



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

HERMANNY MATOS DA SILVA SOUSA

**COMPOSIÇÃO QUÍMICA, ATIVIDADE
ANTIOXIDANTE, COMPOSTOS BIOATIVOS E
ANTINUTRICIONAIS DAS POLPAS DOS FRUTOS DO
BACUPARI, PUPUNHA E TUCUMÃ**

PALMAS – TO

2022

HERMANNY MATOS DA SILVA SOUSA

**COMPOSIÇÃO QUÍMICA, ATIVIDADE
ANTIOXIDANTE, COMPOSTOS BIOATIVOS E
ANTINUTRICIONAIS DAS POLPAS DOS FRUTOS DO
BACUPARI, PUPUNHA E TUCUMÃ**

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Tocantins para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Linha de pesquisa: Desenvolvimento de novos produtos

Orientadora: Prof^a. Dra. Glêndara Aparecida de Souza Martins

Coorientadora: Profa. Dra. Soraia Vilela Borges

PALMAS – TO

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

S725c Sousa, Hermanny Matos Silva.
COMPOSIÇÃO QUÍMICA, ATIVIDADE ANTIOXIDANTE,
COMPOSTOS BIOATIVOS E ANTINUTRICIONAIS DAS POLPAS DOS
FRUTOS DO BACUPARI, PUPUNHA E TUCUMÃ. / Hermanny Matos Silva
Sousa. – Palmas, TO, 2022.

74 f.

Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do Tocantins
– Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Pós-Graduação (Mestrado) em
Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2022.

Orientadora : Glêndara Aparecida de Souza Martins

Coorientadora : Soraia Vilela Borges

1. Frutos amazônicos. 2. Composição alimentar. 3. Bioatividade. 4. Perfis
químicos. I. Título

CDD 664

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer
forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte.
A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184
do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os
dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

HERMANNY MATOS SILVA SOUSA

**COMPOSIÇÃO QUÍMICA, ATIVIDADE
ANTIOXIDANTE, COMPOSTOS BIOATIVOS E
ANTINUTRICIONAIS DAS POLPAS DOS FRUTOS DO
BACUPARI, PUPUNHA E TUCUMÃ**

Dissertação DEFENDIDA e APROVADA em 28 de janeiro de 2022,
com a Banca Examinadora composta pelos membros:



Prof. ^a Dr.^a Glândara Martins
Orientador - PPGCTA/UFT



Prof. ^a Dr.^a Renata Torrezan - Embrapa



Prof. ^a Dr.^a Elisângela Carvalho - UFLA

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecer a Deus pelo dom da vida, pelas oportunidades que me foram dadas e por colocar tantas pessoas maravilhosas na minha vida que me ajudaram a seguir em frente a cada obstáculo que aparecia na caminhada até chegar a esse momento.

A minha família, meu pai Herbet Matos, minha mãe Odineide, meu irmão Herbet Filho, e não poderia faltar a Katy, que sempre me apoiaram e me incentivaram a cada decisão que eu tomava, me dando segurança a cada passo que eu dava.

A minha orientadora, amiga, conselheira e leoa, Prof.^a Glêndara, pelos 6 anos de parceria e trabalho duro, desde a graduação (estágio não obrigatório, PIBIC, estágio obrigatório na França, TCC e no mestrado). Obrigado por ter me incentivado e me orientado no caminho das pedras para poder me tornar o profissional que sou hoje, por ter aberto portas para eu pudesse adquirir novos conhecimentos. Além da orientação profissional, no pessoal também, se preocupando com a minha saúde, me incentivando a praticar esportes, começando com a corrida de rua até chegar no crossfit, muito obrigado por cada momento, por cada puxão de orelha e pelos famosos balõezinhos.

Ao LaCiMP, por todas oportunidades, ensinamentos e amizades que tive lá dentro, um grupo, uma família que sempre trabalham juntos, apoiando, incentivando, aconselhando e torcendo pelo seu sucesso. Em especial algumas pessoas, como...

A Larissa, que nos conhecemos de verdade no mestrado e se tornou minha parceira, me ajudando nas matérias, nas análises, saindo meia noite do laboratório comigo, fazendo análises no final de semana, quase sendo expulsos da UFT pelos seguranças, pelos ensinamentos de HPLC e também nos momentos de descontração.

A Gabriela, que foi minha parceira desde a graduação, meados de 2018, até o atual momento, me auxiliando nas análises, na escrita de artigos, nos slides, nos eventos maravilhosos que ela organiza com a Romilda (Raimundinha).

A Romilda, que sempre brinco com ela, são momentos de descontração que nos ajudam a relaxar para conseguir seguir em frente. E quando juntam Gabriela, Romilda e Bianca, pode ter certeza que o dia vai ser animado, alegre, com comidas gostosas, muitas risadas e fitdance.

Ao Rômulo pelo companheirismo, suporte em diversas vezes, e momentos sonhadores com viagens pelo mundo a fora.

A Bárbara, que chegou de repente em nossas vidas, mas de cara já virou um membro da família LaCiMP, obrigado por todo suporte, conselhos e balõezinhos, ainda iriei te visitar nas “Arábias”.

Por último, mas não menos especial, Diana, uma jornada que se iniciou quando eu era seu PIBIC e se tornou essa amizade, foram 4 anos de amizade, companheirismo, debates, momentos de descontração, foram tantos momentos, e agora estou me tornando mestre (quase um doutor com você kkk) e você doutora, mas ainda teremos algumas viagens e sonhos para realizarmos juntos.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para o fim de mais esta etapa da minha vida, como Pereira C., Feitosa, Couto C, entre outros, o meu muito obrigada!

RESUMO

Com uma vasta flora, o Brasil apresenta frutos nativos e exóticos, com potencial expressivo para produção de compostos bioativos. Dentre tamanha diversidade, três frutos chamam atenção pela sua importância econômica e cultural na região em que frutificam, são eles: Bacupari (*Garcinia gardneriana*), Pupunha (*Bactris gasipaes*) e Tucumã (*Astrocaryum vulgare*). Desta maneira, faz-se necessário o estudo de estratégias para agregação de valor, considerando seu potencial para a indústria de alimentos, cosmética e farmacêutica. O objetivo deste trabalho é estudar a composição química, compostos bioativos, atividade antioxidante e presença de destes frutos. Foram realizadas análises de atividade de água (Aw), umidade, sólidos solúveis, lipídeos, cinzas, clorofila, carotenoides totais, vitamina C, fenólicos totais, atividade antioxidante pelo método do β -caroteno, DPPH, FRAP e ABTS+, antinutricionais como fitato, inibidor de tripsina, taninos totais e taninos condensados, perfis de minerais, carboidrato, ácidos orgânicos, fenólicos e flavonoides. Os valores para sólidos solúveis encontrado para o bacupari e tucumã foram altos, tornando-os frutos com potencial para produção de sucos e doces devido ao seu sabor doce. O teor de lipídeos encontrado classificam a fruta como de baixo teor de gordura. O tucumã apresentou alto teor de fibra bruta com 6,54% e todos os frutos apresentaram alto valor de carboidratos. Os frutos apresentaram altas concentrações de Vitamina C, carotenóides, compostos fenólicos e flavonoides, além disso evidenciou-se o alto potencial em compostos bioativos com resultado de atividade antioxidantes nos métodos de β -caroteno, DPPH, FRAP e ABTS+. Além de serem fontes promissoras de glicose, frutose, ácido cítrico, ácido málico e de minerais como zinco, ferro, cobre, magnésio, manganês e potássio. Em relação aos compostos antinutricionais, apenas a polpa do bacupari acusou presença de inibidor de tripsina. Conseqüentemente, a presente pesquisa apresenta informações sobre a composição química, bioquímica e antinutricionais, contribuindo para agregar valor a tais frutos e incentivar a utilização deles como opção para uma alimentação saudável, e até mesmo para utilização em indústrias de cosméticos e farmacológica.

Palavras chaves: Frutos amazônicos, Composição alimentar, Bioatividade.

ABSTRACT

With a vast flora, Brazil has native and exotic fruits, with expressive potential for the production of bioactive compounds. Among such diversity, three fruits draw attention for their economic and cultural importance in the region where they bear fruit, they are: Bacupari (*Garcinia gardneriana*), Peach palm (*Bactris gasipaes*) e Tucumã (*Astrocaryum vulgare*). In this way, it is necessary to study strategies for adding value, considering its potential for the food, cosmetics and pharmaceutical industries. The objective of this work is to study the chemical composition, bioactive compounds, antioxidant activity and presence of these fruits. Analyzes of water activity (Aw), humidity, soluble solids, lipids, ash, chlorophyll, total carotenoids, vitamin C, total phenolics, antioxidant activity by the β -carotene method, DPPH, FRAP and ABTS+, anti-nutritional such as phytate were performed. , trypsin inhibitor, total tannins and condensed tannins, mineral profiles, carbohydrate, organic, phenolic and flavonoid acids. The values for soluble solids found for bacupari and tucumã were high, making them fruits with potential for the production of juices and sweets due to their sweet taste. The lipid content found classifies the fruit as low in fat. Tucumã presented high crude fiber content with 6.54% and all fruits presented high carbohydrate content. The fruits showed high concentrations of Vitamin C, carotenoids, phenolic compounds and flavonoids, in addition, the high potential in bioactive compounds was evidenced as a result of antioxidant activity in the β -carotene, DPPH, FRAP and ABTS+ methods. In addition to being promising sources of glucose, fructose, citric acid, malic acid and minerals such as zinc, iron, copper, magnesium, manganese and potassium. Regarding the anti-nutritional compounds, only the bacupari pulp showed the presence of a trypsin inhibitor. Consequently, the present research presents information on the chemical, biochemical and anti-nutritional composition, contributing to add value to such fruits and encourage their use as an option for a healthy diet, and even for use in cosmetics and pharmacological industries.

Keywords: Amazonian fruits, Food composition, Bioactivity.

Sumário

1	INTRODUÇÃO	8
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	9
2.1	BACUPARI (<i>Garcinia gardneriana</i>)	9
2.2	PUPUNHA (<i>Bactris gasipaes</i>)	11
2.3	TUCUMÃ (<i>Astrocaryum vulgare</i>).....	14
2.4	COMPOSTOS BIOATIVOS NOS ALIMENTOS	17
2.4.1	Carotenoides	20
2.4.2	Vitaminas	21
2.4.3	Fenólicos	23
2.4.4	Fatores antinutricionais	26
2.4.5	Cianogênicos	27
2.4.6	Fitatos	27
2.4.7	Inibidores de proteases	28
2.4.8	Taninos	29
3	OBJETIVOS.....	30
3.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	30
4	MATERIAL E MÉTODOS	31
4.1	MATÉRIA PRIMA.....	31
4.2	COMPOSIÇÃO QUÍMICA.....	31
4.2.1	Potencial hidrogeniônico (pH)	31
4.2.2	Sólidos solúveis	31
4.2.3	Acidez titulável	31
4.2.4	Atividade de água (aw)	32
4.2.5	Composição proximal	32
4.3	COMPOSTOS BIOATIVOS E ANTIOXIDANTES	32
4.3.1	Clorofila	32
4.3.2	Carotenoides	32
4.3.3	Vitamina C	32
4.3.4	Obtenção dos extratos	32
4.3.5	Compostos fenólicos totais	33
4.3.6	β-Caroteno/ácido Linoleico	33
4.3.7	DPPH	33

4.3.8 FRAP	33
4.3.9 ABTS⁺	33
4.4 FATORES ANTINUTRICIONAIS	33
4.4.1 Compostos Cianogênicos	34
4.4.2 Inibidores de Tripsina	34
4.4.3 Fitatos	34
4.4.4 Taninos Totais	34
4.4.5 Taninos condensados	34
4.5 PERFIS	34
4.5.1 Perfil de Minerais	34
4.5.2 Perfil de Carboidrato	35
4.5.3 Perfil de Ácidos orgânicos	36
4.5.4 Perfil de Fenólicos	36
4.5.5 Perfil de Flavonoides	37
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
5.1 COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA	38
5.2 COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE	42
5.3 FATORES ANTINUTRICIONAIS	46
5.4 PERFIS	48
5.4.1 Perfil de Minerais	48
5.4.2 Perfil de Carboidrato	50
5.4.3 Perfil de Ácidos orgânicos	51
5.4.4 Perfil de Fenólicos	52
5.4.5 Perfil de Flavonoides	53
6 CONCLUSÕES	54
REFERÊNCIAS	55

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o país com a maior biodiversidade do mundo, abrigando cerca de 20 % da totalidade de espécies vegetais encontradas no planeta (MMA, 2019). Os frutos desta biodiversidade, nativa e exótica, apresentam um potencial expressivo de compostos bioativos, que podem ser uma fonte de bioprodutos com valor agregado (MARIUTTI et al., 2014). Em meio a tais diversidades pode-se destacar três frutos oriundos da agricultura periurbana: Bacupari, Pupunha e Tucumã. Estes são frutos nativos, ricos em compostos antioxidantes, vitaminas, flavonóides, carotenóides e compostos fenólicos totais, características que contribuem para a melhora da saúde de consumidores (GONTIJO et al., 2012; MATOS et al., 2019).

O Bacupari (*Garcinia gardneriana* (Planch. & Triana) Zappi) conhecido também como bacopari, bacupari-miúdo ou mangostão amarelo, pertence à família *Clusiaceae*. A literatura tem apontado o potencial imunotóxico, anti-inflamatório, antioxidante e anticancerígeno de substâncias biflavonóides e benzofenonas extraídas das folhas e frutos do bacupari boliviano (SANTA-CECILIA et al., 2011; GONTIJO et al., 2012; SANTA-CECILIA et al., 2012; CASTRO et al., 2015; CURY et al., 2016; MOREIRA et al., 2017; MOREIRA et al., 2018).

O Tucumã (*Astrocaryum vulgare*) pertence a família *Arecaceae* (com dimensões de 10 a 25 metros de altura e 15 a 30 centímetros de diâmetro), seus frutos são drupas ovóides lisas com 5 a 6 centímetros de diâmetro e massa média de 70 gramas por unidade, apresentando tons de amarelo e vermelho (CARNEIRO et al., 2017). Sua polpa é rica em compostos bioativos como flavonoides, β -caroteno, rutina e carotenoides (SAGRILLO et al., 2015; SILVA et al., 2018). Vale a pena destacar também o potencial antioxidante do fruto, uma vez que o β -caroteno é o precursor da vitamina A (DA COSTA et al., 2012), conferindo ao fruto a capacidade de proteger o organismo humano contra as ações dos radicais livres (DOS SANTOS et al., 2015).

A Pupunha (*Bactris gasipaes*) pertence à família das Palmáceas. Esta palmeira possui grande importância alimentar devido ao alto valor nutritivo de seus frutos e também pela produção de palmito (MELO et al., 2017a). Dentre os compostos presentes ressalta-se a presença de carotenoides, com ênfase no β -caroteno atribuindo ao fruto capacidade antioxidante e com isso propriedades terapêuticas e medicinais, além do elevado teor provitamina A (BASTOS et al., 2016; SERAGLIO et al., 2015).

Considerando todo potencial relatado, aliado a falta de informações detalhadas na literatura acerca desses frutos, a determinação de sua composição poderá indicar o seu potencial

para a indústria de alimentos e/ou farmacêutica, agregando valor aos frutos e, conseqüentemente, gerando renda.

Nesse sentido, esta dissertação tem como objetivo estudar as características químicas, bioquímicas, antioxidantes e antinutricionais dos frutos amazônicos Bacupari, Pupunha e Tucumã. Assim como agregar valor e conhecimento sobre os diversos frutos, disseminando suas características para a população e conseqüentemente, gerar inserção social na pesquisa científica.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 BACUPARI (*Garcinia gardneriana*)

O bacupari (*Garcinia gardneriana* (Planch & Triana) Zappi), pertence à família *Clusiaceae* e ao gênero *Garcinia*, sendo popularmente conhecido como bacupari, bacoparé e também de mangostão amarelo. O bacuparizeiro é encontrado na margem de rios e córregos, sendo utilizado, principalmente, na medicina tradicional contra infecções, dores e diversos tipos de inflamação (MOREIRA et al., 2018; ROCHA et al., 2018a). Além disso, seus frutos (Figura 1) são apreciados tanto no consumo *in natura* quanto seus derivados. Esta árvore é nativa do Brasil, encontrada principalmente na região amazônica, porém é cultivada em todo o Brasil (RODRIGUES et al., 2021). Em certas épocas do ano, essa espécie pode resistir a inundações ou submersão por vários dias, capacidade esta que permite que o fruto do bacupari se adapte facilmente aos diversos climas brasileiros (SOUZA, De et al., 2013).

Figura 1 Fruto maduro do bacupari (*Garcinia gardneriana*)



Fonte: Elaborado pelo autor

Segundo Santa-Cecília et al., (2011), o bacuparizeiro (Figura 2) é uma árvore de tamanho médio, com altura de 5 a 7 metros, e seu tronco pode variar de 15 a 25 cm, que floresce de agosto a setembro. Seus frutos são amarelos, com polpa branca mucilaginosa, do tipo baga, de 3 a 5 cm de comprimento por 2,5 a 3,5 cm de largura, arredondado ou oblongo. São apreciados no consumo *in natura* ou na forma de sorvetes, doces, sucos e outros produtos pela população local (ROCHA et al, 2018a).

Figura 2 Bacuparizeiro (*Garcinia gardneriana*)



Fonte: Elaborado pelo autor

As espécies de *Clusiaceae* estão distribuídas principalmente em regiões tropicais. Compreendem cerca de 40 gêneros e 1200 espécies, sendo *Garcinia (Rheedia)* o gênero mais numeroso com cerca de 400 espécies, amplamente distribuídas na Ásia tropical, África, Nova Caledônia, Polinésia e Brasil (SANTA-CECÍLIA et al., 2011). As espécies de *Garcinia* são conhecidas por serem ricas em metabólitos secundários, como as xantonas preniladas e oxigenadas (CUI et al., 2010).

O gênero *Garcinia* demonstrou por estudos fitoquímicos possuir uma grande diversidade de compostos bioativos, como benzofenonas, xantonas e flavonóides, como 7-Epiclusianona e moreloflavona (MOREIRA et al., 2018). Muitos desses constituintes são princípios ativos com propriedades farmacológicas contra várias doenças (CASTRO et al., 2015).

Foram relatados em pesquisas anteriores que o extrato de bacupari apresenta atividade antiinflamatória e antioxidante (SANTA-CECÍLIA et al., 2012) e estudos recentes constataram

que o extrato de casca de bacupari tem efeito antiobesogênico em ratos obesos, tratados com dieta hiperlipídica (MOREIRA et al., 2017). Já em outras pesquisas foram comprovadas que os compostos bioativos presentes nos extratos da casca e da semente do bacupari apresentam propriedades antimicrobianas (GONTIJO et al., 2012), anti-inflamatórias (MELO et al., 2021a), ansiolíticas (CARVALHO-SILVA et al., 2012), leishmanicidas e fotoprotetoras (FIGUEIREDO et al., 2014).

Entretanto, os subprodutos: casca e sementes (Figura 3), do bacupari, representam cerca de 60% da massa do fruto. Embora represente uma proporção significativa, e com estudos realizados a respeito das qualidades fitoquímicas, farmacêuticas e medicinais dessa fruta, atualmente há poucos trabalhos na literatura discutindo o uso de semente ou casca como ingrediente no desenvolvimento de novos produtos para a indústria de alimentos (MELO et al., 2021b).

Figura 3 Bacupari (*Garcinia gardneriana*), A: casca, polpa; B: semente



Fonte: Elaborado pelo autor

2.2 PUPUNHA (*Bactris gasipaes*)

A pupunha (*Bactris gasipaes* (Kunth)), é uma espécie de palmeira da família *Arecaceae*, nativa do bioma Amazônia. O fruto (Figura 4) é uma drupa com polpa comestível em torno de uma única semente (rígida/fibrosa), com 4–6 cm de comprimento e 3–5 cm de largura, com formas diferentes (cônica, ovoide ou elipsóide) e pesos variados (20–205 g) (NERI-NUMA et al., 2018). Além disso, apresenta uma casca fina aderida à polpa, com coloração diversificada (vermelha, laranja ou amarela), dependendo da variedade e do estágio de maturação, podendo ter a presença ou ausência de sementes (DA COSTA et al., 2019).

Figura 4 Fruto pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth), com diferentes estágios de maturação



Fonte: Elaborado pelo autor

A palmeira pupunha ou pupunheira (Figura 5), é caracterizada por ser monóica, alógama, espinhosa, polivalente e pode atingir até 20 m de altura, com folhas pinadas na copa. O cacho pode conter entre 50 - 1000 frutos, podendo ser considerada uma drupa, que apresenta um epicarpo fibroso vermelho, amarelo ou laranja, um mesocarpo e endocarpo oleoso (VALENCIA et al., 2015). Ocorrem principalmente em áreas de mata úmida próximos de cursos d'água permanente, onde os índices pluviométricos são bastante diferenciados, variando de 2.000 a 6.000 mm, sendo então categorizado por ter uma umidade relativa do ar superior a 80% (Silva, 2008). Seus frutos são pequenas drupas com diâmetro médio de 3-4 cm de diâmetro (CHISTÉ & FERNANDES, 2016).

Figura 5 Pupunheiro (*Bactris gasipaes*)



Fonte: Elaborado pelo autor

Tradicionalmente, a pupunha (Figura 6) é consumida após o cozimento em água com sal ou açúcar para melhorar o sabor e eliminar os cristais de oxalato de cálcio da casca (MATOS, 2019). Outras preparações são relatadas, como frutas fritas, saladas, tortas, tortilhas de sementes para crianças e doces, sendo consumidas mais no café da manhã e lanche da tarde (PIRES et al., 2021)

Figura 6 Corte transversal do fruto da pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth)



Fonte: Elaborado pelo autor

Assim como outras frutas amazônicas, a pupunheira apresenta uma promissora composição de lipídios e compostos bioativos, principalmente carotenóides (pró-vitamina A) e compostos fenólicos (SANTOS et al., 2015b; MATOS et al., 2019). De acordo com a literatura,

a ingestão frequente desses compostos tem sido associada à diminuição da incidência de doenças crônico-degenerativas (LUNA-GUEVARA et al., 2018; BRITTON, 2020).

A pupunha é uma importante fonte de manganês, potássio, ferro e zinco para consumo diário recomendado. Destaca-se o alto teor de vitamina A na fruta, três vezes mais que a dose diária recomendada. A vitamina A desempenha papéis fisiológicos importantes (por exemplo, modulação das funções ópticas, reprodutivas, imunológicas, desenvolvimento de osso/tecido e queratinização da pele) (HU et al., 2020).

O teor de óleo presente na polpa da pupunha possui elevado teor de ácidos graxos insaturados (ácido oleico) e esteróis (sitosterol), estando diretamente correlacionados aos baixos níveis de LDL e a diminuição da incidência de doenças cardiovasculares (BEZERRA & SILVA, 2016). Nesse sentido, Carvalho et al. (2013b) relataram que ratos Wistar alimentados com pupunha antes e após a lactação apresentaram aumento do colesterol HDL, além de redução do colesterol total, peso corporal e triglicédeos.

Apesar de apresentar uma composição nutricional rica, a pupunheira não se limita apenas no uso de seu fruto, a mesma pode ser aproveitada integralmente. Por exemplo, a palmeira é empregada na área da arquitetura como elemento de paisagismo; sua raiz apresenta diversas atividades vermicidas; o tronco como madeira para construção de casas, arcos, flechas e varas de pescar; as flores, depois de caírem, como tempero para culinária; suas folhas, nas coberturas para habitações, cestas e demais objetos (GRAEFE et al., 2013).

