
Compostos Bioativos em Frutas Brasileiras: uma revisão

Annecler Rech de Marins, Alessandra Marjorie de Oliveira, Rafaela Lanças Gomes, Andresa Carla Feihrmann, Raquel Guttierres Gomes

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-994457-7-4.c15>

Resumo

O Brasil possui um grande número de espécies frutíferas que possuem um ótimo valor nutricional, estando entre os três maiores produtores de frutas do mundo. Grande parte das frutas apresentam quantidades consideráveis de micronutrientes, como minerais, fibras, vitaminas e compostos fitoquímicos secundários. Os compostos bioativos como, por exemplo, as vitaminas, antioxidantes e polifenóis, possuem efeitos benéficos na saúde humana, como o efeito preventivo contra alguns tipos de doenças. A presença dos compostos bioativos em frutas brasileiras é frequente, representando uma matéria-prima de potencial interesse para as indústrias e uma alternativa como fonte local de renda. No entanto, apesar de seus benefícios medicinais e econômicos, essas frutas são pouco exploradas, sendo um gargalo de inúmeras investigações. Portanto, o presente capítulo revisou informações sobre frutas brasileiras pouco exploradas, apresentando suas características morfológicas e nutricionais. Ainda, forneceu um tópico dedicado aos compostos bioativos presentes em oito frutas brasileiras, bem como os potenciais benefícios à saúde humana relacionados ao seu consumo. Além disso, os diferentes métodos de extrações e determinações de bioacessibilidade e disponibilidade dos compostos bioativos foram revisados. Diante dos inúmeros nutrientes, especialmente dos compostos bioativos, fica evidente a importância do consumo dessas frutas, bem como da valorização econômica dessas à nível local, regional e nacional, representando uma fonte potencial de ingredientes para formulação de alimentos.

Palavras-chave: compostos bioativos; fruta tropical; fruta Brasileira; promoção da saúde.

1. Introdução

O consumo de frutas, cada vez mais, não está somente ligado ao sabor e preferência dos consumidores, mas está relacionado também com a saúde. A presença de nutrientes e componentes bioativos em frutas está potencialmente associado aos impactos positivos para a saúde, sendo relacionados com a diminuição do risco das principais doenças crônicas (BVENURA; SIVAKUMAR, 2017; GALANAKIS, 2019; RUFINO *et al.*, 2010). Os maiores constituintes das frutas são os açúcares, polissacarídeos, ácidos orgânicos, polifenóis, pectina, lipídios; e entre os menores constituintes estão vitaminas e minerais (GALANAKIS, 2019). Dentre esses constituintes, os polifenóis (grupo que inclui os flavonoides, taninos, ligninas e compostos fenólicos), por exemplo, sequestram ou inibem espécies reativas de oxigênio e nitrogênio, transferem elétrons para radicais livres, além de ativarem enzimas antioxidantes. Essas atividades estão relacionadas a uma redução do estresse oxidativo e da inflamação, repercutindo na prevenção de várias doenças como diabetes, obesidade, Parkinson, Alzheimer e outras (ARAÚJO; FARIAS; NERI-NUMA, 2021). Diante desses benefícios, existe uma demanda expressiva por ingredientes alimentares funcionais produzidos a partir de frutas (GALANAKIS, 2019).

A América tropical abriga uma infinidade de espécies frutíferas, sendo o Brasil um país com características climáticas e geográficas que favorecem a produção dessas espécies. A Amazônia e o Cerrado brasileiro são importantes regiões do Brasil que abrigam espécies frutíferas exóticas, sendo reconhecidas como a maior floresta tropical do mundo e uma das savanas mais ricas, respectivamente (CARDOSO *et al.*, 2017; RUFINO *et al.*, 2010; SCHIASSI *et al.*, 2018). Apesar da grande variedade de frutas nativas e silvestres brasileiras, poucas espécies são cultivadas comercialmente, sendo produzidas e utilizadas na fabricação de produtos artesanais ou na alimentação cotidiana dos povos locais. Nesse cenário, é interessante que as economias em regiões produtoras de tipo de frutas sejam potencializadas por um agronegócio competitivo (BARRETO; BENASSI; MERCADANTE, 2009; CLERICI; CARVALHO-SILVA, 2011; VIEIRA *et al.*, 2006). No entanto, apesar de seus benefícios medicinais e econômicos, inúmeras frutas brasileiras são ainda pouco exploradas.

Portanto, o presente capítulo revisou as características morfológicas das principais frutas brasileiras pouco exploradas, ou cultivadas de forma local ou regional. Também, as atividades biológicas, os métodos de extração e determinação de bioacessibilidade e disponibilidade dos compostos bioativos foram abordados. Por fim, esse capítulo carrega o propósito científico em destacar a importância das frutas brasileiras para futuras aplicações em formulações de alimentos, valorizando assim o seu consumo e produção, melhorando a economia local aonde são encontradas.

2. Características gerais das frutas brasileiras

O Brasil é um país continental conhecido por ser um *hotspot* de biodiversidade (MYERS *et al.*, 2000). Em contrapartida, os esforços de bioprospecção ainda não foram suficientes para estudar uma parcela considerável das espécies de plantas que apresentam componentes bioativos com potencial farmacológico e biotecnológico (FRAXE; SILVA, 2020), assim, muitas frutas exóticas com grande potencial ainda são pouco conhecidas e exploradas. Desta forma, frutas de espécies nativas de todos os biomas brasileiros, com destaque para Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica, estão sendo estudadas atualmente para avaliar o perfil e quantificação de componentes de metabolismo especializado com potencial comercial.

Essas frutas desconhecidas pela maior parte da população brasileira e populares apenas em regiões específicas do Brasil da qual se originam, são conhecidas como frutas exóticas. Em geral, não são produzidas em larga escala, sendo difíceis de serem encontradas em pontos comerciais comuns, como quitandas e mercados. Algumas dessas frutas são encontradas apenas em locais especializados como o Mercado Municipal de São Paulo, o maior centro de distribuição de mercadorias e produtos regionais do Brasil e costumam ter altos preços. São principalmente consumidas e vendidas *in natura*, mas podem ser utilizadas para a fabricação de doces, condimentos, sucos, entre outros.

Muitas dessas frutas exóticas possuem formato, cor, cheiro e sabor diferentes das principais frutas cultivadas no país, mesmo algumas pertencendo à mesma família botânica. Grande parte das espécies tem hábito arbóreo, pequeno e médio, e frutos carnosos com sabor e cheiro pungentes,

que atraem aves, mamíferos e répteis, que tem a função de dispersar as sementes, este fenômeno é chamado de zoocoria (MANTOVANI; MARTINS, 1988).

Nem todas as espécies são totalmente domesticadas, ou seja, o seu cultivo ainda não é totalmente dominado (PURUGGANAN, 2019), como, por exemplo, o Araçá-Boi ou Fruta iogurt (*Eugenia stipitata*) (FALCÃO *et al.*, 2000) e o Guabiju, (*Myrcianthes pungens*) (Figura 1) (SILVA *et al.*, 2020). Assim, para poder se produzir essas frutas em escala comercial são necessários estudos fenológicos. Como esses estudos determinam-se as épocas do ano para se fazer colheita e manejo, adequar a adubação e garantir a produção, processo de germinação das sementes para a produção de novas mudas, dentre outros. Muitos estudos de domesticação de espécies nativas pouco exploradas estão sendo conduzidos ao longo dos anos (SOUZA ROCHA *et al.*, 2019), propiciando produzir essas frutas exóticas em larga escala de forma sustentável. A falta destes estudos para algumas espécies, associado a popularização dessas frutas, pode gerar problemas, já que parte da produção acaba dependendo de atividades extrativistas não-sustentáveis, o que causa a redução das populações naturais, como no caso da *Schinus terebinthifolius*, a aroeira, ou pimenta rosa (NEVES *et al.*, 2016). Desta forma, é importante manter, em concomitância com o estudo dos benefícios dos frutos, os estudos agrônômicos.

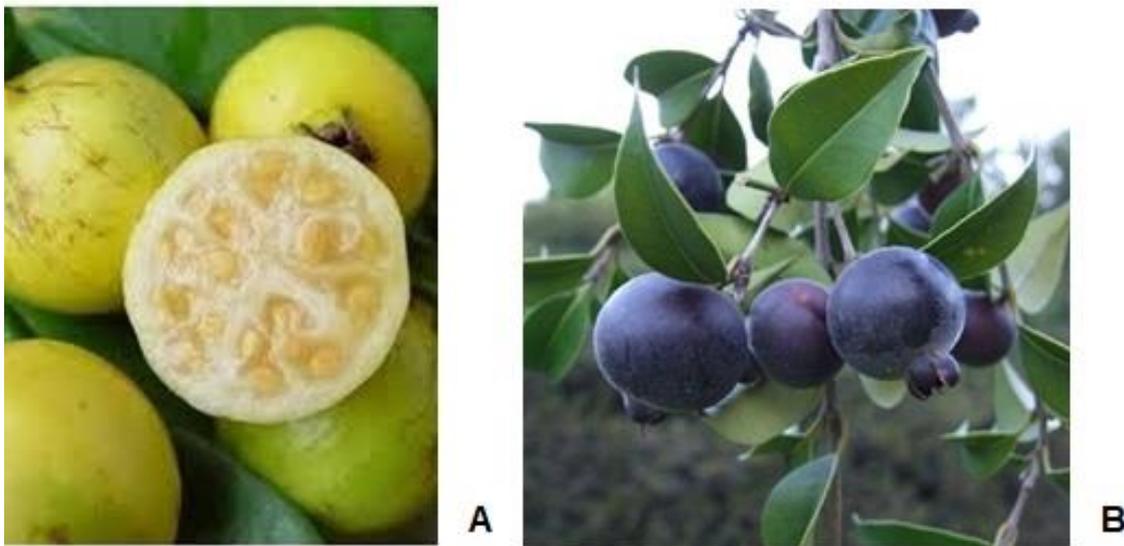


Figura 1. Araçá-boi (A) e Guabiju (B).

