



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA,**  
**INOVAÇÃO E TECNOLOGIA PARA A AMAZÔNIA –**  
**CITA**



## **ATIVIDADE ANTIMICROBIANA E ANTIOXIDANTE DE EXTRATOS DE FRUTAS AMAZÔNICAS**

**RONAIRA DA COSTA FERREIRA ALMEIDA**

**RIO BRANCO - AC**  
**NOVEMBRO - 2022**

**RONAIRA DA COSTA FERREIRA ALMEIDA**

**ATIVIDADE ANTIMICROBIANA E ANTIOXIDANTE DE  
EXTRATOS DE FRUTAS AMAZÔNICAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia, da Universidade Federal do Acre, como requisito para obtenção do grau de **Mestre em Ciências e Inovação Tecnológica**.

**Orientadora:** Dra. Clarice Maia Carvalho

**Co-orientadora:** Dra. Leila Priscila Peters

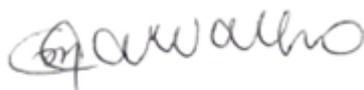
**RIO BRANCO - AC  
NOVEMBRO - 2022**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA, INOVAÇÃO E  
TECNOLOGIA PARA A AMAZÔNIA – CITA

**ATIVIDADE ANTIMICROBIANA E ANTIOXIDANTE DE  
EXTRATOS DE FRUTAS AMAZÔNICAS**

RONAIRA DA COSTA FERREIRA ALMEIDA

DISSERTAÇÃO APROVADA EM: 29/11/2022



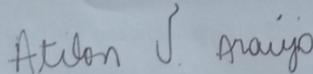
---

**Dra. Clarice Maia Carvalho**  
Orientadora  
Universidade Federal do Acre



---

**Dra. Geyse Souza Santos**  
Membro externo  
Universidade Federal do Acre



---

**Dr. Atilon Vasconcelos de Araújo**  
Membro externo  
Centro Universitário Uninorte

Dedico à Deus que ressuscitou esse meu antigo sonho, dando-me força e capacidade para executá-lo. Ele que começou essa obra, certamente vai completá-la.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a minha orientadora, professora Clarice, por todo conhecimento repassado, pela paciência e por todo o incentivo durante a execução desse trabalho.

Agradeço também a todos os professores do programa de mestrado em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia que me inspiravam em cada aula assistida com elevada qualidade no ensino.

Agradeço as amigas que conheci no mestrado, Kelly, Raquel e em especial a Rosy que foi amiga e parceira me ajudando nas práticas de laboratório. Gratidão pelas conversas e palavras de incentivo.

Agradeço também a toda a equipe do Laboratório de Microbiologia da UFAC que me acolheram e não negavam ajuda e explicações quando eu necessitava.

Por fim, agradeço também aos meus filhos, Robert, Roberta e Talia e ao meu esposo André Vítor por ser meu apoio emocional, me incentivar e acreditar que eu seria capaz de superar os obstáculos.

## RESUMO

A Região Amazônica apresenta uma grande biodiversidade de espécies de plantas, produzindo frutas com propriedades ainda desconhecidas e que podem ser de interesse econômico e científico. Tanto a capacidade antimicrobiana como antioxidante trazem benefícios a saúde pela ação protetora e/ou curativa para várias doenças. Dessa forma, este trabalho teve o objetivo avaliar a atividade antimicrobiana e antioxidante de frutas Amazônicas. O trabalho está estruturado em dois capítulos, sendo que o capítulo I tem como objetivo reunir estudos realizados de 2011 a 2021 sobre a composição nutricional e atividades biológicas das frutas amazônicas araçá-boi, bacaba, buriti, cajá e patauí. A pesquisa bibliográfica foi realizada nas bases de dados eletrônicos Scielo, Science Direct e Google Scholar. Após análise dos trabalhos, foram incluídos 59 artigos sendo 7 (11,6%) sobre araçá-boi, 13 (21,6%) sobre bacaba, 18 (30,0%) sobre buriti, 14 (23,3%) sobre cajá, e 8 (13,3%) sobre patauí. Os resultados da reunião dos dados sobre a composição nutricional das frutas pesquisadas incluíram os parâmetros: pH, acidez, umidade, cinzas, proteínas, lipídios, carboidratos, fibras e micronutrientes. Referente às atividades biológicas das frutas amazônicas foram relacionadas 12 atividades, sendo as mais frequentes atividade antioxidante (54,2%), seguido de atividade antimicrobiana (8,4%) e anti-inflamatória (5,08%). O levantamento realizado permitiu ampliar o conhecimento da composição nutricional e conhecer as atividades biológicas já relatadas para as frutas amazônicas estudadas, importante para orientação nutricional da população e fornecendo informações para a conservação e exploração destes recursos de valor econômico. No Capítulo II foi avaliada a atividade antimicrobiana e antioxidante de nove frutas amazônicas (açai, araçá-boi, bacaba, biribá, buriti, cacau, cajá, cupuaçu, pupunha). Foram colhidas frutas fisiologicamente maduras, que foram higienizadas e despolpadas, sendo as polpas utilizadas para obtenção do extrato etanólico. Os testes de atividades antimicrobianas foram realizados pela técnica de microdiluição, com determinação da Concentração Inibitória Mínima (CIM) e Concentração Microbicida Mínima (CMM). A análise da atividade antioxidante foi realizada pela técnica de captura do radical livre DPPH. Os resultados mostraram que todos os extratos das frutas apresentaram atividade antimicrobiana e os extratos do açai e biribá apresentaram atividade contra todas as bactérias. Frente as bactérias gram-positivas, a CIM variou de 3,125 a 100 mg/mL, sendo o melhor resultado referente ao extrato do açai contra a bactéria *Staphylococcus aureus*. No grupo de bactérias gram-negativas, observa-se que os valores de CIM variaram entre 1,562 e 50 mg/mL. O melhor resultado se refere ao extrato do cupuaçu contra a *Escherichiacoli*. Para a *Candida*, a CIM variou de 1,562 a 100 mg/mL, ambos os valores se referem a *Candida tropicalis*, para o extrato de araçá-boi e cacau, respectivamente. A porcentagem de atividade antioxidante variou de 8,2% a 89,1% sendo referente aos extratos de biribá e bacaba, respectivamente. Os extratos de frutas que apresentaram os maiores índices de atividade antioxidante foram bacaba, seguido de açai, araçá-boi e cajá. Outros estudos devem ser realizados a fim de identificar os mecanismos responsáveis pelo efeito antimicrobiano apresentados pelos extratos das frutas e assim contribuir para fabricação de produtos novos e uteis para a sociedade.

**Palavras-chave:** açai; araçá-boi; biribá; atividades biológicas.

## ABSTRACT

The Amazon Region has a great biodiversity of plant species, producing fruits with still unknown properties that may be of economic and scientific interest. Both the antimicrobial and antioxidant capacity bring health benefits through the protective and/or curative action for various diseases. Thus, this work aimed to evaluate the antimicrobial and antioxidant activity of Amazonian fruits. The work is structured in two chapters, and chapter I aims to gather studies carried out from 2011 to 2021 on the nutritional composition and biological activities of the Amazonian fruits araçá-boi, bacaba, buriti, cajá and patauí. The bibliographical research was carried out in the electronic databases Scielo, Science Direct and Google Scholar. After analyzing the works, 59 articles were included, 7 (11.6%) on araçá-boi, 13 (21.6%) on bacaba, 18 (30.0%) on buriti, 14 (23.3%) on cajá, and 8 (13.3%) on patauí. The results of gathering data on the nutritional composition of the fruits surveyed included the parameters: pH, acidity, moisture, ash, protein, lipids, carbohydrates, fiber and micronutrients. Regarding the biological activities of Amazonian fruits, 12 activities were listed, the most frequent being antioxidant activity (54.2%), followed by antimicrobial activity (8.4%) and anti-inflammatory activity (5.08%). The survey carried out allowed expanding knowledge of the nutritional composition and knowing the biological activities already reported for the Amazonian fruits studied, important for nutritional guidance of the population and providing information for the conservation and exploitation of these resources of economic value. In Chapter II, the antimicrobial and antioxidant activity of nine Amazonian fruits (açai, araçá-boi, bacaba, biribá, buriti, cocoa, cajá, cupuaçu, pupunha) was evaluated. Physiologically mature fruits were harvested, cleaned and pulped, and the pulps used to obtain the ethanolic extract. The antimicrobial activity tests were carried out using the microdilution technique, with determination of the Minimum Inhibitory Concentration (MIC) and Minimum Microbicidal Concentration (MMC). The analysis of antioxidant activity was performed using the DPPH free radical capture technique. The results showed that all fruit extracts showed antimicrobial activity and açai and biribá extracts showed activity against all bacteria. In relation to gram-positive bacteria, the MIC ranged from 3.125 to 100 mg/mL, with the best result referring to the açai extract against the bacterium *Staphylococcus aureus*. In the group of gram-negative bacteria, it is observed that MIC values varied between 1.562 and 50 mg/mL. The best result refers to the cupuaçu extract against *Escherichiacoli*. For *Candida*, the MIC ranged from 1.562 to 100 mg/mL, both values refer to *Candida tropicalis*, for the extract of araçá-boi and cocoa, respectively. The percentage of antioxidant activity ranged from 8.2% to 89.1% referring to biribá and bacaba extracts, respectively. The fruit extracts that showed the highest levels of antioxidant activity were bacaba, followed by açai, araçá-boi and cajá. Other studies must be carried out in order to identify the mechanisms responsible for the antimicrobial effect presented by the fruit extracts and thus contribute to the manufacture of new and useful products for society.

**Keywords:** açai; araçá-boi; tootles; biological activities.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Capítulo I - Composição nutricional e Atividades biológicas das frutas amazônicas araçá-boi, bacaba, buriti, cajá e patauí – Uma revisão da literatura</b>	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Frutas amazônicas utilizadas na revisão bibliográfica.....	32
<b>Figura 2.</b> Palavras-chave utilizadas para busca, número de artigos por base de dados e número de artigos selecionados para revisão de literatura sobre composição nutricional e atividades biológicas de frutas amazônicas.....	32
<b>Figura 3.</b> Análise quantitativa dos trabalhos referente as atividades biológicas do araçá-boi, bacaba, buriti, cajá e patauí.....	41
<b>Capítulo II - Atividade Antimicrobiana e Antioxidante de Frutas da Amazônicas</b>	
<b>Figura 1.</b> Frutas amazônicas utilizadas na pesquisa para análise antimicrobiana e antioxidante.....	55

## LISTA DE TABELAS

### **Capítulo I - Composição nutricional e Atividades biológicas das frutas amazônicas araçá-boi, bacaba, buriti, cajá e patauá – Uma revisão da literatura**

<b>Tabela 1.</b>	Artigos selecionados sobre composição nutricional e atividades biológicas das frutas amazônicas araçá-boi, bacaba, buriti, cajá e patauá.....	33
<b>Tabela 2.</b>	Composição nutricional do araçá-boi, bacaba, buriti, cajá e patauá nas diversas referências incluídas na pesquisa.....	34
<b>Tabela 3.</b>	Atividades biológicas atribuídas ao araçá-boi, bacaba, buriti, cajá e patauá.....	36

### **Capítulo II - Atividade Antimicrobiana e Antioxidante de Frutas da Amazônia**

<b>Tabela 1.</b>	Peso das frutas na forma in natura, rendimento em polpa e rendimento em extrato frutas amazônicas.....	58
<b>Tabela 2.</b>	Concentração Inibitória Mínima e Concentração Microbicida Mínima de extratos etanólicos de frutas amazônicas.....	58
<b>Tabela 3.</b>	Atividade antioxidante das frutas amazônicas testadas pela metodologia do radical livre DPPH.....	59

## LISTA DE ABREVIATURAS

ABTS	Capacidade de sequestro do radical ABTS 2,2-azinobis (3- etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico)
CCD	Cromatografia em Camada Delgada
CIM	Concentração Inibitória Mínima
CMM	Concentração Microbica Mínima
DMSO	Dimetilsulfóxido
DPPH	Método do sequestro do radical DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazila)
FRAP	Poder antioxidante de redução do ferro
g	Gramas
HPLC	Cromatografia Líquida de Alta Eficiência
IDR	Ingestão Diária Recomendada
Km	Quilômetro
L	Litro
mg	Miligrama
MH	Müller-Hinton
min	Minuto
mL	Mililitro
mm	Milímetro
MRSA	<i>Staphylococcus aureus</i> resistente a meticilina
MTT	Teste de viabilidade celular
N.R.	Nenhum Resultado
NaCl	Cloreto de Sódio
°C	Grau Celcius
ORAC	Método da capacidade de absorção de radicais de oxigênio
pH	Potencial de Hidrogênio
RDC	Resolução de Diretoria Colegiada
RPM	Rotação por Minuto
SD	Sabouroud Dextrose
SDA	Sabouroud Dextrose Ágar
SOD	Estimativa de superóxido dismutase
sp.	Espécie
spp.	Espécies
UV	Ultravioleta
µg	Micrograma
µL	Microlitro

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	11
<b>REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	13
1. As frutas na alimentação humana .....	13
2. Frutas Amazônicas .....	14
<b>2.1 Açaí (<i>Euterpe precatoria</i>)</b> .....	14
<b>2.2 Araçá-boi (<i>Eugenia stipitata</i>)</b> .....	14
<b>2.3 Bacaba (<i>Oenocarpus bacaba</i>)</b> .....	15
<b>2.4 Biribá (<i>Rollinia mucosa</i>)</b> .....	15
<b>2.5 Buriti (<i>Mauritia flexuosa</i>)</b> .....	15
<b>2.6 Cacau (<i>Theobroma cacao</i>)</b> .....	15
<b>2.7 Cajá (<i>Spondias mombin</i>)</b> .....	16
<b>2.8 Cupuaçu (<i>Theobroma grandiflorum</i>)</b> .....	16
<b>2.9 Patauí (<i>Oenocarpus bataua</i>)</b> .....	16
<b>2.10 Pupunha (<i>Bactris gasipaes</i>)</b> .....	17
3. Metabolismo Secundário e Benefícios a Saúde .....	17
<b>3.1 Atividade Antioxidante</b> .....	19
<b>3.2 Atividade Antimicrobiana</b> .....	20
4. Agentes Etiológicos Microbianos.....	20
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	23
<b>OBJETIVOS</b> .....	28
<b>CAPÍTULO I Composição nutricional e Atividades biológicas das frutas amazônicas araçá-boi, bacaba, buriti, cajá e patauí – Uma revisão da literatura</b> <b>29</b>	
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	30
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	32
<b>RESULTADOS</b> .....	33
<b>DISCUSSÃO</b> .....	42
<b>CONCLUSÃO</b> .....	46
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	47
<b>CAPÍTULO II Atividade Antimicrobiana e Antioxidante de Frutas da Amazônia</b> .....	<b>53</b>
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	54
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	55
Coleta das frutas e preparação das polpas .....	55

Obtenção dos Extratos.....	57
Atividade antioxidante .....	59
<b>RESULTADOS</b> .....	60
Rendimento de extrato.....	60
<b>DISCUSSÃO</b> .....	62
<b>CONCLUSÕES</b> .....	65
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	65

## INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil possui uma biodiversidade com destaque mundial quando comparado a outros países, sendo o país com maior riqueza em diversidade global terrestre e de água doce (ABREU et al., 2014). Em relação as plantas superiores, o Brasil ocupa o topo da lista global, assim como em outros diferentes grupos de organismos, como por exemplo de mamíferos e em diversidade de peixes (BRASIL, 2022).

Toda essa diversidade biológica possui valores genéticos, econômicos, sociais e ecológicos, e necessita de conservação por parte das comunidades e lideranças para benefício da presente e futuras gerações (HIDALGO et al., 2016). O investimento em pesquisas e tecnologias proporciona o uso sustentável dessa biodiversidade com potencial de utilização em diversas áreas da sociedade (PAZ et al., 2015).

Estudos, pesquisas e prospecção dessa riqueza biológica, especialmente das espécies frutíferas proporciona conhecimento para aplicação em resolução de problemas atuais, como por exemplo, problemas em saúde pública considerando desde a prevenção e tratamento de doenças como a utilização adequada dos recursos naturais na alimentação humana (ALVES et al., 2015).

As informações sobre as características físico-químicas, nutricionais e funcionais constituem-se em ferramentas de qualidade importantes em frutos, pois contribui para o interesse da população pelo consumo dos mesmos, bem como para o desenvolvimento de novos produtos, proporcionando ainda uma alternativa de atividade sustentável para as populações das regiões de ocorrência das espécies frutíferas nativas (BRASIL, 2022).

As espécies frutíferas da Região Amazônica apresentam frutas nativas e exóticas ainda pouco exploradas. Utilizada mais comumente pelas populações locais, indígenas e tradicionais da região, as frutas amazônicas, ainda não estão em destaque no mercado nacional e internacional mesmo apresentando grandes potenciais em sua composição (PAZ et al., 2015).

Estudos mostram que espécies de frutas amazônicas possuem compostos bioativos como os compostos fenólicos, carotenoides, enzimas, pigmentos e outras substâncias com potenciais antioxidantes (VERRUCK et al., 2018). Esses agentes quando ingeridos ou usados na preparação de alimentos estão relacionados à efeitos benéficos à saúde (BATISTA et al., 2012).

Os compostos fenólicos são produtos do metabolismo secundário das plantas e acumulam-se nas raízes, caules, flores e frutos dos vegetais. Esses compostos têm a função de proteger a planta contra herbívoros e contra patógenos, atuando também, reduzindo o crescimento de plantas competidoras adjacentes (VERRUCK, 2018).

Esses fitoquímicos também podem atuar nos mecanismos oxidativos, sendo capazes de absorver radicais livres, inibindo desde a iniciação até a propagação da cadeia de reações oxidativas no organismo humano. Essa capacidade antioxidante desses compostos garante benefícios a saúde, como por exemplo diminuindo a propagação de células cancerígenas (NERI-NUMA et al., 2013).

Esses metabolitos secundários com atividade antioxidante são responsáveis também pela ação contra a proliferação de microrganismos, como por exemplo bactérias e fungos, assumindo assim a capacidade antimicrobiana (VERRUCK et al., 2018). Esses antimicrobianos naturais possuem potencial uso na indústria farmacêutica e alimentícia por serem mais benéficos que os sintéticos (DOS ANJOS et al., 2016).

Dessa forma, os estudos com fitoquímicos tem despertado crescente interesse na identificação e caracterização de compostos secundários, assim como as capacidades que esses podem desempenhar nos organismos humanos (KOOLEN et al., 2013). Além disso, o estudo desses componentes contribui para o desenvolvimento sustentável da Amazônia com descobertas novas e oportunas. Assim, o presente estudo tem o objetivo de avaliar a atividade antimicrobiana e antioxidante de frutas amazônicas.

Este trabalho foi dividido em dois capítulos: Capítulo I que abordará uma revisão bibliográfica sobre a composição nutricional e atividades biológicas de frutas da Amazônia; Capítulo II referente a capacidade antimicrobiana e antioxidante de extratos de frutas amazônicas.

## REVISÃO DA LITERATURA

### 1. As frutas na alimentação humana

A alimentação é fundamental para a manutenção do bem-estar e saúde dos indivíduos, assim como, para prevenção e, em alguns casos, para tratamento de doenças (NEGRI et al., 2016). Segundo o célebre médico grego da Antiguidade, Hipócrates, “os alimentos devem ser nossos remédios e os remédios devem ser os nossos alimentos”. Muitos anos depois, as pesquisas têm apontado quão verdadeira é essa afirmação com as crescentes descobertas de propriedades nutracêuticas dos alimentos (DIAS, 2007).

Um dos aspectos fundamentais de uma alimentação equilibrada é o consumo regular de alimentos de origem vegetal (ALMEIDA et al., 2021). O Guia Alimentar para a população brasileira do Ministério da Saúde recomenda que os alimentos vegetais sejam prioridade na alimentação, ressaltando a importância do consumo *in natura* desses alimentos (BRASIL, 2014).

Os alimentos vegetais são aqueles provenientes de partes vegetais como folhas, raízes, caules e frutos (SILVA et al., 2010). De forma geral, esses alimentos são de baixo valor energético, ricos em fibras, vitaminas e minerais, podendo ser consumidos frescos, cozidos ou assados (STORCK et al., 2013).

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2020), o Brasil produziu 779 toneladas de produtos vegetais alimentícios, sendo que a Região Norte foi a segunda maior produtora com 268 toneladas, inferior apenas a Região Sul que produziu 433 toneladas desses produtos (IBGE, 2020).

Dentre os alimentos vegetais, destaca-se as frutas que por definição botânica é definida como órgão formado pela maturação de um ou mais ovários, frequentemente associados a estruturas acessórias, que apresenta grande variedade de formas e geralmente contém sementes (MAZUMDAR; MAJUMDER, 2017). No entanto, o termo mais usual, é fruta principalmente quando se trata da utilização desse vegetal como produto para a alimentação humana, tanto em meio científico como popularmente (ORTIZ, 2002).

