

UNIVERSIDADE VILA VELHA-ES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
FARMACÊUTICAS

ARAÇAÚNA (*Psidium myrtoides* O. Berg): CARACTERIZAÇÃO
NUTRICIONAL, COMPOSTOS BIOATIVOS, ATIVIDADE
ANTIOXIDANTE E QUIMIOPREVENTIVA DE CÂNCER

CAMILE ZANICHELLI DA COSTA CASSIANO

VILA VELHA
AGOSTO/2021

UNIVERSIDADE VILA VELHA-ES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
FARMACÊUTICAS

ARAÇAÚNA (*Psidium myrtoides* O. Berg): CARACTERIZAÇÃO
NUTRICIONAL, COMPOSTOS BIOATIVOS, ATIVIDADE
ANTIOXIDANTE E QUIMIOPREVENTIVA DE CÂNCER

Dissertação apresentada à Universidade Vila Velha como pré-requisito do Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas, para obtenção do grau de Mestra em Ciências Farmacêuticas.

CAMILE ZANICHELLI DA COSTA CASSIANO

VILA VELHA
AGOSTO/2021

Catálogo na publicação elaborada pela Biblioteca Central / UVV-ES

C345a

Cassiano, Camile Zanichelli da Costa.

Araçáúna (psidium myrtoides o. berg) : caracterização nutricional, compostos bioativos, atividade antioxidante e quimiopreventiva de câncer / Camile Zanichelli da Costa Cassiano – 2021.

106 f. : il.

Orientador: Rodrigo Scherer.

Dissertação (mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Vila Velha, 2021.

Inclui bibliografias.

1. Farmacologia e terapêutica. 2. Câncer – Aspectos Nutricionais. 3. Antioxidante. 4. Fibras. I. Scherer, Rodrigo. II. Universidade Vila Velha. III. Título.

CDD 615

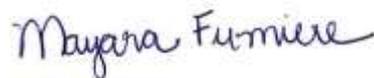
CAMILE ZANICHELLI DA COSTA CASSIANO

**ARAÇAÚNA (*Psidium myrtilodes* O. Berg): CARACTERIZAÇÃO
NUTRICIONAL, COMPOSTOS BIOATIVOS, ATIVIDADE
ANTIOXIDANTE E QUIMIOPREVENTIVA DE CÂNCER**

Dissertação apresentada à Universidade
Vila Velha como pré-requisito do
Programa de Pós-graduação em Ciências
Farmacêuticas, para obtenção do grau de
Mestra em Ciências Farmacêuticas.

Aprovada em 24 de agosto de 2021.

Banca examinadora:



Prof. Dra. Mayara Fumiere Lemos – MULTIVIX



Prof. Dr. Stanislaw Bogusz Junior – USP



Prof. Dr. Rodrigo Scherer – UVV (Orientador)

Agradecimentos

A Deus, sempre presente na minha vida, com toda sua infinita bondade me enviando sinais, pessoas e momentos para que eu possa evoluir como ser humano. Sua luz e seu amor me fizeram mais forte e me trouxeram até aqui.

Aos meus pais, por terem me dado a melhor coisa que poderiam: a vida.

As minhas irmãs, por todo o amor, incentivo desde a minha infância.

Ao meu orientador e eterno professor Rodrigo, por ter acreditado em mim quando nem eu acreditava, jamais vou esquecer ou conseguir explicar o impacto que toda essa experiência teve na minha vida e foi graças a você.

A minha família Lab 30, que felicidade ter feito parte dessa equipe incrível. Guardo todos vocês com muito carinho no meu coração, obrigada por tudo.

A todas as mulheres que já fizeram e fazem parte do laboratório 30, afinal sempre foi um lab em sua maioria feito de mulheres. E cada uma me ensinou e ainda me ensina tanto, sobre a vida, sobre perseverança, sobre sonhos, sobre amor, sobre mim, participar da jornada de vocês me deu forças para estar na minha.

À Carol, minha duplinha lá nos dias de IC, por todo o apoio, amizade e leveza que adicionou na minha trajetória.

À Mayara, por ser essa pessoa tão incrível e disposta a ajudar a todos, que se tornou uma amiga essencial na minha vida, seja no lab ou virando tequilas, quero sua presença sempre.

À Karla, existem pessoas que a gente realmente sente que são iluminadas por Deus e você definitivamente é uma delas. Sua empatia, principalmente no último ano foi muito importante para mim, muito obrigada por todas as mensagens e todo o cuidado comigo.

À Leandra, que é uma das pessoas mais inteligentes que eu já conheci, todas as suas apresentações me enchiam de orgulho e de inspiração, a confiança que você transmite é contagiante, você nasceu pra isso, fico muito feliz de termos criado intimidade e amizade nos últimos anos.

À Mari, a outra lovatia do lab rs, sempre tão querida com todo mundo e com uma inteligência surreal, espero que um dia você perceba o quão sensacional você é, porque eu vejo isso claramente.

Ao Matheus, que apesar de pouco tempo, fizemos uma amizade que quero muito que continue, uma pessoa incrível com um futuro mais brabo ainda (profetizei rs).

A FAPES por ter me proporcionado essa bolsa, que sem ela, eu não conseguiria realizar nada disso.

Aos meus Professores da Pós-graduação, com todos os ensinamentos e sendo modelos de inspiração pra mim.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para que esse trabalho fosse realizado.

E por último e não menos importante, a mim mesma (Anitta corre aqui rs), por ter superado toda a autossabotagem, insegurança e ter seguido em frente.

“Se você sintonizar o coração na frequência do amor,

Dá pra ouvir Deus seja aonde for “

Euscritor

Resumo

O objetivo do presente trabalho foi determinar a composição centesimal, o perfil de ácidos graxos, vitaminas do complexo B, minerais, ácidos orgânicos, compostos fenólicos, e a atividade antioxidante e quimiopreventiva de frutos da arazaúna. As análises foram realizadas na polpa com a casca e nas sementes. A composição centesimal foi avaliada pelos métodos oficiais da Association of Official Analytical Chemists (AOAC), e os ácidos orgânicos, vitaminas do complexo B, e compostos fenólicos foram determinados por cromatografia líquida de alta eficiência acoplada a espectrometria de massas (LC-ESI-MS/MS). Os minerais foram analisados através da espectrometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado (ICP-OES), e o perfil lipídico por cromatografia gasosa (CG). A análise antioxidante foi realizada pelos métodos DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil) e ABTS (2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolin 6-ácido sulfônico), e para a atividade quimiopreventiva foi realizado um ensaio de atividade inibitória do fator nuclear kappa B (NF-κB) induzido por TPA e ensaio in vitro de indução da quinona redutase. Os resultados mostraram que a arazaúna é uma excelente fonte de fibras (25,1 g/100g na semente e 7,7 g/100g na polpa/casca), com baixo teor de carboidratos e lipídios, além de baixo valor calórico (50 kcal/100g). O perfil de ácidos graxos revelou que o ácido linoléico foi o principal componente encontrado no óleo, tanto na polpa quanto na semente, além de ter apresentado uma relação 2: 1 de ômega 6 e ômega 3, o que está dentro do recomendado. Os frutos de arazaúna apresentaram pH de 3,23, acidez de 2,93 g/100g e os principais ácidos orgânicos encontrados foram o cítrico e o tartárico. Dentre as vitaminas do complexo B, a arazaúna pode ser considerada uma boa fonte de tiamina (B1), com 170 µg/100g na semente e 71,46 µg/100g na polpa, sendo essa vitamina necessária no metabolismo de carboidratos e energia, participando como coenzima de complexos enzimáticos. Em relação aos minerais, o potássio, ferro e fósforo foram os elementos com as maiores concentrações. Foram identificados dez compostos fenólicos na polpa e cinco na semente, alguns compostos em comum entre a polpa e semente foram encontrados como a epicatequina, quercetina, polidatina, ácido gálico e o pirogalol. Apesar da semente ter apresentado menos compostos fenólicos que a polpa, ela demonstrou uma atividade antioxidante mais forte e foi capaz de induzir a quinona redutase, sendo assim um potencial quimiopreventivo a ser explorado. E com os outros resultados apresentados para a semente, ela se torna uma excelente opção para a invenção de produtos a partir dela, podendo ser um super alimento.

Palavras chave: arazaúna; berries; fibras, composição nutricional; antioxidante; quimiopreventivo.

Abstract

The objective of the present work was to determine the centesimal composition, the profile of fatty acids, B-complex vitamins, minerals, organic acids, phenolic compounds, and the antioxidant and cancer-preventive activity of araçauína fruits. The analyzes were carried out on the pulp with the skin and on the seeds. Centesimal composition was evaluated by official A.O.A.C methods, and organic acids, B-complex vitamins, and phenolic compounds were determined by high performance liquid chromatography coupled to mass spectrometry (LC-ESI-MS/MS). The minerals were analyzed by optical emission spectrometry with inductively coupled plasma, and the lipid profile by gas chromatography. Antioxidant analysis was performed by the DPPH and ABTS methods, and for the chemopreventive activity an assay of inhibitory activity of NF- κ B induced by TPA and an in vitro assay of induction of quinone reductase was performed. The results showed that araçauína is an excellent source of fiber (25.1 g/100g in seed and 7.7 g/100g in pulp/peel), with low carbohydrate and lipid content, in addition to low caloric value (50 kcal /100g). The fatty acid profile revealed that linoleic acid was the main component found in the oil, both in the pulp and in the seed, in addition to having a 2:1 ratio of omega 6 and omega 3, which is within the recommended range. Araçauína fruits had a pH of 3.23, acidity of 2.93 g/100g and the main organic acids found were citric and tartaric. Among the B complex vitamins, araçauína can be considered a good source of thiamine (B1), with 170 μ g/100g in the seed and 71.46 μ g/100g in the pulp, being this vitamin necessary in the metabolism of carbohydrates and energy, participating as a coenzyme of enzyme complexes. Regarding minerals, potassium, iron and phosphorus were the elements with the highest concentrations. Ten phenolic compounds were identified in the pulp and five in the seed, some common compounds between the pulp and seed were found such as epicatechin, quercetin, polydatin, gallic acid and pyrogallol. Although the seed had less phenolic compounds than the pulp, it showed a stronger antioxidant activity than the pulp and was able to induce quinone reductase, thus being a chemopreventive potential to be explored. And with the other results presented for the seed, it becomes an excellent option for the invention of products from it, which can be a super food.

Keywords: araçauína; berries; fiber, nutritional composition; antioxidant; chemopreventive.

Sumário

1. Introdução	12
2. Revisão bibliográfica	14
2.1. Frutas nativas da Mata Atlântica	14
2.2. Família Myrtaceae	15
2.3. Araçáúna	16
2.4. Consumo de frutas no Brasil e no mundo	17
2.5. Características Nutricionais	17
2.6. Compostos bioativos em frutas	19
2.7. Radicais livres e antioxidantes	20
2.8. Câncer e quimioprevenção	22
3. Materiais e métodos	23
3.1. Amostras	23
3.2. Composição centesimal	23
3.3. Perfil mineral por ICP-OES	23
3.4. Perfil de lipídios	24
3.5. Determinação do pH e acidez total titulável	25
3.6. Determinação dos ácidos orgânicos	25
3.7. Determinação das vitaminas do complexo B	26
3.8. Preparação do extrato	26
3.9. Determinação dos compostos fenólicos	27
3.10. Atividade Antioxidante	28
3.11. Avaliação de Citotoxicidade	29
3.12. Atividade quimiopreventiva	29
3.13. Análise estatística	30
4. Resultados e discussão	30
5. Conclusão	43
6. Referências	43

1. Introdução

Uma dieta rica em frutas e vegetais tem um impacto positivo na saúde, pois são fontes de nutrientes essenciais como vitaminas, minerais e fibras que desempenham diversas funções no organismo, trazendo benefícios ao ser humano (FELICIANO et al., 2010). Estudos recentes têm demonstrado o impacto da ingestão de fibras alimentares na microbiota intestinal, auxiliando para que a microbiota intestinal possa exercer seus efeitos benéficos no metabolismo humano, facilitando na prevenção e tratamento de doenças cardiovasculares, diabetes, obesidade, processos inflamatórios, e entre outros (KUMAR; RANI; DATT, 2020; MAKKI et al., 2018; REDONDO-USEROS et al., 2020)

O Brasil é um país conhecido por apresentar climas diferenciados, o que favorece a diversidade de espécies frutíferas distribuídas pelos seis importantes biomas (Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pantanal e Pampa) (CAPOBIANCO, 2004). Apesar da abundância de frutas no Brasil, ainda existe um grande número de espécies nativas e exóticas pouco estudadas que podem ser uma possível fonte de compostos ativos, ou exploradas comercialmente, como a araçáua (*Psidium myrtoides*) (Figura 1).

Araçáua pertence à família Myrtaceae, considerada uma das famílias de angiospermas mais importantes do país. É amplamente encontrada em quase todos os biomas brasileiros, mas sua ocorrência exibe destaque na Mata Atlântica. O fruto apresenta sabor agridoce, de cor púrpura escura, com produção de dezembro a fevereiro, podendo ainda apresentar outras denominações como “araçá roxo” ou “araçá perinha” consoante a sua proveniência. (TULER et al., 2017). Em mercados abertos, pode ser encontrado na forma de produtos alimentícios como licores, sorvetes, geléias e sucos, embora não haja relatos na literatura sobre a composição da fruta.

Estudos da composição de macro e micronutrientes fornecem informações importantes sobre os valores nutricionais e calóricos, assim como a proporção dos componentes presentes nos alimentos e podem ser usados para o desenvolvimento de recomendações dietéticas (COSTA et al., 2010). Além disso, a investigação de frutas não estudadas anteriormente pode fornecer informações importantes

para o consumidor, bem como o desenvolvimento do agronegócio, possibilitando a descoberta de novos alimentos funcionais.

