

**Aspectos nutricionais, químicos e farmacológicos de Tucumã
(*Astrocaryum aculeatum* Meyer e *Astrocaryum vulgare* Mart.)**

**Nutritional, chemical and pharmacological aspects of Tucumã
(*Astrocaryum aculeatum* Meyer and *Astrocaryum vulgare* Mart.)**

DOI:10.34117/bjdv8n2-344

Recebimento dos originais: 07/01/2022

Aceitação para publicação: 21/02/2022

Luana Lopes Casas

Doutora em Biodiversidade e Biotecnologia, docente da Faculdade Estácio Amazonas
Manaus, AM, Brasil

E-mail: luanacasas05@gmail.com

Rherysonn Pantoja de Jesus

Mestre em Ciências de Alimentos, docente da Faculdade Estácio Amazonas, Manaus
AM, Brasil

E-mail: haryson_77@hotmail.com

Pedro de Queiroz Costa Neto

Doutor em Biotecnologia, docente da Universidade Federal do Amazonas, Manaus AM
Brasil

E-mail: senaneto16@yahoo.com.br

Samaroni Adilson Moreira Corrêa

Especialista em Gestão Ambiental, docente na Escola Estadual Ten. Cel. Cândido José
Mariano, Manaus, AM, Brasil

E-mail: samaronicorrea@gmail.com

RESUMO

O tucumazeiro é uma palmeira da família Arecaceae sendo *Astrocaryum aculeatum* e *Astrocaryum vulgare* as espécies mais conhecidas e apreciadas. O fruto denominado de tucumã apresenta um significativo valor cultural e econômico. O objetivo dessa revisão foi destacar as diferentes aplicações do tucumã (*A. aculeatum* e *A. vulgare*) que vão desde o setor alimentício até o isolamento de substâncias com propriedades farmacológicas. Foi realizado um levantamento bibliográfico nas principais bases de dados (SCOPUS, SCIELO, PubMed, Google Scholar, Lilacs, periódicos Capes) e utilizou-se como ponto de partida as palavras-chave “tucumã”, “*Astrocaryum aculeatum*” e “*Astrocaryum vulgare*”. Verificou-se que em termos nutricionais a polpa do fruto é rica em lipídios e carboidratos com alto potencial calórico. Pode ser consumida também em diferentes receitas como pastas, geleias, associada a laticínios e na forma de salgados. Os principais grupos químicos isolados de tucumã fazem parte do grupo dos ácidos graxos, carotenoides, compostos fenólicos e fitosteróis, sendo o β -caroteno a substância mais comumente isolada. Várias pesquisas têm demonstrado também o potencial de substâncias isoladas do fruto e casca com diferentes atividades farmacológicas como antioxidante, antimicrobiana, citoprotetora e com potencial antidiabético. Portanto, devido suas propriedades, o tucumã é um fruto amazônico que pode ser explorado para a

obtenção de compostos para aplicações em indústria alimentícia, cosmética e farmacêutica.

Palavras-chave: Amazônia, Arecaceae, atividade biológica.

ABSTRACT

The tucumanzeiro is a palm tree of the Arecaceae family, with *Astrocaryum aculeatum* and *Astrocaryum vulgare* being the best known and most appreciated species. The fruit called tucumã has a significant cultural and economic value. The objective of this review was to highlight the different applications of tucumã (*A. aculeatum* and *A. vulgare*) ranging from the food sector to the isolation of substances with pharmacological properties. A bibliographic survey was carried out in the main databases (SCOPUS, SCIELO, PubMed, Google Scholar, Lilacs, Capes journals) and the keywords “tucumã”, “*Astrocaryum aculeatum*” and “*Astrocaryum vulgare*” were used as a starting point. It was found that, in nutritional terms, the fruit pulp is rich in lipids and carbohydrates with high caloric potential. It can also be consumed in different recipes such as pastes, jellies, associated with dairy products and in the form of savory snacks. The main chemical groups isolated from tucumã are part of the group of fatty acids, carotenoids, phenolic compounds and phytosterols, with β -carotene being the most isolated substance. Several studies have also demonstrated the potential of substances isolated from the fruit and peel with different pharmacological activities such as antioxidant, antimicrobial, cytoprotective and antidiabetic potential. Therefore, due to its properties, tucumã is an Amazonian fruit that can be exploited to obtain compounds for applications in the food, cosmetic and pharmaceutical industries.

Keywords: Amazon, Arecaceae, biological activity.

1 INTRODUÇÃO

A Amazônia é bastante conhecida por sua diversidade tanto da fauna quanto da flora. Apresenta uma grande variedade de frutas com potencial econômico local e dentre estas espécies destacam-se *Astrocaryum aculeatum* Meyer e *Astrocaryum vulgare* Mart. Ambas são palmeiras pertencentes à família Arecaceae, com ampla distribuição na América do Sul (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

A espécie *A. aculeatum* é conhecida como tucumã-do-amazonas ou tucumã-açu, ocorre com bastante frequência na Amazônia, mais especificamente no estado do Amazonas (Leitão 2008). Já *A. vulgare* também conhecida como tucumã comum, tucumã-do-Pará, “awarra” ou “ocherie” possui distribuição geográfica ampla no Norte da América do Sul, concentrando-se principalmente na parte leste da Amazônia (CALZAVARA, 1968; OLIVEIRA *et al.*, 2018).

O tucumanzeiro é uma palmeira de grande potencial econômico devido suas diversas utilidades (Xisto, 2020). Uma das principais formas de aproveitamento da árvore

é a obtenção dos frutos. No município de Manaus o tucumã - fruto do tucumanzeiro - tem maior preferência e consumo, despertando o interesse para o cultivo da espécie (FLOR, 2013).

Existem duas formas em que geralmente o fruto é comercializado: (i) in natura, vendido em dúzia ou cento; e (ii) beneficiado localmente pelos próprios comerciantes, onde a polpa é comercializada por peso. A polpa do tucumã é consumida *in natura*, acompanhada de farinha de mandioca, em sanduíche e na forma de sucos e sorvetes (MOUSSA e KAHN, 1997).

Os frutos e sementes do tucumã têm sido usados na alimentação animal (Xavier et al. 2019) e humana (ARAÚJO et al., 2021). Sua polpa é amplamente consumida devido às suas propriedades nutricionais e contém substâncias de elevado potencial calórico como ácidos graxos, especialmente ácido oleico, ácido linoleico, dentre outros (NASCIMENTO et al., 2021; PARDAUIL et al., 2017) além de carotenoides (SAGRILLO et al., 2015), compostos fenólicos (JOBIM et al., 2014) e fitosteróis (SANTOS et al., 2013). Várias pesquisas têm demonstrado também o potencial de substâncias isoladas do fruto e casca com diferentes atividades farmacológicas como antioxidante (JANTSCH et al., 2020), antimicrobiana (JOBIM et al., 2014), citoprotetora (NASCIMENTO et al., 2021) e com potencial antidiabético (BALDISSERA et al., 2017a-c).

O objetivo desse estudo foi destacar as diferentes aplicações do tucumã (*A. aculeatum* e *A. vulgare*) que vão desde o setor alimentício até o isolamento de substâncias com propriedades farmacológicas.

2 METODOLOGIA

Foi realizado um levantamento bibliográfico com pesquisas às bases de dados SCOPUS, SCIELO, PubMed, Google Scholar, Lilacs e no conjunto de bases de dados do portal de periódicos Capes. Nas ferramentas de busca utilizou-se como ponto de partida as palavras-chave “tucumã”, “*Astrocaryum aculeatum*” e “*Astrocaryum vulgare*”. Após a obtenção dos artigos foram selecionados aqueles que abordavam assuntos referentes aos aspectos nutricionais, químicos e farmacológicos de ambas as espécies. Cerca de 40 artigos foram analisados de forma íntegra e as informações obtidas serão apresentadas adiante.