Estudos mostram que os principais fatores que promovem o consumo de frutas por adultos estão relacionados a busca por saúde e qualidade de vida (JAIME et al., 2009). Um estudo realizado na cidade de Mâncio Lima, interior do Acre, observou que um dos fatores promotores do consumo de frutas é a escolaridade, evidenciando que entender os

benefícios que as frutas fornecem para a saúde é um fator importante para promover o consumo das mesmas (ALMEIDA et al., 2021).

Assim, pesquisas que permitam o reconhecimento dos benefícios à saúde e o valor terapêutico das frutas podem levar ao aumento no consumo desses alimentos, principalmente de frutas nativas da Região Amazônica, que ainda é incipiente, estando distante do seu potencial nutricional (RAMALHO et al., 2012).

## **2. Frutas Amazônicas**

### **2.1 Açaí (*Euterpe precatoria*)**

O açaí ou açaí-solteiro ocorre na região Norte do Brasil, com predominância nos estados do Amazonas, Acre, Rondônia e Pará. Possui um caule solitário que mede de 3 a 23 metros de altura, característica esta que o difere da espécie semelhante (*Euterpe oleracea*) mas que possui vários caules (SANTOS et al., 2008). Da palmeira do açaí é aproveitada dois produtos alimentares, os frutos e o palmito.

O fruto possui pouca parte comestível na forma *in natura*, dessa forma, após um processamento mínimo nos frutos, é extraído o suco ou vinho do açaí. A bebida possui consistência pastosa podendo variar conforme a quantidade de água adicionada no momento do despulpamento (MELHORANÇA-FILHO, PEREIRA, 2012). Possui coloração roxa devido a enorme quantidade de antocianinas presentes em sua composição, sendo a bebida denominada de “vinho da floresta” pelo fato de se assemelhar a coloração de uvas escuras (GONÇALVES et al., 2011).

### **2.2 Araçá-boi (*Eugenia stipitata*)**

O araçá-boi é uma fruta da Amazonia Ocidental, presente também no Peru, Bolívia, Equador e Colômbia. No Brasil, ocorre nos estados do Acre, Amazonas, Pará, Rondônia e Mato Grosso (SACRAMENTO et al., 2008).

A árvore alcança até 3 metros de altura e copa de igual diâmetro. Os frutos apresentam-se na forma globosa, com a polpa suculenta, com elevado rendimento (de 49 a 86% do peso seco) de coloração amarelada, sabor ácido e apresenta aroma forte e característico da fruta (CANUTO et al., 2010). A elevada acidez da polpa do araçá dificulta seu consumo *in natura*, sendo a polpa utilizada na preparação de sucos ou mousse (NERI-NUMA et al., 2013).

### **2.3 Bacaba (*Oenocarpus bacaba*)**

A espécie *Oenocarpus bacaba* é popularmente conhecida como bacaba, é uma palmeira que ocorre em matas secundárias de terra firme, com estirpe que mede de 7 a 22 metros de altura (FINCO et al., 2012). Sua distribuição geográfica abrange os estados do Acre, Amazonas, Amapá, Pará e Rondônia, podendo também ser encontrada em países da América do Sul e Central (SILVEIRA et al., 2020).

O fruto apresenta baixo rendimento, e por esse motivo não é consumida *in natura* sofrendo processamento manual ou mecânico que resulta em um suco de sabor agradável, na coloração creme-leitosa (CANUTO et al., 2010).

### **2.4 Biribá (*Rollinia mucosa*)**

O biribá é uma espécie nativa da Região Amazônica, atingindo de 8 a 10 metros de altura, e possui copa estendida. A polpa, se apresenta de forma suculenta, de sabor doce, aroma exótico e coloração branca (BECKER et al., 2018). É consumido principalmente na forma *in natura* ou na preparação de receitas como sucos e cremes gelados (ISMAEL et al., 2018).

### **2.5 Buriti (*Mauritia flexuosa*)**

O buriti é uma palmeira típica da Região Amazônica, sendo encontrada no Brasil, Peru, Venezuela, Equador, Guiana Francesa e Guiana Inglesa (KOOLEN et al., 2013). Na Amazonia Brasileira é encontrada em regiões alagadas e úmidas do Norte, Nordeste e do Cerrado (SILVA et al., 2014).

O buriti possui casca escamosa, dura, com coloração vermelha escura e possui a polpa de cor amarela a laranja apresentando a consistência de massa espessa e oleosa. Seu sabor é agri-doce com composição de 40% de caroço, 20% de envoltório celulósico, 10% de polpa e 30% de casca (SAMPAIO; CARRAZZA, 2012).

### **2.6 Cacau (*Theobroma cacao*)**

O cacau é uma árvore perene, de solos profundos e permeáveis da região equatorial da Amazônia, América do Sul e Central (MIRANDA et al., 2020). É uma planta de porte arbóreo, podendo atingir de 8 a 20 metros de altura em condições de cultivo ou silvestres (CLEMENT et al., 2010).

O fruto do cacau possui variação de tamanho (10 a 32 cm de comprimento), a forma se apresenta de alongada a arredondada, com peso variando de 100 a 2000 gramas

(EFRAIM et al., 2011). A fração comestível do cacau inclui a polpa, geralmente utilizada na preparação de sucos, e a amêndoa (semente) que quando fermentada e seca é utilizada para extrair manteiga e pó de cacau (BRAINER, 2021).

### **2.7 Cajá (*Spondias mombin*)**

O cajá, também conhecido por taberebá, é uma planta nativa das regiões tropicais da América, África e Ásia, e no Brasil é encontrada nas regiões Norte e Nordeste (SANTOS et al., 2018). A árvore pode atingir até 30 metros de altura, e possui resistência tanto aos períodos de enchentes amazônicas como para a estiagem da região Nordeste (SOUZA et al., 2022).

Os frutos possuem uma fina camada de polpa envolta nas sementes que variam em quantidade de 1 a 5 por endocarpo (CARVALHO et al., 1998). A polpa possui coloração laranjada, com sabor e aroma característico da fruta, tendo rendimento de polpa de 68%, com o consumo ocorrendo na forma *in natura* ou em sucos, doces, geleias e sorvetes (SANTOS et al., 2018).

### **2.8 Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*)**

O cupuaçu é uma fruta nativa do sul e sudeste da Amazônia, ocorre nos estados do Acre, Amazonas, Pará, Rondônia e no Maranhão (SANTOS et al., 2010). É uma árvore retilínea, de copa irregular que alcança até 30 metros de altura (SPRENGER et al., 2016).

A polpa é o principal produto obtido do fruto, sendo utilizada geralmente na fabricação de sucos, sorvetes, cremes, bombons, doces, licores e compotas (SANTOS et al., 2010). As sementes são utilizadas apenas para extração de óleo ou manteiga utilizado na indústria cosmética (CHAVES et al., 2019). A polpa possui coloração de esbranquiçada a amarelada, com sabor ácido e forte aroma característico da fruta (SPRENGER et al., 2016).

### **2.9 Patauá (*Oenocarpus bataua*)**

O patauá ocorre nos estados do Acre, Pará, Amazonas e Rondônia, habita florestas úmidas de várzea, de galeria e de terra firme (RODRIGUES et al., 2010). A palmeira *Oenocarpus bataua* é monocaule de estipe ereto, com altura de 4 a 26 metros (DARNET et al., 2011).

Os frutos se apresentam em cachos que pesam de 2 a 32 quilos, com a parte comestível é constituída polpa (fina camada envolta da semente) e casca que possui

coloração púrpura escura (RODRIGUES et al., 2010). A polpa é utilizada pelas comunidades tradicionais para extração do óleo que é usado na culinária e na medicina tradicional, para aliviar a tosse e a bronquite, e como fortificante capilar, sendo também utilizado na substituição de óleos de soja, milho e amendoim (GOMES-SILVA, 2005).

### **2.10 Pupunha (*Bactris gasipaes*)**

A pupunha é uma espécie presente nos estados do Acre, Amazonas, Pará, Rondônia e Mato Grosso (MELHORANÇA-FILHO, PEREIRA, 2012). Se apresenta como uma palmeira multicaule que atinge até 30 metros de altura, os frutos podem pesar de 10 a 250 gramas, de coloração variada (verde, amarelo e vermelho) a depender do estágio de maturação (DA COSTA et al., 2021).

As partes da fruta mais utilizadas pelas comunidades tradicionais são a polpa e o palmito (FELISBERTO et al., 2020). Geralmente, a polpa é consumida após o cozimento em água em sal, por aproximadamente 30 minutos, porém também é consumido na forma de sucos, com preparação similar à do açaí (COSTA et al., 2020).

## **3. Metabolismo Secundário e Benefícios a Saúde**

O crescimento e desenvolvimento das plantas podem ser classificados em metabolismo primário, que corresponde as reações químicas essenciais e comuns aos vegetais, como por exemplo a fotossíntese e o metabolismo de aminoácidos, açúcares e lipídios, e em metabolismo secundário que se caracteriza por reações de maior complexidade estrutural e são específicas para determinados grupos de vegetais (GARCIA; CARRIL, 2009).

O metabolismo primário objetiva conseguir nutrientes e energia essenciais a sobrevivência das plantas (ALMEIDA et al., 2017). O metabolismo secundário inclui as reações de biossíntese de micromoléculas (terpenos, ácido mevalônico, esteroides, carotenos e alcaloides) que possuem a produção em pequena escala e são restritas e específicas a determinadas plantas e sua interação com o meio (BRAUN et al., 2013).

Os metabólitos secundários têm a função adaptativa ao meio, atuando na proteção contra infecções por bactérias, fungos e vírus das plantas, na defesa contra herbívoros e raios ultravioleta maléficis (PETROVSKA, 2012). Além disso, os metabólitos secundários atuam produzindo atrativos nas plantas (aroma, sabor e cor) para animais dispersores de sementes e polinizadores (GARCIA; CARRIL, 2009). A produção desses

metabólitos secundários é influenciada pelo estágio de maturação das plantas, hereditariedade e o ambiente que a planta está inserida (ALMEIDA et al., 2017).

Adicionalmente, esses metabólitos secundários ou fitoquímicos são categorizados em cinco grupos diferenciados por sua estrutura química: os compostos nitrogenados, compostos organossulfurados, alcaloides, terpenos e compostos fenólicos (VERRUCK et al., 2018).

Os compostos fenólicos são um grupo de compostos químicos caracterizados por uma ou mais hidroxilas funcionais ligada a um anel aromático, denominado grupo fenol (GOBBO-NETO; LOPES, 2007). Estão relacionados a respostas de defesa das plantas às agressões externas, funcionando também como atrativos ou repelentes a insetos, além disso influenciam na cor, sabor, adstringência e estabilidade oxidativa das plantas (MARINS et al., 2021).

A concentração dos compostos fenólicos depende do tipo de vegetal, da estação climática do ano, estágios de desenvolvimento e maturação, colheita, condições de cultivo, solo, armazenamento depois de colhidos, entre outros fatores (PETROVSKA, 2012).

Existem diversos tipos de compostos fenólicos e a maioria apresenta-se na forma de ésteres ou glicosídeos (ALMEIDA et al., 2017). Podem ser divididos em diversas classes de acordo com suas estruturas moleculares, número de anéis aromáticos e de hidroxilas, ligações com outros grupamentos, dentre outras diferenciações (GARCIA; CARRIL, 2009). Geralmente, os compostos fenólicos são solúveis em água e em solventes polares, são ácidos podendo ser isolados através da sua polaridade em soluções fracamente básicas (MARINS et al., 2021).

Os compostos fenólicos são classificados principalmente como flavonóides, ácidos fenólicos, estilbenos, cumarinas, antocianinas e taninos (GOBBO-NETO; LOPES, 2007).

Os flavonoides formam a maior classe de compostos fenólicos. Possuem como estrutura química básica, 2 anéis aromáticos (denominados A e B) ligados a três carbonos que formam um terceiro anel (denominado C) (ANGELO; JORGE, 2007). Quando ocorre variações no terceiro anel resultam nas importantes classes de flavonóides, como as flavonas, flavanonas, flavanois-catequinas, isoflavonas e antocianinas (ANGELO; JORGE, 2007). A depender da parte da planta (folhas, caule, fruto), os flavonoides são diferentes em concentrações variadas (VERRUCK et al., 2018).

Esses compostos têm demonstrado benefícios na promoção da saúde e no possível controle de doenças como obesidade, doenças neuro generativas, doenças cardiovasculares e câncer, possuindo propriedades anti-inflamatórias e antioxidantes, auxiliando na microbiota intestinal (PAZ et al., 2015).

### **3.1 Atividade Antioxidante**

Sabe-se que a formação de radicais livres pelo organismo fisiologicamente normal é inevitável, uma vez que são necessários na respiração celular para geração de energia na forma de ATP (PEREIRA; PEREIRA, 2012). Os radicais livres, ou melhor denominado, as espécies de oxigênio reativo (ERO) reagem com qualquer composto que esteja próximo (molécula, célula, tecido), a fim de captar um elétron desse composto para sua estabilização, a partir do que, acontecem reações em cadeia de danos celular (FERREIRA; MATSUBARA, 1997).

A atividade antioxidante é atribuída a determinada substância química que seja capaz de inibir o processo oxidativo, ou seja, que protege sistemas biológicos contra reações lesivas que promovem a oxidação de macromoléculas ou estruturas celulares, essa substância é então denominada de antioxidante (VERRUCK et al., 2018).

Os principais antioxidantes são os compostos fenólicos, as vitaminas E e C, os minerais, zinco, cobre, ferro e magnésio (GOBBO-NETO; LOPES, 2007). O consumo de antioxidantes naturais por meio da alimentação inibe a formação de radicais livres, e conseqüentemente menor incidência de doenças relacionadas com o estresse oxidativo (PEREIRA; PEREIRA, 2012).

Os antioxidantes podem ser classificados em primários e secundários, conforme o seu modo de atuação (ANGELO; JORGE, 2007). Os primários atuam interrompendo a cadeia da reação através da doação de elétrons ou hidrogênio aos radicais livres, convertendo-os em produtos termodinamicamente estáveis e/ou reagindo com os radicais livres, formando o complexo lipídio-antioxidante que pode reagir com outro radical livre (ALMEIDA et al., 2017). Os antioxidantes secundários atuam retardando a etapa de iniciação do auto oxidação, por diferentes mecanismos que incluem complexação de metais, sequestro de oxigênio, decomposição de hidroperóxidos para formar espécie não radical, absorção da radiação ultravioleta ou desativação de oxigênio singlete (FERREIRA; MATSUBARA, 1997). Os compostos fenólicos são incluídos na categoria de interruptores de radicais livres, sendo muito eficientes na prevenção do auto oxidação (MARINS et al., 2021).

Estes mecanismos de ação dos antioxidantes, presentes em extratos de plantas, possui um papel importante na redução da oxidação lipídica em tecidos, vegetal e animal, pois quando incorporado na alimentação humana não conserva apenas a qualidade do alimento, mas também reduz o risco de desenvolvimento de patologias, como arteriosclerose e câncer (ALMEIDA et al., 2017).

### **3.2 Atividade Antimicrobiana**

Diversas plantas têm sido utilizadas com a finalidade profiláticas e curativas de infecções pelas populações tradicionais, fato este, que desperta interesse da comunidade científica que busca por novas plantas com capacidade antimicrobiana (PAZ et al., 2015).

Devido a sua atividade metabólica secundária, os vegetais superiores são capazes de produzir substâncias antibióticas, utilizadas como mecanismo de defesa contra predação por microrganismos, insetos e herbívoros (GONÇALVES et al., 2005).

Os principais grupos de compostos com propriedades antimicrobianas, extraídos de plantas incluem terpenoides, óleos essenciais, alcaloides, lectinas, polipeptídios e substâncias fenólicas e polifenóis, como fenóis simples, ácidos fenólicos, quinonas, flavonas, flavonóis e flavonoides, tanino e cumarinas (MARINS et al., 2021).

Os compostos isolados de plantas são substâncias cuja estrutura química, com raras exceções, apresentam grandes diferenças estruturais em relação aos antibióticos derivados de microrganismos (GOBBO-NETO; LOPES, 2007). Estes agentes antimicrobianos isolados de plantas superiores podem agir como reguladores do metabolismo intermediário, ativando ou bloqueando reações enzimáticas, afetando diretamente uma síntese enzimática seja em nível nuclear ou ribossomal, ou mesmo alterando estruturas de membranas (ANGELO; JORGE, 2007).

O desenvolvimento da biotecnologia permitiu identificar que os metabólicos secundários podem ser utilizados na resolução de problemas da sociedade recebendo assim importância econômica, atuando como fármacos naturais, nutracêuticos e na indústria cosmética (PAZ et al., 2015).

## **4. Agentes Etiológicos Microbianos**

As bactérias, considerados organismos unicelulares, constituem um grande grupo de microrganismos, podendo ou não apresentar a característica de patogenicidade (LIMA et al., 2015). Enquanto as não patogênicas ou deteriorantes possuem importância na indústria de alimentos, as bactérias patogênicas, são de interesse também pela indústria

farmacológica, uma vez que são responsáveis por parte das morbidades e mortalidades ocorrentes no mundo (ARAÚJO et al., 2022).

Considerando a crescente disseminação de microrganismos resistentes aos antimicrobianos sintéticos, pesquisas com utilização de óleos e extratos essenciais de plantas nativas para análise da capacidade antimicrobiana tem disso desenvolvidas em países que possuem uma flora diversificada e que possuem a cultura de utilizar as plantas para usos medicinais, como agentes anti-inflamatórios e antimicrobianos (CHAVES et al., 2019).

Dentre os principais gêneros e espécies bacterianas que causam infecções hospitalares destaca-se *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae*, *Klebsiella pneumoniae* e *Escherichia coli*, tendo estes também, importância alimentar (ARAÚJO et al., 2022).

No grupo das bactérias gram-positivas, destaca-se o gênero *Staphylococcus*, da família *Staphylococcaceae* como agentes patogênicos causadores de enfermidades ligadas aos seres humanos e animais (FREITAS et al., 2021). O gênero *Staphylococcus* possuem o formato de cocos, com aproximadamente 0,5 a 1,5 µm de diâmetro, podendo apresentar-se isolados, em pares, ou em grupos (semelhante a um cacho de uvas), são imóveis, não esporogênicos e sensíveis a temperatura alta e soluções antissépticas, porém sobrevivem em superfícies secas durante longos períodos (LIMA et al., 2015).

Nesse gênero ressalta-se a espécie de *Staphylococcus aureus* como uma cepa comum e virulenta, sendo encontrada na microbiota humana, mucosas e pele (MIRAGAIA et al., 2005). Essa espécie é responsável por doenças que variam desde uma infecção simples, como furúnculos, carbúnculos e espinhas, até doenças mais complexas como pneumonia, meningite, endocardite, síndrome do choque tóxico e septicemia, entre outras (FANIN et al., 2020).

Do mesmo modo, a espécie *Streptococcus pneumoniae* também conhecido como pneumococo, pertence ao grupo das bactérias gram-positivas, possuem formato de cocos, microscopicamente visualizadas em cadeias (JOHNSTON et al., 2014). Apresentando importância no quadro de doenças infecciosas do Brasil, a bactéria *Streptococcus pneumoniae*, afeta desde o público infantil a idosos, ambos com morbimortalidades relatadas em todo o mundo (LEANDRO et al., 2015).

No grupo das espécies gram-negativas, encontra-se *Klebsiella pneumoniae*, que é uma espécie anaeróbia facultativa, se apresenta encapsulada e em forma de bastonetes (WYRES et al., 2020). É um patógeno importante responsável por causar infecções

hospitalares, além disso possui alta taxa de mortalidade devido às limitadas opções de tratamento disponíveis, uma vez que esse microrganismo adquiriu resistências a muitos antibióticos sintéticos disponíveis no mercado (AH et al., 2014). *Klebsiella pneumonia* é encontrada no trato gastrointestinal de humanos e animais, podendo também está presente no meio ambiente, na água, nos alimentos e no sistema de esgoto (WYRES et al., 2020).

Semelhantemente, *Escherichia coli*, bactéria gram-negativa, possui a forma de um bacilo, são aeróbias e anaeróbias facultativas (ARAÚJO et al., 2022). Está presente no trato intestinal de animais homeotérmicos, entre eles, o ser humano, habitando em condições de normalidade o intestino sem causar doenças (AH et al., 2014).

A patogenicidade é atribuída a apenas seis estirpes de *E. coli*, estando geralmente relacionadas à ingestão de alimentos e água contaminados, provocando diarreia aquosa, colite hemorrágica aos infectados, infecção do trato urinário, apendicite e septicemias (JOHNSON; RUSSO, 2002).

Contrariamente das infecções bacterianas, as infecções fúngicas são oportunistas e raramente comprometem a saúde de pessoas saudáveis, acometendo em sua maioria indivíduos imunocomprometidos, ou aqueles com doenças crônicas como câncer, asma ou transplantados, apresentam uma alta morbimortalidade, que pode variar, conforme tipo de fungo, entre 20-50% (ARAÚJO et al., 2022).