Além de serem consideradas ótimas fontes de micronutrientes, as frutas também apresentam quantidades importantes de compostos com propriedades bioativas, que atuam como promotores de benefícios complementares à saúde. Que agem como moduladores dos processos metabólicos, prevenindo o aparecimento precoce de doenças degenerativas. Esses compostos são, em geral, produzidos através do metabolismo secundário das plantas, como forma de proteger contra agressores presentes no ambiente (DONADO-PESTANA et al., 2018).

Um exemplo muito comum em frutas são os compostos fenólicos, que são derivados das vias do ácido chiquímico e fenilpropanóidico e estão envolvidos em muitos processos dos sistemas biológicos das plantas, incluindo resistência das plantas contra predadores e patógenos. Eles apresentam em sua estrutura química um anel aromático tendo um ou mais grupos hidroxila, podendo assim variar de uma simples molécula fenólica a um polímero complexo de alto peso molecular. Os compostos fenólicos se encaixam em diferentes categorias, conforme o número de anéis aromáticos e os elementos estruturais que se ligam a esses anéis. Os principais grupos são: fenólicos simples, ácidos hidroxibenzóicos, ácidos hidroxicinâmicos, ácidos fenilacéticos, flavonoides, estilbenos, taninos condensados, lignanas e ligninas (FRAGA et al., 2019).

Os flavonoides e outros derivados fenólicos podem interferir nas reações de propagação e formação de radicais livres, atuando como antioxidantes, protegendo assim os sistemas biológicos contra os efeitos nocivos do excesso de radicais livres e espécies reativas de oxigênio (XIANG et al., 2018). Isso se deve a uma gama de propriedades, tais como atividade quelante de ferro, atividade sequestrante de radicais livres, inibição das enzimas cicloxigenase, lipoxigenase, NADPH-oxidase, xantina-oxidase e fosfolipase e estimulação de enzimas com atividade antioxidante como a catalase e a superóxido-dismutase (DE PAULO FARIAS et al., 2020).

Outra atividade que vem sendo atribuída as frutas em geral, é a quimiopreventiva de câncer, que por definição a quimioprevenção seria inibir, atrasar ou reverter o início do câncer usando agentes naturais ou sintéticos. Cada vez mais cresce as pesquisas sobre esses agentes naturais e seus mecanismos de atuação sobre o câncer, e é sabido que uma alimentação saudável, rica em frutas e vegetais é um fator protetivo contra o câncer (CRISTÓBAL-LUNA et al., 2018).

A Araçáúna pode ser classificada como uma fruta “Berrie”, por se tratar de ser um pequeno fruto carnoso de cor avermelhada ou roxa que envolvem sementes, como consta a definição de uma berrie. Embora a literatura não apresente estudos que comprovem o potencial biológico da araçáúna, outras frutas silvestres já são conhecidas pelos benefícios que seu consumo proporciona, devido as grandes quantidades de compostos fenólicos e seu papel antioxidante atuando contra doenças crônicas não transmissíveis. (FOITO; MCDOUGALL; STEWART, 2018). Frutas popularmente conhecidas como " Berries " são o morango, cereja, amora, mirtilo e cranberry. Essas frutas têm sido foco de pesquisas que comprovam suas ações biológicas, tornando-as alimentos funcionais e, por isso, a demanda e o consumo têm crescido nos últimos anos (SEERAM, 2012).

Portanto, o objetivo do presente estudo é avaliar a composição nutricional, a atividade antioxidante e o quimiopreventiva do câncer de frutos de araçáúna (*Psidium myrtoides*).

2. Revisão bibliográfica

2.1. Frutas nativas da Mata Atlântica

a) Importância do conhecimento das frutas nativas

A Mata Atlântica é uma das maiores florestas tropicais do mundo, sendo o primeiro bioma a ser explorado durante a colonização europeia no Brasil. Apesar da imensa redução de sua área florestal, ela ainda permanece extremamente diversificada, fazendo assim com que entrasse na lista dos Hotspots mundiais (MENINI NETO et al., 2016; VASCONCELOS, Tiago S. et al., 2014). Apresenta uma grande heterogeneidade de clima, solo, fauna e flora, demonstra grande variação de temperatura e de umidade, sendo esses um dos fatores pela ampla pluralidade de espécies ali encontradas. Isso

favorece para que ela possua uma rica diversidade de espécies frutíferas, decorrente de variadas famílias botânicas (BACCI et al., 2018; LEITMAN et al., 2015).

Há um crescente interesse em linhas de pesquisas que estudam frutas e suas propriedades, visto que são conhecidas por serem fontes de micronutrientes, que exercem diferentes e importantes funções no organismo, além de atuarem na prevenção contra doenças crônicas não transmissíveis. Dando maior destaque nos estudos de nativas é uma forma de ampliar o leque de opções para o consumo de frutas, além de fornecer uma maior variedade de nutrientes e compostos bioativos para a população. Dessa forma, ainda se contribui para a conservação do bioma, como muitas frutas servem também para o alimento da fauna silvestre (SOUZA et al., 2018). A fruticultura também é um grande gerador de empregos, auxiliando na economia do país e ajudando pequenos agricultores locais (MIRANDA et al., 2020).

2.2. Família Myrtaceae

Entre as famílias presentes nesse bioma, encontra-se a Myrtaceae, uma das maiores famílias do mundo, com grande importância no grupo de angiospermas no país, encontrada em florestas tropicais. Apresenta maior ocorrência na Mata Atlântica, recebe muita atenção devido aos componentes dessa família, pela alta prevalência de espécies comestíveis e pela utilização por conta de suas propriedades farmacológicas. As partes mais utilizadas são folhas, casca e os frutos que são comumente consumidos (CASTUERA-OLIVEIRA; OLIVEIRA-FILHO; EISENLOHR, 2020; DE ARAÚJO et al., 2019).

A Myrtaceae é representada por 121 gêneros e 3800 - 5800 espécies, as famílias, gêneros e espécies mais abundantes no domínio da Mata Atlântica são da família Myrtaceae (SERAGLIO et al., 2018). Por conta das condições ambientais adversas que a maioria das frutas dessa família crescem, como secas, inundações, luz solar e calor, elas apresentam uma fonte rica de metabólitos secundários envolvidos na defesa das plantas, principalmente polifenóis biologicamente ativos (DONADO-PESTANA et al., 2018).

Os frutos brasileiros de Myrtaceae fornecem uma fonte de polifenóis biologicamente ativos que contribuir para a redução do risco ou para o tratamento de doenças crônicas não transmissíveis à obesidade (DE PAULO FARIAS et al., 2020).

2.3. Araçaúna

Dentre as muitas espécies de Myrtaceae que ocorrem no ES, existe a aracaúna (*Psidium myrtoides*). A fruta é uma espécie endêmica e nativa da Mata Atlântica, com ocorrência desde o estado do Espírito Santo até o estado do Rio Grande do Sul, sua árvore é de pequeno a médio porte, de copa colunar, com crescimento de 4 a 10 metros de altura, cujas folhas caem em determinadas épocas do ano (SOUZA et al., 2018).

Apesar de ser uma fruta pouco popular, tem crescido o número de estudos sobre o óleo essencial da aracaúna, onde têm se encontrado resultados bem promissores. Em um estudo, foram identificados trinta e oito compostos, onde (E)-cariofileno (19,3%), alfa-bisabolol (10,4%), e alfa-humuleno (10,4%) foram os principais, além disso eles determinaram que o perfil apresentado para *P. myrtoides* foi de 77,6% de sesquiterpenos e 9,4% de monoterpene (VASCONCELOS, Loren Cristina et al., 2019).

A composição química, atividade antibacteriana e antiproliferativa do óleo essencial das folhas de *P. myrtoides* foram investigados contra bactérias cariogênicas e linhagens celulares de tumores humanos em outro estudo. E como resultado, o óleo essencial exibiu sim atividade antibacteriana, com atividade moderada contra *Streptococcus mitis*, *S. sanguinis*, *S. sobrinus* e *S. salivarius* (DIAS et al., 2019).

Em um outro estudo também realizado com o óleo da *P. Myrtoides*, foram identificados 33 compostos, onde 1,8-cineol foi o principal componente das amostras. Também observaram que os componentes presentes no óleo sofreram variações tanto quantitativa como qualitativa nos diferentes períodos de coleta. Quando realizado o ensaio de atividade antifúngica, os óleos essenciais de folhas de *P. myrtoides* apresentaram fraca atividade contra a cepas testadas, no entanto, uma potenciação do efeito fluconazol contra a cepa de *C. albicans* foi observada quando os óleos foram associados ao

antifúngico comercial durante todos os períodos analisados. Na análise da morfologia fúngica, *P. myrtoides* interferiu na transição morfológica associada à processos infecciosos invasivos e resistência a *C. albicans* (DE MACÊDO et al., 2020).

2.4. Consumo de frutas no Brasil e no mundo

O consumo de frutas é frequentemente analisado através de estudos e inquéritos populacionais de diversos países ao redor do mundo. A OMS (WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO)., 2014) recomenda o consumo mínimo de 400g de frutas e hortaliças diariamente (equivalente a cinco porções diárias). Porém estima-se que o consumo de frutas está bem abaixo do preconizado e alguns fatores são atribuídos a esse menor consumo, que envolvem preço, necessidade de preparo, sazonalidade, sabor, disponibilidade de lojas de varejo de alimentos que oferecem alimentos saudáveis (CURIONI et al., 2020).

O questionário da VIGITEL (VIGITEL BRASIL, 2017) sobre o consumo de frutas no Brasil apontou que o consumo é mais frequente entre as mulheres, 27,2% do que entre os homens, 18,4%. Também foi possível observar que o consumo aumenta de acordo com o grau de escolaridade, em ambos os sexos.

A promoção do consumo de frutas tornou-se uma prioridade em saúde pública em vários países na última década. Faz-se necessário monitoramento do consumo alimentar da população para possíveis intervenções, além de pesquisas e práticas que possam contribuir para o aumento desse consumo (SILVA et al., 2020).

2.5. Características Nutricionais

Frutas são alimentos essenciais para a composição de uma alimentação saudável. Apresentam baixa densidade energética, ricas em micronutrientes como vitaminas, minerais e fibras. O corpo humano necessita desses nutrientes para seus processos metabólicos, além de compostos bioativos, que favorecem a manutenção da saúde e do peso corporal, e protegem do estresse oxidativo (BOADI et al., 2021). As características nutricionais não são as mesmas para todas as espécies. Cada uma tem uma especificidade, o que torna importante, o consumo de variadas frutas para tirar maior proveito do ponto de vista nutricional (BVENURA; SIVAKUMAR, 2017).

Os micronutrientes como as vitaminas estão envolvidas em vários processos relacionados com a transferência e armazenamento de energia, proteção e reforço do nosso sistema imunológico, formação de ossos e tecidos, atividade de outros nutrientes, formação e manutenção da estrutura e funções celulares (AŞKIN et al., 2021; MORA; IWATA; VON ANDRIAN, 2008; YAMAN et al., 2021). Grande parte das vitaminas funciona como coenzimas ou cofatores enzimáticos, mas algumas funcionam como hormônios (vitamina D). As vitaminas são classificadas como hidrossolúveis ou lipossolúveis, de acordo com a sua solubilidade em água (RAZA et al., 2021). Entre as hidrossolúveis, além da vitamina C, temos as vitaminas do complexo B, formadas por oito vitaminas que atuam individualmente e em conjunto para otimizar os processos fisiológicos do corpo humano (PETERSON et al., 2020).

Os minerais, tal como as vitaminas, não podem ser sintetizados pelo organismo e, por isso, têm que ser fornecidos pela alimentação (WANG, Xuan et al., 2021). A importância biológica que se atribui a cada mineral não está dependente da sua dose diária recomendada, elementos com doses recomendadas muito baixas são tão importantes como outros com doses recomendadas elevadas (ZEECE, 2020). Os minerais contribuem para a regulação da atividade e manutenção celular, facilitam o transporte de diversas substâncias, mantêm a atividade muscular e nervosa, e estão também envolvidos de modo indireto no processo de crescimento (NOSRATPOUR; JAFARI, 2019).

Outro nutriente importante são as fibras alimentares, resistentes à ação das enzimas digestivas humanas e constituídas de polímeros de carboidratos. As fibras podem ser divididas em solúveis e insolúveis: as fibras solúveis dissolvem-se em água, formando géis viscosos, resistente à digestão, mas podem ser parcialmente ou totalmente fermentada pelas bactérias presentes no cólon em ácidos graxos de cadeia curta no intestino grosso (SOLIMAN, 2019). São solúveis as pectinas, as gomas, a inulina e algumas hemiceluloses. Entretanto, nas fibras insolúveis como hemicelulose, celulose e lignina, que não formam géis, a fermentação é limitada (GILL et al., 2021).

Com o aumento dos estudos sobre a microbiota intestinal e como sua modulação pode interferir diretamente na saúde ou na doença do ser humano, a fibra alimentar tem ganhado destaque por serem importantes fontes de energia para as bactérias presentes no cólon. Isso porque algumas fibras alimentares servem como um tipo de prebiótico, ou seja, substrato para bactérias benéficas, favorecendo sua fixação e crescimento. Dessa forma, a atividade desses microrganismos benéficos é estimulada através dos variados metabólitos provenientes da degradação dessas fibras (HIJOVÁ; BERTKOVÁ; ŠTOFILOVÁ, 2019; MILANI et al., 2017; MYHRSTAD et al., 2020)

O consumo adequado de fibras leva a um aumento da diversidade microbiana e produção de ácidos graxos de cadeia curta que atuam na regulação no metabolismo do hospedeiro, sistema imunológico e proliferação celular, além dessa ingestão estar relacionada à saúde metabólica geral (BARBER et al., 2020; MAKKI et al., 2018; REZENDE; LIMA; NAVES, 2021).