3 ASPECTOS NUTRICIONAIS

A FAO (1986) compilou diversas informações sobre espécies florestais frutíferas e alimentares, dentre elas, o tucumã. Os dados publicados foram dados em valores médios. Os frutos em sua maioria pesam cerca de 45 g. Como a polpa varia consideravelmente em espessura, ela representa em média 25% do peso do fruto. O conteúdo de matéria seca está em torno de 50% sendo o caroço e a casca responsáveis cada um por aproximadamente 30% do peso do fruto. A partir do caroço pode ser extraído até 37% de óleo. Esse alto teor de lipídios torna a fruta uma excelente fonte de calorias fornecendo também quantidades úteis de proteínas e vitamina A.

Em relação à caracterização nutricional, Aguiar (1996) analisou amostras de polpas de tucumã de diferentes cidades do Amazonas (Manaus, Borba, Novo Airão e Tefé) com o objetivo de elaborar uma tabela de composição centesimal. Esta tabela permite aos profissionais da área avaliar o consumo alimentar, bem como desenvolver pesquisas na área de alimentos adaptadas a realidade local. Os dados com essas informações, bem como aquelas obtidas por outros pesquisadores em locais de coleta e épocas diferentes podem ser encontrados na Tabela 1.

Percebe-se que há uma variação quanto aos valores da composição nutricional obtidos entre as diferentes pesquisas. Isso é esperado porque, apesar das metodologias serem bastante semelhantes, fatores edafoclimáticos podem interferir na composição nutricional desse fruto dependendo da região em que foi plantado. Por esse motivo é de suma importância que estudos de caracterização nutricional e alimentício sejam conduzidos para elaborar tabelas nutricionais para frutos próprios de cada região.

Tabela 1 – Composição físico-química da polpa do tucumã coletada em diferentes épocas e localidades

Composição	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor
Umidade	38,50%	48,46%	44,90%	50,25%	46,25%	61,50%
Proteínas	5,50%	3,51%	3,54%	3,39%	3,65%	3,50%
Lipídios	47,20%	32,29%	40,49%	25,19%	35,42%	17%
Carboidratos	6,80%	14,48%	8,54%	19,25%	13,88%	4,00%
Cinzas	2%	1,26%	2,53%	1,23%	1,20%	1%
Potencial calórico	474 kcal/100 g	362,57 kcal/100 g	412,73 kcal/100 g	320 kcal/100 g	-	183 kcal/100 g
Referência	Aguiar (1996)	Yuyama <i>et al.</i> (2008)	Ferreira <i>et al.</i> (2008)	Leitão (2008)	Silva <i>et al.</i> (2018)	Martins ^e Martim (2020)

Fonte: Autores

Yuyama *et al.* (2008) processaram frutos de tucumã por desidratação e pulverização para avaliar sua vida-de-prateleira em diferentes tipos de embalagens e temperaturas de armazenagem. Isso porque um dos principais desafios para quem

comercializa tucumã é conservar as propriedades microbiológicas e nutricionais desse fruto (OLIVEIRA *et al.*, 2018). O tucumã desidratado e pulverizado foi analisado a cada 30 dias durante 150 dias de armazenamento em duas temperaturas (4 e 24 °C) e três tipos de embalagens (plástico, laminado e lata de aço). Os constituintes que se destacaram, tanto no fruto *in natura* quanto no desidratado e pulverizado foram os lipídios, carboidratos e β -caroteno. Em relação à vida-de-prateleira, todos os tratamentos apresentaram boa estabilidade química e microbiológica durante os 150 dias de armazenamento mantendo seu potencial nutricional e microbiológico.

Graças ao potencial alimentício bastante apreciado pela população regional, várias pesquisas têm sido elaboradas com a finalidade de incorporar a polpa desse fruto em diferentes preparações. Ataíde *et al.* (2016) testaram a produção de queijo do tipo coalho acrescido com lascas de tucumã, utilizando os percentuais entre polpa e leite, respectivamente: 30 + 70 (queijo A), 40+60 (queijo B) e 50+50 (queijo C). Após análises físico-químicas e sensoriais o queijo com melhor resultado foi o queijo A. Apresentou um melhor perfil nutricional e sensorial que atendeu aos exigidos parâmetros de qualidade com composição centesimal de 54,84% de umidade, 18,87% de proteína, 17,07 g de lipídios, 5,23% de carboidratos, 3,99% de cinzas e valor energético de 250,03 Kcal/100g.

Outro estudo envolvendo laticínios e tucumã foi o de Hanna (2015). O objetivo da pesquisa foi desenvolver um produto lácteo novo utilizando-se dois ingredientes básicos, queijo tipo ricota e polpa de tucumã. Foram testadas três formulações do produto variando-se respectivamente as quantidades percentuais de polpa e ricota: 20% + 80% (TMT1), 30% + 70% (TMT2) e 40% + 60% (TMT3). Foram realizadas análises físico-químicas e microbiológicas durante 21 dias de armazenamento a 4°C associadas aos testes sensoriais. Percebeu-se que a formulação TMT3 obteve a melhor aceitação e que os cuidados higiênicos usados na manipulação e processamento foram suficientes para garantir uma vida-de-prateleira de 14 dias. O produto obtido apresentou o seguinte perfil nutricional: 57,19 g de umidade, 20,33 g de lipídios, 11,92 g de carboidratos, 5,19 g de proteínas, 2,87 g de cinzas e valor energético de 251,47 Kcal/100 g.

Gomes *et al.* (2018) estabeleceram e otimizaram ingredientes para o desenvolvimento de uma pasta de tucumã. A polpa, após retirada manualmente, foi cortada em fatias e submetida ao processo de secagem. A polpa desidratada foi triturada em processador e utilizada para a elaboração da pasta. Através de análise sensorial utilizando testes de preferência foi possível escolher os ingredientes e otimizar as concentrações dos ingredientes na formulação. Com a utilização de polpa desidratada,

pectina e composto lácteo foi possível elaborar uma pasta de tucumã com característica de sabor do fruto.

Uma outra formulação bem interessante levando na sua composição dois frutos regionais foi a elaborada por Martins e Martim (2020) que resultou em uma geleia mista de tucumã e cupuaçu enriquecida com exocarpo de banana verde. No presente estudo, foram desenvolvidas duas formulações: F1 (500 g de polpa de tucumã e 250 g polpa de cupuaçu) e F2 (500 g de polpa tucumã e 500 g de polpa de cupuaçu). Na produção das geleias também foram usados: sacarose, exocarpo de banana verde, pectina cítrica e água. De maneira geral, as formulações F1 e F2 apresentaram boa aceitação sensorial, mas os valores de aroma, sabor, textura e aspecto global da F1 foram significativamente superiores quando comparados com a F2. Os autores destacam ainda que essa formulação se caracteriza como um alimento rico em lipídios, possui alto teor de fibras e qualidade microbiológica adequada para consumo humano.