As micoses sistêmicas mais comuns são causadas por fungos do gênero *Candida*, sendo *C. albicans*, a espécie mais frequentemente isolada de infecções superficiais e invasivas em diversos sítios anatômicos e como causa de candidíase em várias as partes do mundo (ZACCHINO et al., 2017). *Candida albicans* é a espécie com maior conhecimento patogênico, devido à diversidade de fatores de virulência descobertos. Habitualmente se considera que a origem de *C. albicans* causadora de infecções seja a microbiota do trato digestório humano, como organismo comensal, porém, diversos casos têm sido relatados de forma horizontal (OLIVEIRA et al., 2020).

Outra espécie, *C. tropicalis* é a segunda ou terceira na causa de candidemias em adultos, especialmente em pacientes com linfoma, leucemia, complicações hematológicas malignas, diabetes mellitus e câncer (VIEIRA; NASCIMENTO, 2017). Em contraste, é raro encontrar esta espécie em neonatos, com colonização mucocutânea, porém, o potencial de transmissão nosocomial é considerado, e se apresenta mais virulenta que *C. albicans* em pacientes com complicações hematológicas malignas e infecções disseminadas, portanto, com uma alta taxa de mortalidade (FAN et al., 2019).

Devido a sua capacidade de resistência e adaptação aos antibióticos, esses agentes infecciosos têm adquirido cepas multirresistentes aos antimicrobianos (ARAÚJO et al., 2022). Isso se deve, dentre outros fatores, ao uso indiscriminado de antibióticos, dosagens inadequadas ou tratamentos interrompidos antes do período recomendado (MENEGUIN et al., 2020).

Dessa forma, ressalta-se a necessidade de estudos e pesquisas em busca de novas alternativas para controle desses microrganismos como o uso de óleos essenciais e extratos vegetais, assim como, biofilmes, filmes à base de gelatina, controle biológico por bacteriófagos líticos e terapia com ozônio (FREITAS et al., 2021).

## REFERÊNCIAS

ABREU, M. G. P. et al. Efeito fungitoxico de óleos essenciais de palmeiras amazônicas sobre *Colletotrichum* sp. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 19, p. 897-905, 2014.

AH, Y.-M.; KIM, A.-J.; LEE, J.-Y. Colistin resistance in *Klebsiella pneumoniae*. **International Journal of Antimicrobial Agents**, v. 44, n. 1, p. 8-15, 2014.

ALMEIDA, B. J. M. et al. Biodisponibilidade e classificação de compostos fenólicos: revisão. **Portal Atlântica**, v. 18, n. 1, p. 1-11, 2017.

ALMEIDA, D. P. et al. Consumo de frutas e fatores associados em uma população urbana da Amazônia Brasileira Ocidental. **Scientia Naturalis**, v. 3, n. 5, p. 2062-2082, 2021.

ALVES, M. J. et al. **Atividade antibacteriana de sementes de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.)** In: II Congresso Internacional de Saúde, Gaia-Porto, v. 5, n. 3, p. 3-7 2015.

ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos: Uma breve revisão. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 66, n. 1, p. 1-9, 2007.

ARAÚJO, P. M. et al. Resistência a antimicrobianos e sua correlação estatística com o consumo em hospitais: Uma revisão integrativa da literatura. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 1, p. 1-12, 2022.

BATISTA, S. et al. Atividade antibacteriana e cicatrizante do óleo de buriti *Mauritia flexuosa* L. **Ciencia Rural**, v. 42, n. 1, p. 136-141, 2012.

BECKER, M. M. et al. Mineral and bromatological assessment and determination of the antioxidant capacity and bioactive compounds in native Amazon fruits. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, n. 22, p. 1-9, 2018.

BRAINER, M. S. C. P. Produção de cacau. **Caderno Setorial ETENE: Banco do Nordeste do Brasil**, v. 6, n. 149, p. 1-23, 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: Região Norte**. Editores: Lidio Coradin, Julcéia Camillo e Ima Célia Guimarães Vieira. – 1ª ed., Brasília, DF: MMA, 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia Alimentar para a população brasileira**. Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. – 2. ed., Brasília: Ministério da Saúde, 2014.

BRAUN, H. et al. Absorção, metabolismo e diagnóstico do estado de nitrogênio em plantas de batata. **Revista de Ciência Agrária**, v. 56, n. 3, p. 185-195, 2013.

CANUTO, G. A. B. et al. Caracterização físico-química de polpas de frutos da amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 4, p. 1196–1205, 2010.

CARVALHO, J.E.U.; NASCIMENTO, W.M.O.; MÜLLER, C.H. **Características físicas e de germinação de sementes de espécies frutíferas nativas da Amazônia**. Belém: Embrapa- CPATU, 1998.18 p. (Embrapa CPATU. Boletim de Pesquisa, 203).

CHAVES, G. B. et al. Avaliação das Atividades Antimicrobiana e Antioxidante de extratos obtidos das frutas *Theobroma grandiflorum* e *Mauritia flexuosa*. In: NETO, B. R. S. **A Produção do Conhecimento nas Ciências da Saúde**. Editora Atena, v.1, p.1-284, 2019.

CLEMENT, C. R. et al. Origin and domestication of native Amazonian crops. **Diversity**, v. 2, n. 1, p. 72-106, 2010.

DA COSTA et al. Perfil Cromatográfico e Avaliação da Atividade Antimicrobiana de Diferentes Extratos de Pupunha (*Bactris gasipaes*, Kunth). **Ensaio e Ciências**, v. 24, n. 5- esp., p. 619–624, 2021.

DARNET, S. H. et al. Nutritional composition, fatty acid and tocopherol contents of buriti (*Mauritia flexuosa*) and patawa (*Oenocarpus bataua*) fruit pulp from the Amazon region. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n. 2, p. 488-491, 2011.

DIAS, J. P. S. **Droguistas, boticários e segredistas: Ciência e sociedade na produção de medicamentos na Lisboa de setecentos**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian/Fundação para a Ciência e a Tecnologia, 2007, p. 114-123.

DOS ANJOS, M. M; et al. Antibacterial activity of papain and bromelain on *Alicyclobacillus* spp. **International Journal of Food Microbiology**, v. 216, n. 4, p. 121–126, 2016.

EFRAIM, P. et al. Polifenóis em cacau e derivados: teores, fatores de variação e efeitos na saúde. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 14, n. 3, p. 181-201, 2011.

FANIN, M. et al. Alternative methods for treatment of infections caused by *Staphylococcus aureus*. **Medicina Veterinaria**, v. 14, n. 1, p. 24-32, 2020.

- FELISBERTO, M. H. F. et al. Characterization and technological properties of peach palm (*Bactris gasipaes* var. *gasipaes*) fruit starch. **Food Research International**, v. 136, n. 7, p. 1-8, 2020.
- FILHO, A. L. M.; PEREIRA, M. R. R. Atividade antimicrobiana de óleos extraídos de açaí e de pupunha sobre o desenvolvimento de *Pseudomonas aeruginosa* e *Staphylococcus aureus*. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 4, p. 598-603, 2012.
- FINCO, F. D. B. A. et al. Antioxidant activity and characterization of phenolic compounds from Bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart.) Fruit by HPLC-DAD-MSn. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, n. 31, p. 7665-7673, 2012.
- FREITAS, G. D. et al. Uso de diferentes métodos no controle do desenvolvimento do *Staphylococcus aureus*: uma revisão da literatura. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, p. 1-8, 2021.
- GARCIA, A. A.; CARRIL, E. P. U. Metabolismo secundário de plantas. **Reduca (Biologia)**. Serie Fisiologia Vegetal. v. 2, n. 3, p. 119-145, 2009.
- GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 374-381, 2007.
- GOMES-SILVA, D. A. P. **Patauá**. In: SHANLEY, P; MEDINA, G. Frutíferas e Plantas úteis na vida Amazônica. Belém: CIFOR, Imazon, 2005. p. 197-202
- GONÇALVES, A. L. et al. Estudo comparativo da atividade antimicrobiana de extratos de algumas árvores nativas. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 72, n. 3, p. 353-358, 2005.
- GONÇALVES, G. M. S.; SANTOS, N. P.; SREBERNICH, S. M. Antioxidant and antimicrobial activities of propolis and açaí (*Euterpe oleracea* Mart) extracts. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 32, n. 3, p. 349-356, 2011.
- HIDALGO, P. S. P.; NUNOMURA, R. D. C. S.; NUNOMURA, S. M. Amazon oilseeds: Chemistry and antioxidant activity of patawa (*Oenocarpus bataua* Mart.). **Revista Virtual de Química**, v. 8, n. 1, p. 130-140, 2016.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura**, 2020. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/289>> Acesso em: 13 de julho de 2022.
- ISMAEL, F. M. et al. Evaluation of total phenolic compounds and antioxidant activity in amazon fruit. **Chemical Engineering Transactions**, v. 64, n. 2010, p. 649-654, 2018.
- JAIME, P. C. et al. Fatores associados ao consumo de frutas e hortaliças no Brasil, 2006. **Revista de Saúde Pública**, v. 43, n. 2, p. 57-64, 2009.
- JOHNSON, J. R.; RUSSO, T. A. Extraintestinal pathogenic *Escherichia coli*: "The other bad *E. coli*." **Journal of Laboratory and Clinical Medicine**, v. 139, n. 3, p. 155-162, 2002.

JOHNSTON, C. et al. *Streptococcus pneumoniae*, le transformiste. **Trends in Microbiology**, v. 22, n. 3, p. 1-5, 2014.

KOOLEN, H. H. F. et al. Antioxidant, antimicrobial activities and characterization of phenolic compounds from buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) by UPLC-ESI-MS/MS. **Food Research International**, v. 51, n. 2, p. 467-473, 2013.

LEANDRO, O. A. A. et al. Abordagem microbiológica e imunológica da bactéria *streptococcus pneumoniae*. **Proceedings of the American Mathematical Society**, v. 11, n. 3, p. 440, 2015.

LIMA, M. F. P. et al. *Staphylococcus aureus* and nosocomial Infections - Literature Review. **Revista Uningá**, v. 21, n. 1, p. 32-39, 2015.

MAZUMDAR, B. C.; MAJUMDER, K. **Methods on Physico-Chemical Analysis of Fruits**. Ed: Astral, 2017.

MENEGUIN, S.; TORRES, E. A.; POLLO, C. F. Fatores associados à infecção por *Staphylococcus aureus* resistente à metilina em unidade de terapia intensiva. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 73, n. 6, p. 1-8, 2020.

MIRAGAIA, M. Genetic Diversity among Methicillin - Resistant *Staphylococcus epidermidis* (MRSE). **Microbial Drug Resistance**, v. 11, n. 2, p. 1-8, 2005.

MIRANDA, A. F.; TORO, M. U. Otimização do beneficiamento do cacau (*Theobroma cacao* L). **Científic Multidisciplinary Journal**, v. 7, n. 2, p. 1-18, 2020.

NERI-NUMA, I. A. et al. Evaluation of the antioxidant, antiproliferative and antimutagenic potential of araçá-boi fruit (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh - Myrtaceae) of the Brazilian Amazon Forest. **Food Research International**, v. 50, n. 1, p. 70-76, 2013.

OLIVEIRA, R. M. M. Óleo de Buriti: Índice de Qualidade Nutricional e Efeito Antioxidante e Antidiabético. **Revista Virtual de Química**, v. 12, n. 1, p. 2-12, 2020.

ORTIZ, J. M. **Botany: taxonomy, morphology and physiology of fruits, leaves and flowers**. 1 ed. CRC Press, 2002.

PAZ, M. et al. Polpas de frutas brasileiras como alimentos funcionais e aditivos: avaliação de compostos bioativos. **Food Chemistry**, v. 172, n.8, p. 462-468, 2015.

PEREIRA, B. C; PEREIRA, A. K. F. T. C. Radicais livres: uma nova abordagem. **Revista Saúde Quântica**, v.1, n. 1, p. 35-41, 2012.

PETROVSKA, B. B. Historical Review of Medicinal Plants Usage. **Pharmacognosy Reviews**, v. 6, n. 11, p. 1-5, 2012.

RAMALHO, A. A. Consumo regular de frutas e hortaliças por estudantes universitários em Rio Branco, Acre, Brasil: prevalência e fatores associados. **Caderno de Saúde Pública**, v. 28, n. 7, p.1405-1413, 2012.

- RODRIGUES, A. M. C. et al. 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, n. 10, p. 2000-2004, 2010.
- SACRAMENTO, C. K. DO; BARRETTO, W. DE S.; FARIA, J. C. Araçá boi: uma alternativa para agroindústria. **Bahia Agrícola**, v. 8, n. 2, p. 22-24, 2008.
- SAMPAIO, M. B.; CARRAZZA, L. R. **Manual Tecnológico de Aproveitamento Integral do Fruto e da Folha do Buriti (*Mauritia flexuosa*)**. Brasília – DF. Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN). Brasil, 2012.
- SANTOS, G. M. et al. Atividade antioxidante e correlações com componentes bioativos de produtos comerciais de cupuaçu. **Ciência Rural**, v. 40, n. 7, p. 1636-1642, 2010.
- SANTOS, G. M. et al. Correlação entre atividade antioxidante e compostos bioativos de polpas comerciais de açaí (*Euterpe oleracea* Mart). **ALAN**. v. 58, n. 2, p. 1-11, 2008.
- SANTOS, A. L. et al. *Staphylococcus aureus*: visitando uma cepa de importância hospitalar *Staphylococcus aureus*: visiting a strain of clinical importance. **Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial**, v. 43, n. 6, p. 413-423, 2007.
- SILVA, R. S. et al. Seed structure and germination in buriti (*Mauritia flexuosa*), the Swamp palm. **Flora: Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants**, v. 209, n. 11, p. 674-685, 2014.
- SILVEIRA, T. F. F. et al. Effect of Solvent Composition on the Extraction of Phenolic Compounds and Antioxidant Capacity of Bacaba Juice (*Oenocarpus bacaba* Mart.). **Food Analytical Methods**, v. 13, n. 5, p. 1119-1128, 2020.
- SOUZA, A. C. L. et al. Alcoholic beverages from araçá-boi fruit: quantification of antioxidant compounds by NMR ERETIC2. **Journal of Food Science and Technology**, v. 57, n. 12, p. 4733-4738, 2020.
- SPRENGER, L. K. et al. In vitro antibacterial effect of *Euterpe oleracea* mart. and *Theobroma grandiflorum* hydroalcoholic extracts. **Archives of Veterinary Science**, v. 21, n. 2, p. 21-32, 2016.
- VERRUCK, S. et al. Compostos bioativos com capacidade antioxidante e antimicrobiana em frutas. **Revista do Congresso Sul Brasileiro de Engenharia de Alimentos**, v. 4, n. 1, p. 111-124, 2018.
- WYRES, K. L. et al. Population genomics of *Klebsiella pneumoniae*. **Nature Reviews: Microbiology**, 2020.

## **OBJETIVOS**

### **Geral**

Avaliar a atividade antimicrobiana e antioxidante de extratos de frutas Amazônicas.

### **Específicos**

- Realizar uma revisão sistemática da literatura sobre a composição nutricional e atividades biológicas das frutas da Amazônicas araçá-boi, bacaba, buriti, cajá e patauá;
- Avaliar a concentração inibitória mínima e concentração microbicida mínima dos extratos etanólicos de frutas amazônicas contra bactérias Gram positivas e Gram negativas e fungos do gênero *Candida*;
- Averiguar a atividade antioxidante dos extratos etanólicos de frutas amazônicas.

## CAPÍTULO I

### Composição nutricional e Atividades biológicas das frutas amazônicas araçá-boi, bacaba, buriti, cajá e patauá – Uma revisão da literatura

Ronaira da Costa Ferreira Almeida<sup>1</sup>; Leila Priscila Peters, Clarice Maia Carvalho<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Acre, Brasil;

<sup>2</sup> Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Acre, Brasil.

#### RESUMO

Evidências epidemiológicas sobre o consumo regular de frutas estão associadas a redução na mortalidade e morbidade relacionadas a doenças crônicas não transmissíveis. Os benefícios no consumo de frutas são atribuídos à presença de componentes como minerais e altos níveis de compostos bioativos com propriedades antioxidantes. A Região Amazônica apresenta uma grande biodiversidade de espécies de plantas, produzindo frutas com propriedades ainda desconhecidas e que podem ser de interesse econômico e científico. Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivo reunir estudos realizados de 2011 a 2021 sobre a composição nutricional e atividades biológicas das frutas amazônicas araçá-boi, bacaba, buriti, cajá e patauá. A pesquisa bibliográfica foi realizada nas bases de dados eletrônicos Scielo, Science Direct e Google Scholar, utilizando os descritores: “araçá-boi and *Eugenia stipitata*”, “bacaba and *Oenocarpus bacaba*”, “buriti and *Mauritia flexuosa*”, “cajá and *Spondias mombin*” e “patauá and *Oenocarpus bataua*”. Após análise dos trabalhos, foram incluídos 59 artigos sendo 7 sobre araçá-boi (11,6%), 13 sobre bacaba (21,6%), 18 sobre buriti (30,0%), 14 sobre cajá (23,3%), e 8 sobre patauá (13,3%). Os resultados da reunião dos dados sobre a composição nutricional das frutas pesquisadas incluíram os parâmetros: pH, acidez, umidade, cinzas, proteínas, lipídios, carboidratos, fibras e micronutrientes. Referente às atividades biológicas das frutas amazônicas foram relacionadas 12 atividades, sendo as mais frequentes atividade antioxidante (54,2%), seguido de atividade antimicrobiana (8,4%) e anti-inflamatória (5,08%). O levantamento realizado permitiu ampliar o conhecimento da composição nutricional e conhecer as atividades biológicas já relatadas para as frutas amazônicas estudadas, importante para orientação nutricional da população e fornecendo informações para a conservação e exploração destes recursos de valor econômico.

**Palavras-chave:** *Eugenia stipitata*; *Oenocarpus bacaba*; *Mauritia flexuosa*; *Spondias mombin*; *Oenocarpus bataua*; antioxidante; antimicrobiano; anti-inflamatório.

#### ABSTRACT

Epidemiological evidence on the regular consumption of fruits is associated with a reduction in mortality and morbidity related to chronic non-communicable diseases. The

benefits of fruit consumption are attributed to the presence of components such as minerals and high levels of bioactive compounds with antioxidant properties. The Amazon Region has a great biodiversity of plant species, producing fruits with still unknown properties that may be of economic and scientific interest. Given the above, the present study aims to gather studies carried out from 2011 to 2021 on the nutritional composition and biological activities of the Amazonian fruits araçá-boi, bacaba, buriti, cajá and patauá. The bibliographic research was carried out in the electronic databases Scielo, Science Direct and Google Scholar, using the descriptors: “araçá-boi and *Eugenia stipitata*”, “bacaba and *Oenocarpus bacaba*”, “buriti and *Mauritia flexuosa*”, “cajá and *Spondias mombin*” and “patauá and *Oenocarpus bataua*”. After analyzing the works, 59 articles were included, 7 on araçá-boi (11.6%), 13 on bacaba (21.6%), 18 on buriti (30.0%), 14 on cajá (23.3%), and 8 on patauá (13.3%). The results of gathering data on the nutritional composition of the fruits surveyed included the parameters: pH, acidity, moisture, ash, protein, lipids, carbohydrates, fiber and micronutrients. Regarding the biological activities of Amazonian fruits, 12 activities were listed, the most frequent being antioxidant activity (54.2%), followed by antimicrobial activity (8.4%) and anti-inflammatory activity (5.08%). The survey carried out allowed expanding knowledge of the nutritional composition and knowing the biological activities already reported for the Amazonian fruits studied, important for nutritional guidance of the population and providing information for the conservation and exploitation of these resources of economic value.

**Keywords:** *Eugenia stipitata*; *Oenocarpus bacaba*; *Mauritia flexuosa*; *Spondias mombin*; *Oenocarpus bataua*; antioxidant; antimicrobial; anti-inflammatory.

## INTRODUÇÃO

As frutas desempenham importante papel na alimentação humana, sendo capaz de atuar na prevenção de doenças, isso deve-se ao fato de possuírem em sua composição nutricional fibras, vitaminas e minerais (VERRUCK et al., 2018).

Evidências epidemiológicas sobre o consumo regular de frutas estão associadas a redução na mortalidade e morbidade relacionadas a Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT), principais causas de morte no mundo (FINCO et al., 2016). Os benefícios no consumo de frutas são atribuídos à presença de componentes como minerais e altos níveis de compostos bioativos com propriedades antioxidantes (MACHADO et al., 2021).

A Região Amazônica apresenta uma grande diversidade de espécies de plantas, produzindo frutas com propriedades ainda desconhecidas e que podem ser de interesse econômico e científico (LAUVAI et al., 2017). Alguns estudos relatam os potenciais biotecnológicos dos frutos amazônicos, porém ainda é escasso para algumas espécies (COSTA et al., 2021).

O conhecimento sobre os potenciais biotecnológicos e os benefícios das frutas amazônicas permite o melhor aproveitamento dos recursos naturais, com possíveis aplicações agroindustriais, representando assim uma renda econômica interessante para os produtores locais (NEGRI et al., 2016). Além disso, a avaliação das capacidades bioativas de frutas exóticas reforça sua posição no mercado nacional e internacional, podendo levar ao aumento no consumo desses alimentos (PAZ et al., 2015).