2.3 TUCUMÃ (*Astrocaryum vulgare*)

A espécie *Astrocaryum vulgare* Mart., de acordo com a classificação botânica, pertence ao reino *Plantae*, divisão *Magnoliophyta*, classe *Liliopsida*, ordem *Arecales*, família *Arecaceae*, e gênero *Astrocaryum* (OLIVEIRA et al., 2018). A família *Arecaceae* inclui cerca de 2.600 espécies de palmeiras pertencentes a 181 gêneros, que crescem principalmente em regiões tropicais e subtropicais ao redor do mundo. As variedades de palmeiras produzem frutas comestíveis, como nozes, frutas vermelhas e frutas de caroço, que podem ter texturas diferentes. Existem 480 espécies nativas na flora brasileira, distribuídas em três dos seis biomas nacionais, de importância sócio-etnobotânica e ecológica para os povos indígenas, caboclas, ribeirinhos e residentes do bioma (NERI-NUMA et al., 2018; EMILIO et al., 2019; DE SOUZA et al., 2020).

No Brasil, é conhecido por uma diversidade de nomes como tucumã-arara, tucumã-piranga, tucumã-piririca, tucumã-uassu-rana, tucum-assu, tucum-bravo, tucum-da-serra,

tucum-do-matto e tucum-purupuru; o Tucumã é um fruto nativo da Amazônia legal brasileira (SAGRILLO et al., 2015), sendo a espécie *vulgare* encontrada principalmente no estado do Pará (OLIVEIRA et al., 2018; MATOS et al., 2019) (Figura 7).

Figura 7 Fruto maduro do tucumã (*Astrocaryum vulgare*)



Fonte: Elaborado pelo autor

As palmeiras são grandes, com até 25 metros de altura, crescem ao longo do rio e seus troncos são espinhosos. (SHANLEY et al., 2012; SAGRILLO et al., 2015; CARNEIRO et al., 2017). Como a maioria dos frutos exclusivos da Amazônia, o período de frutificação do tucumã é de janeiro a abril. Em média, cada árvore de tucumzeiro pode produzir de 2 a 5 cachos de frutos por ano, contendo 200 a 400 frutos, e cada cacho pesa de 10 a 30 Kg. (SHANLEY et al., 2012) (Figura 8).

Figura 8 Tucumzeiro (*Astrocaryum vulgare*)



Fonte: Do Nascimento & Oliveira (2016)

O fruto pertence ao tipo de drupa, cuja cor da casca e da polpa variam do amarelo ao laranja escuro, existindo apenas uma semente por unidade de fruto. (SAGRILLO et al., 2015; FERREIRA et al., 2021a). O fruto tem diâmetro de 5 a 6 cm e massa de 70 a 75 gramas, sendo utilizado principalmente na confecção de pratos regionais e consumido *in natura* (MATOS et al., 2019) (Figura 9).

Figura 9 A.Frutos do tucumã (*Astrocaryum vulgare*) inteiros e descascados. B.Semente de tucumã inteira e corte transversal.



Fonte: Elaborado pelo autor

A extração sustentável dos frutos tem grande potencial para promover o desenvolvimento da região amazônica e se tornar uma fonte de renda para os moradores locais. (FERREIRA et al., 2021a). A comercialização das frutas é realizada principalmente em feiras públicas em cidades da região amazônica, e a polpa é utilizada como matéria-prima principal para a formulação de pratos como sanduíches, tapiocas, pães, cremes e sorvetes (DIDONET e FERRAZ, 2014; KIELING et al., 2019; FERREIRA et al., 2021a; SILVA et al., 2021b).

No entanto, a indústria não utiliza apenas a polpa, mas as cascas e sementes anteriormente descartadas também são utilizadas como subprodutos (FERREIRA et al., 2021b). A extração do óleo sempre foi um dos usos, pois a existência de compostos biologicamente ativos comprova o grande potencial desta fruta (IBIAPINA et al., 2021; FERREIRA et al., 2021b).

Segundo a literatura, o tucumã possui um mesocarpo fibroso que fornece alto teor de nutrientes. Esta fruta possui baixo teor de umidade, alto teor de fibras e alto teor de calorias. Mas entre os nutrientes, o teor de lipídios é o mais significativo, chegando a mais de 40%. O óleo tem se mostrado rico em uma variedade de carotenoides, o que tem chamado a atenção da

comunidade científica, que iniciou pesquisas para ampliar o conhecimento acadêmico sobre a fruta. (SAGRILLO et al., 2015; MATOS et al., 2019; ROSSATO et al., 2019; FERREIRA et al., 2021b; IBIAPINA et al., 2021; SANTOS et al., 2021; SILVA et al., 2021a).

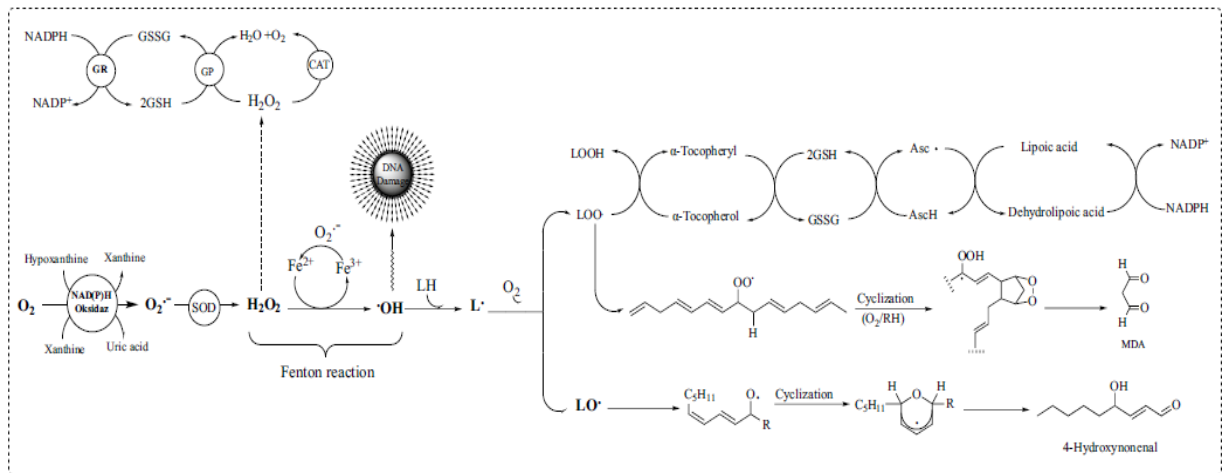
2.4 COMPOSTOS BIOATIVOS NOS ALIMENTOS

O envelhecimento é o processo lento de degradação fisiológica experimentado pelos organismos ao longo do tempo. Doenças degenerativas como câncer, diabetes tipo 2, doença de Alzheimer e doenças cardiovasculares usam o envelhecimento como um importante fator de risco relacionado ao seu aparecimento, levando a muitas mortes. No nível biológico, a senescência é entendida como o acúmulo de dano celular e molecular, que leva a mudanças na função e estrutura dos tecidos e células, como danos ao contato célula a célula, envelhecimento, perda da homeostase mitocondrial e capacidade regenerativa reduzida. Muitas pessoas no mundo perderam a vida devido a doenças crônicas (DHALARIA *et al.*, 2020; KONSTANTINIDI & KOUTELIDAKIS, 2019).

Entre os muitos fatores que causam desequilíbrio oxidativo e estresse no corpo, os radicais livres são um dos principais que produzem espécies reativas de oxigênio que causam danos às células. Entre os reativos de oxigênio podemos ter categorias que incluem radical hidroxila (OH), radical peridroxila (HO₂), ácido hipocloroso (HOCl), radical ânion superóxido (O₂⁻), peróxido de hidrogênio (H₂O₂), oxigênio singlete (O₂), radical de óxido nítrico (NO), radical hipoclorito (OCI⁻), peroxinitrito (ONOO⁻) e diferentes peróxidos lipídicos (AZIZ et al., 2019; SANTOS-SÁNCHEZ et al., 2019).

Como coprodutos naturais gerados pelo corpo, os radicais livres e espécies reativas são resultado na produção de ATP (adenosina trifosfato) nas mitocôndrias quando as células utilizam o oxigênio obtido pela respiração para gerar energia (Figura 10).

Figura 10 Visão geral das reações que levam à formação de espécies reativas de oxigênio e seus efeitos. Enzima superóxido dismutase, enzima catalase, Glutaciona redutase, glutaciona peroxidase



Fonte : GULCIN, (2020)

Os sistemas biológicos têm meios naturais para controlar os radicais livres, como superóxido dismutase, glutaciona peroxidase ou compostos não enzimáticos, como bilirrubina e albumina. Porém, quando a exposição aos radicais é alta, o sistema endógeno fica sobrecarregado e não pode proteger o organismo. Para superar essa deficiência, o corpo pode usar fontes para obtê-los e regular a função antioxidante natural (SANTOS-SÁNCHEZ et al., 2019; DHALARIA et al., 2020; GULCIN, 2020; GULCIN, 2020).

Compostos bioativos e antioxidantes desempenham um papel nos alimentos e no corpo humano reduzindo os processos de oxidação e danos causados por espécies reativas de oxigênio. Moléculas antioxidantes nutricionais são usadas em sistemas para atrasar a peroxidação e a formação de lipídios a partir do produto da peroxidação lipídica secundária, preservando assim o sabor, a cor e a textura do armazenamento do produto alimentício. São definidos como qualquer substância que retarda, evita ou remove danos oxidativos a uma molécula alvo ou podem ser definidos como substâncias que removem diretamente os reagentes (KONSTANTINIDI & KOUTELIDAKIS, 2019; GULCIN, 2020).

As frutas endêmicas da Amazônia legal têm sido objeto de inúmeros estudos devido à incidência de compostos bioativos de antioxidantes com características terapêuticas e funcionais. Entre os compostos podemos mencionar carotenoides, Vitamina C, vitamina A, fenólicos, pigmentos, ácidos graxos e outros compostos (Tabela 1) (IBIAPINA et al., 2021; MIRANDA et al., 2021; SOUSA et al., 2021).

Tabela 1. Compostos bioativos de frutos da Amazônia legal.

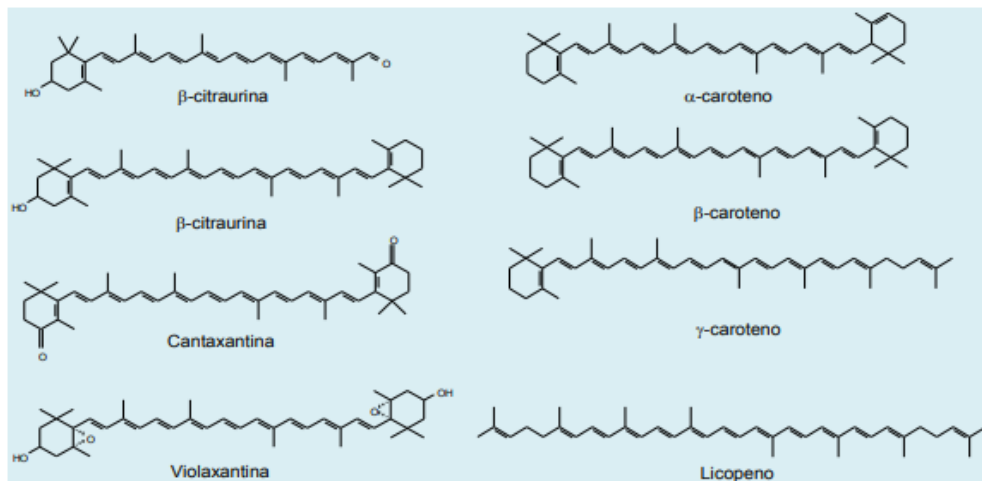
Fruto	Composto	Autor
Camu-camu (<i>Myrciaria dúbia</i>)	Ácidos graxos	Justi et al. (2000)
	Ácidos orgânicos	Alves et al. (2002)
Uxi (<i>Endopleura uchi</i>)	Ácidos orgânicos	Marx et al. (2002)
	Ácidos graxos	Berto et al. (2015)
	Aminoácidos	Marx et al. (2002)
Pedra-ume caá (<i>Eugenia punicifolia</i>)	Óleos essenciais	De Albuquerque et al. (2019)
	Tocoferóis	Rodrigues et al., 2010
Buriti (<i>Mauritia flexuosa</i>)	Ácido oleico	Jaramillo-Vivanco et al., 2022; Serra et al., 2019
	Ácido palmítico	Serra et al., 2019
	Tocoferóis	Agostini-Costa, 2018; Darnet et al., 2011
Pataua (<i>Oenocarpus bataua</i>)	Ácido oleico	Serra et al., 2019
	Ácido palmítico	Serra et al., 2019
	Ácidos graxos	Rufino et al., 2011
Açaí (<i>Euterpe oleracea</i>)	Ácidos graxos	Rufino et al., 2011
Araçá-pera (<i>Psidium acutangulum</i>)	Ácidos orgânicos	Ramos et al., 2015
	Ácidos graxos	
Biribá (<i>Annona mucosa</i>)	Ácido linoleico	Berto et al., 2015
	Ácido α -linolênico	Berto et al., 2015
Rambutan (<i>Nephelium lappaceum</i>)	Álcoois alifáticos	Araújo et al., 2021
	Compostos carbonílicos	Araújo et al., 2021
Pupunha (<i>Bactris gasipaes</i>)	Leucina	Yuyama et al., 2003; Araújo et al., 2021
	Valina	Yuyama et al., 2003; Araújo et al., 2021
	Triptofano	Yuyama et al., 2003; Araújo et al., 2021
	Ácido oleico	Santos et al., 2020
	Ácido palmítico	Santos et al., 2020
Tucumã (<i>Astrocaryum vulgare</i>)	Ácido linoleico	Santos et al., 2020
	Ácidos graxos insaturados	Sagrillo et al., 2015
	Ácidos graxos saturados	Sagrillo et al., 2015

2.4.1 Carotenoides

Presentes em inúmeras plantas, já foram identificados e caracterizados mais de 700 carotenoides diferentes (Tabela 2). A estrutura marjoritária é formada por um esqueleto tetraterpenico (C40) simétrico característico, é possível encontrar compostos com esqueletos de 30, 45 e 50 carbonos. São conhecidos por fornecer pigmentação para os sistemas biológicos, apresentando coloração vermelha, laranja ou amarela, à exceção dos carotenoides fitoteno e fitoflueno que são incolores (MESQUITA et al., 2017; SANTOS-SÁNCHEZ et al., 2019).

Existem essencialmente, duas classes de carotenoides: carotenos e xantofilas (Figura 11). A primeira classe é qualificada pela presença de um hidrocarboneto linear ou ciclizado em uma ou ambas as moléculas. Já as xantofilas compreendem os derivados oxigenados dos carotenos, cujos os grupos são: hidroxila, ceto, epóxido e aldeído. Os artigos revelam que a função dos carotenoides como antioxidantes é devido a sua cadeia poli-insaturada conjugada, esse é o fragmento responsável pela capacidade de inibir os radicais livres (MESQUITA et al., 2017; SANTOS-SÁNCHEZ et al., 2019).

Figura 11 Exemplos de xantofilas à esquerda e de carotenos à direita



Fonte: MESQUITA et al., (2017)

Tabela 2. Carotenoides em frutos da Amazônia legal

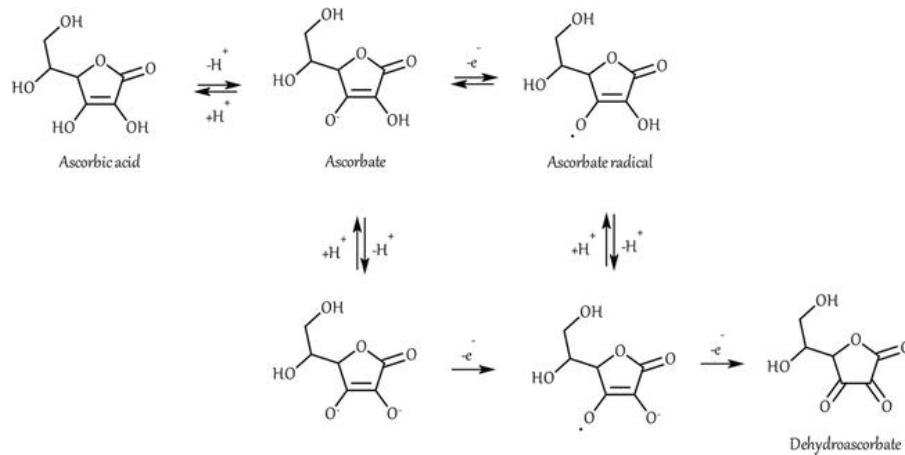
Fruto	Composto	Autor
Araça-boi (<i>Eugenia stipitata</i>)	Luteína	Berni et al. (2019)
	Zeaxantina	Berni et al. (2019)
	all-trans- β -carotene	Berni et al. (2019)

Buriti (<i>Mauritia flexuosa</i>)	all-trans- β -carotene	Schiassi et al., 2018; Wen et al., 2017
	13 - <i>cis</i> - β - caroteno	Schiassi et al., 2018; Wen et al., 2017
Açaí (<i>Euterpe oleracea</i>)	Antocianinas	Song et al., 2021
Rambutan (<i>Nephelium lappaceum</i>)	Antocianinas	Sun et al., 2011
Pupunha (<i>Bactris gasipaes</i>)	β -caroteno	Santos et al., 2015; Matos et al., 2019
	γ -caroteno	Santos et al., 2015; Matos et al., 2019
	Licopeno	Santos et al., 2015; Matos et al., 2019
	Luteína	Santos et al., 2015; Matos et al., 2019
Tucumã (<i>Astrocaryum vulgare</i>)	β -caroteno	Sagrillo et al., 2015; Matos et al., 2019

2.4.2 Vitaminas

As vitaminas, que são micronutrientes essenciais para o bem do corpo humano, não podem ser sintetizadas naturalmente pelo organismo, portanto, para realizar muitas atividades metabólicas, devem ser obtidas através da alimentação. Vários frutos amazônicos tem se destacado como fontes de vitamina C, vitamina A e B12 que estimulam o sistema imunológico humano (Tabela 3) (DHALARIA et al., 2020; SOUSA et al., 2021; SOUZA, de et al., 2020).

Da mesma forma, elas têm propriedades redutoras potentes que neutralizam os efeitos do estresse oxidativo. A Vitamina C (ácido ascórbico) é solúvel em água e demonstra uma primeira linha de defesa contra os radicais livres que danificam o DNA, tecidos e membranas e é encontrada em abundância em frutos cítricos. A vitamina C se transforma em radical ascorbato, doando elétrons ao radical lipídico para interromper as reações de peroxidação lipídica (Figura 12). Os mecanismos de reação da vitamina são baseados na transferência de um átomo hidrogênio para peroxila, inativação de oxigênio singlete na eliminação de oxigênio molecular (SANTOS-SÁNCHEZ et al., 2019; AZIZ et al., 2019; DHALARIA et al., 2020).

Figura 12 Mecanismo da atividade de eliminação de radicais livres da vitamina C

Fonte: SANTOS-SÁNCHEZ et al., (2019)

Tabela 3. Vitaminas em frutos da Amazônia legal

Fruto	Composto	Autor
Araça-boi (<i>Eugenia stipitata</i>)	Ácido ascórbico	Neves et al. (2015)
Camu-camu (<i>Myrciaria dúbia</i>)	Ácido ascórbico	Castro et al. (2015); Rufino et al. (2010)
	Vitamina A	Zanatta e Mercadante (2007)
Uxi (<i>Endopleura uchi</i>)	Ácido ascórbico	Neves et al. (2015)
	α -Tocoferol	Marx et al. (2002)
Madroño (<i>Garcinia madruno</i>)	Ácido ascórbico	Osorio et al., 2013; Carrillo-Hormaza et al., 2016
	Vitamina A	Osorio et al., 2013; Carrillo-Hormaza et al., 2016
Buriti (<i>Mauritia flexuosa</i>)	Ácido ascórbico	Abreu-Naranjo et al., 2020
	α -tocoferol	Serra et al., 2019
	β - tocoferol	Serra et al., 2019
	δ - tocoferol	Serra et al., 2019
Açaí (<i>Euterpe oleracea</i>)	Ácido ascórbico	Rufino et al., 2009
Araçá-pera (<i>Psidium acutangulum</i>)	Ácido ascórbico	Ramos et al., 2015
Biribá (<i>Annona mucosa</i>)	Ácido ascórbico	Araújo et al., 2021

Rambutan (<i>Nephelium lappaceum</i>)	Ácido ascórbico	Araújo et al., 2021
Pupunha (<i>Bactris gasipaes</i>)	Ácido ascórbico	Araújo et al., 2021
	Vitamina A	Araújo et al., 2021; Matos et al., 2019
	α -tocoferol	Radice et al., 2014
Tucumã (<i>Astrocaryum vulgare</i>)	Ácido ascórbico	Araújo et al., 2021
	Vitamina A	De Rosso e Mercadante, 2007
	Vitamina B2	Sagrillo et al., 2015

2.4.3 Fenólicos

Os compostos fenólicos compõem um grupo vasto de substâncias químicas com diversas estruturas e atividades biológicas diversas, abrangendo mais de 8.000 compostos distintos que são partes importantes da dieta humana (Tabela 4). Em plantas, seu papel é atuar nos mecanismos de defesa, defendendo-as do estresse por patógenos e predadores, também tendo a capacidade de atuar como doadores de hidrogênio ou para metais quelantes, como ferro e cobre, oxidando lipoproteínas de baixa densidade. Conferindo assim, ao composto fenólico, ação sobre doenças neurodegenerativas, como câncer e leucemia (VICENTE & BOSCAIU, 2018; VUOLO et al., 2019; SANTOS-SÁNCHEZ et al., 2019; DHALARIA et al., 2020).

Métodos *in vitro* são usados para examinar a atividade antioxidante de compostos fenólicos e extratos vegetais, baseando-se em reações de transferência de um elétron ou de um átomo de hidrogênio. A transferência de elétrons é evidenciada por metodologias que demonstram alterações de coloração associadas como espécies de concentração de antioxidantes nas amostras. Enquanto a transmissão do átomo de hidrogênio são reações com base na competição termodinâmica entre os substratos e antioxidantes por radical peroxil (VUOLO et al., 2019; AZIZ et al., 2019; SANTOS-SÁNCHEZ et al., 2019).

Entre os métodos de mudança de coloração, as principais metodologias utilizadas são: a Determinação de Fenólicos Totais através do reagente de Folin-Cioocalteu (SCHIASSI et al., 2018), Determinação da Atividade Antioxidante Total pela Captura do Radical Livre ABTS⁺ (RUFINO et al., 2007), Determinação da Atividade Antioxidante Total pelo Método de Redução do Ferro (FRAP) (RUFINO et al., 2006) e Determinação da Atividade Antioxidante Total pela Captura do Radical Livre DPPH (RUFINO et al., 2007).

