera-Olivera *et al.*, 2008; Cordenunsi *et al.*, 2004; Stahl *et al.*, 2007). As sementes de pinhão apresentam maior concentração de flavonóis após o seu cozimento, em função da migração desses componentes da casca para o grão (Cordenunsi *et al.*, 2004). Estes flavonoides encontrados nas sementes podem estar relacionados à presença de uma película entre a casca e a semente (Daroit *et al.*, 2010; Sant'Anna *et al.*, 2016).

Uma forma de aproveitamento do fruto é a sua transformação em farinha, sendo que esta apresenta uma digestibilidade *in vitro*, elevada após a cocção das sementes. Tal comportamento foi atribuído pela ruptura e colapso dos grânulos de amido depois da cocção, sendo que o amido proveniente da *A. angustifolia* apresenta boa digestibilidade (Conforti, Lupano, 2007, 2008). Em função de sua alta importância tecnológica na composição das sementes, o conhecimento das suas características físico-químicas é fundamental para as suas aplicações. A Tabela 1 apresenta valores da composição físico-química de pinhões obtidos em literatura.

Tabela 1 – Composição química das sementes de pinhão crus e cozidos

Componentes	Sementes cruas	Sementes cozidas
Umidade (g 100 g ⁻¹) (b.s)	46,24 - 49,50	50,67 - 50,35
Proteínas (g 100 g ⁻¹) (b.s)	3,6* - 6,88**	3,3* - 6,8**
Lipídios (g 100 g ⁻¹) (b.s)	1,26* - 2,08**	1,3* - 2,3**
Fibra alimentar (g 100 g ⁻¹)	5,0* - 15,7**	5,7* - 17,34**
Amido (g 100g ⁻¹)	34-,5 - 36,28*	34,48*
Na (mg 100 g ⁻¹)	0,67	1,53
K (mg 100 g ⁻¹) (b.u)	473 - 727	467 - 549
Ca (mg 100 g ⁻¹) (b.u)	11,0 - 23,8	7,7 - 12,5
Zn (mg 100 g ⁻¹) (b.u)	0,52 - 1,13	0,26 - 0,77
Mg (mg 100 g ⁻¹)	44,2 - 61,4	29,7 - 58,3
Mn (mg 100 g ⁻¹) (b.u)	0,14 - 0,4	0,1 - 1,1
Cu (mg 100 g ⁻¹) (b.u)	0,11 - 0,23	0,07 - 0,16

Fonte: Cordenunsi *et al.*, 2004; Embrapa, 2018; Gama *et al.*, 2010; Nobre *et al.*, 2021; Peralta *et al.*, 2016; Silva *et al.*, 2022; Taco, 2011.

* Dados em base úmida; ** Dados em base seca.

A semente de pinhão é composta de aproximadamente 68–72% de amido (Wosiacki; Cereda, 1985), que é o principal carboidrato de reserva das plantas e um importante ingrediente modificador de textura e consistência dos alimentos. Além da indústria de alimentos, o pinhão é amplamente utilizado na indústria de fármacos, têxtil, de petróleo, papelaria e outras (Zeeman; Kossmann; Smith, 2010). O amido é armazenado em pequenos grânulos insolúveis, sendo formado por duas moléculas, amilose e amilopectina, as quais possuem grande influência em suas características e propriedades (Pfister; Zeeman, 2016).

Os grânulos de amido de pinhão variam de 7,6 a 60,3 μm com tamanho médio de $22,9 \pm 0,38 \mu\text{m}$ (Figura 6) com formato esférico, levemente ovais, com um dos lados planos, superfície lisa e com irregularidades (Bello-Pérez *et al.*, 2006; Cordenunsi *et al.*, 2004; Pinto *et al.*, 2015a; Wosiacki; Cereda, 1985). O teor de amilose do amido de pinhão varia de 23,54% a 26,3% sendo esta variação influenciada pelo estágio de maturação das sementes e ano da colheita, além da variabilidade genética natural das plantas (Bello-Pérez *et al.*, 2006; Pinto *et al.*, 2012, 2015b; Stahl *et al.*, 2007; Thys *et al.*, 2010).

O processo de extração ou isolamento de amido de pinhão mais comum é utilizando água, com moagem das sementes cruas, seguida de filtração e decantação. Em geral, é possível obter o amido isolado com elevada pureza (>90%) com bom rendimento (59% tomando-se como referência a matéria seca da semente e 26 % na semente úmida) (Bello-Pérez *et al.*, 2006; Pinto *et al.*, 2012). A facilidade na extração do amido de pinhão, bem como o alto rendimento de extração são características atrativas para produções em escala piloto e comercial deste amido (Bello-Pérez *et al.*, 2006).

Figura 6 – Microfotografias óticas e sob luz polaridade (aumento de 40x) dos grânulos de amido de pinhão e microscopia eletrônica de varredura (MEV)

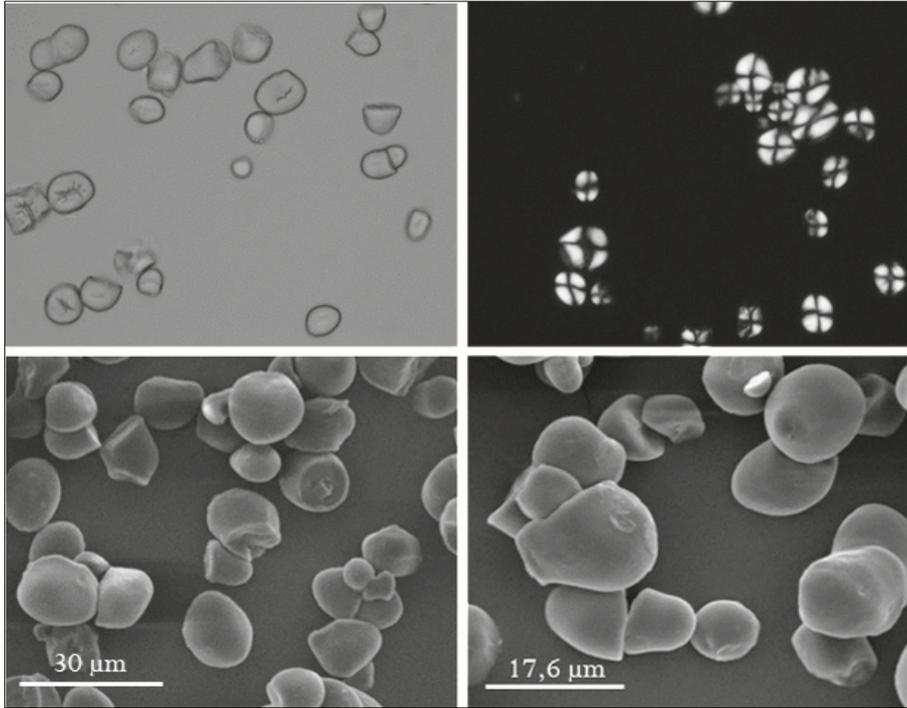
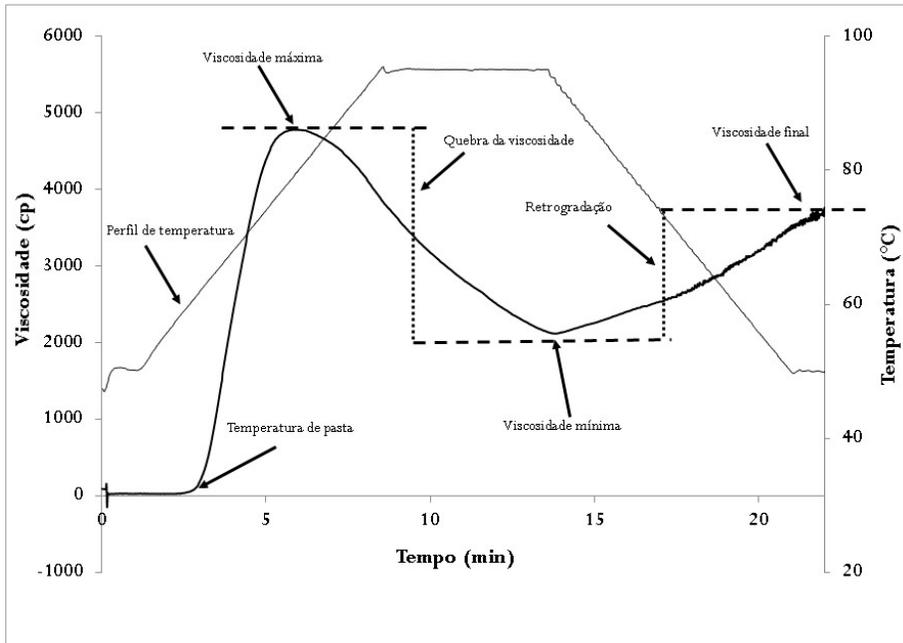


Foto: Vania Zanella Pinto (2024).

O amido de pinhão apresenta elevada viscosidade e retrogradação (Bello-Pérez *et al.*, 2006; Pinto *et al.*, 2012; Stahl *et al.*, 2007). Este comportamento viscoamilográfico é estudado em analisador rápido de viscosidade (RVA) e o perfil de viscosidade do amido de pinhão nativo é mostrado na Figura 7.

Figura 7 – Curva de análise viscoamilgráfica de amido de pinhão nativo em analisador rápido de viscosidade (RVA)



Fonte: elaborada pelos autores (2024).

Ao comparar a viscosidade do amido de pinhão com o comercial de milho, a temperatura de formação da pasta é inferior ao de milho, mas desenvolve viscosidades mais elevadas. O amido de pinhão possui viscosidade semelhante ao amido de mandioca, estabilidade ao cisalhamento (quebra de viscosidade reduzida) e tendência à retrogradação superiores (Klein *et al.*, 2013). Estas características são desejadas para produtos que requerem alta viscosidade e baixas temperaturas de processamento e no desenvolvimento de produtos com ingredientes termoestáveis (Bello-Pérez *et al.*, 2006).

COMPOSTOS FENÓLICOS

Os pinhões apresentam, como uma das principais características biológicas, atividade antioxidante, notada pela promoção à saúde (Santos *et al.*, 2018). Tanto a casca quanto a película interna apresentam grandes quantidades de compostos fenólicos. Sabe-se que durante o cozimento estes compostos migram para a semente, resultando na colora-

ção amarronzada (Figura 4A) e no característico sabor adstringente da película que envolve a semente (Koehnlein *et al.*, 2012; Reis; Taira; Quast, 2016; Santos *et al.*, 2018).

Os principais compostos fenólicos encontrados nas sementes de pinhão, tanto cruas quanto cozidas são as catequinas e quercetinas (Tabela 2), mas os pinhões possuem também, flavonoides e proantocianidinas, que se encontram em maior quantidade nas sementes cozidas, por conta da migração dos compostos da casca para as sementes após o processo de cocção (Cladera–Olivera *et al.*, 2008; Cordenunsi *et al.*, 2004; Santos *et al.*, 2018).

A casca *in natura* possui cerca de 4198,75, e após a cocção restaram 1215,82 mg eq. ác. clorogênico/g, sendo que o pinhão cozido apresentou aumento de compostos fenólicos totais (Darolt, L. M.; Helm, 2012). Em estudos publicados em literatura, verificou-se que o extrato da casca de pinhão expressa quantidade de compostos fenólicos significativa com potencial antioxidantes, seletividade para as células cancerígenas e diminuição de triglicerídeos, bem como inibição de α -amilase salivar humana (Daudt *et al.* 2016; Silva *et al.*, 2014).

Tabela 2 – Compostos fenólicos presentes no pinhão

Compostos fenólicos	Fração	Concentração	Referência
Compostos fenólicos totais (mg AGE/100g)*	Semente <i>in natura</i>	4,07 - 5,92	(Koehnlein <i>et al.</i> , 2012; Reis; Taira; Quast, 2016)
	Semente cozida	20,04 - 24,06	(Koehnlein <i>et al.</i> , 2012; Reis; Taira; Quast, 2016)
	Casca+ película <i>in natura</i>	137,09± 0,49	(REIS; Taira; Quast, 2016)
	Casca + película após cocção	92,96 ± 3,66	(REIS; Taira; Quast, 2016)
Compostos fenólicos totais (mg ACE/g)**	Casca <i>in natura</i>	4198,75	(Darolt, L. M.; Helm, 2012)
	Casca após cocção	1215,82	(Darolt, L. M.; Helm, 2012)
Compostos majoritários			
Gálico (mg/100g)	Semente <i>in natura</i>	0.358±0.002	(Koehnlein <i>et al.</i> , 2012)
	Semente cozida	0.821±0.058	(Koehnlein <i>et al.</i> , 2012)
Catequina (mg/100g)	Semente <i>in natura</i>	17.487±0.057	(Koehnlein <i>et al.</i> , 2012)
	Semente cozida	21.081±0.090	(Koehnlein <i>et al.</i> , 2012)
	Casca <i>in natura</i>	2,16 - 11,60	(Santos <i>et al.</i> , 2018)
Quercetina (mg/100g)	Semente <i>in natura</i>	0.068±0.005	(Koehnlein <i>et al.</i> , 2012)
	Semente cozida	0.692±0.005	(Koehnlein <i>et al.</i> , 2012)

Fonte: elaborada pelos autores (2022).

*AGE mg equivalente de ácido gálico, **ACE mg equivalente de ácido clorogênico.

A água da cocção das sementes de pinhão apresenta elevadas concentrações de compostos fenólicos, que migram da casca e película interna durante a fervura (Santos *et al.*, 2018)(De Freitas *et al.*, 2018). Os principais compostos presentes na água de cocção são a epicatequina (10,55 mg g⁻¹), ácido protocatecuico (4,87 mg g⁻¹), catequina (2,06 mg g⁻¹), prodelfinidina B3 (1,59 mg g⁻¹) (De Freitas *et al.*, 2018). Estes compostos fenólicos são responsáveis pelas propriedades bioativas e de promoção à saúde inferidas ao pinhão. No entanto, com a água da cocção, em geral, é descartada nos processos domésticos e o uso desta em outras preparações culinárias pode ser uma forma de aproveitamento.

PROCESSAMENTO E PRODUTOS

A umidade e atividade de água elevadas do pinhão *in natura* são características que afetam a comercialização do produto, pois esses fatores podem favorecer o aparecimento de fungos, limitando o tempo de armazenamento (Cladera–Olivera *et al.*, 2008). Por isso, alguns estudos científicos demonstraram as inúmeras possibilidades de utilização do pinhão em diversos produtos (Tabela 3). Pode-se destacar o uso como adjunto de cerveja, snacks extrusados, barra de cereais, biscoitos com farinha de pinhão, pães com farinha de pinhão, conservas ácidas de pinhão, secagem dos pinhões em micro-ondas, farinha de pinhão pré-cozida (extrusada) ou crua.

Ainda, além dos pratos típicos elaborados com pinhão, alguns produtos alimentícios industrializados vêm sendo formulados a partir das sementes de *Araucaria angustifolia*, com o intuito de agregar valor a estas sementes e valorizar ainda mais a economia e cultura da região Sul do país.

O empreendimento Encontro de Sabores, Passo Fundo, RS, desenvolveu uma bolacha feita a partir do pinhão. A quantidade de bolachas produzidas (15 a 20kg) ao dia possui comercialização local sendo essa iniciativa uma inovação na comercialização de produtos alimentícios oriundos do pinhão (Paulo, 2020). A cerveja Insana Pinhão, produzida pela cervejaria Insana, Palmas, PR, é elaborada com pinhão cozido e tem aromas doces, alcoólicos e amadeirados, com uma leve lembrança deste adjunto do processamento (Insana, 2022).

Tabela 3–Possibilidades de utilização do pinhão no desenvolvimento de novos produtos

Produto	Autores
Adjunto de Cerveja	(Batista; Silva, 2015; Jorge <i>et al.</i> , 2018)
Snaks extrusados	(Guidolin, 2016)
Barra de cereais	(Timm <i>et al.</i> , 2020)
Biscoitos com farinha de pinhão	(Acorsi <i>et al.</i> , 2009)
Pães com farinha de pinhão	(Forlin <i>et al.</i> , 2009; Raniere; Vidal; Gonzáles, 2006)
Conservas ácidas de Pinhão	(Conto; Ide, 2015)
Secagem dos pinhões em micro-ondas	(Nobre <i>et al.</i> , 2021)
Farinha de pinhão pré-cozida (extrusada)	(Godoy <i>et al.</i> , 2020)
Farinha de pinhão crua	(Godoy <i>et al.</i> , 2020)

Fonte: elaborada pelos autores (2023).

Além da parte comestível, a casca do pinhão também possui grande quantidade de compostos fenólicos, implicando na relevância do seu uso como agente antioxidante, além de ser relacionada com a redução dos níveis de triglicerídeos (Cladera–Olivera *et al.*, 2008; Daudt *et al.*, 2014; Santos *et al.*, 2018) e representa aproximadamente 20% da massa da semente. Porém a casca é classificada como resíduo para a indústria de alimentos, sendo descartada.

Dessa forma, se torna evidente que o desenvolvimento de novos produtos alimentícios a partir do pinhão pode representar uma alternativa de comercialização do produto fora da safra, bem como fornecer alternativas de incremento de renda, soberania alimentar, valorização do produto e preservação das florestas de araucária.

PERSPECTIVAS FUTURAS

Uso da farinha e amido de pinhão em fármacos pode ser uma aplicação viável. O amido de pinhão apresentou menor temperatura de gelatinização, pH mais neutro e menor teor de umidade que o amido de milho, indicando a aplicabilidade como excipiente farmacêutico (Daudt *et al.*, 2014). Além disso, foi sugerido o uso do amido e do extrato da película como ingredientes naturais para cosméticos, como gel e emulgel. O pH se manteve após ciclos de aquecimento/congelamento e estabilidade por resistência à centrifugação e não promoveram irritação da pele ou alteração do pH cutâneo. Ainda, o extrato de casca de pinhão é uma boa fonte de compostos fenólicos e atividade antioxidante (Daudt *et al.*, 2015).

Outra possível aplicação para o amido e os compostos fenólicos presentes na casca e película das sementes de pinhão é no desenvolvimento de embalagens e sistemas de embalagens ativas (Daudt *et al.*, 2016, 2017). O encapsulamento dos compostos fenólicos amplia a utilização destes, sendo possível preservar as propriedades antioxidantes, bem como modular a sua liberação ou entrega quando aplicados em alimentos, fármacos e cosméticos (Fonseca *et al.*, 2020)

Assim, tendo como exemplo a preservação das castanheiras nativas na região Amazônica, que promoveu a conservação das áreas florestais pela coleta extrativista das castanhas-do-Brasil (Souza, 2013), acredita-se que com o aumento da utilização das sementes de pinhão seja possível promover a preservação da Araucária, bem como incentivar o plantio comercial de pinhão. Além disso, o pinhão possui apelo regional e está ligado às características de culturas locais que pode auxiliar na promoção de um turismo com desenvolvimento sustentável. A aplicação de tecnologias adequadas para a preservação e processamento do pinhão, pode levar uma perspectiva de agregação de valor e comercialização do produto de forma diferenciada.

REFERÊNCIAS

- ACORSI, D. M. *et al.* Viabilidade do processamento de biscoitos com farinha de pinhão. **Ambiência**, Guarapuava, v. 5, n. 2, p. 207–212, 2009. Disponível em: <https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/viewFile/337/pdf>. Acesso em: 25 jul. 2021.
- ANDREOZZI, M. M. **Espécies Ameaçadas**. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <https://dados.gov.br/dataset/especies-ameacadas>. Acesso em: 20 abr. 2021.
- BASSO, C. M. G. A Araucária e a paisagem do Planalto Sul Brasileiro. **Revista de Direito Público**, Londrina, v. 5, n. 2, p. 1–11, 2010. Disponível em: <https://www.uel.br/revistas/uel/index.php/direitopub/article/view/7370/6501>. Acesso em: 30 maio. 2021.
- BATISTA, R. A.; Silva, J. B. de A. e. Evaluation of the proportion malt : “pinhão” (*Araucaria angustifolia*): Effect on acceptance in sensory analysis. **European International Journal of Science and Technology**, South Shields, v. 4, n. 3, p. 150–156, 2015. Disponível em: https://ejst.org.uk/images/frontImages/gallery/Vol_4_No_3/14_150-156.pdf. Acesso em: 24 jun. 2021.
- BELLO-PÉREZ, L. A. *et al.* Isolation and characterization of starch from seeds of *Araucaria brasiliensis*: A novel starch for application in food industry. **Starch/Staerke**, Weinheim, v. 58, n. 6, p. 283–291, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/star.200500455>

BICUDO, S. C. W. *et al.* Thermoanalytical study and characterization of native starches of Paraná pine seeds (*Araucaria angustifolia*, Bert O. Ktze) and European chestnut seeds (*Castanea sativa*, Mill). **Eclética Química**, São Paulo, v. 34, p. 7–12, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-46702009000100001>. Acesso em: 15 maio. 2022.

BITTERN COURT, A. M.; SANTOS, A. J. dos; RIBEIRO, R. M. Renda do pinhão nas propriedades rurais da região sudeste do Paraná. **Enciclopédia Biosfera**, Jandaia, v. 11, n. 21, p. 2778–2792, 2015. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/1999>. Acesso em: 24 jun. 2022.

CAPELLA, A. C. de V.; PENTEADO, P. T. P. da S.; BALBI, M. E. Semente de *Araucaria angustifolia*: Aspectos morfológicos e composição química da farinha. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 27, n. 1, p. 135–142, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/cep.v27i1.15009>. Acesso em: 17 ago. 2021.

CARVALHO, P. E. R. O Pinheiro do Paraná. **Circular Técnica Embrapa**, Colombo, n. nov, p. 1–17, 2002. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/304455>. Acesso em: 20 jun. 2022.

CLADERA-OLIVERA, F. *et al.* Thermodynamic properties of moisture desorption of raw pinhão (*Araucaria angustifolia* seeds). **International Journal of Food Science & Technology**, London, v. 43, n. 5, p. 900–907, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2007.01540.x>

CONFORTI, P. a.; LUPANO, C. E. Starch Characterisation of *Araucaria angustifolia* and *Araucaria araucana* Seeds. **Starch – Stärke**, Weinheim, v. 59, n. 6, p. 284–289, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/star.200600606>

CONFORTI, P. a.; LUPANO, C. E. Comparative Study of the Starch Digestibility of *Araucaria angustifolia* and *Araucaria araucana* Seed Flour. **Starch – Stärke**, Weinheim, v. 60, n. 3–4, p. 192–198, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/star.200700671>

CONTO, L. C. de; IDE, G. M. Physico-chemical and sensory evaluation of canned pine nut (*Araucaria angustifolia*) produced in different acidification medias. **Ambiência**, Guarapuava, v. 11, n. 2, p. 443–455, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.5935/ambiencia.2015.02.12>

CORDENUNSI, B. R. *et al.* Chemical composition and glycemic index of Brazilian pine (*Araucaria angustifolia*) seeds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, DC, v. 52, n. 11, p. 3412–3416, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/jf034814l>

DAROIT, D. J. *et al.* Partial Purification And Characterization Of Polyphenol Oxidase From *Araucaria Angustifolia* (Bert, O. Ktze) Seeds. **Journal of Food Biochemistry**,

[S. I.], v. 34, n. 6, p. 1216–1230, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1745-4514.2010.00360.x>

DAROLT, L. M.; HELM, C. V. Caracterização da composição química e compostos fenólicos do pinhão. In: 2012, Colombo. **XI Evento de Iniciação Científica da Embrapa Florestas**. Colombo: Embrapa Florestas (CNPQ), 2012. p. 395. Disponível em: <https://ainfo.cnpqia.embrapa.br/digital/bitstream/item/73102/1/Caracterizacao-da-composicao-quimica-e-compostos-fenolicos-do-pinhao.pdf>. Acesso em: 21 maio. 2022.

DAUDT, R. M. *et al.* Determination of properties of pinhão starch: Analysis of its applicability as pharmaceutical excipient. **Industrial Crops and Products**, [S. I.], v. 52, p. 420–429, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.10.052>

DAUDT, R. M. *et al.* Pinhão starch and coat extract as new natural cosmetic ingredients: Topical formulation stability and sensory analysis. **Carbohydrate Polymers**, [S. I.], v. 134, p. 573–580, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2015.08.038>

DAUDT, R. M. *et al.* Comparative study on properties of edible films based on pinhão (*Araucaria angustifolia*) starch and flour. **Food Hydrocolloids**, [S. I.], v. 60, p. 279–287, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.03.040>

DAUDT, R. M. *et al.* Development of edible films based on Brazilian pine seed (*Araucaria angustifolia*) flour reinforced with husk powder. **Food Hydrocolloids**, [S. I.], v. 71, p. 60–67, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.04.033>

DE FREITAS, T. B. *et al.* Antioxidants extraction from Pinhão (*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze) coats and application to zein films. **Food Packaging and Shelf Life**, [S. I.], v. 15, n. July 2017, p. 28–34, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodpsl.2017.10.006>

EMBRAPA. Valor nutricional do pinhão. **Embrapa Florestas**, [S. I.], v. 2, n. 41, p. 0–1, 2018. Disponível em: <https://ainfo.cnpqia.embrapa.br/digital/bitstream/item/195781/1/2018-Folder-Valor-Nutricional-Pinhao.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2022.

FONSECA, L. M. *et al.* Electrospun Starch Fibers Loaded with Pinhão (*Araucaria angustifolia*) Coat Extract Rich in Phenolic Compounds. **Food Biophysics**, [S. I.], 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11483-020-09629-9>

FORLIN, D. *et al.* Viability of bread-making with Paraná-pine-nut flour and yogurt. **Ambiência**, Guarapuava, v. 5, p. 93–100, 2009.

GAMA, T. M. M. *et al.* Influência de tratamentos térmicos no teor de amido, colorimetria e microscopia de pinhão nativo (*Araucaria angustifolia*) e pinhão proveniente de polinização controlada. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, [S. I.], v. 4, n. 2, p. 161–178, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.3895/s1981-36862010000200005>

GODOY, R. C. B. de *et al.* Processamento de farinhas de pinhão crua e pré-cozida. **Embrapa Comunicado técnico**, Colombo, n. 451, p. 1–11, 2020.

GODOY, R. C. B. DE *et al.* **O pinhão na culinária**. Brasília, DF: Embrapa Florestas (CNPQ), 2013. *E-book*.

GUIDOLIN, M. E. B. Z. **Caracterização da estrutura fina do amido de sementes de Araucaria angustifolia (Bertoloni Otto Kuntze (pinhão) e produção de extrusados**. 2016. – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

HENRÍQUEZ, C. *et al.* Characterization of piñon seed (*Araucaria araucana* (Mol) K. Koch) and the isolated starch from the seed. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 107, n. 2, p. 592–601, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.08.040>

IBGE. **Extração vegetal e Silvicultura**. [S. l.], 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/16/12705?indicador=12729&tipo=grafico>. Acesso em: 20 jun. 2021.

INSANA. **Cerveja Insana Pinhão**. Palmas, PR, 2022. Disponível em: <https://www.cervejainsana.com.br/produtos/detalhes/id/27/t/Pinhao>. Acesso em: 20 jun. 2022.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. Portaria IAP Nº 46. Procedimentos para controle da exploração do Pinhão. **Diário Oficial Estadual – PR**, Curitiba, v. março, 2015.

JORGE, T. *et al.* Physicochemical study of pinhão flour as source of adjunct in beer production. **Journal of the Institute of Brewing**, [S. l.], v. 124, n. 4, p. 365–373, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jib.507>

KLEIN, B. *et al.* Effect of single and dual heat–moisture treatments on properties of rice, cassava, and pinhão starches. **Carbohydrate Polymers**, [S. l.], v. 98, n. 2, p. 1578–1584, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.07.036>

KOEHNLEIN, E. A. *et al.* Antioxidant activities and phenolic compounds of raw and cooked Brazilian pinhão (*Araucaria angustifolia*) seeds. **African Journal of Food Science**, [S. l.], v. 6, n. 21, p. 512–518, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.5897/ajfs12.128>

NOBRE, N. *et al.* Microwave and convective air on drying of araucaria angustifolia seeds Utilização de micro-ondas e ar quente na secagem de sementes de araucaria angustifolia. **Semina: Ciências Agrárias**, [S. l.], v. 42, n. 3, suplemente 1, p. 1487–1498, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2021v42n3Supl1p1487>

PAULO, V. Marca de Passo Fundo cria bolacha de pinhão. **Jornal do Comércio**, Passo Fundo, 11 ago. 2020 Disponível em: https://www.jornaldocomercio.com/_conteudo/ge2/noticias/2020/08/751732-marca-de-passo-fundo-cria-biscoito-de-pinhao.html

- PERALTA, R. M. *et al.* Biological activities and chemical constituents of *Araucaria angustifolia*: An effort to recover a species threatened by extinction. **Trends in Food Science and Technology**, [S. l.], v. 54, p. 85–93, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.05.013>
- PFISTER, B.; ZEEMAN, S. C. Formation of starch in plant cells. **Cellular and Molecular Life Sciences**, [S. l.], v. 73, n. 14, p. 2781–2807, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00018-016-2250-x>
- PINTO, V. Z. *et al.* Physicochemical, crystallinity, pasting and thermal properties of heat–moisture–treated pinhão starch. **Starch/Stärke**, Weinheim, v. 64, n. 11, p. 855–863, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/star.201200040>
- PINTO, V. Z. *et al.* Molecular structure and granule morphology of native and heat–moisture–treated pinhão starch. **International Journal of Food Science and Technology**, London, v. 50, n. 2, p. 282–289, 2015 a. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/ijfs.12608>
- PINTO, V. Z. *et al.* Effects of single and dual physical modifications on pinhão starch. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 187, p. 98–105, 2015 b. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.04.037>
- RANIERE, J.; VIDAL, M.; GONZÁLES, S. L. Elaboração de Pães com Farinha de Pinhão Bread–Making with Pine Nut Flour. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, [S. l.], v. 8, n. 1, p. 70–81, 2006.
- REIS, E. dos; SILVA, R. O. da; PEREIRA, S. A. **Pinhão Produto da Sociobiodiversidade**. Lages: [s. n.], 2015.
- REIS, N. N. dos; TAIRA, J. Y.; QUAST, L. B. Avaliação dos compostos fenólicos na obtenção de farinha de pinhão. In: 2016, Cerro Largo. **IX Jornada de Iniciação Científica e Tecnológica**. Cerro Largo: UFFS, 2016. p. 1–5. Disponível em: <https://portaleventos.uffs.edu.br/index.php/JORNADA/article/view/11692/8421>. Acesso em: 15 nov. 2021.
- SANT’ANNA, V. *et al.* Effect of cooking on polyphenols and antioxidant activity of *Araucaria angustifolia* seed coat and evaluation of phytochemical and microbiological stability over storage. **International Journal of Food Science and Technology**, [S. l.], v. 51, n. 8, p. 1932–1936, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/ijfs.13170>
- SANTA.CATARINA. LEI Nº 15.457. Regulamento sobre a a colheita do pinhão. **Diário Oficial Estadual – SC**, Florianópolis, v. 19.009, 2011.
- SANTOS, C. H. K. *et al.* Systematic study on the extraction of antioxidants from pinhão (*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze) coat. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 261, n. April, p. 216–223, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.04.057>
- SEBRAE. O mercado do pinhão em Santa Catarina. **Alimentos e Bebidas**, Florianópolis, p. 1–10, 2018.

SECRETARIA DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. **Safra de pinhão será menor no Paraná**. Curitiba, 2020. Disponível em: <https://www.agricultura.pr.gov.br/Noticia/Safra-de-pinhao-sera-menor-no-Parana>. Acesso em: 30 jun. 2020.

SIGNOR, P. Produtos Agroflorestais. **Departamento de Economia Rural – DERAL**, [S. l.], n. 41, p. 1–6, 2020. Disponível em: https://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_res-tritos/files/documento/2020-08/boletim_semanal_14_deral_07_agosto_2020f_0.pdf

SILVA, E. F. R. *et al.* Characterization of the chemical composition (mineral, lead and centesimal) in pine nut (*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze) using exploratory data analysis. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 369, n. July 2021, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130672>

SOUZA, J. M. L. de. **Caracterização e efeitos do armazenamento de amêndoas com películas e despelculadas sobre propriedades das frações proteica e lipídica de castanha-do-brasil**. 2013. – Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, Pelotas, 2013.

STAHL, J. a. *et al.* Physicochemical properties of Pinhão (*Araucaria angustifolia*, Bert, O. Ktze) starch phosphates. **LWT – Food Science and Technology**, [S. l.], v. 40, n. 7, p. 1206–1214, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2006.07.015>

STUEPP, C. A. *et al.* **Araucária: particularidades, propagação e manejo de plantios**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017. *E-book*.

TACO. **Tabela Brasileira de Composição de alimentos**. 4. ed. Campinas: Nepa – Núcleo de Estudos e pesquisas em Alimentação., 2011. *E-book*. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10298-005-0086-x>

THYS, R. C. S. *et al.* Adsorption isotherms of pinhão (*Araucaria angustifolia* seeds) starch and thermodynamic analysis. **Journal of Food Engineering**, [S. l.], v. 100, n. 3, p. 468–473, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.04.033>

TIMM, T. G. *et al.* Nanosuspension of pinhão seed coat development for a new high-functional cereal bar. **Journal of Food Processing and Preservation**, [S. l.], v. 44, n. 6, p. 1–10, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jfpp.14464>

VIEIRA-DA-SILVA, C.; MIGUEL, L. de A. Os canais de comercialização do pinhão e seus agentes, em São Francisco de Paula, Rs. **Floresta**, [S. l.], v. 47, n. 4, p. 489–500, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/rf.v47i4.49570>

WOSIACKI, G.; CEREDA, M. P. Caractrization of Pinhão Starches. Part I: Extration and properties od the starch granules. **Starch – Stärke**, Weinheim, v. 37, n. 7, p. 224–117, 1985.

ZANDAVALLI, R. B.; DILLENBURG, L. R.; DE SOUZA, P. V. D. Growth responses of *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae) to inoculation with the mycorrhizal fungus

Glomus clarum. **Applied Soil Ecology**, [S. l.], v. 25, n. 3, p. 245–255, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2003.09.009>

ZEEMAN, S. C.; KOSSMANN, J.; SMITH, A. M. Starch : Its Metabolism , Evolution , and Biotechnological Modification in Plants. [S. l.], 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-042809-12301>

Seção 2

Frutas, folhas, rizomas e raízes comerciais produzidas na região Sul do Brasil



Capítulo 6

FISALIS

(*Physalis peruviana* L.)

Alana Patrícia da Silva
Júlia Leão Batista Simões
Daiane Manica
Gilnei Bruno da Silva
Margarete Dulce Bagatini

INTRODUÇÃO

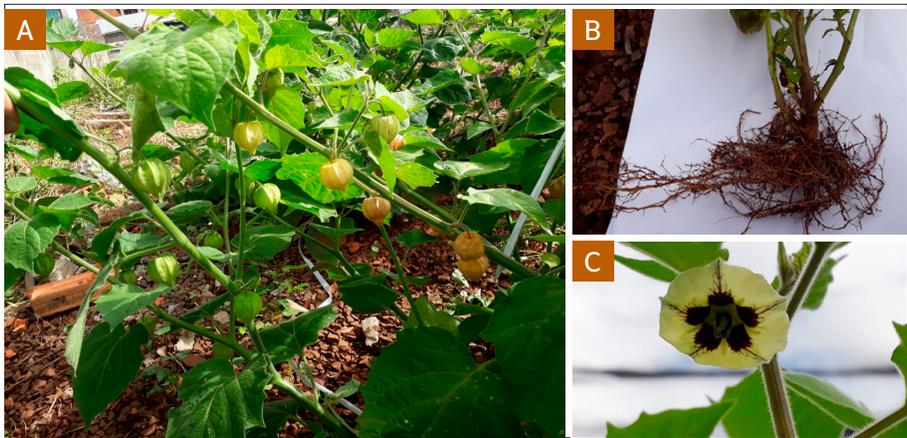
Physalis é um gênero botânico constituinte da família *Solanaceae*, e possui noventa espécies validamente descritas sendo que algumas são nativas do Brasil e apresentam potencial alimentício. Entre as principais espécies se destacam: *Physalis alkekengi* L. utilizada na ornamentação; *Physalis angulata* L. *Physalis pubescens* L. utilizadas na alimentação e como matéria-prima de medicamentos, e a *Physalis peruviana* L. utilizada na alimentação, sendo a espécie mais conhecida comercialmente (Muniz, 2014).

Algumas espécies do gênero *Physalis* podem ser tóxicas, mas a *Physalis peruviana* L. foi domesticada, e possui potencial de mercado no setor alimentício. Fisalis como é conhecida no Brasil, é uma planta que transcende a história dos períodos pré-inca e inca em toda Amé-

rica do Sul. Essa planta foi mantida intacta e sem aparentes mudanças na estrutura de seu germoplasma. Os Andes peruanos são considerados o centro de origem da espécie, porém estudos recentes revelam uma área maior como centro de origem, incluindo os Andes equatorianos (Puentes *et al.*, 2011).

Podendo atingir dois metros de altura, essa planta arbustiva e rústica (Figura 1a) é caracterizada por folhas aveludadas e triangulares, com padrão de crescimento simpodial. Possui raiz profunda, fibrosa e ramificada (Figura 1b), caule com pilosidades, e flores amarelas hermafroditas (Figura 1c) (Muniz, 2014; Puentes *et al.*, 2011).

Figura 1 – Planta adulta, raiz e flor de fisalis (*Physalis peruviana* L.)



Fonte: acervo dos autores (2022).

A espécie destaca-se pela presença de um cálice (Figura 2a), um involúcro de estrutura fibrosa formada por cinco sépalas, que protege naturalmente o fruto durante seu desenvolvimento e maturação, protegendo-o contra patógenos e condições climáticas externa (Cárdenas-Barboza *et al.*, 2021). O fruto é uma baga globosa carnosa de casca fina e delicada (Figura 2b), inicia com uma coloração verde e se torna amarelado ao amadurecer, normalmente com diâmetro entre 12,5 e 25 mm e massa entre 4 e 10 gramas (Figura 2c) (Rufato *et al.*, 2013). Apresenta de 100 a 300 sementes com alto percentual de germinação, facilitadas pelas condições de umidade (Herrera; Fischer; Chacón, 2012).

Figura 2 – Frutos de fisalis (*Physalis peruviana* L.)

Fonte: acervo dos autores (2022).

A Colômbia é o maior produtor do mundo, seguido pela África do Sul, exportando para países como Holanda, Reino Unido, Alemanha, Bélgica e Estados Unidos. Na Colômbia, o fruto de *P. peruviana* L. ocupa o quinto lugar nas frutas de exportação (Cárdenas-Barboza *et al.*, 2021). Cerca de 50% do total da produção é destinado à exportação, o excedente deste fruto não é exportável em função de seu tamanho, por isso é utilizada na produção de novos produtos desidratados, polpas e geleias (Puente *et al.*, 2011). No Brasil, os maiores consumidores de fisalis são confeitarias, que utilizam como elemento decorativo de doces finos (Manso, 2013).

Os benefícios associados ao consumo de fisalis são em grande parte atribuíveis ao seu conteúdo nutricional, sendo fonte de vitaminas A e

C, rico em fósforo, ferro, carotenoides, flavonoides, e contém compostos bioativos que proporcionam benefícios à saúde e reduzem o risco de doenças (Shenstone; Lippman; Van Eck, 2020).

Além disso, suas raízes e folhas são ricas em propriedades medicinais, sendo utilizadas na medicina popular para problemas intestinais e digestivos, como antidiabético, antitumoral, antibacteriano, antifúngico, antipirético, diurético, imunomodulador, anticoagulantes, antiespasmódicos, e para tratamento de doenças como malária, asma, hepatite, dermatite e artrite reumatoide (Franco *et al.*, 2007; Quispe-Mauricio *et al.*, 2009; Hassan *et al.*, 2017).

No Brasil, a espécie é considerada um fruto exótico, e é classificada como fruta fina, a exemplo do mirtilo, framboesa, cereja, amora-preta e pitaya, o que a torna um grande potencial econômico. O seu consumo ocorre na forma “*in natura*” em saladas, mas também pode ser usado para obtenção de polpa e sucos, e na produção de geleias, doces finos, sorvetes, bebidas lácteas, iogurtes e licores (Torres Tanan; Neves do Nascimento; Da Silva Leite, 2018). Dessa forma, neste capítulo se faz a exposição para entender suas características e atributos, além da aplicabilidade produtiva, seu consumo e outros aspectos interessantes.

PRODUÇÃO, CONSUMO E COMERCIALIZAÇÃO

Propagação, cultivo e manejo

Surgindo como uma excelente alternativa para o pequeno e médio produtor brasileiro, o cultivo de fisalis apresenta característica como adaptação a diferentes condições edafoclimáticas. A planta pode tolerar diferentes tipos de climas e solos, porém, a temperatura ideal varia entre 15 e 25°C, com uma diferença de temperatura noite/dia de 5 a 6°C, temperaturas abaixo de 8°C dificultam seu crescimento (Muniz *et al.*, 2015). Para uma produção ótima, o solo deve ser úmido, bem drenado, rico em matéria orgânica, de textura leve, preferencialmente argiloso e argiloso-arenoso, com pH em torno de 5,5 a 6,5 (Zeist *et al.*, 2014).

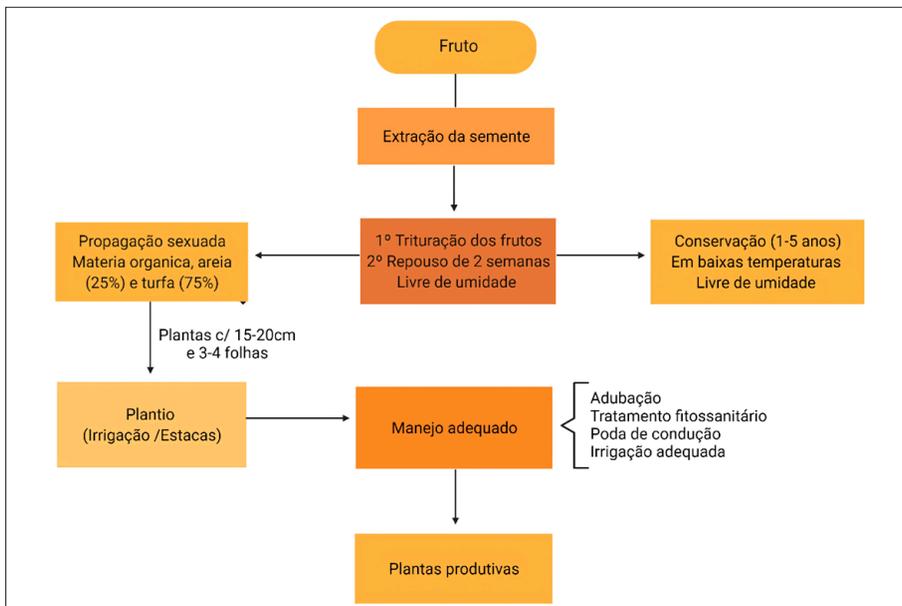
A forma de propagação mais utilizada é a propagação sexuada através do uso de sementes, que apresenta um percentual de germinação de 85 a 95%, e leva de 10 a 15 dias. Na Figura 3 encontra-se um fluxograma resumido da propagação, cultivo e manejo de fisalis.