Algumas famílias botânicas se destacam pelos seus frutos exóticos. A família Myrtaceae é extremamente complexa, tendo mais de 130 gêneros e 4000 espécies, dessas mais de 1000 espécies estão presentes no Brasil, incluindo espécies frutíferas e de interesse medicinal (SOUZA; LORENZI, 2005). Nas Américas, a família é representada principalmente pela subfamília Myrtoideae, que frutos carnosos e folhas inteiras e opostas, as chamadas árvores frutíferas (JOHNSON; BRIGGS, 1984; SOUZA; LORENZI, 2005). Dessas árvores frutíferas, algumas são populares, como a goiabeira (*Psidium guajava* L.), jaboticabeira (*Plinia cauliflora* (Mart.) Kausel 1956.) e pitangueira (*Eugenia uniflora*), já outras possuem frutos menos conhecidos, mas com grande potencial, como o Araçá-Boi (*Eugenia stipitata* McVaugh), Cagaita (*Eugenia dysenterica*), Pitanga do Cerrado (*Eugenia calycina* Cambess), Camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh), Guabiju (*Myrcianthes pungens*), Pitangatuba (*Eugenia selloi*), Jamelão (*Syzygium cumini* L. Skeels), Jambo Vermelho (*Syzygium malaccense* (L.) Merryl e Ferry), Araçá-rosa (*Psidium cattleianum* Sabine). Essas frutas exóticas da família Myrtaceae tem grande importância para comunidades locais (BARROSO *et al.*, 1991) e são em sua maioria arredondadas, do tipo baga (BARROSO *et al.*, 1991; LANDRUM; KAWASAKI, 1997), com coloração e textura bastante variáveis (NIC LUGHADHA; PROENÇA, 1996). Muitas dessas frutas têm o epicarpo de cor amarelada a esverdeada, polpa clara, variando de branco a amarelo alaranjado, com sabor e cheiro forte, como a Pitanga do Cerrado, Camu-camu, Cagaita (Figura 2) e Araçá-Boi, já outras, como o Jamelão e Jambo podem ser escuros e ter sabor quase insípido

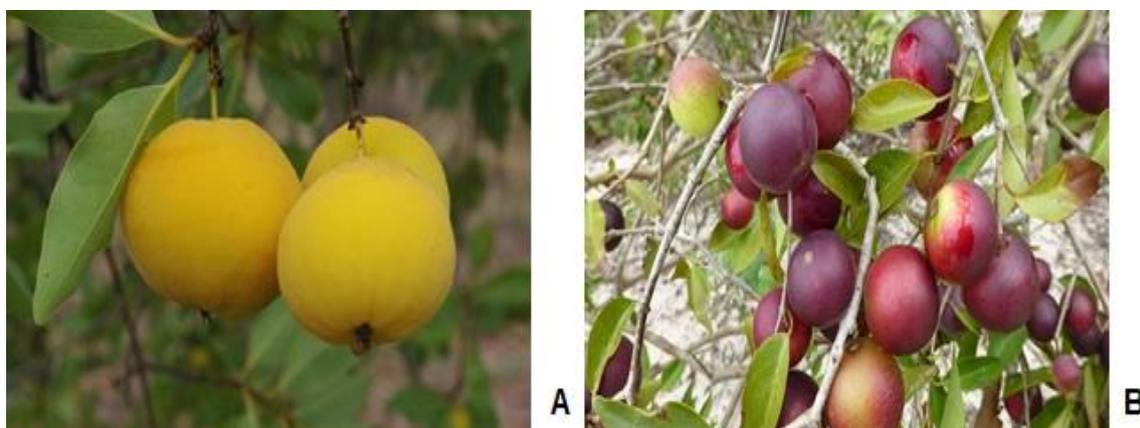


Figura 2. Cagaita (A) e Camu-camu (B).

A família Anacardiaceae possui cerca de 81 gêneros e 800 espécies (BHARDWAJ *et al.*, 2020), desses 14 gêneros e 57 espécies ocorrem no Brasil, sendo 14 delas estritamente do nosso país (FORZZA *et al.*, 2010). São plantas lenhosas, com porte arbóreo e apresentam resina na casca que tem forte odor no estado fresco (LUZ, 2011). Muitas dessas espécies produzem frutos carnosos do tipo drupa (HALL; GIL, 2017) comestíveis, alguns são altamente conhecidos, como a manga (*Mangifera indica* L.) e castanha de caju (*Anacardium occidentale* L.), o hiporcarpo - parte carnosa do caju, é um fruto acessório ou pseudo-fruto. Já outras espécies caracterizadas como frutas exóticas podem ser a Aroeira-Vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi), o Umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.), a Tapereba (*Spondia mombin* L.), os Cajás (*Spondias* spp.), Cajuaçu-vermelho (*Anacardium giganteum* Hancock ex Engler) e a Seringuela (*Spondias purpurea* L.) (Figura 3). Essas frutas costumam ter forte aroma e sabor, com cor geralmente variando do amarelo ao vermelho quando madura. Muitos desses frutos se caracterizam por terem canais associados ao sistema secretor de resina em todo o mesocarpo (MACHADO; CARMELLO-GUERREIRO, 2001), de forma que antes de amadurecerem ficam rançosos e produzem a sensação de “grudar a boca” em decorrência da resina.



Figura 3. Aroeira vermelha (A) e Seringuela (B).

Também existem outras famílias que apresentam espécies nativas com frutas exóticas, como a Annonaceae, que tem frutos como o Marolo ou Araticum (*Annona crassiflora* Mart.), caracterizado pelo sabor muito doce de

sua polpa e aparência de escamas. A família Apocynaceae, cuja espécie *Hancornia speciosa* produz a Mangaba, uma fruta pequena e globosa, de cor amarelada a alaranjada, consumida principalmente na forma de sorvete e polpa. A família Cactaceae, apresenta frutas como a Arumbeva (*Opuntia elata* Link; Otto ex Salm-Dyck), cuja cor varia entre o verde-escuro a arroxeado, com espinhos na parte externa, polpa de cor verde, sabor adocicado e numerosas sementes (LORENZI; LACERDA; BACHER, 2015). A família Cucurbitaceae, com frutas como o Melão São Caetano (*Momordica charantia* L.), que é alaranjado com espinhos moles ao longo de sua superfície e sabor doce e suave, com alta quantidade de água. A família Arecaceae, com frutas globosas de cor amarelada como a Buritirana (*Mauritiella armata* Mart.) e Butiá (*Butia odorata* (Barb. Rodr.) Noblick). A família Guttiferae, com frutas como o Bacupari (*Garcinia brasilienses*), que é pequeno, arredondado e alaranjado. A família Malpighiaceae, com frutas como a Caferana (*Bunchosia glandulifera* (Jacq.) Kunth.) (Figura 4 - A) e Murici (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth), que são pequenas, com sabor e cheiro intensos, com alto valor nutricional. A família Rubiaceae com frutas como o Genipapo (*Genipa americana* L.), que quando madura tem a cor parda, casca enrugada e polpa com cor clara e sabor adocicado. E a família Solanaceae com frutas como a Mana-cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal), que tem formato esférico ou ovalado, cor amarela a avermelhada e polpa amarela e aquosa (Figura 4 - B).



Figura 4. Caferana (A) e Mana-cubio (B)

3. Frutas Brasileiras Pouco Exploradas e seus Componentes Bioativos

Os componentes bioativos são compostos individuais e naturais que ocorrem na natureza e que podem possuir efeitos benéficos na saúde humana, sendo assim necessária sua identificação, avaliação de sua eficácia e segurança levando ao desenvolvimento desses componentes para o mercado de alimentos, trazendo complemento a uma dieta balanceada (BIESALSKI *et al.*, 2009). As frutas são ricas em fitoquímicos bioativos, sendo desejáveis além da nutrição básica uma vez seus efeitos positivos incluem a diminuição do risco de desenvolvimento de doenças crônicas (tabela 1) (BHARDWAJ *et al.*, 2020). Os fitoquímicos vêm sendo classificados em seis categorias principais, as quais são baseadas em suas estruturas e características químicas, sendo elas carboidratos, lipídios, terpenóides, ácidos fenólicos, alcaloides e outros compostos contendo nitrogênio (Figura 1; BHARDWAJ *et al.*, 2020; HUANG *et al.*, 2016; SCALBERT *et al.*, 2011).

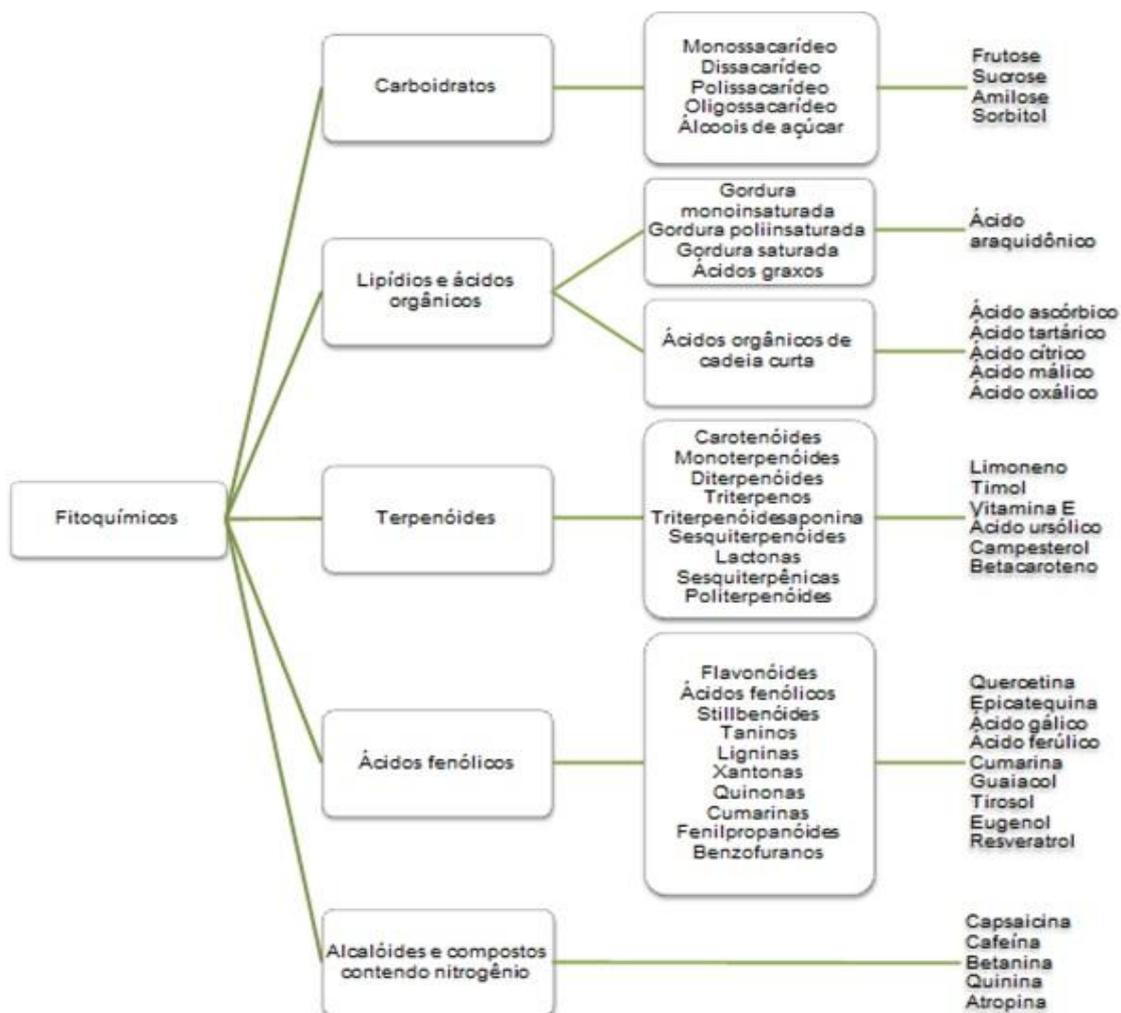


Figura 1. Classe dos fitoquímicos encontrados em frutas.

3.1. Araçá boi

Eugenia stipitata é uma fruta nativa da Amazônia, pertencente à família Myrtaceae. Sua polpa possui características nutricionais e sensoriais atrativas, além dos seus compostos bioativos. Essa fruta é produzida em pequena escala no Brasil, Peru, Bolívia, Equador e Colômbia (ITURRI; CALADO; PRENTICE, 2021). Seu fruto é uma baga globosa, seu peso varia entre 30 a 800 g, casca fina de coloração amarela, com polpa ácida (pH = 2,5) de coloração amarelada, com 4 a 10 sementes. Possui um teor de umidade de 82-83%, já o conteúdo de proteínas e minerais é de $11,9 \pm 0,5$ e $4 \pm 0,1$, respectivamente (base seca) e o teor de açúcar solúvel representa cerca de 50% do peso seco, sendo a frutose, o principal constituinte (AVILA-SOSA *et al.*, 2019; SACRAMENTO; BARRETTO; FARIA, 2008). ITURRI *et al.* (2021) destaca a bioatividade da polpa de Araçá boi devido à concentração de polifenóis totais (100 a 500 mg ácido gálico/100 g), além de seu poder antioxidante de acordo com os métodos ABTS, DPPH IC 50, DPPH e FRAP (DE ARAÚJO *et al.*, 2021a; NERI-NUMA *et al.*, 2013; NEVES *et al.*, 2015).