O método do reagente Folin-Cioocalteu é o mais frequentemente utilizado para contabilizar os fenólicos totais, baseando-se na capacidade dos fenóis reagirem com os agentes oxidantes. O

reagente Folin-Ciocalteu possui molibdato e tungstato de sódio, que reagem com qualquer tipo de fenol. A transferência de elétrons em pH básico reduz o molibdato e tungstato de sódio em óxidos de tungstênio (W_8O_{23}) e molibdênio (Mo_8O_{23}), que apresentam uma cor azul brilhante em solução. Esta intensidade de cor é proporcional ao número de grupos hidroxila da molécula (SCHIASSI et al., 2018; SANTOS-SÁNCHEZ et al., 2019).

O ABTS (2,2'-azinobis- (3-etilbenzotiazolina-6-sulfonato)) é uma molécula alvo usada avaliar a atividade antioxidante de amostras na presença de peróxidos. O ABTS é submetido inicialmente a uma reação oxidativa como persulfato de potássio, gerando um cátion $ABTS^+$ com um azul marcante e que é absorvida em comprimento de onda de 734 nm. A ação antioxidante pode ser expressa em μM de Trolox por grama de amostra (RUFINO et al., 2007; VUOLO et al., 2019; SANTOS-SÁNCHEZ et al., 2019).

A análise de FRAP tem por objetivo medir a atividade antioxidante total baseando-se na capacidade das amostras de reduzir o íon férrico Fe^{3+} para íon ferroso Fe^{2+} gerando a coloração azul. A Tripiridiltriazina férrica (TPTZ 2,4,6-Tris(2-piridil)-s-triazina) reagente usado na metodologia possui uma cor amarela e quando reduzido íon férrico a ferroso pelo extrato da amostra. A leitura espectrofométrica é realizada a 595 nm onde os resultados são expressos em μM sulfato ferroso/g de amostra (RUFINO et al., 2006; VUOLO et al., 2019; SANTOS-SÁNCHEZ et al., 2019).

Já o DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil) é um radical de nitrogênio orgânico, que possui um elétron de valência não pareado em um átomo da ponte de nitrogênio, é estável especialmente em meio alcoólico e insolúvel em meio aquoso. O deslocamento do elétron dá origem a um violeta profundo, porém, quando em contato com o extrato da amostra capaz de doar elétrons perde a intensidade da cor e torna-se amarela. A técnica EC_{50} é realizada com base na quantidade de amostra necessária para diminuir em 50% a concentração inicial do radical DPPH (RUFINO et al., 2007; VUOLO et al., 2019; SANTOS-SÁNCHEZ et al., 2019).

Tabela 4. Compostos fenólicos e antioxidantes em frutos da Amazônia legal

Fruto	Composto	Autor
Camu-camu (<i>Myrciaria dúbia</i>)	Polifenóis	Fracassetti et al. (2013); Fujita et al. (2013)
	1-methylmalate	Akachi et al. (2010)
Pedra-ume caá (<i>Eugenia puniceifolia</i>)	Ácido gálico	Ramos et al., 2019
	Miricetina	Ramos et al., 2019
	Ácido elágico	Ramos et al., 2019
	Quercetina	Ramos et al., 2019

	Kaempferol	Ramos et al., 2019
Madroño (<i>Garcinia madruno</i>)	Biflavonoides	Ramirez et al., 2019
	Ácido cafeico	Agostini-Costa, 2018; Bataglion et al., 2014
	Ácido clorogênico	Agostini-Costa, 2018; Bataglion et al., 2014
Buriti (<i>Mauritia flexuosa</i>)	Ácido protocatecuico	Agostini-Costa, 2018; Bataglion et al., 2014
	Catequina	Agostini-Costa, 2018; Bataglion et al., 2014
	Epicatequina	Agostini-Costa, 2018; Bataglion et al., 2014
	Miricetina	Agostini-Costa, 2018; Bataglion et al., 2014
	Ácido gálico	Rezaire et al., 2014; Tauchen et al., 2016
Pataua (<i>Oenocarpus bataua</i>)	Ácido sinápico	Rezaire et al., 2014; Tauchen et al., 2016
	Luteolina	Rezaire et al., 2014; Tauchen et al., 2016
	Kaempferol	Rezaire et al., 2014; Tauchen et al., 2016
Açaí (<i>Euterpe oleracea</i>)	Polifenóis	Rufino et al., 2011
Biribá (<i>Annona mucosa</i>)	Ácido ferúlico	Araújo et al., 2021
	Geraniína	Zhuang et al., 2017
Rambutan (<i>Nephelium lappaceum</i>)	Flavonoides	Zhuang et al., 2017
	Corilagina,	Zhuang et al., 2017
	Procianidina,	Zhuang et al., 2017
	Ácido gálico	Zhuang et al., 2017
	Ácido elágico	Zhuang et al., 2017
Pupunha (<i>Bactris gasipaes</i>)	β -caroteno	Quesada et al., 2011
	Flavonoides	Santos et al., 2015

Tucumã (<i>Astrocaryum vulgare</i>)	Rutina	Sagrillo et al., 2015; Silva et al., 2018
	Catequina	Sagrillo et al., 2015; Silva et al., 2018
	Quercetina	Sagrillo et al., 2015; Silva et al., 2018
	Ácido clorogênico	Sagrillo et al., 2015; Cabral et al., 2020
	Ácido gálico	Sagrillo et al., 2015; Cabral et al., 2020
	β -caroteno	Sagrillo et al., 2015

2.4.4 Fatores antinutricionais

Os fatores antinutricionais são compostos químicos sintetizados ou presentes nos alimentos, formados pelo metabolismo natural da espécie ou por várias ações que vão contra a nutrição ideal. Produzidos por plantas para se defender contra a ação de fungos, insetos e predadores, esses compostos são principalmente metabólitos secundários gerados como subproduto de metabólitos primários sintéticos (KUMAR et al., 2020; SINHA et al., 2017).

Metabólitos secundários são biologicamente ativos e podem evoluir em grande medida como produtos colaterais, como hipertrofia pancreática, inibição do crescimento e digestibilidade. Uma das razões que limitam o consumo de produtos e o amplo uso industrial de alimentos tropicais é a presença desses compostos que são tóxicos para os humanos (ABBAS e AHMAD, 2018; KUMAR et al., 2020; VASHISHTH et al., 2021).

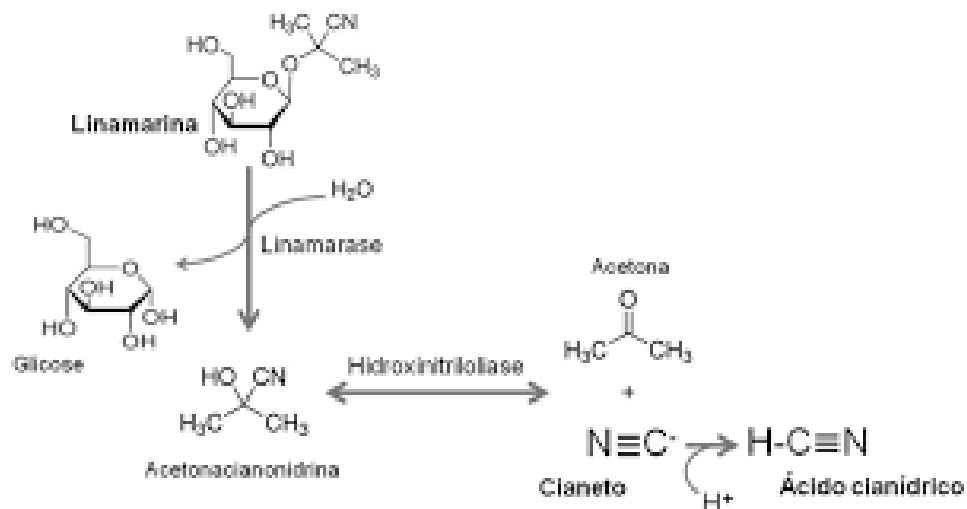
Os compostos antinutricionais podem ser classificados de acordo com seu modo: anti-proteínas, quando as substâncias interrompem principalmente a assimilação da digestão de proteínas e o uso de aminoácidos por antiminerais, nos quais as substâncias interferem com a assimilação ou metabolismo de minerais e antivitaminas cujas substâncias inativam desfiguram as vitaminas. Também podem ser classificados de acordo com sua origem biossintética: glicosídeos cianogênicos, inibidores de enzimas, desreguladores fisiológicos e agentes hormonais (SAHU et al., 2020).

2.4.5 Cianogênios

São conhecidos como cianogênios os compostos que através de hidrólise liberam cianeto de hidrogênio (HCN). Em plantas, a função geral depende da ativação de β -glicosidasas para liberar HCN volátil tóxico, também na forma de cetonas ou aldeídos com a finalidade de eliminar herbívoros e atacar compostos patogênicos (SINHA et al., 2017).

O cianeto de hidrogênio pode causar disfunção do sistema nervoso central, insuficiência respiratória e parada cardíaca. Quando um alimento contendo cianogênios é ingerido, o corpo é decomposto pela ação da β -glucosidase, produzindo açúcar e uma aglicona. A aglicona é então desencadeada pela proteína uma hidroxinitrila que produz cianeto e um aldeído ou uma cetona (Figura 13). O HCN é extremamente tóxico para o corpo e pode causar morte, agindo na parte final dos elétrons, ele bloqueia citocromo oxidase, que sintetiza ATP (DAMIANI et al., 2020; SINHA et al., 2017).

Figura 13 Formação do íon cianeto e do ácido cianídrico a partir da degradação do glicosídeo cianogênio linamarina por ação enzimática



Fonte: Campos, (2016)

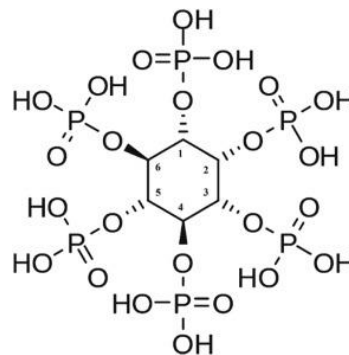
2.4.6 Fitatos

Os fitatos também conhecidos como hexaquisfosfato de Inositol (InsP6), são a forma de sal do ácido fítico e estão presentes nas plantas, animais e no solo (SINHA et al., 2017). Possuem a aptidão de formar fortes quelantes com cálcio (Ca), magnésio (Mg), ferro (Fe), cobre (Cu), zinco (Zn) e potássio (K), afetando a absorção desses minerais importantes em animais e humanos (COSTA, da et al., 2021; KUMAR et al., 2021b; RABOY, 2020).

O maior acúmulo de fitato nos alimentos é encontrado nas sementes, que ocorre durante o amadurecimento e enchimento do grão. Os principais constituintes do ácido fítico são o fosfato e Inositol (Figura 14), e o ácido não pode ser digerido pelos humanos e nem por animais monogástricos, a não ser que se utilize a enzima fitase para hidrolisar o fitato e assim liberar fósforo e os outros minerais micronutrientes. A redução na biodisponibilidade de minerais divalentes e trivalentes (Zn^{2+} , $Fe^{2+}/3+$, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Mn^{2+} e Cu^{2+}) por fitato é devido à sua alta carga. Atuando como um antinutricional, o fitato pode causar em condições gastrointestinais ao se ligar a vários fatores que afetam a digestão (DAS et al., 2020; KUMAR et al., 2021a).

Por outro lado, pesquisas mostraram que, em pequenas quantidades, o mesmo composto pode ter efeitos positivos. Por exemplo, aumento da atividade antioxidante; como um agente antimicrobiano; como moderador de estresse; e como um inibidor da oxidação de lipídios e proteínas, suprimindo a catálise iônica em reações oxidativas (COSTA, et al., 2021; DAS et al., 2020; HANDA et al., 2020).

Figura 14 Estrutura do ácido fítico



Fonte: HANDA et al., (2020)

2.4.7 Inibidores de proteases

Os inibidores de protease são proteínas capazes de inibir enzimas proteolíticas. Esses inibidores têm sido estudados nas últimas décadas do século XX, sendo identificados pela primeira vez em bactérias. Eles são considerados como ferramentas úteis para específicos inativos e úteis no tratamento de vários, incluindo câncer, malária, hipertensão e AIDS (RAUF et al., 2021).

Em plantas, inibidores são frequentemente encontrados especialmente em sementes da maioria dos vegetais e cereais. Devido à sua natureza especial de proteína, eles podem ser

facilmente desnaturados por processos térmicos, embora algum resíduo ainda possa permanecer no produto cozido (SINHA et al., 2017; VEER et al., 2021).

Os inibidores de proteases identificados nas plantas comumente contêm pouco ou nenhum carboidrato e têm peso molecular que varia de 4.000 a 80.000 daltons. O suco pancreático humano contém cerca de 10-20% do total de tripsina ativa, que possui a capacidade de ligar proteases, que resistem a digestão no intestino delgado, garantindo dessa maneira a remoção do corpo por excreção (ABBAS e AHMAD, 2018; KUMAR et al., 2020; SINHA et al., 2017; VEER et al., 2021).

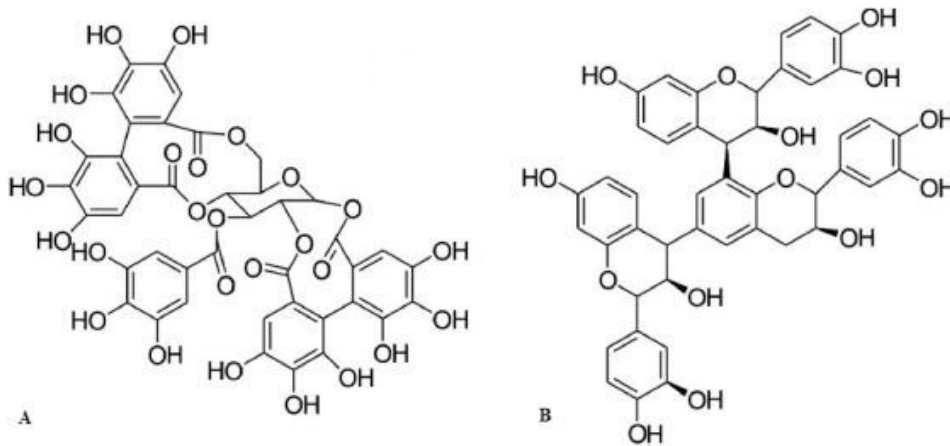
2.4.8 Taninos

O tanino é uma substância orgânica amarelada e amarga, presente na casca e em outros tecidos vegetais, que se liga a proteínas precipitadas e vários outros compostos orgânicos, incluindo aminoácidos e alcaloides (SAHU, TRIPATHY & ROUT, 2020). Sua biossíntese geralmente está associada a respostas defensivas a herbívoros, patógenos e raios ultravioleta (SILVA et al., 2021a).

Eles são compostos fenólicos secundários de plantas, nos quais são ésteres de galoílo ou proantocianidinas oligoméricas poliméricas que são sintetizadas por vias biogênicas de plantas. Estão presentes na faixa de 5 a 10% dos materiais vegetais vasculares principalmente na casca, caules, sementes, raízes, botões e folhas, entretanto, também estão presentes nos frutos (ABBAS E AHMAD, 2018; DAS *et al.*, 2020; SINHA *et al.*, 2017).

Os taninos podem ser classificados em dois grupos principais: taninos condensados e taninos hidrolisáveis (Figura 15). Os condensados são compostos por flavonoides (flavan 3-ol ou flavan 3, 4-diol) sem núcleo de açúcar, constituindo mais de 90% do total dos taninos comerciais. Já os hidrolisáveis são constituídos de ésteres de ácido gálico (galotaninos) e ácido elágico (elagitaninos) com núcleo de açúcar principalmente glicose e demonstram ter fontes limitadas na natureza (DAS et al., 2020; SILVA et al., 2021a).

Figura 15 Estrutura dos taninos (A) hidrolisáveis e (B) condensados



Fonte: DAS et al., (2020)

Os taninos são extremamente sensíveis ao calor, portanto, o próprio cozimento tem potencial para melhorar a digestibilidade da proteína em preparações. Assim, a aplicação de tratamentos térmicos em alimentos que contém esses compostos os torna aptos ao consumo seguro (VASHISHTH et al., 2021).

3 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é determinar a composição química, bioquímica, presença de compostos antinutricionais e a capacidade antioxidantes da polpa dos frutos amazônicos Bacupari, Pupunha e Tucumã.

3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar a polpa dos frutos estudados quanto à: composição proximal, pH, acidez titulável, teor de carotenoides totais, vitamina C, compostos fenólicos totais, perfil de minerais, perfil de carboidratos, perfil de ácidos orgânicos, perfil de compostos fenólicos, perfil de flavonoides;
- Avaliar a capacidade antioxidante das porções das polpas dos frutos por meio dos protocolos de DPPH, FRAP, ABTS e β -CAROTENO;
- Avaliar a presença de compostos antinutricionais na porção polpa dos frutos.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATÉRIA PRIMA

Os frutos do bacupari foram obtidos na cidade de Aurora do Tocantins, localizada ao sul do estado, já as pupunhas foram obtidas na cidade de Redenção ao sul do estado do Pará, e os tucumãs foram obtidos em Xinguara ao sul do estado do Pára. Todos os frutos foram acondicionados em caixas de isopor com compressas de gelo e encaminhados para o Laboratório de Cinética e Modelagem de Processos (LaCiMP) da Universidade Federal do Tocantins, campus Palmas. Realizou-se a seleção dos frutos em função da maturação e lesões mecânicas em função do transporte. Posteriormente, foram lavados em corrente e sanitizados com solução de hipoclorito de sódio, com concentração de 200 mg.L^{-1} . A separação de cascas e sementes da pupunha e do tucumã foram realizadas manualmente devido aos seus formatos irregulares. Já o bacupari foi despulpado em uma despulpadeira industrial. As três frações, casca, polpa e semente foram armazenadas em pacotes de polipropileno e congelados a ($-18 \text{ }^{\circ}\text{C}$), até a realização das análises.

4.2 COMPOSIÇÃO QUÍMICA

4.2.1 Potencial hidrogeniônico (pH)

A determinação do pH foi realizada utilizando potenciômetro calibrado com soluções de pH 7,0 e 4,0, segundo AOAC (2012).

4.2.2 Sólidos solúveis

O teor de sólidos solúveis foi realizado por meio de leitura da diluição (1:9) das amostras em água destilada em refratômetro digital, segundo AOAC (2012), com resultados expressos em $^{\circ}\text{Brix}$.

4.2.3 Acidez titulável

A acidez titulável total foi realizada por meio de titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 M, conforme a AOAC (2012).

4.2.4 Atividade de água (aw)

A atividade de água foi realizada em temperatura ambiente, utilizando-se aparelho Aqualab.

4.2.5 Composição proximal

O teor de umidade (%) foi determinado por secagem em estufa à 75 °C, até peso constante; as cinzas (%) foram determinadas pelo método de incineração em mufla, a 550 °C; teor de lipídeos totais (%) foram determinados por Soxhlet; nitrogênio total (%) será quantificado pelo Método de Kjeldahl (1883), considerando-se 6,25 como fator de conversão para o cálculo de proteína bruta; os carboidratos totais (%) serão calculados por diferença. Todas as análises foram realizadas conforme metodologia proposta pela AOAC (2012).

4.3 COMPOSTOS BIOATIVOS E ANTIOXIDANTES

4.3.1 Clorofila

Clorofila foi extraída e determinada pela metodologia proposta por Engel e Poggiani (1991), sendo as leituras realizadas a 652 nm e os resultados expressos em mg/100 g de amostra fresca.

4.3.2 Carotenoides

A extração de carotenóides foi realizada de acordo com Higby (1962) e as leituras foram feitas a 450 nm e os resultados expresso em mg/100 g.

4.3.3 Vitamina C

O teor de vitamina C foi determinado em espectrofotômetro pelo método colorimétrico com 2,4 dinitrofenilhidrazina, conforme Strohecker e Henning (1967), com os resultados expressos em mg/100 g de ácido ascórbico.

4.3.4 Obtenção dos extratos

Os extratos para quantificação dos antioxidantes e os compostos fenólicos foram obtidos da seguinte forma: inicialmente, foram pesados 2-5 g de amostra e adicionado 80 mL de álcool etílico (80%), mantido em agitação por 1h. Posteriormente foram filtrados em papel filtro. Todo

o processo foi realizado ao abrigo de luz, e os extratos foram armazenados em frascos âmbar e congelados até a realização das análises (RUFINO et al. 2010).

4.3.5 Compostos fenólicos totais

A determinação dos compostos fenólicos totais, foi realizada utilizando o reagente de Folin-Ciocalteu, conforme metodologia descrita por Waterhouse (2002), em espectrofotômetro digital com absorvância de 750 nm. Os resultados foram expressos em miligramas de equivalente de ácido gálico (EAG)/100 g de amostra.

4.3.6 β -Caroteno/ácido Linoleico

A quantificação de β -Caroteno/ácido Linoleico, foi realizada por meio da metodologia proposta por Rufino et al. (2006a). Os resultados foram expressos em percentagem de inibição da oxidação (% IO).

4.3.7 DPPH

A atividade antioxidante dos extratos foi determinada pela redução do radical estável 2,2- di(4-t-octilfenil) -1-picrilhidrazila (DPPH.), seguindo o método descrito por Brand Williams et al. (1995), com modificações segundo Rufino et al. (2007b).

4.3.8 FRAP

A atividade antioxidante, avaliada quanto ao poder de redução do Ferro, foi medida de acordo com Rufino et al. (2006b). Os resultados foram expressos em μmol de Trolox/g de massa fresca.

4.3.9 ABTS⁺

A capacidade de redução do radical ABTS⁺ foi realizada segundo a metodologia proposta por Rufino et al. (2007a). Os resultados foram expressos em μmol de Trolox/g de massa fresca.

4.4 FATORES ANTINUTRICIONAIS

4.4.1 Compostos Cianogênicos

A presença de ácido cianídrico foi avaliada utilizando o teste Guignard. Para a comparação da presença de compostos cianogênicos foi utilizada a semente de ameixa, pois a mesma apresenta glicosídeos cianogênicos precursores do ácido cianídrico (ARAÚJO, 2011). Os resultados foram expressos em presença ou ausência.

4.4.2 Inibidores de Tripsina

O teor de inibidores de tripsina foi determinado de acordo com Arcon (1979), com base na extração de três extratos: básico, neutro a ácido para a amostra. O conteúdo foi determinado espectrofotometricamente a 280 nm. Os resultados foram expressos em presença ou ausência.

4.4.3 Fitatos

O conteúdo de ácido fítico foi determinado pelo método descrito por Latta e Eskin (1980), utilizando resina DEAE- Cellulose (ion-exchangeresin), de acordo com Villela et al. (1973). Sendo quantificados espectrofotometricamente a 500 nm. Os resultados foram expressos em presença ou ausência.

4.4.4 Taninos Totais

O conteúdo de taninos totais foi determinado espectrofotometricamente a 760 nm, pelo método de Swain e Hillis (1959). Os resultados foram expressos em presença ou ausência.

4.4.5 Taninos condensados

O conteúdo de taninos condensados foi estimado espectrofotometricamente, pelo método de Sun et al. (1998), com adaptações realizadas por Barcia et al. (2012). A leitura foi realizada em espectrofotômetro a 500 nm. Os resultados foram expressos em presença ou ausência.