A propagação deve ser realizada em substrato adequado para reprodução de alta qualidade, e conduzido em estufa durante os meses frios.

Indica-se o transplantio para o campo quando as temperaturas estiverem favoráveis, com valores superiores a 15°C (Klinac, 1986; Manso, 2013)

A coleta, análise e preparo do solo devem ser realizados previamente, visto que qualquer operação básica de preparo do solo deve ser realizada três meses antes do transplantio. Deve-se escolher um local exposto à luz solar, mas não afetado por ventos fortes ou pelo acúmulo de ar frio e umidade. Na fase inicial, as necessidades de umidade das mudas devem ser garantidas, além disso, recomenda-se anexar um sistema de estacas para guiar e sustentar os brotos da planta (Rosa, 2012; Zeist *et al.*, 2014; Manso, 2013).

Figura 3 – Propagação, cultivo e manejo de fisalis



Fonte: elaborada pelos autores (2022).

O controle de pragas e doenças deve ser realizado pelo sistema de Manejo Integrado de Pragas (MIP), empregando práticas culturais adequadas e controle biológico natural, visto que não há no mercado produtos registrados para o cultivo de fisalis. Como exemplo, na produção orgânica o óleo de neem é utilizado para reduzir ataque, porém não combate todas as pragas (Muniz *et al.*, 2010). O uso de herbicidas deve ser evitado, em especial, no primeiro ano de desenvolvimento, é aconselhável que o controle de ervas infestantes seja de maneira natural, além de

periódico para não danificar o sistema radicular das plantas (Herrera *et al.*, 2012; Rosa, 2012).

Entende-se que o cultivo de fisalis é relativamente simples e a maior parte da gestão é de acordo com técnicas conhecidas na cultura do tomateiro (Lima *et al.*, 2009). O manejo adequado e planejado, incluindo adubação de correção e manutenção, tutoramento e condução das plantas, poda de formação e desbrota, e tratamentos fitossanitários, propicia a planta uma produtividade que permanece até dois anos na região Sul do Brasil, com o dossel vegetativo melhorado, assim como melhor qualidade e aparência do fruto. Dessa forma, o custo de implantação é reduzido e a cultura se torna acessível a pequenos e médios agricultores, especialmente da região Centro-Sul que ainda possui um público mais consumidor do produto (Muniz *et al.*, 2015).

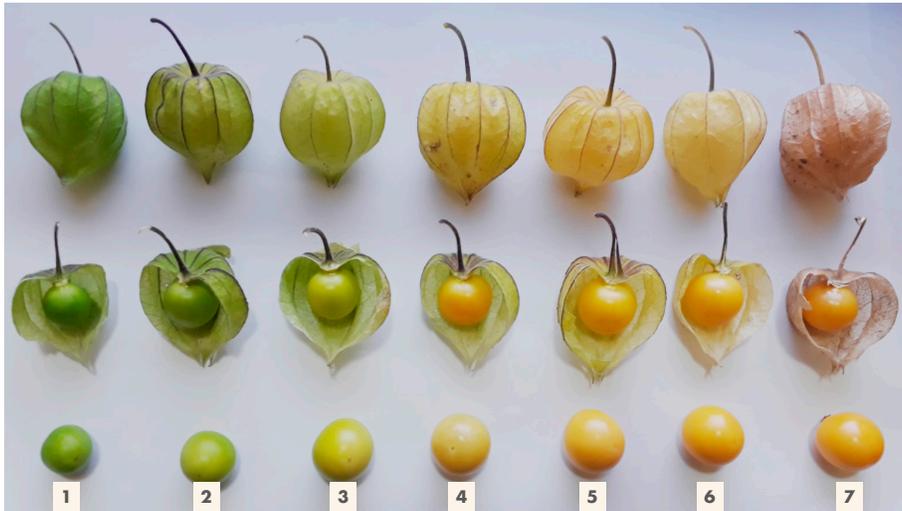
O rendimento do cultivo de fisalis é relativo e variável ao ambiente e a intensidade do cultivo. Onde, uma única planta pode produzir 300 frutos, e plantas bem manejadas podem fornecer 20 a 33 toneladas por hectare (Ramadan; Sitohy; Moersel, 2008).

COLHEITA, ARMAZENAMENTO E COMERCIALIZAÇÃO

Na fase de colheita, alguns cuidados são necessários no manuseamento do fruto, visto que pequenos danos no fruto implicam consequências graves no armazenamento e reduz drasticamente a qualidade comercial do fruto (Herrera *et al.*, 2012). Logo, aspectos como o ponto de colheita devem ser analisados, haja vista a determinação de uma a maior ou menor resistência do fruto ao manuseamento, bem como atua na capacidade de completar a sua maturação, aparência e qualidade.

Dentre os métodos para a definição do ponto ideal de colheita utilizado pelos produtores é observar a cor do cálice e fruto (Figura 4) (Rosa, 2012). O grau de maturação de fisalis é estabelecido de acordo com o Padrão Técnico NTC 4580 (*Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación* (Icontec, 1999).

Figura 4 – Diferentes graus de maturação do fruto de fisalis



Fonte: acervo dos autores (2022).

Legenda: cor 1 - fruto fisiologicamente desenvolvido de cor verde escuro; cor 2 - fruto verde um pouco mais claro; cor 3 - a cor verde se mantém envolta do cálice e no centro do fruto aparecem tonalidades alaranjadas; cor 4 - fruto de cor alaranjada claro com regiões verdes na zona do cálice; cor 5 - fruto de cor alaranjada clara; cor 6 - fruto de cor alaranjada; cor 7 - fruto de cor alaranjada intensa.

Outro aspecto importante na hora de escolher o ponto ideal de colheita é avaliar o destino dos frutos: envase direto, armazenamento, processamento. Caso a finalidade seja envase direto ou processamento de produtos, os frutos deverão estar em grau de maturação mais avançado e com a cor do cálice acastanhada. Se o destino for o armazenamento, a colheita poderá ser feita com frutos mais verdes e cálices de cor amarelada, além de um toque aveludado, visto que poderão amadurecer durante o processo de estocagem (Herrera *et al.*, 2012; Manso, 2013).

O fisalis exibe um padrão de maturação tipicamente climatérico, envolvendo elevada produção de etileno e aumento na taxa respiratória (Patel *et al.*, 2011). Condições adequadas de armazenamento são essenciais para o controle da respiração, manutenção das características físico-químicas, e para garantir a segurança microbiológica dos frutos (Lavelli *et al.*, 2006).

Sob condições de armazenamento a 12 °C e 80% Umidade Relativa, fisalis com cálice tem vida útil de 24 dias, e os frutos sem cálice mantêm sua qualidade pós-colheita apenas por 11 dias (Cárdenas-Barboza *et al.*, 2021). A fim de garantir uma boa conservação do fruto após acondicionamento, deve se manter em ambientes que retardam a respiração

e evitem a perda de água, como em sistemas refrigerados e atmosfera modificada, ou ainda a utilização de coberturas comestíveis (Sandhya, 2010; Cárdenas-Barboza *et al.*, 2021).

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E PROPRIEDADES FUNCIONAIS

Composição química

As propriedades físico-químicas, nutricionais e sensoriais da fisalis podem variar de acordo com a região de origem e condições edafoclimáticas, tendo características como cor, sabor e tamanho, entre outras características modificadas em função de tais fatores (Bermudez-Beltrán *et al.*, 2020). Nesse sentido, a composição química e a quantidade de metabólitos secundários dependem, em parte, das condições edoclimáticas em que as plantas são cultivadas (Marchioretto; De Rossi; Conte, 2020).

As propriedades químicas do fruto de fisalis são apresentados na Tabela 1. Na literatura são encontrados diversos estudos em relação à composição química dos frutos de fisalis, porém é possível observar uma grande variação em relação aos teores dos compostos. Essas diferenças podem estar associadas com os métodos analíticos utilizados para quantificar os compostos químicos, as variedades e cultivares da planta, o estágio de maturação dos frutos, bem como as variações de condições ambientais durante o cultivo (Olivares-Tenorio *et al.*, 2016).

Tabela 1 – Propriedades químicas dos frutos de fisalis

Propriedades químicas	
pH	3,48 – 3,92 ¹
Sólidos solúveis totais (%)	15 ¹
Acidez total titulável (%)	0,35 – 2,00 ¹
°Brix	6,43 – 17,3 ¹
Teor de umidade	76,9 – 85,9 ¹
Proteína (% bs)	0,3 – 1,9 ¹
Gordura (% bs)	0,0 – 0,7 ¹
Cinza (% bs)	0,7 – 1,0 ¹
Fibra alimentar (% bs)	0,4 – 4,12 ¹
Carboidratos (% bs)	11,0 – 19,6 ¹
Valor energético (Kcal 100 g ⁻¹)	49,0 – 76,8 ¹

Fonte: elaborada pelo autor (2021).

Obs.: dados em massa seca; Legenda: ¹Shenstone; Lippman; Van Eck (2020).

O fruto de fisalis é altamente nutritivo, possuindo altos teores de vitaminas e minerais (Tabela 2). O β -caroteno é carotenoide mais importante no fisalis, sendo responsável pela cor amarelo-alaranjado do fruto, presente em maior concentração nos últimos estágios de maturação (Olivares-Tenorio *et al.*, 2016). O β -caroteno é um precursor da Vitamina A, e possui atividade antioxidante, sendo muito importante na prevenção de diversas doenças humanas (Puente *et al.*, 2011).

Tabela 2 – Conteúdo de minerais e vitaminas, compostos fenólicos totais em frutos de fisalis

Comostos	Concentração	Referências
Potássio	210 – 373,25	Shenstone; Lippman; Van Eck, (2020)
Fósforo	27–55	Shenstone; Lippman; Van Eck, (2020)
Magnésio	7 – 48,7	Shenstone; Lippman; Van Eck, (2020)
Cálcio	8 – 28	Shenstone; Lippman; Van Eck, (2020)
Sódio	1– 8,78	Shenstone; Lippman; Van Eck, (2020)
Ferro	0,03–1,24	Shenstone; Lippman; Van Eck, (2020)
Cobre	0,35	Shenstone; Lippman; Van Eck, (2020)
Vitamina C (mg 100 g ⁻¹ (bs))	33,4 – 40,00	Shenstone; Lippman; Van Eck, (2020)
β -caroteno (Vit. A)	648 – 1730 UI, 1460mg	Shenstone; Lippman; Van Eck, (2020)
Tiamina (mg 100 g ⁻¹ (bs))	0,10 – 0,18	Shenstone; Lippman; Van Eck, (2020)
Riboflavina (mg 100 g ⁻¹ (bs))	0,03 – 0,17	Shenstone; Lippman; Van Eck, (2020)
Niacina (mg 100 g ⁻¹ (bs))	0,8 – 2,80	Shenstone; Lippman; Van Eck, (2020)
Vitamina E (mg 100 g ⁻¹ (bs))	9050	Vega-Gálvez <i>et al.</i> , (2016)
Vitamina B3 (mg 100 g ⁻¹ (bs))	26,6	Vega-Gálvez <i>et al.</i> , (2016)
Vitamina B3 (mg 100 g ⁻¹ (bs))	24,8	Vega-Gálvez <i>et al.</i> , (2016)
Compostos fenólicos (mg 100g ⁻¹)	2,5 – 934,9	Olivares-Tenorio <i>et al.</i> , (2016)
Vitamina B3 (mg 100 g ⁻¹ (bs))	24,8	Vega-Gálvez <i>et al.</i> , (2016)
Compostos fenólicos (mg 100g ⁻¹)	2,5 – 934,9	Olivares-Tenorio <i>et al.</i> , (2016)

Fonte: elaborada pelos autores (2022).

Obs.: dados em massa seca.

O ácido ascórbico (Vitamina C) é uma vitamina hidrossolúvel, razão pela qual é abundante em frutas com alto teor de água, o que explicaria o alto nível de vitamina C no fisalis (Puente *et al.*, 2011). É um importante antioxidante dietético, desempenha um papel importante na nutrição humana, incluindo crescimento e manutenção de tecidos, a produção de neurotransmissores, hormônios e respostas do sistema imunológico (Pedrosa; Barros; Leite-Lais, 2021).

Ademais, fisalis se destaca pelos seus teores de minerais, principalmente, pelo nível de fósforo considerado alto para um fruto. Os minerais são importantes para o desenvolvimento e manutenção das funções vitais do corpo, como crescimento e reprodução, formação de células, tecidos e órgãos (Puente *et al.*, 2011).

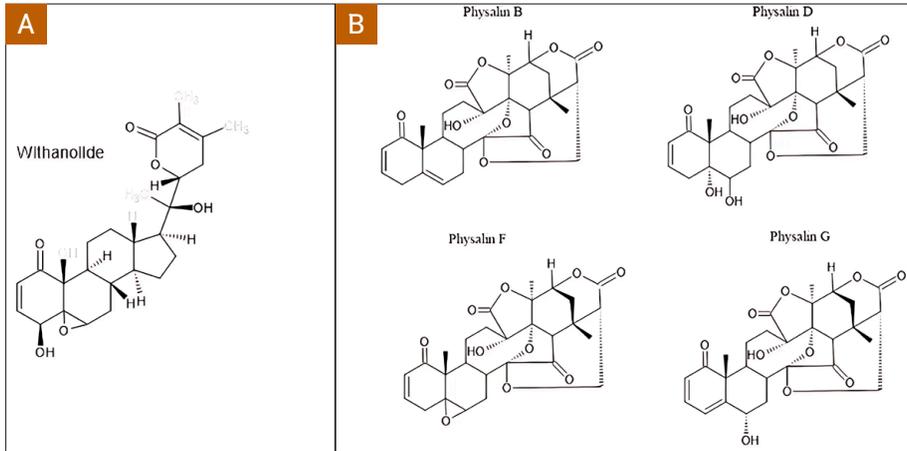
O teor de compostos fenólicos encontrados no estágio de maturação comestível de fisalis (50 a 250 mg 100g⁻¹), são os maiores se comparados com outras frutas como abacaxi, manga e banana, sendo semelhante aos teores encontrados para morango, framboesa e ameixas (Olivares-Tenorio *et al.*, 2016). Algumas das propriedades medicinais do fruto de fisalis estão associados com a capacidade antioxidante compostos fenólicos presentes no fruto (Rodríguez Ulloa; Rodríguez Ulloa, 2019).

Além de suas características nutricionais, essa espécie apresenta fitoquímicos bioativos presentes no gênero *Physalis*, como os vitanolídeos e fisalinas (Figura 5). Esses fitoquímicos bioativos fazem com que esta fruta seja considerada como um alimento funcional, em função de propriedades fisiológicas associadas a esses compostos.

Os vitanolídeos que são lactonas esteroidais (Figura 5a) e podem ser isolados de todo o material vegetal de fisalis. Apresentam um amplo espectro de propriedades biológicas e farmacológicas, entre elas, atividade inseticida e repelente de insetos, hepatoprotetor, imunomodulador, antimicrobiano, antiparasitária, anti-inflamatório, antitumoral e atividade citotóxica (Ramadan, 2011; Olivares-Tenorio *et al.*, 2016; Sang-Ngern *et al.*, 2016). São descritos dezessete vitanolídeos para *P. peruviana* L. sendo que sete foram descobertos recentemente (Puente *et al.*, 2011).

Na espécie *P. peruviana* L. são encontradas as fisalinas A, B, D, F (Figura 5b). As fisalinas são moléculas de estruturas bastante complexas, e apresentam diversas atividades biológicas (Tomassini *et al.*, 2000). Dados na bibliografia sugerem que alguns dos efeitos observados em plantas do gênero *Physalis*, que são amplamente utilizadas na medicina popular, pode ser parcialmente devido a ação desses compostos (Puente *et al.*, 2011).

Figura 5 – Representação da estrutura química básica de um vitanolídeo (a) e estrutura química das fisalinas (b)



Fonte: elaborada pelos autores (2022).

Propriedades funcionais

As atividades antioxidantes e biológicas de fisalis são relatadas em diversos estudos, que demonstram o enorme potencial desta espécie em aplicações de alimentos nutraceuticos e fitoterápicos (Mier-Giraldo *et al.*, 2017).

As frutas são fontes significativas de compostos antioxidantes e podem proteger contra danos hepáticos, danos ao DNA, carcinogênese, mutagênese e oxidação lipídica. O consumo de classes de compostos bioativos como polifenóis, vitaminas, compostos contendo enxofre e terpenoides, têm sido associados à prevenção de doenças crônicas, como diabetes e câncer (Silva *et al.*, 2019; Hassan *et al.*, 2017). Ademais, na indústria de alimentos, os antioxidantes são utilizados com diversas finalidades. Entre eles, na produção, na conservação e estabilidade de alimentos (Oroian; Escriche, 2015).

O fruto de fisalis apresenta em sua composição alto conteúdo de fenólicos totais e considerável atividade antioxidante, comparado a diversas outras frutas tradicionalmente consumidas no Brasil (Rockenbach *et al.*, 2008).

Estudos relatam propriedades hipoglicêmicas da *Physalis peruviana* L. O efeito hipoglicêmico da espécie pode estar associado à presença de ésteres de sacarose, denominadas fisalinas. Em seus estudos, Bernal *et*

al., (2018) avaliaram a presença de ésteres de sacarose como inibidores da α -amilase e concluíram que esses compostos mostram serem responsáveis pela atividade hipoglicêmica observada no extrato.

A administração de extratos de fisalis melhorou a hiperglicemia e inibiu a atividade da α -amilase em ratos com diabetes induzidas por estreptozotocina em baixas doses, indicando que a espécie poderia ser utilizada como um adjuvante para o tratamento de diabetes tipo 2 (Bernal Rodriguez *et al.*, 2019). Há estudos indicando que comer o fruto fisalis reduz a glicose no sangue após 90 minutos pós-prandial em adultos jovens, causando um maior efeito hipoglicêmico após este período, sendo recomendado o consumo de cinco frutos por dia, uma vez que não há estudos que indiquem possíveis efeitos adversos (Rodríguez Ulloa; Rodríguez Ulloa, 2019).

Os vitanolídeos e fisalinas mostraram exercer ação antitumoral em diversas linhagens celulares, além de atividades antioxidantes, antidiabética, anti-inflamatórias e hepatoprotetora (Yu *et al.*, 2021; Wu, Shu Jing *et al.*, 2009). Os extratos etanólico de caules e folhas de *Physalis peruviana* L. mostraram citotoxicidade seletiva contra linhagens tumorais adenocarcinoma colorretal e adenocarcinoma de próstata (Quispe-Mauricio *et al.*, 2009). Extrato aquoso de frutos foram seletivos e antiproliferativos contra linhagens de cólon humano (Areiza Mazo; Maldonado; Rojano, 2013). Extratos de fluido supercrítico de folhas prevenção do câncer de pulmão (WU, Shu Jing *et al.*, 2009). No entanto, a ação antitumoral de vários tipos de vitanolídeos e fisalinas da espécie não foram totalmente explorados, deixando lacunas abertas para o desenvolvimento de novas pesquisas.

A resistência aos antimicrobianos é, atualmente, uma das maiores ameaças globais à saúde e segurança dos alimentos (Simonetti *et al.*, 2016). Extratos de *Physalis peruviana* L. apresentaram atividade inibitória significativas contra o crescimento *Streptomyces* sp. (Higaki; Chang; Sang-Ngern, 2016).

A atividade antimicrobiana e antifúngica de extratos vegetais está relacionada com a presença dos metabólitos secundários, entre eles, os terpenoides, os alcaloides e os compostos fenólicos (Mesquita; Pinto; Moreira., 2017). Devido a composição química de fisalis e a presença de compostos bioativos, extratos obtidos da espécie apresentam potencial para futuramente ser empregado em alimentos nutracêuticos, e como aditivo natural pela indústria de alimentos e farmacêutica.

PROCESSAMENTO E PRODUTOS

Fisalis é um fruto climatérico com elevada produção durante o período de colheita. Nesse sentido, buscam-se alternativas tecnológicas para aumentar a vida útil dos frutos. O processamento da polpa vem como uma forma de aproveitamento, podendo ser utilizada como ingrediente para obtenção de outros produtos, sem que seja necessário realizar etapas de processamento adicionais (Souza; Fassina; Saraiva, 2018).

A obtenção de suco a partir de frutos de fisalis apresenta um rendimento em torno de 72,6% do peso da baga (Ramadan, 2011). O suco da fruta madura de fisalis é rico em pectina, reduzindo custos na preparação de conservas e outros produtos similares (Puente *et al.*, 2011).

A adição de bagas secas de fisalis melhorou a viscosidade, composições de minerais e propriedades sensoriais do produto em sorvetes (Erkaya *et al.* 2012). De encontro a isso, a adição de bagas de fisalis e pó de moringa (*Moringa oleifera* L.) na produção de queijo *Petit Suisse*, obteve uma ótima aceitação sensorial por parte dos consumidores, tanto em relação a textura como o sabor do produto (Bermudez-Beltrán *et al.*, 2020). O valor nutricional, sabor e cor atraentes de demonstram o potencial de fisalis para ser empregado como aditivo natural na produção de sorvetes e outros produtos lácteos, como queijos e iogurtes, aumentando os valores nutricionais, melhorando as propriedades físico-químicas e sensoriais. O desenvolvimento de produtos funcionais a partir do fruto de *P. peruviana* L., representa uma alternativa para a exploração deste recurso e ampliar ainda mais o mercado para esse fruto.

A indústria de processamento de frutas produz uma grande quantidade de subprodutos ricos em compostos bioativos, fibra alimentar, proteína e óleo. Tradicionalmente, os resíduos agroindustriais têm sido utilizados como ração ou fertilizante, mas atualmente, a utilização de resíduos como fonte de compostos funcionais está em alta e representa uma boa alternativa sustentável agregando valor aos subprodutos da planta (Ramadan; Moersel, 2009).

O bagaço (sementes e cascas) representa uma grande parte dos resíduos gerados durante o processamento do suco de fisalis, correspondendo a cerca de 27,4% do peso do fruto. Rico em óleo (19,3%), proteína (17,8%), cinzas (3,10%), fibra bruta (28,7%) e carboidratos (24,5%) possui potencial para obtenção de novos produtos com valor agregado, entre eles, a recuperação de óleos a partir de técnicas utilizando enzimas e solventes (Ramadan, 2011). Afirmou-se que o óleo representa uma fonte

de ácidos graxos essenciais, antioxidantes naturais e fitoesteróis (Ramadan; Sitohy; Moersel, 2008).

A farinha obtida a partir dos resíduos do despulpamento de *Physalis peruviana* L, apresentou teor de umidade de acordo com a legislação, além de relevantes teores de proteínas, lipídeos, cinzas e fibra bruta em comparação com farinhas obtidas a partir de resíduos de outras frutas. Esses resultados demonstram uma potencialidade dos resíduos de despulpamento de fisalis na obtenção de farinha (Bredun; Aquino, 2017). Ademais, foi demonstrada a potencialidade tecnológica para aplicação em formulações de *muffins* (Aquino, 2018).

Além da utilização dos frutos de fisalis na alimentação, também é possível a produção de extratos vegetais com atividades biológicas de todas as partes da planta. Os extratos vegetais têm sido utilizados com distintas finalidades, entre essas, como alternativa ao uso de inseticidas sintéticos no controle de pragas e vetores de zoonoses (Maciel *et al.*, 2010), como herbicidas naturais, tornando-se uma alternativa ecológica e de baixo custo (Oliveira *et al.*, 2015), como matéria-prima para a formulação de fitoterápicos ou fitocosméticos, e como alternativa ao uso de antimicrobianos e antioxidantes químicos ou sintéticos na indústria de alimentos (Codevilla *et al.*, 2015).

PERSPECTIVAS FUTURAS

A fruticultura brasileira está em constante expansão, especialmente, no que se refere às novas opções de cultivo. A procura de novas opções de frutas pelos consumidores, especialmente, das frutíferas exóticas, contribui para a expansão de produção e mercado (Ramadan; Moersel, 2009).

O fisalis apresenta potencial econômico para gerar receitas elevadas, especialmente aos pequenos agricultores do Sul do Brasil, para quem a planta apresenta uma adaptabilidade às diferentes condições de solo e temperatura e, conseqüentemente, uma produção adequada. Isto se justifica, pois os principais municípios produtores na Colômbia (Silvana, Subia e Granada) são regiões consideradas de clima frio moderado, nas quais são produzidos os melhores frutos. Ademais, apenas este país consegue produzir fisalis o ano todo, no entanto, apresenta dificuldades em atender as normas internacionais, como também, o período de maior demanda do fruto nos mercados europeus e norte-americanos (Mercedes; Margarita, 2004).

Existem mercados internacionais para muitas frutas exóticas e recentemente o processamento de frutas tropicais começou em muitos países. O fisalis atrai grande interesse por causa de suas propriedades nutricionais, e propriedade de armazenamento exclusivas, onde as frutas com a presença do cálice podem ser armazenadas por um longo tempo, sendo adequada para diferentes aplicações alimentares (Ramadan, 2011).

Em relação ao processamento de produtos, a partir da baga de fisalis, a produção de sucos chama atenção pelo rendimento extremamente alto, além de apresentar uma ótima composição nutricional e de compostos bioativos. O fruto apresenta uma composição química para ser empregada no desenvolvimento de bebidas alcoólicas, geleias, doces e produtos lácteos, podendo ampliar a distribuição e comercialização desse fruto.

O resíduo gerado do processamento do fisalis apresenta potencial para recuperação de óleo rico em compostos nutricionais e bioativos, servindo como excelentes fontes dietéticas de vitamina K, ácido α -linoléico, ácidos graxos essenciais, tocoferóis e carotenoides.

Os alimentos funcionais representam um mercado emergente de crescimento e importância econômica. Os consumidores têm buscado consumir alimentos com mais antioxidantes naturais, fibras alimentares, minerais, vitaminas, corantes naturais e livres de aditivos sintéticos etc. Portanto, os estudos têm pretendido aumentar os valores nutritivos dos alimentos. Segundo a RDC 19 de abril de 1999 (Brasil, 1999), os alimentos funcionais podem ser definidos como alimentos ou ingredientes alimentares tendo benefícios adicionais para a saúde além de seu valor nutricional. As propriedades funcionais de muitas frutas ou plantas, especialmente seu uso potencial como novos nutracêuticos em alimentos funcionais estão sendo investigados. Nesse sentido, o fisalis é considerado um candidato promissor para desenvolvimento de novos alimentos funcionais.

Como citado anteriormente, neste capítulo, a composição nutricional do fruto varia muito dependendo da variedade e dos fatores ambientais durante o cultivo. Nesse sentido, verifica-se a falta de informações sobre as cultivares brasileiras, assim como suas composições nutricionais. Assim, estabelece-se um nicho para futuras pesquisas científicas.

Vários aspectos do fisalis já foram estudados até agora, mas há uma importante falta de conhecimento no que diz respeito ao desenvolvimento tecnológico desta espécie no Brasil, em função de demanda nos merca-

dos nacionais e internacionais, pode-se observar que há um amplo mercado a ser explorado, e que é de extrema importância desenvolver pesquisas com o objetivo de melhorar o nível tecnológico da cultura, otimizar a produtividade e aumentar a qualidade dos frutos, a fim de alcançar um produto mais competitivo para atender tamanha demanda.

Com isso, conclui-se que a produção de fisalis no Sul do Brasil, além de ser viável em termos de condições de cultivo, possui um potencial de mercado capaz de atender as demandas nacionais e internacionais.

REFERÊNCIAS

AQUINO, S. PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS E SUA APLICAÇÃO EM. **Anais do 6º Simpósio de Segurança Alimentar**, [s. l.], 2018.

AREIZA MAZO, N.; MALDONADO, M.E. ROJANO, Benjamín. Extracto acuoso de uchuva (*Physalis peruviana*): actividades antiproliferativa, apoptótica y antioxidante. **Perspectivas en Nutrición Humana**, [s. l.], vol. 15, no. 1, p. 41–55, 2013.

BERMUDEZ-BELTRÁN, K. A. *et al.* Cape gooseberry Petit Suisse Cheese incorporated with moringa leaf powder and gelatin. *Lwt*, [s. l.], v. 123, p. 109101, 2020.

BERNAL RODRIGUEZ, C. A. *et al.* Development of an oral control release system from *Physalis peruviana* L. fruits extract based on the co-spray-drying method. **Powder Technology**, [s. l.], v. 354, p. 676–688, 2019.

BERNAL, C. A. *et al.* Peruvioses A to F, sucrose esters from the exudate of *Physalis peruviana* fruit as α -amylase inhibitors. **Carbohydrate Research**, [s. l.], v. 461, p. 4–10, 2018.

BRASIL. Resolução nº 19, de 30 de abril de 1999. Aprova o “Regulamento Técnico de procedimentos para registro de alimento com alegação de propriedades funcionais e ou de saúde em sua rotulagem. órgão emissor: **ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária**.

BREDUN, M. A.; AQUINO, A. C. M.de S. Composição Centesimal De Farinha De Resíduos Do Processamento De *Physalis Peruviana*. In: **ANAIS DO SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIA DOS ALIMENTOS**, 2017, Campinas. Anais eletrônicos... Campinas, Galoá, 2017.

CODEVILLA, C. F. *et al.* Nanostructures containing bioactive compounds extracted from plants. **Ciência e Natura**, [s. l.], v. 37, p. 142–151, 2015.

CÁRDENAS-BARBOZA, Liceth Carolina *et al.* Quality of *Physalis peruviana* fruits coated with pectin and pectin reinforced with nanocellulose from *P. peruviana* calyces. **Heliyon**, [s. l.], v. 7, n. 9, p. e07988, 2021.

ERKAYA, T.; DAĞDEMİR, E.; SENGÜL, M. Influence of Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) addition on the chemical and sensory characteristics and mineral concentrations of ice cream. **Food Research International**, [s. l.], v. 45, n. 1, p. 331–335, 2012.

FRANCO, L. A. *et al.* Actividad antiinflamatoria de extractos y fracciones obtenidas de cálices de *Physalis peruviana* L. **Biomédica**, Bogotá, v. 27, n. 1, pág. 110–115, 2007.

HASSAN, H. A. *et al.* Cape gooseberry (*Physalis peruviana*) juice as a modulator agent for hepatocellular carcinoma-linked apoptosis and cell cycle arrest. **Biomedicine and Pharmacotherapy**, [s. l.], v. 94, n. 2017, p. 1129–1137, 2017.

HERRERA M., A.; FISCHER, G.; CHACÓN S., María – Agronomical evaluation of cape gooseberries (*Physalis peruviana* L.) from central and north-eastern Colombia. **Agronomía Colombiana**. 30:1 (2012) 15–24.

HIGAKI, R.; CHANG, L. C.; Sang-Ngern, M. S. Antibacterial Activity of Extracts from *Physalis peruviana* (Poha Berry). **Journal of Health Disparities Research and Practice**, [s. l.], v. 9, p. 57–58, 2016.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN (Icontec) (1999). **Norma Técnica Colombiana Uchuva NTC 4580**. (p.15). Bogotá: ICONTEC

KLINAC, D. (1986) – Cape gooseberry (*Physalis peruviana*) production systems. **New Zealand Journal of Experimental Agriculture**. ISSN 0301-5521. 14 (1986) 425–430.

LAVELLI, V. *et al.* Physicochemical, microbial, and sensory parameters as indices to evaluate the quality of minimally-processed carrots. **Postharvest Biology and Technology**, v. 40, n. 1, p. 34–40, 2006.

LIMA, C.S.M. Fenologia, sistemas de tutoramento e produção de *Physalis peruviana* na região de Pelotas, RS. 2009. 117f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

MACIEL, M. *et al.* Extratos vegetais usados no controle de dípteros vetores de zoonoses. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 105–112, 2010.

MANSO, L. – Manual Técnico: Produção comercial de *Physalis* em Portugal. Leiria, 2013.

MARCHIORETTO, L. De R.; DE ROSSI, A.; CONTE, E. D. Chemical root pruning improves quality and nutrient uptake of Cape Gooseberry (*Physalis peruviana*) seedlings. **Scientia Horticulturae**, [s. l.], v. 261, n. February 2019, p. 108948, 2020.

MERCEDES, M.C.; MARGARITA, M.D. Plan exportador, logístico y de comercialización de uchuva al mercado de estados unidos para FRUTEXPO.S.C.I. LTDA. 2004. 134f. Monografía (Trabajo de Graduación) – Facultad de Ingeniería, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, 2004.

MESQUITA, M.; Pinto, T.; MOREIRA, R. Potencial antimicrobiano de extratos e moléculas isolados de plantas da Caatinga: uma revisão. **Revista Fitos**, [s. l.], v. 11, n. 2, p. 216–230, 2017.

MIER-GIRALDO, H. *et al.* Cytotoxic and Immunomodulatory Potential Activity of *Physalis peruviana* Fruit Extracts on Cervical Cancer (HeLa) and Fibroblast (L929) Cells. **Journal of Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, [s. l.], v. 22, n. 4, p. 777–787, 2017.

MUNIZ, J. *et al.* Cultivo de *Physalis peruviana* L.: uma nova alternativa para pequenos produtores. **Jornal da Fruta**, Lages, Ano XVIII, n. 228, pág. 22, 2010.

MUNIZ, J.; KRETZSCHMAR, A. A.; Rufato, L.; *et al.* General aspects of *physalis* cultivation. **Ciência Rural**, v. 44, n. 6, p. 964–970, 2014.

MUNIZ, J. *et al.* *Physalis*: Panorama produtivo e econômico no Brasil. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 2, p. 00–00, 2015.

OLIVARES-TENORIO, M. L. *et al.* Health-promoting compounds in cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.): Review from a supply chain perspective. Trends in **Food Science and Technology**, [s. l.], v. 57, p. 83–92, 2016.

OLIVEIRA, J. S. *et al.* Avaliação de extratos das espécies *Helianthus annuus*, *Brachiaria brizantha* e *Sorghum bicolor* com potencial alelopático para uso como herbicida natural. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, [s. l.], v. 17, n. 3, p. 379–384, 2015.

OROIAN, M.; ESCRICHE, I. Antioxidants: Characterization, natural sources, extraction and analysis. **Food Research International**, [s. l.], v. 74, p. 10–36, 2015.

PATEL, P. R.; GOL, N. B.; RAO, T. V. R. Physiochemical changes in sunberry (*Physalis minima* L.) fruit during growth and ripening. *Fruits*, v. 66, n. 1, p. 37–46, 2011.

PEDROSA, L. F. C.; BARROS, A. N. A. B.; Leite-LAIS, L. Nutritional risk of vitamin D, vitamin C, zinc, and selenium deficiency on risk and clinical outcomes of COVID-19: A narrative review. **Clinical Nutrition ESPEN**, [s. l.], n. January, 2021.

PUENTE, L. A. *et al.* *Physalis peruviana* Linnaeus, the multiple properties of a highly functional fruit: A review. **Food Research International**, [s. l.], v. 44, n. 7, p. 1733–1740, 2011.

QUISPE, A. *et al.* Atividade citotóxica de *Physalis peruviana* (aguaymanto) em cultivos celulares de adenocarcinoma colorretal, próstata e leucemia mieloide crônica. **Revista de Gastroenterología del Peru**, Peru, v. 29, n. 3, pág. 239–246, 2009.

RAMADAN, M. Bioactive phytochemicals, nutritional value, and functional properties of cape gooseberry (*Physalis peruviana*): An overview. **Food Research International**, [s. l.], v. 44, n. 7, p. 1830–1836, 2011.

- RAMADAN, M. F.; Moersel, J. T. Oil extractability from enzymatically treated goldenberry (*Physalis peruviana* L.) pomace: Range of operational variables. **International Journal of Food Science and Technology**, [s. l.], v. 44, n. 3, p. 435–444, 2009.
- RAMADAN, Mohamed Fawzy; Sitohy, Mahmoud Zaky; Moersel, Joerg Thomas. Solvent and enzyme-aided aqueous extraction of goldenberry (*Physalis peruviana* L.) pomace oil: Impact of processing on composition and quality of oil and meal. **European Food Research and Technology**, [s. l.], v. 226, n. 6, p. 1445–1458, 2008.
- ROCKENBACH, I. I. *et al.* Ácidos Fenólicos e atividade antioxidante em fruto de *Physalis peruviana* L. [s. l.], n. June, p. 271–276, 2008.
- RODRÍGUEZ ULLOA, S.; RODRÍGUEZ ULLOA, E. M. Efecto de la ingesta de *Physalis peruviana* (aguaymanto) sobre la glicemia postprandial en adultos jóvenes. **REVISTA MÉDICA VALLEJIANA/ Vallejian Medical Journal**, [s. l.], v. 4, n. 1, p. 43–53, 2019.
- ROSA, G.– Potencial produtivo de *Physalis peruviana* no litoral de Santa Catarina. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. 2012. Trabalho de conclusão do Curso de Agronomia.
- RUFATO, A. De R.; Rufato, L.; Lima, C. S. M.; *et al.* **Série Fruticultura – Pequenas Frutas**. p. 67, 2013.
- SANDHYA. Modified atmosphere packaging of fresh produce: Current status and future needs. **LWT – Food Science and Technology**, v. 43, n. 3, p. 381–392, 2010.
- SANG-NGERN, M. *et al.* Withanolides derived from *Physalis peruviana* (Poha) with potential anti-inflammatory activity. **Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters**, [s. l.], v. 26, n. 12, p. 2755–2759, 2016.
- SHENSTONE, Esperanza; LIPPMAN, Zach; VAN ECK, Joyce. A review of nutritional properties and health benefits of *Physalis* species. **Plant Foods for Human Nutrition**, [s. l.], v. 75, n. 3, p. 316–325, 2020.
- SILVA, L. B. A. R. *et al.* Bioactive food compounds, epigenetics and chronic disease prevention: Focus on early-life interventions with polyphenols. **Food Research International**, [s. l.], v. 125, n. August, p. 108646, 2019.
- SIMONETTI, E. *et al.* Avaliação da atividade antimicrobiana de extratos de *Eugenia anomala* e *Psidium salutare* (Myrtaceae) frente à *Escherichia coli* e *Listeria monocytogenes*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, [s. l.], v. 18, n. 1, p. 9–18, 2016.
- SOUZA, A.; FASSINA, A. C.; SARAIVA, F. Compostos Bioativos E Atividade Antioxidante Em Frutas Nativas Do Brasil. **Agrotrópica (Itabuna)**, [s. l.], v. 30, n. 1, p. 73–78, 2018.
- TOMASSINI, T. C. B *et al.* Gênero *Physalis* – Uma revisão sobre vitaesteróides. **Química Nova**, São Paulo, v. 23, n. 1, pág. 47–57, 2000.

TORRES TANAN, T.; Neves Do Nascimento, M.; Da Silva LEITE, R. PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS FRUTOS DE ESPÉCIES DE *Physalis* CULTIVADAS NO SEMIÁRIDO BAIANO. **Colloquium Agrariae**, [s. l.], v. 14, n. 3, p. 113–121, 2018.

VEGA-GÁLVEZ, A. *et al.* Assessment of quality parameters and microbial characteristics of Cape gooseberry pulp (*Physalis peruviana* L.) subjected to high hydrostatic pressure treatment. **Food and Bioproducts Processing**, [s. l.], v. 97, p. 30–40, 2016.

WU, Shu Jing *et al.* Supercritical carbon dioxide extract of *Physalis peruviana* induced cell cycle arrest and apoptosis in human lung cancer H661 cells. **Food and Chemical Toxicology**, [s. l.], vol. 47, no. 6, p. 1132–1138, 2009.

YU, Tzu Jung *et al.* *Physalis peruviana*-derived physapruin a (Pha) inhibits breast cancer cell proliferation and induces oxidative-stress-mediated apoptosis and dna damage. **Antioxidants**, [s. l.], vol. 10, no. 3, p. 1–14, 2021.

ZEIST, A.; ZANIN, D.; CHAGAS, R.; GIACOBBO, C.; RESENDE, J. Produtividade, desenvolvimento vegetativo e trocas gasosas de *Physalis peruviana* cultivada em ambiente protegido e a campo. **Enciclopédia Biosfera**.10:18 (2014) 4015–4023.

Capítulo 7

AMORA-PRETA: fruta com potencialidade regional

Gabriela Gerhardt da Rosa
Elaine Rodrigues dos Santos
Cláudia Simone Madruga Lima
Heitor Flores Lizarelli

INTRODUÇÃO

Com a crescente oferta de novas frutas para o mercado consumidor, nos últimos anos, tem-se observado aumento na demanda de frutas frescas (Martins, 2015). A produção dessas no território brasileiro conta com volume anual estimado em 45 milhões de toneladas em aproximadamente 2,7 milhões de hectares, colocando o Brasil como o terceiro maior produtor mundial de frutas (Fagherazzi *et al.*, 2021).

Nesse contexto, as pequenas frutas têm despertado a atenção de produtores, comerciantes e consumidores no Brasil, principalmente, pelo seu efeito positivo na saúde humana (Raseira *et al.*, 2020). No contexto mundial, a produção de pequenas frutas resultou em 12.042.782 toneladas no ano de 2020, representado por mirtilo, framboesa, morango, oxycoco, groselha negra e verde (Antunes *et al.*, 2022). O Brasil constitui-se

em um grupo de pequenos frutos: o morango, a amora, o mirtilo, a fisalis e a framboesa, alimentos com alto valor agregado quando comercializados *in natura* (Bortolini; Luz, 2017).

A amora-preta (*Rubus* sp.) pertence a um extenso e diverso gênero (*Rubus*), com mais de 740 espécies descritas (Foster *et al.*, 2019). Esta é considerada uma planta rústica com rápido retorno econômico, produzindo a partir do segundo ano após plantio, além de ser facilmente propagada e manejada (Sousa, 2018), facilmente conduzida sem agrotóxicos, sendo excelente opção para agricultura orgânica (Bortolini; Luz, 2017). Outra característica relevante é a comercialização de suas frutas, *in natura* ou processados (e.g., congelados, desidratados, em conserva) (Foster *et al.*, 2019) e também possibilita a elaboração de uma gama de produtos, tais como, iogurtes, geleias, doces e sucos (Antunes *et al.*, 2014).

No Brasil também há a produção de amoras do gênero *Morus*, composto por aproximadamente 38 espécies, em suma, arbóreas que podem ter de 5 a 20 m de altura, entre as mais conhecidas e estudadas a: *Morus nigra* (amora-preta), *Morus rubra* (amora-vermelha) e *Morus alba* (amora-branca) (Padilha *et al.*, 2010). No Brasil, a amora-branca é tipicamente utilizada para a alimentação do bicho-da-seda (*Bombyx mori*) e produção de frutas, enquanto a amora-preta para frutas e paisagismo (Costa *et al.*, 2021), ambas servindo também como forrageira para alimentação de animais ruminantes (Zúñiga; Salazar; Russo, 2022).

PRODUÇÃO, CONSUMO E COMERCIALIZAÇÃO

Mundial

As amoras-pretas do gênero *Rubus* são nativas, em grande parte, da Eurásia e da América do Norte e antes de sua domesticação eram utilizadas por populações indígenas, primordialmente, como planta medicinal, havendo registros sobre o uso das raízes, folhas, ramos, e frutas para o tratamento de diferentes injúrias (Foster *et al.*, 2019; Verma *et al.*, 2014). Os primeiros programas de seleção de cultivares agrícolas datam no século XIX, entretanto a produção de frutas frescas começou a ser mais comum para as vendas locais no século XX (Clark; Finn, 2014).