SOARES *et al.* (2019) identificaram 18 compostos no extrato de *Eugenia stipitata*, como o ácido coumarico, a catequina, epicatequina, hidrato de naringina, hexosídeo do ácido elágico, entre outros. Seus resultados sugerem fortemente que o Araçá boi pode eliminar significativamente as espécies reativas de oxigênio e nitrogênio, as quais estão relacionadas ao estresse oxidativo (responsável por danos celulares e várias doenças inflamatórias crônicas). Além disso, apresentou atividade anti-inflamatória *in vivo* pela inibição da migração de neutrófilos, sendo essa atividade atribuída à presença dos compostos fenólicos, como a epicatequina (SOARES *et al.*, 2019).

GONÇALVES *et al.* (2010) observaram que o Araçá boi possui elevados teores de derivados glicosilados da quercetina, apresentando um dos melhores potenciais antidiabéticos devido à alta inibição da α -glicosidase e média à baixa inibição da α -amilase. NERI-NUMA *et al.* (2013), por meio do teste de micronúcleo e ensaio cometa em camundongos, observaram propriedades antimutagênica e antigenotóxica na maior concentração testada (300 mg/kg de peso corporal) de *E. stipitata*. Possivelmente o conteúdo de fenólicos totais e a atividade antioxidante contribuíram para essas propriedades, sugerindo que essa fruta pode ser utilizada como agente preventivo contra o câncer.

3.2. Aroeira

Conhecida como “pimenta-rosa” a espécie *Schinus terebinthifolius Raddi*, da família Anacardiaceae, é nativa do Brasil, encontrada ao longo de todo litoral brasileiro sendo utilizada, normalmente, como tempero uma vez que seus frutos possuem um leve sabor de pimenta (DE OLIVEIRA *et al.*, 2020; SILVA *et al.*, 2017). Sua árvore é de porte médio, monóica, de folhas compostas e aromáticas, numerosas flores pequenas e brancas ou amarelas esverdeadas, o fruto é uma drupa vermelha e lustrosa (CERUKS *et al.*, 2007; COUTINHO *et al.*, 2006). Diversos estudos relatam o conteúdo fenólico da Aroeira, como as antocianinas, biflavonóides, flavonoides e galotaninos (DEGÁSPARI; WASZCZYNSKYJ; PRADO, 2005; FEUEREISEN *et al.*, 2014, 2017; KASSEM; EL-DESOKY; SHARAF, 2004).

OLIVEIRA *et al.* (2020) ao avaliarem os constituintes químicos e compostos bioativos da *Schinus terebinthifolius Raddi* observaram que o nível de umidade foi de $13,70 \pm 0,99$ g/100 g, os carboidratos foi de $62,49 \pm 0,16$ g/100 g de fruta triturada, e os teores totais de proteínas e lipídios foram $7,71 \pm 0,09$ e $12,52 \pm 0,51$ g/100 g, respectivamente. Além disso, um teor total de $24,66 \pm 0,05$ µg/g de carotenoides foi obtido. Com relação à capacidade antioxidante *in vitro*, utilizando o método DPPH, houve a inibição oxidativa de $42,68 \pm 0,05\%$. Já o ensaio do β-caroteno/ácido linoleico, essa fruta exibiu a maior capacidade antioxidante, com um percentual de inibição oxidativa de $61,41 \pm 5,30\%$. A capacidade de absorção do radical de oxigênio da aroeira foi de $43,40 \pm 6,22$ µM TE/g. Como esperado, o estudo *in vivo* também demonstrou essa capacidade antioxidante da fruta (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

LIMA *et al.* (2017) atribuíram a atividade anti-hipertensiva da Aroeira a naringenina (primeiro relato nesta espécie) e ao ácido gálico. FERIANI *et al.* (2020) ao analisarem e compararem os polissacarídeos brutos extraídos dos frutos da aroeira, obtiveram um efeito antidiabético *in vitro* e também capacidades antinociceptiva e anti-inflamatória *in vivo*.

Tabela 1. Componentes bioativos em frutas brasileiras pouco exploradas

Nome científico	Nome popular	Compostos ativos	Atividade	Referências
<i>Eugenia stipitata</i>	Araçá boi	Ácidos fenólicos Ácidos orgânicos	Antioxidante Antidiabética Anti-inflamatória Antimutagênica Antigenotóxica	(DE ARAÚJO <i>et al.</i> , 2021a) (NERI-NUMA <i>et al.</i> , 2013) (SOARES <i>et al.</i> , 2019) (DE SOUZA SCHMIDT GONÇALVES; LAJOLO; GENOVESE, 2010)
<i>Schinus terebinthifolius Raddi</i>	Aroeira	Terpenóides Ácidos fenólicos	Antidiabética Antioxidante Anti-hipertensiva Antinociceptiva Anti-inflamatória	(DE OLIVEIRA, <i>et al.</i> , 2020) (FEUEREISEN <i>et al.</i> , 2017) (LIMA <i>et al.</i> , 2017) (FERIANI <i>et al.</i> , 2020)
<i>Solanum sessiliflorum Dunal</i>	Cubiu	Ácidos fenólicos Terpenóides Ácidos orgânicos	Antioxidante	(SERENO <i>et al.</i> , 2018) (MONTAGNER <i>et al.</i> , 2020)
<i>Solanum lycocarpum St. Hill</i>	Fruta do lobo	Alcaloides Ácidos fenólicos	Antitumoral	(CARVALHO <i>et al.</i> , 2019) (PEREIRA <i>et al.</i> , 2019) (PEREIRA <i>et al.</i> , 2021)
<i>Brosimum gaudichaudii Trécul</i>	Mama cadela	Ácidos fenólicos Terpenóides	Antioxidante	(MICKELY W. ENGBRECHT <i>et al.</i> , 2021)

<i>Byrsonima crassifolia</i>	Murici	Ácidos fenólicos	Antioxidante	(MARIUTTI <i>et al.</i> , 2014)
		Terpenóides		(ANICETO <i>et al.</i> , 2021)
		Ácidos orgânicos		(RAMIREZ; COTERA; GUTIERREZ, 2013)
			Anti-inflamatória	
<i>Eugenia selloi</i>	Pitangatuba	Terpenóides		(LAZARINI <i>et al.</i> , 2020)
		Ácidos fenólicos		
<i>Spondias tuberosa</i> Arruda	Umbu	Ácidos fenólicos	Antioxidante	(RIBEIRO <i>et al.</i> , 2019)
		Terpenóides		
		Ácidos orgânicos		

3.3. Cubiu

O Cubiu, *Solanum sessiliflorum* Dunal, é uma solanácea arbustiva nativa da Amazônia brasileira, peruana e colombiana, a planta é um arbusto ereto e ramificado, que cresce de 1 a 2 m de altura. O seu fruto pode ser redondo, achatado, quinado, cilíndrico ou cordiforme. Já sua coloração varia entre verde, quando imaturo; amarelo, quando maduro; e marrom-avermelhado no estágio mais avançado de maturidade, no qual seu peso pode variar de 20 g a 450 g, contendo de 500 a 2.000 sementes (PEREIRA, FILHO, 2010; SILVA FILHO, 1996). O fruto possui sabor e aroma agradáveis, sendo os teores de umidade de 91,51%, proteínas 0,82%, lipídeos 2,23%, cinzas 0,77%, carboidratos 4,66%, além de ser rico em ferro, pectina e vitamina C e pH de aproximadamente 4,12 (MARA *et al.*, 2006). Outros estudos identificaram o alto conteúdo de ferro, ácido ascórbico, carotenoides na casca e um comportamento prebiótico principalmente nas sementes do fruto. Compostos fenólicos também foram observados, além da sua capacidade antioxidante (RODRIGUES, MARIUTTI, MERCADANTE, 2013; SERENO *et al.*, 2018; SERNA-COCK; VARGAS-MUÑOZ; RENGIFO-GUERRERO, 2015).

MONTAGNER *et al.* (2020) encontraram alta concentração de ácidos cafeico e gálico, além de betacaroteno, catequina, quercetina e rutina no extrato de cubiu. Em ensaio DPPH, a capacidade antioxidante desse extrato foi de 267,72 µg/mL, sendo considerada moderada em comparação com o controle. As moléculas antioxidantes purificadas usadas como controles apresentaram 50% de inibição de DPPH como ascórbico ácido (5,70 µg/mL), ácido gálico (2,68 µg/mL) e rutina (16,03 µg/mL). Dois protocolos complementares *in vitro* confirmaram sua atividade antioxidante, sendo seus componentes bioativos diretamente relacionados com a proteção celular frente o estresse oxidativo, com ação citoprotetora, diminuindo o efeito sobre a oxidação do LDL. Além disso, estudaram o efeito citotóxico e antiproliferativo em células do câncer colo retal, apresentando assim atividade antitumoral *in vitro* (MONTAGNER *et al.*, 2020).

3.4. Fruta do lobo

Solanum lycocarpum St. Hill é uma planta pertencente à família Solanaceae, é encontrada em zonas tropicais e temperadas, nativa do cerrado brasileiro e conhecida popularmente como “fruto do lobo” (Figura 5) (CARVALHO *et al.*, 2019; MOREIRA *et al.*, 2013). É uma planta com porte arbustivo, muito ramosa e revestida de densos pelos estrelados, ramos cilíndricos, lenhosos. Os frutos possuem forma de bagas arredondadas achatadas e coloração esverdeada, com 8-12 cm de diâmetro. O peso do fruto varia de 400 a 900 g e a planta pode apresentar de 40 a 100 frutos (LOUZADA, 2018; SANTOS, 2009; SILVA, SILVA, JUNQUEIRA, ANDRADE, 1994).

OLIVEIRA JUNIOR *et al.* (2003) ao realizarem a análise nutricional do fruto do lobo observaram que o teor de umidade foi de 71,4%, condizente com o teor obtido por PEREIRA *et al.* (2019) de 74,62%. Além disso, observaram os teores de carboidrato (10,97%), lipídios (0,86%), proteína (1,37%) e fibra total (4,54%). Nesse estudo ainda foram identificados 22 compostos fenólicos, sendo os compostos majoritários o ácido tri-O-cafeoilquínico, rutina, kaempferol-diglucosídeo e sinapoyl-O-frutofuranosilglicose. Os glicoalcalóides são comumente encontrados no fruto do lobo, sendo a solamargine e solasonine os mais comumente encontrados (Oliveira Junior *et al.* 2003). PEREIRA *et al.* (2019) encontraram 27 glicoalcalóides diferentes, todos tendo a

mesma porção aglicona, tipo solasodine, além de observar a capacidade antioxidante da fruta. Além da capacidade antioxidante, outros estudos observaram a atividade antitumor da *Solanum lycocarpum* St. Hill (BAILÃO *et al.*, 2015; CARVALHO *et al.*, 2019; PEREIRA *et al.*, 2019). Por fim, PEREIRA *et al.* (2020) relataram que o amido de fruta do lobo promoveu o crescimento das cepas probióticas dos gêneros *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*.