Dentre as capacidades bioativas que as frutas tropicais apresentam, destaca-se a atividade antioxidante como sendo de enorme importância na saúde humana. Os compostos relacionados a atividade antioxidante desempenham diversas funções no organismo como proteção contra doenças cardiovasculares, como, por exemplo, reduzindo a inflamação crônica e melhorando as funções dos tecidos vasculares (KOOLEN et al., 2013). Atua também no combate a certas formas de câncer devido aos seus efeitos citotóxicos e na prevenção de processos neurodegenerativos (FANG et al., 2018).

Os compostos presentes em frutas tropicais foram recentemente responsabilizados pela diminuição do risco de câncer, reduzindo o estresse oxidativo e modulando as vias de transdução de sinal envolvidas na proliferação e sobrevivência das células cancerígenas, apresentando assim papel protetor na saúde humana (FINCO et al., 2016).

As frutas também possuem em sua composição, compostos que indicam atividade contra a formação de adipócitos, interferindo no processo de adipogênese e influenciando assim na prevenção e tratamento da obesidade (LAUVAI et al., 2017).

Além disso, o conhecimento sobre a composição química de alimentos regionais possui enorme importância no âmbito nutricional, pois permite uma melhor orientação alimentar para as populações locais, garantindo a segurança alimentar e nutricional nessas regiões (NEVES et al., 2015). As frutas amazônicas, ao serem reconhecidas como fonte alimentar de determinados nutrientes permite a diversificação da alimentação, e ainda ressaltando os aspectos culturais dessas regiões (NONATO et al., 2020).

Assim, a caracterização física de um alimento justifica-se pela própria importância em descrevê-lo, bem como documentá-lo, objetivando o uso dos dados em prescrição dietética e em rótulos de alimentos (CARNEIRO; CARNEIRO, 2011).

Devido ao crescente reconhecimento das frutas em seu valor nutricional e terapêutico, os consumidores têm mudado a motivação para o consumo desses alimentos, deixando de ser apenas uma preferência ou gosto pessoal, tornando-se uma preocupação com a saúde (GONÇALVES et al., 2011). Os consumidores têm procurado cada vez mais

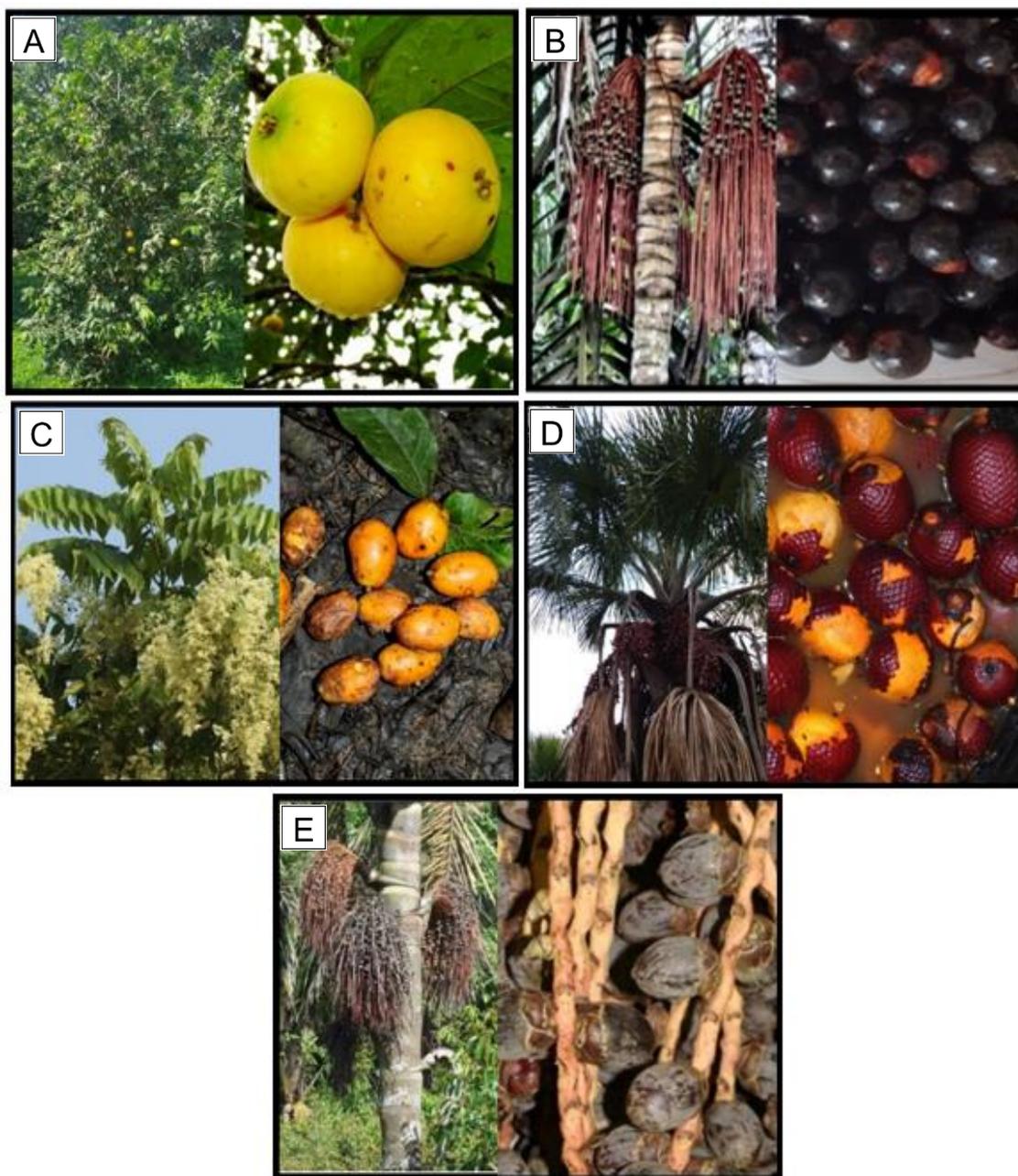
por alimentos e ingredientes funcionais com benefícios associados com a manutenção da saúde e bem-estar, resultando em uma demanda por pesquisas para desenvolvimento desses produtos ou ingredientes funcionais (PAZ et al., 2015).

Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivo reunir estudos realizados de 2011 a 2021 sobre a composição nutricional e atividades biológicas das frutas amazônicas araçá-boi, bacaba, buriti, cajá e patauí.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A pesquisa bibliográfica foi realizada nas bases de dados eletrônicas Scielo, Science Direct e Google Scholar. Nas buscas, os descritores incluíram o nome popular e científicos das frutas araçá-boi (*Eugenia stipitata*), bacaba (*Oenocarpus bacaba*), buriti (*Mauritia flexuosa*), cajá (*Spondias mombin*) e patauí (*Oenocarpus bataua*) (Figura 1).

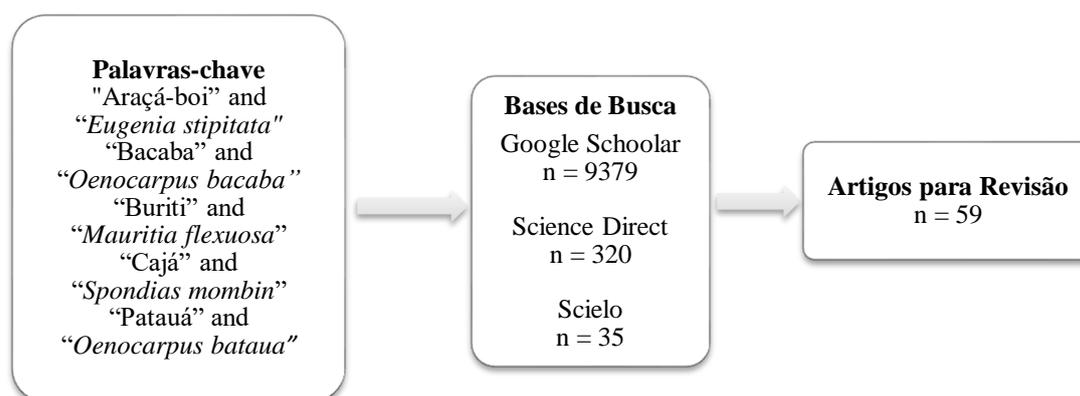
Posteriormente, os artigos foram selecionados de acordo com os seguintes critérios de inclusão: resumo e texto completo relatando atividades biológicas e/ou composição química das frutas pesquisadas, assim como trabalhos publicados entre os anos 2011 e 2021. Dados em duplicidade ou não relacionados a qualquer avaliação de polpas das frutas em atividades biológicas, terapêutica ou composições nutricionais foram excluídos, bem como artigos de revisão sobre a temática.



**Figura 1.** Plantas e frutas amazônicas utilizadas na revisão. A: araçá-boi (*Eugenia stipitata*); B: bacaba (*Oenocarpus bacaba*); C: buriti (*Mauritia flexuosa*); D: patauá (*Oenocarpus bataua*).

## RESULTADOS

Após análise dos artigos, foram incluídos 59 artigos na pesquisa utilizando as palavras-chave descritas na Figura 2. Dos trabalhos selecionados, 7 foram sobre araçá-boi (11,6%), 13 sobre bacaba (21,6%), 18 sobre buriti (30,0%), 14 sobre cajá (23,3%), e 8 sobre patauá (13,3%), distribuídos nas bases de dados utilizadas na pesquisa (Tabela 1).



**Figura 2.** Palavras-chave utilizadas para busca, número de artigos por base de dados e número de artigos selecionados para revisão de literatura sobre composição nutricional e atividades biológicas de frutas amazônicas.

Na Tabela 1 estão descritos os artigos de acordo com a fruta pesquisada e a base de dados que foi encontrado.

**Tabela 1.** Referências dos artigos selecionados sobre composição nutricional e atividades biológicas das frutas amazônicas araçá-boi, bacaba, buriti, cajá e patauá.

<b>Fruta</b>	<b>Composição nutricional</b>	<b>Base de dados</b>	<b>Atividade Biológica</b>	<b>Base de dados</b>
Araçá-boi 11,9%	Virgolin et al., 2017 Souza et al., 2018b Araújo et al., 2021b	Google Scholar Google Scholar Science Direct	Neri-Numa et al., 2013	Science Direct
			Baldini et al., 2017	Google Scholar
			Araújo et al., 2021a	Science Direct
			Araújo et al., 2021c	Science Direct
Bacaba 22,0%	Nascimento et al., 2019 Santos-Filho et al., 2020 Col et al, 2021	Google Scholar Google Scholar Science Direct	Finco et al., 2012	Google Scholar
			Finco; Graeve, 2013	Google Scholar
			Neves et al., 2015	Google Scholar
			Dos Santos et al., 2015	Google Scholar
			Finco et al., 2016	Google Scholar
			Lauvai et al., 2017	Science Direct
			Santos et al., 2017	Google Scholar
			Pinto et al., 2018	Google Scholar
			Silveira et al., 2020	Google Scholar
			SantoS et al., 2020	Google Scholar
Buriti 30,5%	Manhães; Sabaa-Srur, 2011 Sandri et al., 2017 Nonato et al, 2020	Scielo Google Scholar Google Scholar	Batista et al., 2012	Scielo
			Candido et al., 2015	Science Direct
			Koolen et al., 2013	Science Direct
			Bataglione et al, 2014	Science Direct
			Dos Santos et al., 2015	Google Scholar
			Speranza et al., 2016	Google Scholar
			Candido; Silva, 2017	Google Scholar
			Milanez et al., 2018	Science Direct
			Nobre et al., 2018	Science Direct
			Nonato et al., 2018	Google Scholar
Vergara et al., 2019	Google Scholar			

			Abreu-Naranjo et al., 2020	Science Direct
			Cruz et al., 2020	Science Direct
			Oliveira et al., 2020	Google Scholar
			Camelo-Silva et al., 2021	Science Direct
Cajá 23,7%	Tiburski et al., 2011	Science Direct	Silva et al., 2012	Google Scholar
			Carvalho et al., 2013	Google Scholar
			Paz et al., 2015	Science Direct
			Cabral et al., 2016	Science Direct
			Costa; Mercadante, 2018	Science Direct
			Brito et al., 2018	Google Scholar
			Silva et al., 2018	Google Scholar
			Dantas et al., 2019	Science Direct
			Assis et al., 2020	Science Direct
			Freitas et al., 2020a	Google Scholar
			Freitas et al., 2020b	Google Scholar
			Gomes et al., 2020	Science Direct
			Silva et al., 2020	Science Direct
Patauá 13,6%	Darnet et al., 2011	Scielo	Abreu et al., 2014	Google Scholar
	Souza et al., 2012	Google Scholar	Rezaire et al., 2014	Science Direct
	Saravia et al., 2020	Google Scholar	Leba et al., 2014	Google Scholar
			Hidalgo et al., 2016	Google Scholar
			santos et al., 2020	Google Scholar

Os resultados da compilação dos dados sobre a composição nutricional das frutas amazônicas pesquisadas estão apresentados na Tabela 2. Para os dados compilados considerou-se 100g da parte comestível do fruto, sendo observado essa informação nos artigos pesquisados, uma vez que essa informação é importante para comparação entre os autores. As referências citadas na tabela 2 são os valores limites (mínimo e máximo) encontradas nos trabalhos sobre a composição nutricional das frutas.

**Tabela 2.** Composição nutricional das frutas amazônicas araçá-boi, bacaba, buriti, cajá e patauá.

Parâmetro	Fruta Amazônica				
	Araçá-boi	Bacaba	Buriti	Cajá	Patauá
pH	2,67-3,10 <sup>2,3</sup>	4,1-5,4 <sup>4,6</sup>	3,78-3,84 <sup>10,8</sup>	2,83 <sup>11</sup>	-
Acidez	1,83-2,83 <sup>2,3</sup>	0,065 <sup>4</sup>	12,29 <sup>8</sup>	-	-
Umidade	91,4-94,42 <sup>1,2,3</sup>	83,30-91,6 <sup>4,6</sup>	21,68-62,93 <sup>8,9</sup>	83,66 <sup>11</sup>	33,5 <sup>12</sup>
Cinza	0,19-2,31 <sup>1,2</sup>	0,36-1,91 <sup>4,6</sup>	0,6-3,82 <sup>7,8</sup>	-	1,1-1,84 <sup>12,13</sup>
Proteínas	3,04-11,82 <sup>1,3</sup>	2,67-8,80 <sup>4,5</sup>	2,10-58,48 <sup>9,8</sup>	1,06 <sup>11</sup>	0,93 <sup>13</sup>
Lipídeos	0,6-3,02 <sup>1,3</sup>	9,10-60,40 <sup>4,5</sup>	5,91-20,92 <sup>8,10</sup>	0,62 <sup>11</sup>	9,89-14,4 <sup>13,12</sup>
Carboidrato	-	3,51-4,87 <sup>5,6</sup>	26,2 <sup>7</sup>	13,90 <sup>11</sup>	4,37-46,1 <sup>13,12</sup>
Fibra	-	5,60-49,6 <sup>5,6</sup>	5,17-8,56 <sup>9,10</sup>	-	5,54 <sup>13</sup>
VET	21,82 <sup>3</sup>	106,62 <sup>5</sup>	100,6-229,28 <sup>7,10</sup>	65,42 <sup>11</sup>	110,18-113,2 <sup>13,12</sup>
Cálcio	107,16 <sup>1</sup>	-	-	11,03 <sup>11</sup>	2,35 <sup>14</sup>

Potássio	827,66 <sup>1</sup>	-	-	288,27 <sup>11</sup>	2,17 <sup>14</sup>
Sódio	118,95 <sup>1</sup>	-	-	5,55 <sup>11</sup>	71,21 <sup>14</sup>
Magnésio	75,65 <sup>1</sup>	-	-	15,08 <sup>11</sup>	41,23 <sup>14</sup>
Zinco	1,32 <sup>1</sup>	-	-	-	0,97 <sup>14</sup>
Fósforo	-	-	-	32,84 <sup>11</sup>	41,23 <sup>14</sup>
Cobre	1,12 <sup>1</sup>	-	-	0,11 <sup>11</sup>	0,11 <sup>14</sup>
Ferro	3,74 <sup>1</sup>	-	-	0,327 <sup>11</sup>	1,84 <sup>14</sup>
Manganês	0,49 <sup>1</sup>	-	-	0,025 <sup>11</sup>	0,61 <sup>14</sup>

<sup>1</sup> ARAUJO et al., 2021b; <sup>2</sup> SOUZA et al., 2018b; <sup>3</sup> VIRGOLIN et al., 2017; <sup>4</sup> SANTOS -FILHO et al., 2020; <sup>5</sup> NASCIMENTO et al., 2019; <sup>6</sup> COL et al., 2021; <sup>7</sup> DARNET et al., 2011; <sup>8</sup> NONATO et al., 2020; <sup>9</sup> MANHÃES; SABAA-SRUR, 2011; <sup>10</sup> SANDRI et al., 2017; <sup>11</sup> TIBURSKI et al., 2011; <sup>12</sup> DARNET et al., 2011; <sup>13</sup> SOUZA et al., 2012; <sup>14</sup> SARAIVIA et al., 2020; VET: Valor Energético Total.

Dentre as frutas analisadas, os valores de umidade variam de 21,68% para buriti a 94,42% para araçá-boi. Os valores de pH, acidez, cinza, carboidratos e fibras não foram encontrados nos trabalhos pesquisados para todas as frutas. O maior teor de lipídios se refere a uma das referências sobre a bacaba com 60,40% e o menor valor corresponde a polpa do araçá-boi com 0,6% de lipídios. Em relação aos micronutrientes encontrou-se valores apenas para as frutas araçá-boi, cajá e patauá.

A Tabela 3 apresenta as atividades biológicas atribuídas as frutas amazônicas araçá-boi, bacaba, buriti, cajá e patauá incluídas na pesquisa. Considerou-se para organização dessas atividades os termos utilizados pelos próprios autores dos artigos, não alterando para termos similares. As partes do fruto utilizadas na pesquisa, os métodos de análises e os principais achados também estão descritas na Tabela 3.