Uma microbiota intestinal saudável tem sido associada a um papel importante na modulação de mecanismos de diversas doenças, auxiliando na prevenção e tratamento delas. Como nas doenças gastrointestinais, metabólicas, inflamatórias, cardiovasculares, autoimunes, neurológicas e entre outras. Da mesma forma, uma microbiota intestinal desequilibrada facilita o desenvolvimento de patologias (FAN; PEDERSEN, 2021; KAZEMIAN et al., 2020; SWANN et al., 2020).

2.6. Compostos bioativos em frutas

As frutas são consideradas fontes importantes de compostos com propriedades bioativas, que atuam como promotores de benefícios complementares à saúde. Eles agem como moduladores dos processos metabólicos, prevenindo o aparecimento precoce de doenças degenerativas. Esses compostos são, em geral, produzidos através do metabolismo secundário das plantas, como forma de proteger contra agressores presentes no ambiente (ERB; KLIEBENSTEIN, 2020; YANG, L.; WEN, K.-S.; RUAN, X.; ZHAO, Y.-X.; WEI, 2018; ZAYNAB et al., 2018)

Os efeitos benéficos das frutas e legumes têm sido atribuídos, entre outras coisas, ao alto conteúdo de compostos bioativos. Estudos realizados nas últimas décadas mostraram que eles apresentam papéis importantes na prevenção de doenças crônicas, incluindo câncer, diabetes e hipercolesterolemia (JIANG et al., 2020; MAQSUD et al., 2019; MONSALVE et al., 2017). Um dos que ganham destaque em frutas são os compostos fenólicos.

Os compostos fenólicos são amplamente distribuídos na natureza e fazem parte dos metabólitos secundários de plantas, estão envolvidos em muitos processos dos sistemas biológicos das plantas. Eles apresentam em sua estrutura química um anel aromático tendo um ou mais grupos hidroxila, podendo assim variar de uma simples molécula fenólica a um polímero complexo de alto peso molecular (FRAGA et al., 2019). Os compostos fenólicos se encaixam em diferentes categorias, conforme o número de anéis aromáticos e os elementos estruturais que se ligam a esses anéis. Os principais grupos são: fenólicos simples, ácidos hidroxibenzoicos, ácidos hidroxicinâmicos, ácidos fenilacéticos, flavonoides, estilbenos, taninos condensados, lignanas e ligninas (KAWABATA; YOSHIOKA; TERAO, 2019).

2.7. Radicais livres e antioxidantes

Radicaís livres são moléculas instáveis, que apresentam um elétron livre que têm a tendência a se ligar com outro elétron, dessa forma pode ocorrer uma reação de oxidação ou redução (GEORGIU et al., 2021; SCHERLINGER; TSOKOS, 2021). Esses radicaís podem ser obtidos de fonte endógena e/ou exógena, sendo que de forma endógena se dá através de sua produção pelas células. Já na fonte exógena, eles são adquiridos por fatores presentes no ambiente como por exemplo, poluição ambiental, radiação ultravioleta, tabagismo, agrotóxicos, álcool, substâncias presentes em alimentos, estresse (PHANIENDRA; JESTADI; PERIYASAMY, 2015; SAIKOLAPPAN et al., 2019).

Os radicaís livres geralmente são classificados em dois grupos: espécies reativas de oxigênio (ERO) e espécies reativas de nitrogênio (RNS). Como exemplos de ERO temos o superóxido ($O_2\bullet$), peróxido de hidrogênio (H_2O_2), o ácido hipocloroso ($HOCl$) e o radical hidroxila ($OH\bullet$). As espécies

reativas de nitrogênio (RNOS) são representadas pelo composto não radical peroxinitrito (OONO⁻) e o radical dióxido de nitrogênio (NO₂) (AL-SHEHRI, 2021). O problema não é a existência desses radicais no nosso organismo, até porque isso ocorre de forma natural, mas quando em excesso eles podem ocasionar danos celulares, contribuindo para o desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis.

Para inibir a produção dos radicais livres, é necessário a presença de antioxidantes, substâncias que retardam ou minimizam a velocidade da oxidação desses radicais, por diferentes mecanismos, buscando equilibrar essa relação no corpo humano (DURAZZO et al., 2019). Os antioxidantes podem ser classificados de acordo com seu mecanismo de ação em primários, sinergistas, removedores de oxigênio, biológicos, agentes quelantes e antioxidantes mistos. E pela sua fonte em enzimáticos e não enzimáticos, os enzimáticos são aqueles produzidos pelo próprio organismo, que atuam como sistema de defesa celular, sendo eles, a superóxido dismutase, a catalase, a glutatona redutase e peroxidase (FRANCENIA SANTOS-SÁNCHEZ et al., 2019).

Os antioxidantes não enzimáticos ainda podem ser sintéticos ou naturais. Os sintéticos possuem maior estabilidade, os comumente mais utilizados na indústria de alimentos são o BHA (2,3-terc-butil-4-hidroxianisol), BHT (2,6-diterc-butil-p-creso) e TBHQ (terc butil hidroquinona) (DE OLIVEIRA PATEIS et al., 2018; MASUCHI et al., 2008; RYCHEN et al., 2018). Porém alguns estudos têm demonstrado que o uso desses sintéticos estão relacionados a reações adversas (BOROUJENI; HOJJATOLESLAMY, 2018; WEBER, 2014). Dessa forma, a busca por fontes naturais de antioxidantes está mais intensa, para que esses possam substituir os sintéticos ou fazer associações entre eles, diminuindo dessa forma sua concentração nesses alimentos (HEŞ et al., 2019). Os antioxidantes naturais são encontrados nos alimentos, em maior ocorrência naqueles de origem vegetal, os quais se destacam vitaminas, minerais, carotenoides e compostos fenólicos (BARTEKOVÁ et al., 2021; XU, Dong-Ping et al., 2017).

2.8. Câncer e quimioprevenção

O câncer representa um grave problema de saúde pública, sendo uma das principais causas de mortalidade e morbidade em todo o mundo. A doença caracteriza-se por um crescimento desordenado de células que invadem os tecidos e órgãos podendo espalhar-se (metástase) para outras regiões do corpo (HANNA et al., 2020; ORCHARD et al., 2020; PARK; PYUN; PARK, 2020). Com uma rápida divisão, estas células tendem a ser muito agressivas e incontroláveis, determinando a formação de tumores, podendo ser resistentes ao tratamento e muitas vezes causar a morte do indivíduo (LEE; TAN; OON, 2018).

A etiologia do câncer é complexa e multifatorial, as causas são variadas, podendo ser externas ou internas ao organismo, as de caráter externo relacionam-se ao meio ambiente, como por exemplo, hábitos alimentares, estilo de vida, carga de ansiedade e estresse. As causas internas são, na maioria das vezes, uma predisposição genética. Esses fatores podem interagir de várias formas, aumentando a probabilidade do desenvolvimento do câncer (AVGERINOS et al., 2019; LEWANDOWSKA et al., 2019).

A quimioprevenção atua para inibir, atrasar ou reverter o início do câncer usando agentes naturais ou sintéticos. Pode ser dividida conceitualmente em três partes: prevenção primária, para diminuir o risco de ocorrência da doença em indivíduos saudáveis, prevenção secundária, prevenção de lesões pré-maligna a transformações malignas e prevenção terciária, para evitar metástases ou recidivas do câncer (BALL et al., 2019; GU; LI, 2020; KRSTIC et al., 2019).

Diante desse cenário, torna-se imprescindível encontrar, desenvolver e introduzir no âmbito terapêutico, novos fármacos (sintéticos ou naturais), para o tratamento de pacientes com câncer a fim de possibilitar reais oportunidades de controle da doença com menos reações adversas e a preços acessíveis (DENG et al., 2020; HAQUE; BRAZEAU; AMIN, 2021; LIU, Yiman et al., 2020; SAINI et al., 2020).

3. Materiais e métodos

3.1. Amostras

No presente estudo, foram coletados 7 kg de frutos, escolhidos aleatoriamente de três espécimes considerando o grau de maturação, selecionando aqueles de cor roxa escura, no município de Guarapari - ES. (20 ° 32'32,3 "S 40 ° 36'09,1" W) (-20,542296, -40,602540). As amostras foram imediatamente transportadas em caixas térmicas até o laboratório, onde foram lavadas com água, e separadas manualmente em casca com polpa e sementes, já que a casca é comestível. Uma parte da amostra foi congelada a -80 ° C e liofilizada por 48 h (Enterprise I Lyophilizer, Terroni) e a outra parte, ainda fresca, foi homogeneizada em um processador de alimentos para análise da composição centesimal, pH e acidez. A identificação botânica foi realizada na Universidade Vila Velha (ES, Brasil), pela Dra. Solange Schneider e o voucher da espécie n ° 2620 foi depositado no herbário da Universidade Vila Velha. Os frutos foram medidos quanto ao peso e comprimento (n = 100).

3.2. Composição centesimal

Todas as análises foram realizadas em triplicata de acordo com a metodologia descrita pela AOAC (AOAC, 2016). O teor de umidade foi determinado em estufa a 75°C até atingir peso constante em estufa de circulação forçada; o teor de cinzas foi determinado por incineração a 550°C até peso constante; as proteínas totais foram avaliadas pelo método de Kjeldahl, e a gordura total foi determinada pelo método de Soxhlet. A determinação do teor de fibra alimentar total, solúvel e insolúvel das amostras foi realizada pelo método enzimático-gravimétrico, com base na metodologia oficial da AOAC 991,43 utilizando o kit de análise de fibra alimentar total. (Kit de ensaio de fibra alimentar total, Sigma®). O conteúdo total de carboidratos foi obtido por subtração simples.

3.3. Perfil mineral por ICP-OES

Para a digestão das amostras, um forno de micro-ondas com rotor de 12 tubos Berghoff Speedwave Four (Berghoff Instruments, Eningen, Alemanha) com capacidade de 60 mL, potência máxima de

2.000 W, limite de pressão e temperatura de 100 bar e 230 ° C, respectivamente. 0,5 g das amostras foram pesadas em tubos de microondas. As barças foram colocadas nos tubos com adição de 2 mL de HNO₃ 70 vol.% E 0,5 mL de H₂O₂ 30% vol. Os tubos permaneceram abertos por 20 minutos para evitar a interrupção do processo devido à alta pressão. Posteriormente, os frascos foram devidamente fechados e colocados nas posições do rotor e a mistura foi submetida à digestão assistida por microondas. Após o resfriamento, a solução resultante foi quantitativamente transferida para um tubo de polipropileno e o volume foi preenchido até 10 mL com água ultrapura e então analisado por espectrometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado (ICP OES). O espectrômetro óptico utilizado neste trabalho foi o iCAP 6000 (Thermo Fisher Scientific, Cambridge, England) com visão radial e axial. O sistema de introdução da amostra consistia em um nebulizador concêntrico acoplado a uma câmara de nebulização ciclônica e bomba peristáltica. As condições operacionais do ICP OES para análise foram: 1200 W de potência de RF, fluxo de gás de plasma de 12 L / min, fluxo de gás auxiliar de 0,5 L / min, fluxo de gás do nebulizador de 0,65 L / min, fluxo de amostra de 0,6 mL / min com nebulizador concêntrico e câmara de nebulização ciclônica. Todas as amostras foram analisadas em triplicado. A quantificação foi realizada por curva de padronização externa com 5 pontos em triplicata para cada metal utilizando solução padrão individual (Material de Referência Certificado).

3.4. Perfil de lipídios

A extração dos lipídios das sementes e polpas com casca foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Bligh & Dyer. (BLIGH; DYER, 1959) e derivatização de acordo com o método descrito por Joseph e Ackman (JOSEPH; ACKMAN, 1992). Os ésteres metílicos foram analisados em um cromatógrafo de gás (Shimadzu modelo GC-2014, Kyoto, Japão) acoplado a um detector de ionização de chama (FID), com uma coluna capilar HP-INNOWAX (50 mx 0,20 mm di x 0,20 µm) (Agilent, Santa Clara, EUA) nas seguintes condições cromatográficas: injetor a 250 °C, operando em modo split 1:10 por 1,0 min; fluxo de nitrogênio a 1,25 mL / min; temperatura do detector: 260 °C; rampa de temperatura do forno: a partir de 150 °C, aumentando de 10 °C / min até 260 °C mantendo essa

temperatura por 9 min. Uma solução de éster metílico de ácido graxo (GLC-85, Nu-Check-Prep, Elysian, EUA) foi injetada no GC-FID nas mesmas condições que a amostra para a identificação do composto. A quantificação dos ésteres metílicos de ácidos graxos foi realizada pelo método do padrão interno usando tricosanoato de metila (C23: 0Me, Nu-Check-Prep, Elysian, EUA) (VISENTAINER, 2012). As análises foram realizadas em triplicata.