Figura 5. Fruta do lobo ou lobeira.

3.5. Mama-cadela

Mama-cadela, ou Inharé, são os nomes populares da *Brosimum gaudichaudii* Trécul, fruto da floresta amazônica, sendo a única espécie do gênero *Brosimum* que cresce no cerrado brasileiro (Figura 6). Os frutos são carnosos, comestíveis, amarelos-alaranjados, com ± 2 cm de diâmetro, de superfície verrucosa, contendo uma ou duas sementes (PALHARES; PAULA; SANTOS SILVEIRA, 2006; POZETTI, 2005; SILVA *et al.*, 2011). LAND *et al.* (2017) ao determinarem a composição centesimal da mama-cadela obtiveram um teor de umidade de 77,63%, conteúdo proteico de 1,63%, enquanto os lipídios corresponderam a 0,60% e a fibra total 5,11%. Também observaram que o pH (5,96) dessa fruta é menos ácido se comparado as demais frutas do cerrado.

MICKLEY *et al.* (2021) identificaram 18 compostos pertencentes às classes de metabólitos secundários, como flavonóides, terpenóides, xantonas,

cumarinas, arilbenzofuranos, diarilbutanóides, estilbenos e ésteres. Dentre os flavonoides estavam presentes hesperitin-7-O-rutinósido, a quercetina-O-glicosídeo e a artotonina B (flavona). As cumarinas são os compostos com maior número de ocorrências na família, principalmente as furocumarinas. Com relação a capacidade antioxidante da mama-cadela, a mesma foi considerada baixa em modelo *in vitro* DPPH, devido a predominância de compostos fenólicos como O-glicosilados, mono-hidroxilados, ésteres e terpenóides.



Figura 6. Mama cadela.

3.6. Murici

Murici (*Byrsonima crassifolia*) é uma fruta nativa das regiões Norte e Nordeste do Brasil, pertence à família Malpighiaceae (Figura 7). Seu formato é esférico, possui de 1 a 2 cm de diâmetro e um aroma típico de queijo rançoso e quando madura apresenta cor amarela e polpa macia (MARIUTTI *et al.*, 2014; RODRIGUES, MARIUTTI, MERCADANTE, 2013). A polpa de Murici contém 47 g/100 g de carboidratos, 5,13 g/100 g de lipídios, 13,58 g/100 g de fibras e 71,58 g/100 g de umidade, e o valor de pH de 3,93 (HAMACEK *et al.*, 2014). ANICETO *et al.* (2021) ao realizarem a caracterização físico-química e da capacidade antioxidante do murici observaram um alto conteúdo de vitamina C (58,88 mg/100 g), quando comparada ao taperebá (25,93 mg/100 g), e consideraram essa fruta uma boa fonte de compostos fenólicos totais (307,52 ± 19,73 mg GAE/100 g) e flavonóides (174,87 ± 1,76 µgQE/g). Além de

compostos fenólicos, diversos estudos indicam que o Murici é uma boa fonte de carotenoides, possuindo elevada capacidade antioxidante (ALMEIDA *et al.*, 2011; BARRETO; BENASSI; MERCADANTE, 2009; LAND *et al.*, 2017).

MARIUTTI *et al.* (2014) identificaram 21 compostos fenólicos da fruta Murici, dentre eles o ácido gálico, catequina, epicatequina, rutina, taxifolina, quercetina e caempferol, sendo a quercetina o principal composto fenólico encontrado. Ainda, observaram que o extrato hidrofílico de murici foi capaz de eliminar todos as espécies reativas de oxigênio e nitrogênio, sendo especialmente um forte eliminador de HClO. RAMIREZ *et al.* (2013) ao avaliarem o uso tradicional de extrato de sementes de Murici, empregando seis diferentes tipos de modelos inflamatórios *in vivo*, observaram que houve a inibição da inflamação em 58,2%, muito próximo da inibição (56%) do anti-inflamatório comercial. Por fim, puderam concluir que a atividade anti-inflamatória das sementes de Murici pode estar associada à presença dos terpenóides (Ramírez *et al.* 2013).



Figura 7. Murici.

3.7. Pitangatuba

Eugenia selloi conhecida como Pitangatuba (Família Myrtaceae) é uma árvore arbustiva com aproximadamente 2 m de altura, com folhas verdes escuras. Sua fruta tem aproximadamente 4 cm de comprimento e 3 cm de largura, possui um sabor doce agridoce com polpa suculenta (NEGRI; BERNI; BRAZACA, 2016). BERNI *et al.* (2019) ao caracterizarem a Pitangatuba

obtiveram composição em 93,8% umidade, 0,17 proteína, 0,10 cinzas, 0,43% lipídios e 4,43% de carboidratos. Ainda, a Pitangatuba se destacou pela diversidade e concentração de carotenoides, sendo as xantofilas os principais carotenoides encontrados, especificamente o β -CX, sendo considerada provedora de xantofilas bioacessíveis, como a Luteína (45%) (BERNI *et al.* 2019).

LAZARINI *et al.* (2020) avaliaram a composição polifenólica de *Eugenia selloi* e identificaram 16 compostos no extrato e 13 compostos na sua fração rica em polifenóis, os quais podemos citar o ácido hidroxibenzoico, elagitaninos, flavona e flavonóis. Ainda, esse estudo demonstrou que a Pitangatuba modulou a migração de neutrófilos para o foco inflamatório, possivelmente pela presença do ácido elágico e quercetina em seu extrato, confirmando o potencial dessa fruta como um alimento funcional para reduzir ou prevenir doenças inflamatórias. A *E. selloi* apresentou uma potente eliminação dos radicais livres de oxigênio e nitrogênio quando comparada as outras espécies nativas da *Eugenia* spp. Também observaram que a atividade de eliminação de radicais HClO foi comparável à de Trolox (IC50 de 134 μ g / mL), uma droga padrão (LAZARINI *et al.* 2020). Diante desse quadro fica evidente que a Pitangatuba é uma boa fonte de compostos bioativos, superando até mesmo as frutas tradicionalmente consumidas.

3.8. Umbu

O Umbu (*Spondias tuberosa* Arruda) é uma pequena fruta nativa da Caatinga, polposa, com sabor agri-doce e casca fina, cuja coloração varia entre o verde e o amarelo (Figura 8). É considerada uma fruta ácido, podendo ser consumida fresca, com ou sem a casca, onde a parte comestível representa 60 a 70% do peso da fruta, não sendo recomendável ingerir o caroço (LAGO; MAIA; MATTA, 2016). OLIVEIRA *et al.* (2011) ao analisarem a polpa de Umbu observaram um pH de 2,95, com umidade da polpa de 89,04%, composta por proteína (1,19%), cinzas (0,36%), cálcio (18,55%), ferro (0,22%), fósforo (14,42%) e carotenoides (90,76%).

Os compostos bioativos presentes no Umbu são vitamina C, vitamina B2, B5, B6 e B7, carotenoides e compostos fenólicos, além apresentarem atividade antioxidante (ALMEIDA *et al.*, 2011; DE ASSIS *et al.*, 2020;

TEODOSIO *et al.*, 2020). RIBEIRO *et al.* (2019) ao avaliarem a polpa comercial de Umbu obtiveram um conteúdo fenólico de 1,746 mg GAE/100 g, contendo rutina e quercetina. Entre os carotenóides detectados, o β -caroteno foi o que apresentou a maior concentração. CARVALHO GUALBERTO *et al.* (2021) avaliaram os compostos bioativos nos resíduos agroindustriais de Umbu, o qual apresentou elevados teores de ácidos orgânicos, com destaque para o ácido quínico. Nesse mesmo estudo, relatou-se a presença inédita de cantaxantina (trans) em resíduos de umbu, assim como a presença de nistose. As propriedades antioxidantes nessa fruta estavam associadas à presença de compostos polifenólicos, principalmente kaempferol e ácido *p*-cumárico (CARVALHO GUALBERTO *et al.* 2021). BARBOSA *et al.* (2018) revelaram atividades antioxidante, hepatoprotetora e melhora da sensibilidade à insulina após a administração do extrato da casca do caule de Umbu a ratos diabéticos.



Figura 8. Umbu.

4. Extração de compostos bioativos de Frutas Brasileiras Pouco Exploradas

Existem várias metodologias para a extração de compostos bioativos de frutas exóticas. O método tradicional mais conhecido é de maceração e a extração com o uso de solventes, no entanto nas últimas décadas tem-se destacado novas alternativas consideradas tecnologias limpas e “ecofriendly” que aliam o alto rendimento de extração com a inexistência de toxicidade do

solvente como, por exemplo, a extração com ultrassom ou solvente supercrítico.

4.1. Extração por maceração

O método de extração mais convencional utilizado é a maceração. No processo de maceração o material que pode ser polpa de fruta, semente, etc, após a higienização e/ou secagem é triturado utilizando-se moinho de facas, triturador ou liquidificador (DE ARAÚJO *et al.*, 2021a; ITURRI; CALADO; PRENTICE, 2021). Após o material pode ser congelado ou liofilizado até a utilização. Alguns autores utilizaram esse processo na extração de frutas exóticas como camu-camu (NEVES *et al.*, 2015), *araçá-boi* (ITURRI; CALADO; PRENTICE, 2021).

4.2. Extração com solventes

Para facilitar a extração dos compostos bioativos geralmente utilizam-se alguns solventes, sendo que os mais utilizados são a água e o etanol, mas podem ser utilizados outros como, por exemplo o hexano, acetona, éter de petróleo, clorofórmio, diclorometano, etc. Para extração com solventes pode-se utilizar o método de extração por refluxo de Soxhlet ou a simples mistura e agitação do material com o solvente sendo que após um tempo determinado de extração o solvente é retirado através de desidratação a vácuo ou rotaevaporação (D'SOUSA' *et al.*, 2015). Vários autores utilizaram esse método para a extração de compostos bioativos de frutas exóticas (CAMBOIM ROCKETT *et al.*, 2020; D'SOUSA' *et al.*, 2015; MARIUTTI; RODRIGUES; MERCADANTE, 2013).

4.3. Extração por ultrassom

O uso do ultrassom é uma das tecnologias de extração utilizada nos últimos anos com bons resultados em relação a quantidade e qualidade dos compostos extraídos. O banho ou a sonda de ultrassom podem ser utilizados sendo que no caso do banho ultrassônicos a amostra é colocada juntamente com o solvente em um recipiente como um becker e este é colocado em contato com o banho. No caso da sonda de ultrassom a matéria-prima juntamente com um solvente são colocados em um recipiente e então a sonda

ultrassônica é mergulhada nas condições de potência, temperatura e tempo estabelecidas (DE ARAÚJO *et al.*, 2021a). Em seu estudo com o uso de ultrassom para a extração de compostos bioativos de *camu-camu* RODRIGUES *et al.* (2020) mostraram aumento na concentração de compostos fenólicos, antocianinas e compostos antioxidantes utilizando esse método.