**Tabela 3.** Atividades biológicas atribuídas ao araçá-boi, bacaba, buriti, cajá e pataúá.

Atividade Biológica	Parte do fruto	Método	Principais achados	Compostos relatados	Referência
<b>Araçá-boi (<i>Eugenia stipitata</i>)</b>					
Antioxidante	Sementes e Polpa	DPPH ABTS ORAC Bioacessibilidade: in vitro	Polifenóis e a capacidade antioxidante maiores na semente, com aumento após o processo digestivo em ambas as frações	Flavonoides, Ácidos fenólicos	ARAUJO et al, 2021a
Antioxidante	Polpa	ABTS DPPH	A polpa apresentou o maior teor de carotenóides totais e correlação positiva entre atividade antioxidante e compostos fenólicos totais	Antocianinas totais, Flavonóides amarelos e Carotenóides totais, Compostos fenólicos	VIRGOLIN et al, 2017
anticancerígena	Polpa	Polifenóis total: método de Folin-Ciocalteu Flavonóides: HPLC Antioxidante: DPPH Citotóxico: in vivo	Atividade antiproliferativa in vitro: não apresentou efeito citostático completo contra qualquer uma das linhas celulares testadas. Não apresentou atividade mutagênica em nenhuma concentração testada. Apresentou efeito protetor no dano ao DNA (efeito antígeno-tóxico)	Miricertina Quercetina Canferol	NERI-NUMA et al, 2013
<b>Bacaba (<i>Oenocarpus bacaba</i>)</b>					
Antioxidante	Polpa	DPPH ORAC Trolox HPLC	A polpa apresentou altos teores de polifenóis totais extraíveis. A bacaba teve a maior atividade antioxidante total pelo método ORAC.	Antocianinas Flavonoide Caratenoides	DOS SANTOS et al, 2015
Antioxidante	Polpa	DPPH, CUPRAC, FRAP e ABTs	A polpa de bacaba possui capacidade antioxidante medida pelos métodos DPPH, FRAP, CUPRAC e ABTS	Fenóis, Antocianinas, Antocianidinas, Chalconas, Auronas, Flavonas, Flavonóis, Xantonas, Leucoantocianidinas, saponinas, triterpenos pentacíclicos. Flavonóides totais e Fenólicos.	FILHO et al, 2020
Antioxidante e Citotóxica	Folhas e raízes	ORAC DPPH FRAP	Os extratos das folhas foram mais antioxidantes que os extratos da raiz	ácidos hidroxicinâmicos e flavonóides	LEBA et al, 2016
Antioxidante	Polpa	ORAC, FRAP, DPPH, TEAC,	Caracterização e análise de fenólicos. Total de 14 compostos foram identificados.	Conteúdo fenólico total Teor de flavonóides	FINCO et al, 2012

Antiobesidade	Polpa	HPLC-DAD-MSn In vitro	Reduziu o acúmulo de lipídios intracelulares e expressão proteica de marcadores adipogênicos. O extrato fenólico da bacaba inibe a adipogênese in vitro via direcionamento de fatores de transcrição durante os estágios inicial e intermediário da diferenciação.	Teor de antocianina -	LAUVAI et al, 2017
Antioxidante	Óleo		O ácido oleico foi o principal composto. O perfil espectroscópico no infravermelho mostrou a predominância de ácidos graxos insaturados. Os resultados indicam que o óleo de bacaba apresenta boa qualidade funcional	Ácidos fenólicos por meio da composição de ácidos graxos, qualidade funcional, estabilidade oxidativa.	PINTO et al, 2018
Antiproliferativa	Polpa	MTT, MUH, azul de metileno, azul de tripano	O teste MTT pode ser aplicado com confiança para avaliar a atividade antiproliferativa dos extratos. O extrato de Bacaba apresentou maior atividade antiproliferativa que o de Jenipapo.	-	FINCO, GRAEVE, 2013
Antioxidante	Polpa em pó	ABTS DPPH	O processo de secagem por convecção causou redução no teor de compostos bioativos e elementos com atividade antioxidante. Indica que o método de liofilização pode ser particularmente útil para a obtenção de pó de bacaba em períodos de entressafra.	-	SANTOS et al., 2020
Antioxidante	Polpa em pó	ORAC	A combinação de menor temperatura e espessura de secagem resultaram em um produto com boa solubilidade e uma alta capacidade antioxidante.	-	COL et al., 2021
<b>Buriti (<i>Mauritia flexuosa</i>)</b>					
Antibacteriana e Cicatrizante	Óleo	Antibacteriana: difusão em ágar Cicatrizante: in vivo	Antibacteriana: houve inibição do crescimento bacteriano em quatro dos cinco patógenos testados. Cicatrizante: redução significativa da área ferida no 14º dia e maior percentual de contração das feridas do grupo tratado em relação ao controle.	-	BATISTA et al, 2012
Antioxidante	Polpa	DPPH ORAC HPLC	Apresentou alto teor de carotenoide. Fonte relevante de flavonoides.	Antocianinas Flavonoide Carotenoides	DOS SANTOS et al, 2015
Antioxidante	Polpa	DPPH ABTS	As polpas apresentaram significativa capacidade antioxidante, com maiores valores no método DPPH.	Antioxidante tootal Composição físico-química e termofísica	CAMELO-SILVA et al, 2021
Antioxidante	Polpa	DPPH FRAP	A fração acetato de etila mostrou melhor potencial antioxidante nas análises.	Antioxidante total Composição centesimal Antioxidante total	NONATO et al, 2020

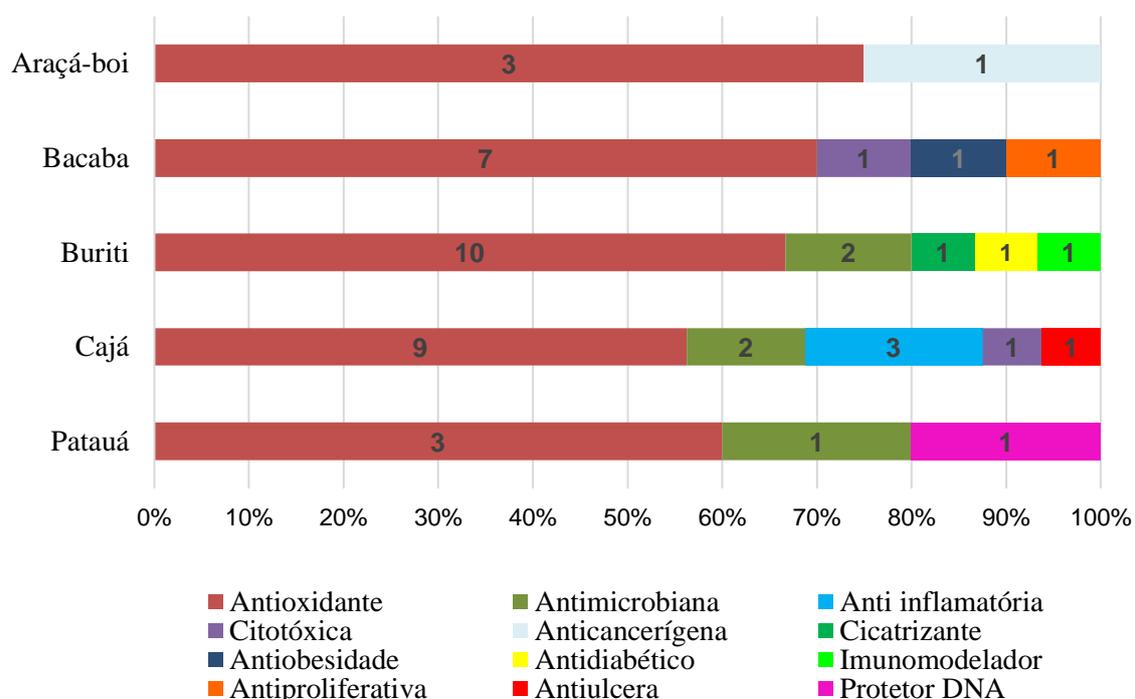
Antioxidante	Polpa	DPPH FRAP HPLC	Os compostos bioativos, capacidade antioxidante total e efeito protetor contra o dano oxidativo lipídico de células sanguíneas variam conforme os níveis de altitude.	Antocianinas Flavonoides Antioxidante total	ABREU-NARANJO et al, 2020.
Antibacteriana	Óleo	Microdiluição	A maior atividade inibitória foi para <i>S. aureus</i> 358 (MIC 256 µg/mL), e para todas as outras cepas foi encontrado o mesmo valor de CIM (512 µg/mL).	Descrição dos ácidos graxos	NOBRE et al, 2018
Antioxidante e antidiabético	Óleo	Cromatografia gasosa; Espectroscopia eletrônica; Antidiabético: in vitro	Mostrou boa qualidade físico-química e nutricional, alto teor de ácidos graxos insaturados e carotenoides e efeitos antioxidante e antidiabético em baixas concentrações do óleo.	Características físico-químicas; Perfil lipídico; Compostos bioativos	OLIVEIRA et al., 2020
Antioxidante	Polpa	ABTS DPPH FRAP ORAC	Uma correlação positiva significativa foi observada entre os fenólicos totais e a capacidade antioxidante através dos diferentes métodos aplicados.	Teores de fenólicos; Carotenóides; Capacidade antioxidante total	CANDIDO et al, 2013
Antioxidante	Polpa	DPPH	Observou-se que o buriti é um fruto que pode ser utilizado no combate a oxidação por possuir elevado teor de carotenoides.	Características físico-químicas; Atividade antioxidante total	SANDRI et al., 2017
Antioxidante	Óleo	ORAC DPPH	Possui atividade antioxidante com elevado teor de compostos bioativos.	Propriedades químicas; Atividade antioxidante total	SPERANZA et al, 2016
Efeito imunomodulador e Antioxidante	Óleo	ORAC	Apresentou alto teor de carotenóides. Efeito imunomodulador: aumento da taxa de fagocitose causando um aumento significativo na atividade microbicida contra <i>E.coli</i> .	Carotenóides totais, Perfil de ácidos graxos, Capacidade antioxidante das frações hidrofílica e lipofílica.	CRUZ et al, 2020
Antioxidante	Polpa	ORAC DPPH	Alta atividade antioxidante, em ambos os métodos, em diferentes estágios de maturação durante o período de armazenamento pós-colheita, caracterizados por altos compostos fenólicos e carotenoides.	Compostos bioativos; Atividade antioxidante total	MILANEZ et al, 2018
<b>Cajá (<i>Spondias mombin</i>)</b>					
Antiúlcera e antioxidante	Polpa	HPLC DPPH ABTS FRAP	O extrato do cajá tem atividade antiulcerogênica. GA e EA são protetores gástricos isolados e, quando associados, atuam sinergicamente para proteger a mucosa gástrica.	ácido gálico e ácido elágico	BRITO et al, 2018
Anti inflamatória em neutrófilos humanos	Folhas	exame histológico e histoquímico, análise de HPLC	Demonstra que tanto o extrato vegetal padronizado quanto geraniin mostrou atividade anti-inflamatória.	Polifenóis total Fenóis bioativos (geraniina e ácido clorogênico).	SILVA et al, 2020.

Anti inflamatória e antioxidante	Folhas	HPLC In vivo em camundongos	O ácido elágico e o ácido clorogênico inibiram a migração de leucócitos para o local da inflamação. O extrato, frações e compostos apresentaram potencial antioxidante quando avaliado em diferentes ensaios.	ácido elágico e ácido clorogênico	CABRAL et al, 2016
Antioxidante e bioacessibilidade dos fenólicos	Polpa	DPPH In vitro	A procianidina B1 apresentou a maior bioacessibilidade em cajá.	Compostos fenólicos	DANTAS et al, 2019
Antioxidante e anti-inflamatória	Folhas	Marcadores de estresse oxidativo In vivo	O grupo tratado com o extrato hidroalcolóico apresentou o melhor efeito cicatrizante, não apresentando evidência de ulceração na análise macroscópica. O extrato reduziu o estresse oxidativo e a inflamação em pacientes orais.	-	GOMES et al, 2020
Antioxidante e antibacteriana	Polpa	DPPH FRAP MIC Difusão em ágar	Acerola e açaí apresentaram os maiores valores para as medidas relacionadas a antioxidantes. Tamarindo exibido o maior potencial antimicrobiano, tendo revelado inibição do crescimento de <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Salmonella</i> sp. e <i>Staphylococcus aureus</i> .	Flavonoides Fenólicos	PAZ et al, 2015
Antioxidante	Polpa	DPPH ABTS FRAP	Atividade fenólica, vitamina C e antioxidante foi maior com avançado estágio de maturação.	Caracterização físico-química; Carotenoides; Fenólicos totais; Atividade antioxidante total	SILVA et al, 2018
Antimicrobiana e citotoxicidade seletiva	Casca e Polpa	MIC Citotóxica: in vitro pelo teste MTT Cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas	Polpa: baixa atividade antimicrobiana frente aos periodontopatógenos e às células de <i>Candida</i> spp. e não demonstraram atividade fungicida nas concentrações avaliadas. Casca: apresentou atividade bactericida. A polpa apresentou maior citotoxicidade que a casca.	Compostos químicos do agrupamento de ésteres.	FREITAS et al, 2020
Antioxidante	Polpa	ORAC ABTS Folin-Ciocalteu	Características físicas, físico-químicas e antioxidantes diferem entre diferentes árvores/regiões.	Características físico-químicas compostos fenólicos totais e a atividade antioxidante total	FREITAS et al, 2020b
Antioxidante pós processamento	Suco pasteurizado	Espectrofotometria	Apresentou altas quantidades de carotenóides e fenólicos quando comparada a outras frutas tropicais.	Fenólicos totais Antocianinas Carotenoides	CARVALHO et al, 2013

Antioxidante	Polpa	método $\beta$ -caroteno/ácido linoleico	<p>O processamento do fruto resultou em perda fenólica significativa, o teor de carotenoides não foi afetado significativamente pelo processamento.</p> <p>Ambas as enzimas apresentaram perda de atividade durante o processamento.</p> <p>O processamento da fruta não causou perdas conteúdo antioxidante, exceto para fenólicos e teor de ácido ascórbico.</p> <p>Frutos provenientes de genótipos clones apresentaram um maior percentual de atividade antioxidante do que aqueles de pés-franco.</p>	Vitamina C  Compostos bioativos Polifenóis Atividade antioxidante total	SILVA et al, 2012
<b>Patauá (<i>Oenocarpus bataua</i>)</b>					
Antioxidante	Polpa e semente	Cromatografia em camada delgada DPPH FRAP	Apresentou forte atividade antioxidante e concentração de fenólicos totais com destaque para as sementes.	Estilbeno, Piceatanol	HIDALGO et al, 2016
Efeito fungitóxico	Óleo	Difusão em ágar	Para o óleo de patauá, as doses de 1 e 5 Ml estimularam o crescimento do patógeno, havendo inibição significativa apenas nas doses de 15 e 30 mL.	-	ABREU et al, 2014
Antioxidante comparado ao açaí	Polpa	DPPH FRAP ORAC TEAC	Patauá teve uma atividade antioxidante mais forte do que o açaí no TEAC e testes FRAP. NO DPPH e ORAC o açaí foi maior.	antocianinas, taninos condensados, estilbenos e ácidos fenólicos	REZAIRE et al, 2014
Atividade protetora de danos ao DNA	Folhas	In vitro DPPH ORAC FRAP	Extratos aquosos e acetônicos de <i>Oenocarpus bataua</i> foram protetores contra danos no DNA	-	LEBA et al, 2014
Antioxidante	Polpa e semente	FRAP DPPH	Os compostos fenólicos totais encontrados nas sementes foram relativamente maiores do que para as polpas. A atividade antioxidante mais significativa para as sementes do que para a polpa.	Compostos fenólicos Carotenoides Vitamina C	SARAVIA et al, 2020

DPPH: Método do sequestro do radical DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazila); ABTS: Capacidade de sequestro do radical ABTS + 2,2'-azinobis(3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico); ORAC: Método da capacidade de absorção de radicais de oxigênio; MIC: Concentração Inibitória Mínima; FRAP: Poder antioxidante de redução do ferro; HPLC: Cromatografia Líquida de Alta Eficiência; MDA: Dosagem de malonaldeído; SOD: Estimativa de superóxido dismutase; MTT: teste de viabilidade celular.

A Figura 2 apresenta os artigos por fruto amazônico e atividade biológica. É possível observar que a atividade biológica mais citada é antioxidante, sendo esta citada em 32 (54,2%) artigos, seguida de antimicrobiana com 5 artigos (8,4%) e 3 (5,1%) sobre a atividade anti-inflamatória. Também foram encontrados artigos citando as atividades anti-inflamatória, citotóxica, anticancerígena, cicatrizante, antiobesidade, antidiabética, imunomodulador, antiproliferativa, antiulcera, protetor de danos ao DNA.



**Figura 3.** Análise quantitativa dos artigos sobre atividades biológicas das frutas amazônicas araçá-boi, bacaba, buriti, cajá e patauá.

## DISCUSSÃO

Dentre os valores de umidade compilados nesta revisão, os valores variaram de 21,68% (buriti) a 94,42% (araçá-boi). A teor de umidade nos alimentos está diretamente relacionado a vida útil, processabilidade e qualidade desse alimento (MENDES-FILHO et al., 2014). Segundo o Instituto Adolfo Lutz (2008) o teor de umidade em frutas varia de 65 a 95%, assim a umidade do buriti relatada por uma das referências está fora dessa faixa percentual.

Dentre as frutas pesquisadas, araçá-boi foi a fruta que apresentou o pH mais baixo, sendo relatado por um dos autores citados o valor de 2,67%. Os valores variaram de 2,67g/100g (araçá-boi) a 5,4g/100g (bacaba) (Tabela 1). O baixo valor de pH apresentado

pela maioria das polpas pode ser benéfico, representando um fator limitante para o crescimento de bactérias patogênicas, mantendo os índices de contaminação bacteriana em níveis baixos (SANTOS et al., 2008).

Observa-se que todas as frutas apresentam baixo teor proteico, o que é uma característica das frutas em geral (KINUPP; BARROS, 2008). Porém, os valores de proteína no buriti, se apresentaram altos e com diferença entre os autores citados. Na descrição do método utilizado os autores relatam que utilizaram fator de conversão do nitrogênio diferente para determinação do teor de proteína (6,25 e 6,08), o que pode explicar a diferença no resultado do teor desse macronutriente. Uma das referências citadas, Nonato e colaboradores (2020) reconhecem ao discorrer sobre os resultados de suas análises que o valor expresso para proteínas (58,48%) foi mais elevado do que os relatados na literatura.

Os valores referentes a lipídio apresentam grande diferenças entre as frutas, variando de 0,6g/100g (araçá-boi) a 60,40g/100g (bacaba). A literatura mostra que a bacaba é um alimento com alto teor de lipídios, sendo que autores que pesquisaram o perfil do óleo de bacaba descobriram que ele é composto predominantemente por ácidos palmítico, oleico e linoleico, os quais estão associados a benefícios à saúde (CANUTO et al., 2010; SEIXAS et al., 2016).

Os resultados apresentados referente ao valor energético total (VET) das polpas de frutas, variam de 21,82 kcal/100g (araçá-boi) a 229,28 kcal/100g (buriti). O buriti apresenta-se como a fruta mais calórica, provavelmente atribuído ao seu perfil lipídico e proteico. Esse fato pode propiciar sua inclusão em dietas com alta densidade energética (CARNEIRO; CARNEIRO, 2011).

Vale ressaltar que as características físico-química das frutas podem variar a depender de muitos fatores, incluindo condições climáticas, localização, uso de pesticidas, estado de maturação, processamento e armazenamento (MANHÃES; SABAA-SRUR, 2011). Além disso, pode ocorrer a desidratação dos frutos durante as etapas de transporte e armazenamento, assim como diferenças nos aspectos metodológicos não equiparáveis, como a padronização do fruto, por exemplo (SANDRI et al., 2017).

Considerando os valores de micronutrientes informados pelos autores referenciados na Tabela 1, e comparando-os com os valores preconizados na RDC nº 54, as polpas de araçá-boi e patauí podem ser considerados alimentos fonte de magnésio. A polpa de araçá-boi se destaca ainda, como sendo alimento fonte de zinco e de ferro

(BRASIL, 2012). Para que um alimento seja considerado como alimento fonte de magnésio, zinco e ferro o mesmo deve possuir pelo menos 15% do valor de Ingestão Diária Recomendada (IDR), como foi o caso das polpas de araçá-boi e pataúá nos micronutrientes supracitados (BRASIL, 2005; BRASIL, 2012).

É importante salientar que o provável motivo de poucos trabalhos apresentarem resultados sobre a composição nutricional de frutas amazônicas, seja o fato de que trabalhos com essa temática possuem a data de publicação anterior ao ano de 2011 (ano utilizado como critério de inclusão na presente revisão bibliográfica). Por exemplo, Aguiar e colaboradores (1980) descrevem a composição nutricional de 12 frutas amazônicas, mas que não foram considerados na presente revisão devido ao ano de publicação.

Ao analisar a figura 2, referente às atividades biológicas das frutas amazônicas é possível observar que a atividade mais pesquisada é a antioxidante, com 32 artigos (54,2%) relatando essa capacidade.

A capacidade antioxidante foi realizada de diversas formas e com vários objetivos nos diferentes trabalhos, seja apenas para quantificação (SANTOS-FILHO et al., 2020; CAMELO-SILVA et al., 2021), para caracterização com identificação de compostos presente (FINCO et al., 2012; VIRGOLIN et al., 2017) ou para comparação com outras frutas ou entre diferentes partes do fruto (REZAIRE et al., 2014; DOS SANTOS et al., 2015; LEBA et al., 2016) a literatura traz vasto relato sobre a atividade antioxidante de frutas amazônicas. Além disso, vale ressaltar que também foram analisadas por alguns autores a bioacessibilidade de substâncias antioxidante (DANTAS et al., 2019; ARAUJO et al., 2021a).

Santos-Filho e colaboradores (2020) na busca de quantificar a capacidade antioxidante da polpa de bacaba, realizaram um estudo utilizando os métodos DPPH, CUPRAC, FRAP e ABTS e concluíram que a polpa da bacaba apresentou uma boa capacidade antioxidante mesurada pelos diferentes métodos. Semelhantemente, Camelo-Silva e colaboradores (2021) quantificaram a capacidade antioxidante da polpa do buriti, utilizando os métodos ABTS e DPPH e concluíram que a capacidade antioxidante das polpas de buriti variou de 0,07 a 10,45  $\mu\text{mol Trolox/g}$  de amostra para o método ABTS e de 293,77 a 411,46  $\mu\text{mol Trolox/g}$  de amostra para o método DPPH.

Para caracterização e análise de compostos fenólicos e quantificação da atividade antioxidante, Finco e colaboradores (2012), desenvolveram um estudo com o extrato da polpa de bacaba utilizando os métodos HPLC, ORAC, FRAP, DPPH e TEAC,

respectivamente. Os teores de flavonoides e antocianinas foram determinados, assim como os compostos fenólicos totais, com o resultado de 14 compostos identificados e alta atividade antioxidante. Os autores relatam que houve diferença nos valores de atividade antioxidante entre os diferentes métodos, e essa diferença mesmo usando o mesmo composto padrão, é baseado nos mecanismos de reação dos próprios métodos. Embora as análises de correlação não tenham sido realizadas, fica implícito que as altas capacidades antioxidantes encontrada para bacaba pode ser baseado em seu alto teor de fenólicos totais, teores de flavonoides e antocianinas (FINCO et al., 2012).

Com o intuito de comparar a capacidade antioxidante da polpa do patauá frente a polpa do açaí (*Euterpe oleracea*), Rezaire e colaboradores (2014), descobriram que o patauá teve uma atividade antioxidante maior do que o açaí quando realizados com os métodos TEAC e FRAP. Entretanto, utilizando os métodos ORAC e KLR mostrou que o açaí apresentou a capacidade antioxidante superior a polpa do patauá e no método DPPH a capacidade foi semelhante entre as duas frutas. Os autores sugerem que mais pesquisas sejam realizadas sobre a elucidação estrutural e avaliação da atividade biológica do patauá (REZAIRE et al., 2014).