A expansão recente na produção de amora-preta (*Rubus* sp.) ocorre na América do Norte, para consumo nos EUA e na Europa. Esse crescimento é impulsionado por diversos fatores, como o fornecimento estável

da fruta na maioria ou todos os meses do ano, com cultivares que permitem o envio para mercados distantes. Durante a década de 1990, houve uma rápida expansão da indústria de amora fresca na Califórnia, seguida pelo México na década de 2000 (Clark *et al.*, 2005; Clark *et al.*, 2012).

Os maiores produtores dessa frutífera são a Europa, América do Norte e Central, entre esses está o México como o maior produtor mundial, com mais de 12.000 ha de produção entre os anos de 2018 e 2020 (Carpenedo; Raseira; Cezar Franzon, 2021). As amoreiras tiveram uma expansão em função de uma combinação de fatores, incluindo cultivares aprimorados, esforços de marketing e disponibilidade de frutas, além de um aumento geral no consumo de frutas frescas, em muitas áreas do mundo (Clark; Finn, 2014).

É estimado que a produção da amora-preta (*Rubus* sp.) ocorre em aproximadamente 30 mil hectares em todo o mundo, contando com os Estados Unidos como segundo maior produtor mundial (Anuário HF, 2022). Em 2021, os principais exportadores de amoras frescas foram a Espanha e o México com participação de 20,88% e 19,35% do valor de exportação, respectivamente, enquanto o maior importador foi Estados Unidos com participação de 43,24% do valor importado (Trigde, 2022).

Quanto as cultivares, a ‘Brazos’ (desenvolvido por Texas A & M University, USA), apresenta a necessidade de acúmulo de horas de frio aproximadamente de 300 h. Dessa forma, a produção de ‘Brazos’ foi a base para o desenvolvimento da indústria mexicana de amora-preta na década de 1990 (Strik; Finn, 2012)

Em 1990, a cultivar brasileira Tupy, desenvolvida pela EMBRAPA, Pelotas, Brasil e com necessidade de horas de frio semelhante à de ‘Brazos’, foi levada ao México. Embora os esforços iniciais para manejar a ‘Tupy’ com as mesmas práticas usadas na ‘Brazos’ não foram totalmente bem-sucedidos, conduziram-se ajustes para fornecer uma produção confiável de ‘Tupy’ (Clark; Finn, 2014).

Assim, a qualidade substancialmente aumentada de amora da cultivar ‘Tupy’ sobre ‘Brazos’ levou a um desenvolvimento de mercado e com grande expansão na área de produção, tendo a principal produção no México nos meses de outubro a junho usando métodos de gestão especializados. Esta produção providenciou um suprimento confiável de frutas durante a temporada “baixa” nos EUA e na Europa (Clark; Moore, 2005; Clark; Perkins-Veazie, 2011).

No entanto, depois da implantação dos sistemas de produção de túneis desenvolvidos na Europa para uma série de culturas hortícolas,

o cenário de produção da amoreira começou a mudar para os EUA, eles foram considerados muito úteis para produção de amora (Janke; Altamimi; Khan, 2017). A recente expansão do cultivo de amoras silvestres, especialmente na Califórnia ocorre praticamente em sua totalidade sob o sistema de túneis altos, que possibilita os produtores aumentarem o lucro total pelo direcionamento da comercialização da fruta em janelas de mercado dos EUA (entre novembro até março), quando o preço de venda é quatro vezes superior do que nos meses de verão (Morgan, 2022).

Brasileira

Apesar não ter grande expressividade na produção mundial, tem se observado o aumento da área cultivada e a produção de frutas de clima temperado no Brasil (Antunes *et al.*, 2022). Isso ocorre, principalmente, em função da modernização e a melhor gestão da propriedade rural e de todos os fatores de produção, a adoção de tecnologias de baixo impacto ambiental, visando a qualidade, segurança do produto e preservação do meio ambiente e, desse modo, atendendo às exigências do mercado consumidor brasileiro, transpondo as rigorosas barreiras fitossanitárias impostas pelos países importadores (Fachinello *et al.*, 2011).

O cultivo de pequenas frutas ainda é pequeno e inovador, mas possui características interessantes para pequenos produtores em função de seu baixo custo de implantação e de produção. E ainda, apresenta uma boa adaptação às condições sociais, econômicas e ambientais locais, grande exigência de mão de obra, que pode ser familiar, contribuindo para a fixação do homem no campo (Martins, 2015). Isto também se deve ao fato que existe uma melhora na gestão da propriedade rural, na modernização e a utilização de tecnologias, que proporcionam um menor impacto ao ambiente, contribuindo para a qualidade e segurança da produção, requisitos de um mercado consumidor cada dia mais exigente (Muniz *et al.*, 2011; Antunes *et al.*, 2014; Rufato *et al.*, 2014).

O recente interesse pelo consumo da amora preta, associado à adaptação da cultura a algumas regiões do País, tem proporcionado a ampliação da área de produção, principalmente no Estado do Rio Grande do Sul (Schaker; Antonioli, 2009), em algumas regiões dos Estados de São Paulo e Minas Gerais, com microclima favorável à cultura (Segantini *et al.*, 2011) e outros estados como Santa Catarina, Paraná, Distrito Federal e Bahia (Antunes *et al.*, 2022; Campagnolo; Pio, 2012). Tal situação propicia a essas regiões enormes possibilidades de mercado para a produção de frutas frescas e industrializadas. De acordo com Ilha (2012),

fatores como aumento do poder aquisitivo da população, mudanças no hábito alimentar, busca da diversificação das propriedades rurais, pesquisa agropecuária, assistência técnica e extensão rural contribuíram para esse contexto.

No ano de 2005, a área plantada com amora-preta no Brasil era de 250 ha, sendo que, em 2014, essa aumentou cerca de 100%, chegando a aproximadamente 500 ha (Fagherazzi *et al.*, 2017). Os principais Estados produtores estão localizados nas regiões Sul e Sudeste, sendo esses, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, Minas Gerais, São Paulo e Espírito Santo. Atualmente, estima-se que, no Rio Grande do Sul, sejam produzidas 2.209,5 toneladas em 239,2 ha, destacando-se os municípios de Campestre da Serra e Vacaria, com áreas de 80 e 78 ha, respectivamente (Antunes *et al.*, 2014).

Em Santa Catarina, o cultivo da amora-preta ocupa uma área de aproximadamente 10 ha. No Paraná, estima-se uma produção de 173,4 toneladas, em uma área de 22,1 ha. Em São Paulo, os últimos levantamentos sobre o cultivo de amora-preta, na safra de 2007/2008, indicam uma área de 213,5 ha. Já em Minas Gerais se estima que foram produzidas nos últimos anos cerca de 320 toneladas em 40 hectares. No Espírito Santo, as áreas de produção são restritas a regiões de altitude elevada, contabilizando aproximadamente 3,0 ha (Antunes *et al.*, 2014).

A produtividade pode alcançar até 10.000 kg.ha⁻¹.ano⁻¹ sob condições adequadas (Antunes, 2002). Segundo Santos *et al.* (1997), a produção de amora-preta para regiões de clima temperado é de 5.000 kg.ha⁻¹, 7.500 kg.ha⁻¹, 12.000 kg.ha⁻¹ para o primeiro, segundo e terceiros anos de produção, respectivamente. A amoreira-preta é uma cultura perene, e sua vida econômica varia de doze a quinze anos (Santos *et al.*, 1997). Informações sobre produção e comercialização de amora-preta, no Brasil, são escassas (Antunes, 2002).

Segundo dados apresentados pela CEASA-RS, de preços e volume, na safra gaúcha de 2006 iniciada em outubro, a fruta alcançou preços por quilo de R\$ 6,50, R\$ 2,82 e R\$ 2,66, em outubro, novembro e dezembro, respectivamente (CEASA, 2007). No CEAGESP, em 2008, a fruta foi comercializada de R\$ 12,00 a R\$ 18,00 por quilo, em volumes pequenos (Frutas Luma, 2009).

O interesse na cultura, assim como a sua produção, tem despertado a atenção de agricultores, principalmente em relação à produção para o mercado *in natura*, sendo vários os fatores que contribuíram para este aumento, incluindo o lançamento de cultivares mais adaptadas e sem es-

pinhos, com maior vida de prateleira, de melhor qualidade de frutas (Raseira *et al.*, 2022); o aumento dos esforços de marketing, no sentido de promover benefícios à saúde; melhoria das tecnologias de manejo, além do desenvolvimento de melhores técnicas pós-colheita e que permitem a expansão do mercado *in natura* (Clark, 2008).

Embora as áreas com plantios de amoreira-preta tenham aumentado significativamente em todo o mundo, muitas regiões produtoras têm enfrentado limitações a essa expansão (Ferreira, 2012). Algumas causas são a falta e/ou o alto custo da mão-de-obra; falta de áreas próprias para o plantio e o alto custo destas áreas; necessidade de cultivares com melhor sabor para o mercado *in natura* e adaptadas a diferentes regiões (Strik *et al.*, 2008).

Ainda assim, espera-se que a produção e o consumo de amora-preta aumentem, havendo projeções de crescimento em muitas regiões do mundo de mais de 100% (Antunes *et al.*, 2022. Esta expansão se deve, principalmente, à expansão dos mercados, além dos tradicionais, Europa e Estados Unidos e outros que estão surgindo, como Japão, China, Índia e Coreia (Caminiti, 2008).

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E PROPRIEDADES FUNCIONAIS

As amoras do gênero *Rubus* e *Morus* são altamente nutritivas e pertencem ao grupo das pequenas frutas vermelhas, as quais possuem propriedades benéficas a saúde, principalmente, pela presença de compostos antioxidantes (Guedes, 2013). As frutas desses gêneros, em geral, apresentam 85% de água, 10% de carboidratos, elevado conteúdo de minerais, vitaminas B, A e cálcio além de ser fonte de compostos funcionais, como ácido elágico e pigmentos naturais como antocianinas e carotenoides (Antunes, Raseira, 2004).

O ácido elágico possui funções anti-mutagênica, anticancerígena além de ser um potente inibidor da indução química do câncer (Melo, Bruni e Ferreira, 2006). Possui propriedades inibidoras contra replicação do vírus HIV transmissor da AIDS (Monteiro *et al.*, 2003) e sua ingestão potencializa o sistema imunológico, contribuindo para reduzir o risco de enfermidades degenerativas, cardiovasculares e inclusive o câncer, além de atuar como diurético (Retana; Araya, 2005).

Flavonoides presentes em frutas de amora-preta promovem anti-proliferação de células do câncer humano e extratos de folhas de *Rubus* sp. (Rosaceae) apresentam atividade antioxidante e antimicrobia-

na (Wang *et al.*, 2008). As antocianinas pertencem ao grupo de flavonoides e são pigmentos naturais responsáveis pela coloração de uma grande variedade de frutas, flores, legumes e hortaliças, aferindo uma ampla faixa de cores desde o vermelho até o azul (Cazal, 2021). Por ser um pigmento influenciado pela radiação solar sua quantidade presente nas frutas de amora vai depender do grau de maturação da fruta, o tipo de cultivar e o local de plantio (Chim, Rodrigues; Zambiasi, 2020). Essas frutas atuam melhorando a capacidade visual e a prevenção de doenças crônicas não transmissíveis, evitando possíveis processos carcinogênicos (Santos *et al.*, 2014), além de reduzir os níveis de triglicerídeos e da placa aterosclerótica, melhora a vasodilatação do endotélio (Squet, Chim, 2020).

Os carotenoides são pouco presentes em frutas de amoras, mesmo assim atuam como antioxidantes juntamente com as vitaminas C e E (Jacques; Zambiasi, 2011). Esse pigmento natural auxilia no aumento da imunidade, a partir da conversão que ocorre, naturalmente, no fígado de β -caroteno em vitamina A, atuando como antioxidante no organismo humano (Zia-Ul-Haq *et al.*, 2014; Bemfeito *et al.*, 2020). Segundo Marina; Ribarova, (2007) relataram que frutas de amora-preta apresentaram maiores níveis de carotenoides, zeaxantina, β -criptoxantina, β -criptoxantina e menores de luteína em relação à framboesa vermelha.

Os compostos fenólicos presentes em amoras do gênero *Morus* são: estilbenos, flavonoides isoprenilados, cumarinas, cromonas e xantonas (Oliveira, *et al.*, 2013). Além disso, são encontrados lipídeos, ácidos graxos, vitamina C, minerais, e alguns ácidos orgânicos, oriundo do metabolismo primário das plantas (Pawlowska, Oleszek, Braca, 2008). Suas folhas podem ser utilizadas como antídoto para curar picada de animais peçonhentos e quando na forma de suco pode ser utilizada no tratamento de dores de dentes. Além de ser uma ótima aliada no controle da glicemia, em pacientes com Diabetes mellitus tipo II, através do tratamento com uso de suco ou xaropes caseiros (Vanoni, 2006; Bolzan, 2008).

As frutas da amoreira do gênero *Rubus* são ricas em fibras e ácido fólico (Antunes *et al.*, 2002; Moreno-Alvarez *et al.*, 2002) e contêm ainda ácidos graxos essenciais, como o linoléico e o linolênico. Esses compostos são obtidos através da dieta auxiliam na regulação de várias funções do corpo, incluindo pressão arterial viscosidade sanguínea, imunidade e resposta anti-inflamatória (Pawlosky *et al.*, 1996). Além disso, apresentam teores consideráveis de proteínas, fibras alimentares e sólidos solúveis totais. São frutas que possuem considerada porcen-

tagem de ácido cítrico e um pH baixo, que podem variar entre as cultivares (Antunes *et al.*, 2014).

Com relação aos valores de composição centesimal das frutas, o estudo de Hirsch (2011), feito com diferentes genótipos de amoreira-preta *Rubus* sp. cultivados pela EMBRAPA Clima Temperado de Pelotas (seleções 07/001, 03/001, 02/96 e 99 e cultivares Guarani, Cherokee, Tupy e Xavante), revelou teores de umidade dentro de uma faixa de 84,8 até 90,3%, valores proteicos de 0,09 a 0,14%, fibras alimentares entre 5,5 a 5,8%. Já em relação a amoreira preta *Morus* sp., essa pode conter de 85 a 90% de umidade, de 1 a 2% de fibras alimentares, e 1,2 a 1,44% de proteínas (Pereira, 2014).

A proporção de açúcares e ácidos orgânicos é considerada como índice de qualidade, pois determina o sabor das frutas, além de definir o momento ideal para a colheita (Chitarra; Chitarra 2005). O teor de açúcares usualmente aumenta com o amadurecimento das frutas por meio de processos biossintéticos, pela degradação de polissacarídeos ou pela conversão de ácidos orgânicos (Chitarra; Chitarra, 2005).

O açúcar mais abundante encontrados em frutas de amora obtidos em cinco cultivares de amoras cultivadas na Turquia foi a frutose, cuja concentração varia de 21,1 a 33,8 mg.g⁻¹, em segundo lugar, a glicose e, posteriormente, a sacarose, com concentrações de 15,8 a 26,01 mg.g⁻¹ e 1,2 a 2,6 mg.g⁻¹ respectivamente para cinco cultivares de amoras cultivadas na Turquia (Kafkas *et al.*, 2006). Enquanto as frutas *Morus* sp., segundo Oliveira (2009), possuem cerca de 9% de frutose e glicose.

Em relação ao teor de sólidos solúveis em cultivares de amora *Rubus* sp., esses variaram de (10–13%) °Brix (Du *et al.*, 2010), enquanto em amoras *Morus* sp. os teores de sólidos solúveis variam de 12 a 16 °Brix em frutas maduras e 11 e 10% em frutas imaturos (Pimenta; Zambrano; Venturini Filho, 2012).

O teor de ácidos orgânicos presentes nas frutas é um fator importante para a caracterização das suas propriedades sensoriais, em que a palatabilidade pode ser atribuída à presença de ácidos orgânicos específicos (Pérez *et al.*, 1997). Nas frutas, a acidez é geralmente atribuída à liberação de prótons a partir de ácidos orgânicos como o cítrico, málico, oxálico, quínico, succínico e tartárico, contribuindo cada um com um gosto distinto. O tipo de ácido orgânico encontrado, e os níveis a que se acumulam são extremamente variáveis entre as espécies, os períodos de desenvolvimento e os tipos de tecidos, impondo também uma forte influência para decisão da época de colheita

das frutas, em que a acidez é importante para posterior processamento (Sweetman *et al.*, 2009).

Kafkas *et al.* (2006), em estudo realizado em cultivares de amoras *Rubus sp.*, obtiveram como principal ácido observado no extrato de amora, o ácido málico com concentração variando de 0,6 a 1,1 (mg/g). Em contrapartida, Oliveira (2009) concluiu que, em estado livre as frutas de amora *Morus nigra L.* possuem 1,86% de ácido málico.

O local no qual as amoras são cultivadas pode influenciar nas características físico-química das frutas de amora. De acordo com Montoya *et al.* (2010), amoras produzidas em clima tropical apresentaram alto teor de taninos e baixos teores de antocianinas quando comparada com as amoras produzidas em clima temperado, observaram, também, que as frutas apresentaram capacidade antioxidante elevada, fato que pode ser explicado pelo efeito sinérgico entre os compostos fenólicos.

PROCESSAMENTO E PRODUTOS

As pequenas frutas, especificamente a amora-preta, são importantes fontes de compostos fenólicos na dieta humana (Reyes-Carmona, 2005), porém a amora-preta apresenta estrutura frágil e alta atividade respiratória, com isso a conservação pós-colheita da amora-preta é relativamente curta (Mota, 2006).

Em razão da produção concentrada nos meses de novembro a fevereiro e a rápida perda de qualidade pós-colheita, há uma grande limitação quanto ao fornecimento das frutas ao mercado in natura. Uma alternativa viável para o aproveitamento econômico dessas frutas é a industrialização, pois estes podem ser congelados, enlatados, processados na forma de polpa para utilização em produtos lácteos (como matéria-prima ou aditivo de cor e sabor), ou na forma de sucos e geleias (Antunes, 2002).

Das amoreiras do gênero *Morus sp.*, geralmente, apenas as folhas são exploradas comercialmente para alimentação do bicho-da-seda, porém suas frutas possuem grande potencial de aproveitamento podendo ser usados para fabricação de xaropes, sorvetes, doces, iogurtes, bebidas, geleias etc. (Pimenta; Zambrano; Venturini Filho, 2012).

Um processamento muito adotado, principalmente, no mercado de consumo de pequenas frutas da Europa e Estados Unidos é o congelamento de frutas frescas, e movimentou, neste país, cerca de 700 milhões de Kg de frutas congeladas em 2004 (Zhao, 2007). Este processo tem

sido empregado, com sucesso, no mercado brasileiro mais recentemente. O processamento para o congelamento de amoras envolve a colheita, resfriamento pós-colheita, classificação, embalagem, armazenamento e transporte visando manter a qualidade do produto que chega ao consumidor muito semelhante ao produto in natura, o congelamento é, geralmente, um processo de duas etapas envolvendo super-resfriamento de água e cristalização (Zhao, 2007).

O congelamento de frutas, quando bem conduzido, preserva a cor e o sabor, afetando unicamente a textura, do ponto de vista visual e olfativo. Entretanto, para algumas finalidades ainda se pratica a conservação por aditivos químicos, assim como a pasteurização em recipientes herméticos. Esse congelamento pode ser realizado de duas formas: congelamento em bloco ou congelamento rápido individual (Vendruscolo; Vendruscolo, 2005). Deve-se atentar que, quanto mais rápido o congelamento, menores danos serão provocados na estrutura celular, preservando melhor a textura, o sabor e a cor, podendo ainda as frutas serem congeladas como frutas inteiras e fatiadas, na forma de polpa e em calda somente de açúcar ou com algum aditivo (Krolow, 2012).

De acordo com estudos realizados por Kawasaki *et al.* (2010), o congelamento (-20°C) de amora-preta *Rubus sp* reduziu, significativamente, os teores de proteínas das frutas, quando comparados com as frutas frescas e a geleia, porém, manteve os teores ao longo do tempo de armazenamento, não diferindo significativamente durante os 90 dias.

De modo geral, são três as formas de congelamento mais utilizadas pela indústria de processamento de frutas vermelhas, como a amora-preta, congelamento em bloco que consiste em embalar em sacos plásticos com capacidade variada (5, 10, 15 ou 20 kg) as frutas, sendo os sacos fechados por termossoldagem e colocados em bandejas retangulares, onde permanecem até o total congelamento, neste processo, pelo peso dos blocos, as frutas perdem o formato e formando uma massa contínua chamada bloco (Krolow, 2012).

O congelamento em bloco com adição de açúcar é indicado para frutas vermelhas que apresentam teor de acidez um pouco mais alto, pois o açúcar adicionado ajuda a mascarar esta acidez (Krolow, 2012). Após o preparo prévio das frutas, estas são adicionadas de açúcar seguindo os mesmos passos de embalagem, fechamento e congelamento descritos para congelamento em blocos. Este tipo de produto pode ser usado, posteriormente, de muitas formas, como para o preparo de polpas pasteurizadas para iogurtes ou sorvetes (Sinha, 2006).

Para o congelamento rápido individual, antes de embalar as frutas, essas são congeladas individualmente, por congelador contínuo com leite fluidizado ou túnel com nitrogênio (N) ou gás carbônico (CO₂) – *Individually Quick Frozen* (IQF) verdadeiro, ou IQF falso (túnel estático com ar forçado ou, ainda, câmara de congelamento) (Vendruscolo; Vendruscolo, 2005). Após o congelamento, são embalados em sacos de polietileno e armazenados em caixas de papelão, permanecendo íntegros e separados, mesmo depois de colocados na embalagem, o método IQF verdadeiro mantém uma maior integridade da fruta, pois são formados cristais de gelo menores, provocando menos danos às paredes celulares (Krolow, 2012).

Um dos métodos mais utilizada pela indústria no processamento de frutas é a formulação de sucos, entretanto processo de extração de sucos de pequenas frutas ainda é pouco explorado pelas agroindústrias no Brasil.

Pagot (2010) relata que, na região de Vacaria/RS, existem experiências de pequenas agroindústrias familiares na elaboração de suco de amora-preta e mirtilo através do método de arraste de vapor, método muito utilizado por agroindústrias familiares da serra gaúcha para extração de suco de uva. O método de arraste de vapor é efetuado em equipamento denominado “extrator de sucos”, que foi desenvolvido empiricamente, em 1988, por produtores e técnicos do Centro Ecológico do município de Ipê-RS e vem sendo aperfeiçoado no decorrer de sua utilização.

Esse método é bastante simples e permite o envase do suco diretamente em embalagens de vidro esterilizadas, possibilitando a armazenagem desse produto por um período longo sem o uso de conservantes artificiais (Venturin, 2004). Um aspecto crítico em relação a esse método diz respeito ao controle de temperaturas durante o aquecimento das frutas para evitar alterações no sabor e na cor do suco e ainda degradação de substâncias desejadas (Pagot, 2010).

Outros métodos de conservação, otimização do processo de transporte até a indústria e o processamento da amora-preta são a desidratação e/ou liofilização. Esses processos consistem na secagem das frutas, para prolongar a vida de prateleira dos alimentos por meio da redução da atividade de água, a de inibir o crescimento microbiano e a atividade enzimática, além disso promove a redução no peso e do volume do alimento bem como os custos de transporte e armazenagem (Pagot, 2010; Fellows, 2006).

Frutas vermelhas liofilizadas têm sido bastante usadas para a elaboração de cereais matinais e barras de cereais, pois estes apresentam

melhor sabor, odor, cor e manutenção das propriedades nutricionais e estrutura física da fruta *in natura* (Krolow, 2012). Neste processo, as frutas são congeladas e desidratadas por sublimação, em que a temperatura de retirada da água, no liofilizador, não ultrapassa a 20°C.

Para isso, as frutas são classificadas, lavadas, sanitizadas e imediatamente congeladas a -18°C e, posteriormente, levadas ao liofilizador, em que sob vácuo, a água sublima (a água passa do estado sólido para o gasoso sem passar pelo estado líquido) (Fellows, 2006; Lameiro *et al.*, 2019). O grande inconveniente deste processo é o custo elevado e a necessidade de embalagem especializada para impedir a passagem de luz, e também tem de ser impermeável à água, pois o produto liofilizado absorve água muito rapidamente (Pagot, 2010; Krolow, 2012).

A desidratação ou liofilização, retirada de água das pequenas frutas, pode ser feita através de processos diversos com maior ou menor intensidade, com maior ou menor custo, dependendo da finalidade do produto final. Entre os produtos resultantes de processos de desidratação e liofilização estão as passas, os flocos em diversas granulometrias, os pós (muito utilizados em mix de frutas vermelhas, com amora, morango e framboesa) e as frutas liofilizadas inteiras ou em pedaços. Algumas de suas aplicações são: chocolates, cookies, pães, cucas, recheios diversos, mistura de bolos, sorvetes, lácteos, flocos de arroz, snacks, chás e outros (Pagot, 2010).

A desidratação pode ser feita pelo processo de desidratação osmótica, ao Sol ou em estufas, sendo estas últimas mais indicadas, pois o produto final apresenta maior uniformidade, redução do tempo de processo, melhor qualidade. As frutas devem permanecer em estufa até apresentarem teor de umidade em tomo de 15%–20%, sendo isso verificado pela perda de peso (Krolow, 2012; Lameiro *et al.*, 2019).

Outro processamento industrial bastante adotado no Brasil e muito aceito para o consumo é a produção de geleias. Este processamento é regulamentado pela Resolução Nº 12 da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos, estabelecida em 1978, pela ANVISA. Esta normativa determina que padrões fixados posteriormente à data de sua publicação devem prevalecer ao que foi ora estabelecido (Brasil, 1978).

O produto deve ser preparado com frutas sãs, limpas, isentas de materiais terrosos, de parasitos, de detritos, de animais ou vegetais e de fermentação; deve estar isenta dos pedúnculos e de cascas, mas pode conter fragmentos da fruta, dependendo da espécie empregada no preparo do produto, pode-se adicionar glicose ou açúcar invertido,

mas a geleia não pode ser colorida e nem aromatizada artificialmente, é tolerada a adição de acidulantes e de pectina para compensar qualquer deficiência no conteúdo natural de pectina ou de acidez da fruta (Souza, 2013).

As frutas utilizadas para a industrialização de geleias são, em geral, aquelas que apresentam uma classificação de qualidade inferior, ou seja, o produto já passou por um processo de lavagem e seleção, no qual as frutas com melhor aspecto, tamanho, defeitos serão comercializadas *in natura*, e as frutas desclassificadas para venda *in natura*, por possuírem pequenos defeitos ou por serem de tamanho pequeno são destinadas para industrialização na forma de polpa e o restante para a fabricação da geleia (Coradi *et al.*, 2018).

A transformação das frutas em polpas é um processo utilizado por agroindústrias para separar partes indesejáveis das frutas, como sementes, cascas e outras (Pagot, 2010). Esse processo permite a redução do volume para armazenagem, proporciona um produto que pode ser comercializado como polpa natural congelada em embalagens pequenas para preparação de sucos, ou ainda em embalagens maiores para o uso de indústria de alimentos (Fellows, 2006).

A polpa de fruta, que é um produto natural, obtido por meio do esmagamento das partes comestíveis de frutas carnosas, maduras e frescas, com a utilização de prensas mecânicas, contribui para a preservação quase total das características naturais da fruta (vitaminas, sais minerais e calorías), sem alterar o seu sabor e teor de vitaminas, proporciona praticidade para o consumo e economiza o espaço no armazenamento (Coradi *et al.*, 2018). Essa polpa pode passar, posteriormente, por uma etapa de retirada de parte da água, reduzindo ainda mais o volume, concentrando o produto, formando a chamada polpa concentrada, que também é armazenada na forma de congelado para utilização na fabricação de muitos alimentos, como sorvetes, lácteos e outros (Pagot, 2010).

PERSPECTIVAS FUTURAS

O Brasil é o terceiro maior produtor de frutas do mundo, atrás apenas da China e da Índia, porém não está entre os 20 maiores exportadores mundiais (Anuário Brasileiro de Fruticultura, 2017; Fagherazzi *et al.*, 2017). No entanto, em 2018, com o lançamento do Plano Nacional de Desenvolvimento da Fruticultura, do Ministério da Agricultura, Pecuá-

ria e Abastecimento (MAPA) este cenário deverá se alterar, também com a criação do Selo Agro+ Integridade, que visa premiar as empresas do agronegócio que desenvolvam boas práticas de gestão, de integridade, ética e sustentabilidade, com intuito de dar uma “garantia de origem” aos produtos (Coradi *et al.*, 2018).

O Brasil produz, principalmente, frutas tropicais, porém entre as frutas de clima temperado as pequenas frutas, chamadas de “berries”, em inglês, termo usado para designar qualquer pequena fruta comestível, são as que vêm chamando mais atenção dos consumidores, pois tem um grande apelo no mercado consumidor por suas propriedades benéficas a saúde, serem muito saborosas, coloridas atraindo também crianças.

Assim, a amoreira-preta vem se destacando no cenário nacional, seja pela sua produção, adaptação em diversas regiões do país ou elevado valor como alimento funcional, entre outras (Souza, 2018). Atualmente, depois do morangueiro, é a espécie mais explorada dentro do grupo e a sua área já atingiu 600 ha (Antunes; Hoffmann, 2012; Pio; Gonçalves, 2014). Isso porque a difusão das propriedades nutracêuticas das amoras-pretas e a rusticidade inerente as suas plantas, as colocaram em destaque, aumentando o número de interessados em adquirir, consumir e saber mais a respeito de suas qualidades (Seeram *et al.*, 2006)

De acordo com Antunes *et al.* (2014) futuramente haverá um aumento na necessidade de produção de amora-preta, em função do aumento do consumo dessa. Cresce, também, o grau de exigência sobre a qualidade das frutas, bem como o interesse pela forma como a fruta é produzida, gerando oportunidades para o cultivo em sistema de produção orgânica, atentando as premissas de uma forma mais sustentável de produzir frutas (Souza, 2018).

Nesse sentido, a amoreira-preta representa uma boa perspectiva, pois se encaixa muito bem em sistemas de baixo impacto ambiental, como o caso de sistemas orgânicos ou outros sistemas de base ecológicos, considerando o baixo custo, a facilidade de manejo e a rusticidade da cultura, mas sua adaptação ao sistema orgânico carece de validação e de ajustes fitotécnicos (Souza, 2018). Fato que se encaixa no contexto abordado pela Revista Hortifruti Brasil, que destaca as dez principais tendências de consumo de alimentos que podem influenciar o setor de frutas e hortaliças, como o movimento chamado “mindful eating”, ou o “comer consciente” que se refere ao consumidor que está atento ao que come e ao impacto da sua alimentação no

Mundo (Hortifruti Brasil, 2018).

Entretanto, ainda existe uma necessidade de identificar genótipos ou seleções que atendam aos interesses tanto dos agricultores como também dos futuros consumidores de amoras produzidas em sistemas orgânicos e/ou agroecológicos (Croge, 2015). Estes estudos devem levar em consideração o desempenho agrônômico de genótipos em sistemas de produção, a fim de avaliar a possibilidade de ampliar e direcionar as perspectivas de cultivo, possibilitando dar suporte ao programa de melhoramento na tomada de decisão para o lançamento de novas cultivares comerciais (Souza, 2018).

REFERÊNCIAS

ANTUNES, L. E. C. Amora-preta: nova opção de cultivo no Brasil. **Ciência Rural**, v. 32, n. 1, p.151-58, 2002.

ANTUNES, L. E. C. *et al.* Produção brasileira de pequenas frutas: situação atual e perspectivas. Em: **Valorização da ciência brasileira para a produção de frutas: anais**. Florianópolis, SC: Embrapa, 2022. p. 708-712.

ANTUNES, L. E. C.; Hoffmann, A. Pequenas frutas – **O produtor pergunta, a**

ANTUNES, L.E.C. RASSEIRA, M. do C. B. Aspectos Técnicos da Cultura da Amora-Preta. Embrapa. Pelotas, 2004.

ANTUNES, L.E.C.; Pereira, I. dos S.; PICOLOTTO, L.; VIGNOLO, G.K.; GONÇALVES, M. A. Produção de amoreira-preta no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 1, p. 100-111, 2014.

ANUÁRIO HF 2022. Frutas vermelhas. As pequenas grandes notáveis. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1145155/1/Frutas-vermelhas-Anuario-HF.pdf>> Acesso, 11 de dezembro de 2022.

BEMFEITO, C. M.; Ribeiro, A. P. L.; Pereira, R. C.; ANGELIS-PEREIRA, M. C. Carotenoides em alimentos: fatores interferentes na biossíntese e estabilidade frente ao processamento. *In*: CORDEIRO, C. A. M. **Tecnologia de alimentos: tópicos físicos, químicos e biológicos**. Edição 1, v. 1: Editora científica digital, 2020.

BOLZAN, V. C. **Efeito do extrato das folhas da *Morus nigra* sobre a citologia baginal e níveis plasmáticos de hormônios sexuais femininos em ratos wistar**. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas da Fundação Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, 2008.

BORTOLINI, A. J.; LUZ, A. R. Amora-preta: facilidade de cultivo e elevados benefícios à saúde. **Revista Agronomia Brasileira**, v. 1, n. 1, 2017.

BORTOLINI, A.J.; LUZ, A.R. Amora-preta: facilidade de cultivo e elevados benefícios à saúde. **Revista Agronomia Brasileira**, v. 1, p. 1 – 3, 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 12, de 1978. Atualiza a Resolução 27/77 da antiga CNNPA (Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos). Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 12 jan.1979. Seção 1, p.566.

CAMINITI, A. Producción y mercados de berries, perspectivas para el mercosur. Anais de palestras e resumos: IV Simpósio Nacional do Morango, III Encontro sobre Pequenas Frutas e Frutas Nativas do Mercosul. 173p. Ed. REISSER JÚNIOR, C.; Antunes, L. E. C.; Pereira, J. F. M.; RASEIRA, M. do C. B.; VIZZOTO, M.; SIMÕES, F. Pelotas, Embrapa clima Temperado, 2008.

CAMPAGNOLO, M. A.; PIO, R. Fenologia e desempenho produtivo de cultivares de amoreiras-pretas e vermelha no Oeste paranaense. **Acta Scientiarum – Agronomy**, v. 34, n. 4, p. 439–444, 2012.

CARPENEDO, S.; RASEIRA, M. DO C. B.; CEZAR FRANZON, R. Estimation of Chilling Accumulation for Blackberry (*Rubus* sp.) Using Mathematical Models. **Journal of Experimental Agriculture International**, p. 67–75, 2 out. 2021.

CAZAL, M. M. Corantes Naturais como Compostos Bioativos. Corantes Naturais: Do Laboratório ao Mercado, 1(1), 269–298, 2021.

CEASA-RS CENTRAIS DE ABASTECIMENTO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. Preço amora-preta. [mensagem pessoal] Mensagem recebida em: 14 mar. 2007.

CHIM, J. F.; Rodrigues, R. S.; ZAMBIAZI, R. C. Caracterização físico-química, fitoquímica e atividade antioxidante de cultivares de amora preta da região sul do Rio Grande do Sul. *In: 7º Simpósio de Segurança Alimentar*. Online: Anais, 2020.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

CLARK, J.H.; FINN, C. E. Blackberry cultivation in the world. **Revistas Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 1, p. 046 –057, 2014.

CLARK, J.R.; J. N. MOORE. ‘Natchez’ thornless blackberry. **HortScience**, v.43, p.1897–1899, 2008.

CLARK, J.R.; J. N. MOORE. ‘Ouachita’ thornless blackberry. **HortScience**, v.40, p.258–260, 2005.

CLARK, J.R.; Moore, J.N.; LOPEZ-MEDINA, J.; Perkins-Veazie, P.; FINN, C.E. ‘Prime Jan’ (APF-8) and ‘Prime-Jim’ (APF-2) primocanefruiting blackberries. **HortScience**, v.40, p.852–855, 2005.

CLARK, J.R.; PERKINS-VEAZIE, P. Prime-Ark® 45 primocane-fruited blackberry. **HortScience**, v.46, p.670-673, 2011.

CLARK, J.R.; STRIK, B.; THOMPSON, A.E.; FINN, C.E. Progress and challenges in primocane-fruited blackberry breeding and cultural management. **Acta Horticulturae**, v.926, p.387-392, 2012.

CORADI *et al.*, Processamento de pequenas frutas: amora e mirtilo. *In*: Tecnologias para projetos agroindustriais: produtos de origem vegetal. Editora UFSM, 2018. p. 1773 – 1805.

COSTA, C. A. *et al.* First report of *Neophloeospora maculans* causing leaf spots in *Morus nigra* and *M. alba* in Brazil. **Journal of Plant Diseases and Protection**, v. 128, n. 1, p. 317-321, 1 fev. 2021.

CROGE, C.P. Cultivares de amoreira-preta produzidas sob diferentes condições climáticas: fenologia, bioativos, qualidade e avaliação sensorial. Dissertação de mestrado (Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal). Universidade Federal do Paraná, PR, 2015.

DEVI, B.; SHARMA, N.; SHARMA, D.; JEET, K. *Morus alba* linn: A phytopharmacological review. **International Journal Of Pharmacy And Pharmaceutical Sciences**. India, p. 14-18. fev. 2013.

ELISIA, I. *et al.* Antioxidant assessment of an anthocyanin-enriched blackberry extract. **Food Chemistry**, v. 101, n. 3, p. 1052-1058, 2007.

Embrapa responde. 1.ed. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 194 p.

FACHINELLO, J. C. PASA M. S.; SCHMITZ, J. D.; BETEMPS, D. L. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 1, p.109-120, out. 2011.

FAGHERAZZI, A. F. *et al.* La coltivazione dei piccoli frutti in Sud America: non solo mirtili. **Frutticoltura**, n. 7/8, p. 44-47, 2017.

FAGHERAZZI, A. F. *et al.* Pircinque: new strawberry cultivar for Brazilian producers. **Horticultura Brasileira**, v. 39, n. 4, p. 458-463, 2021.

FAGHERAZZI, A. F.; KRETZSCHMAR, A. A.; MACEDO, T. A.; VIGNOLO, G. K.; ANTUNES, L. E. C.; KIRSCHBAUM, D. S.; GIMENEZ, G.; ZOPPOLO, R.; JOFRÈ, F.; RUFATO, L. La coltivazione dei piccoli frutti in sud America: non solo mirtili. **Frutticoltura**, n.7/8, 2017.

FELLOWS, P.J. Tecnologia de processamento de alimentos: princípios e prática. P.J. Fellows; tradução Florencia Cladera...[*et al.*]. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

FERREIRA, L.V. Produção de amora-preta, sistemas de condução, doses de torta de mamona e concentrações de cálcio e boro 2012). **Dissertação de mestrado**

(Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Fruticultura de Clima Temperado) Universidade Federal de Pelotas, RS, 2012.

FOSTER, T. M. *et al.* **Genetic and genomic resources for Rubus breeding: a roadmap for the future.** *Horticulture Research* Nature Publishing Group, , 1 dez. 2019.

GUEDES, M. N. S. **Caracterização física, físico-química, química e armazenamento de amoras cultivadas em clima tropical de altitude.** 2013. 125f. Tese (Doutorado em Agroquímica), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

HIRSCH, G.E. Valor nutricional e capacidade antioxidante de diferentes genótipos de amoreira-preta (*Rubus* sp.). **Dissertação de mestrado** (Programa de pós-graduação em Ciências e tecnologia dos alimentos) Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2011.

HORTIFRUTI BRASIL. TOP 10 de tendências de consumo de frutas e hortaliças. CEPEA – ESALQ/USP, ano 16 – nº 176 – março de 2018.

ILHA, L. H. Produção de amora-preta e framboesa em regiões de clima temperado. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.33, n 268, p.58–68, 2012.

JACQUES, A.C. Amora-preta (*Rubus fruticosus*): Compostos bioativos e voláteis. **Tese de doutorado** (Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial), Universidade Federal de Pelotas, RS, 2012.

JANKE, R. R.; ALTAMIMI, M. E.; KHAN, M. The Use of High Tunnels to Produce Fruit and Vegetable Crops in North America. **Agricultural Sciences**, v. 08, n. 07, p. 692–715, 2017.

KAFKAS, E.; KOSAR, M. TUREMIS, N.; BASER, K.H.C. Analysis of sugars, organic acids and vitamin C contents of blackberry genotypes from Turkey. **Food Chemistry**, v.97, n.4, p.732–736, 2006.

KAWASAKI, E. H.; Lima, G. P.P.; SCAVRONI, J. Influência do processamento térmico e do armazenamento na concentração de macronutrientes da amora preta. *In*: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 22., 2010, Marília. Resumos ... Marília: UNESp' 2010.

KROLOW, A.C.R. Beneficiamento de fruta vermelhas. *In*: Pequenas frutas: tecnologias de produção. **Informe Agropecuário**, v.33, n.268, p.96 – 103, 2012.

LAMEIRO, M. G. S. *et al.* Características físico-químicas da amora-preta (*Rubus fruticosus*) e mirtilo (*Vaccinium ashei* reade) em seus produtos liofilizados. **Global Scienci and Technologi**, v.12, n.01, p.173–182, 2019.

MAAS, J.L., GALLETTA, G.J., STONER, G.D. Ellagic acid, an anticarcinogen in fruits, especially in strawberry: a review. **HortScience**, v. 26, n. 1, p. 10–14. 1991.

MARINOVA, D.; RIBAROVA, F. HPLC determination of carotenoids in Bulgarian berries. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.20, n.5, p. 370–374, 2007.

MARTINS, W.A. **Fenologia, exigência térmica, produção, custos e rentabilidade da amora-preta cv. “Tupy”**. Tese de doutorado, (programa de Pós- graduação em Agronomia – Produção Vegetal) Universidade Federal da Grande Dourados, MS, 2015.

MELO, E.B; BRUNI, A. T.; FERREIRA, M. M. C. – Inibidores da HIV – integrase: potencial abordagem farmacológica para tratamento da AIDS. – *Química Nova*, v. 29 n.3, 555–562, 2006.

MONTOYA, Ó. A. *et al.* Phenolic content and antioxidant capacity of tropical highland blackberry (*Rubus adenotrichus* Schltdl.) during three edible maturity stages. **Food Chemistry**, v. 119, n. 4, p. 1497–1501, 2010.

MORENO–ALVAREZ, A.J. *et al.* Estabilidad de antocianinas em jugos pasteurizados de mora (*Rubus glaucus* Benth). **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v.52, p.181–86, 2002.

MORGAN, K. L. Market Trends for US Berry Crops: Implications for Florida Blueberry, Blackberry, and Raspberry Producers. **EDIS**, v. 2022, n. 6, 16 nov. 2022.

MOTA, R. V. Caracterização física e química de geléia de amora– preta. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v.26, n.3, p.539–543, 2006.

MUNIZ, J.; KRETZSCHMAR, A. A.; Rufato, L.; PELIZZA, T. R.; MARCHI, T.; DUARTE, A. E.; GARANHANI, F. Sistemas de condução para o cultivo de physalis no planalto catarinense. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 33, n. 3, p. 830– 838, 2011.