4.4. Extração com solvente supercrítico

Nos últimos anos têm sido desenvolvidas tecnologias consideradas verdes para a extração de compostos bioativos utilizando altas pressões e solventes considerados limpos (*cleans*) (NÁTHIA-NEVES *et al.*, 2017; PIRES *et al.*, 2021). Essas técnicas têm como premissa a extração de maiores quantidades de compostos com a utilização de menores quantidades de solvente que geralmente é água e/ou etanol pressurizados ou CO₂ supercrítico. Neste sistema a matéria-prima é colocada em uma coluna de aço inoxidável e após o sistema é aquecido e pressurizado nas condições desejadas (FRAGA *et al.*, 2020). SOUZA *et al.* (2021), realizaram a extração de compostos bioativos de buritirana (*Mauritiella armata* Mart.) utilizando CO₂ supercrítico e apresentaram ótimos rendimentos em carotenóides, potencial antioxidante e α -tocoferol.

5. Determinação de biodisponibilidade e bioacessibilidade dos compostos ativos em frutas brasileiras

Para garantir que os inúmeros benefícios dos compostos bioativos, descritos na sessão anterior, de fato ocorram no organismo humano as frutas precisam ser digeridas para que compostos sejam liberados da matriz alimentar, e se tornarem acessíveis e disponíveis para serem, então absorvidos pelo intestino humano. O alimento, desde o momento em que é ingerido sofre diversas transformações no trato gastrointestinal até alcançar a circulação sistêmica, tecidos e células, sendo essa etapa de grande importância para a liberação dos compostos bioativos.

A acessibilidade desses compostos, também conhecida como bioacessibilidade, é conceitualmente definida como a quantidade do composto que é liberada a partir da matrix alimentar para o trato gastrointestinal. As avaliações de bioacessibilidade são geralmente realizadas pela metodologia de

digestão *in vitro*, a qual simula a digestão gástrica e intestinal com membranas artificiais, e as vezes, essa avaliação é monitorada por células caco-2 (CARBONELL-CAPELLA *et al.*, 2014). Basicamente, a técnica de digestão gastrointestinal *in vitro* submete frações do alimento a soluções salinas, representativa da fase oral da digestão; seguida de adição de solução de pepsina com HCl, representando a fase gástrica; e por fim, é colocado em membrana de diálise com enzimas e sais biliares, representando a fase intestinal (DUTRA *et al.*, 2017). No entanto, existem outras abordagens para estudar a bioacessibilidade de compostos bioativos que incluem técnicas *ex vivo* (órgãos gastrointestinais em condições laboratoriais), ensaios *in situ* (perfusão intestinal em animais) e modelos *in vivo* (estudos animais e humanos) (CARBONELL-CAPELLA *et al.*, 2014). Oportunamente, relacionamos na Tabela 2 estudos que avaliaram a porcentagem de bioacessibilidade de compostos bioativos em frutas brasileiras, após a digestão *in vitro*. À saber, a porcentagem bioacessibilidade é calculada como (DANTAS *et al.*, 2019):

$$\text{Bioacessibilidade (\%)} = \frac{[\text{Composto bioativo após a digestão } in vitro]}{[\text{Composto bioativo antes digestão } in vitro]} \times 100$$

Tabela 2. Porcentagem de bioacessibilidade de compostos bioativos provenientes de frutas brasileiras, segundo a metodologia por digestão *in vitro*.

Fruta	Porção	Compostos ativos	Bioacessibilidade	Ref.
Araçá-boi	Comestível	Fenólicos totais	123,4% ^g	(DE ARAÚJO <i>et al.</i> , 2021b)
		Flavonoides totais	49,9% ^g	
			92,8% ⁱ	
	Sementes	Fenólicos totais	35,6% ^g	
			22,0% ⁱ	
		Flavonoides totais	19,7% ^g	
Açaí	Polpa congelada ^a	Fenólicos totais	18,28 – 147,18 %	(DANTAS <i>et al.</i> , 2019)
Cupuaçu			19,53 – 72,30%	
Graviola			1,63 - 27,56%	

Cajá			13,91 – 102,79%	
Jaboticaba			7,01 – 99,52%	
Amora			24,41 – 137,51%	
Mirtilo			1,81 – 270,71%	
Framboesa			2,79 – 66,0 %	
Seriguela			17,56% ⁱ	(DUTRA <i>et al.</i> , 2017)
Umbu-cajá		Rutina	21,57% ⁱ	
Mangaba		(ácido fenólico)	57,32% ⁱ	
Baobá	Polpa	Fenólicos totais	22,5% ^g	(ISMAIL <i>et al.</i> , 2021)
			35,5% ⁱ	
		Flavonoides totais	24,4% ^g	
	Casca		30% ⁱ	
		Fenólicos totais	19,5% ^g	
			25,4% ⁱ	
		Flavonoides totais	17,3% ^g	
			18,2% ⁱ	
Buriti	Polpa		38,7% ⁱ	(PEREIRA-
	Casca	Fenólicos totais	18,7% ⁱ	FREIRE <i>et</i>
	Endocarpo		22,3% ⁱ	<i>al.</i> , 2018)
Jaboticaba	Casca	Fenólicos totais	22,1% ⁱ	(QUATRIN <i>et al.</i> , 2020)
		Taninos totais	13,7% ⁱ	
		Flavonoides totais	19,9% ⁱ	
		Antocianinas	1,3% ⁱ	

Nota: ^g fase gástrica da digestão *in vitro*; ⁱ fase intestinal da digestão *in vitro*.

No entanto, alguns fatores podem influenciar na bioacessibilidade, como as características do indivíduo em relação ao seu padrão digestivo, bem como a matrix e composição do alimento (SANTOS *et al.*, 2019). Outro fator que poderá interferir na acessibilidade de compostos bioativos é o processamento industrial. Frutas comercializadas sob a forma de polpa congelada pode acarretar oxidação, degradação, lixiviação e outros eventos. DUTRA *et al.* (2017) avaliaram a bioacessibilidade de compostos fenólicos de três frutas brasileiras: seriguela (*Spondias purpurea* L), umbu-cajá (*Spondias tuberosa* x *Spondias mombin*) e a mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes), todas sob a forma de polpas congeladas. Utilizando a técnica de digestão gastrointestinal *in vitro* observaram que o nível porcentual de compostos fenólicos acessíveis

após a fase digestão foram variáveis entres as polpas. Além disso, uma parte considerável dos demais compostos fenólicos se tornaram pouco ou nada bioacessíveis durante a digestão (DUTRA *et al.*, 2017). De maneira semelhante ocorreu com os compostos fenólicos do Buriti (*Mauritia flexuosa*), uma palmeira brasileira, os quais se tornaram menos acessíveis após a digestão gastrointestinal *in vitro* dos extratos de polpa (38,7%), da casca (18,7%) e do endocarpo (22,3%) (PEREIRA-FREIRE *et al.*, 2018). À saber, geralmente menos que 30% dos compostos fenólicos se tornam bioacessíveis, quando comparamos seus níveis antes da digestão. Raramente, essa taxa de acessibilidade alcança 50% (LORENZO *et al.*, 2019).

Não apenas o processamento das frutas sob a forma de polpa pode interferir na bioacessibilidade, mas também os tratamentos térmicos. Para superar essa desvantagem, BUNIOWSKA *et al.* (2017) propuseram tratamentos elétricos (descargas elétricas, campos elétricos pulsados e ultrassom) para preservação do suco de manga (*Mangifera indica*) e mamão (*Carica papaya*) e avaliaram a bioacessibilidade do carotenoide, ácido ascórbico, antocianinas totais e compostos fenólicos, em modelo de digestão *in vivo*. Felizmente, essas eletro-tecnologias de preservação do alimento surtiu efeito positivo sobre a acessibilidade desses bioativos a nível de digestão *in vivo*, pois provavelmente promoveram a liberação desses compostos da matriz alimentar, sem, no entanto, formar subprodutos prejudiciais (BUNIOWSKA *et al.*, 2017).

Após as investigações de bioacessibilidade, o passo seguinte é avaliar se a quantidade do composto acessível poderá se tornar disponível para ser utilizado pelos tecidos e células. Isto é, determinar se o composto ingerido atingirá a circulação sistêmica. Essa disponibilidade, também chamada de biodisponibilidade, pode ser determinada *in vivo* por meio da dosagem da concentração plasmática do composto bioativo após a administração de uma dosagem (CARBONELL-CAPELLA *et al.*, 2014). SILVA *et al.* (2021) avaliaram a biodisponibilidade dos compostos bioativos de um extrato de mirtilo. Esse extrato foi administrado à ratos winstar, dos quais foram coletadas amostras de sangue e fezes para avaliação da biodisponibilidade. Esse estudo revelou que houve um aumento da disponibilidade das antocianinas em 140%. Estudos como esse, que avaliam a concentração plasmático do composto bioativo,

seguinte técnicas *in vivo* são menos frequentes. A maioria dos estudos de biodisponibilidade avaliam o(s) composto(s) de interesse após a digestão gastrointestinal *in vitro*, por meio da coleta da solução interna da membrana de diálise da fase intestinal, representativa da fração biodisponível do composto (OLIVEIRA *et al.*, 2019). No entanto técnicas *in vivo* apresentam limitações que podem interferir na biodisponibilidade dos compostos, quando comparada as técnicas *in vivo*, como a presença de fibras, polissacarídeo e proteínas. Ainda, cada bioativo tem uma biodisponibilidade característica dependendo da estabilidade da digestão, da matrix alimentar, eficiência da passagem através do epitélio intestinal e do padrão digestivo do indivíduo (SANTOS *et al.*, 2019).

O primeiro estudo a avaliar a biodisponibilidade e bioacessibilidade de compostos bioativos da fruta Araçá-boi, descreveu uma redução dos constituintes fenólicos para a fração comestível e um aumento para as sementes após a digestão intestinal *in vitro*. No entanto, a biodisponibilidade desses compostos fenólicos se tornou reduzida para ambas após a digestão intestinal *in vitro*. Por outro lado, houve um aumento dos flavonoides tanto para a fração comestível quanto para as sementes após o ensaio *in vitro*, com o consequente aumento da bioacessibilidade desses compostos (DE ARAÚJO *et al.*, 2021b). Fica evidente que a biodisponibilidade dos compostos bioativos ainda é um desafio, apresentando um perfil diferenciado dependendo do composto bioativo avaliado.

Pesquisas recentes estão comprometidas em promover melhorias nos níveis de biodisponibilidade das frutas. Utilizando o plasma frio, uma tecnologia emergente para o processamento do suco de frutas, CASTRO *et al.* (2020), FERNANDES *et al.* (2019), DONG e YANG (2019) e PAIXÃO *et al.* (2018) se concentraram em aplicar essa tecnologia em frutas brasileiras como camu-camu, acerola, mirtilos e seringueira, obtendo melhoria na biodisponibilidade dos compostos bioativos nessas frutas. Uma outra alternativa que está sendo investigada é o encapsulamento de compostos bioativos proveniente dos subprodutos de frutas (MARCILLO-PARRA *et al.*, 2021).

Outro desafio quando se estuda a biodisponibilidade de frutas é a comparação dos resultados, pois existem diferentes abordagens e condições para quantificar os compostos bioativos. Nesse cenário, estudos *in vivo* seriam os mais indicados, pois fornecem valores precisos e facilmente comparáveis

(CARBONELL-CAPELLA *et al.*, 2014). No entanto, o composto de interesse pode sofrer transformações intestinais, hepáticas e microbiológicas que dificultam a detecção da totalidade dos metabolitos liberados na corrente sanguínea (DUTRA *et al.*, 2017).