Regina *et al.* (2018) desenvolveram um produto alimentício para portadores de doença celíaca com a inclusão do tucumã em sua composição. A doença celíaca (DC) é uma doença digestiva que lesiona o intestino delgado, causando má absorção dos nutrientes. Os indivíduos com DC não conseguem tolerar o glúten, por esse motivo o tratamento consiste fundamentalmente na retirada do glúten da dieta. Portanto, o desenvolvimento de produtos isentos dessa proteína é necessário e de suma importância para pacientes celíacos afim de promover uma melhor qualidade de vida (SDEPANIAN *et al.*, 1999). Foi desenvolvida uma esfirra salgada isenta de glúten, sendo a massa preparada com farinha de arroz e polpa de tucumã, com recheio de filé de dourado e aproveitamento integral de chuchu. A esfirra deste estudo foi considerado um alimento rico em fonte de proteína, com baixo teor de gorduras totais e saturadas como demonstrado na tabela nutricional: carboidratos 39 g, proteínas 17 g, gorduras totais 5 g, gorduras saturadas 2 g, fibra alimentar 1,4 g e valor energético de 275,4 Kcal/100g. Por esse motivo os autores sugeriram o produto como uma boa opção de lanche para portadores de doença celíaca, possibilitando uma melhoria da qualidade alimentar da população celíaca através do incremento do aporte nutricional utilizando um fruto regional como o tucumã.

4 ASPECTOS QUÍMICOS

Os principais grupos químicos isolados de tucumã fazem parte do grupo dos ácidos graxos, carotenoides, compostos fenólicos e fitosteróis (Tabela 2).

Os componentes lipídicos, especialmente os ácidos graxos, estão presentes nas mais diversas formas de vida, desempenhando importantes funções na estrutura das membranas celulares e nos processos metabólicos (MARTIN *et al.*, 2006). Dentre os ácidos graxos mais isolados do tucumã encontram-se o ácido oleico e linoleico. Essas substâncias são consideradas essenciais aos seres humanos. São assim chamados de “ácidos graxos essenciais” porque o corpo não pode fabricá-los ou sintetizá-los. Eles devem ser fornecidos por ingestão nutricional. Por esse motivo é de suma importância considerar alimentos regionais como fonte desses nutrientes. Em humanos, os ácidos linoleico e α -linolênico, por exemplo, são necessários para manter sob condições normais, as membranas celulares, as funções cerebrais e a transmissão de impulsos nervosos. Esses ácidos graxos também participam da transferência do oxigênio atmosférico para o plasma sanguíneo, da síntese da hemoglobina e da divisão celular (YEHUDA *et al.*, 2002).

Os carotenoides são tetraterpenos lipossolúveis com 40 átomos de carbono, que formam uma série de ligações duplas conjugadas formando um sistema cromóforo. São pigmentos naturais sintetizados por alguns microrganismos não fotossintéticos (bactérias, bolores e leveduras) e por organismos fotossintéticos, incluindo plantas, algas e cianobactérias (GHARIBZAHEDI *et al.*, 2013). O consumo de carotenoides é de suma importância considerando as diferentes atividades biológicas a eles associadas, especialmente como precursores da vitamina A e como poderoso antioxidante. Além disso, possui várias aplicações na indústria de alimentos como corantes naturais, suplemento alimentar e na indústria farmacêutica em formulação de cosméticos (MESQUITA *et al.*, 2017). A partir do tucumã já foram identificadas mais de 20 substâncias desse grupo, sendo β -caroteno a mais comum. A polpa fresca de *A. aculeatum* contém cerca de 3,5 mg de caroteno a cada 100 g enquanto de *A. vulgare* demonstrou ter 31 mg/100 g (FAO, 1986).

Tabela 2 – Principais substâncias isoladas de tucumã (*A. aculeatum* e *A. vulgare*)

Grupo químico	Nome da substância	Referência
	Ácido octanoico (caprílico)	Pereira <i>et al.</i> (2019)
	Ácido decanoico (cáprico)	Ferreira <i>et al.</i> (2008); Pereira <i>et al.</i> (2019)
	Ácido dodecanoico (láurico)	Pardauil <i>et al.</i> (2017); Pereira <i>et al.</i> (2019);
Ácido graxo	Ácido tetradecanoico (mirístico)	Rodrigues <i>et al.</i> (2010); Pardauil <i>et al.</i> (2017); Pereira <i>et al.</i> (2019)
	Ácido hexadecanoico (palmítico)	Ferreira <i>et al.</i> (2008); Rodrigues <i>et al.</i> (2010); Costa <i>et al.</i> (2016); Baldissera <i>et al.</i> (2017a,b); Pardauil <i>et al.</i> (2017); Santos <i>et al.</i> (2017); Pereira <i>et al.</i> (2019)

	Ácido 9-hexadecenoico (palmitoleico)	Rodrigues <i>et al.</i> (2010); Pardauil <i>et al.</i> (2017)
	Ácido heptadecanoico (margárico)	Rodrigues <i>et al.</i> (2010)
	Ácido octadecanoico (esteárico)	Ferreira <i>et al.</i> (2008); Rodrigues <i>et al.</i> (2010); Costa <i>et al.</i> (2016); Baldissera <i>et al.</i> (2017a,b); Pardauil <i>et al.</i> (2017); Pereira <i>et al.</i> (2019)
	Ácido 9-octadecenoico (oleico)	Ferreira <i>et al.</i> (2008); Rodrigues <i>et al.</i> (2010); Costa <i>et al.</i> (2016); Baldissera <i>et al.</i> (2017a,b); Pardauil <i>et al.</i> (2017); Santos <i>et al.</i> (2017); Nascimento <i>et al.</i> (2021)
	Ácido <i>trans</i> -9-octadecenoico (elaídico)	Baldissera <i>et al.</i> (2017a,b)
	Ácido 9.12-octadecadienico (linoleico)	Rodrigues <i>et al.</i> (2010); Costa <i>et al.</i> (2016); Pardauil <i>et al.</i> (2017)
	Ácido 9.12, 15-octadecatrienoico (linolênico)	Rodrigues <i>et al.</i> (2010); Pardauil <i>et al.</i> (2017)
	Ácido n-nonadecílico	Ferreira <i>et al.</i> (2008)
	Ácido eicosanoico (araquídico)	Rodrigues <i>et al.</i> (2010); Pardauil <i>et al.</i> (2017)
	Ácido docosanoico (behênico)	Rodrigues <i>et al.</i> (2010)
	β -caroteno	Yuyama <i>et al.</i> (2008); De Souza Filho <i>et al.</i> (2013); Jobim <i>et al.</i> (2014); Sagrillo <i>et al.</i> (2015); Silva <i>et al.</i> (2018); Cabral <i>et al.</i> (2020); Nascimento <i>et al.</i> (2021)
Carotenoide	<i>all-trans</i> - β -caroteno	Rosso e Mercadante (2007)
	<i>all-trans</i> - α -caroteno	Rosso e Mercadante (2007)
	<i>all-trans</i> - β -criptoxantina	Rosso e Mercadante (2007)
	13- <i>cis</i> - β -caroteno	Rosso e Mercadante (2007)
	<i>all-trans</i> - α -criptoxantina	Rosso e Mercadante (2007)
	zeinoxantina	Rosso e Mercadante (2007)
	<i>all-trans</i> -luteína	Rosso e Mercadante (2007)
	<i>cis</i> - γ -caroteno 3	Rosso e Mercadante (2007)
	15- <i>cis</i> - β -caroteno	Rosso e Mercadante (2007)
	5,8-epoxi- β -caroteno	Rosso e Mercadante (2007)
	<i>cis</i> - β -zeacaroteno 2	Rosso e Mercadante (2007)
	<i>cis</i> - β -zeacaroteno 1	Rosso e Mercadante (2007)
	<i>all-trans</i> - δ -caroteno	Rosso e Mercadante (2007)
	<i>all-trans</i> - β -zeacaroteno	Rosso e Mercadante (2007)
	<i>all-trans</i> - γ -caroteno	Rosso e Mercadante (2007)
	<i>all-trans</i> -neoxantina	Rosso e Mercadante (2007)
<i>cis</i> -violaxantina	Rosso e Mercadante (2007)	
<i>cis</i> -neoxantina	Rosso e Mercadante (2007)	
<i>all-trans</i> -zeaxantina	Rosso e Mercadante (2007)	
<i>all-trans</i> - ζ -caroteno	Rosso e Mercadante (2007)	
<i>cis</i> -lutein	Rosso e Mercadante (2007)	
Composto fenólico	Ácido gálico	Jobim <i>et al.</i> (2014); Sagrillo <i>et al.</i> (2015); Cabral <i>et al.</i> (2020)
	Ácido cafeico	Jobim <i>et al.</i> (2014); Sagrillo <i>et al.</i> (2015); Cabral <i>et al.</i> (2020)
	Ácido clorogênico	Jobim <i>et al.</i> (2014); Sagrillo <i>et al.</i> (2015)
	Ácido elágico	Cabral <i>et al.</i> (2020)
	Antocianina	Santos <i>et al.</i> (2015)
	<i>Kaempferol</i>	Cabral <i>et al.</i> (2020)
	Quercetina	De Souza Filho <i>et al.</i> (2013); Jobim <i>et al.</i> (2014); Sagrillo <i>et al.</i> (2015); Cabral <i>et al.</i> (2020).
	Rutina	Jobim <i>et al.</i> (2014); Cabral <i>et al.</i> (2020)