3.5. Determinação do pH e acidez total titulável

Pesou-se 5,0 g de frutas frescas homogeneizadas em frasco cônico de 250 mL e adicionou-se 100 mL de água ultrapura e homogeneizou-se novamente em ultraturrax (5000 rpm) por um minuto, sendo a medição do pH realizada diretamente no pHmetro. Para a determinação da acidez, a mesma amostra foi titulada com solução de hidróxido de sódio 0,1 M sob agitação constante até pH = 8,2-8,4, utilizando-se medidor de pH como indicador. A acidez foi calculada pela seguinte equação expressa em mg de ácido tartárico: $Acidez\ total\ (g / 100\ g) = (V \times f \times M \times 150) / (10 \times P \times n)$, onde V = volume de solução de hidróxido de sódio gasto na titulação em mL; f = fator de correção para solução de hidróxido de sódio; M = molaridade da solução de hidróxido de sódio; 150 = peso molecular do ácido tartárico; P = massa da amostra em g; n = número de hidrogênios ionizáveis de ácido tartárico (ZENEBO; PASCUET; TIGLEA, 2008). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

3.6. Determinação dos ácidos orgânicos

A extração do ácido foi realizada pesando 1,0 g de amostra liofilizada em frasco volumétrico de 50 mL e ajustado com fase móvel. Após 15 minutos em banho de ultrassom (80 Hz), a solução foi filtrada em papel filtro, filtrada em membrana de 0,45 µm, transferida para frascos e injetada no cromatógrafo. A determinação dos ácidos tartárico, málico, ascórbico e cítrico foi realizada em cromatógrafo líquido (Breeze, Waters) de acordo com (Scherer et al., 2012). Os ácidos foram separados em uma coluna Agilent Eclipse C18 (150 x 4,6 mm; 5 µm) no modo de eluição isocrática. A fase móvel usada foi uma solução aquosa de KH₂PO₄ 0,01 M com pH ajustado para 2,6 com ácido fosfórico a uma taxa de fluxo de 0,5 mL / min. A identificação foi baseada em tempos de retenção e co-cromatografia. O volume de injeção foi de 20 µL e o detector de UV ajustado para 250 nm para

ácido ascórbico e 210 nm para outros ácidos. A quantificação foi realizada por curva de padronização externa com 5 pontos para cada ácido orgânico. As maiores concentrações das curvas foram 0,25; 0,5; 0,05 e 0,5 mg / mL para os ácidos tartárico, málico, ascórbico e cítrico, respectivamente, os demais foram obtidos por diluição seriada com fase móvel. Curvas de calibração também foram utilizadas para avaliar a faixa de linearidade. Os limites de limite de detecção (LD) e quantificação (LQ) foram calculados pela razão sinal-ruído, onde LD foi definido como a concentração do analito produzindo um sinal três vezes maior que a amplitude do ruído e seis vezes para o LQ.

3.7. Determinação das vitaminas do complexo B

Uma quantidade de 500 mg de amostra liofilizada foi extraída com 10 mL de solução de etanol / H₂O 1: 1 (v: v) com 0,2 mM de HCl em banho ultrassônico por 10 minutos. Em seguida, as amostras foram centrifugadas por 1 minuto a 12.000 rpm, e 1 mL da solução foi diluída com 1 mL de H₂O e transferida para um frasco de 2 mL para análise por LC / MS / MS. O equipamento utilizado foi um cromatógrafo líquido Acquity UPLC I-Class (Waters Corporation, Milford, MA, US) acoplado a um detector de massa tandem quadrupolo Xevo TQ-S micro (Waters Corporation, Milford, MA, US) com ionização por eletrospray (LC -ESI-MS / MS) no modo positivo [M + H] +. Um Acquity UPLCBEH C18 100 mm x 2,1 mm; Utilizou-se uma coluna de 1,7 µm (Waters Corporation, Milford, MA, US) a 45 °C. A fase móvel consistia em uma solução aquosa de ácido fórmico (0,1%) (A) e acetonitrila (B) usando um gradiente de eluição a 0,4 mL / min, começando com 1% B de 0 a 2 min, 1-55% B em 2-3 min, 55-99% B em 3,0-3,1 min, 99% B em 3,1-4,0 min, 99-1% B em 4,0-4,1 e 1% B de 4,0 a 5,0 min para condicionamento de coluna para a próxima injeção. A quantificação foi realizada por curva de calibração externa com 7 pontos. Os limites de limite de detecção (LD) e quantificação (LQ) foram calculados pela razão sinal-ruído, onde LD foi definido como a concentração do analito produzindo um sinal três vezes maior que a amplitude do ruído e seis vezes para o LQ.

3.8. Preparação do extrato

A extração foi realizada utilizando 20 g de material liofilizado para 200 mL de etanol 99,8%

pelo método de maceração assistida por ultrassom. Após 2 ciclos de 30 minutos, os extratos foram filtrados em papel filtro. Esse processo foi repetido duas vezes. As frações orgânicas foram então reunidas e evaporadas através de rota evaporador até remoção do etanol, e posteriormente, liofilizadas.

3.9. Determinação de compostos fenólicos

A análise do perfil dos compostos fenólicos foi realizada por cromatografia líquida acoplada a espectrometria de massas de alta resolução (HPLC-MS/MS Orbitrap) segundo (BARBOSA et al., 2018). Em resumo, 0,1 g das amostras foram extraídos com maceração assistida por ultrassom usando 10 mL de solução de acetona (70), água (29,9) e ácido clorídrico (0,1) (v/v/v). O sobrenadante obtido após centrifugação (3500 rpm, 15 min) foi filtrado em membrana (0,45 µm, Whatman, Clifton, NJ, EUA), e mantidos a -4°C até sua análise. Os extratos foram analisados em um sistema UHPLC Accela acoplado a um detector de massas Q-Exactive Orbitrap HRMS (Thermo Fisher Scientific, San Jose, CA, EUA). A separação foi realizada em uma coluna de fase reversa Ascentis Express C18 de camada porosa (150 × 2,1 mm, 2,7 µm) (Supelco, Bellefonte, PA, EUA), com gradiente de eluição com fase móvel A: solução aquosa de ácido fórmico a 0,1%, e fase móvel B: e acetonitrila acidificada com ácido fórmico a 0,1%. As condições foram as seguintes: 0-1 min 10% B (isocrático); 1-20 min, gradiente linear de 10% a 95% B; 20-23 min 95% B (isocrático); 23-24 min 10% B; e de 24 a 30 min reequilíbrio da coluna. A taxa de fluxo da fase móvel foi de 0,3 mL/min, e o volume de injeção foi de 10 µL. O detector de massas estava equipado com uma fonte de ionização por eletrospray aquecida (HESI-II) operado em modo de ionização negativa e positiva. O nitrogênio foi usado como gás de bainha, gás de varredura e gás auxiliar em taxas de fluxo de 60, 0 e 10 au (unidades arbitrárias), respectivamente. A temperatura do aquecedor HESI-II a 350 °C e a tensão capilar a -2,5 kV foram aplicadas. A temperatura capilar do instrumento foi fixada em 320 °C, e um nível SLens RF de 50 V foi usado. O sistema Q-Exactive Orbitrap HRMS foi ajustado e calibrado usando solução de calibração Thermo Fisher comercialmente disponível a cada 3 dias. O instrumento HRMS foi operado em modo de varredura MS completo com intervalo am / z de 100 a 1500 a uma resolução de massa

de 70.000 largura total a meio máximo (fwhm) em m/z 200, com um alvo de controle automático de ganho (AGC) (o número de íons para preencher o C-Trap) de $1,0E6$ com um tempo máximo de injeção (IT) de 200 ms. Os dados brutos do HRMS foram processados pelo software ExactFinder v2.0 (Thermo Fisher Scientific), aplicando uma lista de banco de dados de massa precisa do usuário alvo compreendendo os 38 polifenóis estudados e caracterizados. Parâmetros incluindo tempo de retenção cromatográfica, erros de massa precisos, padrões isotópicos e espectros de íons de produto com energias de colisão normalizadas escalonadas foram usados para fins de identificação e confirmação.

3.10. Atividade antioxidante

DPPH

Esse ensaio foi realizado segundo a metodologia de Scherer e Godoy (SCHERER; GODOY, 2009) com algumas modificações. Foram utilizados 20 μL do extrato nas concentrações de 16 a 1000 $\mu\text{g/mL}$ e 280 μL de DPPH (40 $\mu\text{g/mL}$), ambos em etanol. Para o branco, foram utilizados 20 μL de etanol e 280 μL de DPPH. Após 60 minutos de incubação no escuro, a leitura foi realizada a 517 nm. O índice DPPH foi calculado através da equação 1: $I (\%) = [(Abs B - Abs T) / Abs B] \times 100$, onde, Abs B é a absorbância média do branco e Abs T é a absorbância do teste. O IR 50 foi calculado pela equação da reta obtida da curva de calibração (concentração versus o índice DPPH correspondente). A ação antioxidante dos extratos foi expressa pelo índice de atividade antioxidante (IAA), que é calculado através da equação 2: $IAA = DPPH \text{ final } (\mu\text{g/mL}) / IR 50 (\mu\text{g/mL})$. Os valores de AAI foram classificados como: fracos (AAI <0,5), atividades antioxidantes moderadas (0,5-1,0), fortes (1,0-2,0) e muito fortes (AAI > 2,0).

ABTS

O ensaio foi realizado através da metodologia de Re e colaboradores (RE et al., 1999) modificada. Foram preparados 7 mM de ABTS e 2,45 mM de persulfato de potássio diluídos em água, deixando reagir por 12-16h no escuro para formação do radical ABTS. Foram utilizados 30 μL do extrato na concentração de 1000 $\mu\text{g/mL}$ em etanol e 270 μL do reagente de ABTS.

Após 1 minuto, a leitura foi realizada em 734 nm. O índice de redução percentual (IR%) foi expresso pela equação 1: $I (%) = [(Abs B - Abs T) / (Abs B)] \times 100$, onde, Abs B é a absorbância média do branco e Abs T é a absorbância.

3.11. Avaliação de Citotoxicidade

Foi realizada pelo método sulforodamina B (SRB), onde o SRB se liga eletrostaticamente aos resíduos de aminoácidos básicos das proteínas, após a fixação com ácido tricloroacético (TCA). A leitura da absorbância é determinada no comprimento de onda 515 nm (RUBINSTEIN et al., 1990; SKEHAN et al., 1990).

3.12. Atividade Quimiopreventiva

Ensaio de atividade inibitória de NF-κB induzido por TPA

O ensaio foi realizado segundo descrito por Homhual e colaboradores (HOMHUAL et al., 2006). A linhagem celular empregada foi a 293-NF-κB (células embrionárias renais 293, transfectada com o gene NF-κB-luciferase). Para o cálculo da porcentagem de inibição de NF-κB, à cada valor de luminescência lido foi aplicado na equação : $\% \text{ Inibição NF-}\kappa\text{B} = 100 - (LA \times 100/LT)$, onde LA = luminescência da solução na presença do inibidor LT = média do valor de luminescência da solução do controle negativo.

Ensaio in vitro de indução da quinona redutase

O ensaio de indução da quinona redutase foi realizado segundo método descrito por Prochaska; Santamaria (PROCHASKA; SANTAMARIA, 1988) com modificações por Gerhäuser e colaboradores (GERHÄUSER et al., 1997). Para a avaliação dos extratos como indutores da enzima quinona redutase, foi empregada cultura de hepatoma de rato, Hepa1c1c7. Os resultados foram expressos pela razão de indução (IR) da atividade QR = [atividade enzimática específica do agente tratado grupo] / [média da atividade enzimática específica do grupo de controle DMSO] (KANG; PEZZUTO, 2004). Para amostras com $IR > 2$, o extrato foi considerado ativo.

3.13. Análise estatística

A análise estatística foi realizada por uma análise de variância unilateral (ANOVA) usando o software BioEstat 5.0. Quando a ANOVA mostrou diferenças significativas, o teste de Tukey foi usado para análise post hoc ($p < 0,05$).

4. Resultados e discussão

Aspectos visuais da fruta

O fruto apresenta um pericarpo verde fino quando menos maduro e púrpura escuro quando maduro. Apresenta um mesocarpo rosado carnudo típico de antocianinas em pH ácido. Seu endocarpo tem uma aparência gelatinosa semitransparente contendo de 4 a 7 sementes ovóides amarelas fortemente aderidas a ele. Os frutos podem ser classificados como simples, carnudos, com características indeiscentes e silvestres (SOUZA, Luiz Antonio de, 2009). Seu tamanho variou de 1,4 a 3,0 cm de diâmetro, com peso médio de $3,40 \pm 0,97$ g (Figura 1).

O rendimento de polpa / casca obtido pela relação entre o peso do fruto inteiro e o peso do fruto após a extração das sementes foi de 2,1% de polpa / casca e 27,9% de semente, valores que indicam potencial aproveitamento como fruto fresco ou para uso industrial, por exemplo na produção de polpas de suco.



Figura 1. Frutos de araçáúna. Fonte: Arquivo pessoal.

Composição centesimal

Os resultados da composição centesimal da polpa / casca e das sementes de araçauína são apresentados na Tabela 1. A polpa / casca apresentou significativamente ($p < 0,05$) maior umidade e teor de cinzas do que as sementes, por outro lado, apresentou-se significativamente ($p < 0,05$) menor teor de fibra e lipídios do que sementes. Não houve diferença significativa no conteúdo de proteína. Até o momento, não foram encontrados dados na literatura sobre a composição da araçauína, então os resultados foram comparados com outras frutas berries. Comparando resultados com estudos anteriores (DE SOUZA, Vanessa Rios et al., 2014) com morango, amora e mirtilo, foi possível verificar que a araçauína apresentou menor valor de umidade e maiores quantidades de carboidratos, cinzas e fibras totais (Tabela 1).

Do teor de fibra obtido, pode-se afirmar que 26,48% do valor de fibra diário recomendado, segundo a FAO (2003), é alcançado com a ingestão de 100 gramas de polpa de fruta / casca, enquanto a quantidade de 92,12% é atingida se a mesma quantidade for consumida de sementes de frutas. Esses resultados são promissores do ponto de vista nutricional, uma vez que as fibras alimentares têm destaque na prevenção e no tratamento de doenças, como diabetes, obesidade, doenças cardiovasculares, entre outras (LOTTENBERG; FAN; BUONACORSO, 2010). Principalmente no contexto microbiota intestinal e efeitos na saúde humana, visto que muitas fibras alimentares atuam como substratos, atuando de forma seletiva para microrganismos benéficos, facilitando sua fixação e proliferação. Dessa forma, esses microrganismos serão capazes de exercer sua modulação e função no corpo humano, prevenindo e sendo funcional no tratamento de diversas doenças (DURACK; LYNCH, 2019; KHO; LAL, 2018).