4.5 PERFIS

4.5.1 Perfil de Minerais

No preparo da amostra, pesou-se 0,5 g de amostra em tudo de digestão, em seguida foi adicionado 4 mL de ácido nítrico concentrado e foi levado ao bloco digestor por 2 horas a 110 °C. Após resfriamento, foi adicionado mais 2 mL de ácido nítrico e 2 mL de peróxido de

hidrogênio concentrado e retornou ao bloco digestor por mais 2 horas a 130 °C. Em seguida as amostras foram transferidas para balão volumétrico de 25 mL e volumadas com água ultrapura e em seguida a amostra foi filtrada em papel filtro quantitativo. O mesmo processo foi realizado para o branco analítico. A solução resultante foi utilizada para determinação de minerais por espectrometria de emissão óptica (ICP-OES), determinando as concentrações de zinco (Zn), ferro (Fe), cobre (Cu), magnésio (Mg), manganês (Mn), cromo (Cr), alumínio (Al), potássio (K) e sódio (Na). Todas as vidrarias e utensílios utilizados no preparo da amostra foram previamente descontaminados por 48 horas em solução de ácido nítrico aquoso 10%.

O método foi validado de acordo com as recomendações das diretrizes de validação do INMETRO e AOAC (AOAC 2002; BRASIL 2011). De acordo com INMETRO, os parâmetros de sensibilidade, linearidade, limite de detecção e quantificação são usadas na validação (BRASIL 2011). Para a avaliação da linearidade e seletividade, curvas analíticas foram construídas para cada elemento analisado, em seis níveis de concentração, por padronização externa, de forma independente em triplicata. A linearidade foi determinada através do gráfico dos resultados do ensaio dependendo da concentração, calculando a equação de regressão linear e o coeficiente de correlação linear (r^2). Sensibilidade foi expresso como o coeficiente angular da curva analítica. O limite de detecção (LD) e o limite de quantificação (LQ) foram avaliados pela leitura da resposta da amostra branco 10 vezes e calculadas conforme proposto no INMETRO (BRASIL 2011).

4.5.2 Perfil de Carboidrato

As polpas foram homogeneizadas, e pesou-se 2,5 g da amostra e posteriormente diluídas em 50 mL de água ultrapura (Milli-Q). Em seguida foram colocados em um banho ultrassom por 30 min a 45 °C. Após esse processo a amostra foi centrifugada e foi recolhido o sobrenadante. A seguir, filtrou-se em filtro PTFE (Politetrafluoretileno) hidrofílico com tamanho de poro de 0,22 μm e mantidas a -18 °C até serem injetadas no cromatógrafo (WARTHESEN E KRAMER, 1979).

A determinação e quantificação do perfil de carboidratos foi realizada por cromatografia líquida de alta eficiência – HPLC, nas seguintes condições de análise: equipamento marca Agilent, modelo 1260 infinity II, equipado com detector de índice de refração-RID a 40 °C, usando uma coluna cromatográfica Supelcogel C-610H (30 cm x 7.8 mm) – Sigma-Aldrich, pré-coluna Supelguard C610H (5cm x 4,6 mm) – sigma – Aldrich, a fase móvel utilizada foi 0.1% H₃PO₄ (água deionizada e ácido fosfórico), com fluxo (vazão da fase móvel) de 0,5 mL.min⁻¹, tempo total de corrida de 18 min e temperatura de forno de 40 °C. Glicose, xilose,

frutose, celobiose e arabinose foram usados como padrão para identificação dos compostos por meio de comparação com tempo de retenção de cada um. O método cromatográfico utilizado foi segundo metodologia do manual de aplicações da Coluna Supelcogel - Sigma Aldrich.

4.5.3 Perfil de Ácidos orgânicos

As polpas foram homogeneizadas com água ultrapura (Milli-Q), na proporção de 1:2. Alíquotas de aproximadamente 1 mL da mistura foram diluídas com a fase móvel na proporção de 1:9 (Dos Santos et al., 2014). A seguir, filtrou-se em filtro PTFE (Politetrafluoretileno) hidrofílico com tamanho de poro de 0,22 μm , e finalmente foram injetadas no cromatógrafo.

Soluções estoque individuais de ácido cítrico, ácido málico e ácido tartárico, foram preparadas em água ultrapura (Milli-Q) e armazenadas a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. A solução de ácido cítrico padrão foi feita diluindo a quantidade apropriada para obter 5 níveis de calibração (concentrações finais de 20, 100, 340, 420 e 500 mg/L). Já as soluções de ácido málico e ácido tartárico foram feitas diluindo a quantidade apropriada de cada solução padrão para obter 7 níveis de calibração (concentrações finais de 10, 50, 90, 130, 170, 210 e 250 mg/L). As curvas padrão de cada ácido pode ser obtidas traçando a área do pico (eixo y) em relação à concentração padrão (eixo x).

A determinação e quantificação do perfil de ácidos orgânicos foi realizada por cromatografia líquida de alta eficiência – HPLC. , nas seguintes condições de análise: equipamento marca Agilent, modelo 1260 infinity II, equipado com detector de arranjo de diodo-DAD a 40°C , usando uma coluna cromatográfica Supelcogel C-610H (30 cm x 7.8 mm) – Sigma-Aldrich, pré-coluna Supelguard C610H (5 cm x 4,6 mm) – sigma – Aldrich, a fase móvel utilizada foi 0.1% H_3PO_4 (água deionizada e ácido fosfórico), com fluxo (vazão da fase móvel) de 0,5 mL.min⁻¹ , tempo total de corrida de 18 min e temperatura de forno de $40\text{ }^{\circ}\text{C}$, no comprimento de onda de 215 nm. Ácido cítrico, ácido málico e ácido tartárico foram usados como padrão para identificação dos compostos por meio de comparação com tempo de retenção de cada um. O método cromatográfico utilizado foi segundo metodologia do manual de aplicações da Coluna Supelcogel - Sigma Aldrich.

4.5.4 Perfil de Fenólicos

Os ácidos fenólicos conjugados foram extraídos das polpas de bacupari, pupunha e tucumã de acordo com o estudo de Escriche e Juan-Borrás, 2018. Resumidamente, 1 g de amostra foi pesado e dissolvido em 30 mL de solução etanólica a 70% (70:30 etanol: água ultrapura). O processo de extração foi realizado em um banho ultrassônico a $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 25 min.

Em seguida, centrifugou-se e filtrou-se com filtro de PTFE (Politetrafluoretileno) hidrofílico com tamanho de poro de 0,22 μm .

Soluções estoque individuais de ácido cafeico, ácido clorogênico, ácido elágico, ácido gálico e catequina foram preparadas em metanol a 10 mg/mL e armazenadas a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. As soluções de mistura padrão de trabalho foram feitas diluindo a quantidade apropriada de cada solução padrão para obter 7 níveis de calibração (concentrações finais de 2, 10, 50, 100, 200, 500 e 1000 $\mu\text{g/mL}$). As curvas padrão de cada ácido fenólico pode ser obtidas traçando a área do pico (eixo y) em relação à concentração padrão (eixo x).

Um HPLC-DAD Agilent modelo 1260 infinity II, com detector de matriz de diodos, foi usado para determinar os compostos fenólicos comprimento de onda de detecção de 295 nm a 350 nm e o software OpenLab-Chemstation para análise de dados. A separação cromatográfica foi realizada em uma coluna Zorbax C18 (250 mm \times 4,6 mm, 5 μm) - Agilent. O método cromatográfico foi baseado nas informações fornecidas por Escriche e Juan-Borrás, 2018. O tempo de execução foi de 30 min, com 1 min de tempo pós-execução. Os detalhes sobre o método são os seguintes: forno de coluna ($30\text{ }^{\circ}\text{C}$); fase móvel A (ácido fórmico a 5%); fase móvel B (acetonitrila); taxa de fluxo (0,8 mL/min); lavagem com agulha (100% acetonitrila); volume de injeção (20 μL). O gradiente aplicado foi: 0 min (10% B); 3 min (15% B); 18 min (40% B); 24 min (40% B); 27 min (66% B); 33 min (70% B); 40 min (80% B).

Os tempos de retenção de todos os padrões foram confirmados por injeções padrão individuais. Uma mistura padrão para verificar os tempos de retenção foi injetada a cada dia útil. As amostras foram filtradas através de um filtro de membrana com tamanho de poro de 0,2 μm antes da análise cromatográfica. A análise foi realizada em triplicado.

4.5.5 Perfil de Flavonoides

Os flavonoides foram extraídos das polpas de bacupari, pupunha e tucumã de acordo com o estudo de Escriche e Juan-Borrás, 2018. Resumidamente, 1 g de amostra foi pesado e dissolvido em 30 mL de solução etanólica a 70% (70:30 etanol: água ultrapura). O processo de extração foi realizado em um banho ultrassônico a $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 25 min. Em seguida, centrifugou-se e filtrou-se com filtro PTFE (Politetrafluoretileno) hidrofílico com tamanho de poro de 0,22 μm .

Soluções estoque individuais de kaempferol, miracetina, naringina, quercetina e rutina foram preparadas em metanol a 10 mg/mL e armazenadas a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. As soluções de mistura padrão de trabalho foram feitas diluindo a quantidade apropriada de cada solução padrão para obter 7 níveis de calibração (concentrações finais de 2, 10, 50, 100, 200, 500 e 1000 $\mu\text{g/mL}$).

As curvas padrão de cada ácido fenólico foram ser obtidas traçando a área do pico (eixo y) em relação à concentração padrão (eixo x).

Um HPLC-DAD Agilent modelo 1260 infinity II, com detector de matriz de diodos, foi usado para determinar os flavonoides comprimento de onda de detecção de 256 nm a 350 nm e o software OpenLab-Chemstation para análise de dados. A separação cromatográfica foi realizada em uma coluna Zorbax C18 (250 mm × 4,6 mm, 5 µm) - Agilent. O método cromatográfico foi baseado nas informações fornecidas por Escriche e Juan-Borrás, 2018. O tempo de execução foi de 30 min, com 1 min de tempo pós-execução. Os detalhes sobre o método são os seguintes: forno de coluna (30 °C); fase móvel A (ácido fórmico a 5%); fase móvel B (acetonitrila); taxa de fluxo (0,8 mL/min); lavagem com agulha (100% acetonitrila); volume de injeção (20 µL). O gradiente aplicado foi: 0 min (10% B); 3 min (15% B); 18 min (40% B); 24 min (40% B); 27 min (66% B); 33 min (70% B); 40 min (80% B).

Os tempos de retenção de todos os padrões foram confirmados por injeções padrão individuais. Uma mistura padrão para verificar os tempos de retenção foi injetada a cada dia útil. As amostras foram filtradas através de um filtro de membrana com tamanho de poro de 0,2 µm antes da análise cromatográfica. A análise foi realizada em triplicado.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

Os resultados obtidos para as análises físico-químicas para a polpa de pupunha, bacupari e de tucumã estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Características físico-químicas da polpa da pupunha (*Bactris gasipaes*), bacupari (*Garcinia gardneriana*) e tucumã (*Astrocaryum vulgare*).

Parâmetros Avaliados	Pupunha	Bacupari	Tucumã
pH	6,61±0,02	6,02±0,4	6,71±0,04
SS (°Brix)	4±0,1	10,66±0,51	9,5±0,07
Acidez Titulável (%)	2,01±0,28	1,97±0,8	1,80±0,16
Razão SS/AT¹	1,99	5,41	5,27
Aw	0,93±0,02	0,93±0,01	0,91±0,01
Umidade (%)	77,62±2,02	79,52±0,33	37,40±0,62

Cinzas (%)	0,45±0,1	0,46±0,03	2,20 ± 0,04
Lipídeos (%)	6,59±0,33	0,18±0,01	10,87±0,65
Fibras (%)	0,49±0,01	0,89±0,21	6,54±0,14
Proteínas (%)	1,33±0,06	1,66±0,05	3,08±0,31
Carboidratos (%)	13,52	17,29	39,91

¹: SS/AT- razão entre o teor de sólidos solúveis totais e acidez titulável total.

*Resultados expressos em média ± desvio padrão (n = 3).

O valor médio de pH encontrado para a polpa da pupunha e de tucumã foram respectivamente de 6,61±0,02 e 6,71±0,04, caracterizando-os como levemente ácidos. Os valores determinados para a polpa de pupunha e de tucumã neste trabalho foi superior ao encontrado por Silva et al. (2013), que obteve valor médio para a polpa de pupunha de 5,63; e superior ao encontrado por Silva (2016) que obteve o valor médio de 5,6. Essa variação pode ser explicada pela alteração das regiões de coleta da matéria-prima, grau de maturação, adubação do solo, variedade estudada, tipo de clima, grau de umidade, entre outros fatores (LEPSCH, 2016).

O valor médio de acidez para a polpa da pupunha foi de 2,01±0,28% e 1,80±0,16% para a polpa de tucumã, o que demonstra que ambas as polpas apresentam caráter levemente ácido. Matérias primas ácidas possuem grande interesse para a agroindústria, pois de acordo com Melo et al. (2017a) frutos com acidez titulável superior a 1% não necessitam de adição de ácido cítrico para conservação, já que a alta acidez torna o meio não propício para o desenvolvimento de microrganismos.

Quanto aos resultados encontrados para pH, a polpa de bacupari é caracterizada como ácida, devido ao valor de pH de 6,02±0,4. Os valores obtidos para acidez titulável foram de 1,97±0,8% (Tabela 5), podendo ser utilizados pela indústria na produção de geleias e doces em massa. Apresentando resultados similares aos da pesquisa realizada por Braga Filho et al. (2001), onde o bacupari apresentou pH 6 e acidez titulável de 1,8%.

A Razão SS/AT é o um dos parâmetros que melhor descreve o sabor, pois associa o teor de açúcares e ácidos presentes no fruto, favorecendo assim a aceitabilidade do produto (MELO et al., 2017b). Considerando a relação com o sabor, destaca-se o teor de sólidos solúveis (SS) da polpa do bacupari de 10,66±0,51 °Brix e do tucumã de 9,5±0,07 °Brix (Tabela 5), uma vez que estes estão relacionados aos teores de açúcares encontrados no fruto. Nota-se que na razão SS/AT do bacupari e tucumã (Tabela 5), respectivamente, 5,41 e 5,27 a polpa de bacupari

apresenta um valor ligeiramente superior mostrando a influência da maior concentração de açúcares presentes em suas polpas, conferindo assim um sabor mais adocicado à este fruto.

A polpa da pupunha apresentou baixas concentrações de SS ($4\pm 0,1$ °Brix) ao se comparar com outros frutos amazônicos como açai, bacuri, graviola, cupuaçu e noni, que possuem teores de sólidos solúveis variando de 18,0 a 9,0 °Brix (CANUTO et al., 2010). Ao realizar a razão (SS/AT) o valor obtido foi de 1,99 (Tabela 5), o que pode justificar o sabor neutro da polpa de pupunha. Devido a essa neutralidade de sabor, para o seu consumo a população leva o fruto a cocção com adição de sal ou açúcar (MATOS et al., 2019).

A polpa da pupunha obteve $77,62\pm 2,02$ % de umidade, corroborando com o valor encontrado para A_w de $0,93\pm 0,02$ %, o que caracteriza o fruto como alimento de alto teor de água ($A_w > 0,85$) (CARVALHO et al., 2013). A umidade e a atividade de água estão diretamente relacionadas à estabilidade, qualidade e composição de frutos, assim como o rendimento. Diante do exposto, são exigidos cuidados com a colheita, o transporte e o processamento da pupunha, uma vez que essa elevada atividade de água favorece a perecibilidade (SILVA et al., 2013).

A atividade de água na polpa do bacupari foi de $0,93\pm 0,01$ %. Nessa faixa de atividade a proliferação de microrganismos em temperatura ambiente ocorre de forma facilitada tornando assim indispensável a refrigeração no período pós-colheita, armazenamento e transporte para que a produção não se perca (TAPIA et al., 2020). De forma semelhante o teor elevado de umidade na polpa do bacupari ($79,52\pm 0,33$ %) também denota a necessidade destes cuidados. Fernández et al. (2018) em seu estudo do perfil mineral e bromatológico de frutos amazônicos, obteve resultado superior aos determinados neste trabalho para a umidade da polpa, chegando a 86,61%, assim como Tome et al. (2019) para a caracterização do fruto de Achachairú (bacupari boliviano) que encontraram teor de umidade da polpa de 80,68%.

Dentre os três frutos, tucumã foi o que apresentou a menor umidade, considerada baixa o valor de $37,40\pm 0,62$ % (Tabela 5). Entretanto, obtém uma elevada atividade de água apresentando o valor de $0,91\pm 0,01$ %. De tal forma faz-se necessário tomar medida de prevenção no pós-colheita a fim de impedir que a deterioração da produção não ocorra mais rapidamente (Silva et al, 2018).

Nota-se que a polpa da pupunha apresentou porcentagens baixas de cinzas ($0,45\pm 0,1$ % - Tabela 5). Em seu estudo com a mesma variedade do fruto coletado no estado do Pará, Carvalho et al., (2013) obtiveram resultados superiores de 1,14 %; quanto a cinzas da polpa. Silva et al. (2013) obteve 1,09% de cinzas analisando as pupunhas coletadas no estado de Goiás; enquanto Melo et al. (2017a) analisando frutos do estado de Minas Gerais, obtiveram resultados

ainda maiores de 1,91%. Percebe-se então que os resultados podem variar dependendo da região de origem do fruto estudado, devido as condições endoclimáticas da matéria-prima (local de colheita, solo e clima).

Quanto ao teor de cinzas, o valor encontrado para a polpa de bacupari foi de $0,46 \pm 0,03\%$ (Tabela 5), superior ao encontrado por Fernández et al. (2018) de 0,19% também para a polpa de bacupari. Essa porcentagem de cinzas é considerada baixa, porém faz-se necessário traçar o perfil mineral da polpa, uma vez que a literatura destaca que o bacupari pode ser considerado fonte de sódio, potássio, fósforo, magnésio e cálcio, considerados importantes para o organismo. Além disso esses minerais atuam na formação de ossos e dentes, ajudam no balanceamento de líquidos e substâncias, o que faz promover o funcionamento adequado dos sistemas (SARMENTO et al., 2015).

O tucumã se destacou com um alto teor de cinzas ($2,20 \pm 0,04\%$) (Tabela 5), contudo o valor é inferior ao encontrado na pesquisa de Santos et al., (2018), podendo ser relacionada aos fatores climáticos e região de plantio do fruto. A porcentagem de cinzas encontrada na polpa do tucumã corrobora com a necessidade de se realizar a análise detalhada desses constituintes.

Quanto ao ter de lipídeos obteve-se $6,59 \pm 0,33\%$ para a polpa da pupunha e $10,87 \pm 0,65\%$ para a polpa de tucumã (Tabela 5). De acordo com resolução RDC n. 360 de 23 de dezembro de 2003 da ANVISA, cada grama ingerida de lipídeos contém 9 kcal calorias (BRASIL, 2003), assim pode-se caracterizar a polpa da pupunha e de tucumã como alimentos com alto valor energético.

O gênero *Garcinia* apresenta inúmeras características em comum. Mesmo diferindo as espécies, essas relações se apresentam quando se compara os resultados encontrados na literatura. Chinonyerem et al., (2017) em seu estudo caracterizou a polpa do Orogbo (*Garcinia kola*) fruto oriundo do continente africano e obtiveram conteúdo lipídico de 0,43%, já Virgolin et al., (2017) encontraram para a polpa do Mangustão amarelo (*Garcinia xanthochymus* Hook. f) 0,11% de teor lipídico, enquanto a polpa do Bacupari caracterizada nesse trabalho obteve $0,18 \pm 0,01\%$ de lipídios (Tabela 5). Evidencia-se que estes frutos, assim como bacupari, são frutos de baixo conteúdo calórico, possuindo concentrações inferiores a 1% de teor lipídico o que favorece seu consumo *in natura*.

Quanto ao teor de fibras, o tucumã apresentou o valor de $6,54 \pm 0,14\%$ (Tabela 5), caracterizando-o como um fruto com alto teor desse constituinte, uma vez que, de acordo com a classificação da Secretaria de Vigilância Sanitária Ministério da Saúde, por meio da RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012, são considerados alimentos com alto teor de fibras aqueles que

apresentam no mínimo 6 g fibras.100 g. ⁻¹ (BRASIL, 2012). Já o bacupari e a pupunha, apresentaram baixos teores de fibra, sendo $0,89\pm 0,21$ % e $0,49\pm 0,01$ % respectivamente.

Para proteínas a pupunha obteve um valor de $1,33\pm 0,06$ %, bacupari $1,66\pm 0,05$ % e o tucumã $3,08\pm 0,31$ % (Tabela 5). As frutas amazônicas apresentam pequena quantidade de proteína, quando comparadas a outros alimentos, porém possuem na sua estrutura aminoácidos essenciais, além de ajudar a equilibrar a perda de nitrogênio pelo organismo quando submetido a algum esforço físico (NEGRI, BERNI e BRAZACA, 2016).

A ingestão diária recomendada (IDR) de proteínas para adultos é de 50 g, de acordo com a RDC nº 269 de 22 de setembro de 2005, ANVISA (BRASIL, 2005), e para ser considerado um alimento de alto conteúdo proteico deve apresentar um teor de no mínimo 12 g de proteínas para cada 100 g de alimento, de acordo com RDC nº429 de 8 de outubro de 2020, ANVISA (BRASIL, 2020). Desta maneira, os três frutos são considerados alimentos de baixo conteúdo proteico, assim como os demais frutos, de maneira geral, pois as frutas e hortaliças se apresentam como fonte de aminoácidos essenciais, porém, fornecem em média somente cerca de 0,1 a 2% do seu peso seco (VELISECK, 2014).

Em termos nutricionais, o consumo variado de frutos representa importante fonte de carboidratos. A substituição de açúcares oriundos de alimentos industrializados pode ser feita através do consumo destes (GOLDONI et al., 2019). O valor de carboidratos encontrado na polpa de pupunha foi de 13,525%, bacupari 17,29% e no tucumã 39,91% (Tabela 5). Esses frutos contêm um alto valor de carboidratos, pois conforme preconiza a RDC nº429 de 8 de outubro de 2020, ANVISA (BRASIL, 2020), alimentos que possuem valores até 5 g de açúcares /100 g do alimento são considerados com baixo teor de açúcares.

5.2 COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

Os resultados das análises de compostos bioativos da polpa da pupunha, bacupari e tucumã são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Compostos Bioativos, Fenólicos e capacidade antioxidante da polpa da pupunha (*Bactris gasipaes*), bacupari (*Garcinia gardneriana*) e tucumã (*Astrocaryum vulgare*).

Análise	Pupunha	Bacupari	Tucumã
Clorofila (mg de clorofila/ 100 g de amostra)	$1,59.10^{-03}\pm 0,02$	$4,26.10^{-05}\pm 0,03$	$1,37.10^{-03}\pm 0,04$

Carotenoides totais (mg de carotenoides totais/ 100g de amostra)	3,47 ± 0,02	0,145 ± 0,10	2,55 ± 0,03
Vitamina C (mg de ácido ascorbico/100g)	206,22 ± 0,23	163,49 ± 0,33	108,31 ± 1,20
Fenólicos Totais (mg EAG/ 100g de amostra)	46,96 ± 0,21	358,61 ± 0,33	117,42 ± 1,67
B-caroteno (% de inibição da oxidação - IO)	300 ± 0,03	98,17 ± 0,80	87,02 ± 0,001
DPPH (g fruta / g DPPH)	41,18 ± 0,07	1484,7 ± 2,80	1986,27 ± 3,9
FRAP (µM sulfato ferroso/g de fruta)	41,61 ± 2,74	55,54 ± 5,91	105,96 ± 0,10
ABTS⁺ (uM trolox / g de amostra)	105, 03 ± 0,30	46,59 ± 0,30	591,14 ± 0,10

*Resultados expressos em média ± desvio padrão (n = 3).