Na busca de identificar a bioacessibilidade e bioatividade de compostos fenólicos da polpa e sementes de araçá-boi, Araújo e colaboradores (2021a), demonstraram que após a digestão intestinal, os ácidos fenólicos reduziram e os flavonoides aumentaram sua intensidade relativa, sugerindo que esses compostos aumentaram seu conteúdo após esse processo. A semente apresentou a maior capacidade antioxidante e em geral este potencial aumentou após a digestão. Assim, os autores concluíram que a bioacessibilidade e bioatividade dos compostos fenólicos do araçá-boi pode ser influenciada pela parte do fruto e pela fase digestiva avaliada (ARAÚJO et al., 2021a).

As substâncias antioxidantes têm a capacidade de sequestrar radicais livres, os quais são prejudiciais à saúde humana (ALMEIDA et al., 2017). A formação de radicais livres pelo organismo fisiologicamente normal é inevitável, uma vez que são necessários na respiração celular para geração de energia na forma de ATP (PEREIRA; PEREIRA, 2012). Os radicais livres oxidam vários compostos como proteínas, ácidos nucleicos, DNA e lipídios, a fim de captar um elétron desse composto para sua estabilização, a partir do que, acontecem reações em cadeia provocando danos celular, podendo levar à formação de doenças degenerativas (ALMEIDA et al., 2017).

O consumo de antioxidantes naturais por meio da alimentação inibe a formação de radicais livres, e conseqüentemente menor incidência de doenças relacionadas com o estresse oxidativo (PEREIRA; PEREIRA, 2012).

A figura 2 mostra que a segunda capacidade mais relatada é a capacidade antimicrobiana, com cinco relatos na literatura. Um estudo realizado com oito frutas tropicais, a fim de rastrear suas propriedades antimicrobianas, identificou que a polpa do cajá inibiu o crescimento das bactérias *Staphylococcus aureus* e *Listeria monocytogenes* na concentração do extrato em 18,75 mg/mL, para ambas as bactérias. Além disso, o estudo também revelou a capacidade microbicida desse extrato contra os mesmos microrganismos (PAZ et al., 2015).

Semelhantemente, Freitas e colaboradores (2020) identificaram as capacidades antimicrobianas dos extratos da casca e da polpa do cajá, utilizando o método de microdiluição, os autores mostram que tanto a casca, como a polpa apresentaram capacidade inibitória para *Candida tropicalis* e *Candida albicans* somente na maior concentração testada (8 mg/mL) não apresentando valores no teste microbicida.

Ademais, os autores relataram atividades anti-inflamatória, citotóxica, anticancerígena, cicatrizante, antiobesidade, antidiabética, imunomodulador, antiproliferativa, anti úlcera e protetora de danos ao DNA associadas as frutas amazônicas.

## CONCLUSÃO

O conhecimento da composição nutricional das frutas nativas da região amazônica é importante para orientação nutricional da população. Por meio dessa pesquisa, foi possível construir uma base de dados da composição destas frutas e, por meio disto, notar a potencialidade nutricional que estes frutos amazônicos têm e, também, estimular o consumo deles, valorizando assim a produção local.

Foram atribuídos às frutas amazônicas, diversas atividades biológicas, tais como atividade antioxidante, antimicrobiana, anti-inflamatória, citotóxica, anticancerígena, cicatrizante, antiobesidade, antidiabética, imunomodulador, antiproliferativa, antiulcera e protetora de danos ao DNA associadas as frutas amazônicas. O conhecimento das capacidades biológicas de frutas nativas da Região Amazônica fornece informações para a conservação e exploração dos recursos de valor econômico, podendo ser exploradas por programas de melhoramento genético para obtenção de cultivares que propiciem frutos

com características importantes para a comercialização e desenvolvimento de novos produtos a partir dessas capacidades.

## REFERENCIAS

ABREU, M. G. P. et al. Efeito fungitóxico de óleos essenciais de palmeiras amazônicas sobre *Colletotrichum* sp. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 19, p. 897-905, 2014.

ABREU-NARANJO, R. et al. 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. 1-10, 2020.

AGUIAR, J. P. L. et al. Aspectos nutritivos de alguns frutos da Amazônia. **Acta Amazônica**, v. 10, n. 4, p. 755-758, 1980.

ARAÚJO, F. F. et al. Gastrointestinal bioaccessibility and bioactivity of phenolic compounds from araçá-boi fruit. **Food Science and Technology**, v. 135, n. 21, p. 2-7, 2021a.

ARAÚJO, F. F. et al. Chemical characterization of *Eugenia stipitata*: A native fruit from the Amazon rich in nutrients and source of bioactive compounds. **Food Research International**, v. 139, n. 1, p. 1-8, 2021b.

ARAÚJO, F. F. et al. Influence of high-intensity ultrasound on color, chemical composition and antioxidant properties of araçá-boi pulp. **Food Chemistry**, v. 15, n. 338, 2021c.

ASSIS, R. C. et al. Determination of water-soluble vitamins and carotenoids in Brazilian tropical fruits by High Performance Liquid Chromatography. **Heliyon**, v. 6, n. 10, p. 1-10, 2020.

BALDINI, T. F. et al. Elaboration and characterization of apple nectars supplemented with araçá-boi (*Eugenia stipitata* mac vaugh—Myrtaceae). **Beverages**, v. 3, n. 4, p. 1-12, 2017.

BATAGLION, G. A. et al. Simultaneous quantification of phenolic compounds in buriti fruit (*Mauritia flexuosa* L.f.) by ultra-high performance liquid chromatography coupled to tandem mass spectrometry. **Food Research International**, v. 66, n. 1, p. 396-400, 2014.

BATISTA, S. et al. Atividade antibacteriana e cicatrizante do óleo de buriti *Mauritia flexuosa* L. **Ciência Rural**, v. 42, n. 1, p. 136-141, 2012.

BRASIL. **Resolução de Diretoria Colegiada da ANVISA – RDC N° 269**. Dispõe sobre Regulamento Técnico Sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de Proteína, Vitaminas e Minerais. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília (DF), 22 de setembro de 2005.

BRASIL. **Resolução do Diretório Colegiado da ANVISA - RDC Nº 54**. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília (DF), 12 de novembro de 2012.

BRITO, S. A. et al. Antiulcer activity and potential mechanism of action of the leaves of *Spondias mombin* L. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 2018, n. 1, p. 1-20, 2018.

CABRAL, B. et al. Phytochemical study and anti-inflammatory and antioxidant potential of *Spondias mombin* leaves. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 26, n. 3, p. 304-311, 2016.

CAMELO-SILVA, C. et al. Influence of buriti pulp (*Mauritia flexuosa* L.) concentration on thermophysical properties and antioxidant capacity. **Food Science and Technology**, v. 151, n. 7, p. 1-8, 2021.

CÂNDIDO, T. L. N. et al. Bioactive compounds and antioxidant capacity of buriti (*Mauritia flexuosa* L.f.) from the Cerrado and Amazon biomes. **Food Chemistry**, v. 177, n 2, p. 313-319, 2015.

CÂNDIDO, T. L. N.; SILVA, M. R. Comparison of the physicochemical profiles of buriti from the Brazilian Cerrado and the Amazon region. **Food Science and Technology**, v. 37, n. 3, p. 78-82, 2017.

CANUTO, G. A. B. et al. Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 4, p. 1196-1205, 2010.

CARNEIRO, T. B.; CARNEIRO, J. G. M. Frutos e polpa desidratada buriti (*Mauritia flexuosa* L.): Aspectos físicos, químicos e tecnológicos. **Revista Verde**, v. 6, n. 2, p. 105-110, 2011.

CARVALHO, L. B. S. et al. Pesquisa de Alimentos Avaliação do potencial antioxidante, antiproliferativo e antimutagênico do fruto do araçá-boi (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh — Myrtaceae) da Floresta Amazônica Brasileira. **Journal of Food Science and Technology** v. 50, p. 70-76, 2013.

COL, C. D. et al. Foam-mat drying of bacaba (*Oenocarpus bacaba*): process characterization, physicochemical properties, and antioxidant activity. **Food and Bioproducts Processing**, v. 126, n. 1, p. 23-31, 2020.

COSTA, G. A.; MERCADANTE, A. Z. In vitro bioaccessibility of free and esterified carotenoids in cajá frozen pulp-based beverages. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 68, n.7, p. 53-59, 2018.

COSTA, G. et al. Perfil Cromatográfico e Avaliação da Atividade Antimicrobiana de Diferentes Extratos de Pupunha (*Bactris gasipaes*, Kunth). **Ensaio e Ciências**, v. 24, n. 5- esp., p. 619-624, 2021.

CRUZ, M. B. et al. Buriti (*Mauritia flexuosa* L.) pulp oil as an immunomodulator against enteropathogenic *Escherichia coli*. **Industrial Crops & Products**, v. 149, n. 31, p. 1-6, 2020.

DANTAS, A. M. et al. Bioaccessibility of phenolic compounds in native and exotic frozen pulps explored in Brazil using a digestion model coupled with a simulated intestinal barrier. **Food Chemistry**, v. 274, n. 34, p. 202-214, 2019.

DARNET, S. et al. Nutritional composition, fatty acid and tocopherol contents of buriti (*Mauritia flexuosa*) and patawa (*Oenocarpus bataua*) fruit pulp from the Amazon region. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n. 2, p. 488-491, 2011.

DOS SANTOS, M. DE F. G. et al. Amazonian native palm fruits as sources of antioxidant bioactive compounds. **Antioxidants**, v. 4, n. 3, p. 591-602, 2015.

FANG, L.; MENG, W.; MIN, W. Phenolic compounds and antioxidant activities of flowers, leaves and fruits of five crabapple cultivars (*Malus* Mill. species). **Scientia Horticulturae**, v. 235, n. 45, p. 460-467, 2018.

FINCO, F. D. B. A. et al. Antioxidant Activity and Characterization of Phenolic Compounds from Bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart.) Fruit by HPLC-DAD-MSn. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 60, n. 9, p. 7665-7673, 2012.

FINCO, F. D. B. A. et al. Bacaba (*Oenocarpus bacaba*) phenolic extract induces apoptosis in the MCF-7 breast cancer cell line via the mitochondria-dependent pathway. **NFS Journal**, v. 5, n. 6, p. 5-15, 2016.

FINCO, F. D. B. A.; GRAEVE, L. Antiproliferative activity of bacaba (*Oenocarpus bacaba*) and Jenipapo (*Genipa americana* L.) phenolic extracts. **Nutrition & Food Science**, v. 43, n. 2, p. 98-106, 2013.

FREITAS, R. F. D. et al. Avaliação “*in vitro*” da eficácia do extrato hidroalcoólico do cajá (*Spondias mombin* L.) e da graviola (*Annona muricata* L.) sobre microorganismos orais. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 66772-66793, 2020a.

FREITAS, B. S. M. et al. Avaliação preliminar e propriedades nutricionais dos frutos de *Spondias mombin* L. de diferentes plantas nativas. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 6, p. 1-8, 2020b.

GOMES, M. S. et al. Anti-inflammatory and antioxidant activity of hydroethanolic extract of *Spondias mombin* leaf in an oral mucositis experimental model. **Archives of Oral Biology**, v. 111, n. 10, p. 1-7, 2020.

GONÇALVES, G. M. S. et al. Antioxidant and antimicrobial activities of propolis and açai (*Euterpe oleracea* Mart) extracts. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 32, n. 3, p. 349-356, 2011.

HIDALGO, P. S. P. et al. Amazon oilseeds: Chemistry and antioxidant activity of patawa (*Oenocarpus bataua* Mart.). **Revista Virtual de Química**, v. 8, n. 1, p. 130-140, 2016.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**: métodos físico-químicos para análises de alimentos. 4 ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2008.

KINUPP, V. F.; BARROS, I. B. I. Teores de proteína e minerais de espécies nativas, potenciais hortaliças e frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 4, p. 846-857, 2008.

KOOLEN, H. H. F. et al. Antioxidant, antimicrobial activities and characterization of phenolic compounds from buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) by UPLC-ESI-MS/MS. **Food Research International**, v. 51, n. 2, p. 467-473, 2013.

LAUVAI, J. et al. Bacaba phenolic extract attenuates adipogenesis by down-regulating PPAR $\gamma$  and C/EBP $\alpha$  in 3T3-L1 cells. **NFS Journal**, v. 9, n. 8, p. 8-14, 2017.

LEBA, L. J. et al. Optimization of a DNA nicking assay to evaluate *Oenocarpus bataua* and *Camellia sinensis* antioxidant capacity. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 15, n. 10, p. 18023-18039, 2014.

MACHADO, A. P. DA F. et al. Polyphenols from food by-products: An alternative or complementary therapy to IBD conventional treatments. **Food Research International**, v. 140, n. 7, p. 1-8, 2021.

MANHÃES, L. R. T.; SABAA-SRUR, A. U. O. Centesimal composition and bioactive compounds in fruits of buriti collected in Pará. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n. 4, p. 856-863, 2011.

MENDES-FILHO, N. E. et al. Determinação de macro componentes e nutrientes minerais da polpa de manga (*Mangifera indica* L.). **Perspectivas da Ciência e Tecnologia**, v. 6, n. 1, p. 1-8, 2014.

MILANEZ, J. T. et al. Bioactive compounds and antioxidant activity of buriti fruits, during the postharvest, harvested at different ripening stages. **Scientia Horticulturae**, v. 227, n. 10, p. 10-21, 2018.

NASCIMENTO, R. A. DO et al. Caracterização físico-química da polpa de bacaba e avaliação do comportamento reológico das suas suspensões. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 13, n. 1, p. 2767-2784, 2019.

NEGRI, T. C.; BERNI, R. P. DE A.; CANNIATTI, S. G. B. Nutritional value of native and exotic fruits from Brazil. **Biosaúde**, v. 18, n. 3, p. 82-96, 2016.

NERI-NUMA, I. A. et al. Evaluation of the antioxidant, antiproliferative and antimutagenic potential of araçá-boi fruit (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh - Myrtaceae) of the Brazilian Amazon Forest. **Food Research International**, v. 50, n. 1, p. 70-76, 2013.

NEVES, L. T. B. C. et al. Qualidade de frutos processados artesanalmente de açaí (*Euterpe oleracea* MART.) e bacaba (*Oenocarpus bacaba* MART.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 3, p. 729-738, 2015.

NOBRE, C. B. et al. Chemical composition and antibacterial activity of fixed oils of *Mauritia flexuosa* and *Orbignya speciosa* associated with aminoglycosides. **European Journal of Integrative Medicine**, v. 23, n.7, p. 84-89, 2018.

NONATO, C. F. A. et al. Chemical analysis and evaluation of antioxidant and antimicrobial activities of fruit fractions of *Mauritia flexuosa* L. f. (Arecaceae). **PeerJ Journals**, v. 2018, n. 11, p. 1-21, 2018.

NONATO, C. F. A. et al. Composição centesimal e avaliação antioxidante da polpa dos frutos de *Mauritia flexuosa* L. do Cariri cearense. **Ambiente: Gestão e Desenvolvimento**, v. 1, n. 1, p. 11-18, 2020.

OLIVEIRA, R. M. M. et al. Óleo de Buriti: Índice de Qualidade Nutricional e efeito Antioxidante e Antidiabético. **Revista Virtual de Química**, v. 12, n. 1, p. 2-12, 2020.

PAZ, M. et al. Brazilian fruit pulps as functional foods and additives: Evaluation of bioactive compounds. **Food Chemistry**, v. 172, n. 1, p. 462-468, 2015.

PINTO, R. H. H. et al. Extraction of bacaba (*Oenocarpus bacaba*) oil with supercritical CO<sub>2</sub>: Global yield isotherms, fatty acid composition, functional quality, oxidative stability, spectroscopic profile and antioxidant activity. **Grasas y Aceites**, v. 69, n. 2, p. 1-8, 2018.

REZAIRE, A. et al. Amazonian palm *Oenocarpus bataua* (“patawa”): Chemical and biological antioxidant activity - Phytochemical composition. **Food Chemistry**, v. 149, n. 1, p. 62-70, 2014.

SANDRI, D. O. et al. Antioxidant activity and physicochemical characteristics of buriti Pulp (*Mauritia flexuosa*) collected in the city of Diamantino – MTS. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. 3, p. 1-6, 2017.

SANTOS, C. A. A.; COELHO, A. F. S.; CARREIRO, S. C. Avaliação microbiológica de polpas de frutas congeladas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 4, p. 913-915, 2008.

SANTOS-FILHO, A. F. S. et al. Estudo fitoquímico, enzimático e capacidade antioxidante da polpa de bacaba (*Oenocarpus bacaba*) paraense. **Científica Multidisciplinary Journal**, v. 8, n. 2, p. 1-17, 2020.

SANTOS, M. F. G. et al. Quality characteristics of fruits and oils of palms native to the Brazilian Amazon. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. 1, p. 1-7, 2017.

SANTOS, O. V. et al. Industrial potential of Bacaba (*Oenocarpus bacaba*) in powder: antioxidant activity, spectroscopic and morphological behavior. **Food Science and Technology**, v. 42, n. 21, p. 1-8, 2022.

SARAVIA, S. et al. Mineralogical Composition and Bioactive Molecules in the Pulp and Seed of Pataua (*Oenocarpus bataua* Mart.): A Palm from the Amazon. **International Journal of Plant & Soil Science**, v. 31, n. 12, p. 1-7, 2020.

- SEIXAS, F. R. F. et al. Características físico-química e perfil lipídico da bacaba proveniente da Amazônia ocidental. **Brazilian Journal of Food Research**, v. 7, n. 1, p. 105-116, 2016.
- SILVA, F. V. G. DA et al. Bioactive compounds and antioxidant activity in fruits of clone and ungrafted genotypes of yellow mombin tree. **Food Science and Technology**, v. 32, n. 4, p. 685-691, 2012.
- SILVA, T. L. L. et al. Physicochemical characterization and behavior of biocompounds of caja-manga fruit (*Spondias mombin* L.). **Food Sci. Technol**, Campinas, v. 38, n. 3, p. 399-406, July-Sept. 2018.
- SILVA, T. S. J. et al. *Spondias mombin*: Quality control and anti-inflammatory activity in human neutrophils. **Journal of Herbal Medicine**, v. 24, n. 3, p. 1-8, 2020.
- SILVEIRA, T. F. F. et al. Effect of Solvent Composition on the Extraction of Phenolic Compounds and Antioxidant Capacity of Bacaba Juice (*Oenocarpus bacaba* Mart.). **Food Analytical Methods**, v. 13, n. 5, p. 1119-1128, 2020.
- SOUZA, R. S. DE; et al. Effect of the Harvest Date on the Chemical Composition of Patauí (*Oenocarpus bataua* Mart.) Fruits from a Forest Reserve in the Brazilian Amazon. **International Journal of Agronomy**, v. 2012, n. 2, p. 1-6, 2012.
- SOUZA, R. S. et al. Avaliação físico-química do fruto araçá-boi (*Eugenia stipitata* MacVaugh) cultivado na mesorregião do sudoeste mato-grossense. **Revista Destaques Acadêmicos**, v. 10, n. 3, p. 157-169, 2018.
- SPERANZA, P. et al. Amazonian buriti oil: chemical characterization and antioxidant potential; Aceite de buriti de la Amazonia: caracterización química y potencial antioxidante. **Grasas Y Aceites**, v. 67, n. 2, p. 1-9, 2016.
- TIBURSKI, J. H. et al. Nutritional properties of yellow mombin (*Spondias mombin* L.) pulp. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2326-2331, 2011.
- VERGARA, A. S. et al. Antibacterial effect of the hydroalcoholic extract of *Mauritia flexuosa* leaves on gram-negative and gram-positive bacteria. **Research**, v. 8, n.1, p. 1487-1493, 2019.
- VERRUCK, S. et al. Compostos Bioativos com Capacidade Antioxidante e Antimicrobiana em Frutas. **Revista do Congresso Sul Brasileiro de Engenharia de Alimentos**, v. 4, n. 1, p. 111-124, 2018.
- 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.

## CAPÍTULO II

---

### Atividade Antimicrobiana e Antioxidante de Frutas da Amazônia

Ronaira da Costa Ferreira Almeida<sup>1</sup>; Maria Rosiane Lima da Costa<sup>1</sup>; Leila Priscila Peters<sup>1,2</sup>; Clarice Maia Carvalho<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Acre, Brasil;

<sup>2</sup> Centro de Ciências da Saúde e do Desporto, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Acre, Brasil;

<sup>3</sup> Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Acre, Brasil.