Embora existam uma ampla variedade de estudos sobre as frutas brasileiras, ainda são recentes as abordagens sobre a bioacessibilidade e biodisponibilidade dos compostos bioativos presente nessas estruturas alimentares regionais. Ainda, dentre esses estudos, a maioria se concentrou na investigação apenas da bioacessibilidade. De fato, estudos de biodisponibilidade *in vivo* são cada vez menos apreciados por utilizarem animais nos experimentos, no entanto, abre-se a possibilidade do aprimoramento e padronização das técnicas *in vitro* já estabelecidas, que possam ser tornar cada vez mais reproduzíveis e comparáveis.

6. Considerações finais

As frutas brasileiras pouco exploradas foram citadas ao longo dessa revisão, as quais se revelaram uma importante fonte nutricional e de compostos bioativos com atividades biológicas. Foi possível descrever dezenas de frutas brasileiras pouco exploradas, sendo que as frutas Araçá boi, Aroeira, Cubiu, Fruta do lobo, Mama-cadela, Murici, Pitangatuba e Umbu receberam um destaque quanto aos seus constituintes nutricionais, bioativos e os possíveis benefícios à saúde. Essas características por si só tornam essas frutas de grande interesse tanto para a alimentação humana, quanto para o tratamento e prevenção das mais diversas patologias.

Diante da literatura apresentada, pode-se observar que existe um número limitado de frutas brasileiras exóticas, regionais, sazonais e pouco exploradas comercialmente, que foram investigadas quanto ao seu potencial benefício à saúde. Ainda, essas informações se encontram em estágio iniciais de pesquisa, as quais se limitam em descrever o perfil nutricional da fruta. Vale ressaltar o papel da ciência e dos pesquisadores em desbloquear essas informações, para que a sociedade possa fazer escolhas assertivas sobre o que ingerir.

É evidente que a demanda cada vez maior por produtos naturais com elevados índices nutritivos, aliado a presença de compostos bioativos de

interesse para a manutenção da saúde humana, impulsionará pesquisas em frutas brasileiras pouco exploradas. Fato perceptível pelas recentes pesquisas que investigaram a bioacessibilidade e a biodisponibilidade dos compostos bioativos em frutas brasileiras, propondo melhorias nas técnicas de conservação de frutas, as quais, por sua vez, possibilitariam a produção escalonada dessas frutas.

7. Referências

ALMEIDA, Maria Mozarina Beserra *et al.* Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. **Food Research International**, vol. 44, no. 7, p. 2155–2159, Aug. 2011. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.03.051>.

ANICETO, Adriana *et al.* Physicochemical Characterization, Antioxidant Capacity, and Sensory Properties of Murici (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth) and Taperebá (*Spondias mombin* L.) Beverages. **Molecules**, vol. 26, no. 2, p. 332, 11 Jan. 2021. <https://doi.org/10.3390/molecules26020332>.

ARAÚJO, Fábio Fernandes De; FARIAS, David De Paulo; NERI-NUMA, Iramaia Angélica. Polyphenols and their applications: An approach in food chemistry and innovation potential. **Food Chemistry**, vol. 338, no. March 2020, p. 127535, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127535>.

AVILA-SOSA, Raúl *et al.* Antioxidant Properties of Amazonian Fruits: A Mini Review of in Vivo and in Vitro Studies. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, vol. 2019, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/8204129>.

BAILÃO, Elisa *et al.* Bioactive Compounds Found in Brazilian Cerrado Fruits. **International Journal of Molecular Sciences**, vol. 16, no. 10, p. 23760–23783, 9, 2015. <https://doi.org/10.3390/ijms161023760>.

BARRETO, Gisela P.M.; BENASSI, Marta T.; MERCADANTE, Adriana Z. Bioactive compounds from several tropical fruits and correlation by multivariate analysis to free radical scavenger activity. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, vol. 20, no. 10, p. 1856–1861, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0103-50532009001000013>.

BARROSO, G.M. *et al.* **Sistemática de angiospermas do Brasil**. São Paulo:

Universidade de São Paulo, v. 1, 1978. 255 p.

BERNI, Paulo *et al.* Non-conventional Tropical Fruits: Characterization, Antioxidant Potential and Carotenoid Bioaccessibility. **Plant Foods for Human Nutrition** **2019** **74:1**, vol. 74, no. 1, p. 141–148, 15 Jan. 2019. <https://doi.org/10.1007/S11130-018-0710-1>.

MURTHY, Hosakatte Niranjana; BAPAT, Vishwas Anant. **Bioactive Compounds in Underutilized Fruits and Nuts**. Springer, Cham, 2020. https://doi.org/10.1007/978-3-030-30182-8_1

BIESALSKI, Hans Konrad *et al.* Bioactive compounds: Definition and assessment of activity. **Nutrition**, vol. 25, no. 11–12, p. 1202–1205, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2009.04.023>.

BUNIEWSKA, Magdalena *et al.* Bioaccessibility of bioactive compounds after non-thermal processing of an exotic fruit juice blend sweetened with *Stevia rebaudiana*. **Food Chemistry**, vol. 221, p. 1834–1842, 15 Apr. 2017. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.10.093>.

BVENURA, Callistus; SIVAKUMAR, Dharini. The role of wild fruits and vegetables in delivering a balanced and healthy diet. **Food Research International**, vol. 99, p. 15–30, Sep. 2017. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.06.046>.

CAMBOIM ROCKETT, Fernanda *et al.* Phenolic compounds and antioxidant activity in vitro and in vivo of *Butia* and *Opuntia* fruits. **Food Research International**, vol. 137, p. 109740, 1 Nov. 2020. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2020.109740>.

CARBONELL-CAPELLA, Juana M. *et al.* Analytical methods for determining bioavailability and bioaccessibility of bioactive compounds from fruits and vegetables: A review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, vol. 13, no. 2, p. 155–171, Mar. 2014. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12049>.

CARDOSO, Domingos *et al.* Amazon plant diversity revealed by a taxonomically verified species list. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, vol. 114, no. 40, p. 10695–10700,

2017. <https://doi.org/10.1073/pnas.1706756114>.

CARVALHO GUALBERTO, Nayjara *et al.* Bioactive compounds and antioxidant activities in the agro-industrial residues of acerola (*Malpighia emarginata L.*), guava (*Psidium guajava L.*), genipap (*Genipa americana L.*) and umbu (*Spondias tuberosa L.*) fruits assisted by ultrasonic or shaker extracti. **Food Research International**, vol. 147, p. 110538, Sep. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110538>.

CARVALHO, I.P.S. *et al.* IN VITRO Anticancer Activity and Physicochemical Properties of *Solanum lycocarpum* Alkaloidic Extract Loaded in Natural Lipid-Based Nanoparticles. **Colloid and Interface Science Communications**, vol. 28, p. 5–14, Jan. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.colcom.2018.11.001>.

CASTRO, Debora Raquel Gomes *et al.* Improvement of the Bioavailability of Amazonian Juices Rich in Bioactive Compounds Using Glow Plasma Technique. **Food and Bioprocess Technology 2020 13:4**, vol. 13, no. 4, p. 670–679, 14 Mar. 2020. <https://doi.org/10.1007/S11947-020-02427-8>.

CERUKS, Melina *et al.* **Química Nova**, vol. 30, no. 3, p. 597–599, Jun. 2007. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000300018>.

CLERICI, M. T.P.S.; CARVALHO-SILVA, L. B. Nutritional bioactive compounds and technological aspects of minor fruits grown in Brazil. **Food Research International**, vol. 44, no. 7, p. 1658–1670, 1 Aug. 2011. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.04.020>.

COUTINHO, Itágores Hoffman I. Lopes Sousa *et al.* Efeito do extrato hidroalcoólico de Aroeira (*Schinus terebinthifolius Raddi*) na cicatrização de anastomoses colônicas: estudo experimental em ratos. **Acta Cirurgica Brasileira**, vol. 21, no. suppl 3, p. 49–54, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0102-86502006000900008>.

D'SOUSA' COSTA, Cinara Oliveira *et al.* Phytochemical screening, antioxidant and antibacterial activities of extracts prepared from different tissues of *Schinus terebinthifolius Raddi* that occurs in the coast of Bahia, Brazil. **Pharmacognosy Magazine**, vol. 11, no. 43, p. 607, 1 Jul. 2015. <https://doi.org/10.4103/0973-1296.160459>.

DA SILVA, Dariane Trivisiol *et al.* Natural deep eutectic solvent (NADES): A strategy to improve the bioavailability of blueberry phenolic compounds in a ready-to-use extract. **Food Chemistry**, vol. 364, p. 130370, 1 Dec. 2021. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2021.130370>.

DANTAS, Aline Macedo *et al.* Bioaccessibility of phenolic compounds in native and exotic frozen pulps explored in Brazil using a digestion model coupled with a simulated intestinal barrier. **Food Chemistry**, vol. 274, p. 202–214, 15 Feb. 2019. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2018.08.099>.

DE ARAÚJO, Fábio Fernandes *et al.* Chemical characterization of *Eugenia stipitata*: A native fruit from the Amazon rich in nutrients and source of bioactive compounds. **Food Research International**, vol. 139, p. 109904, 1 Jan. 2021a. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2020.109904>.

DE ARAÚJO, Fábio Fernandes *et al.* Gastrointestinal bioaccessibility and bioactivity of phenolic compounds from araçá-boi fruit. **LWT**, vol. 135, p. 110230, 1 Jan. 2021b. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2020.110230>.

DE ASSIS, Renata Carmo *et al.* Determination of water-soluble vitamins and carotenoids in Brazilian tropical fruits by High Performance Liquid Chromatography. **Heliyon**, vol. 6, no. 10, p. e05307, Oct. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05307>.

DE MOURA BARBOSA, Humberto *et al.* *Spondias tuberosa* inner bark extract exert antidiabetic effects in streptozotocin-induced diabetic rats. **Journal of Ethnopharmacology**, vol. 227, p. 248–257, 5 Dec. 2018. <https://doi.org/10.1016/J.JEP.2018.08.038>.

DE OLIVEIRA, Emanuelle Araújo *et al.* Tratamento térmico (HTST) de polpa de umbu (*Spondias tuberosa arruda* câmara). **Ciencia e Tecnologia de Alimentos**, vol. 31, no. 4, p. 923–928, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612011000400015>.

DE OLIVEIRA, Vanessa Sales *et al.* Aroeira fruit (*Schinus terebinthifolius Raddi*) as a natural antioxidant: Chemical constituents, bioactive compounds and in vitro and in vivo antioxidant capacity. **Food Chemistry**, vol. 315, no. December 2019, p. 126274, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126274>.

DE SOUZA, Florisvaldo Gama *et al.* Evaluation of antioxidant capacity, fatty acid profile, and bioactive compounds from buritirana (*Mauritiella armata* Mart.) oil: A little-explored native Brazilian fruit. **Food Research International**, vol. 142, p. 110260, 1 Apr. 2021. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2021.110260>.

DE SOUZA SCHMIDT GONÇALVES, Any Elisa; LAJOLO, Franco Maria; GENOVESE, Maria Inés. Chemical Composition and Antioxidant/Antidiabetic Potential of Brazilian Native Fruits and Commercial Frozen Pulps. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, vol. 58, no. 8, p. 4666–4674, Apr. 2010. <https://doi.org/10.1021/jf903875u>.