Fitosterol	Campesterol	Santos <i>et al.</i> (2013)
	Estigmasterol	Santos <i>et al.</i> (2013)
	β -sitosterol	Santos <i>et al.</i> (2013)
	Δ^5 -avenasterol	Santos <i>et al.</i> (2013)
Vitamina	Ácido ascórbico	Santos <i>et al.</i> (2015)
	α -tocoferol	Rodrigues <i>et al.</i> (2010)
	β -tocoferol	Rodrigues <i>et al.</i> (2010)
	γ -tocoferol	Rodrigues <i>et al.</i> (2010)

Fonte: Autores

Os compostos fenólicos são substâncias com reconhecidas atividades biológicas. As substâncias desse grupo isoladas a partir de vegetais dividem-se em flavonoides e não flavonoides que irão variar de acordo com a estrutura química (BURNS *et al.*, 2001). A distribuição dos flavonoides nos vegetais depende de diversos fatores de acordo com o filo/ordem/família do vegetal, bem como da variação das espécies (DEGÁSPARI e WASZCZYNSKYJ, 2004). Sob o ponto de vista nutricional, os flavonoides são reconhecidamente agentes antioxidantes além de reduzir significativamente o índice de doenças trombóticas (DEGÁSPARI e WASZCZYNSKYJ, 2004; HERTOOG *et al.*, 1993). Os efeitos bioquímicos e farmacológicos são muito vastos como o potencial anti-inflamatório, antiplaquetário e antialergênico (KOO e SUHAILA, 2001). Os extratos de tucumã apresentam outros polifenóis importantes, como a quercetina que é o principal flavonoide presente na dieta humana. Diversas propriedades terapêuticas dos flavonoides, principalmente da quercetina, têm sido estudadas na última década, como o potencial antioxidante e anticarcinogênico e seu efeito protetor nos sistemas renal, cardiovascular e hepático (DE SOUZA FILHO *et al.*, 2013). Substâncias como a rutina e ácido gálico também isoladas de tucumã apresentaram boa atividade antifúngica quando testadas isoladas e de maneira combinada (JOBIM *et al.*, 2014). Hong *et al.* (2011) postulam que essa atividade antifúngica se dá por meio do rompimento da estrutura da membrana celular e da inibição do processo de brotamento normal devido à destruição da integridade da membrana fúngica.

Os fitosteróis são esteróis que compõem as estruturas de células eucarióticas como as dos vegetais (CLIFTON, 2002). São encontrados em alimentos ricos em lipídios como os óleos vegetais, produtos derivados de óleos, seguidos pelos grãos de cereais, produtos à base de cereais e nozes (PIIRONEM *et al.*, 2000). Os fitosteróis passaram a despertar maior interesse da comunidade científica após estudos relacionarem seu consumo à diminuição do colesterol LDL em humanos (BRUFAU *et al.*, 2008). Uma das substâncias isoladas em maior abundância nos vegetais incluindo o tucumã é o β -

sitosterol. Além dos efeitos protetores de doenças cardiovasculares, há registros de propriedades anti-inflamatórias, antidiabéticas e antipiréticas que precisam ser esclarecidas com mais detalhes (BOUIC, 2001).

5 ASPECTOS FARMACOLÓGICOS

Graças a riqueza de substâncias presentes no tucumã, já foram registradas diferentes atividades biológicas tanto para *A. aculeatum* quanto para *A. vulgare* (Tabela 3).

5.1 PROPRIEDADE ANTIGENOTÓXICA

Carneiro *et al.* (2017) avaliaram o potencial antigenotóxico e genotóxico do óleo extraído da polpa de tucumã. O ensaio consistiu em administrar diferentes concentrações de óleo de tucumã em camundongos e avaliar se o óleo isoladamente produzia algum efeito genotóxico. Além disso, administrou o óleo juntamente com a doxorubicina, potente quimioterápico e conhecido agente genotóxico, para avaliar também o possível efeito protetor do extrato. O sangue periférico dos ratos de todos os tratamentos foi coletado e observou-se que, além do óleo não possuir ação genotóxica, foi verificada uma redução significativa no ensaio de micronúcleos em eritrócitos policromáticos (PCE) de 36,57% nos tratamentos de 24 h e de 65,18% no tratamento de 48h. Isso sugere, segundo os autores, que o óleo do tucumã se caracteriza como eficiente agente antigenotóxico, produzindo efeitos satisfatórios enquanto protetor a danos no DNA, tanto para 24h quanto em 48h após sua administração.

5.2 PROPRIEDADE ANTIOXIDANTE

Jantsch *et al.* (2021) avaliaram a ação do extrato da polpa e casca de tucumã sobre a memória e o balanço redox do córtex cerebral em camundongos hiperlipidêmicos. Por 30 dias, os camundongos receberam o extrato de tucumã (250 mg/kg) por via oral. Em seguida, a hiperlipidemia foi induzida pela administração intraperitoneal de Poloxamer-407. Os animais foram sacrificados para coleta de amostras 36 horas após a indução. Animais hiperlipidêmicos apresentaram perda de memória e desequilíbrio entre espécies reativas e antioxidantes intrínsecos. Os autores verificaram que o tucumã evitou a perda de memória e o dano oxidativo de proteínas e lipídios e promoveu uma melhor resposta antioxidante no córtex cerebral dos camundongos com hiperlipidemia. Esses achados

sugerem um efeito neuroprotetor e potencial nutracêutico de tucumã sobre os animais hiperlipidêmicos.

Sagrillo *et al.* (2015) quantificaram as moléculas bioativas e determinaram o efeito protetor *in vitro* de extratos etanólicos da casca e da polpa de tucumã. O efeito citoprotetor do tucumã foi avaliado em culturas de linfócitos expostos ao H₂O₂ por meio de ensaios espectrofotométricos, fluorimétricos e imunoenaios. Os resultados confirmaram a presença de β-caroteno e quercetina, conforme já descrito por outros autores (DE SOUZA FILHO *et al.*, 2013; JOBIM *et al.*, 2014). Os extratos também continham quantidades significativas de rutina, ácido gálico, ácido cafeico e ácido clorogênico. Apesar das diferenças quantitativas na concentração dessas moléculas bioativas, ambos os extratos aumentaram a viabilidade das células expostas ao H₂O₂ em concentrações que variaram de 300 a 900 µg/mL. As caspases 1, 3 e 8 diminuíram significativamente nas células expostas concomitantemente ao H₂O₂ e a esses extratos, indicando que a citoproteção do tucumã envolve modulação da apoptose.