O valor encontrado para clorofila na polpa da pupunha, na polpa do bacupari e na polpa de tucumã foram de $1,59 \cdot 10^{-03} \pm 0,02$ mg/100 g, $4,26 \cdot 10^{-05} \pm 0,03$ mg/100 g e $1,37 \cdot 10^{-03} \pm 0,04$ mg/100 g, respectivamente. Estes valores são considerados baixos quando relacionados ao teor de carotenoides determinados de $3,47 \pm 0,02$ mg/100 g para pupunha, $0,145 \pm 0,1$ mg/100 g para o bacupari e $2,55 \pm 0,03$ mg/100 g para o tucumã, o que indica que o fruto estava totalmente maduro quando colhido. Esta relação com o estado de maturação está ligada à degradação da clorofila que culmina no aumento do conteúdo de carotenoides intensificando a cor alaranjada (PRASANNA et al., 2007). Não obstante, ambos os frutos podem ser considerados fontes de carotenoides, uma vez que segundo Rodriguez-Amaya et al. (2008b) alimentos que contêm mais de 0,02 mg/g de carotenoides são considerados fontes ricas destes compostos.

No presente estudo o conteúdo total de carotenóides encontrado para polpa da pupunha ($3,47 \pm 0,02$ mg / 100 g – Tabela 6) foi superior ao valor de 2,6 mg/100 g determinado para a pupunha utilizada por Santos et al. (2015), porém na mesma faixa que a relatada por Matos et al. (2019) (3,18 mg/100 g), também para polpa de pupunha. Os resultados encontrados neste trabalho podem assim caracterizar o fruto em questão para prospecção de carotenóides, podendo ser utilizado como estratégia de valorização desse produto.

O tucumã também se destaca com altos teores de carotenóides totais, $2,55 \pm 0,03$ mg/100 g – Tabela 6), sendo inferior ao encontrado na pesquisa de Matos et al. (2019) e semelhante ao observado por Rodriguez-Amaya (2008a). Dos Santos et al., (2015) relatou que o buriti com 4,7 mg/100 g, se destaca como fonte de pró-vitamina A encontradas no Brasil. Portanto, ao lado do buriti, a pupunha e o tucumã) podem ser considerados fontes desses compostos.

Em comparação com outros frutos da Amazônia, a polpa de bacupari ($0,145 \pm 0,1$ mg/100 g – Tabela 6) apresentou menor conteúdo de carotenóides que o inajá ($0,4$ mg/100 g) e o pequia ($0,4$ mg/100 g), porém equivalente ao bacuri ($0,1$ mg / 100 g), o qual pertence ao mesmo grupo familiar botânico (*Clusiaceae*) (SANTOS et al., 2015; BERTO et al., 2015). A baixa concentração de carotenoides pode ser relacionada ao fato da polpa do bacupari ser esbranquiçada, tendo em vista que os carotenoides conferem aos tecidos vegetais cores amarelo clara, alaranjado e vermelho, dependendo do pigmento em maior concentração no fruto (SENTHILKUMAR e VIJAYAKUMAR, 2014).

Essas diferenças de carotenóides entre os frutos podem ser resultado de diversos fatores como: grau de maturação, meio de armazenamento da amostra, fatores genéticos, e condições ambientais, como sazonalidade, temperatura, disponibilidade de água entre outros. Estes fatores tendem a interferir no conteúdo dos compostos bioativos presente nos frutos (MOREIRA-ARAÚJO et al., 2019; CARVALHO et al., 2013).

Os carotenóides não são apenas precursores importantes da vitamina A, mas exibem um nível considerável de atividade antioxidante. Os resultados obtidos (Tabela 6) destacam a pupunha e o tucumã como fontes de compostos benéficos à saúde relacionados ao envelhecimento, redução dos riscos de desenvolvimento de patologias cardiovasculares e degeneração macular (RODRIGUEZ-AMAYA et al., 2008b; RUFINO et al., 2010).

Os resultados obtidos para vitamina C, apresentados na Tabela 6, demonstram um conteúdo de $206,22 \pm 0,23$ mg/100 g para a pupunha, $163,49 \pm 0,33$ mg/100 g para o bacupari e $108,31 \pm 1,20$ mg/100 g para o tucumã. A vitamina C é um composto crucial em muitos processos fisiológicos do corpo e em plantas tem um papel protetor contra os tipos reativos de oxigênio formados nos processos respiratório e fotossintético (CARITÁ et al., 2020). Portanto, as frutas que possuem quantidades relativamente altas de vitamina C como a pupunha, devem ser valorizadas por serem precursoras desse composto bioativo (DOS SANTOS et al., 2015). A vitamina C é o antioxidante hidrossolúvel mais abundante nas plantas, os frutos podem ser considerados como excelente fonte deste composto, uma vez que a quantidade presente supera a recomendação diária de ingestão de vitamina C para um adulto (60 mg) (PINTO et al., 2013).

Vasco et al. (2008) classificaram os compostos fenólicos de frutas em três categorias diferentes de acordo com o conteúdo: baixa (< 100 mg EAG/100 g), média (100 – 500 mg EAG/100 g) e alta (> 500 mg EAG/100 g) para amostras baseadas em matéria fresca. Os resultados encontrados neste trabalho para a pupunha foram de $46,96 \pm 0,21$ mg de EAG $100g^{-1}$, a classifica na faixa de baixa concentração de compostos fenólicos, enquanto o bacupari

apresentou $358,61 \pm 0,33$ mg EAG/100 g, sendo classificado na faixa média de concentração de compostos fenólicos, e superior ao bacuri ($23,8$ mg EAG/100 g) pertence à mesma família das *Clusiaceae* estudado por RUFINO et al. (2010). Esta diferença de valores pode ser relacionada a divergências entre suas matrizes celulares e também a interferência das condições edafoclimáticas e o estágio de maturação (ZIELINSKI et al., 2014). Já o tucumã apresentou $117,42 \pm 1,67$ mg EAG/100 g, sendo classificado na faixa média de concentração. Tais concentrações devem ser levadas em consideração, uma vez que podem influenciar na capacidade antioxidante dos seus respectivos frutos, podendo ser mais explorada ao se realizar o perfil de fenólicos dos frutos.

As amostras frescas de pupunha, bacupari e tucumã apresentaram alto teor de inibição de oxidação (IO), conforme os valores que podem ser observados na Tabela 6. Devido à alta inibição, seria viável realizar a quantificação de β -caroteno futuramente, tendo em vista que há poucos relatos na literatura sobre esse constituinte nas polpas da pupunha, tucumã e do bacupari.

A atividade antioxidante pelo DPPH apresenta os valores pela captura de radicais livres e quanto menor o valor encontrado maior é a atividade antioxidante da amostra. Considerando estes fatores, a polpa da pupunha apresentou uma maior atividade antioxidante pelo método de captura de radicais livres de $41,18 \pm 0,07$ g/g DPPH (Tabela 6).

A atividade antioxidante medida com o ensaio FRAP na polpa da pupunha foi de $41,61 \pm 2,74$ μ M sulfato ferroso/g. Segundo Bellettini (2017) a atividade antioxidante da pupunha está diretamente ligada com a alta quantidade de compostos fenólicos que se tem no fruto, tornando assim, importante realizar um perfil de fenólicos para determinar quais compostos estão gerando a alta capacidade antioxidante na polpa da pupunha, e estabelecer uma correlação entre os compostos fenólicos e a capacidade antioxidante.

Ao submeter a polpa de bacupari e de tucumã ao método DPPH o fruto apresentou resultado médio de $1484,7 \pm 2,8$ g/g DPPH e $1986,27 \pm 3,9$ g/g DPPH, respectivamente (Tabela 6). Ambas as frutas demonstraram baixa capacidade antioxidante, com concentrações inferiores a frutos relacionados por Rufino et al., (2010) e Alves et al., (2008) como o puçá-preto (414 g/g DPPH), camu-camu (478 g/g DPPH) e acerola (670 g/g DPPH).

Quando utilizado o método FRAP, a polpa do bacupari obteve o resultado de $55,54 \pm 5,91$ μ M sulfato ferroso/g, sendo superior ao açaí ($32,1$ μ M sulfato ferroso/g), jambolão ($35,5$ μ M sulfato ferroso/g) e mangaba ($18,3$ μ M sulfato ferroso/g) estudados por RUFINO et al. (2010), indicando que a polpa do bacupari possui importante capacidade de redução férrica comparada

a outros frutos. Já o tucumã apresentou alta concentração de capacidade de redução férrica, com o valor de $105,96 \pm 0,1 \mu\text{M}$ sulfato ferroso/g.

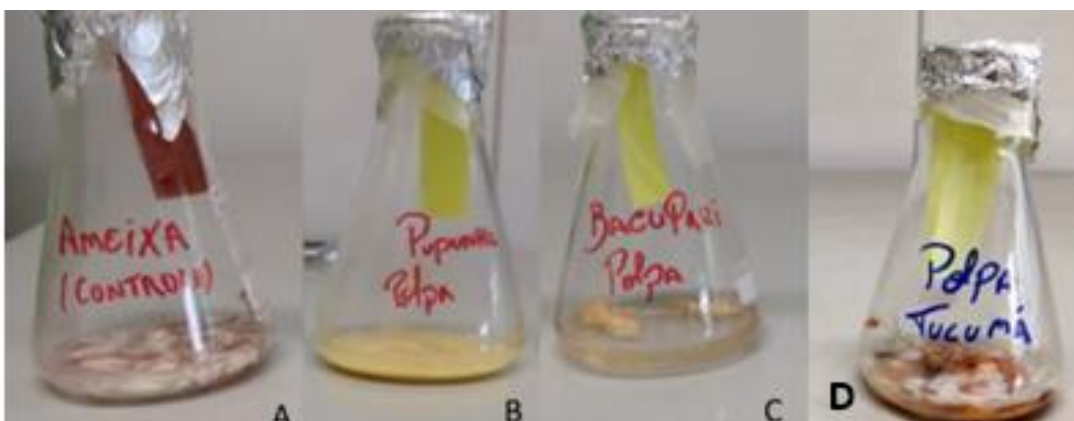
Quanto a avaliação da polpa da pupunha e do bacupari pelo método ABTS^+ , obteve-se $105,03 \pm 0,3$ (uM trolox/g) e $46,590,3$ (uM trolox/g) respectivamente (Tabela 6). Tais resultados se destacam devido à uma boa redução de radicais de cátions presentes na polpa da pupunha e do bacupari, sendo superiores aos frutos de gurguri (35, 5 uM trolox/g), cajá (7,8 uM trolox/g), jaboticaba (37, 5 uM trolox/g) e mangaba (14, 6 uM trolox/g) determinados por Rufino et al, (2010). Já o tucumã apresentou uma concentração elevada de antioxidante pelo método de ABTS^+ , com $591,14 \pm 0,1$ (uM trolox/g), se comparando com o fruto jussara (606 uM trolox/g), puçá-preto 346 (uM trolox/g) e murici 412 (uM trolox/g) Rufino et al, (2010), que estudou diferentes métodos para determinar atividade antioxidantes em frutos exóticos.

De acordo com os métodos DPPH, FRAPP, β -caroteno e ABTS^+ , a atividade antioxidante total da polpa de pupunha, bacupari e tucumã pode ser considerada alta. Portanto, as polpas de tais frutos podem ser recomendadas tanto para consumo fresco quanto para uso nas indústrias farmacêutica, cosmética e nutricional devido à propriedade benéfica da neutralização dos radicais livres, atuando assim também como aliado no combate a doenças degenerativas.

5.3 FATORES ANTINUTRICIONAIS

A Figura 16 apresenta o resultado do Teste de Guignard para presença de compostos cianogênicos em sementes *in natura* de ameixa e na polpa da pupunha, bacupari e tucumã.

Figura 16 Teste de Guignard em sementes *in natura* de ameixa e polpa do bacupari. A: controle positivo para compostos cianogênicos; B: análise de cianogênicos na polpa da pupunha; C: análise de cianogênicos na polpa de bacupari; D: análise de cianogênicos na polpa de tucumã.



A avaliação do potencial tóxico das polpas *in natura* do bacupari, pupunha e tucumã apresentaram resultado negativo para glicosídeos cianogênicos (Figura 16B-16C-16D). Essa ausência é determinada a partir da comparação visual e colorimétrica frente a uma amostra controle para composto cianogênicos, como no caso das sementes de ameixa que apresentam faixa de coloração vermelha (Figura 16A). Vale salientar que o teste de Guignard foi realizado com as amostras *in natura*, uma vez que é comprovado que o tratamento térmico pode inativar a toxicidade desde compostos (ABREU, 2015).

Compostos cianogênicos são considerados com potencialidade tóxica pois podem ser convertidos em ácido cianídrico ou cianeto, sendo essa conversão causada principalmente quando o tecido vegetal sofre injúria por trituração, ocorrendo reações enzimáticas que dão origem a esses ácidos, podendo levar a intoxicação (ABREU, 2015). Desse modo, a ausência dessas substâncias torna seguro o consumo *in natura* da polpa da pupunha e do bacupari.

Quanto aos fitatos foi detectado a ausência dos mesmos na polpa *in natura* da pupunha, bacupari e tucumã (Tabela 7). Derivados do ácido fítico ou ácido hexafosfórico mioinositol, os fitatos possuem a habilidade de criar quelantes com minerais como cálcio e magnésio, produzindo complexos insolúveis com resistência a ação do trato gastrointestinal, restringindo assim a disponibilidade desses minerais para o organismo (BENEVIDES et al., 2011).

Tabela 7. Avaliação de toxidade da polpa da pupunha (*Bactris gasipaes*) e bacupari (*Garcinia gardneriana*) e tucumã (*Astrocaryum vulgare*).

Análise	Pupunha	Bacupari	Tucumã
Fitatos	- ¹	-	-
Inibidor de tripsina	-	+ ²	-
Taninos totais	-	-	+
Taninos condensados	-	-	-

¹: -_ ausência para as análises realizadas, ²: +_ presença para as análises realizadas.

Para o inibidor de tripsina, os resultados indicaram sua ausência na polpa *in natura* da pupunha e tucumã (Tabela 7). Os inibidores de proteases são fatores antinutricinais que interferem na digestão de proteínas, reduzindo assim a ação da enzima tripsina, aumentando a produção de enzimas pelo pâncreas, causando hipertrofia (BENEVIDES et al., 2011). Já para polpa *in natura* do bacupari (Tabela 7) foi detectado presença de teor de inibidor de tripsina. Esse fator antinutricional confere a polpa a capacidade de redução da enzima tripsina, responsável pela digestão das proteínas no sistema digestivo. No entanto, tem-se ciência que os

inibidores de proteases são termolábeis, ou seja, alguns estudos demonstram que é necessário o controle de tempo e temperatura na aplicação do tratamento térmico para esse fim (ABREU, 2015). Dessa maneira, a pasteurização da polpa é necessária quando se comercializada para a produção de sucos, sorvetes e picolés, porém para a produção de geleias e doces o processo de cocção realizado para a obtenção do produto final torna o produto seguro.

Os Taninos totais se mostraram presentes apenas na polpa do tucumã (Tabela 7) e os taninos condensados não foram identificados em nenhuma das frutas estudadas. Uma das principais problemáticas inerentes a estes compostos em frutas é sua relação com a dieta humana e de animais monogástricos, uma vez que eles reduzem a digestibilidade de proteínas, carboidratos e minerais, além de provocar diminuição da atividade enzimática digestiva, causando danos a mucosa do sistema gastrointestinal. Os taninos condensados são não hidrolisáveis e dão características adstringentes ao produto (BENEVIDES et al., 2011; SHARMA, 2019). Entretanto para que se possa neutralizar a característica de formar complexos, a aplicação de tratamentos térmicos é uma opção bastante usada, para conferir a segurança do produto (DAMIANI et al., 2020).

5.4 PERFIS

5.4.1 Perfil de Minerais

Os resultados das análises de perfil de minerais da polpa do bacupari, pupunha e tucumã são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8. Perfil de minerais da polpa do bacupari (*Garcinia gardneriana*), pupunha (*Bactris gasipaes*) e tucumã (*Astrocaryum vulgare*).

Minerais	Bacupari	Pupunha	Tucumã
Zinco (mg/L)	0,14	0,03	0,13
Ferro (mg/L)	0,15	0,04	0,07
Cobre (mg/L)	0,12	0,02	0,08
Magnésio (mg/L)	16,9	4,9	22,5
Manganês (mg/L)	0,11	0,02	0,22
Cromo (mg/L)	N/D*	N/D	N/D
Alumínio (mg/L)	N/D	0,05	0,09
Potássio (mg/L)	99,75	58	70

*N/D: Não detectado.

Potássio, magnésio e manganês foram os minerais que apresentaram maiores concentrações enquanto, cromo e alumínio tiveram concentrações muito baixas ou não foram detectados. A quantidade dos outros minerais analisados não foi significativa, mas pode contribuir ao valor nutricional da fruta quando usada para complementar a dieta. Segundo a RDC N° 269, de 22 de setembro de 2005, a ingestão diária recomendada (IDR) para um indivíduo saudável de ambos os sexos é 3.510 mg/dia de potássio, 260 mg/dia para magnésio e 2,3 mg/dia para manganês (BRASIL, 2005).

A concentração de potássio ficou abaixo do IDR, sendo de 99,75 (mg/L) no bacupari, 58 (mg/L) na pupunha e 70 (mg/L) no tucumã (Tabela 8), podendo ser inserido na alimentação diária sem comprometer o limite máximo recomendável, com o objetivo de complementar a dieta, uma vez que o potássio desempenha um papel vital na contração muscular, regulação do ritmo cardíaco, condução de impulsos nervosos e manutenção do eletrólito. O potássio também é crucial para prevenir hipertensão arterial (PEREIRA, 2005).

O nível de manganês ficou abaixo a IDR, sendo de 0,11 (mg/L) na pupunha, 0,02 (mg/L) no bacupari e 0,22 (mg/L) no tucumã (Tabela 8). No entanto, a literatura relata que o corpo humano necessita de baixas concentrações de manganês, para realizar o bom funcionamento do cérebro, sistema nervoso e de alguns sistemas enzimáticos do corpo, por esse motivo, a inclusão dessa fruta na dieta é recomendado (SANTOS et al., 2018).

O magnésio foi identificado em concentrações abaixo a IDR, sendo de 16,9 (mg/L) na pupunha, 4,9 (mg/L) no bacupari e 22,5 (mg/L) no tucumã (Tabela 8), entretanto, são concentrações que ajudaram a complementar a IDR quando associada com outros alimentos. O magnésio desenvolve funções importantes no organismo, auxiliando a prevenir osteoporose, alivia dores musculares e regular os níveis de açúcar no sangue (WANG et al., 2018).

O ferro é um micronutriente essencial e contribui ao desempenho cognitivo, estado imunológico, geral metabolismo e produção de hormônios, incluindo hormônios da tireoide. Sua deficiência tem efeitos adversos, especialmente a anemia, que é um sério problema de saúde pública problema (OMS, 2001). Segundo Brasil, (2005), a IDR para ferro é de 14 mg/ dia, sendo assim, bacupari (0,15 mg/L), pupunha (0,04 mg/L) e tucumã (0,07 mg/L) apresentam concentrações abaixo ao IDR de ferro, sendo necessário a complementação desse composto com outros alimentos.

Embora seja rara deficiência de zinco no organismo é importante realizar a manutenção desse mineral com a ingestão de alguns alimentos, como a pupunha (0,14 mg/L), bacupari (0,03 mg/L) e tucumã (0,13 mg/L). O zinco é um composto que auxilia algumas reações do

metabolismo celular, auxiliando na função imune, síntese proteica, controle de peso e cicatrização. Porém, deve se ter cuidado, pois o zinco em altas concentrações pode incitar a resistência insulínica, que pode desenvolver diabetes tipo 2 (WANG et al., 2018).

O cobre na pupunha (0,12 mg/L), bacupari (0,02 mg/L) e tucumã (0,08 mg/L) apresentaram baixas concentrações, ficando abaixo do IDR de 0,9 mg/dia (Brasil, 2005). Entretanto, o cobre é um composto muito importante para o organismo, pois auxilia na produção de glóbulos vermelhos, age na fixação de ferro nas hemoglobinas e na produção de colágenos, e ele não é produzido pelo organismo naturalmente, é preciso ser ingerido através de alimentos ou suplementos (WANG et al., 2018).

5.4.2 Perfil de Carboidrato

Os resultados das análises de perfil de carboidrato da polpa do bacupari, pupunha e tucumã são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9. Perfil de carboidratos da polpa do bacupari (*Garcinia gardneriana* (Planch. & Triana) Zappi), pupunha (*Bactris gasipaes*) e tucumã (*Astrocaryum vulgare*).

Padrões	Bacupari	Pupunha	Tucumã
Arabinose (g/L)	1,6.10 ⁻²	N/D	N/D
Celobiose (g/L)	3,73.10 ⁻²	3,12.10 ⁻³	2,02.10 ⁻¹
Glicose (g/L)	7,78	N/D	7,39
Frutose (g/L)	14,17	6,4.10 ⁻¹	6,01
Xilose (g/L)	N/D	N/D	N/D

*N/D: Não detectado.

Neste estudo foram identificados os carboidratos: arabinose, celobiose, glicose, frutose e xilose (Tabela 9). Onde frutose e glicose se destacaram apresentando as maiores concentrações nos frutos, enquanto a xilose não foi detectada em nenhum dos frutos.

A arabinose é um monossacarídeo considerado como uma boa alternativa para sacarose, contendo menos ou nenhum impacto na resposta glicêmica (MAKI-ARVELA et al., 2011; POL et al., 2020). A arabinose tem um sabor doce (POL et al., 2020) e pode, portanto, ser facilmente adicionada a alimentos com sabor doce, como sucos de frutas ou confeitaria. Entretanto, esse composto só foi detectado na polpa do bacupari em baixas concentrações (1, 6.10⁻² g/L).

A celobiose é encontrada nas plantas como consequência da hidrólise da celulose, sendo um açúcar redutor e apresentando as mesmas propriedades químicas da maltose, se diferindo

apenas na configuração da ligação glicosídica (NELSON e COX, 2014). Esse composto foi encontrado em baixas concentrações nas polpas dos frutos bacupari ($3, 73.10^{-2}$ g/L), pupunha ($3, 12.10^{-3}$ g/L) e tucumã ($2, 02.10^{-1}$ g/L) (Tabela 9).

A Glicose é um carboidrato simples utilizado na formação de outros carboidratos mais complexos, auxiliando o bom funcionamento do organismo, atuando na respiração celular e na produção de energia. Esse composto pode ser adquirido a partir de ingestão de frutas, garantindo a quantidade necessária para o organismo, entretanto, seu consumo em excesso pode causar a hiperglicemia (AMABIA e MARTHO, 2006). A glicose foi detectada na polpa de bacupari (7,78 g/L) e tucumã (7,39 g/L). Já na pupunha, a glicose não foi detectada, caracterizando-a como fruto com baixo teor glicêmico, sendo indicada para consumo de pessoas diabéticas.

A frutose é o açúcar que está naturalmente presente na fruta, e que, por vezes, é usado como adoçante, ou que pode estar adicionado a outros produtos alimentares, como refrigerantes e bolachas (MARQUES, 2017). Esse composto foi detectado na polpa de bacupari (14,17 g/L) e tucumã (6,01 g/L) afirmando o sabor doce dessas frutas. Entretanto, a polpa da pupunha apresentou baixo teor de frutose ($6, 4.10^{-1}$ g/L), o que confirma o seu sabor neutro, sendo indicado a sua cocção com açúcar ou sal para o consumo (MATOS et al., 2019).