OLIVEIRA A.C.B.; Oliveira A.P.; GUIMARÃES A.L.; Oliveira R.A.; Silva F.S.; Reis S.A.G.B. Avaliação toxicológica pré–clínica do chá das folhas de *Morus nigra* L. (Moraceae). **Revista Brasileira Plantas Medicinai**s. 2013.

OLIVEIRA, I. L.; SORATO, M. A.; SCHEIN, V. A. S; GHISLANDI, L. R. Caracterização fito–química de amora–preta variedade tupi. SIPEX, Seminário Integrado de Pesquisas e Extensão Universitária v. 16 n. 2,2009.

PAGOT, E. Direcionadores de valor críticos na cadeia produtiva de pequenas frutas em vacaria/RS. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão do Agronegócio),Universidade do Vale do Rio dos Sinos, RS, 2010.

PANTELIDIS, G. E.; VASILAKAKIS, M.; MANGANARIS, G. A.; DIAMANTIDIS, G. Antioxidant capacity, phenol, anthocyanin and ascorbic acid contents in raspberries, blackberries, red currants, gooseberries and Cornelian cherries. **Food Chemistry**, v. 102, p. 777–783, 2007.

PATRAS, A. *et al.* Impact of high pressure processing on total antioxidant activity, phenolic, ascorbic acid, anthocyanin content and colour of strawberry and blackberry purées. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 10, n. 3, p. 308–313, 2009.

PAWLOSZY, R.J. *et al.* Essential fatty acid uptake and metabolism in the developing rodent brain. *Lipids*, v. 31, suppl, p.S103–S107, 1996.

- PAWLOWSKA, A.M.; OLESZEK, W.; BRACA, A. Quali-quantitative analyses of Flavonoids of *Morus nigra* L. and *Morus alba* L. (Moraceae) fruits. **J Agric Food Chem.** 2008.
- PEREIRA, D.L. N. C. Tabela de Composição Química dos Alimentos. Departamento de Informática em Saúde, Escola Paulista de Medicina/Unifesp. Versão 3.0, 2014.
- PIMENTA, S. M.; ZAMBRANO, F.; VENTURINI FILHO, W. G. Suco integral de amora. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 23, n. 2, p. 335–339, abr./jun. 2012.
- PIO, R; GONÇALVES, E. D. Cultivo da amoreira preta. *In*: PIO, R. Cultivo de fruteiras de clima temperado em regiões subtropicais e tropicais. 1.ed. Lavras: MG, 2014. p. 186–221.
- RASEIRA, M. DO C. B. *et al.* “BRS Caingua”, a blackberry fresh-market cultivar. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 20, n. 1, 2020.
- RASEIRA, M. DO C. B. *et al.* The blackberry breeding program of “Embrapa clima temperado”: an update. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v. 25, 2022.
- RETANA, J. J. C.; ARAYA, M. M. C.; Mora (*Rubus* spp.) Cultivo y Manejo Poscosecha. Sistema Unificado de Información Institucional, Fundación para el Fomento y Promoción de la Investigación y Transferência de Tecnología Agropecuária de Costa Rica, San José, Costa Rica, 20 p., 2005.
- REYES-CARMONA, J.; YOUSEF, G. G.; MARTÍNEZ-PENICHE, R. A.; LILA, M. A. Antioxidant capacity of fruit extracts of blackberry (*Rubus* sp.) produced in different climatic regions. **Journal of Food Science**, v. 70, n. 7, p. 497–503, 2005.
- RUFATO, A. D. R., RUFATO, L., LIMA, C. S. M., MUNIZ, J. A cultura da physalis. Embrapa Uva e Vinho–Capítulo em livro técnico-científico (ALICE), 2014.
- SANTOS, A. C. A.; MARQUES, M. M. P.; SOARES, A. K. O.; Farias, L. M.; FERREIRA, A. K. A.; Carvalho, M. L. Potencial antioxidante de antocianinas em fontes alimentares: revisão sistemática. *R. Interd.*, v. 7, n. 3, p. 149–156, jul./set. 2014.
- SANTOS, A.M.; RASEIRA, M.C.B.; MADAIL, J.C.M. Amora-preta. 2. ed. Brasília: Embrapa-SPI, 1997. 61 p. (Coleção Plantar, 33).
- SAQUET, L.D.; CHIM, J.F. Compostos bioativos da amora-preta (*Rubus* spp): uma revisão. *Revista Brazilian Journal of Food Research*, Campo Mourão, v. 11 n. 4, p. 35–53, out./dez. 2020.
- SCHAKER, P. D. C., ANTONIOLLI, L. R. Aspectos econômicos e tecnológicos em pós-colheita de amoras-pretas (*Rubus* spp). **Revista Brasileira Agrociência**, v.15, n.1-4, p.11-15, 2009.
- SEERAM, N. P.; ADAMS, L. S.; ZHANG, Y.; LEE, R.; SAND, D.; SCHEULLER, H. S.; HEBER, D. Blackberry, Black Raspberry, blueberry, cranberry, Red Raspberry, and strawberry extracts inhibit growth and stimulate apoptosis of human. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 54, p. 9329–9339, 2006.

SEGANTINI, D. M.; LEONEL, S.; RIPARDO, A. K. da S., AURICCHIO, M. G. R. Uso de reguladores de crescimento para a superação da dormência e sua influência na brotação, no florescimento e na produção da amoreira-preta. **Revista Brasileira de Fruticultura [online]**, v.33, n.spe1, p. 275–280, 2011.

SINHA, N.K. Strawberries and raspberries. *In*: HUI, Y.H. (Ed.). **Handbook offruits and fruit processing**. Oxford: Blackwell, 2006. p.581–589.

SOUZA, A.V. Pós-colheita e processamento de amora-preta ‘tupy’. **Tese de doutorado** (Programa de pós graduação e agronomia – área de concentração horticultura). Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, SP, 2013.

STRIK, B. C.; FINN, C. E. Blackberry production systems – a worldwide perspective. **Acta Horticulturae**, v.946, p.341–348, 2012.

SWEETMAN, C. *et al.* Regulation of malate metabolism in grape berry and other developing fruits. **Phytochemistry**, v. 70, n. 11^o2, p. 1329–1344, 2009.

TRIGDE, 2022. Disponível em: <https://www.tridge.com/intelligence-data>. Acesso 10 de dezembro de 2022.

VANONI, A. P. N.B. **Avaliação da atividade fitoestrogênica do extrato hidroalcolólico e da infusão das folhas de Morus Nigra L.** Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinária da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

VENDRUSCOLO, J. L. S.; VENDRUSCOLO, C. T. Conservação de morango para a elaboração de produtos industrializados. *In*: ANTUNES, L.E.c.; DUARTEFILHO, J. **Sistema de produção do morango**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2005. (Embrapa Clima Temperado. Sistemas de Produção, 5). Versão eletrônica.

VENTURIN, Leandro. Influência da temperatura de extração na elaboração de suco de uva Isabel (*Vitis labusca*) pelo método de arraste de vapor. **Trabalho de conclusão de curso** (Tecnólogo em Viticultura Enologia), RS, 2004.

VERMA, R. *et al.* **Rubus fruticosus (blackberry) use as an herbal medicine**. **Pharmacognosy Reviews** Medknow Publications, 2014.

WANG, S. Y.; BOWMAN, L.; DING, M. Methyl jasmonate enhances antioxidant activity and flavonoid content in blackberries (*Rubus sp.*) and promotes antiproliferation of human cancer cells. **Food Chemistry**, v. 107, n. 3, p. 1261–1269, 2008.

WANG, S. Y.; MAAS, J. L.; PAYNE, J. A.; GALLETTA, G. J. Ellagic acid content in small fruits mayhaws, and other plants. **Journal of Small Fruit and Viticulture**, v. 2, n. 4, p. 11–49, 1994.

ZHAO, Y. Freezing process of berries. *In*: **Food science and technology**–New York: Marcel Dekker–, 2007. p.168 – 291.

ZIA-UL-HAQ, M.; RIAZ, M.; DE FEO, V.; JAAFAZ, H. Z. E.; MOGA, M. Rubus Fruticosus L.: Constituents, Biological Activities and Health Related Uses. *Molecules* 2014.

ZÚÑIGA, O. N. V.; SALAZAR, J. A. E.; RUSSO, R. O. Propagación de estacas de morera (*Morus alba* L.) en condiciones de invernadero: comunicación. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 5, n. 2, p. 2474–2483, 28 jun. 2022.

Capítulo 8

ERVA-MATE

(*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.)

Vania Zanella Pinto
Daniella Pilatti-Riccio
Raquel Borin
Yuri Eduardo Mendes Gandin
Ernesto Quast
Gustavo Henrique Fidelis dos Santos

INTRODUÇÃO

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill) é uma planta da família *Aquifoliaceae*, nativa da América do Sul (Figura 1), consumida diariamente no Sul do Brasil, Uruguai, Paraguai e Sul da Argentina como bebida quente ou gelada (Bracesco *et al.*, 2011; Thea *et al.*, 2016). O termo “mate” tem origem do quichua *mati* e faz referência à cuia, recipiente em que normalmente o chá é bebido (Lessa, 1986).

O naturalista francês Auguste de Saint-Hilaire fez a primeira descrição pública da erva-mate no ano de 1822 no livro *Memórias do Museu de História Natural de Paris* (*Mémoires du muséum d'histoire naturelle*), após uma viagem pela América do Sul. Daí a abreviação botânica oficial A.St.-Hil (Saint-Hilaire, 1822, 2013). Quanto à denominação *paraguariensis* existe a possibilidade de que se deva ao fato de ter sido encontrada por St. Hilaire primeiro no Paraguai, pois a maior área de ocorrência é no Brasil (Oliveira; Rotta, 1985).

A erva-mate possui relevante importância econômica, visto que representa o principal produto não madeireiro do agronegócio florestal (Signor; Dorneles; Baumel, 2016) e cultural, sendo o consumo diário uma tradição adquirida das populações nativas locais. O consumo tradicional da erva-mate ocorre como chá quente, chimarrão, ou gelado, tereré, ou ainda como chá tostado, chá mate quente ou frio (Pinto *et al.*, 2022). A erva-mate também é utilizada para a produção de outras bebidas, como refrigerantes, vinhos, energéticos e cervejas e em diferentes pratos na gastronomia local e internacional e sua utilização se estende a produtos de limpeza, higiene, medicamentos e cosméticos (Deral, 2020; Maccari Junior; Mazuchowski; Maccari Junior; Mazuchowski, 2000), bem como, no desenvolvimento de novos produtos e ingredientes alimentares (Bastos, *et al.*, 2007; Donaduzzi *et al.*, 2003; Vieira *et al.*, 2008).

Figura 1 – *Ilex paraguariensis* St. Hill



Foto: Vania Zanella Pinto (2024).

De acordo com os hábitos culturais de cada país, as etapas do processamento de erva-mate tipo chimarrão ou mate apresenta variações no Brasil, Uruguai e Argentina, acarretando alterações no sabor e aroma do mate. O sapeco, a secagem e o cancheamento da erva-mate são operações comuns no Brasil, enquanto na Argentina há uma etapa de envelhecimento/maturação antes do cancheamento da erva-mate para chimarrão (Bonfatti Júnior; Lengowski; Ludka Júnior, 2018; Croge; Cuquel; Pintro, 2020). No Uruguai, usualmente, o produto possui granulometria mais grossa, maior concentração de folhas e menor concentração de talhos (Daniel, 2014; Heck *et al.*, 2007).

O interesse industrial da erva-mate tem aumentado em decorrência de estudos que apontam em sua composição uma diversidade de compostos fitoquímicos com propriedades funcionais, como os compostos fenólicos, alcaloides, flavonoides e terpenoides. Estes compostos apresentam atividades biológicas e antioxidantes com grande potencial farmacológico e fitoterápico (Pinto *et al.*, 2022). As aplicações industriais da erva-mate utilizam, em geral, a extração prévia de soluções ricas em compostos fenólicos e outros fitoquímicos de interesse (Zlotek *et al.*, 2016). A concentração do solvente e a afinidade deste com o composto a ser recuperado permitem que os extratos de erva-mate intensifiquem a atividade antioxidante e antimicrobiana de suas folhas naturais (Bastos, *et al.*, 2007; Martin *et al.*, 2013; Pinto *et al.*, 2021).

Visando explorar suas propriedades funcionais, os extratos de erva-mate foram adicionados a diferentes produtos alimentícios como queijo prato, iogurte, frango assado, armazenado e reaquecido (Faccin; Vieira; Freitas, 2015), salame suíno (De Campos *et al.*, 2007), suco processado de cenoura com laranja (Ferrario *et al.*, 2018), sopa instantânea; Navarro (Deladino; Navarro; Martin, 2013), gelatina funcional (Berté *et al.*, 2011), além do desenvolvimento de filmes biodegradáveis ativos (Jaramillo *et al.*, 2015; Knapp *et al.*, 2019), nanopartículas (García *et al.*, 2019) e nanofibras (Bruni *et al.*, 2020). Alguns estudos também apontam potencial benéfico do uso da erva-mate na nutrição animal (Dazuk *et al.*, 2022; Lobo *et al.*, 2020; Po *et al.*, 2012).

Neste capítulo serão descritos aspectos relacionados com a produção e importância econômica, composição química e propriedades funcionais, etapas de processamento, principais produtos comerciais e em estágio de desenvolvimento, consumo e comercialização dos derivados de *Ilex paraguariensis* St. Hill. Além disso, serão descritos alguns

efeitos farmacológicos e as perspectivas futuras da cultura e dos seus derivados na indústria alimentícia e na cadeia produtiva de erva-mate.

PLANTIO E ASPECTOS AGRONÔMICOS

A *Ilex paraguariensis* St. Hill é uma planta pertencente à família das *Aquifoliaceae*, composta por cerca de 600 espécies, das quais 220 são nativas da América do Sul, encontrada entre as latitudes de 22° S e 30° S e longitudes 48° 30' W e 56° 10' W, correspondendo a 3% da área da América do Sul. No território brasileiro são encontradas 68 espécies e sua ocorrência natural, corresponde a 450 mil Km², aproximadamente 5% da área do Brasil, sendo o país com a maior área com cobertura natural de erva-mate (Auer *et al.*, 2014; Oliveira; Rotta, 1985; Penteadó Junior; Goulart, 2019; Souza; Lorenzi, 2012).

A distribuição natural da erva-mate contempla o Norte do Uruguai, Nordeste da Argentina, Leste do Paraguai, pequenas áreas dos Estados brasileiros do Mato Grosso do Sul, São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, além de grandes áreas dos três Estados da região Sul do Brasil: Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Nesta região, a erva-mate possui grande importância ambiental, cultural e social e econômica, como fonte de emprego, renda e tradição (Deral, 2020).

A Figura 2 mostra um mapa da América do Sul, com destaque à área de ocorrência natural da erva-mate na Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai. No ano de 2019, o Brasil produziu 880 mil toneladas de erva-mate, seguido pela Argentina com 837 mil toneladas e o Paraguai com 171 mil toneladas (DCA/Deral, 2020). O Uruguai é o maior importador do Brasil, tendo absorvido 87% das exportações em 2018 (Centenaro *et al.*, 2020).

A erva-mate é uma planta de crescimento lento, que se desenvolve em temperaturas entre 17 e 21 °C (Berté, Ricker, Hoffmann-Ribani, 2011). O seu cultivo pode ser por meio do sistema de produção extrativista, em que ela é colhida de plantas provenientes exclusivamente da regeneração natural conduzidas sob a sombra de espécies arbóreas nativas (araucária e eucalipto e outras) dita como erva-mate nativa; ou de plantios monoespecíficos e equiâneos com espaçamento definido e a pleno sol (Figura 3). Na maior parte dos casos, ocorrem situações intermediárias com ervais nativos adensados ou então plantios em sistemas agroflorestais, com espécies arbóreas nativas ou exóticas plantadas no intuito de proporcionar sombra para a cultura (EMBRAPA, 2014).

Figura 2 – Mapa da América do Sul, com destaque para a área de ocorrência natural da erva-mate



Fonte: mapa adaptado pelos autores (2024).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), de acordo com a origem da produção de erva-mate, os dados podem ser publicados no documento Produção do Extrativismo Vegetal e da Silvicultura (PEVS), para erva-mate nativa, ou a publicação pode ocorrer no documento Produção Agrícola Municipal (PAM), para erva-mate plantada (IBGE, 2022).

Na Tabela 1 estão compiladas a área plantada ou destinada à colheita de erva-mate, quantidade produzida e o valor da produção em lavouras permanentes, para os anos de 2016 a 2020, de acordo com os dados da PAM.

Figura 3 – Sistema de cultivo de erva-mate a pleno sol



Foto: Vania Zanella Pinto (2024).

Tabela 1 – Dados de produção de erva-mate nas lavouras permanentes

Ano	Área destinada a colheita (hectares)	Quantidade produzida (tonelada)	Valor da produção (mil R\$)
2016	78.621	630.556	555.171
2017	75.947	619.771	494.263
2018	71.419	509.949	426.368
2019	70.305	522.259	482.003
2020	72.122	527.546	576.805

Fonte: Produção Agrícola Municipal (PAM) – IBGE (2022).

Os parâmetros de cultivo, tais como local, clima, solo, grau de exposição solar, bem como condições de processamento, extração e a parte da planta utilizada exercem influência nas características sensoriais e concentração de compostos com propriedades bioativas (Bastos *et al.*, 2006; Dartora *et al.*, 2011; Donaduzzi *et al.*, 2003), bem como aspectos sensoriais. A erva-mate proveniente do extrativismo, por exemplo, do qual as árvores crescem sob a sombra apresentam amargor menos intenso do que as folhas das árvores que crescem a pleno Sol (Medrado; Mosele, 2018).

A produção de erva-mate, proveniente de ervais nativos, está descrita na Tabela 2, com dados de quantidade produzida e valor de produção de 2016 e 2020, de acordo com os dados da PEVS.

Tabela 2 – Dados de produção de erva-mate na extração vegetal

Ano	Quantidade produzida (tonelada)	Valor da produção (mil R\$)
2016	352.968	404.315
2017	383.922	472.396
2018	346.941	399.783
2019	371.659	403.226
2020	425.970	559.696

Fonte: Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura (PEVS) – IBGE (2022).

Em 2020, o Paraná produziu 372.251 toneladas de erva-mate nativa, colocando o Estado como o maior fornecedor de erva-mate de ervais nativos ou sombreados do país, com 87,4% da produção nacional (PEVS – Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura (IBGE, 2022).

O Uruguai tem o maior consumo *per capita* de erva-mate, com 8 a 10 kg/hab.ano; seguido pela Argentina que apresenta consumo em

torno de 6,5 kg/hab.ano e Sul do Brasil com 3 a 5 kg/hab.ano (Cardoso Junior; Morand, 2016). De maneira geral, na América do Sul o consumo médio de folhas secas na forma de chás ou infusões é de aproximadamente 12 a 23 g/hab.dia (4,3 a 8,4 kg/hab.ano), sendo esta quantidade equivalente ao consumo de chá (*Camelia sinensis*) na Ásia e Europa, e café na Europa e América do Norte (Bracesco *et al.*, 2011).

PROCESSAMENTO DA ERVA-MATE

A erva-mate não é consumida como um produto bruto, sendo necessário o seu processamento antes de chegar ao consumidor. Atualmente, cerca de 96% da erva-mate é destinado para o consumo na forma de chimarrão e tereré. O restante é consumido como suco, chás tostados ou refrigerante (Henrique, 2018). O processamento da erva-mate é realizado majoritariamente pela indústria, desde a compra da erva-mate verde até sua transformação em produto pronto para o consumo. Nem todas as indústrias realizam todas as etapas do processo. Algumas comercializam a erva-mate cancheada, enquanto outras compram a erva-mate cancheada e fazem apenas o beneficiamento (Signor; Marcolin, 2016).

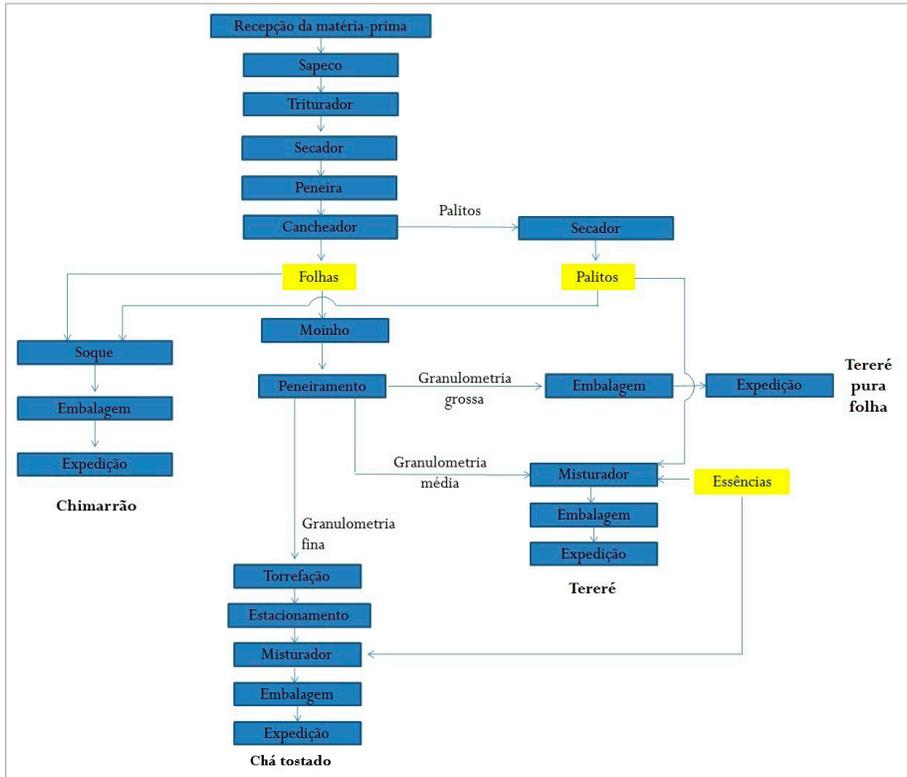
A sua produção industrial pode ocorrer de diferentes maneiras, podendo ser descrita de forma geral como uma sequência das seguintes etapas: (1) colheita, (2) torrefação/branqueamento ou sapeco, (3) secagem, (4) moagem, (5) envelhecimento e (6) embalagem. De forma geral, as etapas iniciais de processamento da erva-mate, que engloba as etapas de colheita até o cancheamento, não apresentam variações significativas. A partir da etapa de cancheamento, ocorrem variações no processo dependendo do produto ou características específicas desejadas do produto. A Figura 4 apresenta o fluxograma geral do processamento da erva-mate, para a produção de erva para chimarrão, tereré ou chá tostado.

A colheita pode ser realizada de forma manual ou mecanizada. Na colheita manual são utilizados facões ou serras para realizar a poda. Para a colheita mecanizada, o erval precisa ser planejado e deve ter uma distância mínima de 3x1m entre cada árvore.

Dependendo do local e características desejadas do produto, as colheitas podem ser realizadas a cada um ou dois anos. Em cada colheita se recomenda não retirar mais do que 70% das folhas em ervais plantados. O melhor período para a colheita é o inverno, antes da brotação, devendo ser evitados dias úmidos e chuvosos (Daniel, 2014).

Após a colheita, a erva-mate deve ser encaminhada rapidamente para a indústria, de modo a minimizar as reações bioquímicas pós-colheita. Em geral, a matéria prima é transportada até a indústria por caminhões, acomodada dentro de sacos bags.

Figura 4 – Fluxograma de processamento da erva-mate



Fonte: elaborada pelos autores (2024).

Ao chegar à indústria, a erva-mate é colocada em uma esteira e transportada até o sapecador, no qual será exposta diretamente ao fogo à temperatura de 250 a 550 °C, por um intervalo de tempo de 20 segundos a 8 minutos. O objetivo do sapeco é a retirada da umidade superficial, a inativação das enzimas promotoras de oxidação da erva e a preservação do sabor e do aroma do produto (Solabella *et al.*, 2010). Nesta etapa, a erva-mate é alimentada em um tambor rotativo acoplado a uma fornalha de onde vêm as chamas que sapecam a erva. No interior

do equipamento existem pás que movimentam a erva-mate para melhorar a transferência de calor e a uniformidade do processamento térmico.

Na saída do sapecador é realizada uma inspeção visual, para avaliação quanto à intensidade e uniformidade da inativação enzimática e se as folhas não queimaram durante o processo, pois trata-se de uma etapa fundamental para a qualidade do produto. As condições de branqueamento podem variar de acordo com a qualidade desejada do produto final, em que podem ser observadas alterações significativas de produtos de diferentes países. Após o sapeco, a erva-mate é transportada por esteiras, passa por um picador e segue para a secagem. Este processo pode ser realizado de três formas diferentes, por carijo ou barbaquá que são métodos de secagem artesanais e a secagem por secador industrial.

A secagem em carijo é um método caseiro de secagem utilizado em pequenas propriedades para secar erva-mate para consumo próprio. Nesse sistema, os galhos de erva-mate são acomodados em cima de uma estrutura de madeira, tipo estrado, elevado do chão com altura de cerca de 1,5 metros. Embaixo dessa estrutura é feito uma fogueira como fonte de calor para realizar a secagem. Neste sistema a erva-mate fica em contato próximo ao fogo o que lhe confere aroma e sabor característicos deste método artesanal (Lessa, 1986).

O sistema de secagem estilo barbaquá consiste em uma construção de madeira ou de tijolos. Dentro desta construção, há uma estrutura de ripas de madeira onde é acomodada a erva-mate. Próxima a esta estrutura há uma espécie de fornalha. A fornalha e a estrutura são interligadas por uma passagem subterrânea por onde o ar quente é canalizado. O processo é lento e a erva-mate leva de 12 a 18 horas para ser seca. Durante o processo as folhas devem ser viradas a cada 3 ou 4 horas (Solabella *et al.*, 2010).

A secagem em escala industrial pode ser realizada em secador do tipo esteira ou do tipo rotativo. No secador de esteira o calor entra em contato com a erva-mate de forma indireta, a secagem é mais uniforme e causa menos danos a matéria-prima. As características operacionais dependem do equipamento, da qualidade e custo do produto e de características específicas de cada empresa. De forma geral, a secagem no secador tipo esteira utiliza equipamentos com comprimento entre 25 e 35 metros, nos quais a matéria-prima é alimentada continuamente, permanecendo sob secagem por 3 a 6 horas, a uma temperatura de 90 a 110 °C (Solabella *et al.*, 2010).

A secagem utilizando um secador tipo rotativo é mais rápida. Neste secador, o calor entra em contato com a erva-mate de forma direta e por um período de tempo menor (Esmelindro; Toniazzo; Waczuk, 2002). Neste tipo de secador, a temperatura no interior do equipamento pode atingir 350 °C, com um tempo médio de permanência de 30 minutos (Esmelindro; Toniazzo; Waczuk, 2002). O interior do secador tipo rotativo apresenta garfos que movimentam a erva-mate de modo a garantir a uniformidade da secagem. A velocidade do equipamento é constante, de modo a manter inalterado o tempo de retenção da erva-mate no interior do equipamento.

A secagem por tempo insuficiente poderá propiciar o aumento da velocidade das reações bioquímicas, causando a diminuição da vida útil do produto embalado. Por outro lado, a secagem excessiva do produto pode provocar alteração sensorial, especialmente do aspecto visual (Negi; Roy, 2001), sendo a coloração amarelada associada a um produto de baixa qualidade por parte dos consumidores de chimarrão (Negi; Roy, 2001; Schmalko; Alzamora, 2001).

A secagem tem por objetivo reduzir a umidade e a atividade de água das folhas, contribuindo para a diminuição da velocidade das reações químicas e bioquímicas de degradação e oxidação, além de impedir o desenvolvimento microbiológico (Medrado; Mosele, 2018). Atualmente, são estudadas novas tecnologias, como o uso de micro-ondas ou infravermelho para o aumento da eficiência da secagem e melhoria da qualidade do produto. Embora promissor em âmbito laboratorial, estes estudos ainda não se mostraram economicamente competitivos, quando comparado com a retirada de umidade por ar quente proveniente da queima.

Um exaustor instalado na saída do secador tem a função de transportar a erva-mate seca até o processo de peneiramento. Durante esse transporte, a erva-mate seca passa por peneiras, que separam as folhas dos palitos. As folhas que são separadas nessas peneiras estão prontas para serem utilizadas como matéria-prima para o chimarrão, tererê e chá tostado.

Os palitos retidos no peneiramento são encaminhados para o cancheador. Este equipamento é um moinho que possui batedores internos que moem o material grosso retido no peneiramento. O cancheador permite um ajuste fino do processo de separação das folhas e do palito, permitindo a separação de folhas que permaneceram aderidas aos palitos. Os palitos seguem para outro secador e as folhas são encaminhadas para junto das folhas secas do peneiramento anterior (fração de finos).

A secagem dos palitos, normalmente, utiliza uma temperatura menor e um tempo maior, quando comparado à etapa de secagem descrita anteriormente. No interior deste secador existem estruturas similares a conchas, responsáveis por fazerem com que os palitos percorram o interior do secador por aproximadamente três vezes, no caso de secadores rotativos. Existe a possibilidade do uso do mesmo equipamento secador das folhas, para a secagem dos talos. A partir deste processo, os palitos são armazenados e estão prontos para servirem de matéria-prima na formulação de produtos de erva-mate.

As folhas e talos, uma vez processados, são utilizados na preparação de chás e bebidas, que podem ser consumidas como uma infusão preparada com água fria ou quente, chamada de "maté" no Uruguai e na Argentina, "tereré" no Paraguai e "chimarrão" no Brasil. O consumo nesses países tem uma conotação cultural, sendo uma tradição adquirida das populações nativas locais. O consumo diário médio dessa bebida varia de 1 a 2 litros de infusão, utilizando de 30 a 80 gramas de erva-mate por dia, fomentando a sua cadeia produtiva (Dartora *et al.*, 2011; Deladino *et al.*, 2008; Deladino; Navarro; Martín, 2013; Heck; De Mejia, 2007).

A moagem tem como objetivo acomodar melhor o produto no interior de embalagens, bem como aumentar a extração dos compostos desejáveis das folhas. Os talos (pequenos ramos) exercem função importante para evitar a compactação e entupimento do meio filtrante, especialmente no consumo da erva-mate na forma de chimarrão e tereré, em que a água necessita passar através da erva-mate sem que ocorra entupimento. O grau de moagem é igualmente um parâmetro importante, pois a moagem muito fina facilitará o entupimento do meio filtrante, o que é indesejável pelo consumidor.

Em alguns países, como Argentina e Uruguai, a erva-mate é submetida ao envelhecimento. Este envelhecimento pode ser natural, podendo levar de 9 a 12 meses, ou forçado. Neste último caso, a erva-mate triturada é armazenada sob condições controladas de temperatura, umidade e circulação de ar, por 30 a 60 dias. Neste processo ocorre a oxidação de pigmentos, principalmente, a conversão das clorofilas a feofitinas, o qual inicia ainda no processo de sapeco e secagem (Holowaty *et al.*, 2015; Schmalko; Alzamora, 2001), com a preservação do conteúdo de cafeína e redução dos compostos fenólicos totais (Holowaty *et al.*, 2015). Dessa forma, o envelhecimento é essencial no desenvolvimento das características sensoriais e na qualidade final da erva-mate elaborada para este público consumidor (Holowaty *et al.*, 2015).

Para a produção de erva-mate para chimarrão para o público brasileiro, normalmente, a erva-mate é embalada e comercializada no menor intervalo de tempo possível, de modo a preservar o sabor e a coloração verde, esta última, associada à qualidade e frescor do produto junto ao consumidor. A forma tradicional de comercialização da erva-mate para chimarrão era a embalagem em papel revestido, de modo a preservar o produto contra a umidade do ambiente. Atualmente, é comum o uso de embalagens aluminizadas com ou sem o uso de vácuo, que visa evitar ou retardar reações indesejáveis de oxidação (Cardoso Junior; Morand, 2016; Heck; De Mejia, 2007; Isolabella *et al.*, 2010; Polidoro *et al.*, 2016; EMBRAPA, 2014).

PRODUTOS

Erva-mate tipo chimarrão

Para produção da erva-mate chimarrão, as folhas e os palitos previamente processados são colocados em uma rosca transportadora na proporção de aproximadamente 70% de folhas e 30% de palito. Após a mistura dessas frações, a mistura passa pelo processo de soque, que tem o objetivo de triturar a erva-mate, deixando-a mais fina e homogênea, além de realçar o sabor.

O envelhecimento da erva-mate é uma parte opcional do processo, utilizada para conferir características específicas para a erva-mate como amargor e cor amarelada. Este processo pode ser natural ou forçado. O envelhecimento natural é mais longo, pode levar entre 9 e 12 meses e consiste em deixar a erva-mate armazenada em condições normais de temperatura e umidade. Já o envelhecimento forçado é mais rápido, pois é feito a partir do armazenamento da erva-mate em ambiente controlado de temperatura e umidade, o que leva de 30 a 60 dias para ser finalizado (Solabella *et al.*, 2010). As características conferidas a erva-mate tipo chimarrão após o envelhecimento não são apreciadas pelos consumidores brasileiros, sendo normalmente priorizado o processamento da erva-mate tipo chimarrão no menor tempo possível.

A etapa posterior é a embalagem, comumente realizada em embalagens de 1 kg (a mais comum) ou de 500 gramas. A embalagem tradicional para envase da erva-mate para chimarrão é o cartão branco. O uso da embalagem plástica metalizada tem ganhado popularidade, em função de melhoria da barreira a gases. Isso permitiu a popularização da erva-

-mate para chimarrão embalada a vácuo. Neste caso, a barreira aos gases é necessária para a manutenção do vácuo, que auxilia na diminuição da velocidade das reações oxidativas, responsáveis pela alteração da coloração, sabor e odor do produto, além da degradação de compostos bioativos presentes no produto.

Erva-mate tipo tereré

Para a produção da erva-mate tipo tereré, as folhas pré-processadas seguem para um moedor, no qual são trituradas na gramatura desejada para este produto. Após a moagem, as folhas passam por uma peneira para padronizar o produto. Após o peneiramento as folhas de erva-mate seguem para um tanque de mistura em que também são adicionados aproximadamente 20 % de palitos e as essências desejadas. Após a mistura, a erva-mate tipo tereré segue para o processo de embalagem. Mesmo que a embalagem secundária seja em cartão com a finalidade de melhorar a aparência impressa do produto, a embalagem primária é composta por uma embalagem plástica, de modo a garantir barreira contra a entrada de vapor de água.

Erva-mate tipo tereré pura folha

A erva de tereré pura folha passa pelo mesmo processo da erva de tereré comum, com diferenças de parâmetros de processos, ou ajustes de equipamentos. Esse produto apresenta uma moagem mais grossa, geralmente sem a adição de essência e palitos no produto. Em virtude de um maior volume específico deste produto, este produto é normalmente encontrado em embalagem metalizada de 500 gramas.

Erva-mate tipo chá mate tostado

A erva-mate para a produção do chá mate é moído fino e peneirado para padronização com uma gramatura de aproximadamente 0,5 mm. Em seguida, o produto segue para o processo de torrefação, em geral por batelada, em que o produto permanece dentro do equipamento em contato com o calor até a torração do chá até que adquira a cor desejada.

O processo de peneiramento anterior é importante para que o chá torre de maneira uniforme. Após atingir a cor desejada água é adicionada ao chá, para resfriar rapidamente e conferir peso ao produto. Após a torrefação, o chá de erva-mate é armazenado em sacos e passa por um período de quarentena por cerca de 2 meses, para uniformizar o sabor.

Ao término deste período, o chá-mate segue para um misturador juntamente com as essências desejadas.

O chá-mate pronto passa para o setor de embalagem, onde a quantidade de chá é pesada, adicionada e fechada em sacos filtros costurados automaticamente. Em seguida, esses filtros são acomodados em caixas de papel, que serão envoltas por filme plástico transparente.

Produtos contendo erva-mate

Alguns produtos à base de erva-mate são amplamente consolidados e amplamente disponíveis comercialmente no Brasil. A Anvisa descreve na RDC n°277 de 22 de setembro de 2005 parâmetros mínimos de qualidade para o café, cevada, chá, erva-mate e produtos solúveis. Nesta resolução está definido a erva-mate como sendo um “produto constituído exclusivamente pelas folhas e ramos de *Ilex paraguariensis* St. Hil., obtido por processo de secagem e fragmentação destinado ao preparo de “chimarrão” ou “tererê” podendo ser adicionado de açúcar”. Esta mesma resolução define composto de erva-mate como “produto, destinado ao preparo de “chimarrão” ou “tererê”, constituído de erva-mate, adicionado de especiaria(s) e ou outra(s) espécie(s) vegetal(is) constante(s) de Regulamento Técnico de Espécies Vegetais para o preparo de chás, podendo conter aroma e ou açúcar” (Brasil, 2005) e descritos na Tabela 3.

Tabela 3 – Produtos comerciais a base de erva-mate

Produto	Características
Erva-mate para chimarrão	Pode ser adicionada de açúcar ou não, oriunda de plantações nativas ou não, à pleno sol ou sombreadas. Moagem pode ser fina ou grossa e a composição pode variar de 70% (tradicional) a 100% de folhas (pura folha)
Erva-mate para tererê	Pode ser adicionada de açúcar ou não, oriunda de plantações nativas ou não, à pleno sol ou sombreadas. Moagem pode ser média ou grossa e a composição de folhas e palitos pode variar conforme especificações dos fabricantes.
Composto de erva-mate	Processamento tradicional da erva-mate com posterior adição de chás específicos para cada composto
Chá mate verde ou Mate verde	Quando o chá mate estiver ainda <i>in natura</i>
Chá mate	Originado de folhas, hastes, pecíolos e pedúnculos de erva-mate da espécie <i>Ilex paraguariensis</i>

Produto	Características
Chá mate solúvel	Chá mate solúvel em pó, para ser preparado pela adição de água, sem necessidade de infusão
Chá mate pronto para o consumo	Bebida obtida pela maceração, infusão ou percolação de folhas, hastes, pecíolos e pedúnculos de erva-mate da espécie <i>Ilex paraguariensis</i>
Chá Mate Verde em Pó	Pó ultra-refinado para uso em bebidas e culinário
Picolé com erva-mate	Produto adicionado de erva-mate
Chocolate branco com erva-mate	Produto adicionado de erva-mate moída
Biscoitos sabor chá mate	Biscoitos saborizados com chá mate

Fonte: elaborada pelos autores (2024).

Os Estados que mais consomem a erva-mate na forma de chimarrão são o Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. Os Estados do Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás consomem a erva-mate em maior volume na forma de tererê (IBRAMATE, 2018).

Além destes produtos, os chás mates também são muito populares no Brasil. A definição de chá segundo a RDC nº277 de 22 de setembro de 2005 do Ministério da Saúde é a seguinte: “produto constituído de uma ou mais partes de espécie(s) vegetal(is) inteira(s), fragmentada(s) ou moída(s), com ou sem fermentação, tostada(s) ou não, constantes de Regulamento Técnico de Espécies Vegetais para o Preparo de Chás. O produto pode ser adicionado de aroma e ou especiaria para conferir aroma e ou sabor (Brasil, 2005). A população do Estado do Rio de Janeiro aprecia o consumo do chá de erva-mate tostado gelado (IBRAMATE, 2018).

NOVOS PRODUTOS E MERCADOS

Além dos produtos comerciais, existem diversos registros de proteção intelectual via patente de produtos à base de erva-mate e seus processos (Tabela 4). Destes produtos, os gelados comestíveis popularmente conhecidos como sorvete preparados com erva-mate peneirada, refinada ou ultra refinada, produzido exclusivamente por folhas, apresentam maior teor energético, de termogênicos e antioxidantes, comparados com sorvetes convencionais (Secco Junior, 2019a).