5.3 PROPRIEDADE ANTI-INFLAMATÓRIA

Bony *et al.* (2012) caracterizaram quimicamente as substâncias majoritárias presentes no óleo extraído da polpa de *A. vulgare*, além de avaliarem o potencial anti-inflamatório dessas substâncias em camundongos. Em um modelo de choque endotóxico, o tratamento com o óleo diminuiu as citocinas pró-inflamatórias e aumentou as citocinas anti-inflamatórias. Em um modelo de inflamação pulmonar, o tratamento com óleo reduziu o número de eosinófilos e linfócitos recuperados nas lavagens bronco-alveolares. Esses resultados sugerem que a administração de óleo de polpa pode neutralizar com eficiência uma resposta inflamatória aguda e crônica *in vivo*.

Cabral *et al.* (2020) investigaram o efeito anti-inflamatório e antioxidante *in vitro* do extrato de *A. aculeatum* em macrófagos estimulados por fito-hemaglutinina (PHA). Esse composto imita a inflamação em cultura de células, estimulando a divisão celular e a atividade metabólica, além de aumentar os níveis de citocinas pró-inflamatórias. O extrato inibiu a proliferação de macrófagos, interrompeu o ciclo celular na fase G₀/G₁, aumentou as defesas antioxidantes, reduziu o estresse oxidativo e genes modulados relacionados com a resposta inflamatória. Os resultados demonstraram que o fruto possui capacidade anti-inflamatória e antioxidante.

Tabela 3 - Atividades farmacológicas associadas ao tucumã (*Astrocaryum aculeatum* e *Astrocaryum vulgare*)

Atividade biológica	Espécie	Parte do fruto	Tipo de extrato	Substâncias isoladas	Referência
Antigenotoxicidade/genotoxicidade	<i>A. aculeatum</i>	Polpa	Óleo obtido a partir de prensagem	-	Carneiro <i>et al.</i> (2017)
Antimicrobiana	<i>A. aculeatum</i>	Polpa e casca	Etanólico	Quercetina, rutina, β -caroteno e ácidos gálico, cafeico e clorogênico	Jobim <i>et al.</i> (2014)
	<i>Astrocaryum</i> sp.	Semente	Hexânico e etanólico	Terpenos, compostos fenólicos	Melo <i>et al.</i> (2016)
Anti-inflamatória	<i>A. vulgare</i>	Polpa	Hexânico e etanólico	Ácidos graxos, tocoferol, carotenoide e fitosterol	Bony <i>et al.</i> (2012a,b)
Anti-inflamatória e antioxidante	<i>A. aculeatum</i>	Polpa e casca	Hidroalcóolico	Catequina, ácidos: cafeico, gálico, elágico; rutina, quercetina, β -caroteno, kaempferol	Cabral <i>et al.</i> (2020)
Antidiabética	<i>A. vulgare</i>	Polpa	Óleo obtido a partir de prensagem	-	Baldissera <i>et al.</i> (2017a-c)
Antioxidante	<i>A. aculeatum</i>	Polpa e casca	Etanólico	-	Jantsch <i>et al.</i> (2020)
Antioxidante	<i>A. aculeatum</i>	Polpa e casca	Etanólico	Taninos, alcaloides, β -caroteno, quercetina e ácidos: gálico, cafeico e clorogênico	Sagrillo <i>et al.</i> (2015)
Antioxidante	<i>A. vulgare</i>	Polpa	Óleo obtido a partir de prensagem	Ácidos: oleico, elaidico, palmítico e esteárico	Baldissera <i>et al.</i> (2017b)
Antioxidante, hipoglicemiante e genotoxicidade	<i>A. vulgare</i>	Polpa	Óleo obtido a partir de prensagem	Ácidos: oleico, elaidico, palmítico e esteárico	Baldissera <i>et al.</i> (2017a)
Antioxidante e genotoxicidade	<i>A. aculeatum</i>	Polpa e casca	Etanólico	β -caroteno, quercetina e lipídios	De Souza Filho <i>et al.</i> (2013)
Antitumoral e citoprotetora	<i>A. aculeatum</i>	Polpa e casca	Etanólico	Retinoides e carotenoides	Copetti <i>et al.</i> (2019)
Antitumoral, citoprotetora e antioxidante	<i>A. aculeatum</i>	Polpa	Nanoemulsão de extrato etanólico	-	Copetti <i>et al.</i> (2020)
Antitumoral, citoprotetora e antioxidante	<i>A. vulgare</i>	Polpa	Nanocápsulas de óleo	Fitosteróis, β -caroteno, ácido oleico	Nascimento <i>et al.</i> (2021)
Hipocolesterolêmico	<i>A. aculeatum</i>	Polpa	-	-	Matos <i>et al.</i> (2020)

Fonte: Autores

5.4 PROPRIEDADE ANTITUMORAL E CITOPROTETORA

De Souza Filho *et al.* (2013) analisaram os potenciais efeitos genotóxicos dos extratos de tucumã em células mononucleares de sangue periférico humano (PBMCs). O tratamento agudo com extrato de tucumã mostrou efeitos genoprotetores contra a desnaturação do DNA quando comparado com células PBMCs não tratadas. No entanto, nos experimentos com tratamentos de 24 e 72 h foi observada baixa genotoxicidade (100 $\mu\text{g/mL}$), alguns efeitos genotóxicos (100-500 $\mu\text{g/mL}$) e efeitos genotóxicos mais pronunciados sobre maiores concentrações de extrato. Os extratos de tucumã, apesar de apresentarem maior atividade antioxidante, apresentaram efeitos genotóxicos de PBMCs dependentes da concentração e do tempo de exposição. Os próprios autores alertaram sobre algumas limitações metodológicas relacionadas ao estudo apresentado. Como foram usados protocolos *in vitro* para analisar o potencial efeito genotóxico dos extratos de tucumã os resultados obtidos não podem ser aplicados diretamente para os modelos *in vivo* porque devem ser consideradas outras variáveis importantes (compostos bioativos, biodisponibilidade, absorção e o metabolismo biológico).

Copetti *et al.* (2019) analisaram a atividade antitumoral e citoprotetora do extrato etanólico de tucumã em uma linhagem de células de leucemia promielocítica aguda (LPA). A LPA é um câncer tratado farmacologicamente com ácido trans retinóico (ATRA) que pode desencadear toxicidade e a síndrome de diferenciação. Os autores objetivaram avaliar o efeito protetor do extrato em células de LPA com e sem exposição concomitante de ATRA. Foi verificado que o controle ATRA teve um forte efeito inibitório e toxicidade como esperado. No sinergismo, os extratos atuaram de maneira a manter os níveis de viabilidade e apoptose iguais aos do controle ATRA. No entanto, ao contrário do fármaco, o extrato induziu a redução da expressão gênica indicando uma possível proteção contra a toxicidade em altas concentrações de ATRA. Os resultados sugeriram que frutas ricas em moléculas de carotenoide como tucumã podem ter efeito protetor sobre células LPA tratadas em sinergismo com ATRA.

Em um segundo trabalho, Copetti *et al.* (2020) produziram e caracterizaram nanoemulsões contendo extrato de tucumã para comparar a ação de sistemas nanoestruturados e compostos livres na atividade antitumoral, citotoxicidade e metabolismo oxidativo em células APL. O método de emulsificação espontânea permitiu a produção de nanoemulsões contendo extrato de tucumã, com boas características físico-químicas e estabilidade. A nanoemulsão apresentou baixa citotoxicidade e resultados mais promissores que o extrato livre, reforçando que o uso de sistemas em escala nanométrica pode contribuir para diferentes aplicações biológicas.