Ao separar e quantificar os teores de fibra solúvel e insolúvel (Tabela 1), observa-se que o fruto apresentou maior quantidade de fibra insolúvel, que pode estar associada, se consumida, ao aumento do volume do bolo fecal estimulando e regulando a evacuação peristáltica para melhor função intestinal (BERNAUD; RODRIGUES, 2013).

Tabela 1. Composição centesimal (g / 100g) e mineral (mg / 100g) da polpa e da semente da fruta fresca arauáua (*Psidium myrtoides*)

Nutrientes	Polpa	Semente	Morango*	Amora*	Mirtilo*
Kcal (kcal/100g)	50,0	55,2	29,4	49,6	49,9
Carboidratos	11,5	10,3	6,3	10,2	11,5
Proteínas	0,7 ± 0,01a	0,6 ± 0,1a	0,5 ± 0,02	1,3 ± 0,06	0,5 ± 0,01
Lipídios	0,2 ± 0,01b	1,3 ± 0,03a	0,3 ± 0,02	0,4 ± 0,05	0,2 ± 0,01
Fibras Totais	7,7 ± 0,55b	25,1 ± 0,58a	1,3 ± 0,18	4,5 ± 0,67	2,0 ± 0,46
Fibras insolúveis	6,7 ± 0,27b	23,0 ± 0,89a	NA	NA	NA
Fibras solúveis	1,0 ± 0,61b	2,1 ± 1,06a	NA	NA	NA
Cinzas	0,8 ± 0,03a	0,5 ± 0,03b	0,4	0,2 ± 0,02	0,1 ± 0,00
Umidade	79,2 ± 0,1a	62,4 ± 0,74b	92,7 ± 0,17	87,9 ± 0,6	87,7 ± 0,14
Cálcio total	< 0,5	23,8 ± 0,7	2,2 ± 0,05	7,3 ± 0,35	0,0 ± 0,00
Ferro total	0,2 ± 0,0b	0,6 ± 0,0a	1,0 ± 0,02	1,3 ± 0,1	1,2 ± 0,01
Fósforo total	5,4 ± 0,1b	21,7 ± 0,5a	6,6 ± 0,16	7,3 ± 0,35	8,6 ± 0,10
Magnésio total	5,0 ± 0,1b	13,0 ± 0,4a	8,8 ± 0,21	15,7 ± 0,06	4,9 ± 0,06
Potássio total	114 ± 1,5a	81,0 ± 0,9b	51,2 ± 1,21	79,7 ± 3,87	70,1 ± 0,81
Sódio total	14,8 ± 0,2a	7,5 ± 0,2b	NA	NA	NA
Zinco total	0,1 ± 0,00b	0,2 ± 0,0a	0,2 ± 0,00	0,2 ± 0,01	0,2 ± 0,00
Silício	0,7 ± 0,01a	0,4 ± 0,0b	NA	NA	NA

* Souza, et al., 2014. NA = não disponível. Letras diferentes na mesma linha correspondem a diferenças significativas (p <0,05).

Minerais

Para uma melhor análise da composição de micronutrientes da fruta, foi adotada a classificação dos alimentos em “alimento fonte” (contendo mais de 5% do DRI - Dietary Reference Intakes - valor em uma porção), um “alimento de boa fonte” (contendo entre 10% e 20% do valor de DRI em uma

porção) e “alimento de excelente fonte” (que contém mais de 20% do valor de DRI em uma porção) (PHILIPPI, 2008). Ao avaliar o teor de composição mineral dos frutos de araçauína, foi possível observar que os frutos apresentaram valores consideráveis de potássio (Tabela 1). Este mineral é importante, segundo a literatura, na saúde cardiovascular, exercendo função vasoprotetora, principalmente no contexto da hipertensão e pré-hipertensão (OKAYAMA et al., 2016). Outros minerais que também apresentaram teores relevantes em ambas as amostras foram sódio, fósforo e magnésio. Um crescente corpo de evidências demonstra que a suplementação de magnésio atua na prevenção e/ou no tratamento de numerosas doenças como diabetes, doenças cardiovasculares, doenças digestivas, do sistema nervoso, respiratório e câncer (GRÖBER; SCHMIDT; KISTERS, 2015; KIRKLAND; SARLO; HOLTON, 2018; LIU, Man; DUDLEY, 2020).

Apesar da araçauína não ter sido considerada fonte de nenhum dos minerais analisados na polpa / casca, a semente pode ser considerada fonte de ferro, com valores de 9,5% de DRI. Ao comparar os minerais presentes na polpa / casca com as demais bagas descritas na Tabela 1, verifica-se que a araçauína apresentou as maiores concentrações de potássio do que as três frutas. Outros minerais foram analisados, como selênio, manganês, cromo, lítio, cobre, cobalto e alumínio. Porém, não apresentaram valores acima do LQ.

Acidez, pH e ácidos orgânicos

Os resultados obtidos na quantificação dos ácidos orgânicos são apresentados na Tabela 2. De acordo com os valores obtidos, os dois principais ácidos orgânicos presentes na fruta foram o ácido tartárico e o ácido cítrico, respectivamente. O ácido málico e o ácido ascórbico (Vitamina C) apresentaram valores abaixo do LQ. Portanto, a araçauína não pode ser considerada uma boa fonte de vitamina C, uma vez que o consumo de frutas deve ficar em torno de 2,5 kg para atender à recomendação de consumo diário de vitamina C para um adulto.

Os frutos apresentaram valores de pH de $3,23 \pm 0,04$ e acidez total titulável de $2,9 \pm 0,1$ g / 100 g de fruta in natura, expressa em ácido tartárico, por ser o ácido predominante na fruta. O teor de acidez do araçá amarelo (*Psidium catleyanum*), do mesmo gênero, foi de $0,93 \pm 0,03$ g / 100 g de ácido

cítrico (VANIN, 2015), demonstrando que o araquá apresenta teores de ácidos orgânicos superiores ao do araquá amarelo.

Vitaminas do complexo B

A maioria das vitaminas do complexo B são conhecidas por atuarem como coenzimas das reações de catabolismo dos macronutrientes, gerando produção de energia para o organismo (DANTAS et al., 2012). Sete vitaminas do complexo B foram analisadas e os resultados são expressos na Tabela 2.

Com base nos resultados obtidos é possível afirmar que a semente apresentou maiores teores de vitamina B1, enquanto a polpa / casca obteve maiores valores de vitamina B2 e B5. A riboflavina (B2) é essencial para a formação de eritrócitos, neoglicogênese e regulação das enzimas tireoidianas. A vitamina B5 está envolvida no metabolismo dos ácidos graxos e também na síntese de compostos como hormônios esteróides, colesterol e fosfolipídios (VANNUCCHI, 2009).

Os resultados mostraram que a polpa / casca atinge 6% da recomendação diária de Tiamina (B1), enquanto a semente chega a 14%, de acordo com os valores usados como referência pelo Dietary Reference Intakes (RDI) (PADOVANI et al., 2006). Assim, segundo a classificação de PHILIPPI (2008), a polpa / casca pode ser considerada uma fonte de Vitamina B1, enquanto a semente é uma boa fonte. A presença dessa vitamina é necessária no metabolismo de carboidratos e energia, participando como coenzima de complexos enzimáticos. A deficiência desse composto no organismo provoca alguns sintomas, como fraqueza, distúrbios nervosos, desnutrição protéico-calórica (COMBS, 2012).

Tabela 2. Teor de vitaminas e ácidos orgânicos na polpa / semente e sementes dos frutos de araçauína.

Vitaminas	Linearidade (r ²)	LD (µg/mL)	LQ (µg/mL)	Pulp (µg/100 g)	Seed (µg/100 g)
Ácido tartárico	0.9995	1.35	2.71	3.08 ± 0,2	< LQ
Ácido málico	0.9997	2.72	5.45	< LQ	< LQ
Ácido ascórbico (Vit. C)	0.9983	0.23	0.47	< LQ	< LQ
Ácido cítrico	0.9997	0.53	1.07	2.10 ± 0,1	< LQ
Tiamina (B1)	0.9903	1.4	4.3	71.46 ± 2,9	170.5 ± 4,1
Riboflavina (B2)	0.9960	1.3	3.8	17.22 ± 0,8	16.3 ± 0,5
Ácido nicotínico (B3)	0.9927	0.4	1.1	< LQ	< LQ
Ácido pantotênico (B5)	0.9840	0.3	0.8	17.99 ± 1,3	17.6 ± 0,2
Piridoxina (B6)	0.9940	0.1	0.4	1.2 ± 0,05	2.4 ± 0,01
Biotina (B7)	0.9955	1.5	4.7	0.11 ± 0,0	0.3 ± 0,0
Cianocobalamina (B12)	0.9995	0.3	0.9	< LQ	< LQ

LD: Limite de detecção; LQ: Limite de quantificação;

Perfil lipídico

A Tabela 3 apresenta os teores e perfil de ácidos graxos presentes na polpa / casca e semente de araçauína. Na polpa / casca, foram quantificados 9,4% de ácido oleico monoinsaturado (n-9), 32% de ácido linoléico (n-6) e 16,2% de ácido linolênico (n-3). As sementes do fruto apresentaram 16,8% de ômega 9, 64,9% de ômega 6 e 0,4% de ômega 3. É importante ressaltar que o perfil lipídico da polpa / casca e da semente apresentou semelhanças em relação aos ácidos graxos presentes na sua composição. Houve predomínio de ácidos graxos insaturados em relação aos ácidos graxos saturados. Enquanto a polpa / casca apresentou maiores teores de ômega 3 e ácido palmítico, a semente apresentou ômega 6 e ômega 9.

Ressalta-se que polpa / casca apresentou relação 2: 1 de ômega 6 e ômega 3, o que está dentro do recomendado por promover maior conversão do ácido alfa linolênico em DHA (ácido

docosaheptaenóico). Existem estudos que observaram que uma proporção desequilibrada de n-6 / n-3 estava relacionada com a ocorrência de doenças inflamatórias (MARTIN et al., 2006). Essa relação ainda é um tópico de grande discussão, por outras evidências científicas que são contrárias ao uso dessa proporção, que apoiam que as recomendações dietéticas devem se basear no consumo total dos ácidos graxos poli-insaturados (GRIFFIN, 2008).

Tabela 3. Perfil lipídico e conteúdo na polpa / semente e sementes dos frutos de araçauína.

Ácidos graxos		Polpa		Semente	
		%	mg/g	%	mg/g
Ácido cáprico	C10:0	1.9	4.0	-	-
Ácido láurico	C12:0	1.5	3.1	-	-
Ácido mirístico	C14:0	3.8	7.8	0.1	0.7
Ácido pentadecílico	C15:0	1.4	2.8	0.0	0.3
Ácido palmítico	C16:0	24.0	48.3	9.9	72.3
Ácido palmitoléico	C16:1 ω -7	0.7	1.3	0.2	1.2
Ácido margárico	C17:0	0.3	0.5	0.1	0.7
Ácido esteárico	C18:0	7.2	14.2	6.8	48.3
Ácido oléico	C18:1 ω -9	9.4	18.4	16.8	119.5
Ácido linoléico	C18:2 ω -6	32.0	62.6	64.9	458.5
Ácido linolênico	C18:3 ω -3	16.2	31.4	0.4	2.5
Ácido araquídico	C20:0	0.8	1.6	0.4	3.1
Ácido gadoléico	C20:1 ω -9	0.3	0.6	0.2	1.2
Ácido docosanóico	C22:0	0.4	0.7	0.1	1.0
Total		99.6	197.4	99.9	709.1
Total Saturado		41.1	83.1	17.5	126.2
Total Insaturado		58.5	114.3	82.4	582.9

Compostos fenólicos

Os resultados dos compostos fenólicos estão na Tabela 4. A identificação foi realizada comparando seus dados com padrões autênticos correspondentes. Através da análise quantitativa de compostos fenólicos em extratos de polpa e semente da araçauína alguns compostos em comum foram identificados como a epicatequina, quercetina, polidatina, ácido gálico e o pirogalol. A polpa, por sua vez, apresentou alguns compostos fenólicos a mais que foram o ácido clorogênico, galato de etila, ácido 4-hidroxibenzoico, ácido 4-O-cafeoilquínico e a vanilina.

O fenólico predominante na polpa foi a quercetina, que tem se destacado em diversas pesquisas, que apontam para propriedades antioxidantes (XU, Dong et al., 2019), efeitos em sistemas enzimáticos, papel importante nas vias biológicas envolvidas na carcinogênese, inflamação, doenças cardiovasculares, contribuições na regulação da homeostase óssea (WONG; CHIN; IMA-NIRWANA, 2020), ação na composição da microbiota intestinal levando assim uma melhoria dos distúrbios metabólicos (SHABBIR et al., 2021), e recentemente têm surgido estudos que buscam entender a função da quercetina no COVID-19, demonstrando que ela poderia interferir na replicação do SARS-CoV-2 (DEROSA et al., 2021; DI PIERRO et al., 2021).

Já na semente, o principal fenólico encontrado foi o pirogalol, que exerce atividade antioxidante, antibacteriana e antisséptico (WANG, Jia et al., 2018). Mecanismos antitumorais do pirogalol foram elucidados em células de carcinoma hepatocelular (AHN et al., 2019), também se apresentou como anticancerígeno eficaz com menos toxicidade para o câncer de colón (REVATHI et al., 2019).