Tabela 4 – Produtos e processos à base de erva-mate com proteção intelectual

Descrição	Ano	Número depósito
Formulações cosméticas e/ou farmacêuticas contendo extrato de <i>Ilex paraguariensis</i>	2011	PI 0903382-3
Extratos de café, <i>Ilex paraguariensis</i> e <i>Camellia sinensis</i> obtidos por pressurização cíclica da câmara de extração	2018	BR102016015833-8 A2
Processo de produção de chá mate ortodoxo e respectivos produtos resultantes (folhas inteiras enroladas)	2018	BR1020180006649 A2
Processo para obtenção de bebida alcoólica a base de erva-mate "Ilex mate" ou " <i>Ilex paraguariensis</i> " e produto obtido	2019	BR102017011796 B1
Produção de bebida fermentada tipo cerveja a base de malte e extrato solúvel de <i>Ilex paraguariensis</i>	2019	BR102014031594-2 A2
Processo para produção de chá mate verde ultra refinado a partir do pó (ou goma) da <i>Ilex paraguariensis</i> (erva-mate) e seu respectivo produto resultante com granulometria entre 5 e 12 microns	2019	BR102018011158-2 A2
Gelados comestíveis e preparados para gelados comestíveis adicionados de erva-mate (<i>Ilex paraguariensis</i>) peneirada, refinada ou ultra refinada	2019	BR1020190230630 A2
Pão de queijo enriquecido com erva-mate (<i>Ilex paraguariensis</i>) peneirada, refinada ou ultra refinada	2020	BR1020190042850A2
Massa para produção de macarrão adicionada de erva-mate peneirada, refinada ou ultra refinada	2020	BR1020190058200
Chocolate branco, ao leite ou amargo enriquecido com erva-mate (<i>Ilex paraguariensis</i>) peneirada, refinada ou ultra refinada	2020	BR1020190042923
logurte adicionado de erva-mate peneirada, refinada ou ultra refinada	2020	BR1020190042958
Bebida láctea adicionada de erva-mate peneirada, refinada ou ultra refinada	2020	BR1020190042966
Mistura de erva-mate com café	2020	BR1020200202065
Processo de produção de derivados da clorofila a partir do resíduo industrial que consiste na resina gerada na produção de erva-mate	2020	BR1020200141040
Bebida probiótica de lichia e erva-mate e seu processo de produção	2018	BR1020180757792
Vinho de lichia e erva-mate e seu processo de produção	2018	BR1020180757822
Processo para preparo de composição para chá e/ou erva-mate para chimarrão	2018	BR1020180078852
Formulação, processo de produção e uso de dermofitocosmético a base de extrato de pimenta e erva-mate	2017	BR1020170275191

Descrição	Ano	Número depósito
Formulação, processo de produção e uso de dermofitcosmético a base de extrato de pimenta e erva-mate e laranja	2017	BR1020170275205
Composição à composição à base de erva-mate	2017	BR1020170199886
Sistema de empacotamento à vácuo de erva-mate	2017	BR1020170157229
Disposição construtiva para dispositivo suctor dotado de contêiner para mistura de erva-mate ou sucedâneos com água	2017	BR2020170138203
Processo de preparo de chá preto a partir de brotos de erva-mate	2017	BR1020170108449
Processo de preparo de chá verde a partir de brotos de erva-mate	2017	BR1020170108473
Processo para obtenção de goma de mascar sem açúcar à base de erva-mate convencional ou orgânica e produto resultante	2016	BR1020160168724
Disposição construtiva aplicada a um recipiente automatizado para infusão de erva-mate	2016	BR2020160096168
Método para preparação de chocolate branco com erva-mate	2016	BR1020160040728
Disposições aplicadas em forno secador de biomassa especialmente erva-mate	2015	BR2020150220761
Bebida de erva-mate gaseificada e seu processo de fabricação	2015	BR1020150210043
Sistema de lavagem e sapeco para erva-mate in natura por água quente e equipamento sapecador de erva-mate com água	2015	BR1020150174195
Processo de preparo de chá verde de erva-mate e respectivo produto resultante	2015	BR1020150127987
Uso de erva-mate, composição alimentícia e seu processo de obtenção	2015	BR1020150057130
Sachê de erva-mate	2014	BR2020140202167
Picador florestal a tambor ou guilhotina para erva-mate	2013	BR2020130196946
Farinha de trigo enriquecida com erva-mate e processo de produção de farinha de trigo enriquecida com erva-mate	2013	BR1020130111600
Carro de arrastamento, colhedor de erva-mate com quebradora de ramos finos autopropulsada	2013	BR1020130089303
Barra de cereal contendo milho e erva-mate em sua composição	2012	BR1020120291983
Bebidas não alcoólicas, sem adição de corantes artificiais, com erva-mate	2012	BR1020120198258
Disposição construtiva aplicada a um recipiente automatizado para infusão de erva-mate	2010	MU 9002037-5

Descrição	Ano	Número depósito
Processo de tracionamento e sapecagem para folhas de erva-mate com vapor de água quente para eliminação de toxicidade	2010	PI 1002236-8
Equipamento para sapecagem e secagem de folhas de erva-mate por vapor de água quente	2010	MU 9001057-4
Doce de erva-mate	2009	PI 0904300-4
Processo de produção de balas utilizando erva-mate	2009	PI 0901128-5
Processo de produção de concentração erva-mate	2009	PI 0901134-0
Processo de obtenção e produto resultante de bebida de erva-mate orgânica, verde ou tostada, gaseificada	2008	PI 0802975-0
Processo para elaboração de um extrato líquido e concentrado com erva-mate, chá ou outras plantas usadas para infusões	2009	PI 0701881-9
Erva-mate misturada a ervas com propriedades antissépticas	2005	PI 0504183-0
Método de processamento e beneficiamento de erva-mate	2003	PI 0300615-8
Sorvetes e sobremesas de chá mate e erva-mate naturais e suas variações	2003	PI 0300721-9
Xarope erva-mate	2002	PI 0203157-4
Aplicação de aloe arborecens e/ou aloe barbadensis miller em erva-mate (<i>Ilex paraguariensis</i>)	2002	PI 0201053-4
Desintegrador de erva-mate	2002	MU 8200556-7
Conjunto secador de erva-mate e outros produtos	2001	MU 8100887-2
Disposição introduzida em equipamento de secagem e desidratação de erva-mate e/ou chás	2000	MU 8000489-0
Disposição introduzida em equipamento para processamento de erva-mate	1999	MU 7903029-7
Moinho de fricção por dentes com retardadores de tempo de moagem de erva-mate	1997	PI 9704444-0
Equipamento para beneficiamento de erva-mate	1997	MU 7703102-4
Método de obtenção de uma erva-mate com sabor mineralizada e/ou complementada com vitaminas e erva-mate obtida	1997	PI 9702567-4
Secador de madeiras e envelhecedor acelerado de erva-mate e outros	1996	PI 9603025-9
Disposição introduzida em equipamento de secagem e desidratação de erva-mate e/ou chás	1996	MU 7601657-9

Descrição	Ano	Número depósito
Moinho para erva-mate cancheada	1996	PI 9600870-9
Secador de erva-mate e outros vegetais	1995	PI 9504410-8
Processo para secagem de erva-mate	1995	PI 9504096-0
Forno para secagem de erva-mate	1995	PI 9504075-7
Instalação para secagem de erva-mate	1995	PI 9504076-5
Descoberta e utilização do extrato de erva-mate para fins de desodorização, seu método de fabricação e seus produtos derivados	1991	PI 9101754-8
Aperfeiçoamentos em ou relativos a soque para erva-mate	1991	MU 7100661-3
Conjunto descartável para infusão de erva-mate	1989	MU 6901689-5
Descoberta e utilização da bauxita ativada e extrato da erva-mate para fins de desodorização, sua mistura e seus derivados	1989	PI 8903053-2
Máquina para triturar, moer ou socar erva-mate	1987	PI 8704529-0
Picadeira e sapecadeira de erva-mate	1984	PI 8402539-5
Secador rotativo rápido tubular de três passagens, horizontal, para erva-mate e feno	1984	PI 8400763-0
Secador combinado de erva-mate	1981	PI 8107764-5

Fonte: elaborada pelos autores (2022).

O pão de queijo elaborado com o acréscimo de erva-mate, utiliza como ingredientes polvilho doce, ovo, leite, gordura, queijo, sal iodado e erva-mate peneirada, refinada ou ultra refinada que não apresente talos nem outras partes da planta (Secco Junior, 2019b).

A bebida alcoólica produzida a partir da erva-mate é realizada com uma mistura de erva-mate e água, sacarose e nutrientes distintos. Tendo essa mistura como base, ocorre o processo de fermentação alcoólica, seguida por destilação em destilador de cobre, buscando eliminar as mercaptanas oriundas do processo, seguida de uma bidestilação. O processo em si atinge um grau alcoólico alto, o que se faz necessário a correção do teor alcoólico diluindo a bebida, para a obtenção de uma bebida alcoólica oriunda da erva-mate (Picinatto *et al.*, 2019).

A maior parte dos depósitos de pedidos para proteção de propriedade intelectual até o ano de 2000 envolviam equipamentos e processos. A partir do início de 2000, a maior parte dos depósitos para proteção da propriedade intelectual envolveram o desenvolvimento de produtos.

Diversos produtos já foram desenvolvidos experimentalmente utilizando erva-mate e seus derivados (Tabela 5). Balas de gelatina com chá mate tostado foram elaboradas com diluições para o chá mate e apresentaram boa aceitação sensorial, para sabor, cor, odor e impressão global (Martins *et al.*, 2020). Outra sobremesa à base de gelatina e erva-mate foi desenvolvida usando fibras solúveis como inulina, fruto oligossacarídeos e polidextrose. A formulação de gelatina de erva-mate contendo apenas a fibra inulina foi a que obteve maior aceitação sensorial e intensão de compra. Esta gelatina apresentou teor de fibras alimentares acima de 3%, o que permitiu ter alegação funcional (Berté *et al.*, 2011).

A elaboração de chocolate branco com extrato de erva-mate partiu de um delineamento experimental utilizando como variáveis os parâmetros de extrato de erva-mate 1-5% e vanilina 0,02-0,06% nas formulações. Baixas concentrações de extrato de erva-mate (1%) vanilina (0,2%) nos chocolates resultou melhores notas para os atributos sabor, cor, impressão global e intenção de compra, por conferir uma cor mais verde pouco acentuada, além de apresentar compostos fenólicos totais e alta atividade antioxidante (Zanchett *et al.*, 2016).

Uma bebida fermentada a base de soro de leite, utilizando extrato de erva-mate e stevia, com sabor chocolate foi elaborada e obteve boa aceitação sensorial com a inclusão de 0,65% de extrato de erva-mate (Dellagostin *et al.*, 2020). A adição de extrato de erva-mate (0, 0,1 e 0,25%) em iogurte light tradicional e probiótico (*Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*) foi realizada, a fim de estudar sua ação antioxidante. O extrato não influenciou na contagem dos micro-organismos probióticos e não interferiu nas características do iogurte, além de promover atividade antioxidante à bebida (Preci *et al.*, 2011).

Além da ampla utilização dos extratos em produtos, a erva-mate também foi empregada como insumo na substituição de lúpulo amargor em cerveja artesanal. Esta substituição resultou em uma bebida com características semelhantes aos produtos comerciais. Este resultado se torna importante por se tratar de uma matéria-prima regional e mais barata, quando comprada aos lúpulos utilizados para a produção de cervejas (Oliveira; Faber; Plata-Oviedo, 2017). A adição de erva-mate de chimarrão também foi estudada no desenvolvimento de barras de cereal. As formulações contendo erva-mate receberam notas da avaliação sensorial abaixo da amostra controle, sem erva-mate. O principal atributo influenciado com o aumento da concentração de erva-mate foi

o sabor, com aceitação de aproximadamente 70% pelos provadores, sendo que concentrações de 5 e 10% de erva-mate em barras de cereal podem ser sugeridas (Chiesa; Schilabitz; Souza, 2012).

A elaboração de pães com extrato aquoso de erva-mate (75g e 150 g de extrato por formulação) resultou em boa aceitação sensorial. Além disso, o teste de vida útil dos produtos, o pão com a menor quantidade de erva-mate começou a apresentar mofos a partir do terceiro dia, enquanto a formulação com maior concentração exibiu mofos a partir do décimo segundo dia de armazenamento, sugerindo maior vida útil do produto (Faccin *et al.*, 2015).

As folhas de erva-mate também foram incluídas em pães de farinha de grãos de trigo inteiro o tamanho das partículas das folhas em pó promoveram alterações nas propriedades reológicas da massa e na qualidade dos pães, bem como possíveis interações entre os compostos fenólicos das folhas com a farinha de trigo. No entanto, os compostos fenólicos da erva-mate foram estáveis ao processo de assamento dos pães, resultando em produtos com potencial funcional (Santetti *et al.*, 2021)

Suco de cenoura e laranja processado com luz UV-C e com adição de extrato erva-mate foi desenvolvido com o objetivo de preservar o produto e melhorar a qualidade nutricional. Após a adição de erva-mate, o suco apresentou uma pequena mudança de cor, aumento de turbidez e °Brix e um importante aumento na quantidade de polifenóis totais e atividade antioxidante total. A análise sensorial mostrou que um grupo de consumidores demonstrou interesse no produto, porém algumas mudanças devem ser realizadas, a fim de tornar o produto mais agradável com relação ao sabor e aroma (Ferrario *et al.*, 2018).

Embutido suíno tipo salame foi desenvolvido utilizando extrato de erva-mate como agente oxidante. Após análises, constatou-se que o extrato de erva-mate controlou a oxidação lipídica, tornando o extrato uma boa alternativa para conservar este tipo de alimento. A análise sensorial não demonstrou diferenças entre os salames testados (De Campos *et al.*, 2007).

Sopa enriquecida com extrato de erva-mate encapsulado foi desenvolvida com a intenção de adicionar compostos antioxidantes a produtos comerciais. O extrato de erva-mate encapsulado em alginato tornou a sopa mais saudável pela quantidade de antioxidantes adicionada e não alterou as propriedades da sopa convencional. A sopa enriquecida não apresentou diferença significativa na análise sensorial (Deladino; Navarro; Martin, 2013).

Além dos usos no desenvolvimento e novos produtos alimentícios, o extrato de erva-mate tem sido estudado como antioxidante natural para alimentos (Ferreira *et al.*, 2011; Heck *et al.*, 2021; Racanicci; Danielsen; Skibsted; Racanicci; Danielsen; Skibsted, 2008). Os extratos etanólicos em geral apresentam maior concentração de compostos com atividade antioxidante (Pinto *et al.*, 2021, 2022).

Tabela 5 – Produtos alimentícios elaborados com erva-mate e seus derivados

Produto	Local	Referências
Bala de gelatina com chá mate tostado	Laranjeiras do Sul, PR	(Martins <i>et al.</i> , 2020)
Gelatina funcional de erva-mate	Curitiba, PR	(Berté <i>et al.</i> , 2011)
Chocolate branco com extrato de erva-mate	Erechim, RS	(Zanchett <i>et al.</i> , 2016)
Bebida fermentada soro de leite, extrato de erva-mate e stevia	Erechim, RS	(Dellagostin <i>et al.</i> , 2020)
logurte light probiótico com extrato de erva-mate	Erechim, RS	(Preci <i>et al.</i> , 2011)
Erva-mate como substituto do lúpulo em cerveja artesanal	Campo Mourão, PR	(Oliveira; Faber; Plata-Oviedo, 2017)
Barra de cereal com erva-mate	Lajeado, RS	(Chiesa; Schilabitz; Souza, 2012)
Pão com extrato de erva-mate	Lajeado, RS	(Faccin <i>et al.</i> , 2015)
Pão integral com erva-mate	Passo Fundo, RS	(Santetti <i>et al.</i> , 2021)
Suco de cenoura e laranja contendo extrato de erva-mate	Misiones, Argentina	(Ferrario <i>et al.</i> , 2018)
Salame de carne suína com extrato de erva-mate	Concórdia, SC	(De Campos <i>et al.</i> , 2007)
Sopa instantânea com extrato de erva-mate	Buenos Aires, Argentina	(Deladino; Navarro; Martino, 2013)
Hamburguer bovino com extrato de erva-mate	São Paulo, SP	(Ferreira <i>et al.</i> , 2011)
Hamburguer de búfala com extrato de casca de ramos de erva-mate	Santa Maria, RS	(HeckHeck <i>et al.</i> , 2021)
Almondega de frango com extrato de erva-mate	Piracicaba, SP	(Racanicci; Danielsen; Skibsted, 2008); (Racanicci; Helene; Skibsted, 2009)

Fonte: elaborada pelos autores (2022).

A inclusão destes extratos em baixas concentrações (0,01% a 0,1%) podem contribuir na prevenção da peroxidação lipídica em hambúrgueres sem alterar as características sensoriais do produto (Ferreira *et al.*, 2011). O enriquecimento com ácidos clorogênicos (30 g 100 g⁻¹ de extrato) de resíduos de colheita de árvores de erva-mate de hambúrgueres de búfala ricos em ômega-3 não alterou as características sensoriais dos produtos e pode ter contribuído com a estabilidade dos ácidos graxos mono e poli-insaturados (Heck *et al.*, 2021).

A adição de folhas de erva-mate (0,05 e 0,10%) e seu extrato aquoso em almôndegas pré-cozidas feitas de peito de frango resultou na preservação igual ou melhor quando comparado com folhas de alecrim na mesma concentração contra a formação de produtos secundários de oxidação lipídica. A adição das folhas ou dos extratos não alterou as características sensoriais dos produtos (Racanicci; Danielsen; Skibsted, 2008; Racanicci; Helene; Skibsted, 2009). Adicionalmente, a ingestão de extrato de erva-mate por frangos de corte nos últimos 14 dias antes do abate não afetou o desempenho zootécnico dos animais, mas contribuiu para estabilidade oxidativa da carne de frango e dos produtos elaborados com a carne (Racanicci *et al.*, 2011).

FRUTOS DE ERVA-MATE E APLICAÇÕES

Além dos estudos envolvendo o desenvolvimento de novos produtos e processos, a partir das folhas de erva-mate, existem estudos que buscam agregar valor aos subprodutos da erva-mate, atualmente não aproveitadas, como talos grossos, a casca destes talos e frutos.

Durante a colheita da erva-mate é gerada uma grande quantidade de resíduos, estimada entre 2 e 5 toneladas por hectare de área cultivada. Lorini *et al.* (2021) analisaram resíduos pós-colheita de erva-mate (casca dos galhos descartados) e verificaram a presença de compostos bioativos semelhantes aos encontrados nas folhas e galhos finos da erva-mate. Verificou-se também que a casca possui cerca de 95% dos ácidos fenólicos encontrados na planta, o que abre novas possibilidades de estudo e valorização desse subproduto.

Além das cascas e galhos grossos, atualmente os frutos da erva-mate também são considerados resíduos da colheita e são descartados durante o processo. Estima-se que uma árvore adulta produza 150 kg de folhas e 20 kg de frutos. Apesar disso, o fruto da erva-mate apresenta alto potencial para se tornar matéria-prima para novos produtos devido

ao seu valor nutritivo. Quando o fruto está maduro, apresenta coloração forte e sabor amargo, o que pode indicar a presença de compostos fenólicos (Silva *et al.*, 2018), (Becker *et al.*, 2015).

O estudo de Barbosa *et al.* (2015) concluiu que comparando os frutos com as folhas da erva-mate, os frutos possuem um maior valor nutricional, maior variedade de elementos químicos distintos em sua composição e maior solubilidade em água do que as folhas. Por isso, estudos mais aprofundados poderiam ser feitos, já que hoje os frutos não são utilizados para a alimentação animal ou humana.

Os frutos de erva-mate atingem diâmetro de aproximadamente 7 mm, com quatro ou cinco pirenos de semente única (Figura 5). As árvores florescem de outubro a novembro, enquanto a frutificação ocorre entre dezembro e maio. Durante amadurecimento, a cor do fruto muda de verde a marrom avermelhado e, por fim, preto, quando totalmente maduro. No processo de fabricação da erva-mate, uma pequena parte dos frutos podem estar presentes no produto final (Cogoi *et al.*, 2013). As saponinas presentes no fruto diferem-se daquelas encontradas nas folhas; dependendo da quantidade de frutos adicionada na erva-mate, altera-se o sabor do produto. Uma das principais saponinas presentes nos frutos de *Ilex paraguariensis*, o ilexosídeo II é responsável pelo gosto amargo do fruto (Taketa; Breitmaier; Schenkel, 2004). Dessa forma, a adição de frutos na erva-mate tipo chimarrão e tereré não é desejada, tornando-os resíduo industrial ou fertilizante.

Há, possivelmente, um valor potencial dos frutos como fonte de fibras e minerais. Esses frutos também podem ser uma fonte de compostos bioativos, como metilxantinas, polifenóis e saponinas. Com isso, a utilização desse material pode se tornar lucrativa e, ao mesmo tempo, ajudar a minimizar os problemas de descarte de resíduos. Isso sugere o valor potencial dos frutos de *I. paraguariensis* para o desenvolvimento de novos produtos nas indústrias alimentícia e farmacêutica (Cogoi *et al.*, 2013).

Figura 5 – Folhas e frutos de *Ilex paraguariensis*

Fonte: acervo dos autores (2024).

Os frutos verdes do mate são ricos em saponinas triterpenoides (Pavei *et al.*, 2007; Treter *et al.*, 2010), conhecidos como surfactantes naturais, utilizados em função de suas propriedades emulsificantes que reduzem a tensão superficial de líquidos e auxiliam na estabilização de emulsões e espumas (Cheung; Mehta, 2015). Devido ao aumento da preferência dos consumidores por substâncias naturais em oposição às sintéticas, as saponinas têm sido estudadas para uso em alimentos, como surfactante natural e antimicrobiano (Da Silva *et al.*, 2018). Em fração enriquecida em saponinas de frutos verdes de erva-mate, foi possível formar espuma abundante e persistente (Do Canto *et al.*, 2010).

As saponinas podem também ser utilizadas no tratamento de algumas doenças. Nesse sentido, a tricomoníase, causada pelo protozoário *Trichomonas vaginalis*, é a infecção não viral sexualmente transmissível (IST) mais comum nos seres humanos. O metronidazol (MTZ) é a droga de escolha contra o *T. vaginalis* desde os anos de 1960, porém, a ocorrência de efeitos colaterais e casos de resistência estimulam a busca de novos compostos. Considerando a importância da tricomonose na saúde pública, a necessidade de novas alternativas para o tratamento desta IST e o potencial uso de saponinas como agentes tricomonocidas. O estudo da atividade tricomonocida das saponinas dos frutos de erva-mate demonstrou atividade moderada, sem citotoxicidade para células epiteliais de mamíferos quando a 0,06% em massa. A atividade das saponinas foi inferior à droga metronidazol e superior aos tensoativos sintéticos tiloxapol e polissorbato 80 (Jehee *et al.*, 2017; Treter *et al.*, 2010).

A atividade biocida corresponde à capacidade de eliminar, tornar inofensivo ou controlar organismos nocivos. À vista disso, a atividade biocida de extratos aquosos de frutos de diferentes progênies de *Ilex paraguariensis* em três estádios de maturação (verde, semi maduro e maduro) foi verificada utilizando indivíduos juvenis de *Pomacea canaliculata* (caramujo-maçã), considerado praga em lavouras de maçã, e larvas de *Danio rerio* (peixe-zebra), uma das espécies mais utilizadas em ensaios de toxicidade. Os caramujos foram mais sensíveis que as larvas aos extratos de determinada progênie nos três estádios de maturação avaliados. Os extratos de outra progênie foram os mais tóxicos para as larvas de *Danio rerio* após 96 horas de exposição. Com isso, os resultados de toxicidade indicam que a seleção das variedades de fruto influenciou os conteúdos metabólicos presentes nos três estádios de maturação ao longo do tempo, indicando alta atividade moluscicida para uma determinada progênie (De Brito *et al.*, 2021).

COMPOSIÇÃO QUÍMICA

A erva-mate contém diversos minerais (magnésio, cálcio, ferro, sódio, manganês, potássio, alumínio, cromo, cobre, níquel, zinco), vitaminas (A, C, B1, B2 e B6) e pequenas concentrações de alguns aminoácidos (ácido aspártico, ácido glutâmico, glicina, alanina, triptofano, cistina, arginina, histidina, lisina, tirosina, valina, leucina, isoleucina, treonina, metionina e asparagina). Além disso, destaca-se principalmente por seu elevado teor de fotoquímicos, particularmente, compostos fenólicos, alcaloides, flavonoides e terpenoides (Tabela 6) e saponinas (Tabela 7) (Berté; Hoffmann; Rucker; Hoffmann-Ribani, 2011; Boaventura *et al.*, 2012; De Mejia *et al.*, 2010; Ribeiro *et al.*, 2017; Efig *et al.*, 2008).

As folhas de *I. paraguariensis* são amplamente estudadas e apresentam concentrações elevadas dos ácidos clorogênicos, os quais representam cerca de 10% do seu peso seco, além de flavonoides, xantinas e carotenoides (Tabela 6). Os principais compostos presentes na erva-mate e as faixas concentrações destes compostos presentes no extrato de erva-mate utilizando água como solvente.

Tabela 6 – Compostos presentes nas folhas de erva-mate tostada (chá tostado)

Composto	Folhas	Chá tostado	Referências
Ácidos fenólicos (mg 100g⁻¹)			
Ácido caféico	0,42 a 47,4	24	Bastos <i>et al.</i> (2006); Boaventura <i>et al.</i> (2012); Ribeiro <i>et al.</i> (2017); De Moraes <i>et al.</i> (2009)
Ácido gálico	127,8 a 874,5	295	Boaventura <i>et al.</i> (2012); De Moraes <i>et al.</i> (2009)
Ácidos Clorogênicos (mg 100g⁻¹)			
3-CQA	4.770 a 5.970	25.190	De Mejia <i>et al.</i> (2010); Ribeiro <i>et al.</i> (2017)
5-CQA	8.380 a 34.170	1.717	De Mejia <i>et al.</i> (2010); Ribeiro <i>et al.</i> (2017)
4-CQA	3.240 a 4.020		De Mejia <i>et al.</i> (2010)
3,4-DQA		242,8	Ribeiro <i>et al.</i> (2017)
3,5-DQA	523,25 a 3.537,1	594,8	Boaventura <i>et al.</i> (2012) Ribeiro <i>et al.</i> (2017)
4,5-DQA		1.035,8	Ribeiro <i>et al.</i> (2017)
Flavonoides (mg 100g⁻¹)			
Rutina	1.520 a 3.400	124,8	De Mejia <i>et al.</i> (2010); Ribeiro <i>et al.</i> (2017)
Kaempferol	0,0012%		Filip <i>et al.</i> (2001)
Xantinas (mg 100g⁻¹)			
Cafeína	4,5 a 315	139,5 a 549	Bastos <i>et al.</i> (2006) De Mejia <i>et al.</i> (2010) Ribeiro <i>et al.</i> (2017); De Moraes <i>et al.</i> (2009)
Teobromina	990 a 1.965,7	25,6 a 135	De Mejia <i>et al.</i> (2010) Boaventura <i>et al.</i> (2012) Ribeiro <i>et al.</i> (2017)
Teofilina		1,24	Ribeiro <i>et al.</i> (2017)
		Carotenoides (µg.100 mL ⁻¹)	
Luteína	2,66 a 6,30	-	Silveira <i>et al.</i> (2016)

Fonte: elaborada pelos autores (2024).

* As concentrações elevadas são resultantes de extratos submetidos à concentração por congelamento (PFC). Para a padronização de unidades foi considerado o volume de solvente utilizado no preparo da solução.

A recomendação de ingestão máxima de cafeína para adultos saudáveis é 400 mg/dia. Essa ingestão diária máxima varia de acordo com a idade e peso de crianças e adolescentes, público na qual esse valor não

deve ultrapassar 2,5 mg de cafeína por kg de peso corporal (Wikoff *et al.*, 2017). Para gestantes, recomenda-se que a ingestão diária de cafeína não ultrapasse 200 mg/dia (Wierzejska; Jarosz; Wojd, 2019).

O efeito estimulante da cafeína na vigilância e desempenho cognitivo é obtido geralmente com doses superiores à 60 mg (Berté; Hoffmann; Rucker; Hoffmann-Ribani, 2011). Porém a concentração pode variar em virtude do chamado fenômeno de habituação, em que para algumas pessoas pode fazer com que sejam necessárias doses maiores ou, em virtude da presença de polimorfismos associados ao seu metabolismo.

Tabela 7 – Principais saponinas presentes nas folhas de erva-mate

Compostos*	Concentração (mg100 g ⁻¹)
cis-Mulberosídeo A	3,9 a 4,5
Medicosídeo G	6,4 a 6,7
Araliasaponina I	8,6 a 15,1
Schidigerasaponina F2	12,9 a 14,3
Matesaponina 2	48,7 a 55,1
Espinasaponina A	11,2 a 11,6
Saponina de Soja V/A3/II	93,5 a 109,8
Jujubasaponina IV	11,4 a 18,9
Ginsenosídeo	35,7 a 73,9

Fonte: Lorini *et al.* (2021).

* Extrações realizadas utilizando metanol.

Em decorrência da erva-mate possuir alta concentração dos compostos bioativos citados anteriormente, muitos estudos têm relacionado o consumo de bebidas à base de erva-mate com benefícios para a saúde. Os ácidos clorogênicos, por exemplo, capturam os radicais livres combatendo o estresse oxidativo das células presentes no corpo, além de interferir na absorção da glicose, reduzindo os riscos de desenvolver diabetes (Pinto *et al.*, 2021).

O consumo de bebida de erva-mate reduz, significativamente, o colesterol LDL, em indivíduos considerados saudáveis por apresentar afinidade de aderir às paredes internas dos vasos sanguíneos formando placas, que reduzem a capacidade de bombeamento do sangue, aumentando as chances de doenças do coração. Por outro lado, o consumo de erva-mate aumenta o HDL. Em indivíduos que necessitam do uso de estatinas para regular os níveis de colesterol, o consumo de erva-mate pode

ser utilizado para reduzir as doses desses medicamentos (Heck *et al.*, 2007). A erva-mate também auxilia no combate a obesidade, reduzindo peso, IMC e circunferência abdominal (Luís; Domingues; Amaral, 2019).

A erva-mate apresenta efeito anti-inflamatório, associando o elevado consumo de erva-mate com uma menor incidência de asma nos povos da América do Sul (Luz *et al.* (2016). O consumo de erva-mate também tem efeito protetor no sistema ósseo, (Conforti; Gallo; Saraví, 2012) sendo associado o consumo de pelo menos 1 litro de bebida de erva-mate por dia por pelo menos 5 anos por mulheres na pós-menopausa, com uma maior densidade mineral óssea na coluna e no colo do fêmur.

A erva-mate possui propriedades antifúngicas e antimicrobianas, devido a suas grandes concentrações de ácidos clorogênicos e seus derivados. Portanto, associada a outras medicações, a bebida a base de erva-mate pode ser usada para tratar infecções microbianas como por exemplo casos de diarreia ou casos de infecção fúngica causada pela *Candida Albicans* (Paluch *et al.*, 2021). Essas propriedades podem ser úteis no desenvolvimento de filmes ou coberturas para alimentos, aumentando a vida útil do produto embalado.

Entre os principais compostos bioativos do mate, além das metilxantinas, como a cafeína e os polifenóis, como os ácidos clorogênicos, destacam-se as saponinas. As principais estruturas químicas classificadas como saponinas, presentes nas folhas de erva-mate foram identificadas por Lorini *et al.* (2021). Há algumas indicações de usos farmacológicos das saponinas da erva-mate, especialmente antiobesidade, com redução da gordura visceral e oxidação da glicose nos tecidos hepáticos e adiposos, em estudos em modelos animais (De Resende *et al.*, 2012).

EFEITOS FARMACOLÓGICOS

O interesse no consumo de produtos de *I. paraguariensis* tem aumentado em virtude dos benefícios farmacológicos associados à presença de altas concentrações de compostos bioativos benéficos com propriedades funcionais nas folhas de erva-mate, (Azmir *et al.*, 2013; Berté; Hoffmann; Rucker; Hoffmann-Ribani, 2011; Bracesco *et al.*, 2011; Meinhart *et al.*, 2017, 2018; Signor; Marcolini, 2017). Recentemente, outras frações da planta, como os resíduos da poda e os frutos, também têm fomentado estudos e avanços científicos (Aguiar *et al.*, 2011; Butiuk *et al.*, 2016; Lorini *et al.*, 2021, 2022; Pagliosa *et al.*, 2010a, 2010b; Vieira *et al.*, 2008). Eles incluem capacidade anti-inflamatória, anti-obesogêni-

ca, antimutagênica, antibacteriana e antiviral, bem como sua capacidade antioxidante, entre outras (Bisognin *et al.*, 2019; Bracesco *et al.*, 2011; de Mejía *et al.*, 2010; Heck *et al.*, 2008; Pagliosa *et al.*, 2010).

Os extratos brutos e purificados de *Ilex paraguariensis* com saponinas triterpenoides monodesmosídicas, matesaponina-1 (bidesmosídica), ácidos cafeico e clorogênicos e rutina têm efeito antiviral contra a replicação do vírus herpes simplex (HSV) tipos 1 e 2 (Lückemeyer *et al.*, 2012) e cepas HSV-1 KOS e 29-R (JANG *et al.*, 2008). Também é reportada a capacidade de inibir a replicação do HIV do ácido 4,5 dicafeoilquínico (Queffélec *et al.*, 2008). Houve redução no peso da gordura visceral e na oxidação da glicose do tecido hepático e adiposo em estudo *in vivo* utilizando ratos saudáveis alimentados com uma fração de mate saponina purificada de frutos verdes. Isso sugere o potencial uso das saponinas como uma preparação antiobesidade. No entanto, mais experimentos *in vivo* ainda são necessários para corroborar seu efeito em seres humanos (De Resende *et al.*, 2012).

Os usos tópicos do extrato aquoso de *I. paraguariensis* também apresentam atividade antifúngica contra *Malassezia furfur*, que causa pitíriase versicolor, caspa e dermatite seborreica em humanos (Filip; Davicino; Anesini, 2010).

Há diversas pesquisas que indicam atividade antibacteriana de extratos de erva-mate contra bactérias Gram positivas como *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, além da atividade antibacteriana contra algumas espécies Gram negativas, como *Salmonella Enteritidis*, *Klebsiella pneumoniae* e *Acinetobacter baumannii* (Fayad *et al.*, 2020; Kungel *et al.*, 2018; Martin *et al.*, 2013). Os compostos ativos como cafeína e ácidos clorogênicos têm sido altamente associados à atividade antibacteriana em *S. aureus* quando extraídos com água, metanol e etanol (Fayad *et al.*, 2020; Martin *et al.*, 2013).

Os extratos aquosos e etanólicos de *I. paraguariensis* têm sido utilizados como insumos antissépticos ou desinfetantes, aplicáveis na atenção primária à saúde na prevenção e controle de *Salmonella enteritidis* e *Enterococcus faecalis* (Girolometto *et al.*, 2009), sorovares de *Salmonella spp.* de origem avícola (*S. derby*, *S. orion*, *S. enteritidis*, *S. enterica*, *S. infantis*, *S. mbandaka*, *S. lexington*, *S. kentucky*) (De Bona *et al.*, 2010). A principal percepção destes resultados está relacionada à necessidade de elevadas concentrações dos extratos para se obter atividade antiviral, antifúngica e antimicrobiana, geralmente, associada à natureza polar dos compostos majoritários da erva-mate e consequente nos seus extratos.

Por outro lado, o efeito sobre a glicemia e dislipidemia são frequentemente descritos em ensaios clínicos e em estudos *in vivo* e *in vitro*. A melhora nos níveis séricos de glicose, creatinina, ureia e proteína total é evidenciado em ratos diabéticos após o consumo de extrato aquoso de erva-mate (Rocha *et al.*, 2018), bem como a inibição da oxidação da lipoproteína de baixa densidade (LDL) também é amplamente descrita (Bastos, *et al.*, 2007).

Além disso, o consumo de infusões de mate verde ou torrado melhora os teores de lipídios séricos e proporciona uma redução adicional do colesterol LDL em indivíduos em terapia com estatinas (DE MORAIS *et al.*, 2009). Os efeitos no metabolismo lipídico incluem reduções no colesterol sérico, triglicerídeos séricos e glicose em camundongos C57BL/6J alimentados com dieta hiperlipídica (Kang *et al.*, 2012).

Os ácidos monos- e di- cafeoilquínicos presentes na erva-mate também melhoram o metabolismo lipídico e exibem propriedades anti- obesidade (Cho *et al.*, 2010), além de contribuir na redução do peso corporal, índice de massa corporal e circunferência da cintura de pacientes, mostrando seu potencial antiobesidade (Luís; Domingues; Amaral, 2019). No entanto, atenção especial deve ser dada em função das concentrações de cada composto na infusão ou extratos para proporcionar os benefícios desejados, bem como a frequência de consumo, na qual, na maioria dos casos, está associada a grandes quantidades por prolongados tempos.

A ingestão diária de *I. paraguariensis* (1 g/kg⁻¹ de peso corporal, em 1 mL de água) por sete dias pode proteger a função cardíaca contra danos globais de isquemia/reperfusão (I/R), porém, quando associada a atividade aeróbica de baixa intensidade, o efeito de ambos é atenuado (Cahuê *et al.*, 2017). Desta forma, é sempre necessário cautela quando do uso da erva-mate para fins farmacológicos e o acompanhamento de profissionais da saúde especializados é indispensável.

PERSPECTIVAS FUTURAS

Em um contexto atual, o mercado de erva-mate sofre mudanças constantes por conta da expansão em mercados exteriores e com a ampla gama de produtos oriundos da erva-mate com novas possibilidades para uso como: em alimentos, bebidas, medicamentos, cosméticos, produtos de limpeza, em chá-mate ou bebida de infusão (tereré e chimarrão). Entre todos esses usos, a erva-mate vem se destacando na indústria como matéria-prima para a produção de medicamentos estimulantes e para a

produção de cosméticos com ação antioxidante que previnem o câncer de pele causado por radiação solar (Centenaro *et al.*, 2020).

Estudos recentes demonstram a variedade da aplicabilidade para a erva-mate em áreas pouco estudadas como é o caso da agricultura. Capsúlas de erva-mate em conjunto com alginato de cálcio foram produzidas como o objetivo de estudar a cinética de liberação de fertilizantes minerais tanto no solo quanto na água (Llive *et al.*, 2020). Na busca por produtos mais sustentáveis, biofilmes contendo extrato de erva-mate se mostraram promissores para a produção de embalagens inteligentes e biodegradáveis (Ceballos *et al.*, 2020).

Com relação a qualidade da erva-mate e desenvolvimento regional, a cidade de São Matheus do Sul no Paraná foi o primeiro município do Brasil a receber o selo de Indicação de Procedência São Matheus, o que significa que a erva-mate produzida no local tem características específicas. Essa medida de proteção impede a reprodução de produtos típicos em outras localidades e preserva as tradições locais, possui potencial de diferenciar produtos, melhorar o acesso ao mercado e promover o desenvolvimento regional. Além de São Matheus do Sul outros 5 municípios podem receber esse selo: São João do Triunfo, Antônio Olinto, Mallet, Rebouças e Rio Azul (DAC/DERAL, 2020).

REFERÊNCIAS

AGUIAR, A. P. *et al.* Food and Bioproducts Processing Phenolic composition and antioxidant activity of the aqueous extract of bark from residues from mate tree (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) bark harvesting concentrated by nanofiltration. **Food and Bioproducts Processing**, [s. l.], v. 90, n. 3, p. 399–405, 2011.

AZMIR, J. *et al.* Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: A review. **Journal of Food Engineering**, [s. l.], v. 117, n. 4, p. 426–436, 2013.

BARBOSA, J. Z. *et al.* Composition, hot-water solubility of elements and nutritional value of fruits and leaves of yerba mate. **Ciência e Agrotecnologia**, [s. l.], v. 39, n. 6, p. 593–603, 2015.

BASTOS, D. H. M. *et al.* Bioactive compounds content of chimarrão infusions related to the moisture of yerba maté (*Ilex paraguariensis*) leaves. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, [s. l.], v. 49, n. 3, p. 399–404, 2006.

BASTOS, Deborah H Markowicz *et al.* Phenolic antioxidants identified by ESI-MS from yerba maté (*Ilex paraguariensis*) and green tea (*Camelia sinensis*) extracts. **Molecules**, [s. l.], v. 12, n. 3, p. 423–432, 2007.

BASTOS, Deborah Helena Markowicz *et al.* Yerba mate: pharmacological properties, research and biotechnology. **Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 37–46, 2007.

BECKER, F. G. *et al.* Phytochemical profile, antioxidant and hypolipemiant potential of *Ilex paraguariensis* fruit extracts. **Industrial Crops and Products**, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 37–72, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/269107473_What_is_governance/link/548173090cf22525dcb61443/download%0Ahttp://www.econ.upf.edu/~reynal/Civil_wars_12December2010.pdf%0Ahttps://think-asia.org/handle/11540/8282%0Ahttps://www.jstor.org/stable/41857625.

BERTÉ, K. A. S. *et al.* Desenvolvimento de gelatina funcional de erva-mate. **Ciência Rural**, [s. l.], v. 41, n. 2, p. 354–360, 2011.

BERTÉ, K.; RUCKER, N.; Hoffmann-RIBANI, R. Yerba maté *Ilex paraguariensis* A.St.-Hil. **Phytotherapie**, [s. l.], v. 9, n. 3, p. 180–184, 2011.

BISOGNIN, D. A. *et al.* Contents of total phenolics and flavonoids in and antioxidant activity of *Ilex paraguariensis* leaves. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [s. l.], v. 54, n. e00856, p. 1–8, 2019.

BOAVENTURA, B. C. B. *et al.* Enhancement of bioactive compounds content and antioxidant activity of aqueous extract of mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.) through freeze concentration technology. **Food Research International**, [s. l.], v. 53, n. 2, p. 686–692, 2013.

BONFATTI JÚNIOR, E. A.; LENGOWSKI, E. C.; LUDKA JÚNIOR, A. Mapeamento Do Processo Produtivo De Erva-Mate. **Revista Internacional de Ciências**, [s. l.], v. 8, n. 1, p. 82–98, 2018.

BRACESCO, N. *et al.* Recent advances on *Ilex paraguariensis* research: Minireview. **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 136, n. 3, p. 378–384, 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução da Diretoria Colegiada – **RDC n. 277**, de 22 de setembro de 2005. Aprova o regulamento técnico para café, cevada, chá, erva-mate e produtos solúveis. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 set. 2005.

BRUNI, G. P. *et al.* Electrospun protein fibers loaded with yerba mate extract for bioactive release in food packaging. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [s. l.], v. 100, n. 8, p. 3341–3350, 2020.

BUTIUK, A. P. *et al.* Study of the chlorogenic acid content in yerba mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.): Effect of plant fraction, processing step and harvesting season. **Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants**, [s. l.], v. 3, n. 1, p. 27–33, 2016.

CAHUÊ, F. *et al.* Short-term consumption of *Ilex paraguariensis* extracts protects isolated hearts from ischemia/reperfusion injury and contradicts exercise-mediated cardioprotection. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, [s. l.], v. 42, n. 11, p. 1–41, 2017.

CARDOZO JUNIOR, E. L.; MORAND, C. Interest of mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) as a new natural functional food to preserve human cardiovascular health – A review. **Journal of Functional Foods**, [s. l.], v. 21, p. 440–454, 2016.

CEBALLOS, R. L. *et al.* Effect of yerba mate extract on the performance of starch films obtained by extrusion and compression molding as active and smart packaging. **Carbohydrate Polymers**, [s. l.], v. 244, n. December 2019, p. 116495, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.116495>.

CENTENARO, M. *et al.* Evolução da produção e tecnologias no cultivo de erva-mate: análise entre Brasil e Argentina. **Profanações** [s. l.], n. 2016, p. 90–107, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.24302/prof.v7iEd.%20esp..2625>.

CHEUNG, P. C. K.; MEHTA, B. M. **Handbook of Food Chemistry**. 1. ed. [S. l.]: Springer Berlin, Heidelberg, 2015.

CHIESA, L.; SCHILABITZ, C.; SOUZA, C. F. V. de. Efeito da adição de erva-mate nas características sensoriais e físico-químicas de barras de cereais Effect of yerba mate on the sensory and physicochemical characteristics of cereal bars. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, [s. l.], v. 71, n. 1, p. 105–110, 2012.

CHO, A. S. *et al.* Chlorogenic acid exhibits anti-obesity property and improves lipid metabolism in high-fat diet-induced-obese mice. **Food and Chemical Toxicology**, [s. l.], v. 48, n. 3, p. 937–943, 2010.

COGOL, L. *et al.* Nutritional and phytochemical study of *Ilex paraguariensis* fruits. **Journal of Chemistry**, [s. l.], 2013.

CONFORTI, A. S.; GALLO, M. E.; SARAVÍ, F. D. Yerba Mate (*Ilex paraguariensis*) consumption is associated with higher bone mineral density in postmenopausal women. **Bone**, [s. l.], v. 50, n. 1, p. 9–13, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bone.2011.08.029>.

CROGE, C. P.; CUQUEL, F. L.; PINTRO, P. T. M. Yerba mate: Cultivation systems, processing and chemical composition. a review. **Scientia Agricola**, [s. l.], v. 78, n. 5, p. 1–11, 2020.

DANIEL, O. **Erva-mate: Sistema de produção e processamento industrial**. DOURADOS-MS: Editora UFGD, 2014.

DARTORA, N. *et al.* UPLC–PDA – MS evaluation of bioactive compounds from leaves of *Ilex paraguariensis* with different growth conditions, treatments and ageing. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 129, n. 4, p. 1453–1461, 2011.