Nascimento *et al.* (2021) realizaram a caracterização fitoquímica do óleo de tucumã, verificaram sua atividade antioxidante, produziram e caracterizaram uma nanocápsula, bem como avaliaram seus perfis citogenotóxicos em células de adenocarcinoma da mama MCF-7. Os resultados indicaram que o óleo de tucumã possui atividade antioxidante, sem citotoxicidade e genotoxicidade, seja na forma livre ou nanoencapsulada e a nanocápsula também apresentou potencial antiproliferativo contra células MCF-7. Os autores sugerem que a atividade antitumoral da nanocápsula pode estar relacionada à presença de substâncias bioativas com capacidade antioxidante (fitosteróis, β -caroteno, ácido oleico), bem como uma melhor permeabilidade e retenção na célula tumoral.

5.5 PROPRIEDADE ANTIMICROBIANA

Jobim *et al.* (2010) avaliaram o potencial antimicrobiano de extratos etanólicos frente à 37 microrganismos, entre fungos e bactérias, de importância médica. O resultado

mais significativo foi o efeito antibacteriano dos extratos de polpa e casca de tucumã (quercetina) sobre três bactérias Gram-positivas (*Enterococcus faecalis*, *Bacillus cereus* e *Listeria monocytogenes*) e efeito antifúngico (rutina) contra *Candida albicans*. Os autores sugeriram que o possível mecanismo de ação antimicrobiana dos extratos está relacionado ao desequilíbrio oxidativo provocado pelas substâncias presentes nos extratos.

Melo *et al.* (2016) caracterizaram a composição fitoquímica do endosperma de frutos do tucumã e avaliaram o efeito de seus extratos na formação e erradicação de biofilme causado por *C. albicans*. O efeito inibitório mais significativo sobre a fixação das células fúngicas foi alcançado pelo extrato hexânico na concentração de 1,5 µg/ml. Os autores sugerem que a alta concentração de terpenos presentes nesse extrato pode estar associada ao potencial antimicrobiano observado para este extrato.

5.6 PROPRIEDADE ANTIDIABÉTICA

Baldissera *et al.* (2017 a-c) avaliaram, em uma série de três estudos, a influência da ingestão de óleo de tucumã sobre diferentes parâmetros em camundongos diabéticos induzidos por aloxana. Inicialmente foram investigados os efeitos do óleo de tucumã na memória, atividades enzimáticas da bomba de sódio-potássio e acetilcolinesterase (AChE) no cérebro de camundongos (BALDISSERA *et al.*, 2017a). Os animais foram divididos em quatro grupos: grupo A (não diabético/água), grupo B (não diabético/óleo de tucumã), grupo C (diabético/água) e grupo D (diabético/óleo de tucumã). Os grupos B e D foram tratados por 14 dias com 5,0 mL.kg⁻¹ de extrato por via oral. Camundongos do grupo C apresentaram déficit de memória, aumento dos níveis de espécies reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) e carbonilação de proteínas (PC), diminuição da catalase (CAT), superóxido dismutase (SOD) e atividades da bomba de sódio e potássio. Já a atividade da acetilcolinesterase (AChE) mostrou um aumento significativo em comparação com camundongos do grupo A. O óleo de tucumã evitou essas alterações em camundongos do grupo D em comparação com camundongos do grupo C. Essas descobertas sugerem que o óleo de tucumã pode modular o potencial de membrana em repouso da neurotransmissão colinérgica dos neurônios, modulando as defesas antioxidantes enzimáticas e consequentemente melhorando ou evitando déficits de memória.

No trabalho seguinte foi investigado o efeito da administração oral de óleo de tucumã nos níveis de glicose e insulina, estado oxidativo e parâmetros genotóxicos

pancreáticos (BALDISSERA *et al.*, 2017b). Os animais foram divididos em quatro grupos semelhante ao delineamento experimental do ensaio anterior. Os resultados demonstraram um aumento na ingestão de água e comida, glicemia, níveis de TBARS, índice e frequência de dano pancreático no grupo C; inversamente, o peso corporal, os níveis de insulina, as atividades da catalase (CAT), da superóxido dismutase (SOD) e a viabilidade celular diminuíram no grupo C em comparação com o grupo A. No entanto, o tratamento com óleo de tucumã evitou essas alterações no grupo D em comparação com o grupo B. Os resultados demonstraram que o tratamento com óleo de tucumã causa um efeito hipoglicêmico melhorando os níveis de insulina e o status antioxidante/oxidante e tem um efeito protetor contra danos pancreáticos induzido por estresse oxidativo.

No terceiro experimento foi analisado o potencial hipoglicemiante do óleo de tucumã bem como a atividade de enzimas importantes no processo inflamatório como NTPDase (ADP e ATP), 5'nucleotidase (AMP) e adenosina deaminase (ADA) (BALDISSERA *et al.*, 2017c). Os quatro grupos foram divididos e os tratamentos aplicados. O tratamento com óleo de tucumã diminuiu significativamente os níveis de glicose no sangue no grupo D em comparação com o grupo A. Para os autores, o óleo de tucumã foi capaz de modular as alterações causadas pela hiperglicemia provavelmente pela presença de compostos carotenoides, mantendo níveis normais de ATP, ADP, AMP e ADA, moléculas que poderiam apresentar propriedades anti-inflamatórias, dependendo de sua concentração.

5.7 PROPRIEDADE HIPOCOLESTEROLÊMICA

Matos *et al.* (2020) avaliaram o perfil lipídico (colesterol e triglicerídeos) e glicêmico de ratos Wistar mediante a administração da polpa do fruto do tucumã. Foram selecionados 14 ratos machos adultos divididos em grupo controle (CO) – que recebeu água – e grupo tucumã-do-amazonas (TU) que recebeu a polpa na concentração de 200 mg/mL. Em ambos a administração foi feita por entubação gástrica durante um período de 30 dias. Após o procedimento, foi realizada a coleta de sangue da aorta abdominal para as análises bioquímicas. Os resultados mostraram que o colesterol total do grupo TU apresentou uma redução significativa em relação ao grupo CO, o que pode estar relacionado aos fitoquímicos e ácidos graxos insaturados presentes no fruto. No entanto, para os níveis de glicose e triglicerídeos não foram detectadas alterações significativas entre os grupos experimentais.

6 CONCLUSÃO

Verificou-se que em termos nutricionais a polpa do fruto é rica em lipídios e carboidratos com alto potencial calórico. Pode ser consumida também em diferentes receitas como pastas, geleias, associada a laticínios e na forma de salgados. Os principais grupos químicos isolados de tucumã fazem parte dos ácidos graxos, carotenoides, compostos fenólicos e fitosteróis. As pesquisas têm demonstrado também o potencial de substâncias isoladas do fruto e casca com diferentes atividades farmacológicas como antioxidante, antimicrobiana, citoprotetora e com potencial antidiabético. Portanto, devido a algumas propriedades explanadas no presente trabalho, o tucumã é um fruto amazônico que pode ser explorado para a obtenção de compostos para aplicações em indústria alimentícia, cosmética e farmacêutica.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro do Programa Pesquisa Produtividade da Faculdade Estácio Amazonas concedido por meio de bolsa.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, J.P.L. Tabela de composição de alimentos da Amazônia. **Acta Amazonica**, v.26, n.1/2, p.121-126, 1996.

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

ATAÍDE, D.L.; AGUIAR, J.P.L.; SOUZA, F.C.A.; BRITO, C.R.; PRADO FILHO, M.A.G. Development, sensory assessment, and nutritional composition of coalho cheese enriched with tucumã (*Astrocaryum aculeatum* Meyer) pulp, state of Amazonas (Brazil). **Review of Research**, v.6, n.1, p.1-9, 2016.