Os compostos mais abundantes na polpa e na semente foram o ácido gálico e o pirogalol. Sendo que o ácido gálico é amplamente isolado de várias frutas, plantas e nozes, devido a suas atividades farmacológicas (BAI et al., 2021), exercendo atividade antioxidante, anticâncer, antibacteriano, antifúngico, antiviral, antiinflamatório e antidiabético (AL ZHRANI; EL-SHISHTAWY; ASIRI, 2020; LONE; REHMAN; BHAT, 2016).

Comparando os resultados desse estudo com outros de frutas da mesma família, compostos em comum são descritos como a quercetina no araçá-boi (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh.), na grumixama

(*Eugenia brasiliensis* Lam.) e na uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess). E mais alguns fenólicos foram identificados que também apareceram nas análises realizadas com a araçauína, como o ácido gálico no araçá-boi e na uvaia, o ácido clorogênico na uvaia e a epicatequina no araçá-boi (DE ARAÚJO et al., 2019).

Tabela 4. Compostos fenólicos em polpa e semente obtidos por LC-MS / MS ($\mu\text{g} / 100 \text{ g}$ fruta fresca).

Composto	Fórmula	Fórmula [M-H]-	Massa exata m/z	Massa Experimental m/z	Erro (ppm)	Polpa	Semente
(-)- Epicatequina	C15H14O6	C15H13O6	289.07066	289.07193	0.583	3.1 \pm 0.04	0.41 \pm 0.00
Ácido 2,5-dihidroxibenzoico	C7H6O4	-	-	-	-	-	-
3,4-Dihidroxibenzaldeído	C7H6O3	C7H5O3	137.02332	137.02424	-1.294	-	-
3,4-Di-O-cafeoilquínico	C25H24O12	-	-	-	-	-	-
3-metilcatecol	C7H8O2	-	-	-	-	-	-
4,5-Di-O-cafeoilquínico	C25H24O12	-	-	-	-	-	-
4-etilcatecol	C8H10O2	-	-	-	-	-	-
4-etilguaiacol	C9H12O2	-	-	-	-	-	-
Ácido 4-hidroxibenzoico	C7H6O3	C7H5O3	137.02332	137.02425	-1.221	11.6 \pm 0.4	-
4-metilcatecol	C7H8O2	-	-	-	-	-	-
Ácido 4-O-cafeoilquínico	C16H18O9	C16H17O9	353.08671	353.08796	0.438	11.02 \pm 0.2	-
4-vinilguaiacol	C9H10O2	-	-	-	-	-	-
Arbutina	C12H16O7	-	-	-	-	-	-
Ácido betulínico	C30H48O3	-	-	-	-	-	-
Ácido cafeico	C9H8O4	-	-	-	-	-	-
Ácido clorogênico	C16H18O9	C16H17O9	353.08671	353.08796	0.438	2.55 \pm 0.1	-
Galato de etila	C9H10O5	C9H9O5	197.04445	197.04582	1.387	1.04 \pm 0.00	-
Ácido ferúlico	C10H10O4	-	-	-	-	-	-
Ácido gálico	C7H6O5	C7H5O5	169.01315	169.01403	-1.281	16.6 \pm 0.06	29.1 \pm 0.07
Guaiacol	C7H8O2	-	-	-	-	-	-
Ácido homogentísico	C8H8O4	-	-	-	-	-	-
Homoplantaginina	C22H22O11	-	-	-	-	-	-
Ácido homovanílico	C9H10O4	-	-	-	-	-	-
Morina	C15H12O8	-	-	-	-	-	-
Ácido p-cumárico	C9H8O3	-	-	-	-	-	-
Polidatina	C20H22O8	C20H21O8	389.12309	389.1244	1.306	0.11 \pm 0.00	0.22 \pm 0.00
Pirocatecol	C6H6O2	-	-	-	-	-	-
Pirogalol	C6H6O3	C6H5O3	125.02332	125.0244	-0.139	17.0 \pm 0.00	30.8 \pm 0.02

Quercetina	C15H10O7	C15H9O7	301.03428	301.03548	1.201	160.1 ± 4.1	1.31 ± 0.03
Ácido quinico	C7H12O6	-	-	-	-	-	-
Resveratrol	C14H12O3	-	-	-	-	-	-
Ácido rosmarínico	C18H16O8	-	-	-	-	-	-
Rutina	C27H32O17	-	-	-	-	-	-
Ácido sinápico	C11H12O5	-	-	-	-	-	-
Seringaldeído	C9H10O4	-	-	-	-	-	-
Ácido seringico	C9H10O5	-	-	-	-	-	-
Umbeliferona	C9H6O3	-	-	-	-	-	-
Vanilina	C8H8O3	C8H7O3	151.03897	151.03962	-2.962	1.01 ± 0.00	-

- : Não detectado

Atividade antioxidante

Para uma avaliação mais precisa das propriedades antioxidantes das amostras foram realizados dois ensaios de atividade antioxidante, que foram o DPPH e o ABTS. De acordo com os resultados obtidos, a semente da araçauína (DPPH IR50 = $116,8 \pm 0,1 \mu\text{g/mL}$; ABTS IR50 = $90,4 \pm 1,4 \mu\text{g/mL}$) apresentou uma atividade antioxidante mais forte nos métodos executados, com uma diferença significativa ($p < 0,05$) precisando de uma menor quantidade de extrato (menor IR 50) para sequestrar os radicais presentes nos ensaios do que a polpa (DPPH IR50 = $173,70 \pm 5,5 \mu\text{g/mL}$; ABTS IR50 = $116,61 \pm 6,4 \mu\text{g/mL}$).

Em comparação com um estudo sobre jamelão (*Syzygium cumini* (L.) que do mesmo modo analisaram a atividade antioxidante da polpa e da semente, os resultados obtidos apontaram também para uma maior atividade antioxidante da semente ($p < 0,05$) em comparação a polpa. Em relação aos valores encontrados, o jamelão demonstrou ter um potencial antioxidante muito inferior que a araçauína, visto que os resultados de IR50 encontrados no ensaio DPPH, foram de $5301,95 \pm 96,28$ para a polpa e $211,75 \pm 10,99$ para a semente, ambos expressos de acordo com a fruta fresca (SANTOS et al., 2020).

Já em um estudo realizado com a goiaba (*Psidium guajava* L.), o resultado foi o oposto, a casca exibiu a maior atividade antioxidante, seguido pela polpa e a semente teve a atividade mais fraca (Liu et al., 2018). Em comparação aos valores obtidos em estudo, com araçá amarelo (*Psidium cattleianum*), é possível afirmar que a araçauína foi mais eficaz no sequestro do DPPH, visto que o IC50 encontrado foi de $334,3 \mu\text{g/mL} \pm 16,5 \mu\text{g/mL}$ (DOS SANTOS PEREIRA et al., 2018).

Atividade quimiopreventiva do câncer

Os resultados para inibição do NF- κ B e de sobrevivência celular, foram avaliados por porcentagens de inibição e de sobrevivência, sendo que para inibição do NF- κ B, são considerados inibitórios aqueles com valores acima de 50% e para sobrevivência, valores abaixo de 80% são considerados tóxicos. Com isso, as amostras de polpa ($9,58 \% \pm 4,43$) e semente

(22,49 % \pm 6,15) não foram capazes de inibir o NF- κ B, pois não atingiram resultados acima de 50%, mas também não foram considerados tóxicos para a sobrevivência da célula, pois apresentaram resultados acima de 80%, 113,01% \pm 0,13 para a polpa e 108,00 % \pm 1,65 para a semente. Já no ensaio da quinona redutase, o resultado é expresso em função da razão da indução (IR), onde IR= \geq 2 significa uma capacidade inibitória da quinona redutase, que foi encontrado para a semente de araquáua por apresentar um IR = 2,00 \pm 0,00. Já a polpa não foi capaz de induzir a quinona redutase, expressando um valor de IR de 1,00 \pm 0,00. Esse resultado demonstra que a semente pode ser um potencial agente quimiopreventivo a ser explorado. Ambas amostras não foram consideradas tóxicas para as células, por apresentarem valores de sobrevivência celular superiores a 80%.

A quinona redutase (QR), uma das enzimas da fase II, é uma importante via de detoxificação, sendo um biomarcador para a pesquisa de agentes quimiopreventivos contra a fase inicial do câncer. Vários flavonoides e compostos fenólicos presentes em frutas e vegetais estão entre os mais comumente identificados como indutores da fase II enzimática (ÁVILA-GÁLVEZ et al., 2020; PEY; MEGARITY; TIMSON, 2019; ZHANG et al., 2018). Por isso a importância desse resultado positivo, em que a semente de araquáua foi capaz de induzir essa enzima, evidenciando um potencial quimiopreventivo a ser explorado.

Estudo prévio mostrou que o mirtilo (*Vaccinium myrtillus*) apresenta forte atividade quimiopreventiva e antioxidante ao inibir a proliferação do crescimento e migração da linha de células de carcinoma de pulmão humano (A549). Os autores sugerem que a ação quimiopreventiva e antiproliferativa dos mirtilos não foi limitada para um único conteúdo de compostos bioativos, mas sim vários deles agindo de forma sinérgica (BABY; ANTONY; VIJAYAN, 2018). Que remete aos resultados encontrados nesse estudo, visto que apesar da semente da araquáua não ter apresentado grandes quantidades dos compostos fenólicos, sua capacidade quimiopreventiva pode ser pelo fato dessa sinergia entre os compostos presentes nela.

5. Conclusão

Em virtude dos resultados apresentados, a fruta aracaúna demonstrou ter um ótimo perfil nutricional e baixo valor calórico (50 kcal / 100g). Sua principal vitamina (casca/polpa + semente) foi a tiamina (B1) que é necessária no metabolismo de carboidratos e energia, participando como coenzima de complexos enzimáticos. O mineral mais abundante foi o potássio, que desempenha papéis importantes no corpo humano, principalmente na saúde cardiovascular. Para o perfil dos compostos fenólicos foi identificado dez compostos na polpa e cinco na semente, sendo o composto fenólico predominante na polpa a quercetina e para a semente o pirogalol. Ambos com atividade antioxidante relatados na literatura. A semente de aracaúna demonstrou uma atividade antioxidante mais forte que a polpa, além de ter apresentado um potencial quimiopreventivo ao ser capaz de induzir a quinona redutase. A utilização de frutas nativas brasileiras, como a aracaúna, pode ser uma alternativa para a maior inserção de frutas ou seus derivados, para contribuir com uma alimentação diversificada, um melhor aproveitamento agroindustrial, além da valorização da flora brasileira. Por ter sido evidenciado que a semente é uma excelente fonte de fibras alimentares, vitamina B1, ter uma atividade antioxidante melhor que sua polpa e ter sido capaz de inibir a quinona redutase, uma criação de um produto, como por exemplo, uma farinha a partir das sementes seria uma ótima forma de exploração desses benefícios, visto que não é comum o consumo de sementes de frutas.

6. Referências

- AHN, Hyojin et al. Antitumor Effect of Pyrogallol via miR-134 Mediated S Phase Arrest and Inhibition of PI3K/AKT/Skp2/cMyc Signaling in Hepatocellular Carcinoma. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 20, n. 16, p. 3985, 16 ago. 2019. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/1422-0067/20/16/3985>>.
- AL-SHEHRI, Saad S. Reactive oxygen and nitrogen species and innate immune response. **Biochimie**, v. 181, p. 52–64, fev. 2021. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300908420303126>>.

AL ZAHRANI, Nourah A.; EL-SHISHTAWY, Reda M.; ASIRI, Abdullah M. Recent developments of gallic acid derivatives and their hybrids in medicinal chemistry: A review. **European Journal of Medicinal Chemistry**, v. 204, p. 112609, out. 2020. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S022352342030581X>>.

AOAC. **Official Methods of Analysis**. 20. ed. [S.l.: s.n.], 2016.

AŞKIN, Özge et al. Vitamin deficiencies/hypervitaminosis and the skin. **Clinics in Dermatology**, maio 2021. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0738081X21000742>>.

AVGERINOS, Konstantinos I. et al. Obesity and cancer risk: Emerging biological mechanisms and perspectives. **Metabolism**, v. 92, p. 121–135, mar. 2019. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0026049518302324>>.

ÁVILA-GÁLVEZ, María Ángeles et al. Dietary Phenolics against Breast Cancer. A Critical Evidence-Based Review and Future Perspectives. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 21, n. 16, p. 5718, 10 ago. 2020. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/1422-0067/21/16/5718>>.

BABY, Bincy; ANTONY, Priya; VIJAYAN, Ranjit. Antioxidant and anticancer properties of berries. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 58, n. 15, p. 2491–2507, 13 out. 2018. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10408398.2017.1329198>>.

BACCI, Lucas F. et al. Increased Sampling in Under-Collected Areas Sheds New Light on the Diversity and Distribution of Bertolonia, an Atlantic Forest Endemic Genus. **Systematic Botany**, v. 43, n. 3, p. 767–792, 10 set. 2018. Disponível em: <<http://www.ingentaconnect.com/content/10.1600/036364418X697490>>.

BAI, Jinrong et al. Gallic acid: Pharmacological activities and molecular mechanisms involved in inflammation-related diseases. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 133, p. 110985, jan. 2021. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S075333222031177X>>.

BALL, Somdeb et al. Breast cancer chemoprevention: An update on current practice and opportunities for primary care physicians. **Preventive Medicine**, v. 129, p. 105834, dez. 2019. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S009174351930310X>>.

BARBER, Thomas M. et al. The Health Benefits of Dietary Fibre. **Nutrients**, v. 12, n. 10, p. 3209, 21 out. 2020. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2072-6643/12/10/3209>>.