5.4.3 Perfil de Ácidos orgânicos

Os resultados das análises de perfil de ácidos orgânicos da polpa do bacupari, pupunha e tucumã são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10. Perfil de ácidos orgânicos da polpa do bacupari (*Garcinia gardneriana* (Planch. & Triana) Zappi), pupunha (*Bactris gasipaes*) e tucumã (*Astrocaryum vulgare*).

Padrões	Bacupari	Pupunha	Tucumã
Ác. Cítrico (mg/mL)	21,93	76,49	310,70
Ác. Málico (mg/mL)	79,95	126,68	173,34
Ác. Tartárico (mg/mL)	8,70	N/D*	N/D

*N/D: Não detectado.

Neste estudo foram investigados os ácidos cítrico, málico e tartárico (Tabela 10). Com ressalva para o ácido tartárico, que foi detectado apenas na polpa de bacupari, sendo que os demais ácidos orgânicos foram encontrados em todos os frutos estudados.

O ácido cítrico geralmente é encontrado em maiores concentrações nos frutos cítricos como laranjas, limas e limões, entretanto, todos os frutos têm na sua composição este mesmo ácido, porém em quantidades inferiores (CARVALHO et al., 2020). No entanto, ele foi o predominante na polpa de tucumã com 310,70 (mg/mL) e estava presente também na pupunha (76,49 mg/mL) e bacupari (21,93 mg/mL). Este ácido pode atuar como regulador de acidez, conservante natural de alimentos. Frutas com alto teor de ácido cítrico são indicadas para uso em produção de doces e sucos (Melo et al. 2017a).

O ácido málico é um composto orgânico naturalmente encontrado em frutas como maçãs e peras. Possui um papel fundamental no organismo, onde auxilia na produção de energia, atuando no ciclo de Krebs, sendo muito indicado para quem pratica exercício físico (FLORES et al., 2012; DE JESÚS ORNELAS-PAZ et al., 2013). Nesse contexto, os frutos apresentaram altas concentrações, sendo tucumã (173,34 mg/mL), pupunha (126,68 mg/mL) e bacupari (79,95 mg/mL), reforçando-se o valor de inserir tais frutos na alimentação diária.

5.4.4 Perfil de Fenólicos

Os resultados das análises de perfil de fenólicos da polpa do bacupari, pupunha e tucumã são apresentados na Tabela 11.

Tabela 11. Perfil de fenólicos da polpa do bacupari (*Garcinia gardneriana*), pupunha (*Bactris gasipaes*) e tucumã (*Astrocaryum vulgare*).

Padrões	Bacupari	Pupunha	Tucumã
Ac. Cafeico (µg/mL)	0,07	0,07	0,07
Ac. Clorogênico (µg/mL)	8,30	8,30	8,30
Ac. Elágico (µg/mL)	N/D	N/D	N/D
Ac. Gálico (µg/mL)	16,29	19,56	17,00
Catequina (µg/mL)	27,08	27,08	27,08

*N/D: Não detectado.

Ácido cafeico é um composto fenólico com alta atividade antioxidante e anti-inflamatória, porém nas polpas apresentaram baixas concentrações. Esse composto é normalmente encontrado no grão do café, vinho e maçãs (OLIVEIRA E BASTOS, 2011).

Os principais compostos fenólicos presentes nas polpas de bacupari, pupunha e tucumã foram catequina e ácido gálico. Compostos fenólicos têm ganhado grande interesse devido às

suas propriedades funcionais, tais como efeitos antioxidantes, antiinflamatórios, anticarcinogênicos e antimicrobianos (FRIEDMAN, 2007).

Para ácido gálico a polpa de bacupari apresentou 16,29 ($\mu\text{g/mL}$), pupunha 19,56 ($\mu\text{g/mL}$) e tucumã 17 ($\mu\text{g/mL}$) (Tabela 11). Esse composto isolado apresenta alta atividade antioxidante causada pela presença do anel aromático e pelo número de grupos hidroxila e correlacionou-se positivamente com a capacidade antioxidante frente ao DPPH (Palafox-Carlos et al., 2012). Estima-se que a ingestão de 100 g de bacupari, pupunha ou tucumã fresco resulta em uma quantidade de ácido gálico semelhante à ingestão de aproximadamente 130 mL de suco de uva vermelha, esse suco é considerado uma das fontes predominantes de ácido gálico na dieta humana (SAGRILLO et al., 2015).

As concentrações de ácido clorogênico encontradas nas polpas dos frutos foi de 8,30 ($\mu\text{g/mL}$) nos três frutos. Segundo Heo et al. (2007), esse ácido combinado separadamente com catequina, composto detectado na polpa dos frutos na concentração de 27,08 ($\mu\text{g/mL}$) nos três frutos, impactam no aumento da capacidade antioxidante, onde pode-se notar essa característica nos frutos, já que apresentaram uma alta capacidade antioxidante nos métodos de DPPH, FRAP e ABTS+. Além disso, Pinelo et al. (2004) concluíram que uma concentração elevada de composto fenólico individual permite uma maior possibilidade de colisão eficaz entre moléculas individuais, reduzindo a extensão relativa da interação molecular singular com radicais DPPH.

Em geral, existe uma associação forte e positiva entre os conteúdos de flavonoides e ácido fenólico e eliminação dos radicais ABTS, DPPH e FRAP, como pode ser visto nesta pesquisa. Pode-se dizer que compostos fenólicos individuais presentes nos extratos podem exercer sua atividade antioxidante individualmente, bem como de forma sinérgica ou antagonica, e a identificação desses mecanismos deveria ser pesquisada mais a fundo para entender a atuação de cada composto na eliminação de radicais livres.

5.4.5 Perfil de Flavonoides

Os resultados das análises de perfil de flavonoides da polpa do bacupari, pupunha e tucumã são apresentados na Tabela 12.

Tabela 12. Perfil de flavonoides da polpa do bacupari (*Garcinia gardneriana*), pupunha (*Bactris gasipaes*) e tucumã (*Astrocaryum vulgare*).

Padrões	Bacupari	Pupunha	Tucumã
Kaempferol (µg/mL)	N/D*	<LQ**	<LQ
Miricitina (µg/mL)	10,48	12,54	2
Quercetina (µg/mL)	4,38	8,01	0,94
Narigina (µg/mL)	<LQ	<LQ	<LQ
Rutina (µg/mL)	9,8	18,58	7,34

*N/D: Não detectado;

** <LQ: Abaixo do limite de quantificação.

As polpas de bacupari, pupunha e tucumã não apresentaram concentrações consideráveis de Kaempferol, estando abaixo do limite de quantificação ou não detectado. Entretanto, Sumczynski et al., 2017, concluíram em seus estudos que o kaempferol não apresenta ser um contribuinte significativo para a atividade antioxidante nas frações fenólicas totais e ligadas.

Já para o composto Quercetina, o tucumã foi o que apresentou a menor concentração, 0,94 (µg/mL), o bacupari e a pupunha apresentaram concentrações importantes de 4,38 (µg/mL) e 8,01 (µg/mL) respectivamente (Tabela 12). De acordo com Heo et al., (2007), quando o ácido clorogênico é combinado com a quercetina observa-se diminuição da atividade antioxidante, entretanto, não ocorreu essa diminuição na capacidade antioxidante dos frutos, devido à baixa concentração de quercetina e devido à junção de outros compostos que aumentam a capacidade antioxidante como, ácido clorogênico com catequina e quercetina com rutina. .

Contudo, a quercetina relacionada com rutina realizam inúmeras atividades bioquímicas e farmacológicas, incluindo eliminação de radicais livres e proteção contra a luz ultravioleta. Essas moléculas também têm efeitos sobre as funções das células imunes e inflamatórias (Sagrillo et al., 2015). E os frutos apresentaram concentrações satisfatórias para rutina, sendo elas bacupari com 9,8 (µg/mL), pupunha com 18,58 (µg/mL) e tucumã com 7,34 (µg/mL) (Tabela 12).

6 CONCLUSÕES

Os dados obtidos neste estudo para as polpas de bacupari, pupunha e tucumã foram relevantes e mostraram um potencial nutritivo promissor, maiores até que outros frutos utilizados pela população. O tucumã se mostrou rico em fibra bruta, e juntamente com a pupunha são ricos em lipídeos, e os três frutos demonstraram elevada concentração de

carboidrato, principalmente de glicose e frutose, demonstrando características importantes para implementação dessas frutas na alimentação popular.

Em relação aos compostos bioativos, as polpas dos frutos analisados podem ser considerados como possíveis fontes de vitamina C, carotenoides, compostos fenólicos, como ácido clorogênico, ácido gálico e catequina, e flavonoides, como miricitina, quercetina e rutina, o que os tornam matérias-primas com alto potencial tecnológico, adequado para a indústria alimentícia, farmacológica e de cosméticos, tornando a inserção desses frutos vantajosa tanto para população regional, quanto para a indústria alimentícia devido ao fato da ausência de compostos antinutricionais, com exceção para o inibidor de tripsina na polpa de bacupari e taninos totais na polpa do tucumã.

Os frutos demonstraram-se fontes importantes de minerais, como zinco, ferro, cobre, magnésio, manganês e potássio, além de apresentarem concentrações importantes de ácidos orgânicos como ácido cítrico, ácido málico e ácido tartárico.

Além disso as polpas dos frutos do bacupari e pupunha possuem concentrações expressivas de agentes antioxidantes, indicando que estes frutos podem oferecer benefícios a saúde.

REFERÊNCIAS

ABBAS, Y.; AHMAD, A. Impact of Processing on Nutritional and Antinutritional Factors of Legumes: a Review. *Annals. Food Science and Technology*, v. 19, n. 2, p. 199–215, 2018.

ABREU, P. A. D. A. Caracterização dos fatores nutricionais e antinutricionais de sementes de frutos do cerrado. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal do Goiás. Goiânia, GO - 2015.

ABREU-NARANJO, R., PAREDES-MORETA, J. G., GRANDA-ALBUJA, G., ITURRALDE, G., GONZÁLEZ-PARAMÁS, A. M., & ALVAREZ-SUAREZ, J. M. Bioactive compounds, phenolic profile, antioxidant capacity and effectiveness against lipid peroxidation of cell membranes of *Mauritia flexuosa* L. fruit extracts from three biomes in the Ecuadorian Amazon. *Heliyon*, v. 6, n. 10, p. e05211, 2020.

AGOSTINI-COSTA, T. S. Bioactive compounds and health benefits of some palm species traditionally used in Africa and the Americas—a review. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 224, p. 202-229, 2018.

AKACHI, T., SHIINA, Y., KAWAGUCHI, T., KAWAGISHI, H., MORITA, T., & SUGIYAMA, K. 1-methylmalate from camu-camu (*Myrciaria dubia*) suppressed D-galactosamine-induced liver injury in rats. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, v. 74, n. 3, p. 573-578, 2010.

ALSHIKH, N.; DE CAMARGO, A.C.; SHAHIDI, F. Phenolics of selected lentil cultivars: Antioxidant activities and inhibition of low-density lipoprotein and DNA damage. **Journal of functional foods**, v. 18, p. 1022-1038, 2015.

ALVES, R. E., DE BRITO, E. S., RUFINO, M. S. M., & SAMPAIO, C. G. Antioxidant activity measurement in tropical fruits: A case study with acerola. **Acta Horticulturae**, v. 773; n. 1, p. 299-305, 2008.

ALVES, R., FILGUEIRAS, H., MOURA, C., ARAUJO, N. AND ALMEIDA, A. Camu camu (*Myrciaria dubia* Mc Vaugh): a rich natural source of vitamin C. **Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture**, 2002, p. 11-13.

ALVES, V. M., DA SILVA, E. P., DE MOURA, A. G., ASQUIERI, E. R., & DAMIANI, C. Gabiroba and Murici: Study of the nutritional and antinutritional value of peel, pulp and seed. **Research, Society and Development**, 9(5), 152953260, 2020.

AMABIS, J. M. & MARTHO, G. R. **Fundamentos da Biologia Moderna**: Volume único. 4ª Ed. Editora Moderna: São Paulo, 839p, 2006.

AOAC, 2012. AOAC INTERNATIONAL Methods Committee Guidelines for Validation of Microbiological Methods for Food and Environmental Surfaces. AOAC® Standards Development ©2012 AOAC INTERNATIONAL ALL RIGHTS RESERVED.

ARAÚJO, J. M. A. *Química de Alimentos: Teoria e Prática*. Viçosa: UFV, 2011. 601p, 2011.

ARAUJO, N. M. P., ARRUDA, H. S., MARQUES, D. R. P., DE OLIVEIRA, W. Q., PEREIRA, G. A., & PASTORE, G. M. Functional and nutritional properties of selected Amazon fruits: A review. **Food Research International**, v. 147, p. 110520, 2021.

ARCON, R. P. **Methods in Enzimology**. New York, v. 19, p. 226- 234, 1979.

AZIZ, A. M.; SHEHAB DIAB, A.; ABDULRAZAK MOHAMMED, A. **Antioxidant Categories and Mode of Action**. IntechOpen, 2019.

BAI, W., FANG, X., ZHAO, W., HUANG, S., ZHANG, H., QIAN, M. Determination of oligosaccharides and monosaccharides in Hakka rice wine by precolumn derivation high-performance liquid chromatography. **journal of food and drug analysis**, v. 23, n. 4, p. 645-651, 2015.

BALDISSERA, M. D., SOUZA, C. F., GRANDO, T. H., COSSETIN, L. F., SAGRILLO, M. R., NASCIMENTO, K., ... & MONTEIRO, S. G. Antihyperglycemic, antioxidant activities of tucumã oil (*Astrocaryum vulgare*) in alloxan-induced diabetic mice, and identification of fatty acid profile by gas chromatograph: New natural source to treat hyperglycemia. **Chemico-biological interactions**, v. 270, p. 51-58, 2017.

BARCIA, M. T.; PERTUZATTI, P. B.; JACQUES, A. C.; GODOY, H. T.; ZAMBIARI, R. Bioactive Compounds, Antioxidant Activity and Percent Composition of Jambolão Fruits (*Syzygium cumini*). **The Natural Products Journal**, Shariah, v. 2, n.2, p. 129-138, 2012.

BARRETO, G.P.M.; BENASSI, M.T.; MERCADANTE, A.Z. Bioactive compounds from several tropical fruits and correlation by multivariate analysis to free radical scavenger activity. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 20, n. 10, p. 1856-1861, 2009.

BASTO, G.J.; CARVALHO, C.W.P.; SOARES, A.G.; COSTA, H.T.G.B.; CHÁVEZ, D.W.H.; GODOY, R.L.O.; PACHECO, S. Physicochemical properties and carotenoid content of extruded and non-extruded corn and peach palm (*Bactris gasipaes*, Kunth). **LWT-Food Science and Technology**, v. 69, p. 312-318, 2016.

BATAGLION, G. A., DA SILVA, F. M., EBERLIN, M. N., & KOOLEN, H. H. Simultaneous quantification of phenolic compounds in buriti fruit (*Mauritia flexuosa* Lf) by ultra-high performance liquid chromatography coupled to tandem mass spectrometry. **Food Research International**, v. 66, p. 396-400, 2014.

BELLETTINI, M.B. Análise preditiva de características físico-químicas da pupunha em função do clima e aproveitamento de seus frutos e bainha foliar. 2017.

BENEVIDES, C. M.J., SOUZA, M. V., SOUZA, R. D. B., & LOPES, M. V. (2011). Fatores antinutricionais em alimentos: revisão. **Segurança Alimentar e Nutricional**, 18(2), 67-79.

BERNI, P., CAMPOLI, S. S., NEGRI, T. C., DE TOLEDO, N. M., & CANNIATTI-BRAZACA, S. G.. Non-conventional Tropical Fruits: Characterization, antioxidant Potential and carotenoid bioaccessibility. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 74, n. 1, p. 141-148, 2019.

BERTO, A., DA SILVA, A. F., VISENTAINER, J. V., MATSUSHITA, M., & DE SOUZA, N. E. Proximate compositions, mineral contents and fatty acid compositions of native Amazonian fruits. **Food Research International**, v. 77, p. 441-449, 2015.

BERTO, A., RIBEIRO, A. B., SENTANDREU, E., DE SOUZA, N. E., MERCADANTE, A. Z., CHISTÉ, R. C., & FERNANDES, E. The seed of the Amazonian fruit *Couepia bracteosa* exhibits higher scavenging capacity against ROS and RNS than its shell and pulp extracts. **Food & function**, v. 6, n. 9, p. 3081-3090, 2015.

BEZERRA, C. V., & DA SILVA, L. H. M. Pupunha (*Bactris gasipaes*): General and Consumption Aspects. In: **Traditional Foods**. Springer, Boston, MA, 2016. p. 399-405.

BRAGA FILHO, J. R., VELOSO, V. D. R. S., NAVES, R. V., & FERREIRA, G. A. **Entomofauna associada aos frutos do bacupari, *Salacia crassifolia* (MART.) Peyr, nos cerrados do Brasil Central**. 2001.

BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada (RDC), nº 269, de 22 de setembro de 2005. **Regulamento técnico sobre ingestão diária recomendada (IDR) para proteína, vitaminas e minerais**. Brasília, DF, 2005.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução no 54, de 12 de novembro de 2012. Disposições sobre o Regulamento técnico de informação nutricional complementar. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 12 nov. 2012.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n. 360 de 23 de dezembro de 2003: Regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados. Diário Oficial da União, 2003. http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/res0360_23_12_2003.pdf/5d4fc713-9c66-4512-b3c1-afee57e7d9bc. Acesso em: 18 de dezembro de 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, RDC Nº 429, de 8 de outubro de 2020. **Dispõe sobre a rotulagem nutricional dos alimentos**. Brasília: Ministério da Saúde, 9 de outubro de 2020.

BRITTON G. Carotenoid research: History and new perspectives for chemistry in biological systems. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Molecular and Cell Biology of Lipids** 1865 (11) (2020), pág.158-699

CAMPOS, Ana Paula Rocha. Estudo do processo de conservação do tucupi. 2016. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal do Pará. Belém, PA.

CANUTO, G. A. B., XAVIER, A. A. O., NEVES, L. C., & BENASSI, M. D. T. Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 2010.

CARITÁ, A. C., FONSECA-SANTOS, B., SHULTZ, J. D., MICHNIAK-KOHN, B., CHORILLI, M., & LEONARDI, G. R. Vitamin C: One compound, several uses. Advances for delivery, efficiency and stability. **Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine**, v. 24, p. 102117, 2020.

CARNEIRO, A.B.A.; PINTO, E.J.S.; RIBEIRO, I.F.; MAGALHÃES, M.R.G.; NETO, M.A.B.M. Effect of *Astrocaryum aculeatum* (tucumã) on doxorubicin toxicity: in vivo experimental model. **Acta Paulista de Enfermagem**, v. 30, n. 3, p. 233, 2017.

CARVALHO, A. V., BECKMAN, J. C., MACIEL, R. D. A., & DE FARIAS NETO, J. T. Physical and chemical characteristics of peach palm fruits in the state of Pará. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 35, n. 3, p. 763-768, setembro 2013.

CARVALHO, D. U. D., CRUZ, M. A. D., COLOMBO, R. C., WATANABE, L. S., TAZIMA, Z. H., & NEVES, C. S. V. J. Determination of organic acids and carbohydrates in ‘Salustiana’ orange fruit from different rootstocks. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 23, 2020.

CARVALHO, R. P., LEMOS, J. R. G., SALES, R. S. A., MARTINS, M. G., NASCIMENTO, C. H., ... MONTEIRO, J. B. The consumption of red pupunha (*Bactris gasipaes* kunth) increases hdl cholesterol and reduces weight gain of lactating and post-lactating wistar rats. **The journal of aging research & clinical practice**, v. 2, n. 3, p. 257, 2013b.

CARVALHO-SILVA, L. B.; OLIVEIRA, M. DO V.; GONTIJO, V. S.; OLIVEIRA, W. F.; DEROGIS, P. B. M. C.; STRINGHETA, P. C.; NAGEM, T. J.; BRIGAGÃO, M. R. P. L.; SANTOS, M. H. DOS. Antioxidant, cytotoxic and antimutagenic activities of 7-epi-clusianone obtained from pericarp of *Garcinia brasiliensis*. **Food Research International**, v. 48, n. 1, p. 180–186, 2012.

CASTRO MOREIRA, M. E., DE OLIVEIRA ARAÚJO, F., DE SOUSA, A. R., TOLEDO, R. C. L., DOS ANJOS BENJAMIN, L., VELOSO, M. P., ... & MARTINO, H. S. D. Bacupari peel extracts (*Garcinia brasiliensis*) reduces the biometry, lipogenesis and hepatic steatosis in obese rats. **Food Research International**, v. 114, p. 169-177, 2018.

CASTRO, A. P., DE MATTOS, A. C. A., PEREIRA, N. A., ANCHIETA, N. F., SILVA, M. S., DIAS, D. F., ... & MARQUES, M. J. Potent schistosomicidal constituents from *Garcinia brasiliensis*. **Planta medica**, v. 81, n. 09, p. 733-741, 2015.

CASTRO, D. S., NUNES, J. S., SILVA, L. M. D. M., DE SOUSA, E. P., & DA SILVA, J. V. Avaliação das características físicas e físico-química de polpa de taturubá (*Pouteria Macrophylla* (Lam.) Eyma.). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 2, p. 125-128, 2014.

CASTRO, J. C., COBOS, M., MADDOX, J. D., IMÁN, S. A., EGOAVIL, A., TORRES, J., & GUTIERREZ, F. Gene expression and enzyme activities of the D-mannose/L-galactose pathway influence L-ascorbic acid content in *Myrciaria dubia*. **Biologia plantarum**, v. 59, n. 4, p. 783-787, 2015.

CHINONYEREM, A. N., OBIOHA, O., & BLESSING, A. U. *Garcinia kola* Fruit Pulp: Evaluation of It's Nutrient, Phytochemical and Physicochemical Properties. **Journal of Applied Life Sciences International**, p. 1-10, 2017.

CHISTÉ, R. C., & FERNANDES, E. Bioactive compounds from Amazonian fruits and their antioxidant properties. **Natural Bioactive Compounds from Fruits and Vegetables as Health Promoters—Part I**. Bentham Science Publishers, (pp. 244-264), 2016. United Arab Emirates: Bentham Science Publishers.

CIRILLI, Marco; BASSI, Daniele; CIACCIULLI, Angelo. Sugars in peach fruit: a breeding perspective. **Horticulture Research**, v. 3, n. 1, p. 1-12, 2016.

COSTA, L. L. DA; ADORIAN, T. J.; GOULART, F. R.; LEITEMPERGER, J.; AMARAL, A. M. B. DO; LORO, V. L.; ROBALO, S. S.; SILVA, L. P. DA. Phytic acid in *Rhamdia quelen* nutrition: Antioxidant or antinutrient? **Animal Feed Science and Technology**, v. 276, n. November 2019, p. 114915, 2021.

CUI, J., HU, W., CAI, Z., LIU, Y., LI, S., TAO, W., & XIANG, H. New medicinal properties of mangostins: analgesic activity and pharmacological characterization of active ingredients from the fruit hull of *Garcinia mangostana* L. **Pharmacology Biochemistry and Behavior**, v. 95, n. 2, p. 166-172, 2010.