- DA SILVA, C. G. F. *et al.* Selective extraction of saponins from *Ilex paraguariensis* St.-Hil. unripe fruits. **Food and Bioproducts Processing**, [s. l.], v. 111, p. 72–82, 2018.
- DAZUK, V. *et al.* The addition of residue from pruning of yerba mate (*Ilex paraguariensis*) in laying hens modulates fatty acid profile and incorporates chlorogenic acid in the egg. **Research in Veterinary Science**, [s. l.], v. 147, n. October 2021, p. 28–36, 2022.
- DE BONA, E. A. M. *et al.* Avaliação da Atividade Antimicrobiana de Erva-Mate (*Ilex paraguariensis*) sobre Sorovares de *Salmonella* spp. de Origem Avícola. **Revista Unopar Científica**, [s. l.], v. 12, n. 3, p. 45–48, 2010.
- DE BRITO, F. C. *et al.* Ecotoxicological evaluation of fruit extracts from yerba mate progenies (*Ilex paraguariensis* a St-Hil.): a natural biopesticide. **Journal of Environmental Science and Health – Part B Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes**, [s. l.], v. 56, n. 8, p. 782–791, 2021.
- DE CAMPOS, R. M. L. *et al.* Fatty acid and volatile compounds from salami manufactured with yerba mate (*Ilex paraguariensis*) extract and pork back fat and meat from pigs fed on diets with partial replacement of maize with rice bran. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 103, n. 4, p. 1159–1167, 2007.
- DE MEJÍA, E. G. *et al.* Yerba mate tea (*Ilex paraguariensis*): Phenolics, antioxidant capacity and in vitro inhibition of colon cancer cell proliferation. **Journal of Functional Foods**, [s. l.], v. 2, n. 1, p. 23–34, 2010.
- DE MORAIS, E. C. *et al.* Consumption of yerba mate (*Ilex paraguariensis*) improves serum lipid parameters in healthy dyslipidemic subjects and provides an additional LDL-cholesterol reduction in individuals on statin therapy. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [s. l.], v. 57, n. 18, p. 8316–8324, 2009.
- DE RESENDE, P. E. *et al.* Influence of crude extract and bioactive fractions of *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. (yerba mate) on the Wistar rat lipid metabolism. **Journal of Functional Foods**, [s. l.], v. 15, p. 440–451, 2015.
- DELADINO, L. *et al.* Encapsulation of natural antioxidants extracted from *Ilex paraguariensis*. **Carbohydrate Polymers**, [s. l.], v. 71, n. 1, p. 126–134, 2008.
- DELADINO, L.; Navarro, A. S.; Martín, M. N. Carrier systems for yerba mate extract (*Ilex paraguariensis*) to enrich instant soups. Release mechanisms under different pH conditions. **LWT – Food Science and Technology**, [s. l.], v. 53, n. 1, p. 163–169, 2013.
- DELLAGOSTIN, R. T. B. *et al.* Bebida Láctea Fermentada À Base De Soro De Leite, Extrato De Erva-Mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) E Stévia (Stevia Rebaudiana) / Fermented Milk Beverage Based on Milk Serum, Mass Herb Extract (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) and Stévia (Stevia Rebaudiana). **Brazilian Journal of Development**, [s. l.], v. 6, n. 12, p. 102661–102680, 2020.

DERAL, D. de E. R. **Prognóstico Erva- mate**. [S. l.: s. n.], 2020.

DO CANTO, G. S. *et al.* **Evaluation of foam properties of saponin from *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. (Aquifoliaceae) fruits**. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*. [S. l.: s. n.], 2010.

DONADUZZI, C. M. *et al.* **Variação nos teores de polifenís totais e taninos em dezesseis progênies de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) cultivadas em três municípios do Paraná**. [S. l.: s. n.], 2003.

EMBRAPA Florestas. **Cultivo de erva-mate**. Sistema de Produção, 1, 2° ed., 2014 Disponível em: https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudo-portlet_WAR_sistemasdeproducao1f6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column2&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=3601&p_r_p_-996514994_topicId=2901.

ESMELINDRO, M. C.; TONIAZZO, G.; WACZUK, A. Caracterização Físico-Química Da Erva-Mate : **Ciência e Tecnologia Alimentos, Campinas**, [s. l.], v. 22, n. 2, p. 199–204, 2002.

FACCIN, C. *et al.* Bread with yerba mate aqueous extract (*Ilex paraguariensis* A.St.–Hil.). **American Journal of Food Technology**, [s. l.], v. 10, n. 5, p. 206–214, 2015.

FACCIN, C.; Vieira, L. R.; Freitas, E. M. De. Application of Yerba Mate (*Ilex paraguariensis* St. –Hil.) in Food – a Review. **Caderno pedagógico, Lajeado**, [s. l.], v. 12, n. 3, p. 200–209, 2015.

FAYAD, E. *et al.* Yerba Mate (*Ilex paraguariensis*) a potential food antibacterial agent and combination assays with different classes of antibiotics. **LWT – Food Science and Technology**, [s. l.], v. 125, n. January, p. 109267, 2020.

FERRARIO, M. *et al.* Development and quality assessment of a turbid carrot-orange juice blend processed by UV-C light assisted by mild heat and addition of Yerba Mate (*Ilex paraguariensis*) extract. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 269, n. July, p. 567–576, 2018.

FERREIRA, E. L. *et al.* Natural antioxidant from yerba maté (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) prevents hamburger peroxidation. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, [s. l.], v. 54, n. 4, p. 802–809, 2011.

FILIP, R.; DAVICINO, R.; ANESINI, C. Antifungal activity of the aqueous extract of *Ilex paraguariensis* against *Malassezia furfur*. **Phytotherapy Research**, [s. l.], v. 24, p. 715–719, 2010.

GARCÍA, F. E. *et al.* Iron-based nanoparticles prepared from yerba mate extract. Synthesis, characterization and use on chromium removal. **Journal of Environmental Management**, [s. l.], v. 235, n. December 2018, p. 1–8, 2019.

GIROLOMETTO, G. *et al.* Antibacterial activity of yerba mate (*Ilex paraguariensis* A.St.-Hil.) extracts. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 49–55, 2009.

HECK, R. T. *et al.* Lipid oxidation and sensory characterization of Omega-3 rich buffalo burgers enriched with chlorogenic acids from the mate (*Ilex paraguariensis*) tree harvesting residues. **Meat Science**, [s. l.], v. 179, n. February, p. 108534, 2021.

HECK, C. I. *et al.* Yerba mate tea (*Ilex paraguariensis*): A comprehensive review on chemistry, health implications, and technological considerations. **Journal of Food Science**, [s. l.], v. 72, n. 9, 2007.

HECK, C. I.; MEJIA, E. G. de. Yerba Mate Tea (*Ilex paraguariensis*): A Comprehensive Review on Chemistry, Health Implications, and Technological Considerations. **Journal of Food Science**, [s. l.], v. 72, n. 9, p. 138–151, 2007.

HECK, C. I.; SCHMALKO, M.; De Mejia, E. G. Effect of growing and drying conditions on the phenolic composition of Mate teas (*Ilex paraguariensis*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [s. l.], v. 56, n. 18, p. 8394–8403, 2008.

HENRIQUE, F. A. **Caracterização físico-química da erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. -Hil) e infusão, comercializada no Sul do Brasil propondo critérios de confiabilidade do produto**. 2018. – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, [s. l.], 2018.

HOLOWATY, S. A. *et al.* Yerba Maté (*Ilex paraguariensis* St. Hil.): Chemical and Physical Changes under Different Aging Conditions. **Journal of Food Process Engineering**, [s. l.], v. 39, n. 1, p. 19–30, 2015.

IBGE. **PAM– Produção Agrícola Municipal**. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613#resultado>. Acesso em: 19 jul. 2022.

IBGE. **PEVS – Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura**. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/289#resultado>. Acesso em: 19 jul. 2022.

IBRAMATE. **Diagnóstico da Cadeia Produtiva de Erva-Mate no estado do Rio Grande do Sul**. Ilópolis/RS, p. 16, 2018. Disponível em: <http://www.agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/201702/01083718-20160912112333informativo-do-fundomate-18-2016-esse.pdf>.

ISOLABELLA, S. *et al.* Study of the bioactive compounds variation during yerba mate (*Ilex paraguariensis*) processing. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 122, n. 3, p. 695–699, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.03.039>.

ISOLABELLA, S. *et al.* Study of the bioactive compounds variation during yerba mate (*Ilex paraguariensis*) processing. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 122, p. 695–699, 2010. Disponível em: www.elsevier.com/locate/foodchem.

JANG, M. H. *et al.* Inhibition of cholinesterase and amyloid- β aggregation by resveratrol oligomers from *Vitis amurensis*. **Phytotherapy Research**, [s. l.], v. 22, n. 4, p. 544–549, 2008.

JARAMILLO, C. M. *et al.* Biofilms based on cassava starch containing extract of yerba mate as antioxidant and plasticizer. **Starch/Stärke**, [s. l.], v. 67, n. 9–10, p. 780–789, 2015.

JEHEE, I. *et al.* Direct detection of *Trichomonas vaginalis* virus in *Trichomonas vaginalis* positive clinical samples from the Netherlands. **Journal of Virological Methods**, [s. l.], v. 250, p. 1–5, 2017.

KANG, Y.-R. *et al.* Anti-obesity and anti-diabetic effects of Yerba Mate (*Ilex paraguariensis*) in C57BL/6J mice fed a high-fat diet. **Laboratory Animal Research**, [s. l.], v. 28, n. 1, p. 23, 2012.

KNAPP, M. A. *et al.* Yerba mate extract in active starch films: Mechanical and antioxidant properties. **Journal of Food Processing and Preservation**, [s. l.], v. e13897, n. September 2018, p. 1–12, 2019.

KUNDEL, P. T. A. N. *et al.* Antioxidant and antimicrobial activities of a purified polysaccharide from yerba mate (*Ilex paraguariensis*). **International Journal of Biological Macromolecules**, [s. l.], v. 114, p. 1161–1167, 2018.

LESSA, L. C. B. **História do Chimarrão**. 3. ed. Porto Alegre: Sulina, 1986.

LLIVE, L. M. *et al.* Controlled release of fertilizers from Ca(II)-alginate matrix modified by yerba mate (*Ilex paraguariensis*) waste. **European Polymer Journal**, [s. l.], v. 138, 2020.

LOBO, R. R. R. *et al.* Inclusion of yerba mate (*Ilex paraguariensis*) extract in the diet of growing lambs: Effects on blood parameters, animal performance, and carcass traits. **Animals**, [s. l.], v. 10, n. 6, p. 1–14, 2020.

LORINI, A. *et al.* Characterization and quantification of bioactive compounds from *Ilex paraguariensis* residue by HPLC-ESI-QTOF-MS from plants cultivated under different cultivation systems. **Journal of Food Science**, [s. l.], v. 86, n. 5, p. 1599–1619, 2021.

LORINI, A. *et al.* Multivariate optimization results in an edible extract from *Ilex paraguariensis* unexplored residues with a high amount of phenolic compounds. **Journal of Environmental Science and Health**, [s. l.], v. 57, 2022.

LÜCKEMEYER, D. D. *et al.* Effects of *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. (yerba mate) on herpes simplex virus types 1 and 2 replication. **Phytotherapy Research**, [s. l.], v. 26, n. 4, p. 535–540, 2012.

LUÍS, A. F. S.; DOMINGUES, F. da C.; AMARAL, L. M. Jo. P. The anti-obesity potential of *Ilex paraguariensis*: Results from a meta-analysis. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, [s. l.], v. 55, n. e17615, p. 1–15, 2019.

- LUZ, A. B. G. *et al.* The anti-inflammatory effect of *Ilex paraguariensis* A. St. Hil (Mate) in a murine model of pleurisy. **International Immunopharmacology**, [s. l.], v. 36, p. 165–172, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.intimp.2016.04.027>.
- MACCARI JUNIOR, A.; MAZUCHOWSKI, J. Z. **Produtos alternativos e desenvolvimento da tecnologia industrial na cadeia produtiva da erva-mate**. Curitiba: SEAB, 2000.
- MARTIN, J. G. P. *et al.* Antimicrobial activity of yerba mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) against food pathogens. **Revista Argentina de Micrología**, [s. l.], v. 45, n. 2, p. 93–98, 2013. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/S0325-7541\(13\)70006-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0325-7541(13)70006-3).
- MARTINS, R. S. *et al.* Desenvolvimento De Balas De Gelatina Com Chá Mate Tostado. In: **7º Simpósio de Segurança Alimentar. Inovação com sustentabilidade**. Online: sbCTA-RS, 2020. p. 0–5.
- MEDRADO, M. J. S.; MOSELE, S. H. Mapeamento do processo produtivo de erva-mate Mapping of the productive process of mate herb. **Revista Internacional de Ciências**, [s. l.], v. 08, n. 01, p. 82–98, 2018.
- MEINHART, A. D. *et al.* Analysis of chlorogenic acids isomers and caffeic acid in 89 herbal infusions (tea). **Journal of Food Composition and Analysis**, [s. l.], v. 73, n. April, p. 76–82, 2018.
- MEINHART, A. D. *et al.* Chlorogenic acid isomer contents in 100 plants commercialized in Brazil. **Food Research International**, Toronto, v. 99, n. March, p. 522–530, 2017.
- NEGI, P. S.; ROY, S. K. Effect of drying conditions on quality of green leaves during long term storage. **Food Research International**, [s. l.], v. 34, [s. n.], p. 283–287, 2000.
- OLIVEIRA, M.; FABER, C. R.; PLATA-OVIEDO, M. S. V. A erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire) como substituto parcial do lúpulo amargor na fabricação de cerveja artesanal. **Brazilian Journal of Food Research**, [s. l.], v. 8, n. 4, p. 1, 2017.
- OLIVEIRA, Y. M. M. de; Rotta, E. Área de distribuição natural da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). In: **Seminário Sobre Atualidades E Perspectivas Florestais**. Curitiba: Embrapa Florestas (CNPQ), 1985. p. 17–36.
- PAGLIOSA, C. M. *et al.* Characterization of the bark from residues from mate tree harvesting (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). **Industrial Crops and Products**, [s. l.], v. 32, n. 3, p. 428–433, 2010a.
- PAGLIOSA, C. M. *et al.* Methylxanthines, phenolic composition, and antioxidant activity of bark from residues from mate tree harvesting (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.). **Food Chemistry**, [s. l.], v. 122, n. 1, p. 173–178, 2010b.
- PALUCH, E. *et al.* Composition and Antimicrobial Activity of Ilex Leaves Water Extracts. **Molecules**, 26, 7442, 2021.

PARANÁ, G. do E. do P. Maior produção do País, erva-mate envolve 100 mil famílias no Paraná. **Agricultura**, Curitiba, out. 2019.

PENTEADO JUNIOR, J. F.; GOULART, I. C. G. dos R. G. **Erva 20: Sistema de Produção erva-mate**. Brasília, DF: [s. n.], ISSN 17549469.v. 7, 2019. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/193651/1/2019-Manual-Erva20-web.pdf> .

PINTO, V. Z. *et al.* *Ilex paraguariensis* – Green gold from South America. In: PULLAIAH, T. (org.). **Phytochemistry and Pharmacology of Medicinal Plants**. Vol. 1ed. Florida: Apple Academic Press, 2022.

PINTO, V. Z. *et al.* Phytochemical composition of extracts from yerba mate chimarrão. **SN Applied Sciences**, [s. l.], v. 3, n. February, p. 1–5, 2021.

PO, E. *et al.* Yerba Mate (*Ilex paraguariensis*) as a novel feed supplement for growing lambs. **Small Ruminant Research**, [s. l.], v. 106, n. 2–3, p. 131–136, 2012.

POLIDORO, A. dos S. *et al.* Characterization of volatile fractions in green mate and mate leaves (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.) by comprehensive two-dimensional gas chromatography coupled to time-of-flight mass spectrometry (GC × GC/TOFMS). **Microchemical Journal**, [s. l.], v. 128, p. 118–127, 2016.

PRECI, D. *et al.* Desenvolvimento de iogurte light com extrato de erva-mate (*Ilex paraguariensis* ST. HIL) e adição de probióticos. **Alim. Nutr.**, [s. l.], v. 22, p. 27–38, 2011.

PICINATTO *et al.* **Processo para obtenção de bebida alcoólica a base de erva-mate "Ilex mate" ou "Ilex paraguariensis" e produto obtido**. BR 10 2017 0117960 B1, Depósito: 2017, Concessão: 2019.

QUEFFÉLEC, C. *et al.* Synthesis and antiviral properties of some polyphenols related to *Salvia* genus. **Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters**, [s. l.], v. 18, n. 16, p. 4736–4740, 2008.

RACANICCI, A. M. C. *et al.* Mate (*Ilex paraguariensis*) as dietary additive for broilers: Performance and oxidative stability of meat. **European Food Research and Technology**, [s. l.], v. 232, n. 4, p. 655–661, 2011.

RACANICCI, A. M. C.; DANIELSEN, B.; SKIBSTED, L. H. Mate (*Ilex paraguariensis*) as a source of water extractable antioxidant for use in chicken meat. **European Food Research and Technology**, [s. l.], v. 227, n. 1, p. 255–260, 2008.

RACANICCI, A. M. C.; HELENE, B.; SKIBSTED, L. H. Sensory evaluation of precooked chicken meat with mate (*Ilex paraguariensis*) added as antioxidant. **European Food Research and Technology**, [s. l.], n. 229, p. 277–280, 2009.

RIBEIRO, M. C. *et al.* The effects of roasted yerba mate (*Ilex paraguariensis* A. ST. Hil.) consumption on glycemia and total serum creatine phosphokinase in patients with traumatic brain injury. **Journal of Functional Foods**, [s. l.], v. 28, p. 240–245, 2017.

ROCHA, D. S. *et al.* Effect of yerba mate (*Ilex paraguariensis*) extract on the metabolism of diabetic rats. **Biomedicine and Pharmacotherapy**, [s. l.], v. 105, n. January, p. 370–376, 2018.

SAINT-HILAIRE, A. **Aquifoliaceae** *Ilex paraguariensis* A.St.-Hil. var. *paraguariensis* **In Sched.** [S. l.], 2013.

SAINT-HILAIRE, A. **Mémoires du muséum d'histoire naturelle**. V.9ed. Paris: Muséum d'histoire naturelle, 1822.

SANTETTI, G. S. *et al.* Effect of yerba mate (*Ilex paraguariensis*) leaves on dough properties, antioxidant activity, and bread quality using whole wheat flour. **Journal of Food Science**, [s. l.], v. 86, n. 10, p. 4354–4364, 2021.

SECCO JUNIOR, H. **Processo para produção de chá mate verde ultra refinado a partir do pó (ou goma) da *Ilex paraguariensis* (erva-mate) e seu respectivo produto resultante com granulometria entre 5 e 12 microns**, BR 10 2018 011158 2 A2. Depósito: 30/05/2018, Concessão: 15/01/2019a.

SECCO JUNIOR, H. **Pão de queijo enriquecido com erva-mate (*Ilex paraguariensis*) peneirada, refinada ou ultra refinada**, BR 10 2019 004285 0. Depósito: 01/03/2019. Concessão: 23/07/2019b.

SIGNOR, P.; DORNELES, R. C.; BAUMEL, A. *Ilex paraguariensis*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, [s. l.], p. 1–16, 2016.

SIGNOR, P.; MARCOLIN, M. **DIAGNÓSTICO DO CONSUMO INDUSTRIAL DE ERVA-MATE NO PARANÁ**. União da Vitória: [s. n.], 2016.

SIGNOR, P.; MARCOLINI, M. Diagnóstico do consumo industrial de erva-mate no Paraná. **Instituto de Florestas do Paraná**, [s. l.], 2017.

SILVA, C. G. F. da *et al.* Selective extraction of saponins from *Ilex paraguariensis* St.-Hil. unripe fruits. **Food and Bioproducts Processing**, [s. l.], v. III, p. 72–82, 2018.

SILVEIRA, T. F. F. *et al.* Content of lutein in aqueous extracts of yerba mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil). **Food Research International journal**, [s. l.], v. 82, p. 165–171, 2016.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III.**, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2012. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/002668199>. Acesso em: 30 abr. 2023.

SCHMALKO, M. E.; ALZAMORA, S. M. Color, chlorophyll, caffeine, and water content variation during yerba maté processing. **Drying Technology**, [s. l.], v. 19, n. 3–4, p. 599–610, 2001.

TAKETA, A. T. C.; BREITMAIER, E.; SCHENKEL, E. P. Triterpenes and Triterpenoidal Glycosides from the Fruits of *Ilex paraguariensis* (Maté). **Journal of Brazilian Chemistry Society**. [S. l.] v.15, n.2, 2004.

THEA, A. E. *et al.* Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in yerba maté (*Ilex paraguariensis* St. Hil) traditional infusions (mate and tereré). **Food Control**, [s. l.], v. 60, p. 215–220, 2016.

VIEIRA, M. A. *et al.* Chemical Characterization of Candy Made of Erva (*Ilex paraguariensis* A. J. Agric. **Food Chem**, [s. l.], v. 56, p. 4637–4642, 2008.

WIERZEJSKA, R.; JAROSZ, M.; WOJD, B. Caffeine intake during pregnancy and neonatal anthropometric parameters. **Nutrients**, [s. l.], v. 11, n. 4, p. 1–9, 2019.

WIKOFF, D. *et al.* Systematic review of the potential adverse effects of caffeine consumption in healthy adults, pregnant women, adolescents, and children. **Food and Chemical Toxicology**, [s. l.], v. 109, p. 585–648, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2017.04.002>.

ZANCHETT, C. S. *et al.* Desenvolvimento de chocolate branco com extrato de erva-mate. **Brazilian Journal of Food Technology**, [s. l.], v. 19, p. 1–8, 2016.

ZŁOTEK, U. *et al.* The effect of different solvents and number of extraction steps on the polyphenol content and antioxidant capacity of basil leaves (*Ocimum basilicum* L.) extracts. **Saudi Journal of Biological Sciences**, [s. l.], v. 23, n. 5, p. 628–633, 2016.

Capítulo 9

TARO

(*Colocasia esculenta*)

Eduarda Molardi Bainy

Taize Anne Alflen

Fabio Henrique Polisel-Scopel

Pedro Henrique Dutra dos Santos

INTRODUÇÃO

O taro (*Colocasia esculenta*) é uma hortaliça não-convencional da família *Araceae* de clima tropical que apresenta rizomas amiláceos e grandes folhas verde escuras na forma de coração (Brasil, 2010). Popularmente conhecido como inhame em diferentes regiões do Brasil (Anjos, 2012; Santos *et al.*, 2007), apresenta os rizomas carnosos como parte comestível que podem ser empregados na produção de diversos alimentos.

A cultura do taro pode sofrer variações quanto a sua composição nutricional, sendo influenciada por sua variedade, condições de cultivo, tipo de adubação, solo e o nível de maturação no qual foi colhido. De maneira geral, os rizomas apresentam baixo teor proteico e de lipídeos, todavia, são ricos em carboidratos, fibras e minerais (Temesgen; Ratta, 2015). O consumo regular de taro pode ser uma fonte de energia e de

minerais importantes, como o ferro e o cálcio (Aboubakar *et al.*, 2008; Darkwa; Darkwa, 2013).

As folhas da planta possuem alto teor de proteínas e fibras, além de celulose e hemicelulose. Devido a isso as folhas de taro são muito empregadas na ração animal, apesar do seu alto conteúdo de oxalato de cálcio, um componente antinutricional e tóxico, normalmente, minimizado pela fervura seguido de fermentação (Saenphoom *et al.*, 2016).

É uma matéria-prima comumente encontrada em países tropicais da África, que detêm cerca de 74 % da produção mundial, com destaque para a Nigéria. Por outra parte, a Ásia é a segunda maior produtora com aproximadamente 22 % da produção mundial. A Oceania representa 4 % da produção mundial e por último as Américas com 0,4 %, segundo estatísticas da FAO (Faostat, 2018).

No Brasil, o taro é uma cultura de subsistência da agricultura familiar e a maior produção está localizada na região Centro-Sul, sendo Minas Gerais o maior produtor (Brasil, 2010). O Sudeste do Brasil teve destaque na oferta de taro entre os anos de 2008 a 2013, disponibilizando 94 % do rizoma nas centrais de abastecimento daquela região (Conab, 2014). É uma cultura antiga que foi trazida para o país do continente Africano no período da escravidão (Abramo, 1990).

A produção e o consumo de taro ainda são pequenos no Brasil e poucos dados estão disponíveis na literatura. Em estudo realizado no Território Cantuquiriguaçu localizado na região Centro Oeste do Paraná verificou-se a presença dessa espécie nas propriedades da agricultura familiar sendo usada na alimentação das famílias sob diferentes formas, porém com baixa comercialização local (Alflen *et al.*, 2013).

O taro tem uma conhecida rusticidade e é resistente a estresses ambientais (Anjos, 2012), o que permite sua inclusão em sistemas agroecológicos de produção, podendo ser cultivado em áreas não indicadas para outras culturas, não adequados para a agricultura mecanizada. Por não necessariamente substituir áreas utilizadas para outros cultivos, pode oferecer uma nova alternativa de renda e melhorar a segurança alimentar da agricultura familiar. É também uma espécie importante para segurança nutricional em países em desenvolvimento na África usada como fonte principal de carboidrato nas refeições (Akwee *et al.*, 2015).

Os rizomas podem ser utilizados na alimentação humana na forma de vegetal cozido, bem como ser incluído na formulação de produtos de panificação na forma de farinha ou purê, agregando valor nutricional aos alimentos, valorizando uma matéria-prima pouco usada e de baixo custo

disponível no Brasil. O taro também pode ser empregado no desenvolvimento de produtos para dietas com restrições alimentares para pessoas com intolerância à lactose, alergia, doença celíaca e outras sensibilidades ao glúten.

CARACTERÍSTICAS, PRODUÇÃO, CONSUMO E COMERCIALIZAÇÃO

O taro (*Colocasia esculenta*) é uma planta herbácea tuberosa pertencente à família *Araceae*, possui folhas verde-escuro no formato de coração, pecíolo verde ou arroxeadado inserido no meio da folha e com altura que pode variar de 30 a 180 cm (Brasil, 2010). As folhas são grandes, membranáceas, peltadas, com diâmetro de 30 a 60 cm e possuem pecíolo proveniente do rizoma subterrâneo (Kinupp; Lorenzi, 2014). Os rizomas constituem a principal parte comestível da planta e apresentam diferentes tamanhos e formatos, sendo cilíndricos, ovais e arredondados, de 15 cm de diâmetro e cobertos por uma túnica fibrosa (Brasil, 2010).

A planta de taro adulta é formada por uma estrutura central denominada rizoma mãe com vários rebentos laterais chamados de rizomas filhos, sendo a propagação realizada por meio dos rizomas (Puiatti, 2002). A composição química (Zárate; Vieira, 2004) e características morfológicas variam entre esses (Paula, 2009; Zárate; Vieira, 2004). Os rizomas mãe são maiores tanto em massa quanto comprimento transversal, são mais arredondados e possuem formato mais regular do que os rizomas filhos que são menores e mais cilíndricos (Paula, 2009; Puiatti, 2002).

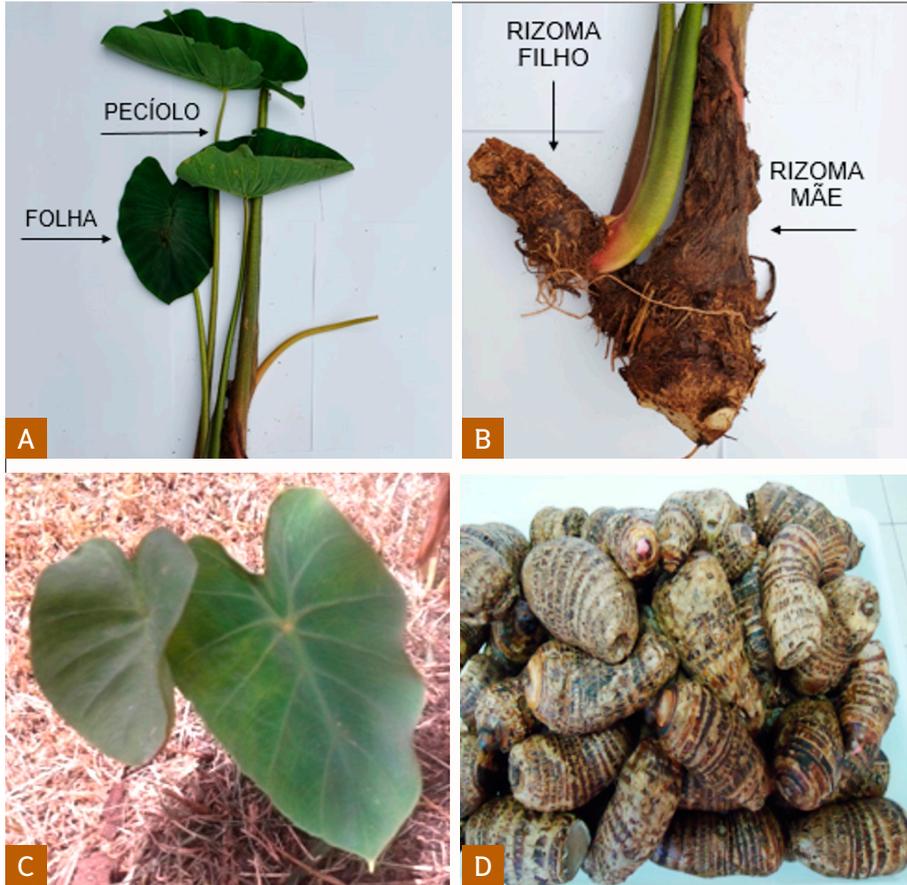
A Figura 1 ilustra a planta de taro de forma integral, os rizomas mãe e filho recém-colhidos, as grandes folhas verdes e os rizomas carnosos comestíveis da forma que são comercializados.

O taro, provavelmente, se originou no Sudeste da Ásia, mais precisamente na Índia, sendo cultivado há mais de 10 mil anos (Kinupp; Lorenzi, 2014). É considerado uma cultura tradicional das ilhas do Pacífico, sendo ainda um alimento básico importante nessas regiões (Agnica, [s. d.]).

Conforme dados da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação (FAO), a produção mundial de taro em 2018 teve destaque para a África com 74 % da produção, seguida da Ásia (22 %), Oceania (4 %) e Américas (0,4 %) (Faostat, 2018). Os maiores produtores são Nigéria, que concentra 31 % da produção mundial com 3,3 milhões t/ano, China e Camarões com 1,9 milhões t/ano (18 % da

produção mundial cada) e Camarões com 1,5 milhões t/ano (14 % da produção mundial) (Faostat, 2018).

Figura 1 – Planta (a), rizomas mãe e filho recém-colhidos (b), folhas (c) e rizomas comerciais (d) do taro (*Colocasia esculenta*)



Fonte: elaborada pelos autores (2024).

Nas estatísticas da FAO não há registro de produção de taro no Brasil, supõe-se que isso ocorra pelo fato da cultura não apresentar a mesma demanda comercial como outras espécies agrícolas. Estimou-se que a produção brasileira de taro estava em torno de 225 mil t em 2001 (Filho; Mazzei; Alves, 2001), revelando pouca importância econômica no mercado mundial quando comparada às *commodities* agrícolas tradicionais, como o milho, a soja, o trigo e a cana-de-açúcar.

O taro é considerado uma planta alimentícia não convencional (PANC), sendo cultivado em todo o território nacional, principalmente nos estados da região Sudeste, para produção e comercialização dos rizomas (Kinupp; Lorenzi, 2014). Essa espécie também é encontrada em mercados no estado do Paraná e o preço do quilograma gira em torno de R\$ 10,00 no interior e na capital do estado, observado em 2020.

Esta espécie foi introduzida na alimentação brasileira no período colonial com os escravizados trazidos da costa africana. Mais tarde, com a imigração japonesa, o cultivo do taro foi difundido e seu uso diversificado (Abramo, 1990). Apesar de ser uma cultura antiga presente no início da história do Brasil, o volume de produção é considerado pequeno comparado ao seu potencial de cultivo. O Paraná, assim como outros estados brasileiros, possui as condições edafoclimáticas necessárias para aumentar a produção e o consumo de taro.

O *Colocasia esculenta* também é conhecida popularmente como inhame, e em inglês como *taro*, *cocoyam* e *dasheen* na América Central (Anjos, 2012). No I Simpósio Nacional sobre as culturas do inhame e do cará padronizou-se os nomes populares das espécies *Colocasia* e *Dioscorea* para taro e inhame, respectivamente, seguindo a denominação internacional e com isso, reduzindo a confusão na literatura científica e textos técnicos (Santos *et al.*, 2007). O cará refere-se a plantas do gênero *Dioscorea* e difere do “inhame” com características botânicas distintas. Conforme a terminologia e caracterização das espécies (Santos *et al.*, 2007), o cará se refere a um nome popular do inhame e não é mais usado, dando preferência ao termo “inhame” conforme aprovado no Simpósio.

Em levantamento de produção e consumo realizado no município de Laranjeiras do Sul, no estado do Paraná, agricultores familiares relataram possuir essa hortaliça na matriz das espécies cultivadas nas unidades de produção e se referiam popularmente à espécie *Colocasia esculenta* como inhame (Alflen *et al.*, 2013). Apesar de cultivarem o taro, muitas das famílias de agricultores desconheciam maneiras de fazer uso comercial dessa matéria-prima. O taro também foi identificado em hortas em comunidades deste município e detectou-se que as folhas e os rizomas eram consumidos refogados pelas famílias agricultoras (Rauber, 2016).

Os agricultores de Laranjeira do Sul relataram que a época de colheita do taro era realizada entre os meses de junho e julho e que aproveitavam a planta inteira para consumo próprio, tal como folhas refogadas, substituição à batata nos cozidos de carne, utilização da massa cozida dos rizomas na produção de pão e os rizomas fatiados como chips fritos.

Nesta mesma região, os produtores possuíam produção de outras hortaliças não convencionais como a taioba ou taiá que correspondem a variedades de *Xanthosoma saggitifolium* e que é muitas vezes confundida com o taro (*Colocasia esculenta*), assim como o inhame (*Dioscorea* spp.). A Figura 2 mostra a planta e as raízes de taioba e a produção de taro na agricultura familiar do município de Laranjeiras do Sul, Paraná.

A taioba também é uma planta da família *Araceae* e apresenta um rizoma principal maior e com menor número de brotações comparado com o taro (Brasil, 2010), como mostrado na Figura 2a. O inhame (*Dioscorea* sp.) pertence à família *Dioscoriaceae*, é uma planta herbácea trepadeira com tubérculos subterrâneos e algumas espécies têm os tubérculos comestíveis (Brasil, 2010). Os tubérculos do inhame são em geral maiores, lisos e mais compridos. Os rizomas de taro são menores, mais arredondados e cobertos por uma camada fibrosa como ilustrado na Figura 1.

Figura 2 – Planta e raízes da variedade taioba (a) e produção de taro (*Colocasia esculenta*) (b) na agricultura familiar no município de Laranjeiras do Sul, Paraná



Fonte: acervo dos autores (2024).

Em termos de processamento, ainda que em pequena escala, o taro possui diversas formas de apresentação e consumo, podendo reduzir o custo de produção, podendo contribuir na valorização de matérias-pri-

mas regionais e na agregação de valor nutricional aos produtos alimentícios. Porém ainda não é observada a industrialização em grande escala do taro no Brasil, somente a comercialização de rizomas no varejo e feiras, bem como farinha de inhame (sem denominação da espécie) em lojas de produtos naturais. No Brasil, os rizomas são consumidos cozidos, assados, fritos, na forma de purê, e esse último pode ser adicionado em produtos de panificação. O rizoma também pode ser transformado em farinha e ser um substituto da farinha de trigo em produtos de panificação como, pães, biscoitos, entre outros.

Existem vários estudos sobre produção de farinha de taro e aplicação em produtos de panificação. Porém, além das possibilidades citadas, as formas de consumo e comercialização do taro são vastas e ilimitadas em diferentes países. Um estudo desenvolveu diferentes tipos de *snacks* com farinhas compostas por taro e batata doce (Elisabeth, 2015) e até aplicação da farinha de taro em formulações infantis para bebês (Ali et al., 2013; Darkwa; Darkwa, 2013).

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E PROPRIEDADES FUNCIONAIS

Rizomas

Os rizomas da planta taro (*Colocasia esculenta*) possuem elevado valor nutritivo e energético para consumo humano, sendo ricos em amido, potássio, fósforo, ferro, cálcio, vitaminas do complexo B, e apresenta baixo conteúdo de lipídios e proteínas (Mohan; Kalidass, 2010; Temesgen; Ratta, 2015) A Tabela 1 compila as variações na composição química de rizomas de taro.

O taro (*Colocasia esculenta*) tem a composição descrita na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (Taco, 2011) com o nome popular inhame. Conforme apresentada na Tabela 1, o taro possui altos teores de umidade (63 a 85 g 100 g⁻¹) e carboidratos (13 a 29 g 100 g⁻¹) e possui baixos teores de proteína (0,3 a 3 g 100 g⁻¹), lipídeos (0,2 - <1 g 100 g⁻¹), fibra alimentar (1,7 g 100 g⁻¹) e cinzas (0,6 a 2,5 g 100 g⁻¹).

Em uma revisão bibliográfica (Temesgen; Ratta, 2015), os rizomas do taro, similarmente à TACO, possuem altos teores de umidade e carboidratos totais, bem como baixos teores de proteína, lipídios e cinzas e de fibra alimentar (Ezeabara; Okeke; Amadi, 2015; Taco, 2011; Temesgen; Ratta, 2015). Os teores de ácidos graxos são insignificantes (0,1 g 100 g⁻¹) (Taco, 2011) e não foram incluídos na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição química de rizomas de taro em base úmida

Componentes	Conteúdo ¹	Conteúdo ²	Conteúdo ³
Umidade (g 100 g ⁻¹)	73	63–85	60–83
Proteína (g 100 g ⁻¹)	2,1	0,3–1,4	3,0
Lipídios (g 100 g ⁻¹)	0,2	0,1–0,4	<1
Carboidratos totais (g 100 g ⁻¹)	23,2	13–29	20,0
Fibra alimentar (g 100 g ⁻¹)	1,7	-	-
Cinzas (g 100 g ⁻¹)	1,2	0,6–2,5	-
Potássio (mg 100 g ⁻¹)	568	-	591
Cálcio (mg 100 g ⁻¹)	12	-	43
Fósforo (mg 100 g ⁻¹)	65	-	-
Magnésio (mg 100 g ⁻¹)	29	-	33
Ferro (mg 100 g ⁻¹)	0,4	-	0,55
Vitamina C (mg 100 g ⁻¹)	5,6	<1–14,3	4,5
Tiamina (mg 100 g ⁻¹)	0,08	0,03–0,2	0,095
Niacina (mg 100 g ⁻¹)	Traços	0,8–1,3	0,6
Riboflavina (mg 100 g ⁻¹)	Traços	0,02–0,04	0,03

Fonte: ¹Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (Taco, 2011); ²(Temesgen; Ratta, 2015); ³(Rashmiet *et al.*, 2018).

O taro possui maior conteúdo de proteínas comparado às raízes tuberosas (Darkwa; Darkwa, 2013), além de não possuir glúten o que pode ser uma alternativa no desenvolvimento de produtos para dietas restritivas visando consumidores celíacos, alérgicos ou com alguma sensibilidade à essa proteína. Também pode ser utilizado para substituir outras fontes amiláceas para alimentação infantil por ter maior conteúdo de proteína do que outras matérias-primas similares e apresentar alta digestibilidade (Darkwa; Darkwa, 2013).

Adicionalmente, o rizoma possui uma grande quantidade de mucilagem que é uma substância viscosa de cor clara (Andrade; Nunes; Pereira, 2015; Hendek Ertop; Atasoy; Akin, 2019; Huang *et al.*, 2010), também encontrada em raízes e tuberosas tropicais (Bicalho *et al.*, 2019; Njintang, N. Y. *et al.*, 2014). A quantidade de mucilagem no rizoma varia entre 7 à 10 g 100 g⁻¹ dependendo do método de extração utilizado (Andrade; Nunes; Pereira, 2015), sendo que o maior conteúdo é de carboidratos (46 a 69 g 100 g⁻¹), seguido de proteínas (30 a 50 g 100 g⁻¹) (Njintang, N. Y. *et al.*, 2014).

A mucilagem possui propriedade emulsificante em função do conteúdo proteico, com aminoácidos pouco polares (leucina, isoleucina e triptofano) que ocorrem em gomas, bem como a presença de lipídios que contribui com a fração hidrofóbica (Andrade; Nunes; Pereira, 2015). Nesse estudo, os principais aminoácidos foram lisina, triptofano, cisteína, isoleucina e leucina. Em outra pesquisa (Njintang, N. Y. *et al.*, 2014), os aminoácidos principais foram ácido aspártico e asparagina, representando entre 14 a 17 % do total de 17 aminoácidos analisados, seguido do ácido glutâmico, glutamina, glicina, leucina e serina. Esses aminoácidos também foram encontrados em amostras de farinha (Mbofung *et al.*, 2006).

Com relação às vitaminas, o taro apresenta maior conteúdo de vitamina C (<1 a 14,3 mg 100 g⁻¹) e do complexo B (Taco, 2011; Temesgen; Ratta, 2015). Em ordem decrescente de concentração das vitaminas do complexo B se incluem a niacina, tiamina e riboflavina (Temesgen; Ratta, 2015).

Além destas vitaminas, vitamina A e vitamina E foram identificadas em cinco variedades de taro africanas produzidas na Nigéria (Ezeabara; Okeke; Amadi, 2015). A vitamina C também foi a que apresentou maior teor entre as vitaminas detectadas nesse estudo. Adicionalmente, as vitaminas A e E apresentaram teores superiores à aquelas do complexo B. Comparado com outras plantas comestíveis não convencionais estudadas, os rizomas de taro possuem menor conteúdo de niacina e ácido ascórbico (Mohan; Kalidass, 2010).

Os principais minerais presentes nos rizomas são o potássio (568 mg), fósforo (65 mg), magnésio (29 mg) e cálcio (12 mg), vide Tabela 1. Em menores quantidades estão o ferro (0,4 mg), zinco (0,3 mg), cobre (0,17 mg) e manganês (0,15 mg) (Taco, 2011).

Existe variação na concentração de minerais entre os cultivares e nas diferentes partes do rizoma, sendo possível a seleção de genótipos para suprir a deficiência de ferro, manganês e zinco em países em desenvolvimentos (Mergedus *et al.*, 2015). Ainda, segundo os autores, o taro é considerado uma fonte importante de zinco e cobre para dietas de crianças e adultos.

Além dos minerais já citados, a parte central dos rizomas do taro ainda possui cobre e cádmio, considerados minerais importantes para nutrição humana (Mergedus *et al.*, 2015). Outro estudo também identificou alto conteúdo de potássio e cobre em outras partes do rizoma (Mohan; Kalidass, 2010).

Cálcio, zinco e manganês estão mais presentes próximos à casca e podem ser removidos durante o descascamento, logo se deve- optar

por um método de descascamento que não seja profundo para evitar a remoção dos minerais essenciais (Mergedus *et al.*, 2015). A presença de cálcio se deve aos cristais de oxalato de cálcio no taro cru que causam irritação na boca (Aboubakar *et al.*, 2008).

O oxalato na forma de oxalato de cálcio é o fator antinutricional mais reportado e identificado no taro (Aboubakar *et al.*, 2008; Abramo, 1990; Akalu; Geleta, 2017; Mohan; Kalidass, 2010). Porém, os conteúdos de oxalato de cálcio encontrados em diferentes amostras de taro cruas foram considerados baixos (Akalu; Geleta, 2017). Diversos fatores antinutricionais podem estar presentes em raízes, tubérculos e outras partes de plantas, sendo que o oxalato pode ser removido pela imersão da matéria-prima em água, eliminação da água da imersão e realizando a cocção antes do consumo (Mohan; Kalidass, 2010).