BARBOSA, Sergio et al. Detection and Quantitation of Frauds in the Authentication of Cranberry-Based Extracts by UHPLC-HRMS (Orbitrap) Polyphenolic Profiling and Multivariate Calibration Methods. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 66, n. 35, p. 9353–9365, 5 set. 2018. Disponível em: <<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jafc.8b02855>>.

BARTEKOVÁ, Monika et al. Natural and synthetic antioxidants targeting cardiac oxidative stress and redox signaling in cardiometabolic diseases. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 169, p. 446–477, jun. 2021. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0891584921002215>>.

BERNAUD, Fernanda Sarmiento Rolla; RODRIGUES, Ticiania C. Fibra alimentar – Ingestão adequada e efeitos sobre a saúde do metabolismo Dietary fiber – Adequate intake and effects on metabolism health. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, v. 57, n. 6, p. 397–405, 2013.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A RAPID METHOD OF TOTAL LIPID EXTRACTION AND PURIFICATION. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, n. 8, p. 911–917, ago. 1959. Disponível em: <<http://www.nrcresearchpress.com/doi/10.1139/o59-099>>.

BOADI, Nathaniel Owusu et al. Nutritional composition and antioxidant properties of three varieties of carrot (*Daucus carota*). **Scientific African**, p. e00801, maio 2021. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2468227621001058>>.

BOROUJENI, Leila Sedaghat; HOJJATOLESLAMY, Mohammad. Using *Thymus carmanicus* and *Myrtus communis* essential oils to enhance the physicochemical properties of potato chips. **Food Science & Nutrition**, v. 6, n. 4, p. 1006–1014, jun. 2018. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1002/fsn3.597>>.

BVENURA, Callistus; SIVAKUMAR, Dharini. The role of wild fruits and vegetables in delivering a balanced and healthy diet. **Food Research International**, v. 99, p. 15–30, set. 2017. Disponível

em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0963996917302995>>.

CAPOBIANCO, João Paulo R. **Os biomas brasileiros**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2004.

CASTUERA-OLIVEIRA, Luciene; OLIVEIRA-FILHO, Ary Teixeira de; EISENLOHR, Pedro V. Emerging hotspots of tree richness in Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 34, n. 1, p. 117–134, mar. 2020. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-33062020000100117&tlng=en>.

COMBS, Gerald F. **The Vitamins**. [S.l.]: Elsevier, 2012. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/C20090630166>>.

COSTA, H S et al. New nutritional data on traditional foods for European food composition databases. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 64, n. S3, p. S73–S81, 3 nov. 2010. Disponível em: <<http://www.nature.com/articles/ejcn2010215>>.

CRISTÓBAL-LUNA, José Melesio et al. Grapefruit and its biomedical, antigenotoxic and chemopreventive properties. **Food and Chemical Toxicology**, v. 112, p. 224–234, fev. 2018. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0278691517307809>>.

CURIONI, C.C. et al. Neighborhood food environment and consumption of fruit and leafy vegetables: Pro-Saude Study, Brazil. **Public Health**, v. 182, p. 7–12, maio 2020. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0033350620300147>>.

DANTAS, Jarina I. A. et al. Biossíntese de vitaminas em frutos e hortaliças. **AGROPECUÁRIA CIENTÍFICA NO SEMIÁRIDO** –, 2012.

DE ARAÚJO, Fábio Fernandes et al. Wild Brazilian species of Eugenia genera (Myrtaceae) as an innovation hotspot for food and pharmacological purposes. **Food Research International**, v. 121, p. 57–72, jul. 2019. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0963996919301620>>.

DE MACÊDO, Delmacia Gonçalves et al. Seasonality influence on the chemical composition and antifungal activity of Psidium myrtoides O. Berg. **South African Journal of Botany**, v. 128, p. 9–17, jan. 2020. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0254629919305307>>.

DE OLIVEIRA PATEIS, Vanesa et al. The food additive BHA modifies energy metabolism in the perfused rat liver. **Toxicology Letters**, v. 299, p. 191–200, dez. 2018. Disponível em:

<<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378427418319866>>.

DE PAULO FARIAS, David et al. A critical review of some fruit trees from the Myrtaceae family as promising sources for food applications with functional claims. **Food Chemistry**, v. 306, p. 125630, fev. 2020. Disponível em:

<<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814619317558>>.

DE SOUZA, Vanessa Rios et al. Determination of the bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Brazilian blackberry, red raspberry, strawberry, blueberry and sweet cherry fruits. **Food Chemistry**, v. 156, p. 362–368, ago. 2014. Disponível em:

<<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814614001770>>.

DENG, Li-Juan et al. Natural products and their derivatives: Promising modulators of tumor immunotherapy. **Journal of Leukocyte Biology**, v. 108, n. 2, p. 493–508, 17 ago. 2020. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/JLB.3MR0320-444R>>.

DEROSA, Giuseppe et al. A role for quercetin in coronavirus disease 2019 (COVID-19).

Phytotherapy Research, v. 35, n. 3, p. 1230–1236, 9 mar. 2021. Disponível em:

<<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ptr.6887>>.

DI PIERRO, Francesco et al. Quercetin Phytosome® as a potential candidate for managing COVID-19. **Minerva gastroenterology**, v. 67, n. 2, p. 190–195, jun. 2021. Disponível em:

<<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/33016666>>.

DIAS, Alline L. B. et al. Chemical composition and in vitro antibacterial and antiproliferative activities of the essential oil from the leaves of *Psidium myrtooides* O. Berg (Myrtaceae). **Natural Product Research**, v. 33, n. 17, p. 2566–2570, 2 set. 2019. Disponível em:

<<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14786419.2018.1457664>>.

DONADO-PESTANA, Carlos M et al. Polyphenols from Brazilian native Myrtaceae fruits and their potential health benefits against obesity and its associated complications. **Current Opinion in**

Food Science, v. 19, p. 42–49, fev. 2018. Disponível em:

<<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2214799317302187>>.

DOS SANTOS PEREIRA, Elisa et al. Psidium cattleianum fruits: A review on its composition and bioactivity. **Food Chemistry**, v. 258, p. 95–103, ago. 2018. Disponível em:

<<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814618304394>>.

DURACK, Juliana; LYNCH, Susan V. The gut microbiome: Relationships with disease and opportunities for therapy. **Journal of Experimental Medicine**, v. 216, n. 1, p. 20–40, 7 jan. 2019.

Disponível em: <<https://rupress.org/jem/article/216/1/20/42456/The-gut-microbiome-Relationships-with-disease-and>>.

DURAZZO, Alessandra et al. Fruit-based juices: Focus on antioxidant properties—Study approach and update. **Phytotherapy Research**, v. 33, n. 7, p. 1754–1769, 2 jul. 2019. Disponível em:

<<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ptr.6380>>.

ERB, Matthias; KLIEBENSTEIN, Daniel J. Plant Secondary Metabolites as Defenses, Regulators, and Primary Metabolites: The Blurred Functional Trichotomy. **Plant Physiology**, v. 184, n. 1, p.

39–52, set. 2020. Disponível em: <<https://academic.oup.com/plphys/article/184/1/39-52/6117814>>.

FAN, Yong; PEDERSEN, Oluf. Gut microbiota in human metabolic health and disease. **Nature Reviews Microbiology**, v. 19, n. 1, p. 55–71, 4 jan. 2021. Disponível em:

<<https://www.nature.com/articles/s41579-020-0433-9>>.

FELICIANO, Rodrigo P. et al. Characterization of traditional and exotic apple varieties from Portugal. Part 1 – Nutritional, phytochemical and sensory evaluation. **Journal of Functional**

Foods, v. 2, n. 1, p. 35–45, jan. 2010. Disponível em:

<<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1756464609000826>>.

FOITO, Alexandre; MCDUGALL, Gordon J.; STEWART, Derek. Evidence for Health Benefits of Berries. **Annu. Plant Rev.** Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd, 2018. p. 1–43. Disponível

em: <<http://doi.wiley.com/10.1002/9781119312994.apr0600>>.

FRAGA, César G. et al. The effects of polyphenols and other bioactives on human health. **Food &**

Function, v. 10, n. 2, p. 514–528, 2019. Disponível em:

<<http://xlink.rsc.org/?DOI=C8FO01997E>>.

FRANCENIA SANTOS-SÁNCHEZ, Norma et al. Antioxidant Compounds and Their Antioxidant Mechanism. **Antioxidants**. [S.l.]: IntechOpen, 2019. . Disponível em:

<<https://www.intechopen.com/books/antioxidants/antioxidant-compounds-and-their-antioxidant-mechanism>>.

GEORGIU, A.C. et al. Reactive oxygen species can be traced locally and systemically in apical periodontitis: A systematic review. **Archives of Oral Biology**, v. 129, p. 105167, set. 2021.

Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003996921001308>>.

GERHÄUSER, Clarissa et al. Cancer chemopreventive potential of sulforamate, a novel analogue of sulforaphane that induces phase 2 drug-metabolizing enzymes. **Cancer Research**, v. 57, n. 2, p. 272–278, 1997.

GILL, Samantha K. et al. Dietary fibre in gastrointestinal health and disease. **Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology**, v. 18, n. 2, p. 101–116, 18 fev. 2021. Disponível em:

<<http://www.nature.com/articles/s41575-020-00375-4>>.

GRIFFIN, Bruce A. How relevant is the ratio of dietary n-6 to n-3 polyunsaturated fatty acids to cardiovascular disease risk? Evidence from the OPTILIP study. **Current Opinion in Lipidology**, v. 19, n. 1, p. 57–62, fev. 2008. Disponível em: <<https://journals.lww.com/00041433-200802000-00011>>.

GRÖBER, Uwe; SCHMIDT, Joachim; KISTERS, Klaus. Magnesium in Prevention and Therapy. **Nutrients**, v. 7, n. 9, p. 8199–8226, 23 set. 2015. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2072-6643/7/9/5388>>.

GU, Kyle J.; LI, Guojun. An Overview of Cancer Prevention: Chemoprevention and Immunoprevention. **Journal of Cancer Prevention**, v. 25, n. 3, p. 127–135, 30 set. 2020.

Disponível em: <<http://www.jcpjournal.org/journal/view.html?doi=10.15430/JCP.2020.25.3.127>>.

HANNA, Timothy P et al. Mortality due to cancer treatment delay: systematic review and meta-

analysis. **BMJ**, p. m4087, 4 nov. 2020. Disponível em:

<<https://www.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bmj.m4087>>.

HAQUE, Abedul; BRAZEAU, Daniel; AMIN, Arm R. Perspectives on natural compounds in chemoprevention and treatment of cancer: an update with new promising compounds. **European Journal of Cancer**, v. 149, p. 165–183, maio 2021. Disponível em:

<<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959804921001684>>.

HEŚ, Marzanna et al. Aloe vera (L.) Webb.: Natural Sources of Antioxidants – A Review. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 74, n. 3, p. 255–265, 18 set. 2019. Disponível em:

<<http://link.springer.com/10.1007/s11130-019-00747-5>>.

HIJOVÁ, Emília; BERTKOVÁ, Izabela; ŠTOFILOVÁ, Jana. Dietary fibre as prebiotics in nutrition. **Central European Journal of Public Health**, v. 27, n. 3, p. 251–255, 30 set. 2019.

Disponível em: <<http://cejph.szu.cz/doi/10.21101/cejph.a5313.html>>.

HOMHUAL, Sudarat et al. Bioactive Dammarane Triterpenes from the Mangrove Plant *Bruguiera gymnorhiza* L. **Journal of Natural Products**, v. 69, n. 3, p. 421–424, mar. 2006. Disponível em:

<<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/np058112x>>.

JIANG, Lin-Lin et al. Bioactive Compounds from Plant-Based Functional Foods: A Promising Choice for the Prevention and Management of Hyperuricemia. **Foods**, v. 9, n. 8, p. 973, 23 jul.

2020. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2304-8158/9/8/973>>.

JOSEPH, J. D.; ACKMAN, R. G. Capillary column gas chromatographic method for analysis of encapsulated fish oils and fish oil ethyl esters: Collaborative study. **Journal of AOAC International**, v. 75, p. 488–506, 1992.

KANG, Young-Hwa; PEZZUTO, John M. Induction of Quinone Reductase as a Primary Screen for Natural Product Anticarcinogens. [S.l: s.n.], 2004. p. 380–414. Disponível em:

<<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0076687904820214>>.

KAWABATA, Kyuichi; YOSHIOKA, Yasukiyo; TERAU, Junji. Role of Intestinal Microbiota in the Bioavailability and Physiological Functions of Dietary Polyphenols. **Molecules**, v. 24, n. 2, p.

370, 21 jan. 2019. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/1420-3049/24/2/370>>.

KAZEMIAN, Negin et al. Gut microbiota and cardiovascular disease: opportunities and challenges.

Microbiome, v. 8, n. 1, p. 36, 14 dez. 2020. Disponível em:

<<https://microbiomejournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40168-020-00821-0>>.

KHO, Zhi Y.; LAL, Sunil K. The Human Gut Microbiome – A Potential Controller of Wellness and Disease. **Frontiers in Microbiology**, v. 9, 14 ago. 2018. Disponível em:

<<https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fmicb.2018.01835/full>>.

KIRKLAND, Anna; SARLO, Gabrielle; HOLTON, Kathleen. The Role of Magnesium in Neurological Disorders. **Nutrients**, v. 10, n. 6, p. 730, 6 jun. 2018. Disponível em:

<<http://www.mdpi.com/2072-6643/10/6/730>>.

KRSTIC, Miodrag N. et al. General Aspects of Primary Cancer Prevention. **Digestive Diseases**, v. 37, n. 5, p. 406–415, 2019. Disponível em: <<https://www.karger.com/Article/FullText/497191>>.