CURY, C., GISBERT, A., DEL CARMEN, M., PORCEL. R., & JOSÉ, W. A study of the eatable fruit of *Garcinia Gardneriana*. **Revista Boliviana de Química**, v. 33, n. 5, p. 158-163, 2016.

DA COSTA, J. R.; LEEUWEN, J. van; COSTA, J. A. Tucumã de Amazonas *Astrocaryum aculeatum* G. Mey. **Embrapa Amazônia Ocidental-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2012.

DA COSTA, R. D. S., DA CRUZ RODRIGUES, A. M., LAURINDO, J. B., & DA SILVA, L. H. M. Development of dehydrated products from peach palm–tucupi blends with edible film characteristics using refractive window. **Journal of food science and technology**, v. 56, n. 2, p. 560-570, 2019

DAMIANI, C.; MARTINS, G. A. DE S.; BECKER, F. S. **APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS VEGETAIS: potenciais e limitações**. Editora EDUFT [s.l: s.n.]. v. 1, 2020.

DARNET, S. H., SILVA, L. H. M. D., RODRIGUES, A. M. D. C., & LINS, R. T. Nutritional composition, fatty acid and tocopherol contents of buriti (*Mauritia flexuosa*) and patawa (*Oenocarpus bataua*) fruit pulp from the Amazon region. **Food Science and Technology**, v. 31, p. 488-491, 2011.

DAS, A. K.; ISLAM, M. N.; FARUK, M. O.; ASHADUZZAMAN, M.; DUNGANI, R. Review on tannins: Extraction processes, applications and possibilities. **South African Journal of Botany**, v. 135, p. 58–70, 2020.

DE ALBUQUERQUE, Y.A.P., SILVA, J.R., MACIEL, P.M.C. AND SARAIVA, R.A. Phytochemical characterization and allelopathic potential of the *Eugenia punicifolia* (Kunth) DC (Myrtaceae) extract on the germination and initial development of *Lactuca sativa* (Asteraceae). In 70th National Botany Congress/36° Northeast Botany, 2019.

DE CARVALHO, J. E. U.; MULLER, C. H. Biometria e rendimento percentual de polpa de frutas nativas da Amazônia. **Embrapa Amazônia Oriental-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2005.

DE JESÚS ORNELAS-PAZ, J., YAHIA, E. M., RAMÍREZ-BUSTAMANTE, N., PÉREZ-MARTÍNEZ, J. D., DEL PILAR ESCALANTE-MINAKATA, M., IBARRA-JUNQUERA, V., ... & OCHOA-REYES, E.. Physical attributes and chemical composition of organic strawberry fruit (*Fragaria x ananassa* Duch, Cv. Albion) at six stages of ripening. **Food chemistry**, v. 138, n. 1, p. 372-381, 2013.

DE ROSSO, V.V.; MERCADANTE, A.Z. Identification and quantification of carotenoids, by HPLC-PDA-MS/MS, from Amazonian fruits. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 55, n. 13, p. 5062-5072, 2007.

DE SOUZA, F. G., DE ARAUJO, F. F., DE PAULO FARIAS, D., ZANOTTO, A. W., NERI-NUMA, I. A., & PASTORE, G. M. Brazilian fruits of Arecaceae family: An overview of some representatives with promising food, therapeutic and industrial applications. **Food Research International**, v. 138, p. 109690, 2020.

DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES US. **Dietary guidelines for Americans 2015-2020**. Skyhorse Publishing Inc., (8th ed.) (2015).

DHALARIA, R.; VERMA, R.; KUMAR, D.; PURI, S.; TAPWAL, A.; KUMAR, V.; NEPOVIMOVA, E.; KUČA, K. Bioactive compounds of edible fruits with their anti-aging properties: A comprehensive review to prolong human life. **Antioxidants**, v. 9, n. 11, p. 1123, 2020.

DIDONET, Adriano A.; FERRAZ, Isolde Dorothea Kossmann. O comercio de frutos de tucumã (*Astrocaryum aculeatum* G. Mey) nas feiras de Manaus. **Revista brasileira de fruticultura**. 2014.

DO NASCIMENTO, W. M. O.; OLIVEIRA, M. Técnica para produção de mudas de tucumanzeiro-do-pará. **Embrapa Amazônia Oriental-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2016.

DOS SANTOS, B. W. C., FERREIRA, F. M., DE SOUZA, V. F., CLEMENT, C. R., & ROCHA, R. B. Análise discriminante das características físicas e químicas de frutos de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) do alto Rio Madeira, Rondônia, Brasil. **Científica**, v. 45, n. 2, p. 154-161, 2017.

DOS SANTOS, M. D. F. G., MAMEDE, R. V. S., RUFINO, M. D. S. M., DE BRITO, E. S., & ALVES, R. E. Amazonian native palm fruits as sources of antioxidant bioactive compounds. **Antioxidants**, v. 4, n. 3, p. 591-602, 2015.

EMILIO, T., LAMARQUE, LJ, TORRES-RUIZ, JM, KING, A., CHARRIER, G., BURLETT, R., ... & DELZON, S. Embolism resistance in petioles and leaflets of palms. **Annals of botany**, v. 124, n. 7, p. 1173-1183, 2019.

ENGEL, V. L.; POGGIANI, F. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais nativas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v.3, n.1, p.39-45, 1991.

FELISBERTO, MHF; COSTA, MS; BOAS, FV; LEIVA, CL; FRANCO, CML; DE SOUZA, SM *et al.* Caracterização e propriedades tecnológicas do amido de frutos de pupunheira (*Bactris gasipaes* var. *Gasipaes*) **Food Research International**, 135 (2020), p.109569

FERNÁNDEZ, I. M., CHAGAS, E. A., CHAGAS, P. C., MALDONADO, S. A. S., DOS SANTOS, R. C., RIBEIRO, P. R. E., ... & DE MELO FILHO, A. A. Bromatological and Mineralogical Studies in Fruit Pulp Cultivated in the Northern Amazon. **Preprints** 2018, 2018090231 (doi: 10.20944/preprints201809.0231.v2).

FERNANDEZ, I. M., CHAGAS, E. A., MELO FILHO, A. A., MALDONADO, S. S., DOS SANTOS, R. C., CHAGAS, P. C., & DUARTE, E. D. R. D. S. Evaluation of total phenolic compounds and antioxidant activity in Amazon Fruit. **Chemical Engineering Transactions**, v. 64, p. 649-654, 2018.

FERREIRA, L. M. D. M. C., PEREIRA, R. R., CARVALHO, F. B. D., SILVA SANTOS, A., RIBEIRO-COSTA, R. M., & CARRÉRA SILVA JÚNIOR, J. O. Green Extraction by Ultrasound, Microencapsulation by Spray Drying and Antioxidant Activity of the Tucuma Coproduct (*Astrocaryum vulgare* Mart.) Almonds. **Biomolecules**, v. 11, n. 4, p. 545, 2021a.

FERREIRA, M. J., MOTA, M. F., MARIANO, R. G., & FREITAS, S. P. Evaluation of liquid-liquid extraction to reducing the acidity index of the tucuma (*Astrocaryum vulgare* Mart.) pulp oil. **Separation and Purification Technology**, v. 257, p. 117894, 2021b.

FIGUEIREDO, S. A.; VILELA, F. M. P.; SILVA, C. A. DA; CUNHA, T. M.; SANTOS, M. H. DOS; FONSECA, M. J. V. In vitro and in vivo photoprotective/photochemopreventive

potential of *Garcinia brasiliensis* epicarp extract. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, v. 131, p. 65–73, 2014.

FLORES, P.; HELLÍN, P.; FENOLL, J. Determination of organic acids in fruits and vegetables by liquid chromatography with tandem-mass spectrometry. *Food chemistry*, v. 132, n. 2, p. 1049-1054, 2012.

FORCADA, C. F., REIG, G., GIMÉNEZ, R., MIGNARD, P., MESTRE, L., MORENO, M. Á. Sugars and organic acids profile and antioxidant compounds of nectarine fruits influenced by different rootstocks. *Scientia Horticulturae*, v. 248, p. 145-153, 2019.

FRACASSETTI, D., COSTA, C., MOULAY, L., & TOMÁS-BARBERÁN, F. A. Ellagic acid derivatives, ellagitannins, proanthocyanidins and other phenolics, vitamin C and antioxidant capacity of two powder products from camu-camu fruit (*Myrciaria dubia*). *Food chemistry*, v. 139, n. 1-4, p. 578-588, 2013.

FUJITA, A., BORGES, K., CORREIA, R., DE MELO FRANCO, B. D. G., & GENOVESE, M. I. Impact of spouted bed drying on bioactive compounds, antimicrobial and antioxidant activities of commercial frozen pulp of camu-camu (*Myrciaria dubia* Mc. Vaugh). *Food Research International*, v. 54, n. 1, p. 495-500, 2013.

GOLDONI, J.; GIACOBBO, C.L.; GALON, L.; ZARZZEKA, C.; UBERTI, A.; LUGARESI, A.; Physicochemical characterization of fruits of *Campomanesia guazumifolia* (Cambess.) O. Berg (*Myrtaceae*). *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, v.41, e45923, 2019.

GOMES, A. T. A., PEREIRA, R. R., JUNIOR, A. P. D., DA CRUZ RODRIGUES, A. M., REMÉDIOS, C. M. R., BRASIL, D. D. S. B., ... & RIBEIRO-COSTA, R. M. Tucumã (*Astrocaryum vulgare*) fat: An Amazonian material as a pharmaceutical input for lipid nanoparticle production. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, p. 1-11, 2020.

GONTIJO, V. S.; SOUZA, T. C. DE; ROSA, I. A.; SOARES, M. G.; SILVA, M. A. DA; VILEGAS, W.; VIEGAS, C.; SANTOS, M. H. DOS. Isolation and evaluation of the antioxidant activity of phenolic constituents of the *Garcinia brasiliensis* epicarp. *Food Chemistry*, v. 132, n. 3, p. 1230–1235, 2012.

GONTIJO, V.s.; SOUZA, T.C.; ROSA, I.A.; SOARES, M.G., SILVA, M.A., VILEGAS, W., JÚNIOR, C.V., SANTOS, M.H. Isolation and evaluation of the antioxidant activity of phenolic constituents of the *Garcinia brasiliensis* epicarp. *Food chemistry*, v. 132, n. 3, p. 1230-1235, 2012.

GRAEFE, S., DUFOUR, D., VAN ZONNEVELD, M., RODRIGUEZ, F., & GONZALEZ, A. Peach palm (*Bactris gasipaes*) in tropical Latin America: implications for biodiversity conservation, natural resource management and human nutrition. *Biodiversity and conservation*, v. 22, n. 2, p. 269-300, 2013.

GULCIN, İ. Antioxidants and antioxidant methods: An updated overview. *Archives of toxicology*, v. 94, n. 3, p. 651-715, 2020.

GUNDOGDU, M.; YILMAZ, H. Organic acid, phenolic profile and antioxidant capacities of pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars and selected genotypes. **Scientia Horticulturae**, v. 143, p. 38-42, 2012.

HANDA, V.; SHARMA, D.; KAUR, A.; ARYA, S. K. Biotechnological applications of microbial phytase and phytic acid in food and feed industries. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 25, p. 101600, 2020.

HASSIMOTTO, N.M.A.; GENOVESE, M.I.; LAJOLO, F.M. Antioxidant activity of dietary fruits, vegetables, and commercial frozen fruit pulps. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 8, p. 2928-2935, 2005.

HIGBY, W. K. A simplified method for determination of some the carotenoid distribution in natural and carotene-fortified orange juice. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 27, n.1, p. 42-49, 1962.

HU, Y.; ZHANG, L.; ZHANG, Y.; XIONG, H.; WANG, F.; WANG, Y., & Lu, Z. Effects of starch and gelatin encapsulated vitamin A on growth performance, immune status and antioxidant capacity in weaned piglets. **Animal Nutrition**, v. 6, n. 2, p. 130-133, 2020.

IBIAPINA, A., GUALBERTO, L. D. S., DIAS, B. B., FREITAS, B. C. B., MARTINS, G. A. D. S., & MELO FILHO, A. A. Essential and fixed oils from Amazonian fruits: proprieties and applications. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, p. 1-13, 2021.

JARAMILLO-VIVANCO, T., BALSLEV, H., MONTÚFAR, R., CÁMARA, R. M., GIAMPIERI, F., BATTINO, M., ... & ALVAREZ-SUAREZ, J. M.. Three Amazonian palms as underestimated and little-known sources of nutrients, bioactive compounds and edible insects. **Food Chemistry**, v. 372, p. 131273, 2022.

JUSTI, K. C., VISENTAINER, J. V., EVELÁZIO DE SOUZA, N., & MATSUSHITA, M. Nutritional composition and vitamin C stability in stored camu-camu (*Myrciaria dubia*) pulp. **Archivos latinoamericanos de nutrición**, v. 50, n. 4, p. 405-408, 2000.

KELEBEK, H., SELLI, S., GUBBUK, H., GUNES, E. Comparative evaluation of volatiles, phenolics, sugars, organic acids and antioxidant properties of Sel-42 and Tainung papaya varieties. **Food chemistry**, v. 173, p. 912-919, 2015.

KIELING, A.C.; SANTANA, G.P.; DOS SANTOS, M.C.; JAQTINON, H.C.C.; MONTEIRO, C.C.P. Cadeia do tucumã comercializado em manaus-am. **Scientia Amazonia**, v. 8, n.2, B1-B9, 2019.

KONSTANTINIDI, M.; KOUTELIDAKIS, A. E. Functional foods and bioactive compounds: A review of its possible role on weight management and obesity's metabolic consequences. **Medicines**, v. 6, n. 3, p. 94, 2019.

KUMAR, A.; SAHU, C.; PANDA, P. A.; BISWAL, M.; SAH, R. P.; LAL, M. K.; BAIG, M. J.; SWAIN, P.; BEHERA, L.; CHATTOPADHYAY, K.; SHARMA, S. Phytic acid content may affect starch digestibility and glycemic index value of rice (*Oryza sativa* L.). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 100, n. 4, p. 1598–1607, 2020.

KUMAR, A.; SINGH, B.; RAIGOND, P.; SAHU, C.; MISHRA, U. N.; SHARMA, S.; LAL, M. K. Phytic acid: Blessing in disguise, a prime compound required for both plant and human nutrition. **Food Research International**, v. 142, p. 110193, 2021a.

KUMAR, K.; SRIVASTAV, S.; SHARANAGAT, V. S. Ultrasound assisted extraction (UAE) of bioactive compounds from fruit and vegetable processing by-products: A review. *Ultrasonics Sonochemistry*, v. 70, p. 105325, 2021b.

LATTA M; ESKIN M. A simple and rapid colorimetric method for phytate determination. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 28, p.1313-1317, 1980.

LEITE, Marcondes Lopes. Propagação assexuada de fruteiras da família clusiacea : bacurizeiro (*Platonia insignis* mart.) E bacuparizeiro (*Garcinia gardneriana* (planch & triana) zappi). Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal, 2018 vi, 37 p. : il. ; 29 cm.

LEPSCH, Igo F. **Formação e conservação dos solos**. Oficina de textos, 2016.

LUNA-GUEVARA, M. L., LUNA-GUEVARA, J. J., HERNÁNDEZ-CARRANZA, P., RUÍZ-ESPINOSA, H., & OCHOA-VELASCO, C. E. Phenolic compounds: A good choice against chronic degenerative diseases. In **Studies in natural products chemistry**, 59 (2018), pp.79-108.

MA, C., SUN, Z., CHEN, C., ZHANG, L., & ZHU, S. Simultaneous separation and determination of fructose, sorbitol, glucose and sucrose in fruits by HPLC–ELSD. **Food chemistry**, v. 145, p. 784-788, 2014.

MAKI-ARVELA, P., SALMI, T., HOLMBOM, B., WILLFOR, S., MURZIN, D. Y. Synthesis of sugars by hydrolysis of hemicelluloses-a review. **Chemical reviews**, v. 111, n. 9, p. 5638-5666, 2011.

MARIUTTI, L.R.B.; RODRIGUES, E.; CHISTÉ, R.C.; FERNANDES, E.; MERCADATE, A.Z.; FREITAS, S. P. The Amazonian fruit *Byrsonima crassifolia* effectively scavenges reactive oxygen and nitrogen species and protects human erythrocytes against oxidative demange. **Food Research International**. 2014, 64, 618-625.

MARQUES, C. Fructose consumption and its impact on human health: Diet and risk of cardiovascular disease. **Revista portuguesa de cardiologia: orgao oficial da Sociedade Portuguesa de Cardiologia= Portuguese journal of cardiology: an official journal of the Portuguese Society of Cardiology**, v. 36, n. 12, p. 943-944, 2017.

MARTÍNEZ-GIRÓN, J., RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ, X., PINZÓN-ZÁRATE, L. X., & ORDÓÑEZ-SANTOS, L. E. Caracterización fisicoquímica de harina de residuos del fruto de chontaduro (*Bactris gasipaes* Kunth, *Arecaceae*) obtenida por secado convectivo. **Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria**, v. 18, n. 3, p. 599-613, 2017.

MARTINS, S.; MUSSATTO, S. I.; MARTÍNEZAVILA, G.; MONTANEZ-SAENZ, J.; AGUILAR, C. N.; TEXEIRA, J. A. Bioactive phenolic compounds: production and extraction by solid-state fermentation. A review. **Biotechnology Advances**, New York, v. 29, n. 3, p. 365-373, 2011.

MARX, F., ANDRADE, E. A., MARIA DAS GRAÇAS, B. Z., & MAIA, J. S. Studies of edible Amazonian plants. Part 5: Chemical characterisation of Amazonian *Endopleura uchi* fruits. **European Food Research and Technology**, v. 214, n. 4, p. 331-334, 2002.

MATOS, K. A. N., LIMA, D. P., BARBOSA, A. P. P., MERCADANTE, A. Z., & CHISTE, R. C. Peels of tucumã (*Astrocaryum vulgare*) and peach palm (*Bactris gasipaes*) are by-products classified as very high carotenoid sources. **Food chemistry**, v. 272, p. 216-221, 2019.

MELO, A. M. DE; ALMEIDA, F. L. C.; CAVALCANTE, A. M. DE M.; IKEDA, M.; BARBI, R. C. T.; COSTA, B. P.; RIBANI, R. H. *Garcinia brasiliensis* fruits and its by-products: Antioxidant activity, health effects and future food industry trends – A bibliometric review. **Trends in Food Science and Technology**, v. 112, n. February, p. 325–335, 2021a.

MELO, A. M., BARBI, R. C. T., COSTA, B. P., IKEDA, M., CARPINÉ, D., & RIBANI, R. H. Valorization of the agro-industrial by-products of bacupari (*Garcinia brasiliensis* (Mart.)) through production of flour with bioactive properties. **Food Bioscience**, p. 101343, 2021b.

MELO, C. M. T., COSTA, L. L., PEREIRA, F. C., DE CASTRO, L. M., & NEPUMOCENO, S. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DO FRUTO “IN NATURA” DA PUPUNHA. **Revista Inova Ciência & Tecnologia/Innovative Science & Technology Journal**, v. 3, n. 1, p. 13-17, 2017a.

MELO, M. S.; BENETT, C. G. S.; MELO, B. S.; LOURENÇO, S. L. O.; BARBOZA, F. S. Análise físico-química de frutos de achachairu coletados em diferentes partes da planta. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 4, Suplemento 1, p. 17-21, dez. 2017b. ISSN 2358-630

MESQUITA, S. D. S.; TEIXEIRA, C. M. L. L.; SERVULO, E. F. C. Carotenoids: Properties, applications and market. **Revista Virtual de Química**, v. 9, n. 2, p. 672–688, 2017.

MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE. **Biodiversidade Brasileira**. [publicação online]; 2019, [acesso em 01 de julho de 2020]. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-brasileira>

MIRANDA, P. H. S.; SANTOS, A. C. DOS; FREITAS, B. C. B. DE; MARTINS, G. A. DE S.; VILAS BOAS, E. V. DE B.; DAMIANI, C. A scientific approach to extraction methods and stability of pigments from Amazonian fruits. **Trends in Food Science & Technology**, v. 113, p. 335–345, 2021.

MOREIRA, M. E. C., NATAL, D. I. G., TOLEDO, R. C. L., RAMIREZ, N. M., RIBEIRO, S. M. R., dos Anjos Benjamin, L., ... & Martino, H. S. D. Bacupari peel extracts (*Garcinia brasiliensis*) reduce high-fat diet-induced obesity in rats. **Journal of Functional Foods**, v. 29, p. 143-153, 2017.

MOREIRA-ARAÚJO, R. S. D. R., BARROS, N. V. D. A., PORTO, R. G. C. L., BRANDÃO, A. D. C. A. S., LIMA, A. D., & FETT, R. Bioactive compounds and antioxidant activity three fruitspecies from the Brazilian Cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 41, n. 3, 2019.

MYRON, P., SIDDIQUEE, S., AZAD, S. A., YONG, Y. S. Tributylamine facilitated separations of fucosylated chondroitin sulfate (Fucs) by high performance liquid chromatography (HPLC) into its component using 1-phenyl-3-methyl-5-pyrazolone (PMP) derivatization. **J Chromatogr Sep Tech**, v. 6, n. 1, p. 1-4, 2014.

NEGRI, T. C.; BERNI, P. R. A.; BRAZACA, S. G. C.; Valor nutricional de frutas nativas e exóticas do Brasil. *Biosaude*, v. 18, n. 2, p. 82 – 96, 2016.

NELSON, D. L.; COX, M. M. “**Princípios de Bioquímica de Lehninger**” 6ª Ed., 2014, pág. 243; 251-253.

NERI-NUMA, I. A., SANCHO, R. A. S., PEREIRA, A. P. A., & PASTORE, G. M. Small Brazilian wild fruits: Nutrients, bioactive compounds, health-promotion properties and commercial interest. **Food Research International**, v. 103, p. 345-360, 2018.

NEVES, L. C., TOSIN, J. M., BENEDETTE, R. M., & CISNEROS-ZEVALLOS, L. Post-harvest nutraceutical behaviour during ripening and senescence of 8 highly perishable fruit species from the Northern Brazilian Amazon region. **Food Chemistry**, v. 174, p. 188-196, 2015.

OLIVEIRA, D. M.; BASTOS, D. H. M. Biodisponibilidade de ácidos fenólicos. **Química Nova**, v. 34, p. 1051-1056, 2011.

OLIVEIRA, S. F., NETO, J. P. M., & SILVA, K. E. R. Uma revisão sobre a morfoanatomia e as propriedades farmacológicas das espécies *Astrocaryum aculeatum* Meyer e *Astrocaryum vulgare* Mart. **Scientia Amazonia**, v. 7, n. 3, p. 18-28, 2018.

PEREIRA, J. C. Nutrição e alimentação, parte específica, sais minerais (macro e microelementos). **Boletim do Criadouro Campo das Caviúnas**, Cruzeiro, v. 1, n. 18, p. 1-27, 2005.

PEREIRA, M. C., STEFFENS, R. S., JABLONSKI, A., HERTZ, P. F., DE O. RIOS, A., VIZZOTTO, M., & FLÔRES, S. H. Characterization and antioxidant potential of Brazilian fruits from the Myrtaceae family. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 60, n. 12, p. 3061-3067, 2012.

PINTO, C. M. F., DE OLIVEIRA PINTO, C. L., & DONZELES, S. M. L. Pimenta Capsicum: propriedades químicas, nutricionais, farmacológicas e medicinais e seu potencial para o agronegócio. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, 2013.