DEGÁSPARI, Cláudia Helena; WASZCZYNSKYJ, Nina; PRADO, Maria Rosa Machado. Atividade antimicrobiana de *Schinus terebinthifolius* Raddi. **Ciência e Agrotecnologia**, vol. 29, no. 3, p. 617–622, Jun. 2005. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542005000300016>.

DONG, Xiao Yu; YANG, Yu Liang. A Novel Approach to Enhance Blueberry Quality During Storage Using Cold Plasma at Atmospheric Air Pressure. **Food and Bioprocess Technology 2019 12:8**, vol. 12, no. 8, p. 1409–1421, 24 Jun. 2019. <https://doi.org/10.1007/S11947-019-02305-Y>.

DUTRA, Rodrigo Luiz Targino *et al.* Bioaccessibility and antioxidant activity of phenolic compounds in frozen pulps of Brazilian exotic fruits exposed to simulated gastrointestinal conditions. **Food Research International**, vol. 100, p. 650–657, 1 Oct. 2017. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.07.047>.

FALCÃO, Martha de Aguiar *et al.* Fenologia e produtividade do araçá-boi (*Eugenia stipitata*, Myrtaceae) na Amazônia Central. **Acta Amazonica**, vol. 30, no. 1, p. 9–9, Mar. 2000. <https://doi.org/10.1590/1809-43922000301021>.

FERIANI, Anouar *et al.* Multidirectional insights on polysaccharides from *Schinus terebinthifolius* and *Schinus molle* fruits: Physicochemical and functional profiles, in vitro antioxidant, anti-genotoxicity, antidiabetic, and antihemolytic capacities, and in vivo anti-inflammatory and anti-nociceptive properties. **International Journal of Biological Macromolecules**, vol. 165, p. 2576–2587, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.10.123>.

FERNANDES, Fabiano A.N.; SANTOS, Valéria O.; RODRIGUES, Sueli. Effects of glow plasma technology on some bioactive compounds of acerola juice.

Food Research International, vol. 115, p. 16–22, 1 Jan. 2019. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2018.07.042>.

FEUEREISEN, Michelle M. *et al.* Characterization of Phenolic Compounds in Brazilian Pepper (*Schinus terebinthifolius Raddi*) Exocarp. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, vol. 62, no. 26, p. 6219–6226, 2 Jul. 2014. <https://doi.org/10.1021/jf500977d>.

FEUEREISEN, Michelle M. *et al.* Differentiation of Brazilian Peppertree (*Schinus terebinthifolius Raddi*) and Peruvian Peppertree (*Schinus molle L.*) Fruits by UHPLC–UV–MS Analysis of Their Anthocyanin and Biflavonoid Profiles. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, vol. 65, no. 26, p. 5330–5338, 5 Jul. 2017. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b00480>.

FORZZA, Rafaela Campostrini *et al.* **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro, v. 1, 2010. <https://doi.org/10.7476/9788560035083>.

FRAGA, Sara *et al.* Sequential high-pressure extraction of caffeine and bioactive compounds from caferana seeds (*Bunchosia glandulifera*). **The Journal of Supercritical Fluids**, vol. 165, p. 104958, 1 Nov. 2020. <https://doi.org/10.1016/J.SUPFLU.2020.104958>.

FRAXE, Therezinha de Jesus Pinto; SILVA, Michele Lins Aracaty e. Um breve panorama da bioprospecção: sua origem, suas definições, potencial econômico e status-quo no brasil. **Terceira Margem Amazônia**, vol. 6, no. 15, p. 90–102, 26 Jan. 2020. <https://doi.org/10.36882/2525-4812.2020V6I15P90-102>.

GALANAKIS, Charis M. (Ed). **The role of alternative and innovative food ingredients and products in consumer wellness**. Academic Press, 2019.

HALL, Climbiê Ferreira; GIL, André dos Santos Bragança. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Anacardiaceae. **Rodriguésia**, vol. 68, no. 3, p. 911–916, 2017. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201768322>.

HUANG, Yancui; XIAO, Di; BURTON-FREEMAN, Britt M.; EDIRISINGHE, Indika. Chemical Changes of Bioactive Phytochemicals during Thermal Processing. **Reference Module in Food Science**. Elsevier, 2016. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.03055-9>.

ISMAIL, Balarabe B. *et al.* Investigating the effect of in vitro gastrointestinal digestion on the stability, bioaccessibility, and biological activities of baobab (*Adansonia digitata*) fruit polyphenolics. **LWT**, vol. 145, p. 111348, 1 Jun. 2021. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2021.111348>.

ITURRI, Melchor Soria; CALADO, Clara Mariana Barros; PRENTICE, Carlos. Microparticles of *Eugenia stipitata* pulp obtained by spray-drying guided by DSC: An analysis of bioactivity and in vitro gastrointestinal digestion. **Food Chemistry**, vol. 334, p. 127557, 1 Jan. 2021. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2020.127557>.

JOHNSON, L. A. S.; BRIGGS, B. G. Myrtales and Myrtaceae-A Phylogenetic Analysis. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, vol. 71, no. 3, p. 700, 1984. <https://doi.org/10.2307/2399159>.

KASSEM, M. E. S.; EL-DESOKY, S. K.; SHARAF, M. Biphenyl esters and biflavonoids from the fruits of *Schinus terebinthifolius*. **Chemistry of Natural Compounds**, vol. 40, no. 5, p. 447–450, Sep. 2004. <https://doi.org/10.1007/s10600-005-0008-z>.

LAGO, Regina Celi Araujo; MAIA, Marcos Luiz Leal; MATTA, Virgínia Martins. **O Sabor das Frutas Tropicais no Brasil**. Embrapa Agroindústria de Alimentos-Livro técnico (INFOTECA-E), 2016.

LAND, Lucas Rogerio Braz *et al.* Composição centesimal, compostos bioativos e parâmetros físico-químicos da Mama-cadela (*Brosimum gaudichaudii* Tréc) proveniente do Cerrado Mineiro. **DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde**, vol. 12, no. 2, 3 May 2017. <https://doi.org/10.12957/demetra.2017.25465>.

LANDRUM, Leslie R.; KAWASAKI, Maria Lúcia. The genera of Myrtaceae in Brazil: an illustrated synoptic treatment and identification keys. **Brittonia** **1997** **49:4**, vol. 49, no. 4, p. 508–536, 1 Oct. 1997. <https://doi.org/10.2307/2807742>.

LAZARINI, Josy Goldoni *et al.* Anti-inflammatory and antioxidant potential, in vivo toxicity, and polyphenolic composition of *Eugenia selloi* B.D.Jacks (pitangatuba), a Brazilian native fruit. **PLOS ONE**, vol. 15, no. 6, p. e0234157, 9 Jun. 2020. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234157>.

LIMA, Lorena De *et al.* Phenolic Compounds Present *Schinus terebinthifolius*

Raddi Influence the Lowering of Blood Pressure in Rats. **Molecules**, vol. 22, p. 1792, 2017. <https://doi.org/10.3390/molecules22101792>.

LORENZI, Harri; LACERDA, Marco Túlio Côrtes de; BACHER, Luis Benedito. **Frutas no Brasil : nativas e exóticas de consumo in natura**. Nova Odessa SP Brasil: Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda, 2015.

LORENZO, José M. *et al.* Polyphenols: Bioaccessibility and bioavailability of bioactive components. **Innovative Thermal and Non-Thermal Processing, Bioaccessibility and Bioavailability of Nutrients and Bioactive Compounds**. Elsevier, 2019. p. 309–332. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814174-8.00011-1>.

LOUZADA, L. B. **Produção e caracterização de filmes biodegradáveis de amido e farinha de Fruta-de-lobo (*Solanum lycocarpum* A. St.-Hil)**. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, 2018.

LUZ, Cintia Luiza da Silva. Anacardiaceae R. Br. na flora fanerogâmica do estado de São Paulo. Dissertação de Mestrado. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2011.

MACHADO, Silvia Rodrigues; CARMELLO-GUERREIRO, Sandra Maria. Estrutura e desenvolvimento de canais secretores em frutos de *Schinus terebinthifolius Raddi* (Anacardiaceae). **Acta Botanica Brasilica**, vol. 15, no. 2, p. 189–195, 2001. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062001000200005>.

MANTOVANI, Waldir; MARTINS, Fernando Roberto. Variações fenológicas das espécies do cerrado da Reserva Biológica de Moji Guaçu, Estado de São Paulo. **Rev bras bot**, vol. 11, p. 101–112, 1988.

MARA, Aline *et al.* Caracterização e processamento de Cubiu (*Solanum sessiliflorum*). **Revista Ceres**, vol. 53, no. 307, p. 309–316, 2006.

MARCILLO-PARRA, Verónica *et al.* Encapsulation of bioactive compounds from fruit and vegetable by-products for food application – A review. **Trends in Food Science & Technology**, 7 Jul. 2021. <https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2021.07.009>.

MARIUTTI, Lilian R.B. *et al.* The Amazonian fruit *Byrsonima crassifolia* effectively scavenges reactive oxygen and nitrogen species and protects human

erythrocytes against oxidative damage. **Food Research International**, vol. 64, p. 618–625, Oct. 2014. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.07.032>.

MARIUTTI, Lilian R.B.; RODRIGUES, Eliseu; MERCADANTE, Adriana Z. Carotenoids from *Byrsonima crassifolia*: Identification, quantification and in vitro scavenging capacity against peroxy radicals. **Journal of Food Composition and Analysis**, vol. 31, no. 1, p. 155–160, 1 Aug. 2013. <https://doi.org/10.1016/J.JFCA.2013.05.005>.

MICKELY W. ENGELBRECHT, Luma *et al.* Chemical Characterization, Antioxidant and Cytotoxic Activities of the Edible Fruits of *Brosimum gaudichaudii* Trécul, a Native Plant of the Cerrado Biome. **Chemistry & Biodiversity**, , p. cbdv.202001068, 14 Jun. 2021. <https://doi.org/10.1002/cbdv.202001068>.

MONTAGNER, Greice Franciele Feyh dos Santos *et al.* In Vitro Biological Properties of *Solanum sessiliflorum* (Dunal), an Amazonian Fruit. **Journal of Medicinal Food**, vol. 23, no. 9, p. 978–987, 1 Sep. 2020. <https://doi.org/10.1089/jmf.2019.0193>.

MOREIRA, RAQUEL R.D. *et al.* In vitro trypanocidal activity of solamargine and extracts from *Solanum palinacanthum* and *Solanum lycocarpum* of brazilian cerrado. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, vol. 85, no. 3, p. 903–907, Sep. 2013. <https://doi.org/10.1590/S0001-37652013000300006>.

RAMIREZ, Alethia Muñiz; COTERA, Luis B. Flores; GUTIERREZ, R. M. Z. Anti-inflammatory Activity of the Hexane Extract of *Byrsonima crassifolia* Seeds in Experimental Animal Models. **Alternative Therapies in health and medicine**, vol. 19, no. 1, p. 26–36, 2013.

MYERS, Norman *et al.* Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature** **2000 403:6772**, vol. 403, no. 6772, p. 853–858, 24 Feb. 2000. <https://doi.org/10.1038/35002501>.

NÁTHIA-NEVES, Grazielle *et al.* Extraction of bioactive compounds from genipap (*Genipa americana* L.) by pressurized ethanol: Iridoids, phenolic content and antioxidant activity. **Food Research International**, vol. 102, p. 595–604, 1 Dec. 2017. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2017.09.041>.