Farinha de taro

A composição química e as propriedades funcionais da farinha de taro variam com a variedade estudada (Aboubakar *et al.*, 2008; Mbofung *et al.*, 2006). A Tabela 2 apresenta a composição química da farinha de taro produzida por diferentes métodos e estudadas em diferentes países.

Os rizomas processados na forma de farinha possuem altos teores de carboidratos totais (77 a 96 g 100 g⁻¹), conforme observado na Tabela 2, sendo principalmente composto por amido (67 a 87 g 100 g⁻¹) e açúcares redutores (14 a 27 g 100 g⁻¹) (Aboubakar *et al.*, 2008). Adicionalmente, possui baixos conteúdos de fibra (Alflen *et al.*, 2016), proteína (3 a 10 g 100 g⁻¹), lipídios (0,3 a 2 g 100 g⁻¹) e cinzas (1 a 6 g 100 g⁻¹) (Aboubakar *et al.*, 2008; Alflen *et al.*, 2016; Elisabeth, 2015).

Tabela 2 – Composição química da farinha de taro em base úmida

Componentes	Conteúdo ¹	Conteúdo ²	Conteúdo ³
Umidade (g 100 g ⁻¹)	8 - 10	8	8
Proteína (g 100 g ⁻¹)	3 - 5	4	10
Lipídios (g 100 g ⁻¹)	0,3 - 1	2	1
Carboidratos totais (g 100 g ⁻¹)	91 - 96	83	77
Açúcares redutores (g 100 g ⁻¹)	14 - 27	-	-
Amido (g 100 g ⁻¹)	67 a 87		
Cinzas (g 100 g ⁻¹)	1 - 6	3	4
Cálcio (mg 100 g ⁻¹)	25,4 - 192	-	-

Continua...

Componentes	Conteúdo ¹	Conteúdo ²	Conteúdo ³
Magnésio (mg 100 g ⁻¹)	32,9 - 382	-	-
Ferro (mg 100 g ⁻¹)	0,2 - 4,2	-	-

Fonte: ¹Cinco variedades do país Camarões na África (Aboubakar *et al.*, 2008); ²Variedade da Índia, Ásia (Elisabeth, 2015); ³Variedade do Paraná, Brasil (Alflen *et al.*, 2016).

O alto teor de sólidos totais e conseqüente baixo conteúdo de umidade da farinha de taro permite um bom armazenamento e maior vida útil desse produto (Darkwa; Darkwa, 2013), bem como maior rendimento na produção da farinha, que são características de interesse para a industrialização.

O amido presente no taro (70–80 g 100 g⁻¹ em base seca) se apresenta em grânulos pequenos (1 – 4 µm), sendo altamente digestível, propício para formulações infantis e para dietas de pessoas com alergias a cereais (Sanful, 2011; Temesgen; Ratta, 2015). Com relação às características do amido do taro, este possui 30,6 g 100 g⁻¹ de amilose na sua constituição com grânulos que variam de 0,5 a 5 µm (Pérez; Schultz; Delahaye, 2005).

O teor de amilose nos amidos está diretamente relacionado com as propriedades funcionais do amido, principalmente no que se refere à gelatinização. A temperatura de início da gelatinização é de cerca de 77 °C e a temperatura final de 90 °C, apresentando uma pasta consistente e estável (Pérez; Schultz; Delahaye, 2005). Em outro estudo, a temperatura de gelatinização do amido de taro variou entre 55 e 65 °C entre diversas variedades (Aboubakar *et al.*, 2008).

Comparando os teores de proteína dos rizomas com a farinha de taro, observa-se um aumento de proteína na farinha de taro devido ao processo de secagem, moagem e outros tratamentos realizados na obtenção da farinha (Darkwa; Darkwa, 2013). Com relação à composição de aminoácidos, estudos observaram que as maiores concentrações foram de ácido aspártico, ácido glutâmico e leucina entre seis variedades avaliadas (Mbofung *et al.*, 2006).

Adicionalmente, a concentração dos minerais da farinha também difere com a variedade de taro. As farinhas possuem maiores teores de Ca, Mg e K, bem como quantidade significativa dos oligoelementos Mn, Fe, Cu e Zn (Aboubakar *et al.*, 2008). O ferro (0,2 a 4,2 mg 100 g⁻¹) foi o oligoelemento com maior concentração nas farinhas entre as cinco variedades estudadas. Com relação aos macroelementos, as farinhas apresentaram maiores concentração de cálcio (25,4 a 192 mg 100 g⁻¹) e magnésio (32,9

a 382 mg 100 g⁻¹). O alto conteúdo de cálcio se deve aos cristais de oxalato de cálcio presente na família *Araceae* o que contribui ao maior conteúdo de cinzas nas análises de composição centesimal (Aboubakar *et al.*, 2008).

Entre as propriedades funcionais de importância da farinha, cabe destacar a alta capacidade de absorção de água. Esta propriedade permite empregar a farinha de taro em diferentes processos na indústria de alimentos, como por exemplo agentes de corpo em sopas (Mbofung *et al.*, 2006) e na absorção de água na massa de pão (Ammar; Hegazy; Bedeir, 2009). Outras propriedades funcionais da farinha de taro são a capacidade de absorção de óleo e a capacidade de formar e estabilizar emulsões (Mbofung *et al.*, 2006).

PROCESSAMENTO E PRODUTOS

A potencialidade do uso de taro como alimento processado foi, inicialmente, relatado em 1983 no livro elaborado pela Universidade do Haváí, em que são citadas diversas maneiras para aproveitar e processar o taro, com destaque para farinha, bebidas em pó, cereal, *chips*, fatias congeladas, fatias desidratados ao sol e *flakes* (Wang, 1983).

São poucos os estudos disponíveis sobre o emprego de taro em produtos alimentícios realizados no Brasil. A maioria das publicações foi desenvolvida no Haváí ou em países da África como Nigéria, Uganda, Tanzânia e África do Sul, onde essa matéria-prima está disponível de forma abundante e o seu consumo é mais popular do que no Brasil.

Existem mais estudos realizados com inhame (*Dioscorea sp.*) do que com taro e verificou-se que alguns autores, de forma errônea, se referem a esses trabalhos como inhame quando discutem resultados obtidos com *Colocasia esculenta* e até mesmo se referem à espécie pelo nome popular incorreto, denominando o taro de inhame e com isso não seguindo a padronização botânica internacional.

Como já relatado neste capítulo, a produção de farinha se apresenta como uma alternativa para aumentar a disponibilidade e consumo o ano todo, pois pelo baixo conteúdo de atividade de água e umidade, pode ser armazenada por maior período e ser empregada na produção de alimentos diversos.

O processo para a obtenção de farinha de taro envolve as etapas descritas na Figura 3. Após o recebimento da matéria-prima, ocorre a seleção dos rizomas e remoção de partes danificadas, para posterior higienização e remoção de sujidades grosseiras e contaminação micro-

biológica. Em seguida, realiza-se o descascamento manual ou mecânico e lavagem com água para remoção de sujidades da etapa anterior.

Figura 3—Etapas para processamento dos rizomas e produção da farinha de taro



Fonte: elaborada pelos autores (2024).

Com os rizomas descascados e lavados, realiza-se o fatiamento com aproximadamente 2 cm de espessura, cocção em água em ebulição durante 5 min para inativar enzimas com o branqueamento, promover a gelatinização do amido e o amaciamento dos rizomas para facilitar o processo de secagem, em função de sua retrogradação (Paula, 2009). Posteriormente, após resfriamento a temperatura ambiente, os rizomas cozidos são fatiados novamente em uma espessura menor de 0,5 cm para facilitar a secagem. Algumas etapas do processamento dos rizomas para produção da farinha de taro foram ilustradas na Figura 4, mostrando os rizomas cozidos, fatiados, desidratados e a farinha de taro.

Em escala laboratorial, as fatias são desidratadas em estufa com circulação e renovação de ar à temperatura de 60 °C por 12 a 24 h, e após atingir a temperatura ambiente são moídas em moinho com peneira mesh 30 para obtenção de farinha com teor de umidade em torno de 7 g 100 g⁻¹ (Alflen *et al.*, 2016).

O rendimento total da farinha de taro obtidos a partir dos rizomas *in natura* varia de 9 % (Alflen *et al.*, 2016) a 17 % (Elisabeth, 2015), dependendo do teor de umidade final da farinha e do processamento. O processo mais manual realizado em laboratório propicia maiores perdas nas etapas iniciais de descascamento e remoção de partes indesejáveis.

Figura 4 – Rizomas cozidos (a), fatiados (b) e desidratados (c) de Taro para produção de farinha (d)



Fonte: acervo dos autores (2024).

Vários estudos avaliaram a introdução da farinha de taro em diversos produtos, compilados na Tabela 3. A maioria dos estudos foram realizados na área de panificação, tal como produção de pães com substi-

tuição de 0 a 100 % da farinha de trigo. Autores indicaram que resultados promissores nas características tecnológicas, nutricionais e sensoriais dos produtos alimentícios desenvolvidos.

Tabela 3 – Possibilidade de usos e produtos desenvolvidos com farinha de taro

Produtos	Referências
Pães	(Aboubakar <i>et al.</i> , 2008; Ammar; Hegazy; Bedeir, 2009; Bicalho <i>et al.</i> , 2019; Eddy <i>et al.</i> , 2012; Ikpeme Emmanuel; Osuchukwu; Oshiele, 2010; Mongi <i>et al.</i> , 2011; Njintang, Nicolas Y <i>et al.</i> , 2008; Sanful, 2011)
Biscoito	(Alflen <i>et al.</i> , 2016; Iwe; Egwuekwe, 2010; Teklet, 2009)
Pudim	(Hendek Ertop; Atasoy; Akin, 2019)
Snacks	(Elisabeth, 2015)
Alimentos para bebês	(Ali <i>et al.</i> , 2013; Darkwa; Darkwa, 2013)

Fonte: elaborada pelos autores (2021).

Pães com 30 % de substituição de farinha de trigo por farinha de taro tiveram boa aceitação sensorial e características físicas aceitáveis do que as formulações com 50 % e 100 % de substituição (Eddy *et al.*, 2012). Em outro estudo, foi possível inserir até 10 % de farinha de taro para substituição parcial da farinha de trigo em massas de pães sem alterar as características funcionais de viscosidade e de elasticidade da massa (Aboubakar *et al.*, 2008). Similarmente, pães na proporção de 10:90 de farinha de taro e farinha de trigo apresentaram atributos sensoriais aceitáveis e sem alterar as funcionalidades da farinha de trigo.

Pães elaborados com 30 % de farinha de taro obtiveram as maiores notas para o atributo coloração e os pães elaborados com 50 % de farinha de taro para o atributo textura (Sanful, 2011). Com relação a preferência global de pães elaborados com diferentes concentrações de farinha de taro, observou-se uma relação inversa, i.e., a preferência diminuiu à medida que a concentração de farinha de taro aumentou (Sanful, 2011).

Adicionalmente, a farinha de taro melhora as características tecnológicas de massa de pão com farinhas compostas de trigo e taro devido à capacidade de absorção de água (Ammar; hegazy; Bedeir, 2009). O uso de mucilagem de taro indicou um efeito emulsificante benéfico para a textura e qualidade do pão (Bicalho *et al.*, 2019).

Para produção de biscoitos tipo *cookies* verificou-se que a substituição de até 30% de farinha de trigo por farinha de taro, manteve uma boa aceitação sensorial e também aumento do conteúdo mineral e de fibra dos produtos elaborados (Alflen *et al.*, 2016). Ademais, mesclas de fari-

nhas compostas por taro e batata-doce podem ser empregadas na produção de *snacks*, com boa qualidade nutricional, viabilidade econômica e agregação de valor comparada à comercialização da matéria-prima *in natura* (Elisabeth, 2015).

Adicionalmente, a farinha de taro pode ser utilizada em pudins como agente texturizante (adicionando até 4 % na massa total), em razão das suas propriedades espessantes e a presença de mucilagem nos rizomas (Hendek Ertop; Atasoy; Akin, 2019). Nesse estudo, a mucilagem contribuiu com o aumento da viscosidade para pudins. Devido à alta digestibilidade do taro, a farinha também foi utilizada para desenvolver alimentos para bebês com boa aceitação sensorial com o objetivo de reduzir problemas de má nutrição na República do Gana (Darkwa; Darkwa, 2013).

Como apresentado nessa seção, a maioria dos estudos utilizam a farinha de taro com principal aplicação na panificação. Em uma pesquisa, os rizomas do taro foram utilizados como ingrediente para a elaboração de formulações ovo-vegetarianas prontas para o consumo com grão de bico, sendo adicionado 25 % de taro no total da formulação (Barakat, 2014).

A formulação que utilizou o taro como ingrediente teve boa aceitação sensorial nos atributos avaliados e com a maior aceitação geral entre as seis formulações estudadas com outras matérias-primas vegetais, além de ter o menor nível de absorção de óleo entre as formulações avaliadas sensorialmente. Adicionalmente, apresentou maior teor de sódio, potássio e de cálcio e baixo conteúdo de cobre entre as formulações ovo-vegetarianas estudadas (Barakat, 2014), apresentando mais uma possibilidade de aplicação do taro e relevante devido ao aumento da procura por alternativas vegetarianas.

PERSPECTIVAS FUTURAS

Apesar do potencial para o plantio do taro em várias regiões do Brasil, ainda se constata falta de incentivos para a produção e aproveitamento de matérias-primas não-convencionais, sendo uma matéria-prima pouco conhecida e explorada economicamente no país, pois os agricultores possuem maior foco em *commodities* tradicionais. O taro é uma matéria-prima de relevância para o Território da Cantuquiriguaçu tendo em vista a importância de incentivar a diversificação da produção de alimentos, promover o uso de cultivares pouco exploradas e valorizar matérias-primas disponíveis na região que podem ser produzidas em sistemas agroecológicos de produção, fornecendo possibilidade de renda

alternativa aos agricultores familiares e contribuindo com a segurança alimentar. É um alimento importante para melhorar as questões nutricionais em países em desenvolvimento que possuem essa matéria-prima.

Na indústria de alimentos, o taro preparado sob diferentes formas possui potencial para agregar valor nutricional aos produtos alimentícios, diversificar a produção no desenvolvimento de novos produtos usufruindo das suas propriedades funcionais e nutricionais, além de diminuir o custo de produção pela redução da dependência do trigo. Essa matéria-prima pode ser estudada para aplicação em outros produtos, como alimentos sem glúten e alternativas vegetarianas que são tendências na área da alimentação.

REFERÊNCIAS

ABOUBAKAR *et al.* Physicochemical, thermal properties and microstructure of six varieties of taro (*Colocasia esculenta* L. Schott) flours and starches. **Journal of Food Engineering**, [s. l.], v. 86, n. 2, p. 294–305, 2008. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.10.006>

ABRAMO, M. A. **Taioba, Cará e Inhame: O grande potencial inexplorado**. São Paulo: Brasil Agrícola, 1990.

AGNIC. **Traditional Pacific Island Crops – Taro (*Colocasia esculenta*) and other Edible Aroids**. [S. l.], [s. d.]. Available at: <https://guides.library.manoa.hawaii.edu/paccrops/taro>. Acesso em: 3 set. 2020.

AKALU, Z. K.; GELETA, S. H. Antinutritional Levels of Tubers of *Colocasia esculenta*, L. Schott (Taro) and *Dioscorea alata* (Yam) Cultivated in Ethiopia. **Journal of Nutrition & Food Sciences**, [s. l.], v. 07, n. 02, 2017. Available at: <https://doi.org/10.4172/2155-9600.1000585>

AKWEE, P. E. *et al.* A critical review of the role of taro *Colocasia esculenta* L. (Schott) to food security: A comparative analysis of Kenya and Pacific Island taro germplasm. **Scientia Agriculturae**, [s. l.], v. 9, n. 2, p. 101–108, 2015. Available at: <https://doi.org/10.15192/PSCP.SA.2015.9.2.101108>

ALFLEN, T. A. *et al.* Partial substitution of wheat flour with taro (*Colocasia esculenta*) flour on cookie quality. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, [s. l.], v. 18, n. 2, p. 202–212, 2016. Available at: <https://doi.org/10.5935/recen.2016.02.01>

ALFLEN, T. A. *et al.* Utilização do taro (*Colocasia esculenta*) na alimentação no município de Laranjeiras do Sul – PR. In: , 2013, Laranjeiras do Sul. **Seminário de Ensino, Pesquisa e Extensão da UFFS – SEPE**. Laranjeiras do Sul: UFFS, 2013.

- ALI, A. O. *et al.* Effect of Substitution of Wheat Flour with Taro Flour on Some Properties of Weaning. **Journal of Applied Sciences Research**, [s. l.], v. 9, n. 6, p. 3985–3991, 2013.
- AMMAR, M. S.; HEGAZY, A. E.; BEDEIR, S. H. Using of taro flour as partial substitute of wheat flour in bread making. **World Journal of Dairy & Food Sciences**, [s. l.], v. 4, n. 2, p. 94–99, 2009. Available at: [http://www.idosi.org/wjdfs/wjdfs4\(2\)/2.pdf](http://www.idosi.org/wjdfs/wjdfs4(2)/2.pdf)
- ANDRADE, L. A.; NUNES, C. A.; Pereira, J. Relationship between the chemical components of taro rhizome mucilage and its emulsifying property. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 178, p. 331–338, 2015. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.01.094>
- ANJOS, B. B. dos. **Manejo sustentável da cultura do taro**. [S. l.: s. n.], 2012. Available at: <http://respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/NjEwMw==>.
- BARAKAT, H. Effect of Frying–Cooking on Nutritional and Bioactive Compounds of Innovative Ovo–Vegetarian Diets. **Food and Nutrition Sciences**, [s. l.], v. 05, n. 16, p. 1577–1590, 2014. Available at: <https://doi.org/10.4236/fns.2014.516171>
- BICALHO, C. C. *et al.* Alveolar distribution in French rolls made using taro mucilage. **Brazilian Journal of Food Technology**, [s. l.], v. 22, p. 1–10, 2019. Available at: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.00618>
- BRASIL. **Manual de Hortaliças Não–Convencionais**. 1. ed. Brasília: MAPA/ACS, 2010.
- CONAB. **Programa de modernização do mercado brasileiro hortigranjeiros – PROHORTE – Companhia Nacional de Abastecimento (Conab)**. [S. l.], 2014. Available at: <http://www3.ceasa.gov.br/prohortweb>.
- DARKWA, S.; DARKWA, A. A. TARO “Colocasia esculenta”: It’s Utilization in Food Products in Ghana. **Journal of Food Processing & Technology**, [s. l.], v. 4, n. 5, p. 1–7, 2013. Available at: <https://doi.org/10.4172/2157-7110.1000225>
- EDDY, N. O. *et al.* Industrial Potential of Two Varieties of Cocoyam in Bread Making. **E–Journal of Chemistry**, [s. l.], v. 9, n. 1, p. 451–464, 2012. Available at: <https://doi.org/10.1155/2012/635894>
- ELISABETH, D. A. A. Added Value Improvement of Taro and Sweet Potato Commodities by Doing Snack Processing Activity. **Procedia Food Science**, [s. l.], v. 3, p. 262–273, 2015. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2015.01.029>
- EZEABARA, C.; OKEKE, C.; AMADI, J. Phytochemical , proximate , mineral and vitamin investigations of cormels of five varieties of Colocasia esculenta (L .) Schott found in. **American Journal of Life Science Researches**, [s. l.], v. 3, n. 4, p. 273–281, 2015.
- FAOSTAT. **Taro (cocoyam) production. Production quantities by country and regions (tonnes) (2018)**. [S. l.], 2018. Available at: <http://www.fao.org/faostat/>. Acesso em: 1 dez. 2020.

FILHO, W. P. de C.; MAZZEI, A. R.; ALVES, H. S. Mercado de raízes e tubérculos: análise de preços. **Informações Econômicas**, [s. l.], v. 31, n. 2, p. 36–44, 2001.

HENDEK ERTOP, M.; ATASOY, R.; AKIN, Ş. S. Evaluation of taro [*Colocasia Esculenta* (L.) Schott] flour as a hydrocolloid on the physicochemical, rheological, and sensorial properties of milk pudding. **Journal of Food Processing and Preservation**, [s. l.], v. 43, n. 10, p. 1–9, 2019. Available at: <https://doi.org/10.1111/jfpp.14103>

HUANG, C. C. *et al.* Effects of mucilage on the thermal and pasting properties of yam, taro, and sweet potato starches. **LWT – Food Science and Technology**, [s. l.], v. 43, n. 6, p. 849–855, 2010. Available at: <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2009.11.009>

IKPEME EMMANUEL, C.; OSUCHUKWU, N. C.; OSHIELE, L. Functional and sensory properties of wheat (*Aestium triticium*) and taro flour (*Colocasia esculenta*) composite bread. **African Journal of Food Science**, [s. l.], v. 4, n. May, p. 248–253, 2010.

IWE, M. O.; EGWUEKWE, E. I. Production and evaluation of cookies from *Xanthosoma sagittolium* and *Colocasia esculenta* blends. **Nigerian Food Journal**, [s. l.], v. 23, n. 1, p. 145–153, 2010.

KINUPP, V. F.; LORENZI, H. **Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) no Brasil: Guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas**. 1. ed. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2014.

MBOFUNG, C. M. F. *et al.* Physicochemical and Functional Properties of Six Varieties of Taro (*Colocasia esculenta* L. Schott) Flour. **Journal of Food Technology**, [s. l.], v. 4, n. 2, p. 135–142, 2006.

MERGEDUS, A. *et al.* Variation of mineral composition in different parts of taro (*Colocasia esculenta*) corms. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 170, p. 37–46, 2015. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.08.025>

MOHAN, V. R.; KALIDASS, C. Nutritional and Antinutritional Evaluation of Some Unconventional Wild Edible Plants. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, [s. l.], v. 12, n. 3, p. 495–506, 2010.

MONGI, R. J. *et al.* Proximate composition, bread characteristics and sensory evaluation of cocoyam–wheat composite breads. **African Journal Food, Agriculture, Nutrition and Development**, [s. l.], v. 11, n. 7, 2011.

NJINTANG, N. Y. *et al.* Compositional, spectroscopic and rheological analyses of mucilage isolated from taro (*Colocasia esculenta* L. Schott) corms. **Journal of Food Science and Technology**, [s. l.], v. 51, n. 5, p. 900–907, 2014. Available at: <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0580-0>

NJINTANG, Nicolas Y *et al.* Effect of taro (*Colocasia esculenta*) flour addition on the functional and alveographic properties of wheat flour and dough. **Journal of the**

Science of Food and Agriculture, [s. l.], v. 88, n. 2, p. 273–279, 2008. Available at: <https://doi.org/10.1002/jsfa.3085>

PAULA, C. D. de. **Utilização do taro na elaboração de farinha e de produto alimentício reestruturado frito**. 98 f. 2009. – Universidade Federal de Viçosa, [s. l.], 2009.

PÉREZ, E.; SCHULTZ, F. S.; DELAHAYE, E. P. de. Characterization of some properties of starches isolated from *Xanthosoma sagittifolium* (tannia) and *Colocassia esculenta* (taro). [s. l.], v. 60, p. 139–145, 2005. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2004.11.033>

PUIATTI, M. Manejo da cultura do taro. *In*: CARMO, C. A. S. (org.). **Inhame e taro: Sistemas de produção familiar**. Vitória: INCAPER, 2002. p. 203–252.

RASHMI, D. R. *et al.* Taro (*Colocassia esculenta*): An overview. **Journal of Medicinal Plants Studies**, [s. l.], v. 6, n. 4, p. 156–161, 2018.

RAUBER, A. C. Conhecimento Etnobotânico Sobre Plantas Medicinais E Plantas Alimentícias Não Convencionais Das Famílias Agricultoras Pertencentes Ao Núcleo Regional Luta Camponesa Da Rede Ecovida De Agroecologia. **Universidade Federal da Fronteira Sul Campus Laranjeiras do Sul**, [s. l.], p. 210, 2016.

SAENPHOOM, P. *et al.* Improvement of Taro Leaves Using Pre-treated Enzyme as Prebiotics in Animal Feed. **Agriculture and Agricultural Science Procedia**, [s. l.], v. 11, p. 65–70, 2016. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2016.12.011>

SANFUL, R. E. Organoleptic and Nutritional Analysis of Taro and Wheat Flour Composite Bread. **World Journal of Dairy & Food Sciences**, [s. l.], v. 6, n. 2, p. 175–179, 2011.

SANTOS, E. S. dos *et al.* Denominações populares das espécies de *Dioscorea* e *Colocassia* no Brasil. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 37–41, 2007.

TACO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO**. Campinas: NEPA – UNICAMP, 2011.

TEKLE, A. **The effect of blend proportion and baking condition on the quality of cookie made from taro and wheat flour blend**. 65 f. 2009. – Addis Ababa University, [s. l.], 2009.

TEMESGEN, M.; Ratta, N. Nutritional Potential , Health and Food Security Benefits of Taro *Colocassia Esculenta* (L .): A Review. **Food Science and Quality Management**, [s. l.], v. 36, n. June 2015, p. 23–31, 2015.

WANG, J.-K. **Taro. A review of Colocassia esculenta and its potentials**. Honolulu: University of Hawaii Press, 1983.

ZÁRATE, N. A. H.; Vieira, M. do C. Composição nutritiva de rizomas em clones de inhame (*Colocassia esculenta*) cultivados em Dourados – MS. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, [s. l.], v. 34, n. 1, p. 61–63, 2004.

Capítulo 10

GENGIBRE

(*Zingiber officinale*)

Michele Cristiane Mesomo Bombardelli
Ariadine Reder Custódio de Souza
Leide Graciela Blanco Mattje
Eduarda Molardi Bainy

INTRODUÇÃO

O gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) é uma planta pertencente à família *Zingiberaceae*, também conhecido pelos nomes populares de mangarataia, mangaratiá, gengivre, entre outros (Couto, 2006), sendo amplamente difundido nos setores alimentícios e industriais, como farmacêutico e de cosméticos, em função de seu sabor levemente picante e doce, além de seu poder aromatizante e atividades biológicas presentes (Mao *et al.*, 2019). Considerado uma especiaria, seu rizoma aromático pungente é utilizado na forma *in natura* ou na forma de extratos, óleos essenciais e oleorresinas.

É uma planta de caule não lenhoso, podendo formar arbustos, chegando até 150 cm de altura. Os seus rizomas são formados por ramificações, carnosos e seu tamanho pode variar de 3 a 16 cm de compri-

mento, como uma largura de 3 a 4 cm e sua espessura é de aproximadamente 2 cm, sua cor externamente varia de amarelo claro a marrom claro (Who, 1999).

Atualmente, o gengibre se apresenta como uma cultura em expansão de cultivo e que tem despertado o interesse de pequenos produtores devido a excelente produtividade que tem apresentado. Porém, cuidados especiais devem ser tomados desde o plantio até a pós-colheita, visando obter rizomas com padrão de qualidade que atendam às expectativas dos mercados consumidores.

Como planta medicinal, o gengibre é uma das mais antigas e populares do Mundo. As suas propriedades terapêuticas são resultado da ação de várias substâncias, como os compostos presentes nos óleos voláteis, destacando-se por suas diversas atividades biológicas, incluindo atividades antioxidantes (Nile; Park, 2015), anti-inflamatórias (Zhang *et al.*, 2016), antimicrobianas (Kumar *et al.*, 2014), anticancerígenas (Citronberg *et al.*, 2013) e neuroprotetoras (Ho; Chang; Li, 2013).

Os extratos de gengibre despertam grande interesse da indústria de alimentos, de perfumes, de cosméticos e de fármacos. Extratos naturais de plantas, como os de gengibre, têm sido utilizados para vários fins durante muitos anos e, mais recentemente, investigados quanto ao seu potencial como medicamentos alternativos e para a preservação de alimentos.

Diante da importância econômica que o cultivo do gengibre tem apresentado e com o intuito de contribuir para um melhor entendimento dos benefícios e das possibilidades de utilização, torna-se interessante conhecer um pouco mais desse rizoma que apresenta tantos atributos e tem despertado tanto interesse por parte de produtores e indústrias.

PRODUÇÃO, CONSUMO E COMERCIALIZAÇÃO

O gengibre é originário da Ásia, mas seu cultivo se espalhou por muitos países (Lemos Júnior; Lemos, 2010). No Brasil, a produção ocorre, principalmente, no Sudeste e Sul do país, com destaque para os estados de Espírito Santo, São Paulo e Paraná. Apesar de não ser uma espécie nativa, o cultivo de gengibre, em sua maioria, é feito por agricultores familiares e tem grande valor socioeconômico para as regiões produtoras, uma vez que a maior parte da produção é destinada para exportação, em função da excelente qualidade dos rizomas. Na safra de 2019, o estado do Paraná produziu 3276 t em uma área cultivada de 250 hectares (De-

ral/SEAB, 2020). O município de Morretes, região litorânea do Paraná, é responsável por 70 a 90% do volume de exportações brasileiras.

O gengibre é uma planta herbácea perene e o seu rizoma é a parte comercializada. Dependendo da espécie, a planta chega a 1,50 m de altura, com caule articulado e os rizomas, normalmente, são horizontais e compridos, apresentando ramificações laterais (Conceição, 2013). A Figura 1a mostra a planta de gengibre recém-colhida com as folhas verdes finas e com odor pronunciado característico de gengibre. A Figura 1b ilustra os rizomas de gengibre inteiros da forma como são comercializados, com coloração externa da casca castanho claro e fatiado, com coloração interna da polpa amarelo claro. As variedades de gengibre mais cultivadas no Brasil são Gigante Chinesa (*Blue green ginger*) e Japonesa (*Yellow ginger*) sendo a Gigante a variedade mais cultivada em função de sua boa produtividade, aspectos comerciais dos rizomas e aceitação no mercado internacional (Carmo *et al.*, 2019).

O cultivo do gengibre se adapta a climas quentes e úmidos, tropical e subtropical, com temperaturas variando de 25 °C a 30 °C, o que faz com que a época de plantio seja diferente dependendo da região em que é cultivado. De forma geral, o plantio vai de agosto a dezembro e a colheita se dá de sete a dez meses após o plantio, dependendo da variedade. O ponto de colheita do gengibre é indicado pelo amarelecimento e secamento das folhas e brotos (Carmo e Balbino, 2015).

A colheita, que geralmente é manual, consiste na remoção cuidadosa dos rizomas da terra, visando não causar injúrias em sua superfície. Na sequência os rizomas são destinados para beneficiamento, em que serão lavados para remoção de sujidades aderidas e, então, destinados para a etapa de secagem à sombra para que se evite queimadura pela exposição solar e aumento nas taxas metabólicas que podem acelerar processos de deterioração (Carmo *et al.*, 2019). Além do cultivo tradicional, o Brasil também se destaca na produção de gengibre orgânico, visando atender, principalmente, o mercado internacional, cada vez mais exigente em relação a produtos livres de resíduos químicos.

Figura 1 – Planta (a) e rizomas de gengibre inteiro e fatiado (b)



Fonte: acervo dos autores (2024).

Tanto para consumo interno como para exportação, a sua principal forma de comercialização é *in natura*. Internacionalmente, é também comercializado na forma seca, além de produtos derivados, tais como o óleo essencial e a oleorresina. Entre os produtos derivados se destaca o gengibre na forma de cristais doces e salgados, balas e doces de gengibre. A utilização na culinária, por seu aroma e sabor picante, está em expansão e isso contribui para o crescimento do consumo interno, porém é o mercado externo que mais valoriza e consome gengibre. Na indústria de cosméticos, bebidas e medicamentos, os rizomas e seus óleos ou resinas se destacam em função de suas características pungentes e sabor marcante.

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E PROPRIEDADES FUNCIONAIS

Composição química

Os rizomas de gengibre possuem uma grande variedade em constituintes químicos biologicamente ativos, os quais variam em decorrência do local de origem do rizoma e sua forma de apresentação, secos

ou frescos. Centenas de constituintes já foram identificados no gengibre, dos quais se têm aproximadamente 3–6 % de ácidos graxos, 9 % de proteína, 60–70 % de carboidratos, 3–8 % de fibras bruta, 8 % de cinzas, 9–12 % de umidade e 2–3 % de óleo essencial (Vasala, 2012; Govindarajan, 1982a; Govindarajan, 1982b; Ali *et al.*, 2008). As diversas partes da planta, folha, flor, caule e o rizoma, possuem compostos voláteis identificados por CG-EM, principalmente, sesquiterpenos (Vedashree *et al.*, 2020).

Os rizomas de gengibre também possuem a enzima proteolítica zingibain (ou protease de gengibre), a qual tem sido utilizada no processamento de carnes como melhorador de textura (Thompson; Wolf; Allen, 2006), além de vitaminas, minerais e elevado conteúdo de componentes voláteis, como os terpenos, e não voláteis, como os compostos fenólicos e flavonoides (Jolad *et al.*, 2005).

O gengibre é bem conhecido por seu valor nutracêutico, que pode ser atribuído à variedade de compostos bioativos, os quais são apresentados compiladamente na Tabela 1. O aroma e o sabor intenso característicos do gengibre são causados pelos mais de 70 constituintes de seu óleo essencial, dos quais se destacam os hidrocarbonetos sesquiterpenos como azingibereno, canfeno, β -felandreno, curcumeno, cineol, acetato de geranila, terpineol, terpenos, borneol, geraniol, limoneno, zingiberol, linalol, β -sesquifelandreno, entre outros (Govindarajan 1982a; Govindarajan, 1982b; Vasala, 2012; Arouma *et al.*, 1997).

De modo geral, as características sensoriais do gengibre são diferentes para o rizoma fresco e seco, pois durante o processo de secagem parte dos componentes do óleo essencial volatiliza, alterando a característica final do produto (Govindarajan 1982a; Govindarajan, 1982b). Os principais compostos identificados em rizomas de gengibre fresco o zingibereno (2–18 %), sequifelandreno (5–7 %), ar-curcumina (3–12 %) e outros sesquiterpenos (Vedashree *et al.*, 2020). Também observaram que houve um aumento do zingibereno e diminuição do ar-curcumina com a maturação do rizoma.

Tabela 1—Principais compostos bioativos encontrados em diferentes frações de gengibre

Fração	Composto bioativo*	Principal importância	Referências
Óleo essencial	Hidrocarbonetos sesquiterpenos (azingibereno, canfeno, β -felandreno, curcumeno, cineol, acetato de geranila, terfineol, terpenos, borneol, geraniol, limoneno, zingiberol, linalol, β -sesquifelandreno)	Aroma e sabor	Govindarajan 1982a; Govindarajan, 1982b; Vasala, 2012; Arouma <i>et al.</i> , 1997
Rizoma fresco	Gingerol	Tratamento de doenças crônicas; atividade anticâncer, anti-inflamatório e antioxidante	Wang <i>et al.</i> , 2014; ShenShen <i>et al.</i> , 2016; Yusofy; Anum, 2016
Rizoma fresco e seco / Óleo essencial	β -caroteno, terpenoides, rutina	Atividade antioxidante	Arouma <i>et al.</i> , 1997
Rizoma seco	Shogaol, paradol, zingerona	Atividade antioxidante, anti-inflamatórias, anticâncer, antimicrobiana e neuroprotetora	Ha <i>et al.</i> , 2012; Chari <i>et al.</i> , 2013; Jo <i>et al.</i> , 2016; Hemalatha; Prince, 2015; Hsiang <i>et al.</i> , 2013; Shin <i>et al.</i> , 2005; Choi <i>et al.</i> , 2018
Rizoma fresco e seco / Óleo essencial	Compostos fenólicos (ácido gálico; catequina; quercetina; 1,2-dihidroxibenzeno; ácido 3,4-dihidroxibenzoico	Atividade antioxidante e antitumoral	Arouma <i>et al.</i> , 1997; Kahkonen <i>et al.</i> , 1999; Nakamura e Yamamoto, 1983

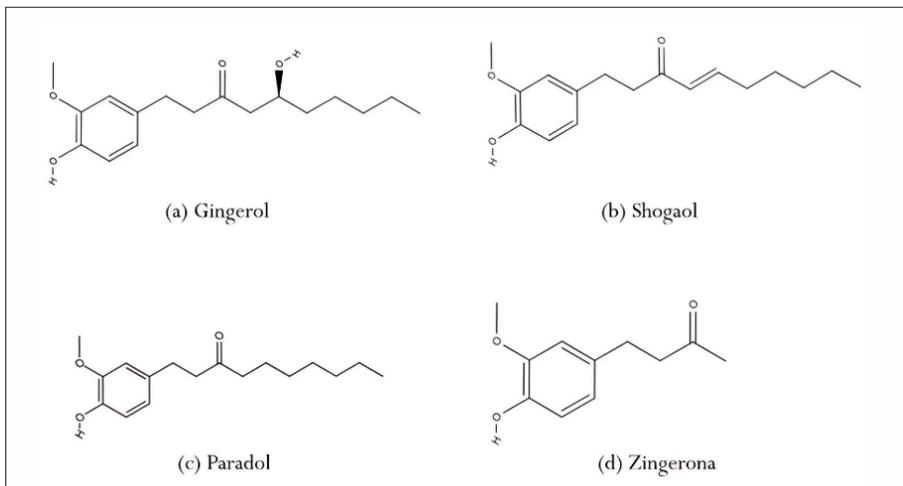
Fonte: elaborada pelas autoras (2021).

*A quantidade de cada constituinte é variável de acordo com a espécie, localização geográfica e forma de apresentação.

O sabor picante do gengibre é causado, principalmente, pelos compostos voláteis gingerol, shogaol, paradol e zingerona que merecem destaque (Jolad, 2005). Esses compostos possuem uma porção cetona aromática, mas se diferenciam pelo comprimento da sua cadeia lateral alquil (Figura 2).

O composto gingerol (Figura 2-a) é encontrado em maior concentração nos rizomas frescos, e tem sido relacionado ao tratamento de doenças crônicas em humanos e animais, e como modulador dos processos de envelhecimento (Wang *et al.*, 2014; Shen *et al.*, 2016; Yusof; Anum, 2016). Já os compostos shogaol, paradol e zingerona (Figura 2 b-c-d) são encontrados nos rizomas secos e apresentam propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias, anticâncer, antimicrobiana e neuro protetora (Ha *et al.*, 2012; Chari *et al.*, 2013; Jo *et al.*, 2016; Hemalatha; Prince, 2016; Hsiang *et al.*, 2013; Shin *et al.*, 2005; Choi *et al.*, 2018).

Figura 2 – Estrutura molecular de importantes compostos químicos presentes no rizoma de gengibre: (a) Gingerol, (b) Shogaol, (c) Paradol, (d) Zingerona



Fonte: elaborada pelas autoras (2024).

Os gingeróis são os compostos mais abundantes encontrados no gengibre. No entanto, quando submetido a altas temperaturas o gingerol sofre desidratação e transforma-se em shogaol, que por sua vez ao sofrer hidrogenação forma paradol (Shukla; Singh, 2007). Tanto o gingerol como o shogaol são os principais responsáveis pelas propriedades medicinais benéficas reconhecidas para o tratamento de enfermidades como diabetes, alergias (Kawamoto *et al.*, 2016), inflamações (Luetig *et al.*, 2016; Zhang *et al.*, 2016), câncer Shukla, Singh, 2007; Stoner, 2013; Citronberg *et al.*, 2013; Prasad, Tyagi 2015), obesidade (Misawa *et al.*, 2015; Suk *et al.*, 2017), doenças hepáticas (Lai *et al.*, 2016) e cardiovasculares (Liu *et al.*, 2015), Além destas atividades, o gengibre possui outras

atividades biológicas, como atividade antimicrobiana (Singh *et al.*, 2008) relatadas na literatura (Semwal *et al.*, 2015).

Devido a sua capacidade sequestradora de radicais livres, o gengibre é reconhecido como potencial antioxidante (Semwal *et al.*, 2015; Xu *et al.*, 2018). O gengibre possui outros compostos, além do gingerol e shogaol, com atuação antioxidante, são exemplos o β -caroteno, terpenoides, ácidos fenólicos (como ácido cafeico, ácido gálico, ácido cinâmico) e rutina (Arouma *et al.*, 1997; Yeh *et al.*, 2014; Oscan, 2022).

Os compostos fenólicos são os metabólitos secundários mais abundantes das plantas. Possuem uma estrutura química comum apresentando anel aromático com um ou mais substituintes hidroxila, podendo dividi-los em grupos como flavonoides, ácidos fenólicos, taninos, ligninas, entre outros (Ayad; Akkal, 2019). Tais compostos têm sido há décadas associados a inúmeros benefícios à saúde, entre os principais estão a ação antioxidante, anti-inflamatória, antibacteriana, neuroprotetora, entre outros (Zhang *et al.*, 2022).

No gengibre, a proporção de compostos fenólicos tende a variar de acordo com a espécie, localização geográfica da produção, qualidade do solo e apresentação (fresco ou seco). De modo geral, os principais constituintes são: ácido gálico, catequina, quercetina, 1,2-dihidroxibenzeno e ácido 3,4-dihidroxibenzoico, entre outros que podem se fazer presentes em amostras variadas (Ghafoor *et al.*, 2020).

PROCESSAMENTO E PRODUTOS

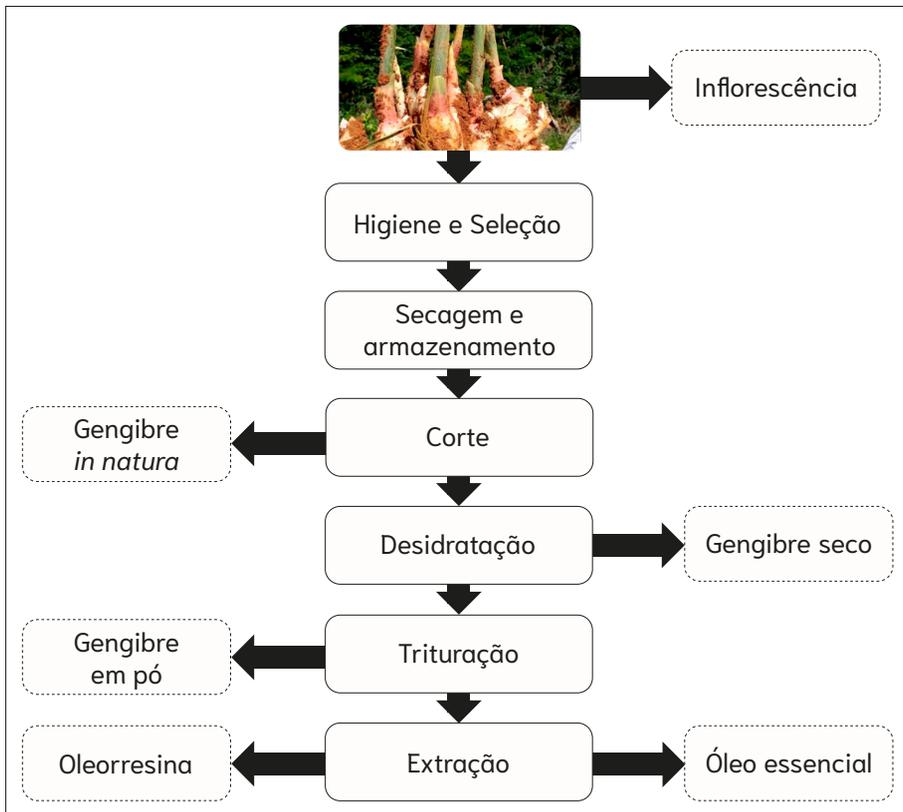
O gengibre pode ser utilizado em diversas preparações culinárias, na medicina, fabricação de alimentos e cosméticos e, com isso, agrega mais valor aos produtos (Francisco; Francisco, 2007). Além de contribuir com o sabor característico do gengibre, esta especiaria apresenta outras funções importantes como, ação antioxidante e antimicrobiana, podendo ser empregado como conservante natural, na forma de óleo essencial, extratos e em pó, substituindo aditivos sintéticos. Essa substituição pode diminuir os danos causados à saúde humana como alergias ou possíveis ações promotoras de câncer que estão relacionadas ao uso de antioxidantes e outros aditivos sintéticos (Carocho *et al.*, 2014; Polônio; Peres, 2009).