PIRES, M. B., AMANTE, E. R., DE OLIVEIRA PETKOWICZ, C. L., ESMERINO, E. A., DA CRUZ RODRIGUES, A. M., & DA SILVA, L. H. M. Impact of extraction methods and genotypes on the properties of starch from peach palm (*Bactris gasipaes* Kunth) fruits. **LWT**, p. 111983, 2021.

POL, K., DE GRAAF, K., DIEPEVEEN-DE BRUIN, M., BALVERS, M., MARS, M. The effect of replacing sucrose with L-arabinose in drinks and cereal foods on blood glucose and plasma insulin responses in healthy adults. **Journal of Functional Foods**, v. 73, p. 104114, 2020.

PRASANNA, V.; PRABHA, T. N.; THARANATHAN, R. N. Fruit ripening phenomena—an overview. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 47, n. 1, p. 1-19, 2007.

QUESADA, S., AZOFEIFA, G., JATUNOV, S., & JIMÉNEZ, G. Carotenoids composition, antioxidant activity and glycemic index of two varieties of *Bactris gasipaes*. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, p. 482-489, 2011

RABOY, V. plants Low phytic acid Crops: Observations Based On Four Decades of Research. **Plants**, v. 9, n. 2, p. 140, 2020.

RADICE, M., VIAFARA, D., NEILL, D., ASANZA, M., SACCHETTI, G., GUERRINI, A., & MAIETTI, S.. Chemical characterization and antioxidant activity of Amazonian (Ecuador) *Caryodendron orinocense* Karst. and *Bactris gasipaes* Kunth seed oils. **Journal of oleo science**, v. 63, n. 12, p. 1243-1250, 2014.

RAMOS, A. S., MAR, J. M., DA SILVA, L. S., ACHO, L. D., SILVA, B. J. P., LIMA, E. S., ... & MACHADO, M. B. Pedra-ume caá fruit: an Amazon cherry rich in phenolic compounds with antiglycant and antioxidant properties. **Food Research International**, v. 123, p. 674-683, 2019.

RAMOS, A. S., SOUZA, R. O., BOLETI, A. P. D. A., BRUGINSKI, E. R., LIMA, E. S., CAMPOS, F. R., & MACHADO, M. B.. Chemical characterization and antioxidant capacity of the araçá-pera (*Psidium acutangulum*): An exotic Amazon fruit. **Food Research International**, v. 75, p. 315-327, 2015.

RAUF, A.; KHALIL, A. A.; OLATUNDE, A.; KHAN, M.; ANWAR, S.; ALAFNAN, A.; RENGASAMY, K. R. Diversity, molecular mechanisms and structure-activity relationships of marine protease inhibitors-A review. **Pharmacological Research**, p. 105521, 2021.

REZAIRE, A., ROBINSON, J. C., BEREAU, D., VERBAERE, A., SOMMERER, N., KHAN, M. K., ... & FILS-LYCAON, B. Amazonian palm *Oenocarpus bataua* (“patawa”): Chemical and biological antioxidant activity—Phytochemical composition. **Food chemistry**, v. 149, p. 62-70, 2014.

ROCHA, A. P. Métodos para superação da dormência em sementes de *Garcinia gardneriana* (Planch. & Triana) Zappi. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 2, p. 505-514, abr.- jun., 2018a; ISSN 1980-5098.

ROCHA, W. S.; LOPES, R. M.; SILVA, D. B.; VIEIRA, R. F.; SILVA, J. P.; AGOSTINICOSTA, T. S. Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do Cerrado. **Revista Brasileira Fruticultura, Jaboticabal**, v. 33, n. 4, p. 1215-1221, 2011(b).

RODRIGUES, A. M., DARNET, S., & SILVA, L. H. Fatty acid profiles and tocopherol contents of buriti (*Mauritia flexuosa*), patawa (*Oenocarpus bataua*), tucuma (*Astrocaryum vulgare*), mari (*Poraqueiba paraensis*) and inaja (*Maximiliana maripa*) fruits. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 21, p. 2000-2004, 2010.

RODRIGUES, D. A., DE SOUSA, B. L., DA SILVA, J. G., PEREIRA, G. A., BOUSADA, G. M., DA SILVA, A. A., ... & DOS SANTOS, M. H. Phytotoxic property of metabolites isolated from *Garcinia gardneriana*. **Computational Biology and Chemistry**, v. 92, p. 107460, 2021.

RODRIGUES, Sueli; DE OLIVEIRA SILVA, Ebenezer; DE BRITO, Edy Sousa (Ed.). **Exotic Fruits Reference Guide**. Academic Press, 2018.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B., KIMURA, M., GODOY, H. T., & AMAYA-FARFAN, J. Updated Brazilian database on food carotenoids: Factors affecting carotenoid composition. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 21, n. 6, p. 445-463, 2008a.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. Fontes brasileiras de carotenoides: tabela brasileira de composição de carotenoides em alimentos. – Brasília: MMA/SBF, 2008b. Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_agrobio/_publicacao/89_publicacao09032009113306.pdf. Acesso em: 25 de dezembro de 2021.

ROSSATO, A., DA SILVA SILVEIRA, L., LOPES, L. Q. S., DE SOUSA FILHO, W. P., SCHAFFER, L. F., SANTOS, R. C. V., & SAGRILLO, M. R. Evaluation in vitro of antimicrobial activity of tucumã oil (*Astrocaryum vulgare*). **Archives in Biosciences & Health**, v. 1, n. 1, p. 99-112, 2019.

RUFINO, M. do S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S. de; MANCINI FILHO, J.; MOREIRA, A. V. B. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas no sistema beta-caroteno/ácido linoleico. **Embrapa Agroindústria Tropical-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2006a.

RUFINO, M. do S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S. de; MORAIS, S. M. de; SAMPAIO, C. de G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS^{o+}. **Embrapa Agroindústria Tropical-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2007a.

RUFINO, M. do S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S. de; MORAIS, S. M. de; SAMPAIO, C. de G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pelo método de redução do ferro (FRAP). **Embrapa Agroindústria Tropical-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2006b.

RUFINO, M. do S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S. de; MORAIS, S. M. de; SAMPAIO, C. de G.; PÉREZ - JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. **Embrapa Agroindústria Tropical-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2007b.

RUFINO, M. do S., ALVES, R. E., DE BRITO, E. S., PÉREZ-JIMÉNEZ, J., SAURA-CALIXTO, F., & MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**. v. 121, n. 4, p. 996-1002, 2010.

RUFINO, M. S., FERNANDES, F. A., ALVES, R. E., & DE BRITO, E. S. Free radical-scavenging behaviour of some north-east Brazilian fruits in a DPPH system. **Food Chemistry**, v. 114, n. 2, p. 693-695, 2009.

RUFINO, M.M.S., PÉREZ-JIMÉNEZ, J., ARRANZ, S., ALVES, R. E., DE BRITO, E. S., OLIVEIRA, M. S., & SAURA-CALIXTO, F. Açaí (*Euterpe oleraceae*) ‘BRS Pará’: A tropical

fruit source of antioxidant dietary fiber and high antioxidant capacity oil. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2100-2106, 2011.

SAGRILLO, M. R., GARCIA, L. F. M., DE SOUZA FILHO, O. C., DUARTE, M. M. M. F., RIBEIRO, E. E., CADONÁ, F. C., DA CRUZ, I. B. M. Tucuma fruit extracts (*Astrocaryum aculeatum* Meyer) decrease cytotoxic effects of hydrogen peroxide on human lymphocytes. **Food chemistry**, v. 173, p. 741-748, 2015.

SAHU, P., TRIPATHY, B., ROUT, S. Significance of anti-nutritional compounds in vegetables. **Agriculture and Rural Development: Spatial Issues, Challenges and Approaches**, p. 98, 2020.

SANTA-CECÍLIA, F. V., SANTOS, G. B., FUZISSAKI, C. N., DEROGIS, P. B., FREITAS, L. A., GONTIJO, V. S., ... & SANTOS, M. H. D. 7-epiclusianone, the natural prenylated benzophenone, inhibits superoxide anions in the neutrophil respiratory burst. **Journal of medicinal food**, v. 15, n. 2, p. 200-205, 2012.

SANTA-CECÍLIA, F. V.; VILELA, F. C.; ROCHA, C. Q. DA; DIAS, D. F.; CAVALCANTE, G. P.; FREITAS, L. A. S.; SANTOS, M. H. DOS; GIUSTI-PAIVA, A. Anti-inflammatory and antinociceptive effects of *Garcinia brasiliensis*. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 133, n. 2, p. 467-473, 2011.

SANTOS, M. D. F. G., MAMEDE, R. V. S., RUFINO, M. D. S. M., DE BRITO, E. S., & ALVES, R. E. Amazonian native palm fruits as sources of antioxidant bioactive compounds. **Antioxidants**, v. 4, n. 3, p. 591-602, 2015.

SANTOS, M. M. R., FERNANDES, D. S., CÂNDIDO, C. J., CAVALHEIRO, L. F., DA SILVA, A. F., DO NASCIMENTO, V. A., ... & HIANE, P. A. Physical-chemical, nutritional and antioxidant properties of tucumã (*Astrocaryum huaimi* Mart.) fruits. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 39, n. 4, p. 1517-1531, 2018.

SANTOS, MFG, ALVES, RE; ROCA, M. **Composição de carotenóides em óleos obtidos de frutos de palmeira da Amazônia brasileira** *Grasas y Aceites* (2015b)

SANTOS, O. V. D., SOARES, S. D., DIAS, P. C. S., DUARTE, S. D. P. D. A., SANTOS, M. P. L. D., & NASCIMENTO, F. D. C. A. D. Chromatographic profile and bioactive compounds found in the composition of pupunha oil (*Bactris gasipaes* Kunth): implications for human health. **Revista de Nutrição**, v. 33, 2020.

SANTOS, P. D. F., RUBIO, F. T. V., DE CARVALHO BALIEIRO, J. C., THOMAZINI, M., & FAVARO-TRINDADE, C. S. Application of spray drying for production of microparticles containing the carotenoid-rich tucumã oil (*Astrocaryum vulgare* Mart.). **LWT**, v. 143, p. 111106, 2021.

SANTOS-SÁNCHEZ, N. F., SALAS-CORONADO, R., VILLANUEVA-CAÑONGO, C., HERNÁNDEZ-CARLOS, B. **Antioxidant compounds and their antioxidant mechanism** (pp. 1-28). London, UK: IntechOpen, 2019.

SARMENTO, J. D. A., DE MORAIS, P. D., DE SOUZA, F. I., DE MIRANDA, M. A. Physical-chemical characteristics and antioxidant potential of seed and pulp of *Ximenea*

americana L. from the semiarid region of Brazil. **African Journal of Biotechnology**, v. 14, n. 20, p. 1743-1752, 2015.

SCHIASSI, M. C. E. V., DE SOUZA, V. R., LAGO, A. M. T., CAMPOS, L. G., & QUEIROZ, F. Fruits from the Brazilian Cerrado region: physico-chemical characterization, bioactive compounds, antioxidant activities, and sensory evaluation. **Food chemistry**, v. 245, n. 1, p. 305–311, 2018.

SCHIASSI, M. C. E. V., DE SOUZA, V. R., LAGO, A. M. T., CAMPOS, L. G., & QUEIROZ, F. Fruits from the Brazilian Cerrado region: Physico-chemical characterization, bioactive compounds, antioxidant activities, and sensory evaluation. **Food chemistry**, v. 245, p. 305-311, 2018.

SEIXAS, F.R.F.; DE MATOS, A.P.P.; VICENTE, E. Avaliação físico-química do bacupari (*rheedia gardneriana*) proveniente da amazônia ocidental. **JORNADA CIENTÍFICA DA UNESC**, n. 1, 2015.

SENTHILKUMAR, S.; VIJAYAKUMAR, R.M. Biochemical, Physiological and Horticultural Perspectives of Fruit Colour Pigmentation: A Review, **Research and Reviews: Journal of Agriculture and Allied Sciences**, v.3, n.1, p. 9-16, 2014.

SERAGLIO, S. K. T., GONZAGA, L. V., HELM, C. V., NEHRING, P., OLIVO, I. S., & FETT, R. Avaliação da capacidade antioxidante in vitro e determinação de compostos fenólicos em diferentes sistemas de extração em frutos de pupunha. In: **Revista do Congresso Sul Brasileiro de Engenharia de Alimentos**. 2015.

SERRA, J. L., DA CRUZ RODRIGUES, A. M., DE FREITAS, R. A., DE ALMEIDA MEIRELLES, A. J., DARNET, S. H., & DA SILVA, L. H. M. Alternative sources of oils and fats from Amazonian plants: Fatty acids, methyl tocols, total carotenoids and chemical composition. **Food research international**, v. 116, p. 12-19, 2019.

SHANLEY, P., CYMERYS, M., SERRA, M., & MEDINA, G. **Frutales y plantas útiles en la vida amazónica**. FAO/CIFOR/PPI, 2012.

SHARMA, K.P. Tannin degradation by phytopathogen's tannase: A Plant's defense perspective. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 21, p. 101342, 2019.

SILVA, A. J. B. DA; SEVALHO, E. D. S.; MIRANDA, I. P. DE A. Potencial das palmeiras nativas da Amazônia Brasileira para a bioeconomia: análise em rede da produção científica e tecnológica. **Ciência Florestal**, v. 31, n. 2, p. 1020–1046, (2021b).

SILVA, AR, PINELA, J., GARCÍA, PA, FERREIRA, IC, & BARROS, L. Optimised heat/ultrasound-assisted extraction of tannins by response surface methodology. **Separation and Purification Technology**, v. 276, p. 119358, 2021a.

SILVA, L. B. A. R., PINHEIRO-CASTRO, N., NOVAES, G. M., PASCOAL, G. D. F. L., & ONG, T. P. Bioactive food compounds, epigenetics and chronic disease prevention: Focus on early-life interventions with polyphenols. **Food Research International**, v. 125, p. 108646, 2019.

SILVA, L.M DE M., DE SOUSA, F. C., DE CASTRO, D. S., NUNES, J. S., & ALMEIDA, F. D. A. C. Avaliação das características físicas e físico-químicas da pupunha. **Revista Verde**, Pombal, v. 8, n. 3, p. 5-8, 2013.

SILVA, R.S.; SANTOS, C..L.; MAR, J.M.; KLUCZKOVSKI, A.M.; FIGUEIREDO, J.A.; BORGES, S.V.; BAKRY, A.M.; SANCHES, E.A.; CAMPELO, P.H. Physicochemical properties of tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) powders with different carbohydrate biopolymers. **LWT**, v. 94, p. 79-86, 2018.

SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTÓS, R. M. [14] Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. **Methods in Enzymology**, v. 299, p. 152–178, 1999.

SINHA, K.; KHARE, V.; SCIENTIST, J.; BHARTI, L. Review on: Antinutritional factors in vegetable crops. **The Pharma Innovation Journal**, v. 6, n. 12, p. 353–358, 2017.

SONG, H., SHEN, X., DENG, R., ZHANG, Y., & ZHENG, X. Dietary anthocyanin-rich extract of açai protects from diet-induced obesity, liver steatosis, and insulin resistance with modulation of gut microbiota in mice. **Nutrition**, v. 86, p. 111176, 2021.

SOUSA, F. C., DE MELO SILVA, L. M., DE CASTRO, D. S., NUNES, J. S., & DE SOUSA, E. P. Propriedades físicas e físico-químicas da polpa de juazeiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 2, p. 68-71, 2013.

SOUSA, H. M. S.; LEAL, G. F.; DAMIANI, C.; BORGES, S. V.; FREITAS, B. C.; MARTINS, G. A. S. Some wild fruits from amazon biodiversity: composition, bioactive compounds, and characteristics. **Food Research**, v. 5, n. 5, p. 17-32, 2021.

SOUZA, F. G. DE; ARAÚJO, F. F. DE; PAULO FARIAS, D. DE; ZANOTTO, A. W.; NERINUMA, I. A.; PASTORE, G. M. Brazilian fruits of Arecaceae family: An overview of some representatives with promising food, therapeutic and industrial applications. **Food Research International**, v. 138, p. 109690, 2020.

SOUZA, T. C. DE; SOUZA, E. DOS S.; DOUSSEAU, S.; CASTRO, E. M. DE; MAGALHÃES, P. C. Seedlings of *Garcinia brasiliensis* (Clusiaceae) subjected to root flooding: Physiological, morphoanatomical, and antioxidant responses to the stress. **Aquatic Botany**, v. 111, p. 43–49, 2013.

SOUZA, V. R., PEREIRA, P. A. P., QUEIROZ, F., BORGES, S. V., & CARNEIRO, J. D. D. S. Determination of bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Cerrado Brazilian fruits. **Food chemistry**, v. 134, n. 1, p. 381-386, 2012.

STROHECKER R; HENNING HM. 1967. Análises de vitaminas: métodos comprovados. Madrid: Paz Montalvo, 428p.

SUMCZYNSKI, D., KOTÁSKOVÁ, E., ORSAVOVÁ, J., VALÁŠEK, P. Contribution of individual phenolics to antioxidant activity and in vitro digestibility of wild rices (*Zizania aquatica* L.). **Food chemistry**, v. 218, p. 107-115, 2017.

SUN, Baoshan; RICARDO-DA-SILVA, Jorge M.; SPRANGER, Isabel. Critical factors of vanillin assay for catechins and proanthocyanidins. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 46, n. 10, p. 4267-4274, 1998.

SUN, J., PENG, H., SU, W., YAO, J., LONG, X., & WANG, J. Anthocyanins extracted from rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) pericarp tissues as potential natural antioxidants. **Journal of Food Biochemistry**, v. 35, n. 5, p. 1461-1467, 2011.

SWAIN, Tony; HILLIS, W. E. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. I.—The quantitative analysis of phenolic constituents. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 10, n. 1, p. 63-68, 1959.

SWEETMAN, C., SADRAS, V. O., HANCOCK, R. D., SOOLE, K. L., & FORD, C. Metabolic effects of elevated temperature on organic acid degradation in ripening *Vitis vinifera* fruit. **Journal of experimental botany**, v. 65, n. 20, p. 5975-5988, 2014.

TAPIA, M. S., ALZAMORA, S. M., & CHIRIFE, J. Effects of water activity (aw) on microbial stability as a hurdle in food preservation. **Water activity in foods: Fundamentals and applications**, p. 323-355, 2020.

TAUCHEN, J., BORTL, L., HUML, L., MIKSATKOVA, P., DOSKOCIL, I., MARSIK, P., ... & KOKOSKA, L. Phenolic composition, antioxidant and anti-proliferative activities of edible and medicinal plants from the Peruvian Amazon. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 26, p. 728-737, 2016.

TOME, A.C., MÁRSICO, E.T., DA SILVA, F.A., KATO, L., DO NASCIMENTO, T.P., MONTEIRO, M.L.G. Achachairú (*Garcinia humilis*): chemical characterization, antioxidant activity and mineral profile. **Journal of Food Measurement and Characterization**, v. 13, n. 1, p. 213-221, 2019.

VAINIO, H; BIANCHINI, F. **IARC Handbooks of Cancer Prevention**. International Agency for Research on Cancer. World Health Organization. Ed. IACR, vol. 8. Lyon, 2003.

VALENCIA, G. A., MORAES, I. C. F., LOURENÇO, R. V., BITTANTE, A. M. Q. B., & SOBRAL, P. J. D. A. Physicochemical, morphological, and functional properties of flour and starch from peach palm (*Bactris gasipaes* K.) fruit. **Starch-Stärke**, v. 67, n. 1-2, p. 163-173, 2015.

VASCO, C.; RUALES, J.; KAMAL-ELDIN, A. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. **Food chemistry**, v. 111, n. 4, p. 816-823, 2008.

VASHISHTH, R.; SEMWAL, A. D.; NAIKA, M.; SHARMA, G. K.; KUMAR, R. Influence of cooking methods on antinutritional factors, oligosaccharides and protein quality of underutilized legume *Macrotyloma uniflorum*. **Food Research International**, v. 143, p. 110299, 2021.

VEER, S. J.; PAWAR, V. S.; KAMBALE, R. E. Antinutritional factors in foods. **The Pharma Innovation Journal**, v. 10, n. 7, p. 01–04, 2021.

VICENTE, O.; BOSCAIU, M. Flavonoids: Antioxidant compounds for plant defence... and for a healthy human diet. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, v. 46, n. 1, p. 14-21, 2018.

VILLELA, G. G.; BACILA, M.; TASTALDI, H. Técnicas e experimentos de bioquímica. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1973, p.527.

VIRGOLIN, L.B.; SEIXAS, F. R. F.; JANZANTTI, N.S. Composition, content of bioactive compounds, and antioxidant activity of fruit pulps from the Brazilian Amazon biome. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 10, p. 933-941, 2017.

VUOLO, M. M.; LIMA, V. S.; MARÓSTICA JUNIOR, M. R. Phenolic compounds: Structure, classification, and antioxidant power. In: **Bioactive compounds**. Woodhead Publishing, 2019. p. 33-50.

WANG, L., FU, H., WANG, W., WANG, Y., ZHENG, F., NI, H., & CHEN, F. Analysis of reducing sugars, organic acids and minerals in 15 cultivars of jujube (*Ziziphus jujuba* mill.) fruits in China. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 73, p. 10-16, 2018.

WARTHESEN, J. J.; KRAMER, P. L. Analysis of sugars in milk and ice cream by high pressure liquid chromatography. **Journal of Food Science**, v. 44, n. 2, p. 626-627, 1979.

WATERHOUSE, A. L. Determination of total phenolics. **Current protocols in food analytical chemistry**, v. 6, n. 1, New York: John Wiley & Sons. 2002.

WEN, X., HEMPEL, J., SCHWEIGGERT, R. M., NI, Y., & CARLE, R. Carotenoids and carotenoid esters of red and yellow *Physalis* (*Physalis alkekengi* L. and *P. pubescens* L.) fruits and calyces. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 65, n. 30, p. 6140-6151, 2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **Iron deficiency anemia: assessment, prevention and control - a guide for programme managers**. Geneva: WHO, 2001.

YUYAMA, L. K., AGUIAR, J. P., YUYAMA, K., CLEMENT, C. R., MACEDO, S. H., FÁVARO, D. I., ... & VANNUCCHI, H. Chemical composition of the fruit mesocarp of three peach palm (*Bactris gasipaes*) populations grown in Central Amazonia, Brazil. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 54, n. 1, p. 49-56, 2003.

ZANATTA, C. F.; MERCADANTE, A. Z. Carotenoid composition from the Brazilian tropical fruit camu-camu (*Myrciaria dubia*). **Food Chemistry**, v. 101, n. 4, p. 1526-1532, 2007.

ZHUANG, Y., MA, Q., GUO, Y., & SUN, L. Protective effects of rambutan (*Nephelium lappaceum*) peel phenolics on H₂O₂-induced oxidative damages in HepG2 cells and d-galactose-induced aging mice. **Food and Chemical Toxicology**, v. 108, p. 554-562, 2017.

ZIELINSKI, A. A. F., ÁVILA, S., ITO, V., NOGUEIRA, A., WOSIACKI, G., & HAMINIUK, C. W. I. The association between chromaticity, phenolics, carotenoids, and in vitro antioxidant activity of frozen fruit pulp in Brazil: an application of chemometrics. **Journal of Food Science**, v. 79, n. 4, p. C510-C516, 2014.