NEGRI, T. C.; BERNI, P. R. A.; BRAZACA, S. G. C. Nutritional value of native and exotic fruits from Brazil. **Biosaúde**, vol. 18, p. 82–96, 2016.

NERI-NUMA, Iramaia Angélica *et al.* Evaluation of the antioxidant, antiproliferative and antimutagenic potential of araçá-boi fruit (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh — Myrtaceae) of the Brazilian Amazon Forest. **Food Research International**, vol. 50, no. 1, p. 70–76, Jan. 2013. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.09.032>.

NEVES, Edinelson José Maciel *et al.* **Cultivo da aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi) para produção de pimenta-rosa**. Embrapa Florestas- Documentos (INFOTECA-E), 2016.

NEVES, Leandro Camargo *et al.* Post-harvest nutraceutical behaviour during ripening and senescence of 8 highly perishable fruit species from the Northern Brazilian Amazon region. **Food Chemistry**, vol. 174, p. 188–196, May 2015. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.10.111>.

NIC LUGHADHA, E.; PROENÇA, C. A survey of the reproductive biology of the Myrtoideae (Myrtaceae). **Annals of the Missouri Botanical Garden**, vol. 83, no. 4, p. 480–503, 1996. <https://doi.org/10.2307/2399990>.

OLIVEIRA JUNIOR, Enio Nazaré de *et al.* Análise nutricional da fruta-de-lobo (*Solanum lycocarpum* St. Hil.) durante o amadurecimento. **Ciência e Agrotecnologia**, vol. 27, no. 4, p. 846–851, 2003. <https://doi.org/10.1590/s1413-70542003000400016>.

OLIVEIRA, Silvana Ruella *et al.* In vitro gastrointestinal digestion to evaluate the total, bioaccessible and bioavailable concentrations of iron and manganese in açai (*Euterpe oleracea* Mart.) pulps. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology**, vol. 53, p. 27–33, 1 May 2019. <https://doi.org/10.1016/J.JTEMB.2019.01.016>.

PAIXÃO, Lívia M. N. *et al.* Cold Plasma Effects on Functional Compounds of Siriguela Juice. **Food and Bioprocess Technology** 2018 12:1, vol. 12, no. 1, p. 110–121, 19 Oct. 2018. <https://doi.org/10.1007/S11947-018-2197-Z>.

PALHARES, D.; PAULA, J. E. de; SANTOS SILVEIRA, C. E. dos. Morphology of stem and subterranean system of *Brosimum gaudichaudii* (Moraceae). **Acta**

Botanica Hungarica, vol. 48, no. 1–2, p. 89–101, Mar. 2006. <https://doi.org/10.1556/ABot.48.2006.1-2.12>.

PEREIRA-FREIRE, Joilane Alves *et al.* In Vitro and Ex Vivo Chemopreventive Action of *Mauritia flexuosa* Products. **Evidence-based Complementary and Alternative Medicine**, vol. 2018, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/2051279>.

PEREIRA, Ana Paula Aparecida *et al.* Impact of ripening on the health-promoting components from fruta-do-lobo (*Solanum lycocarpum* St. Hill). **Food Research International**, vol. 139, no. March 2020, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109910>.

PEREIRA, Ana Paula Aparecida *et al.* A comprehensive characterization of *Solanum lycocarpum* St. Hill and *Solanum oocarpum* Sendtn: Chemical composition and antioxidant properties. **Food Research International**, vol. 124, p. 61–69, Oct. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.09.054>.

PEREIRA, Ana Paula Aparecida *et al.* Evaluation of fruta-do-lobo (*Solanum lycocarpum* St. Hill) starch on the growth of probiotic strains. **Food Research International**, vol. 133, p. 109187, Jul. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109187>.

PEREIRA, Márcio Dias; FILHO, Sebastião Martins. Envelhecimento acelerado em sementes de Cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, vol. 40, no. 3, 16 Aug. 2010. <https://doi.org/10.5216/pat.v40i3.5608>.

PIRES, Flávia Cristina Seabra *et al.* Bioactive Compounds and Evaluation of Antioxidant, Cytotoxic and Cytoprotective Effects of Murici Pulp Extracts (*Byrsonima crassifolia*) Obtained by Supercritical Extraction in HepG2 Cells Treated with H₂O₂. **Foods 2021, Vol. 10, Page 737**, vol. 10, no. 4, p. 737, 30 Mar. 2021. <https://doi.org/10.3390/FOODS10040737>.

POZETTI, Gilberto Luiz. *Brosimum gaudichaudii* Trecul (Moraceae): Da planta ao medicamento. **Revista de Ciências Farmaceuticas Basica e Aplicada**, vol. 26, no. 3, p. 159–166, 2005.

PURUGGANAN, Michael D. Evolutionary Insights into the Nature of Plant Domestication. **Current Biology**, vol. 29, no. 14, p. R705–R714, 22 Jul. 2019.

<https://doi.org/10.1016/J.CUB.2019.05.053>.

QUATRIN, Andréia *et al.* Bioaccessibility and catabolism of phenolic compounds from jaboticaba (*Myrciaria trunciflora*) fruit peel during in vitro gastrointestinal digestion and colonic fermentation. **Journal of Functional Foods**, vol. 65, p. 103714, 1 Feb. 2020. <https://doi.org/10.1016/J.JFF.2019.103714>.

R. HAMACEK, Fabiana; S.D. MARTINO, Hércia; M. PINHEIRO-SANT'ANA, Helena. Murici, fruit from the Cerrado of Minas Gerais, Brazil: physical and physicochemical characteristics, and occurrence and concentration of carotenoids and vitamins. **Fruits**, vol. 69, no. 6, p. 459–472, 17 Nov. 2014. <https://doi.org/10.1051/fruits/2014032>.

RIBEIRO, Leilson de Oliveira *et al.* Nutrients and bioactive compounds of pulp, peel and seed from umbu fruit. **Ciência Rural**, vol. 49, no. 4, 2019. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20180806>.

RODRIGUES, Eliseu; MARIUTTI, Lilian R. B.; MERCADANTE, Adriana Z. Carotenoids and Phenolic Compounds from *Solanum sessiliflorum*, an Unexploited Amazonian Fruit, and Their Scavenging Capacities against Reactive Oxygen and Nitrogen Species. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, vol. 61, no. 12, p. 3022–3029, 27 Mar. 2013. <https://doi.org/10.1021/jf3054214>.

RODRIGUES, Leticia Misturini *et al.* Camu-camu bioactive compounds extraction by ecofriendly sequential processes (ultrasound assisted extraction and reverse osmosis). **Ultrasonics Sonochemistry**, vol. 64, p. 105017, 1 Jun. 2020. <https://doi.org/10.1016/J.ULTSONCH.2020.105017>.

RUFINO, Maria do Socorro M. *et al.* Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, vol. 121, no. 4, p. 996–1002, 15 Aug. 2010. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.01.037>.

SACRAMENTO, Célio Kersul do; BARRETTO, Waldemar de Sousa; FARIA, José Cláudio. Araçá boi: uma alternativa para agroindústria. **Bahia Agríc.**, vol. 8, no. 2, p. 22–24, 2008.

SANTOS, A. P. **Extração e caracterização do amido do fruto-do-lobo (*Solanum lycocarpum* St. Hil) e elaboração de filmes biodegradáveis.** Universidade Estadual de Goiás, 2009.

SANTOS, Diana I. *et al.* Methods for determining bioavailability and bioaccessibility of bioactive compounds and nutrients. **Innovative Thermal and Non-Thermal Processing, Bioaccessibility and Bioavailability of Nutrients and Bioactive Compounds.** [S. l.]: Elsevier, 2019. p. 23–54. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814174-8.00002-0>.

SCALBERT, Augustin *et al.* Databases on Food Phytochemicals and Their Health-Promoting Effects. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, vol. 59, no. 9, p. 4331–4348, 11 May 2011. <https://doi.org/10.1021/jf200591d>.

SCHIASSI, Maria Cecília Evangelista Vasconcelos *et al.* Fruits from the Brazilian Cerrado region: Physico-chemical characterization, bioactive compounds, antioxidant activities, and sensory evaluation. **Food Chemistry**, vol. 245, p. 305–311, Apr. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.10.104>.

SERENO, Aiane Benevide *et al.* Mineral profile, carotenoids and composition of cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal), a wild Brazilian fruit. **Journal of Food Composition and Analysis**, vol. 72, p. 32–38, Sep. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2018.06.001>.

SERNA-COCK, Liliana; VARGAS-MUÑOZ, Diana Patricia; RENGIFO-GUERRERO, Carlos Andrés. Chemical characterization of the pulp, peel and seeds of cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal). **Brazilian Journal of Food Technology**, vol. 18, no. 3, p. 192–198, Sep. 2015. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.4314>.

SILVA, D. B. *et al.* Propagação vegetativa de *Brosimum gaudichaudii* Tréc. (mama-cadela) por estacas de raízes. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, vol. 13, no. 2, p. 151–156, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1516-05722011000200005>.

SILVA, Marciane M. da *et al.* *Schinus terebinthifolius*: phenolic constituents and in vitro antioxidant, antiproliferative and in vivo anti-inflammatory activities. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, vol. 27, no. 4, p. 445–452, Jul. 2017.

<https://doi.org/10.1016/j.bjp.2016.12.007>.

SILVA, Rodrigo Ozelame da *et al.* Agroecologia, domesticação de plantas e sociobiodiversidade: por uma relação que promova as frutas nativas. **Anais do XI Congresso Brasileiro de Agroecologia**, São Cristóvão, Sergipe, vol. 15, no. 2, 2020.

SILVA FILHO, D. F. Orientações técnicas para o cultivo do cubiu (*Solanum sessiliflorum Dunal*) na Amazônia. **INPA**. Manaus, 1996. p. 9.

SILVA, J. A. *et al.* **Frutas nativas dos cerrados**. EMBRAPA, Brasília, p. 166, 1994.

SOARES, Jackeline Cintra *et al.* Comprehensive characterization of bioactive phenols from new Brazilian superfruits by LC-ESI-QTOF-MS, and their ROS and RNS scavenging effects and anti-inflammatory activity. **Food Chemistry**, vol. 281, p. 178–188, May 2019. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.12.106>.

SOUZA ROCHA, Fernando *et al.* **Domesticação de plantas nativas perenes - Programa de pesquisa**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2019.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II**. 1^a. [S. l.: s. n.], 2005.

TEODOSIO, Albert Einstein Mathias de Medeiros *et al.* Analysis of bioactive compounds in umbu (*Spondias tuberosa*) by application of edible coating based on *Chlorella* sp during storage. **Food Science and Technology**, vol. 40, no. 3, p. 756–760, Sep. 2020. <https://doi.org/10.1590/fst.19219>.

VIEIRA, R. F. *et al.* **Frutas Nativas da Região Centro-Oeste do Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006.

Autores

Annecler Rech de Marins¹, Alessandra Marjorie de Oliveira², Rafaela Lanças Gomes³, Andresa Carla Feihrmann⁴, Raquel Gutierrez Gomes^{4,*}

1. Programa de Pós-graduação em Ciências de Alimentos, Universidade Estadual de Maringá, Avenida Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil.
2. Programa de Pós-graduação em Biotecnologia Ambiental, Universidade Estadual de Maringá, Avenida Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil.
3. Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas - Botânica, Universidade Estadual Paulista, 18618-190, Botucatu, São Paulo, Brasil.
4. Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade de Maringá, Avenida Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil.

*Autor correspondente: rggomes@uem.br