BALDISSERA, M.D.; SOUZA, C.F.; GRANDO, T.H.; SAGRILLO, M.R.; SILVA, A.S.; STEFANI, L.M.; MONTEIRO, S.G. The use of tucuma oil (*Astrocaryum vulgare*) in alloxan-induced diabetic mice: effects on behavior, oxidant/antioxidant status, and enzymes involved in brain neurotransmission. **Mol Cell Biochem.**, v.436, p.159-166, 2017. (a)

BALDISSERA, M.D.; SOUZA, C.F.; GRANDO, T.H.; COSSETIN, L.F.; SAGRILLO, M.R.; NASCIMENTO, K.; SILVA, A.S.; MACHADO, A.K.; CRUZ, I.B.M.; STEFANI, L.M.; KLEIN, B.; WAGNER, R.; MONTEIRO, S.G. Antihyperglycemic, antioxidant activities of tucuma 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, 2107. (b)

BALDISSERA, M.D.; SOUZA, C.F.; DOLESKI, P.H.; GRANDO, T.H.; SAGRILLO, M.R.; SILVA, A.S.; LEAL, D.B.R.; MONTEIRO, S.G. Treatment with tucumã oil (*Astrocaryum vulgare*) for diabetic mice prevents changes in seric enzymes of the purinergic system: Improvement of immune system. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v.94, p.374–379, 2017. (c)

BONY, E.; BOUDARD, F.; BRAT, P.; DUSSOSSOY, E.; PORTET, K.; POUCHERET, P.; GIAIMIS, J.; MICHEL, A. Awara (*Astrocaryum vulgare* M.) pulp oil: Chemical characterization, and anti-inflammatory properties in a mice model of endotoxic shock and a rat model of pulmonary inflammation. **Fitoterapia**, v.83, 33–43, 2012. (a)

BONY, E.; BOUDARD, F.; DUSSOSSOY, E.; PORTET, K.; BRAT, P.; GIAIMIS, J.; MICHEL, A. Chemical composition and anti-inflammatory properties of the unsaponifiable fraction from Awara (*Astrocaryum vulgare* M.) pulp oil in activated J774 macrophages and in a mice model of endotoxic shock. **Plant Foods Hum Nutr.**, v.67, p.384-392, 2012. (b)

BOUIC, P.J. The role of phytosterols and phytosterolins in immune modulation: a review of the past 10 years. **Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care**, v.4, p.471-475, 2001.

BRUFAU, G.; CANELA, M.A.; RAFECAS, M. Phytosterols: physiologic and metabolic aspects related to cholesterol-lowering properties. **Nutrition Research**, v.28, p.217–225, 2008.

BURNS, J.; GARDNER, P.T.; MATTHEWS, D.; DUTHIE, G.G.; LEAN, J.; CROZIER, A. Extraction of phenolics and changes in antioxidant activity of red wines during vinification. **J. Agric. Food Chemistry**. Chicago: v.49, p. 5797-5808, 2001.

CABRAL, F.L.; BERNARDES, V.M.; PASSOS, D.F.; DE OLIVEIRA, J.S.; DOLESKI, P.H.; SILVEIRA, K.L.; HORVARTH M.C.; BREMM, J.M.; BARBISAN, F.; AZZOLIN, V.F.; TEIXEIRA, Z.F.; ANDRADE, C.M.; CRUZ, I.B.M; RIBEIRO, E.E.; LEAL, D.B.R. *Astrocaryum aculeatum* fruit improves inflammation and redox balance in phytohemagglutinin-stimulated macrophages. **Journal of Ethnopharmacology**, v.30, n.247, p.1-9, 2020.

CALZAVARA, B.B. **Fruticultura tropical amazônica**. In: I SEMINÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 1968, Cruz das Almas, Bahia, Embrapa Amazônia Oriental, 1968.

CARNEIRO, A.B.A.; PINTO, E.J.S.; RIBEIRO, I.F.; MAGALHÃES, M.R.G.; MONTEIRO NETO, M.A.B. Effect of *Astrocaryum aculeatum* (tucumã) on doxorubicin toxicity: In vivo experimental model. **Acta Paulista de Enfermagem**, v.30, n.3, p.233–239, 2017.

CLIFTON, P. Plant sterol and stanols - comparison and contrasts. Sterols versus stanols in cholesterol-lowering: is there a difference? **Atherosclerosis Supplements**, v.3, p.5-9, 2002.

COPETTI, P.M.; OLIVEIRA, P.S.B.; GARCIA, L.F.M.; VAUCHER, R.A.; DUARTE, M.M.F.; KRAUSE, L.F.; SAGRILLO, M.R. Tucuma extracts decreases PML/RARA gene expression in NB4/APL cell line. **Archives in Biosciences & Health**, v.1, n.1, p.77–98, 2019.

COPETTI, P.M.; GÜNDEL, S.S.; OLIVEIRA, P.S.B.; FAVARIN, F.R.; RAMOS, A.P.; PINTOS, F.G.; PAPPIS, L.; GÜNDEL, A.; MACHADO, A.K.; OURIQUE, A.F.; SAGRILLO, M.R. Development, characterization, stability study and antileukemic evaluation of nanoemulsions containing *Astrocaryum aculeatum* extract. **Natural Product Research**, p.1-6, 2020.

COSTA, B.E.T.; SANTOS, O.V.; CORREA, N.C.F.; FRANÇA, L.F. Comparative study on the quality of oil extracted from two tucuma varieties using supercritical carbon dioxide. **Food Science and Technology**, v.36, n.2, p.322-328, 2016.

DE SOUZA FILHO, O.C.; SAGRILLO, M.R.; GARCIA, L.F.M.; MACHADO, A.K.; CADONÁ, F.; RIBEIRO, E.E.; DUARTE, M.M.M.F.; MOREL, A.F.; CRUZ, I.B.M. The in vitro genotoxic effect of tucuma (*Astrocaryum aculeatum*), an amazonian fruit rich in carotenoids. **Journal of Medicinal Food**, v.16, n.11, p.1013-1021, 2013.

DEGÁSPARI, C.H.; WASZCZYNSKYJ, N. Propriedades antioxidantes de compostos fenólicos. **Visão Acadêmica**, v.5, n.1, p.33-40, 2004.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Food and frit-bearing forest species: 3. Examples from Latin America**. FAO: Rome, 1986. 308p.

FERREIRA, E.S.; LUCIEN, V.G.; AMARAL, A.S.; SILVEIRA, C.S. Caracterização físico-química do fruto e do óleo extraído de tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart). **Alim. Nutr.**, v.19, n.4, p.427-433, 2008.

GHARIBZAHEDI, S.M.T; RAZAVI, S.H.; MOUSAVI, S.M. Microbial canthaxanthin: perspectives on biochemistry and biotechnological production. **Engineering in Life Sciences**, v.13, n.4, p.408-417, 2013.

GOMES, R.M.; DOS SANTOS, T.T.D.; BOEIRA L.S. **Desenvolvimento de pasta de tucumã**. 6º Simpósio de Segurança Alimentar. FAURGS, p.1-6, 2018.

HANNA, A.C.S. **Aproveitamento de soro de queijo para a produção de pasta de ricota sabor tucumã (*Astrocaryum aculeatum* Meyer)**. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos), Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2015. 46 p.

HERTOG, M.G.; FESKENS, E.J.; KROMHOUT, D.; HERTO, M.G.; HOLLMAN, P.C.; HERTO, M.G.; KATAN, M. Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease: the Zutphen Elderly Study. **The Lancet**, v.342, p.1007-1011, 1993.

HONG, L.S.; DARAH, I.; KASSIN, J.; SULAIMAN, S. Gallic acid: an anticandidal compound in hydrolysable tannin extracted from the barks of *Rhizophora apiculata* Blume. **Journal of Applied Pharmaceutical Science**, v.1, n.6, p.75–79, 2011.