### RESUMO

A ingestão diária de frutas tem sido associada à diminuição do risco de desenvolver doenças não transmissíveis. O efeito protetor que as frutas possuem é atribuído ao perfil e conteúdo de compostos bioativos. Esses compostos desenvolvem atividade antimicrobiana e antioxidante sendo capazes de estabilizar ou desativar os radicais livres, evitando danos às estruturas celulares. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o extrato da polpa de frutas amazônicas (açáí, araçá-boi, bacaba, biribá, buriti, cajá, cacau, cupuaçu e pupunha) visando identificar a capacidade antimicrobiana e antioxidantes que essas frutas possuem. Foram colhidas frutas fisiologicamente maduras, que foram higienizadas e despulpadas, sendo as polpas utilizadas para obtenção do extrato etanólico. Os testes de atividades antimicrobianas foram realizados pela técnica de microdiluição, com determinação da Concentração Inibitória Mínima (CIM) e Concentração Microbicida Mínima (CMM). A análise da atividade antioxidante foi realizada pela técnica de captura do radical livre DPPH. Os resultados mostraram que todos os extratos das frutas apresentaram atividade antimicrobiana, e os extratos do açáí e biribá apresentaram capacidade antimicrobiana para todos os microrganismos testados. Frente as bactérias gram-positivas, a CIM variou de 3,125 a 100 mg/mL, sendo o menor valor referente ao extrato do açáí contra a bactéria *Staphylococcus aureus*. No grupo de bactérias gram-negativas, observa-se que os valores de CIM variaram entre 1,562 e 50 mg/mL. O menor valor se refere ao extrato do cupuaçu contra a *Escherichia coli*. Para a *Candida*, a CIM variou de 1,562 a 100 mg/mL, ambos os valores se referem a *Candida tropicalis*, para o extrato de araçá-boi e cacau, respectivamente. Em relação a CMM, a única bactéria Gram-positiva que apresentou resultado positivo foi a *S. aureus* com valores de 12,5 mg/mL (açáí) a 200 mg/mL (bacaba). As Gram-negativas tiveram apenas um resultado para CMM, referente a *Klebsiella pneumoniae* (25 mg/mL) frente ao extrato do açáí, para os demais extratos não se obteve nenhum valor de CMM. A porcentagem de atividade antioxidante variou de 8,2% a 89,1% sendo referente aos extratos de biribá e bacaba, respectivamente. Os extratos de frutas que apresentaram os maiores índices de atividade antioxidante foram bacaba, seguido de açáí, araçá-boi e cajá. Outros estudos devem ser realizados a fim de identificar os mecanismos responsáveis pelo efeito antimicrobiano apresentados pelos extratos das frutas e assim contribuir para fabricação de produtos novos e uteis para a sociedade.

**Palavras-chave:** açáí; araçá-boi; biribá; atividades biológicas.

## ABSTRACT

Daily fruit intake has been associated with a decreased risk of developing non-communicable diseases. The protective effect that fruits have is attributed to the profile and content of bioactive compounds. These compounds develop antimicrobial and antioxidant activity, being able to stabilize or deactivate free radicals, preventing damage to cellular structures. Thus, the objective of this work was to evaluate the pulp extract of Amazonian fruits (açai, araçá-boi, bacaba, biribá, buriti, cajá, cocoa, cupuaçu and pupunha) in order to identify the antimicrobial and antioxidant capacity that these fruits have. Physiologically mature fruits were harvested, cleaned and pulped, and the pulps used to obtain the ethanolic extract. The antimicrobial activity tests were carried out using the microdilution technique, with determination of the Minimum Inhibitory Concentration (MIC) and Minimum Microbicidal Concentration (MMC). The analysis of antioxidant activity was performed using the DPPH free radical capture technique. The results showed that all fruit extracts showed antimicrobial activity, and açai and biribá extracts showed antimicrobial capacity for all microorganisms tested. In relation to gram-positive bacteria, the MIC ranged from 3.125 to 100 mg/mL, with the lowest value referring to the açai extract against the bacterium *Staphylococcus aureus*. In the group of gram-negative bacteria, it is observed that MIC values varied between 1.562 and 50 mg/mL. The lowest value refers to the cupuaçu extract against *Escherichia coli*. For *Candida*, the MIC ranged from 1.562 to 100 mg/mL, both values refer to *Candida tropicalis*, for the extract of araçá-boi and cocoa, respectively. Regarding CMM, the only Gram-positive bacteria that showed a positive result was *S. aureus* with values from 12.5 mg/mL (açai) to 200 mg/mL (bacaba). The Gram-negative had only one result for CMM, referring to *Klebsiella pneumoniae* (25 mg/mL) against the açai extract, for the other extracts no CMM value was obtained. The percentage of antioxidant activity ranged from 8.2% to 89.1% referring to biribá and bacaba extracts, respectively. The fruit extracts that showed the highest levels of antioxidant activity were bacaba, followed by açai, araçá-boi and cajá. Other studies must be carried out in order to identify the mechanisms responsible for the antimicrobial effect presented by the fruit extracts and thus contribute to the manufacture of new and useful products for society.

**Keywords:** açai; araçá-boi; tootles; biological activities.

## INTRODUÇÃO

O Brasil devido suas características geográficas e climáticas, tem se destacado na produção mundial de frutas. Em todos os seus biomas, Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pantanal e Pampa, o país possui uma grande diversidade de espécies frutíferas com importância econômica, contribuindo nos setores alimentício e agroindustrial (TAVARES et al., 2020).

Na Amazônia, as frutas consumidas nas comunidades locais são normalmente provenientes de atividades extrativistas, apresentando importância econômica e social nessas regiões (ALMEIDA et al., 2021). Porém, por ser procedente de atividade extrativista, essas frutas apresentam escassez de informações técnico-científicas, que

culmina no baixo consumo dessas frutas nos mercados nacional e internacional, sendo mais apreciadas apenas pelas comunidades tradicionais da região (BRASIL, 2022).

A ingestão diária de frutas tem sido associada à diminuição do risco de desenvolver doenças não transmissíveis, como diabetes, obesidade, doenças cardiovasculares e câncer (SUCUPIRA et al., 2012). O efeito protetor que as frutas possuem é atribuído ao perfil e conteúdo de compostos bioativos, como carotenoides, compostos fenólicos, esteróis e vitaminas (ALMEIDA et al., 2020). Esses compostos desenvolvem atividade antioxidante sendo capazes de estabilizar ou desativar os radicais livres, evitando danos às estruturas celulares (VERRUCK et al., 2018).

Os compostos bioativos com capacidade antioxidante também possuem efeito positivos agindo contra microrganismos, tanto diminuindo e retardando o crescimento ou eliminando fungos e bactérias (GARCIA; CARRIL, 2009). A capacidade antimicrobiana de uma fruta ou de seu extrato é de grande importância pois permite o desenvolvimento de produtos para atuar como conservantes naturais na preservação de alimentos por microrganismos deteriorantes e patogênicos, assim como, antimicrobianos farmacológicos atuando contra a crescente resistência desses organismos aos antimicrobianos (PAZ et al., 2015; ALMEIDA et al., 2020)

A indústria farmacêutica tem buscado cada vez mais alternativas naturais para o tratamento de doenças afim de diminuir efeitos colaterais indesejados e combater a resistência microbiana a drogas usualmente utilizadas (REIS et al., 2013). Nessa busca de novas alternativas, as pesquisas sobre compostos bioativos presentes nas frutas, tem ganhado destaque cada vez maior nas pesquisas, principalmente em buscas de suas capacidades antioxidantes, porém estudos de capacidade antimicrobiana de frutas amazônicas ainda são escassos (KOOLEN et al., 2013).

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o extrato de frutas amazônicas (açai, araçá-boi, bacaba, biribá, buriti, cajá, cacau, cupuaçu e pupunha) visando identificar a atividade de antimicrobiana e antioxidante.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Coleta das frutas e preparação das polpas**

As frutas utilizadas na pesquisa foram: araçá-boi (*Eugenia stipitata*), açai (*Euterpe precatoria*), bacaba (*Oenocarpus bacaba*), biribá (*Annona mucosa*), buriti

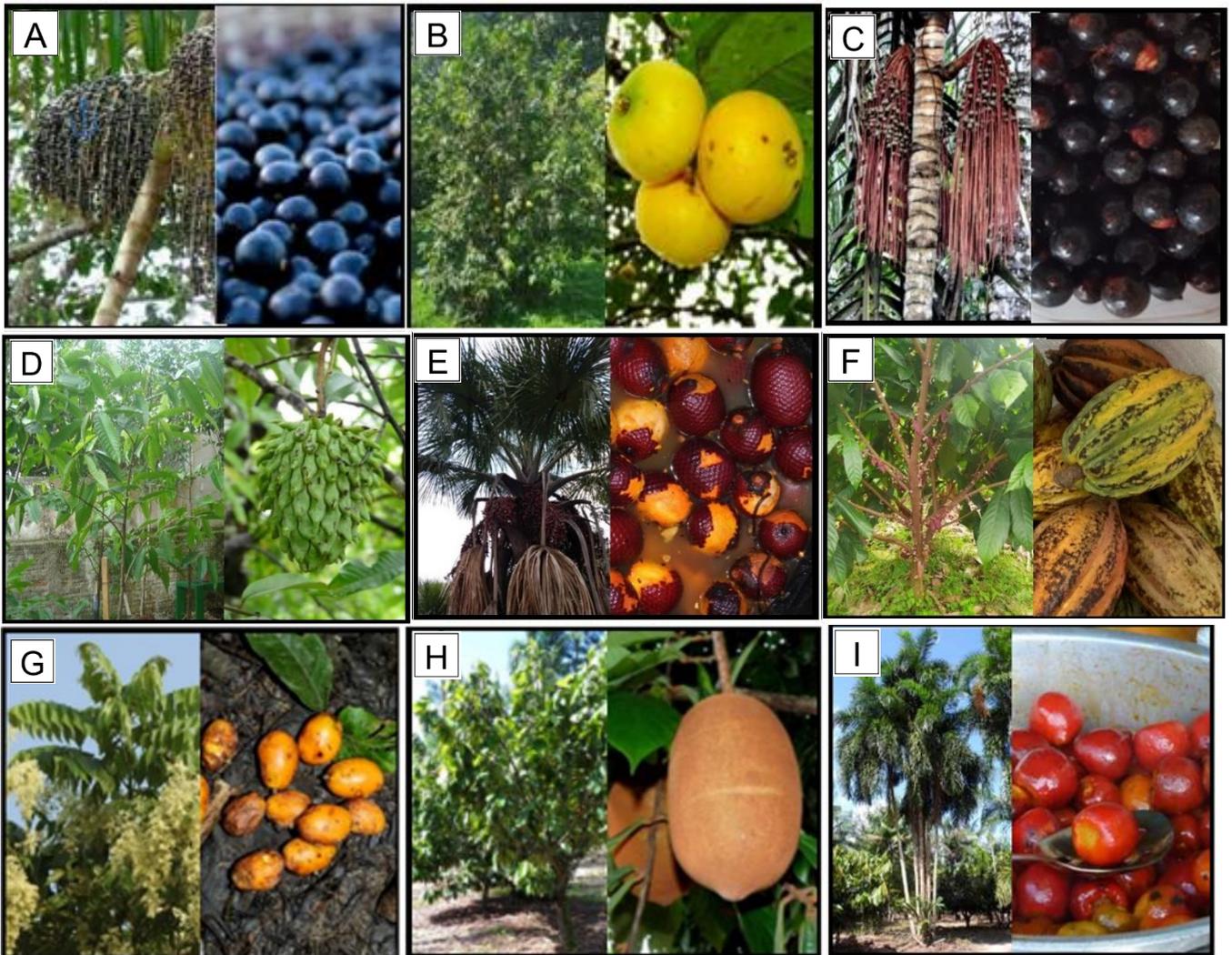
(*Mauritia flexuosa*), cacau (*Theobroma cacao*), cajá (*Spondias mombin*), cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) e pupunha (*Bactris gasipaes*).

Foram colhidas frutas fisiologicamente maduras provenientes de propriedades rurais e urbanas do município de Rio Branco, no período de julho a agosto de 2021 para as frutas araçá-boi, açaí, buriti, cupuaçu, cacau, cajá. No período de dezembro de 2021 a fevereiro de 2022 foram colhidas as frutas bacaba, biribá e pupunha. As diferenças no período de coleta entre as frutas são devido a sazonalidade de produção de frutos das espécies.

A coleta foi realizada considerando a padronização em relação ao tamanho e forma de cada espécie e quanto a ausência de contaminações aparentes, injúrias mecânicas, aspectos visuais na epiderme das frutas e estágio de maturação, sendo utilizadas apenas frutas maduras.

Após a seleção, foi realizada a lavagem das frutas em água corrente para retirada de impurezas maiores e posteriormente foram sanitizadas em solução clorada (50 ppm) por 15 minutos. Por fim, as frutas foram enxaguadas em água corrente e colocadas em bandejas furadas.

Para a obtenção das polpas, foram retirados cascas e sementes das frutas. Foram utilizados utensílios previamente higienizados, tais como: facas, espátulas, tesouras, peneiras e liquidificador doméstico, a depender da fruta a ser despulpada. Ao final as polpas foram trituradas para homogeneização da amostra, acondicionadas em sacos plásticos e mantidas congeladas a temperatura de -20 °C.



**Figura 1.** Plantas e frutas amazônicas utilizadas na pesquisa para análise antimicrobiana e antioxidante. A: açai (*Euterpe precatoria*); B: araçá-boi (*Eugenia stipitata*); C: bacaba (*Oenocarpus bacaba*); D: biribá (*Annona mucosa*); E: buriti (*Mauritia flexuosa*); F: cacau (*Theobroma cacao*); G: cajá (*Spondias mombin*); H: cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*); I: pupunha (*Bactris gasipaes*).

### Obtenção dos Extratos

Para produção dos extratos foi utilizada a técnica de maceração a frio. As polpas foram descongeladas e liquidificadas com 250 mL de álcool hidratado 92,8° INPM, por 1 minuto, acondicionados em potes de vidros tampados e deixados em repouso a temperatura ambiente por 24 horas para extração dos compostos da polpa. Após as 24 horas, o líquido foi filtrado, primeiramente, em peneiras com telas de nylon e posteriormente em filtros de papel. As massas resultantes nas peneiras e filtros foram novamente liquidificadas com 250 mL de álcool hidratado 92,8° INPM e todo o processo foi realizado novamente, sendo este processo repetido por três vezes.

Após esse processo, os extratos foram mantidos em estufa a 37 °C para secagem por evaporação. Os frascos de vidro contendo os extratos foram previamente pesados para cálculo do rendimento e após secagem e estabilização do peso foram armazenados a temperatura de 4 °C.

### **Atividade Antimicrobiana**

A atividade antimicrobiana foi realizada por técnica de microdiluição, utilizando microplacas de 96 poços estéreis. Foram utilizados como microrganismos teste as bactérias *Staphylococcus aureus* (ATCC 12598), *Streptococcus pneumoniae* (ATCC 11733), *Escherichia coli* (ATCC 10536), *Klebsiella pneumoniae* (ATCC 700603) e os fungos leveduriformes *Candida albicans* (ATCC 90028), *Candida tropicalis* (ATCC 28707).

Para realização do bioensaio, foram selecionadas de três a cinco colônias bacterianas, bem isoladas, do mesmo tipo morfológico de cultura de cada um desses microrganismos bacterianos em placa de Petri com meio ágar Müller-Hinton (MH) sendo o mesmo processo realizado com as colônias fúngicas crescido em ágar Sabouroud-Dextrose (SDA). Cada colônia foi tocada com uma alça e transferida para tubos contendo 5 mL de solução salina esterilizada de modo a obter uma turbidez óptica comparável à da solução padrão de 0,5 de escala de McFarland.

Diluições sucessivas foram realizadas nas placas contendo 96 poços, partindo da concentração inicial de 200 mg/mL até a concentração final de 1,562 mg/mL dos extratos. Para atividade antibacteriana, foi distribuído 100 µL de meio Müller-Hinton (MH) em todos os poços da placa, e em seguida, adicionados 100 µL de cada extrato na concentração de 200 mg/mL, seguindo o processo de diluição seriada, homogeneizando e transferindo 100 µL para o próximo poço, e assim sucessivamente, resultando na concentração final de 1,562 mg/mL.

A droga controle, Cloranfenicol 2 mg/mL, foi diluído de forma semelhante aos extratos. Foram adicionados 5 µL do inóculo correspondente a cada cepa testada exceto para o controle negativo segundo norma M7-A6 (CLSI, 2003). O controle negativo continha somente 100 µL de meio MH, e o controle positivo 100 µL de meio MH e 5 µL de inóculo. As microplacas foram incubadas a 37 °C por 24 h, após esse período foi adicionado em cada poço 20 µL do reagente Resazurina (0,15 mg/mL), que indica crescimento microbiano quando muda a coloração azul para o vermelho (OLIVEIRA et al., 2013; RISS et al., 2016).

Para avaliação da CIM dos extratos com atividade antifúngica, foram distribuídos 100 µL de meio Sabouraud Dextrose (SD) em todos os poços da placa, adicionado 100 µL do extrato na concentração de 200 mg/mL. Seguirá o processo de diluição descrito anteriormente. A droga controle, cetoconazol 2 mg/mL, foi diluído de forma semelhante aos extratos. Foi adicionado 5 µL de inóculo correspondente a cada cepa testada em todos os poços, exceto para o controle negativo, de acordo com a norma M27-A2 (CLSI, 2002). O controle negativo continha apenas 100 µL de caldo SD, e o controle positivo 100 µL de caldo SD e 5 µL inóculo. As microplacas foram incubadas a 37 °C por 48 h, após esse período foi adicionado em cada poço 20 µL do reagente Resazurina (0,15 mg/mL), que indica crescimento microbiano quando muda a coloração azul para o vermelho (OLIVEIRA et al., 2013; RISS et al., 2016). Os ensaios serão realizados em triplicata.

Para determinação da concentração microbicida mínima (CMM), a fim de avaliar a se o extrato teve ação bacteriostática/fungistática ou bactericida/fungicida, foi utilizado swab estéril para absorver o conteúdo dos poços que apresentaram inibição de crescimento microbiano, a partir do menor valor de CIM, e duas diluições acima desse valor, inoculadas em placas de Petri contendo meio ágar MH para bactérias e SD para fungos. As placas foram incubadas a 37 °C durante 24 h e analisados o crescimento microbiano (AZEVEDO et al., 2012).

### **Atividade antioxidante**

As amostras foram avaliadas pela metodologia DPPH (BLOIS, 1958). O método é baseado na captura do radical DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil) por antioxidantes, produzindo um decréscimo da absorbância a 515 nm. Foi preparada uma solução 0,06 mM de DPPH em etanol. As amostras foram preparadas adicionando-se 3,9 mL desta solução de DPPH a 0,1 mL de soluções dos extratos diluídos em etanol. No branco, ao invés do DPPH, adicionou-se apenas 1 mL de etanol aos extratos diluídos na mesma concentração da amostra. Após 15 minutos de reação, a absorbância foi medida a 515 nm. Todas as leituras foram realizadas em triplicata e, com a média dos dados obtidos foi calculada a diferença de absorbância entre a amostra e o branco e as atividades antioxidantes percentuais foram obtidas pelo cálculo da porcentagem de inibição do DPPH.

Os dados foram analisados por meio do software R Studio para análise do teste de correlação linear de Pearson entre os valores de absorbância e a concentração de DPPH

das amostras após o tempo de reação, considerando como nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS

### Rendimento de extrato

As frutas foram colhidas *in natura* incluindo partes não comestíveis como cascas e sementes que foram descartadas. Os pesos *in natura*, o peso e rendimento em polpa e o rendimento em extrato estão descritos na Tabela 1. As polpas de açaí, bacaba e cacau tiveram um mínimo acréscimo de água, uma vez que é necessário para o despolpamento dessas frutas, tendo assim o seu rendimento afetado devido a mudanças na densidade do fruto.

**Tabela 1.** Peso das frutas na forma *in natura*, rendimento em polpa e rendimento do extrato frutas amazônicas.

Fruta	Peso material <i>in natura</i> (g)	Peso/Rendimento da polpa	Peso do extrato (g/100g de polpa)
Açaí	1.526	907g/ 59%	2,52
Araçá-boi	1.071	323g/ 30%	3,22
Bacaba	1.811	898g/ 49%	2,51
Biribá	1.153	574g/ 50%	16,89
Buriti	1.540	361g/ 23%	6,7
Cacau	2.647	349g/ 13%	2,95
Cajá	486	250g/ 51%	6,95
Cupuaçu	1.299	388g/ 30%	8,1
Pupunha	1.311	505g/ 38%	2,56

Rendimento: relação entre o peso da polpa e o peso da fruta *in natura*, multiplicado por 100 para conversão em porcentagem.

### Atividade antimicrobiana

Os resultados referentes a Concentração Inibitória Mínima (CIM) e Concentração Microbicida Mínima (CMM) obtidos pelos extratos das frutas pesquisadas estão apresentados na Tabela 2. Todos os extratos das frutas apresentaram atividade antimicrobiana, sendo que os extratos do açaí e do biribá foram capazes de inibir o crescimento de todos os microrganismos testados.

**Tabela 2.** Concentração Inibitória Mínima e Concentração Microbicida Mínima de extratos etanólicos de frutas amazônicas.