As principais etapas envolvidas no processamento do gengibre, assim como os principais produtos obtidos são apresentadas no fluxograma na Figura 3. Além disso, algumas possibilidades de utilização e produtos desenvolvidos com gengibre estão compiladas na Tabela 2.

Após a colheita os rizomas são retirados da planta e devem ser higienizados e selecionados. O gengibre passa por uma secagem à sombra, muitas vezes, ainda no campo, e segue para o armazenamento. A retirada da terra contribui para que o produto tenha maior durabilidade, enquanto aguarda sua comercialização, seja para indústrias ou para venda *in natura*. A comercialização do gengibre, geralmente, ocorre na forma *in natura*, principalmente, no mercado interno e na forma de óleo essencial e oleoresina, no mercado externo (Magalhães *et al.*, 1997).

Para a produção de outros derivados do gengibre, os rizomas são cortados e desidratados para produção de gengibre seco e após secagem, esses podem ser triturados para a produção de gengibre desidratado em pó. Para a produção de óleo essencial e oleoresina, o gengibre moído pode ser submetido aos diferentes métodos de extração.

Figura3-Principais etapas envolvidas na obtenção de produtos derivados de gengibre



Fonte: elaborada pelas autoras (2024).

Tabela 2 – Possibilidade de usos, ação e produtos desenvolvidos com materiais derivados do gengibre

Material	Ação	Usos / Produtos	Referência
Amido	Aglutinante em comprimidos	Excipiente de medicamento	Bamiro; Duro-Emanuel, 2017
	Agente estabilizador	Alimentos infantis Produtos UHT	Madeneni <i>et al.</i> , 2011
Extrato comercial ou não definido	Antioxidante	Alimentos processados contendo lipídios Empanados de sarda Hambúrguer de camelo	Sl <i>et al.</i> , 2018
	Antioxidante Amaciante de carne		Emir Çoban, 2013 Abdel-Naeem; Mohamed, 2016
Extrato obtido por extração supercrítica	Antioxidante	Hambúrguer de peixe	Mattje <i>et al.</i> , 2019
	Antioxidante	Hambúrguer de frango	Kotovicz <i>et al.</i> , 2019
Inflorescência	Proteínas e fibras	Chá, suco e salada	Lucio; Freitas & Waszczyński, 2010
<i>In natura</i>	Alimentação	Bala, cristais e licor	Francisco; Francisco, 2007
Gengibre em pó	Conservante Funcional	Hambúrguer de porco	Mancini <i>et al.</i> , 2017a
		Hambúrguer de coelho	Mancini <i>et al.</i> , 2017b
		Sorvete	Vedashree <i>et al.</i> , 2020
Gengibre seco	Fermentação acética	Vinagre	Leonel; Suman; Garcia, 2015
Óleo essencial	Antimicrobiano	Filme – embalagem de alimentos	Amalraj <i>et al.</i> , 2020
	Antioxidante	Hambúrguer de frango	Kotovicz <i>et al.</i> , 2019
	Conservante/ Antioxidante	Filme para filé de truta	Oğuzhan Yildiz; Ilar, 2017
Oleoresina	<i>Antifúngico (Pestalotiopsis microspora)</i>	Controle antifúngico na pós-colheita de frutas e hortaliças	Chen <i>et al.</i> , 2018

Fonte: elaborada pelas autoras (2021).

*A quantidade de cada constituinte é variável de acordo com a espécie, localização geográfica e forma de apresentação.

O gengibre desidratado em pó, bem como alimentos e bebidas com adição de gengibre sob diferentes formas (*in natura*, em pó, óleo essencial, extrato) também são encontrados comercialmente. Outra possibilidade encontrada na literatura é o amido extraído do gengibre (Madeneni *et al.*, 2011) até o uso da inflorescência como alimento (Lucio; de Freitas; Waszczyński, 2010).

O gengibre pode ser desidratado de diversas maneiras, sendo que a liofilização é o método mais eficiente para reter os compostos bioativos e a atividade antioxidante, seguido de estufa de secagem (Ghafoor *et al.*, 2020). O gengibre seco pode ser utilizado como uma etapa para a obtenção de óleos essenciais e extratos ou pode ser usado diretamente na produção de alimentos. Gengibre em pó pode ser utilizado para produção de vinagre e alto rendimento na concentração de álcool e ácido acético (Leonel; Suman; Garcia, 2015).

Adicionalmente, o gengibre em pó pode ser empregado como conservante de alimentos. Em pesquisas com produtos cárneos, a adição de gengibre em pó nas concentrações de 1% e 2% conferiram maior tempo de conservação para hambúrguer de carne *suína* (Mancini *et al.*, 2017a) e hambúrguer de carne de coelho (Mancini *et al.*, 2017b), quando comparados às amostras sem adição de gengibre em pó.

O óleo essencial de gengibre é extraído de seus rizomas por hidrodestilação ou arraste a vapor, sendo caracterizado por odor forte e pungente. (Bakkali *et al.*, 2008). Esse óleo é rico em compostos bioativos sendo os compostos zingibereno e sesquiterpenoides, responsáveis por 25 a 30% do óleo essencial dos rizomas (Vedashree *et al.*, 2020). A composição do óleo favorece seu efeito frente a contaminação microbológica, contribui para seu efeito antioxidante e colabora para seu fácil armazenamento (Magalhães *et al.*, 1997).

O óleo essencial obtido de rizomas de gengibre pode ser utilizado diretamente em produtos ou em embalagens de alimentos. Esse produto apresentou uma ação antioxidante quando aplicado em um hambúrguer de frango (Kotovicz *et al.*, 2019). Filmes contendo óleo essencial de gengibre, desenvolvidos e aplicados em escala laboratorial, inibiram o crescimento de algumas bactérias patogênicas como *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* e *Salmonella typhimurium* (Amalraj *et al.*, 2020). Além disso, o armazenamento de filés de trufas foi prolongado com a aplicação de filmes adicionados de óleo essencial de gengibre, mostrando seu potencial na produção de embalagens bioativas (Oğuzhan Yildiz; YangLAR, 2017).

Os extratos de gengibre podem ser empregados com substituto de antioxidantes sintéticos em alimentos processados contendo lipídios (SI *et al.*, 2018). Extratos obtidos pelo método de extração com CO₂ supercrítico e propano comprimido apresentaram bons rendimentos de extrato e possuem atividade antioxidante e antimicrobiana (Mesomo *et al.*, 2012, 2013). Os extratos obtidos com CO₂ supercrítico apresentaram potencial

antioxidante em hambúrguer de tilápia (Mattje *et al.*, 2019) e de frango (Kotovicz *et al.*, 2019), adicionados com 0,2 e 1 % de extrato, respectivamente. Porém, os produtos com adição desses extratos apresentam forte sabor picante, afetando a qualidade sensorial dos alimentos, mesmo em baixa concentração empregada no hambúrguer de tilápia para conferir ação antioxidante satisfatória (Mattje *et al.*, 2019). O extrato (óleo) comercial a 1 % prolongou o *shelf life* e manteve a qualidade sensorial de empanados de *Sarda sarda* (Emir Çoban, 2013).

Outro constituinte do gengibre que pode ser extraído é o amido, que pode ser obtido de subprodutos da extração por fluido supercrítico (MORESCHI *et al.*, 2006), do óleo essencial e da oleoresina (Madeneni *et al.*, 2011). No rizoma do gengibre se encontra, aproximadamente, 11% de amido, e apresenta uma maior concentração de proteína em relação ao amido de milho, maior estabilidade térmica, maior temperatura de gelatinização e maior estabilidade térmica da pasta, assim seu uso é indicado para produtos que exigem altas temperaturas durante o processamento (Oliveira, 2019). A sua gelatinização é semelhante à do amido de milho e em função de suas características, pode ser usado no desenvolvimento de produtos alimentícios (Madenini *et al.*, 2011). O amido extraído do gengibre trouxe benefícios quando utilizado como excipiente em medicamentos, apresentando efeito antiaglutinante em comprimidos de metronidazol (Bamiro; Duro-Emanuel, 2017).

A oleorresina é um composto extraído do gengibre rico em shogóis e gingeróis e que apresentam ação antifúngica e antioxidante (Singh *et al.*, 2008). A sua composição como componente nutracêutico é de importância para indústria de alimentos funcionais e cosméticos, agregando valor e importância comercial (Nagendra Chari *et al.*, 2013). A oleorresina apresentou atividade antifúngica contra *Pestalotiopsis microspora* isolado de azeitona chinesa e os resultados encontrados foram satisfatórios em relação à inibição do crescimento micelial, podendo ser utilizada como agente antifúngico na pós-colheita de frutas e hortaliças (Chen *et al.*, 2018).

A inflorescência do gengibre também pode ser utilizada em alimentos, pois é rica em proteína e fibra, assim podendo ser uma alternativa de alimentação rica nesses nutrientes (Lucio; Freitas; Waszczynskyj, 2010). Conforme aumenta o grau de amadurecimento da inflorescência ocorre a diminuição nos níveis de proteínas e aumento no teor de fibras devido a diminuição do conteúdo celular e elevação dos constituintes da parede celular (Lucio; Freitas & Waszczynskyj, 2010).

PERSPECTIVAS FUTURAS

A revisão de diversos trabalhos evidencia que o incremento do consumo interno e das exportações estão colaborando para o crescimento da área plantada e rentabilidade da cultura no Brasil. O cultivo de gengibre tem se apresentado como uma possibilidade de diversificação e geração de renda no meio rural, apresentando bons resultados de produção em diversas regiões. Esse fato além de contribuir para o aumento de renda dos produtores também serve de incentivo para manter parte da população vivendo na zona rural, reduzindo a migração para os grandes centros. Estima-se que nos próximos anos a área plantada aumente e mais produtores se interessem pelo cultivo de rizomas de alta qualidade, ampliando ainda mais as exportações.

Outra forma de agregar renda e aumentar o interesse pelo cultivo do gengibre é apresentar aos produtores novas possibilidades de incremento da cadeia produtiva, como por exemplo, o processamento dos rizomas que não atingem a qualidade adequada para exportação. Nesse sentido, o uso dos rizomas desclassificados se apresenta como matéria-prima para as indústrias que utilizam tanto gengibre *in natura* quanto seus produtos derivados.

Destaca-se o uso de resíduos da extração de óleos como matérias-primas para a obtenção de bebidas destiladas, desenvolvimento de bebidas não alcoólicas diversas, ou outros produtos como os de panificação e produtos cárneos. Cabe destacar que, muitos estudos ressaltam o potencial bioativo dos extratos de gengibre como agentes antioxidantes e antimicrobianos, sendo uma excelente alternativa para o desenvolvimento de embalagens ativas que poderão contribuir para a conservação de alimentos de forma mais natural.

O grande interesse em óleos voláteis pelas indústrias de aroma e fragrância, incluindo companhias de bebidas, de alimentos e de perfumes, requer produtos de alta qualidade e preços competitivos. A indústria de alimentos cada vez mais busca produtos que contribuam para prolongar o tempo de prateleira dos produtos processados ou que tragam algum benefício para a saúde, nicho de mercado que poderá ser explorado por produtos derivados de gengibre.

As pesquisas acerca dos fatores agronômicos e condições climáticas são de suma importância uma vez que afetam concretamente a composição química dos produtos e, como resultado, a sua ação frente aos benefícios esperados. Para mais benefício na fitoterapia atual,

são necessárias novas pesquisas para elucidar o espectro de ação dos principais compostos bioativos, doses ideais e toxicidade, e com isso padronizar seus usos na medicina popular, proporcionando maior segurança no seu consumo. Além disso, investigações no processamento industrial são interessantes para reduzir contaminações, por micro-organismos ou agroquímicos, garantindo a qualidade dos produtos derivados. Ainda, nesse sentido, percebe-se um grande nicho de mercado para produtos industrializados com derivados de gengibre, seja como parte da composição ou como produto principal. Assim, aponta-se que essa hortaliça deve ser avaliada de forma especial frente às diversas qualidades por essa apresentada.

REFERÊNCIAS

- ABDEL-NAEEM, H. H. S.; MOHAMED, H. M. H. Improving the physico-chemical and sensory characteristics of camel meat burger patties using ginger extract and papain. **MESC**, [s. l.], v. 118, p. 52–60, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.03.021>
- ALI, B.H. *et al.* Some phytochemical, pharmacological and toxicological properties of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe): A review of recente research. **Food na Chemical Toxicology**, v. 46, p. 409–420, 2008.
- AMALRAJ, A.; HAPONIUK, J. T.; THOMAS, S.; GOPI, S. Preparation, characterization and antimicrobial activity of polyvinyl alcohol/gum arabic/chitosan composite films incorporated with black pepper essential oil and ginger essential oil. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s. l.], v. 151, p. 366–375, 2020.
- ARABLOU, T.; ARYAEIAN, N. The effect of ginger (*Zingiber Officinale*) as an ancient medicinal plant on improving blood lipids. **Journal of Herbal Medicine**, [s. l.], v. 12, n. September 2017, p. 11–15, 2018.
- AROUMA, O.I. *et al.* Characterization off food antioxidantes, illustrated using commercial garlic and ginger preparations. **Food Chemistry**, v.60, n.2, p. 149–156, 1997.
- AYAD, R.; AKKAL, S. Phytochemistry and biological activities of algerian *Centaurea* and related genera. **Studies in Natural Products Chemistry**, Ed. Atta-ur-Rahman, Elsevier, v. 63, cap. 12, p. 357–414, 2019.
- BAKKALI, F.; AVERBECK, S.; AVERBECK, D.; IDAOMAR, M. Biological effects of essential oils – A review. **Food and Chemical Toxicology**, [s. l.], v. 46, n. 2, p. 446–475, 2008.
- BAMIRO, O.; DURO-EMANUEL, A. Factorial analysis of the binding properties of acetylated ginger starch in metronidazole tablet formulations. **International Journal**

of **Pharmaceutical Investigation**, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 18, 2017. Disponível em: <http://www.jpionline.org/index.php/ijpi/article/view/171>

BOTTERWECK, A. A. M.; VERHAGEN, H.; GOLDBOHM, R. A.; KLEINJANS, J.; VAN DEN BRANDT, P. A. Intake of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene and stomach cancer risk: results from analyses in the Netherlands Cohort Study. **Food and Chemical Toxicology**, [s. l.], v. 38, n. 7, p. 599–605, 2000.

CARMO, C.A.S. do; BALBINO, J.M.S. Gengibre – Vitória, ES: Incaper, 2015. 192 p.

CARMO, C.A.S. do; FORNAZIER, M.J.; COSTA, H.; PREZOTTI, L.C.; ABAURRE, M.E.O; BALBINO, J.M. de S.; MartinS, D.S.; VENTURA, J.A.; MartinS, A.G. Gengibre (Zingiber officinale Roscoe) *In*: PAULA Junior, T. J.; VENZON, M. **101 Culturas: Manual de tecnologias agrícolas**. 2.ed rev. e atual., Belo Horizonte: EPAMIG, 2019. p. 423–432.

CAROCHO, M.; BARREIRO, F. M.; MORALES, P.; FERREIRA, I. C. F. R. Adding Molecules to Food, Pros and Cons: A Review on Synthetic and Natural Food Additives. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**. v. 13, n. 14, p. 377–399, 2014.

CITRONBERG, J.; BOSTICK, R.; AHEARN, T.; TURGEON, D. K.; RUFFIN, M. T.; DJURIC, Z.; SEN, A.; BRENNER, D. E.; ZICK, S. M. Effects of Ginger Supplementation on Cell Cycle Biomarkers in the Normal–Appearing Colonic Mucosa of Patients at Increased Risk for Colorectal Cancer: Results from a Pilot, Randomized, Controlled Trial. **Cancer Prev. Res.**, v. 6, n. 4, p. 271–281, 2013.

CHARI, K.L.N. *et al.* Enzyme–assisted extraction of bioactive compounds from ginger (Zingiber officinale Roscoe). **Food Chemistry**, v. 139, p. 509–514, 2013.

CHEN, T.; LU, J.; KANG, B.; LIN, M.; DING, L.; ZHANG, L.; CHEN, G.; CHEN, S.; LIN, H. Antifungal Activity and Action Mechanism of Ginger Oleoresin Against *Pestalotiopsis microspora* Isolated From Chinese Olive Fruits. **Frontiers in Microbiology**, [s. l.], v. 9, n. October, p. 1–9, 2018.

CHOI, J.G. *et al.* Pharmacotherapeutic potential of ginger and its compounds in age–related neurological disorders. **Pharmacology and Therapeutics**, v. 182, p. 56–69, 2018.

CONCEIÇÃO, S. F. S. M. (2013). Efeitos do Gengibre, do Alho e do Funcho na Saúde. Dissertação de mestrado em Ciências Farmacêuticas. Porto.

COUTO, E. M. O. Coleção de plantas medicinais aromáticas e condimentares. **Embrapa Clima Temperado**, [s. l.], p. 91, 2006.

DERAL/SEAB. **Prognóstico Olericultura** – Novembro de 2020. Disponível em: https://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2021-01/Olericultura_2021.pdf. Acesso em 10 novembro 2021.

EMIR ÇOBAN, O. Effect of ginger oil on the sensory and chemical changes of fish finger (sarda sarda, heckel 1843) during refrigerated storage. **International Food Research Journal**, [s. l.], v. 20, n. 4, p. 1575–1578, 2013.

FRANCISCO, J. L.; FRANCISCO, R. Fabricação de produtos a base de gengibre. **Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro**, [s. l.], p. 19, 2007. Disponível em: <http://respstatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/Mjgx>

GHAFOOR, K.; AL JUHAIMI, F.; ÖZCAN, M. M.; USLU, N.; BABIKER, E. E.; MOHAMED AHMED, I. A. Total phenolics, total carotenoids, individual phenolics and antioxidant activity of ginger (*Zingiber officinale*) rhizome as affected by drying methods. **Lwt**, [s. l.], v. 126, n. March, 2020.

GOVINDARAJAN, V.S. Ginger: Chemistry, technology, and quality evaluation: Part 1. **Food Science and Nutrition**, v. 17, p. 1–96, 1982a.

GOVINDARAJAN, V.S. Ginger: Chemistry, technology, and quality evaluation: Part 2. **Food Science and Nutrition**, v. 17, p. 189–258, 1982b.

HA, S.K. *et al.*, 2012. 6-Shogaol, a ginger product, modulates neuroinflammation: A new approach to neuroprotection. **Neutopharmacology**, v.63, p. 211–223, 2012.

HEMALATHA, K.L.; PRINCE, P.S.M. Anti-inflammatory and anti-thrombotic effects of zingerone in a rat modelo f myocardial infarction. **European Journal of Pharmacology**, v.791, p. 595–602, 2016.

HISLANG, C.Y. *et al.* Ginger extract and zingerone ameliorated trinitrobenzene sulphonic acid-induced colitis in mice via modulation of nuclear factor- κ B activity and interleukin-1 β signalling pathway. **Food Chemistry**, v. 136, p. 170–177, 2013.

HO, S. C.; CHANG, H. S.; LIN, C. C. Anti-neuroinflammatory capacity of fresh ginger is attributed mainly to 10-gingerol. **Food Chemistry**, v. 141, p. 3183–3191, 2013.

JO, S.K. *et al.* Characterization of metabolites produced from the biotransformation of 6-shogaol formed by *Aspergillus niger*. **European Journal of Pharmacology**, v. 242, p. 137–142, 2016.

JOLAD, S. D. *et al.* Commercially processed dry ginger (*Zingiber officinale*): Composition and effects on LPS-stimulated PGE2 production. **Photochemistry**, v. 66, p. 1614–1635, 2005.

KAHKONEN, M.P.; HOPIA, A.I.; VUORELA, H.J.; RAUHA, J.P.; PIHLAJA, K.; KUJALA, T.S.; HEINONEN, M. Antioxidant Activity of Plant Extracts Containing Phenolic Compounds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 47, p. 3954–3962, 1999.

KAWAMOTO, Y.; UENO, Y.; NAKAHASHI, E.; OBAYASHI, M.; SUGIHARA, K.; QIAO, S.; LIDA, M.; KUMASAKA, M. Y.; YAJIMA, I.; GOTO, Y.; OHGAMI, N.; Kato, M.; TAKEDA, K. Prevention of allergic rhinitis by ginger and the molecular basis of immunosuppression

by 6-gingerol through T cell inactivation. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v.27, p. 112-122, 2016.

KOTOVICZ, V.; MORETO, L. J.; BIASI, D. C.; BAINY, E. M.; KRUGER, R. L.; BOMBARDE. **Potencial antioxidante de extratos de gengibre aplicados em hambúrguer de frango**. [s.l.] : Atena Editora, 2019. Disponível em: <https://www.atenaeditora.com.br/arquivos/ebooks/qualidade-de-produtos-de-origem-animal-2>

KUMAR, N.V.; MURTHY, P.S.; MANJUNATHA, J.R.; BETTADAIAH, B.K. Synthesis and quorum sensing inhibitory activity of key phenolic compounds of ginger and their derivatives. **Food Chemistry**, v. 159, p. 451-457, 2014.

LAI, Y.S.; LEE, W.C.; LIN, Y.E.; HO, C.T.; LU, K.H.; LIN, S.H.; PANYOD, S.; CHU, Y.L.; SHEEN, L.Y. Ginger Essential Oil Ameliorates Hepatic Injury and Lipid Accumulation in High Fat Diet-Induced Nonalcoholic Fatty Liver Disease. **Agric. Food Chem.**, v. 64, p. 2062-271, 2016.

LEMONS JÚNIOR, H. P. De; LEMOS, A. L. A. Gengibre. **Revista Diagnóstico e Tratamento**, [s. l.], v. 15, n. 4, p. 174-178, 2010.

LEONEL, M.; SUMAN, P. A.; Garcia, E. L. Production of ginger vinegar. **Ciência e Agrotecnologia**, [s. l.], v. 39, n. 2, p. 183-190, 2015.

LIU, R.; HEIS, E. H.; SIDER, N.; SCHINKOVITZ, A.; GROBLACHER, B.; GUO, D.; BUCAR, F.; BAUER, R.; DIRSCH, V. M.; ATANASOV, A. G. Identification and characterization of [6]-shogaol from ginger as inhibitor of vascular smooth muscle cell proliferation. **Mol. Nitr. Food Res.**, v. 59, p. 843-852, 2015.

LUCIO, I. B.; DE FREITAS, R. J. S.; Waszczynskyj, N. Composição físico-química e aceitação sensorial da inflorescência de gengibre orgânico (*Zingiber officinale* Roscoe). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [s. l.], v. 30, n. 3, p. 652-656, 2010.

LUETTIG, J.; ROSENTHAL, R.; LEE, I. F. M.; KRUG, S. M.; SCHULZKE, J. D. The ginger component 6-shogaol prevents TNF- α -induced barrier loss via inhibition of PI3K; Akt and NF- κ B signaling. **Molecular Nutri. Food Res.**, v. 60 p. 2576-2586, 2016.

MADENENI, M. N.; FAIZA, S.; RAMASWAMY, R.; GUHA, M.; PULLABHATLA, S. Physico-chemical and functional properties of starch isolated from ginger spent. **Starch/Stärke**, [s. l.], v. 63, n. 9, p. 570-578, 2011.

MAGALHÃES, M. T.; KOKETSU, M.; GONÇALVES, S. L.; CORNEJO, F. E. P.; MARQUES, L. M. R. **Gengibre (*Zingiber officinale* roscoe) brasileiro: Aspectos gerais, óleo essencial e oleoresina. parte 2 – secagem, óleo essencial e oleoresina**, 1997.

MANCINI, S.; PACI, G.; FRATINI, F.; TORRACCA, B.; NUVOLONI, R.; DAL BOSCO, A.; ROSCINI, V.; PREZIUSO, G. Improving pork burgers quality using *Zingiber officinale* Roscoe powder (ginger). **Meat Science**, [s. l.], v. 129, p. 161-168, 2017. a. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.03.004>

MANCINI, S.; PREZIUSO, G.; DAL BOSCO, A.; ROSCINI, V.; PARISI, G.; PACI, G. Modifications of fatty acids profile, lipid peroxidation and antioxidant capacity in raw and cooked rabbit burgers added with ginger. **Meat Science**, [s. l.], v. 133, n. May, p. 151–158, 2017. b.

MAO, Q. Q.; XU, X.Y.; CAO, S. Y.; GAN, R. Y.; CORKE, H.; BETE, T.; LI, H. B. Bioactive compounds and bioactivities of Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). **Foods**, v. 8, n. 185, p. 1–21, 2019.

MATTJE, L. G. B.; TORMEN, L.; BOMBARDELLI, M. C. M.; CORAZZA, M. L.; BAINY, E. M. Ginger essential oil and supercritical extract as natural antioxidants in tilapia fish burger. **Journal of Food Processing and Preservation**, [s. l.], v. 43, n. 5, p. 1–8, 2019.

MESOMO, M. C.; CORAZZA, M. L.; NDIAYE, P. M.; DALLA SANTA, O. R.; CARDOZO, L.; SCHEER, A. D. P. Supercritical CO₂ extracts and essential oil of ginger (*Zingiber officinale* R.): Chemical composition and antibacterial activity. **Journal of Supercritical Fluids**, [s. l.], v. 80, p. 44–49, 2013.

MESOMO, M. C.; SCHEER, A. D. P.; PEREZ, E.; NDIAYE, P. M.; CORAZZA, M. L. Ginger (*Zingiber officinale* R.) extracts obtained using supercritical CO₂ and compressed propane: Kinetics and antioxidant activity evaluation. **Journal of Supercritical Fluids**, [s. l.], v. 71, p. 102–109, 2012.

MISAWA, K.; HASHIZUME, K.; YAMAMOTO, M.; MINEGISKI, Y.; HASE, T.; SHIMOTOYODOME, A. Ginger extract prevents high-fat diet-induced obesity in mice via activation of the peroxisome proliferator-activated receptor pathway. **Journal of Nutrit. Biochemistry**, v. 26, p. 1058–1067, 2015.

MORESCHI, S. R. M.; LEAL, J. C.; BRAGA, M. E. M.; MEIRELES, M. A. A. Ginger and turmeric starches hydrolysis using subcritical water + CO₂: The effect of the SFE pre-treatment. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, [s. l.], v. 23, n. 2, p. 235–242, 2006.

NAGENDRA CHARI, K. L.; MANASA, D.; SRINIVAS, P.; SOWBHAGYA, H. B. Enzyme-assisted extraction of bioactive compounds from ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). **Food Chemistry**, [s. l.], v. 139, n. 1–4, p. 509–514, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.01.099>

NAKAMURA H.; YAMAMOTO, T. The active part of the 6-gingerol molecule in mutagenesis. **Mutation Research**, v.122, p.87–94, 1983.

NILE, S. H.; PARK, S. W. Chromatographic analysis, antioxidant, anti-inflammatory, and xanthine oxidase inhibitory activities of ginger extracts and its reference compounds. **Industrial Crops and Products**, v. 70, p. 238–244, 2015.

OĞUZHAN YILDIZ, P.; YangILAR, F. Effects of whey protein isolate based coating enriched with *Zingiber officinale* and *Matricaria recutita* essential oils on the quality of refrigerated rainbow trout. **Journal of Food Safety**, [s. l.], v. 37, n. 4, 2017.

OLIVEIRA, C. S. De. **Estudos do amido de gengibre (*Zingiber officinale*) e inhame branco (*Dioscorea sp*) modificados fisicamente e adicionados do prebiótico lactulose**. 2019. [s. l.], 2019.

OZCAN, M. M. The effect of ginger (*Zingiber officinale*) powders at different concentrations on bioactive compounds, antioxidant activity, phenolic constituents, nutrients and sensory characteristics of wheat bread. **Inter. J. Gastronomy and Food Sci.**, v. 28, p. 100532, 2022.

POLÔNIO, M. L. T.; PERES, F. Food additive intake and health effects: Public health challenges in Brazil. **Cadernos de Saude Publica**, [s. l.], v. 25, n. 8, p. 1653–1666, 2009.

PRASAD, S.; TYAGI, A. K. Ginger and its constituents: role in prevention and treatment of gastrointestinal cancer. **Gastroenterology Research and Practice**, v. 2015, p. 1–11, 2015.

RAQUET, M.; BRUN, C.; EXBRAYAT, J. M. Patterns of Apoptosis and Proliferation throughout the Biennial Reproductive Cycle of Viviparous Female Typhlonectes compressicauda (Amphibia, Gymnophiona). **Molecular Sciences**, v.18, n.16, p. 1–17, 2017.

SAMPATH, C.; RASHID, M. R.; SANG, S.; AHMEDNA, M. Specific bioactive compounds in ginger and apple alleviate hyperglycemia in mice high fat diet-induced obesity via Nrf2 mediated pathway. **Food Chemistry**, v. 226, p. 79–88, 2017.

SEM WAL, R. B.; SEM WAL, D. K.; COMBRINCK, S.; VILJOEN, A. M. Gingerols and shogaols: Important nutraceutical principles from ginger. **Phytochemistry**, [s. l.], v. 117, p. 554–568, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.phytochem.2015.07.012>

SHEN, C-Y. *et al.* Anti-ageing active ingredients from herbs and nutraceuticals used in traditional Chinese medicine: pharmacological mechanisms and implications for drug Discovery. **British Journal of Pharmacology**, v.174, p. 1395–1425, 2016.

SHIN, S.G. *et al.* Zingerone as na antioxidante agaisnt peroxy nitríte. **Journal og Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, p. 7617–1622, 2005.

SI, W.; CHEN, Y. P.; ZHANG, J.; CHEN, Z. Y.; CHUNG, H. Y. Antioxidant activities of ginger extract and its constituents toward lipids. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 239, p. 1117–1125, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.07.055>

SINGH, G.; KAPOOR, I. P. S.; SINGH, P.; DE HELUANI, C. S.; DE LAMPASONA, M. P.; CATALAN, C. A. N. Chemistry, antioxidant and antimicrobial investigations on essential oil and oleoresins of *Zingiber officinale*. **Food and Chemical Toxicology**, [s. l.], v. 46, n. 10, p. 3295–3302, 2008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fct.2008.07.017>

SHUKLA, Y.; SINGH, M. Cancer preventive properties of ginger: A brief review. **Food and Chem. Toxicology**, v. 45, p. 683–690, 2007.

STONER, G. D. Ginger: Is it ready for prime time? **Cancer Prev. Res.**, v. 6, n.4, p. 257–262, 2013.

SUK, S.; KWON, G.T.; LEE, E.; JANG, W.J.; Yang, H.; KIM, J.H.; THIMMEGOWDA, N.R.; CHUNG, M.; KWON, J.Y.; Yang, S.; KIM, J.K.; PARK, J.H.Y.; LEE, K. W. Gingerenone A, a polyphenol present in ginger, suppresses obesity and adipose tissue inflammation in high-fat diet-fed mice. **Mol. Nutr. Food Res.**, v. 61, p. 1700139, 2017.

THOMPSON, E.H.; WOLF, I.D.; ALLEN, C.E. Ginger rhizome: A new source of proteolytic enzyme. **Journal of Food Science**, v.38, p. 652–655, 2006.

VASALA, P.A. Ginger. In: **Handbook of herbs and spices. Second edition**. Woodhead Publishing, 2012. p. 319–333.

VEDASHREE, M.; ASHA, M. R.; ROOPAVATI, C.; NAIDU, M. M. Characterization of volatile components from ginger plant at maturity and its value addition to ice cream. **Journal of Food Science and Technology**, [s. l.], v. 57, n. 9, p. 3371–3380, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04370-0>

XU, Y. *et al.* 6-Shogaol ameliorates diabetic nephropathy through anti-inflammatory, hyperlipidemic, antioxidative activity in db/db mice. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 97, p. 633–641, 2018.

WANG, S. *et al.* Biological properties of 6-gingerol: A brief review. **Natural Product Communications**, v. 9, n. 7, p.1027–1030, 2014.

WHO. Rhizoma Zingiberis. In: **WHO monographs on selected medicinal plants**. [s.l.: s.n.]. v. 1p. 277–285, 1999.

YEH, H.Y.; CHUANG, C.H.; CHEN, H.C.; WAN, C.J.; CHEN, T.L.; LIN, L.Y. Bioactive components analysis of two various gingers (*Zingiber officinale* Roscoe) and antioxidant effect of ginger extracts. **LTW – Food Sci. and Technol.**, v. 55, p. 329–334, 2014.

YOUSOF, M; ANUM, Y. Gingerol and its role in chronic diseases. **Drug Discovery from Mother Nature**, p. 177–207, 2016.

ZICK, S. M.; DJURIC, Z.; RUFFIN, M. T.; LITZINGER, A. J.; NORMOLLE, D. P.; ALRAWI, S.; FENG, M. R.; BRENNER, D. E. Pharmacokinetics of 6-gingerol, 8-gingerol, 10-gingerol, and 6-shogaol and conjugate metabolites in healthy human subjects. **Cancer Epidemiology Biomarkers and Prevention**, [s. l.], v. 17, n. 8, p. 1930–1936, 2008.

ZHANG, M.; VIENNOIS, E.; PRASAD, M.; ZHANG, Y.; WANG, L.; ZHANG, Z.; HAN, M. K.; XIAO, B.; XU, C.; SRINIVASAN, S.; MERLIN, D. Edible ginger-derived nanoparticles: A novel therapeutic approach for the prevention and treatment of inflammatory bowel disease and colitis-associated cancer. **Biomaterials**, v. 101, p. 321–340, 2016.

ZHANG, Y.; CAI, P.; CHENG, G.; ZHANG, Y. A Brief Review of Phenolic Compounds Identified from Plants: Their Extraction, Analysis, and Biological Activity. **Natural Product Communications**, v. 17, n. 1, p. 1-14, 2022.

ZHU, Y.; ZHAO, Y.; WANG, P.; AHMEDNA, M.; SANG, S. Bioactive Ginger Constituents Alleviate Protein Glycation by Trapping Methylglyoxal. **Chemical Res. in Toxicology**, v. 28, n. 9, p. 1842-1849.

SOBRE OS AUTORES E AS AUTORAS

Ana Paula de Lima Veeck

Farmacêutica e Bioquímica, Doutora em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Professora Instituto Federal de Santa Catarina.

Alana Patrícia da Silva

Bióloga, Mestre em Ciência e Tecnologia de alimentos e Doutoranda em Bioquímica.

Aline Priscila Gomes da Silva

Engenheira Agrônoma, Doutora em Ciências, área de concentração: Fitotecnia;

Ariadine Reder Custódio de Souza

Engenheira de Alimentos, Doutora em Engenharia de Alimentos, Professora colaboradora Universidade Estadual do Centro-Oeste.

Camila Carneiro Lobato

Engenheira Florestal, Mestra em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, Doutoranda em Meio Ambiente e Desenvolvimento.

Catia Tavares Passos Francisco

Engenheira de Alimentos, Doutora em Microbiologia Agrícola e do Ambiente, Professora Universidade Federal da Fronteira Sul.

Cláudia Simone Madruga Lima

Engenheira Agrônoma, Doutora em Agronomia, Professora da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Cleonice Gonçalves da Rosa Brasil

Química de Alimentos, Doutora em Ciências dos Alimentos, Professora da Universidade do Planalto Catarinense.

Daiane Manica

Nutricionista, Doutoranda em Bioquímica, Professora
Universidade Norte do Paraná.

Daniella Pilatti-Riccio

Nutricionista, Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Eduarda Molardi Bainy

Engenheira de Alimentos, Doutora em Engenharia de
Alimentos, Professora da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Elaine Rodrigues dos Santos

Agrônoma, Mestranda em Ciência e Tecnologia de alimentos.

Ernesto Quast

Engenheiro de Alimentos, Doutor em Tecnologia de
Alimentos, Professor da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Fabio Henrique Polisele-Scopel

Engenheiro de Alimentos, Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos,
Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Filomena Marafon

Biomédica, Doutora em Bioquímica, técnica em análises
clínicas na Universidade Federal da Fronteira Sul.

Gabriela Gerhardt da Rosa

Agrônoma, Doutora em Fisiologia vegetal.

Giordana Correia Mansani

Bióloga, Mestranda em Agroecologia e Desenvolvimento
Rural Sustentável.

Gilnei Bruno da Silva

Biólogo, Doutorando em Bioquímica e Biologia Molecular.

Gustavo Henrique Fidelis dos Santos

Engenheiro Químico, Doutor em Engenharia Química,
Professor da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Heitor Flores Lizarelli

Agrônomo, Mestre em Agroecossistemas.

Júlia Leão Batista Simões

Estudante de Medicina na Universidade Federal da Fronteira Sul.

Leda Battestin Quast

Engenheira Química, Doutora em Engenharia Química,
Professora da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Leide Graciela Blanco Mattje

Nutricionista, Doutoranda em Ciência e Tecnologia de
Alimentos, técnica do Instituto Federal do Paraná.

Margarete Dulce Bagatini

Farmacêutica – Análises Clínicas, Doutora em Ciência
Biológicas (Bioquímica Toxicológica), Professora da
Universidade Federal da Fronteira Sul.

Michael Ramos Nunes

Químico, Doutor em Química, Professor do Instituto Federal
de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Michele Cristiane Mesomo Bombardelli

Engenheira de Alimentos, Doutora em Engenharia de Alimentos,
Professora da Universidade Estadual do Centro-Oeste.

Naiara Nobre dos Reis

Engenheira de Alimentos.

Pedro Henrique Dutra dos Santos

Bacharel em Agroindústria, Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Raquel Borin

Engenheira Química, Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Remili Cristiani Grando

Engenheira de Alimentos, Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Taize Anne Alflen

Engenheira de Alimentos.

Vania Zanella Pinto

Engenheira de Alimentos, Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Professora da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Yuri Eduardo Mendes Gandin

Engenheiro Químico, Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

William Gustavo Sganzerla

Engenheiro Químico, Doutor em Engenharia de Alimentos.



Reitor	João Alfredo Braidá
Vice-Reitora	Sandra Simone Hopner Pierozan
Chefe do Gabinete do Reitor	José Carlos Radin
Pró-Reitor de Administração e Infraestrutura	Edivandro Luiz Tecchio
Pró-Reitor de Assuntos Estudantis	Clovis Alencar Butzge
Pró-Reitor de Gestão de Pessoas	Ricardo da Conceição
Pró-Reitor de Extensão e Cultura	Willian Simões
Pró-Reitor de Graduação	Elsio José Corá
Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação	Joviles Vitório Trevisol
Pró-Reitor de Planejamento	Ilton Benoni da Silva
Secretária Especial de Laboratórios	Morgana Alexandra Romano
Secretária Especial de Obras	Daiane Regina Valentini
Secretário Especial de Tecnologia e Informação	Cassiano Carlos Zanuzzo
Procurador-Chefe	Rosano Augusto Kammers
Diretor do Campus Cerro Largo	Bruno Munchen Wenzel
Diretora do Campus Chapecó	Adriana Remião Luzardo
Diretor do Campus Erechim	Luís Fernando Santos Corrêa da Silva
Diretor do Campus Laranjeiras do Sul	Fábio Luiz Zeneratti
Diretor do Campus Passo Fundo	Jaime Giolo
Diretor do Campus Realeza	Marcos Antônio Beal
Diretor da Editora UFFS	Antonio Marcos Myskiw
Chefe do Departamento de Publicações Editoriais e Revisora de Textos	Marlei Maria Diedrich
Assistente em Administração	Fabiane Pedroso da Silva Sulsbach



Conselho Editorial

Aline Raquel Müller Torres	Alcione Aparecida de Almeida Alves
Nilce Scheffer	Wanderson Gonçalves Wanzeller
Everton Artuso	Carlos Alberto Cecatto
Guilherme Dal Bianco	Samuel da Silva Feitosa
Rosane Rossato Binotto	Danielle Nicolodelli
Izabel Gioveli	Tiago Vecchi Ricci
Roque Ismael da Costa Göllich	Rosemar Ayres dos Santos
Joice Moreira Schmalfluss	Gelson Aguiar da Silva Moser
Tassiana Potrich	Inês Claudete Burg
Maude Regina de Borba	Claudia Simone Madruga Lima
Tatiana Champion	Fabiana Elias
Alessandra Regina Müller Germani	Athany Gutierrez
Érica de Brito Pitilin	Débora Tavares de Resende e Silva
Valdir Prigol	Angela Derlise Stübe
Melissa Laus Mattos	Luiz Felipe Leão Maia Brandão
Antonio Marcos Myskiw	Sergio Roberto Massagli
Marlon Brandt	Samira Peruchi Moretto
Thiago Ingrassia Pereira	Ana Maria de Oliveira Pereira



REVISÃO DOS TEXTOS	Araceli Pimentel Godinho
PREPARAÇÃO E REVISÃO FINAL	Organizadoras Departamento de Publicações Editoriais (DEPED)
PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO	Glauco Coelho MC&G Design Editorial
CAPA	Matheus Felipe Souza Oliveira
FINALIZAÇÃO DA CAPA	MC&G Design Editorial
DIVULGAÇÃO	Diretoria de Comunicação Social
FORMATOS	PDF e e-Pub

M.425 Matérias-primas do sul do Brasil: seleção de frutas, sementes, folhas, rizomas e raízes com potencial tecnológico e comercial. / Vânia Zanella Pinto, Eduarda Molardi Bainy, Claudia Simone Madruga Lima (org.). – Chapecó : Ed. UFFS, [2024]. 278 p.

Inclui bibliografia

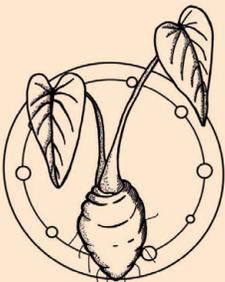
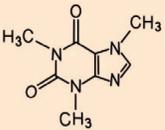
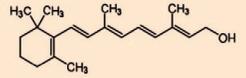
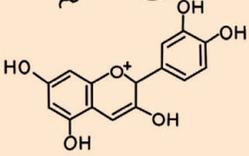
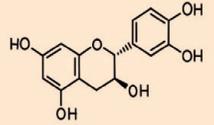
ISBN: 978-65-5019-113-9 (EPUB).

978-65-5019-114-6 (PDF).

1. Matérias-primas. 2. Agricultura. 3. Frutas - Comercialização. 4. Sementes. 5. Folhas. 6. Raízes (Botânica). I. Pinto, Vânia Zanella Pinto (org.). II. Bainy, Eduarda Molardi (org.). III. Lima, Claudia Simone Madruga (org.). IV Título.

CDD: 630.9816

Ficha catalográfica elaborada pela
Divisão de Bibliotecas – UFFS
Vanusa Maciel
CRB - 14/1478



UFFS
EDITORA