JANTSCH, M.H.; BERNARDES, V.M.; OLIVEIRA, J.S.; PASSOS, D.F.; DORNELLES, G.F.; MANZONI, A.G.; CABRAL, F.L.; SILVA, J.L.G.; SCHETINGER, M.R.C.; LEAL, D.B.R. Tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) prevents memory loss and oxidative imbalance in the brain of rats with hyperlipidemia. **J Food Biochem.**, v.45, 2021.

JOBIM, M.L.; SANTOS, R.C.V.; SANTOS ALVES, C.F.; OLIVEIRA, R.M.; MOSTARDEIRO, C.P.; SAGRILLO, M.R.; SOUZA FILHO, O.C.; GARCIA, L.F.M.; MANICA-CATTANI, M.F.; RIBEIRO, E.E.; CRUZ, I.B.M. Antimicrobial activity of Amazon *Astrocaryum aculeatum* extracts and its association to oxidative metabolism. **Microbiological Research**, v.169, n.4, p.314-323, 2014.

KOO, H.M.; SUHAILA, M. Flavonoid (myricetin, quercetin, kaempferol, luteolin, and apigenin) content of edible tropical plants. **J. Agric. Food Chemistry**, v.49, n.6, p.3106-3112, 2001.

LEITÃO, A.M. **Caracterização morfológica e físico-química de frutos e sementes de *Astrocaryum aculeatum* Meyer (Arecaceae), de uma floresta secundária**. 91f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/ Universidade Federal do Amazonas, Manaus. 2008.

MARTIN, C.A.; ALMEIDA, V.V.; RUIZ, M.R.; VISENTAINER, J.E.L.; MATSHUSHITA, M.; SOUZA, N.E.; VISENTAINER, J.V. Ácidos graxos

poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Rev. Nutr.**, v.19, n.6, p.761-770, 2006.

MARTINS, M.N.N.; MARTIM, S.R. Geleia mista de tucumã e cupuaçu enriquecida com exocarpo de banana verde. **Saber Científico**, v.9, n.1, p.90-101, 2020.

MATTOS, A.C.; OLIVEIRA, R.S.; REZENDE, A.A.; BARBOSA, R.R.; RIBEIRO, E.F.; CORREIA, G.G.S.; SILVA, F.C.; BASSOLI, B.K. Ingestão do fruto do tucumã-do-amazonas (*Astrocaryum aculeatum* G. Mey) promove modulação dos níveis de colesterol plasmático em ratos. **Biodiversidade**, v.19, n.1, p.1-16, 2020.

MELO, A.C.R.; SANTOS, A.L.M.; VELOZO, R.O.; ARAÚJO, F.A.M.; DE LUCENA, J.M.V.M. **Afr. J. Microbiol. Res.**, v.10, n.27, p.1056-1060, 2016.

MESQUITA, S.S.; TEIXEIRA, C.M.L.L.; SERVULO, E.F.C. Carotenoides: propriedades, aplicações e mercado. **Rev. Virtual Quim.**, v.9, n.2, p.672-688, 2017.

NASCIMENTO, K.; COPETTI, P.M.; FERNANDES, A.; KLEIN, B.; FOGA, A.; ZEPKA, L.Q.; WAGNER, R.; OURIQUE, A.F.; SAGRILLO, M.R.; SILVA, J.E.P. Phytochemical analysis and evaluation of the antioxidant and antiproliferative effects of Tucuma oil nanocapsules in breast adenocarcinoma cells (MCF-7). **Natural Product Research**, v.35, n.12, p.2060–2065, 2021.

OLIVEIRA, S.F.; MOURA NETO, J.P.; 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-p.28, 2018.

PARDAUIL, J.J.R.; MOLFETTA, F.A.; BRAGA, M.; SOUZA, L.K.C.; N. GERALDO FILHO, N.R.; ZAMIAN, J.R.; COSTA, C.E.F. Characterization, thermal properties and phase transitions of amazonian vegetable oils. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, v.127, n.2, p.1221-1229, 2017.

PEREIRA, E.; FERREIRA, M.C.; SAMPAIO, K.A.; GRIMALDI, R.; MEIRELLES, A.J.A.; JOSÉ MAXIMO, G. Physical properties of Amazonian fats and oils and their blends. **Food Chemistry**, v.278, p.208-215, 2019.

PIIRONEN, V.; LINDSAY, D.G.; MIETTINEN, T.A.; TOIVO, J.; LAMPI, A. Plant sterols: biosynthesis, biological function and their importance to human nutrition. **J Sci Food Agric.**, v.80, p.939-966, 2000.

REGINA, E.A.; NASCIMENTO, L.C.N.; OLIVEIRA, T.W.; MONGE, S.M.; OLIVEIRA, L.M.L. Elaboração de uma esfirra sem glúten de tucumã com recheio de chuchu e filé de dourado. **Diálogos: Economia e Sociedade**, v.2, n.1, p.123-135, 2018.

RODRIGUES, A.M.C.; DARNET, S.; SILVA, L.H.M. Fatty acid profiles and tocopherol contents of buriti (*Mauritia flexuosa*), patawa (*Oenocarpus bataua*), tucuma (*Astrocaryum vulgare*), mari (*Poraqueiba paraensis*) and inaja (*Maximiliana maripa*) fruits. **J. Braz. Chem. Soc.**, v.21, n.10, p.2000-2004, 2010.

ROSSO, V.V.; MERCADANTE, A.Z. Identification and quantification of carotenoids, by HPLC-PDA-MS/MS, from amazonian fruits. **J. Agric. Food Chem.**, v.55, p.5062-5072, 2007.

SAGRILLO, M.R.; GARCIA, L.F.M.; DE SOUZA FILHO, O.C.; DUARTE, M.M.M.F.; RIBEIRO, E.E.; CADONÁ, F.C.; 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.

SANTOS, M.F.G.; ALVES, R.E.; RUÍZ-MÉNDEZ, M.V. Minor components in oils obtained from Amazonian palm fruits. **Grasas y Aceites**, v.64, n.5, p.531-536, 2013.

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

SANTOS, M.F.G.; ALVES, R.E.; BRITO, E.S.; SILVA, S.M.; SILVEIRA, M.R.S. Quality characteristics of fruits and oils of palms native to the Brazilian Amazon. **Rev. Bras. Frutic.**, v.39, número especial (e-305), p.1-6, 2017.

SDEPANIAN, V. L.; MORAIS, M. B.; FAGUNDES-NETO, U. Celiac disease: evolution in knowledge since its original centennial description up to the present days. **Arq. Gastroenterol.**, v. 36, p. 244-258, 1999.

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. **Food Science and Technology**, v.94, p.79-86, 2018.

XAVIER, D.T.O.; SOARES, P.P.; ROSSETTO, J.F.; SOUZA, H.B.; BRISQUELEAL, J.C.P.; SILVA, F.N.L.; SOUZA, R.A.L. Substituição do farelo de milho por farinha de torta de tucumã em dietas para tabaqui. **PUBVET**, v.13, n.9, p.1-8, 2019.

YEHUDA, S.; RABINOVITZ, S.; CARASSO, R.L.; MOSTOFISKY, D.I. The role of polyunsaturated fatty acids in restoring the aging neuronal membrane. **Neurobiol Aging**, v.23, n.5, p.843-53, 2002.

YUYAMA, L.K.O.; MAEDA, R.N.; PANTOJA, L.; AGUIAR, J.P.L.; MARINHO, H.A. Processamento e avaliação da vida-de-prateleira do tucumã (*Astrocaryum aculeatum* Meyer) desidratado e pulverizado. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v.28, n.2, p.408-412, 2008.