Extrato	Microrganismo teste											
	<i>Sau</i>		<i>Spn</i>		<i>Kpn</i>		<i>Eco</i>		<i>Cal</i>		<i>Ctro</i>	
	CIM	CMM	CIM	CMM	CIM	CMM	CIM	CMM	CIM	CMM	CIM	CMM
Açaí	3,125	12,5	12,5	>50	6,25	25	25	>100	50	200	3,125	>12,5
Araçá-boi	6,25	25	6,25	>25	3,125	>12,5	-	-	-	-	1,562	>6,25
Bacaba	50	200	100	>200	50	>200	50	100	50	200	-	-
Biribá	25	50	25	>100	25	>100	50	100	1,56	>6,25	3,125	6,25
Buriti	25	>100	50	>200	25	>100	-	-	3,125	>12,5	6,25	>25
Cacau	6,25	-	25	>100	25	>100	12,5	>50	12,5	>50	100	200
Cajá	6,25	25	6,25	>25	6,25	>25	3,125	>12,5	-	-	6,25	>25
Cupuaçu	12,5	-	6,25	>25	6,25	>25	1,562	>6,25	-	-	3,125	-
Pupunha	12,5	50	25	>100	25	>100	12,5	>50	1,562	-	-	-
Cloranfenicol	1,562	1,562	1,562	1,562	1,562	1,562	1,562	1,562	-	-	-	-
Cetoconazol	-	-	-	-	-	-	-	-	1,562	-	1,562	-

*Sau* = *Staphylococcus aureus*; *Spn* = *Streptococcus pneumoniae*; *Kpn* = *Klebsiella pneumoniae*; *Eco* = *Escherichia coli*; *Cal* = *Candida albicans*; *Ctro* = *Candida tropicalis*; CIM = Concentração Inibitória Mínima; CMM = Concentração Microbicida Mínima; Valores de CIM e CMM em mg/mL.

Frente as bactérias Gram-positivas, a CIM variou de 3,125 a 100 mg/mL, sendo o menor valor referente ao extrato do açaí contra a bactéria *S. aureus*.

Considerando o grupo de bactérias Gram-negativas, observa-se que os valores de CIM variaram entre 1,562 e 50 mg/mL. O menor valor se refere ao extrato do cupuaçu contra *E. coli*.

Em relação as leveduras do gênero *Candida*, a CIM variou de 1,562 a 100 mg/mL, ambos os valores se referem a *C. tropicalis*, para o extrato de araçá-boi e cacau, respectivamente.

Em relação CMM, somente os extratos de açaí (12,5 mg/mL) e bacaba (200 mg/mL) tiveram atividade contra *S. aureus*. Para as bactérias Gram-negativas somente o extrato de açaí (25 mg/mL) teve atividade antimicrobiana contra *K. pneumoniae*.

Para os fungos do gênero *Candida* analisados, a CMM apresentou dois valores, ambos para *C. tropicalis*, sendo o menor valor para extrato do biribá (6,25 mg/mL).

### Atividade Antioxidante

A Tabela 3 mostra os resultados da análise da atividade antioxidante das frutas amazônicas testadas. É possível observar os valores de absorbância encontrados no espectrofotômetro, variando de 0,062nm a 0,522 nm. A porcentagem de atividade antioxidante variou de 8,2% para biribá a 89,1% para bacaba. Os extratos de frutas que apresentaram os maiores índices de atividade antioxidante foram bacaba, seguido de açaí, araçá-boi e cajá. Vale ressaltar que os valores encontrados na análise da atividade

antioxidante de bacaba são da polpa da fruta, diferentemente das demais frutas que foram realizadas com o extrato etanólico da fruta.

**Tabela 3.** Atividade antioxidante das frutas amazônicas testadas pela metodologia do radical livre DPPH.

Amostra	Absorbância	% AAT*	DPPH (g <sup>-1</sup> )
Açaí	0,118 ±0,009	79,2	179,03
Araçá-boi	0,252±0,016	55,6	84,19
Bacaba**	0,062±0,008	89,1	340,13
Biribá	0,522±0,008	8,2	40,77
Buriti	0,434±0,029	23,6	48,99
Cacau	0,502±0,057	11,7	42,39
Cajá	0,257±0,004	54,8	82,77
Cupuaçu	0,468±0,027	17,7	45,47
Pupunha	0,480±0,018	15,4	44,28

\* % de atividade antioxidante para cada uma das concentrações após a média de três análises e aplicação da seguinte fórmula:

% Atividade Antioxidante (%AAT) = 100 – ( $\Delta$ ABS x 100)/ABS<sub>cont</sub> onde:  $\Delta$ ABS é a diferença de absorbância entre a amostra e o branco e ABS<sub>cont</sub> é o valor de absorbância encontrado para o controle.

\*\* Polpa in natura.

A análise de correlação linear dos valores de absorbância e consumo de DPPH, mostraram forte associação ( $r=0,99$ ) entre os resultados obtidos com associação estatisticamente significativa ( $p<0,05$ ).

## DISCUSSÃO

Observa-se que a fruta com maior rendimento foi a polpa de açaí com 59% e o menor rendimento corresponde a polpa de cacau com 13%. Devido ao acréscimo de água no processo de despulpamento do açaí, o rendimento foi afetado. No entanto, um estudo realizado por Carvalho e Muller (2005) sobre a biometria e rendimento percentual de polpa de frutas nativas da Amazônia, o rendimento do açaí foi de 26,4%, se enquadrando assim no grupo de frutas com rendimento de polpa muito baixo, ou seja, igual ou inferior a 20%.

Para a polpa de cupuaçu o rendimento foi de 30%, valor semelhante ao encontrado no estudo desenvolvido por Brochado e colaboradores (2018) que analisou o rendimento e perdas de diferentes frutos na agroindústria de polpa artesanal, e verificou o rendimento do cupuaçu em 34,6%. Em outro estudo foi verificado o rendimento de 38,74 a 62,48% nas diferentes amostras da polpa de cajá, assimilando-se ao valor de 51% encontrado na presente pesquisa (FREITAS et al., 2020).

A atuação de um extrato como agente antimicrobiano, depende da concentração que esse extrato necessita para apresentar atividade contra determinado microrganismo, podendo ser inibitória e/ou microbicida. Assim, avaliando a atividade antimicrobiana dos extratos de frutas amazônicas, observa-se que o extrato de biribá foi o extrato que teve atividade contra o maior número de microrganismos, considerando tanto seu efeito inibidor como o efeito microbicida. Resultado semelhante foi apresentado pelo extrato do açaí com efeito microbicida e/ou inibidor para todos os microrganismos testados.

Outro trabalho que analisou a capacidade antimicrobiana do biribá nas diferentes partes do fruto (polpa, casca e semente) e verificou que o extrato da polpa e da semente apresentaram atividade contra quatro do total de cinco microrganismo testado, sendo *C. albicans*, o único microrganismo resistente. Apenas o extrato da casca do biribá apresentou atividade contra *C. albicans* (FERNANDEZ et al., 2020).

O extrato da polpa de açaí apresentou atividade inibitória contra *S. aureus* em uma concentração de 3,125mg/mL. Semelhantemente, um estudo realizado com extrato do óleo da semente açaí apresentou a mesma atividade contra duas cepas de *S. aureus*, *S. aureus* resistente à metilina (MRSA) (0,25 mg/mL), *S. aureus* sensível à metilina (MSSA) (0,5 mg/mL) (ALVES et al., 2015).

Assim como no presente trabalho, estudos sobre a atividade antimicrobiana do cupuaçu, tem mostrado ação antibacteriana contra alguns microrganismos (SPRENGER et al., 2016; CHAVES et al., 2019). A atividade antibacteriana dessa fruta contra *E. coli* é relatado no estudo realizado por Nunes e colaboradores (2021) onde o óleo essencial da polpa do cupuaçu, por meio do teste de difusão em ágar, apresentou atividade inibitória a este microrganismo.

O extrato da polpa do araçá-boi apresentou atividade antimicrobiana, inibindo o crescimento do *S. aureus*, *S. pneumoniae*, *K. pneumonia* e *C. tropicalis*, além disso também demonstrou atividade microbicida contra *S. aureus*. Um estudo recente, mostrou que o extrato do óleo essencial da polpa do araçá-boi foi capaz de inibir o crescimento de quatro microrganismo, incluindo *S. aureus*, *Acinetobacter baumannii*, *E. coli* e *K. pneumoniae*. Além disso, o estudo mostra que houve atividade microbicida para todos os microrganismos testados (COSTA et al., 2022).

A atividade antibacteriana dos extratos testados foi maior contra bactérias Gram-positivas do que contra Gram-negativas. Tal efeito pode ser atribuído a estrutura da membrana, uma vez que os microrganismos gram-negativos apresentam uma estrutura multicamada, sendo a mais externa de lipopolissacarídeo e maior teor de gordura na

parede celular, permitindo assim menos interação com os extratos (GONÇALVES et al., 2011).

Estudos sobre a atividade antimicrobiana atribuí essa atividade a capacidade antioxidante e ao perfil de compostos fenólicos que os extratos possuem, estabelecendo uma relação direta entre as duas atividades, sugerindo que as características antioxidantes atuam como agentes protetores contra patógenos microbianos e predadores de inseto em plantas (PAZ et al., 2015).

Vale ressaltar que a atividade antimicrobiana não deve ser atribuída apenas a um composto, tendo em vista que o sinergismo entre os compostos presentes nas plantas influencia aumentando ou diminuindo o potencial antimicrobiano (COSTA et al., 2022).

Com relação a análise da atividade antioxidante os resultados mostram que algumas frutas se mostraram com maior capacidade de eliminação do radical livre DPPH do que outras. Importante salientar que o fato de bacaba apresentar maior atividade antioxidante pode estar relacionado a utilização da polpa *in natura* da fruta, diferentemente das outras amostras estudadas. Os efeitos do processamento dos alimentos, ainda que de maneira mínima, ocasiona mudanças em sua composição físico-química com redução dos compostos bioativos (POLA et al., 2011). Estudo realizado com a bacaba mostra que o processamento da polpa dessa fruta resulta na diminuição no teor de compostos bioativos e elementos com atividade antioxidante (SANTOS et al., 2020).

O extrato da polpa do açaí apresentou atividade antioxidante de 79,2%, semelhante a outros estudos *in vivo* e *in vitro* (CEDRIM, BARROS, NASCIMENTO; 2018; YAMAGUCHI et al, 2015; ROJANO et al, 2011; SPADA et al, 2009) que relataram a atividade antioxidante dessa fruta.

A concentração de compostos bioativos identificados no açaí pode ser a responsável pelas atividades biológicas apresentadas no presente estudo, uma vez que foi a polpa que apresentou os melhores resultados tanto no teste antimicrobiano como na quantificação da atividade antioxidante. Estudos que caracterizaram a composição de compostos fenólicos (ROGEZ et al, 2011; FERNÁNDEZ-MORIANO et al., 2015) na polpa da fruta do açaí, relatam a grande concentração de antocianinas e carotenoides e suas correlações com potenciais antioxidantes.

A fruta araçá-boi apresentou alta atividade antioxidante 55,6% de potencial de inibição do DDPH. Araújo e colaboradores (2021a) em uma pesquisa realizada com a semente e polpa do araçá-boi, observaram a bioacessibilidade da atividade antioxidante e

mostraram que houve o aumento dessa atividade após o processo digestório em ambas as frações (semente e polpa).

Vale ressaltar que trabalhos desenvolvidos com o objetivo de pesquisar a atividade antioxidante tem limitações no que se refere a comparação de resultados (DE SOUZA et al., 2011). Ainda que utilizado o mesmo método de pesquisa, como no caso da presente pesquisa o método DPPH, existem diferentes maneiras de interpretar os resultados, pois o mesmo método utiliza alguns procedimentos diferentes (solventes, influência da luz, softwares e fórmulas matemáticas) (OLIVEIRA, 2015).

## CONCLUSÕES

Desenvolver pesquisas com frutas nativas da região Amazônica possibilita o reconhecimento do seu valor nutricional e terapêutico, culminando no uso sustentável e valorização desses recursos.

A presente pesquisa mostrou que os extratos de todas as frutas amazônicas testadas apresentaram atividade antimicrobiana. Todos os extratos das frutas apresentaram atividade antimicrobiana, sendo que os extratos do açaí e do biribá foram capazes de inibir o crescimento de todos os microrganismos testados. Os extratos das polpas do açaí e do araçá-boi e biribá foram as polpas que tiveram atividade contra o maior número de microrganismos e em baixas concentrações.

Os extratos de frutas que apresentaram os maiores índices de atividade antioxidante foram bacaba, seguido de açaí, araçá-boi e cajá. Podendo indicar uma correlação entre os compostos antioxidantes e a capacidade antimicrobiana para as frutas açaí e araçá-boi. No entanto, outros estudos devem ser realizados a fim de identificar os mecanismos responsáveis pelo efeito antimicrobiano e antioxidante apresentados pelos extratos das frutas amazônicas e assim contribuir para fabricação de produtos novos e úteis para a sociedade.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D. P. et al. Consumo de frutas e fatores associados em uma população urbana da Amazônia Brasileira Ocidental. **Scientia Naturalis**, v. 3, n. 5, p. 2062-2082, 2021.

ALMEIDA, J. C et al. Potencial antimicrobiano de óleos essenciais: uma revisão de literatura de 2005 a 2018. **Nutritime Revista Eletrônica**, v. 17, n. 1, p. 8623-8633, 2020.

ALVES, M. J. et al. **Atividade antibacteriana de sementes de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.)** II Congresso Internacional de Saúde, Gaia-Porto, v. 5, n. 3, p. 3-7 2015.

BLOIS, M. S. Antioxidant Determinations by the use of a Stable Free Radical. **Nature**, v. 181, n. 4617, p. 1199-1200, 1958.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: Região Norte**. Editores: Lidio Coradin, Julcéia Camillo e Ima Célia Guimarães Vieira. – Brasília, DF: MMA, 2022.

BROCHADO, M. G. S. et al **Análise do rendimento e perda de frutos na agroindústria de processamento de polpa artesanal**. Congresso Internacional das Ciências Agrárias, v. 1, n. 4, 2018.

CARVALHO, J. E. U.; MULLER, C. H. **Biometria e Rendimento Percentual de Polpa de Frutas Nativas da Amazônia**. Comunicado Técnico 139, Embrapa, 2005.

CHAVES, G. B. et al. Avaliação das atividades antimicrobiana e antioxidante de extratos obtidos das frutas *Theobroma grandiflorum* e *Mauritia flexuosa*. In: NETO, B. R. S. **A Produção do Conhecimento nas Ciências da Saúde**. Editora Atena, 2019.

CLSI. **Método de Referência para Testes de Diluição em Caldo para a Determinação da Sensibilidade a Terapia Antifúngica das Leveduras**; Norma Aprovada-Segunda Edição. NCCLS document M27-A2 [ISBN 1-56238-469-4]. NCCLS, 940 West Valley Road, Suite 1400, Wayne, Pennsylvania 19087-1898 Estados Unidos, v. 22, n. 15, 2002.

CLSI. **Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Tests; Approved Standard—Eighth**. Edition. NCCLS document M2-A8 [ISBN 1-56238-485-6]. NCCLS, 940 West Valley Road, Suite 1400, Wayne, Pennsylvania 1987-1898 USA, v. 23, n. 1, 2003.

COSTA, W. K. et al. Antibacterial mechanism of *Eugenia stipitata* McVaugh essential oil and synergistic effect against *Staphylococcus aureus*. **South African Journal of Botany**, v. 147, n. 70, p. 724-730, 2022.

DE SOUSA, R. A. M. et al. Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante de chás comercializados no Brasil. **Digital Library of Journals**, v. 29, n. 2, p. 229-236, 2011.

FERNANDEZ, I. M. et al. Antimicrobial activity and acetilcolinesterase inhibition of oils and Amazon fruit extracts. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 14, n. 3, p. 88-97, 2020.

FREITAS, R. F. D. et al. Evaluation of the Efficacy of Cajá (*Spondias Mombin* L.) and Soursop (*Annona Muricata* L.) Hydr. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 66772–66793, 2020.

GARCIA, A. A.; CARRIL, E. P. U. Metabolismo secundário de plantas. **Reduca (Biologia)**. Serie Fisiologia Vegetal. v. 2, n. 3, p. 119-145, 2009.

GONÇALVES, G. M. S., et al. Antioxidant and antimicrobial activities of propolis and açai (*Euterpe oleracea* Mart) extracts. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, 32(3), p. 349–356, 2011.

- KOOLEN, H. H. F. et al. Antioxidant, antimicrobial activities and characterization of phenolic compounds from buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) by UPLC-ESI-MS/MS. **Food Research International**, v. 51, n. 2, p. 467–473, 2013.
- NUNES, V. L. N. D. et al. Avaliação da atividade antimicrobiana dos óleos essenciais extraídos de frutas nativas Buriti e Cupuaçu do Cerrado Maranhense. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.7, p.67528-67537 jul. 2021.
- OLIVEIRA, G.L.S. Determinação da capacidade antioxidante de produtos naturais in vitro pelo método do DPPH•: estudo de revisão. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.17, n.1, p.36-44, 2015.
- OLIVEIRA, T. L., et al. Atividade Antifúngica de Extratos Isolados de *Streptomyces* spp. Obtidos em Solos Paraibanos Contra Leveduras do Gênero *Candida* spp. Biofar, **Revista de Biologia e Farmácia**, v. 9, n. 1, p. 51-58, 2013.
- PAZ, M. et al. Polpas de frutas brasileiras como alimentos funcionais e aditivos: avaliação de compostos bioativos. **Food Chemistry**, v. 172, p. 462–468, 2015.
- POLA, C. C., et al. Efeito do processamento na capacidade antioxidante do noni (*Morinda citrifolia*). **Enciclopédia biosfera**, v.7, n.12, p.1-16, 2011.
- REIS, H. P. L.C. Avaliação da resistência microbiana em hospitais privados de Fortaleza – Ceará. **Rev. Bras. Farm.** v. 94, n. 1, p. 83-87, 2013.
- RISS, T. L., et al. **Cell Viability Assays**. 2013 May 1 [Updated 2016 Jul 1]. In: SITTAMPALAM, G.S., COUSSENS, N.P., BRIMACOMBE, K., et al., Editors. Assay Guidance Manual [Internet]. Bethesda (MD): Eli Lilly & Company and the National Center for Advancing Translational Sciences; 2004.
- ROGEZ, H. et al. Sigmoidal kinetics of anthocyanin accumulation during fruit ripening: A comparison between açai fruits (*Euterpe oleracea*) and other anthocyanin-rich fruits. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 24, n. 6, p. 796-800, 2011.
- ROJANO, B. A. et al. Polifenoles y actividad antioxidante del fruto liofilizado de palma naidi (açai colombiano) (*Euterpe oleracea* Mart). **Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín**, v. 64, p. 6213-6220, 2011.
- SPADA, P. D. S. et al. Frozen fruit pulp of *Euterpe oleracea* Mart. (acai) prevents hydrogen peroxide-induced damage in the cerebral cortex, cerebellum and hippocampus of rats. **Journal of Medical Food**, v.12, p. 1084-1088, 2009.
- SPRENGER, L. K. et al. In vitro antibacterial effect of *euterpe oleracea* mart. and *theobroma grandiflorum* hydroalcoholic extracts. **Archives of Veterinary Science**, v. 21, n. 2, p. 21–32, 2016.
- SUCUPIRA, N. R. et al. Métodos Para Determinação da Atividade Antioxidante de Frutos. **UNOPAR Cient Ciênc Biol Saúde**, v. 14, n. 4, p. 263-269, 2012.
- TAVARES, F. J. C. Compilação de dados da composição nutricional dos frutos de seis espécies de Myrtaceae nativas do Brasil conforme a metodologia FAO/INFOODS. **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 6, n. 8 , p.63712-63728, 2020.

VERRUCK, S. et al. Compostos Bioativos Com Capacidade Antioxidante e Antimicrobiana Em Frutas. **Revista do Congresso Sul Brasileiro de Engenharia de Alimentos**, v. 4, n. 1, p. 111–124, 2018.

YAMAGUCHI, K. K. L. et al. Amazon açai: Chemistry and biological activities: A review. **Food Chemistry**, v. 179, p. 137-151, 2015.

## CONCLUSÕES GERAIS

As frutas amazônicas apresentam propriedades benéficas para a saúde humana. Foi possível demonstrar que essas frutas possuem capacidades antioxidantes, antimicrobianas, anti-inflamatórias, dentre outras atividades relatadas na literatura atual, mostrando também uma composição nutricional rica em diversos nutrientes.

Em relação as atividades antioxidantes e antimicrobianas testadas nas frutas amazônicas da presente pesquisa, observa-se resultados positivos com efeito inibitório e microbicida para algumas bactérias e fungos, com destaque para as frutas açaí, araçá-boi e cajá possuindo os melhores resultados para ambas as análises.

Estes resultados podem fundamentar estudos posteriores para melhor avaliar o potencial do nutracêutico das frutas amazônicas, e assim permitir uma melhor utilização desses recursos naturais pela sociedade.