KUMAR, Jitendra; RANI, Kavita; DATT, Chander. Molecular link between dietary fibre, gut microbiota and health. **Molecular Biology Reports**, v. 47, n. 8, p. 6229–6237, 4 ago. 2020.

Disponível em: <<https://link.springer.com/10.1007/s11033-020-05611-3>>.

LEE, Yeuan Ting; TAN, Yi Jer; OON, Chern Ein. Molecular targeted therapy: Treating cancer with specificity. **European Journal of Pharmacology**, v. 834, p. 188–196, set. 2018. Disponível em:

<<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0014299918304011>>.

LEITMAN, Paula et al. Floristic patterns of epiphytes in the Brazilian Atlantic Forest, a biodiversity hotspot. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 179, n. 4, p. 587–601, dez.

2015. Disponível em: <[https://academic.oup.com/botlinnean/article-](https://academic.oup.com/botlinnean/article-lookup/doi/10.1111/boj.12342)

[lookup/doi/10.1111/boj.12342](https://academic.oup.com/botlinnean/article-lookup/doi/10.1111/boj.12342)>.

LEWANDOWSKA, Anna et al. Environmental risk factors for cancer – review paper. **Annals of Agricultural and Environmental Medicine**, v. 26, n. 1, p. 1–7, 22 mar. 2019. Disponível em:

<<http://www.journalssystem.com/aaem/Environmental-risk-factors-for-cancer-review-paper,94299,0,2.html>>.

LIU, Man; DUDLEY, Samuel C. Magnesium, Oxidative Stress, Inflammation, and Cardiovascular Disease. **Antioxidants**, v. 9, n. 10, p. 907, 23 set. 2020. Disponível em:

<<https://www.mdpi.com/2076-3921/9/10/907>>.

LIU, Yiman et al. Cellular senescence and cancer: Focusing on traditional Chinese medicine and natural products. **Cell Proliferation**, v. 53, n. 10, 3 out. 2020. Disponível em:

<<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/cpr.12894>>.

LONE, Shabir; REHMAN, Shakeel; BHAT, Khursheed. Synthesis of Gallic-Acid-1-Phenyl-1H-[1,2,3]Triazol-4-yl Methyl Esters as Effective Antioxidants. **Drug Research**, v. 67, n. 02, p. 111–118, 7 nov. 2016. Disponível em: <<http://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.1055/s-0042-118860>>.

LOTTENBERG, Ana Maria Pita; FAN, Patricia Luriko Tomita; BUONACORSO, Vivian. Effects of dietary fiber intake on inflammation in chronic diseases. **Einstein (São Paulo)**, v. 8, n. 2, p. 254–258, jun. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-45082010000200254&lng=en&tlng=en>.

MAKKI, Kassem et al. The Impact of Dietary Fiber on Gut Microbiota in Host Health and Disease. **Cell Host & Microbe**, v. 23, n. 6, p. 705–715, jun. 2018. Disponível em:

<<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S193131281830266X>>.

MARTIN, Clayton Antunes et al. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, v. 19, n. 6, p. 761–770, dez. 2006. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-52732006000600011&lng=pt&tlng=pt>.

MASUCHI, Monise Helen et al. Quantificação de TBHQ (terc butil hidroquinona) e avaliação da estabilidade oxidativa em óleos de girassol comerciais. **Química Nova**, v. 31, n. 5, p. 1053–1057, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422008000500020&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>.

MENINI NETO, Luiz et al. Biogeography of epiphytic Angiosperms in the Brazilian Atlantic

forest, a world biodiversity hotspot. **Brazilian Journal of Botany**, v. 39, n. 1, p. 261–273, 9 mar. 2016. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s40415-015-0238-7>>.

MILANI, Christian et al. The First Microbial Colonizers of the Human Gut: Composition, Activities, and Health Implications of the Infant Gut Microbiota. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**, v. 81, n. 4, dez. 2017. Disponível em: <<https://journals.asm.org/doi/10.1128/MMBR.00036-17>>.

MIRANDA, Jéssica Soares et al. Probiotic jelly candies enriched with native Atlantic Forest fruits and *Bacillus coagulans* GBI-30 6086. **LWT**, v. 126, p. 109275, maio 2020. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0023643820302632>>.

MORA, J. Rodrigo; IWATA, Makoto; VON ANDRIAN, Ulrich H. Vitamin effects on the immune system: vitamins A and D take centre stage. **Nature Reviews Immunology**, v. 8, n. 9, p. 685–698, set. 2008. Disponível em: <<http://www.nature.com/articles/nri2378>>.

MYHRSTAD, Mari C. W. et al. Dietary Fiber, Gut Microbiota, and Metabolic Regulation—Current Status in Human Randomized Trials. **Nutrients**, v. 12, n. 3, p. 859, 23 mar. 2020. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2072-6643/12/3/859>>.

NOSRATPOUR, Mitra; JAFARI, Seid Mahdi. Bioavailability of Minerals (Ca, Mg, Zn, K, Mn, Se) in Food Products. **Encycl. Food Chem.** [S.l.]: Elsevier, 2019. p. 148–154. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780081005965216181>>.

OKAYAMA, Akira et al. Dietary sodium-to-potassium ratio as a risk factor for stroke, cardiovascular disease and all-cause mortality in Japan: the NIPPON DATA80 cohort study. **BMJ Open**, v. 6, n. 7, p. e011632, 13 jul. 2016. Disponível em: <<http://bmjopen.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bmjopen-2016-011632>>.

ORCHARD, Suzanne G. et al. Cancer history and risk factors in healthy older people enrolling in the ASPREE clinical trial. **Contemporary Clinical Trials**, v. 96, p. 106095, set. 2020. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1551714420301737>>.

PADOVANI, Renata Maria et al. Dietary reference intakes: aplicabilidade das tabelas em estudos

nutricionais. **Revista de Nutrição**, v. 19, n. 6, p. 741–760, dez. 2006. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-52732006000600010&lng=pt&tlng=pt>.

PARK, Jae Hyung; PYUN, Woo Yang; PARK, Hyun Woo. Cancer Metabolism: Phenotype, Signaling and Therapeutic Targets. **Cells**, v. 9, n. 10, p. 2308, 16 out. 2020. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2073-4409/9/10/2308>>.

PEY, Angel L.; MEGARITY, Clare F.; TIMSON, David J. NAD(P)H quinone oxidoreductase (NQO1): an enzyme which needs just enough mobility, in just the right places. **Bioscience Reports**, v. 39, n. 1, 31 jan. 2019. Disponível em:

<<https://portlandpress.com/bioscirep/article/doi/10.1042/BSR20180459/182/NADPH-quinone-oxidoreductase-NQO1-an-enzyme-which>>.

PHANIENDRA, Alugoju; JESTADI, Dinesh Babu; PERIYASAMY, Latha. Free Radicals: Properties, Sources, Targets, and Their Implication in Various Diseases. **Indian Journal of Clinical Biochemistry**, v. 30, n. 1, p. 11–26, 15 jan. 2015. Disponível em:

<<http://link.springer.com/10.1007/s12291-014-0446-0>>.

PHILIPPI, Sonia Tucunduva. **Pirâmide dos Alimentos: Fundamentos básicos da nutrição**. 1. ed. Bauru, São Paulo: [s.n.], 2008.

PROCHASKA, Hans J.; SANTAMARIA, Annette B. Direct measurement of NAD(P)H:quinone reductase from cells cultured in microtiter wells: A screening assay for anticarcinogenic enzyme inducers. **Analytical Biochemistry**, v. 169, n. 2, p. 328–336, mar. 1988. Disponível em:

<<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0003269788902928>>.

RAZA, Sana et al. Vitamins and non-alcoholic fatty liver disease: A molecular insight. **Liver Research**, abr. 2021. Disponível em:

<<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2542568421000210>>.

RE, Roberta et al. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 26, n. 9–10, p. 1231–1237, maio 1999. Disponível

em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0891584998003153>>.

REDONDO-USEROS, Noemí et al. Microbiota and Lifestyle: A Special Focus on Diet. **Nutrients**, v. 12, n. 6, p. 1776, 15 jun. 2020. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2072-6643/12/6/1776>>.

REVATHI, Seemaisamy et al. In Vivo Anti Cancer Potential of Pyrogallol in Murine Model of Colon Cancer. **Asian Pacific Journal of Cancer Prevention**, v. 20, n. 9, p. 2645–2651, 1 set. 2019. Disponível em: <http://journal.waocp.org/article_88713.html>.

REZENDE, Esther Santana Vaz; LIMA, Glaucia Carielo; NAVES, Maria Margareth Veloso. Dietary fibers as beneficial microbiota modulators: A proposal classification by prebiotic categories. **Nutrition**, v. 89, p. 111217, set. 2021. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0899900721000794>>.

RUBINSTEIN, L. V. et al. Comparison of In Vitro Anticancer-Drug-Screening Data Generated With a Tetrazolium Assay Versus a Protein Assay Against a Diverse Panel of Human Tumor Cell Lines. **JNCI Journal of the National Cancer Institute**, v. 82, n. 13, p. 1113–1117, 4 jul. 1990. Disponível em: <<https://academic.oup.com/jnci/article-lookup/doi/10.1093/jnci/82.13.1113>>.

RYCHEN, Guido et al. Safety and efficacy of butylated hydroxyanisole (BHA) as a feed additive for all animal species. **EFSA Journal**, v. 16, n. 3, mar. 2018. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.2903/j.efsa.2018.5215>>.

SAIKOLAPPAN, Sankaralingam et al. Reactive oxygen species and cancer: A complex interaction. **Cancer Letters**, v. 452, p. 132–143, jun. 2019. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304383519301764>>.

SAINI, Ramesh Kumar et al. Dietary carotenoids in cancer chemoprevention and chemotherapy: A review of emerging evidence. **Pharmacological Research**, v. 157, p. 104830, jul. 2020. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1043661820311385>>.

SANTOS, Catarina A. et al. Bioactive Properties of *Syzygium cumini* (L.) Skeels Pulp and Seed Phenolic Extracts. **Frontiers in Microbiology**, v. 11, 27 maio 2020. Disponível em: <<https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fmicb.2020.00990/full>>.

SCHERER, Rodrigo; GODOY, Helena Teixeira. Antioxidant activity index (AAI) by the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl method. **Food Chemistry**, v. 112, n. 3, p. 654–658, fev. 2009.

Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814608007218>>.

SCHERLINGER, Marc; TSOKOS, George C. Reactive oxygen species: The Yin and Yang in (auto-)immunity. **Autoimmunity Reviews**, v. 20, n. 8, p. 102869, ago. 2021. Disponível em:

<<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1568997221001427>>.

SEERAM, Navindra P. Emerging Research Supporting the Positive Effects of Berries on Human Health and Disease Prevention. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, n. 23, p.

5685–5686, 13 jun. 2012. Disponível em: <<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf203455z>>.

SERAGLIO, Siluana Katia Tischer et al. Nutritional and bioactive potential of Myrtaceae fruits during ripening. **Food Chemistry**, v. 239, p. 649–656, jan. 2018. Disponível em:

<<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814617311007>>.

SHABBIR, Umair et al. Curcumin, Quercetin, Catechins and Metabolic Diseases: The Role of Gut Microbiota. **Nutrients**, v. 13, n. 1, p. 206, 12 jan. 2021. Disponível em:

<<https://www.mdpi.com/2072-6643/13/1/206>>.

SILVA, Jaqueline Aragoni da et al. Consumo de frutas e verduras por adolescentes catarinenses ao longo de uma década. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 25, n. 2, p. 613–621, fev. 2020. Disponível

em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232020000200613&tlng=pt)

[81232020000200613&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232020000200613&tlng=pt)>.

SKEHAN, P. et al. New Colorimetric Cytotoxicity Assay for Anticancer-Drug Screening. **JNCI**

Journal of the National Cancer Institute, v. 82, n. 13, p. 1107–1112, 4 jul. 1990. Disponível em:

<<https://academic.oup.com/jnci/article-lookup/doi/10.1093/jnci/82.13.1107>>.

SOLIMAN, Ghada A. Dietary Fiber, Atherosclerosis, and Cardiovascular Disease. **Nutrients**, v. 11, n. 5, p. 1155, 23 maio 2019. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2072-6643/11/5/1155>>.

SOUZA, Luiz Antonio de. **MORFOLOGIA E ANATOMIA VEGETAL**. Ponta Grossa, PR:

[s.n.], 2009.

SOUZA, ROBERTA G. DE et al. Fruits of the Brazilian Atlantic Forest: allying biodiversity conservation and food security. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 90, n. 4, p. 3583–3595, dez. 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-37652018000703583&tlng=en>.

SWANN, Olivia G et al. Dietary fiber and its associations with depression and inflammation. **Nutrition Reviews**, v. 78, n. 5, p. 394–411, 1 maio 2020. Disponível em: <<https://academic.oup.com/nutritionreviews/article/78/5/394/5637303>>.

TULER, Amélia C. et al. Flora of Espírito Santo: Psidium (Myrtaceae). **Rodriguésia**, v. 68, n. 5, p. 1791–1805, dez. 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2175-78602017000701791&lng=en&tlng=en>.

VANIN, Camila da Rosa. **Araça amarelo: atividade antioxidante, composição nutricional e aplicação em barra de cereais**. 2015. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/1653>>.

VANNUCCHI, Helio Selma Freire de Carvalho da Cunha. **Vitaminas do Complexo B: Tiamina, Riboflavina, Niacina, Piridoxina, Biotina e Ácido Pantotênico**. [S.l.: s.n.], 2009.

VASCONCELOS, Loren Cristina et al. Phytochemical analysis and effect of the essential oil of Psidium L. species on the initial development and mitotic activity of plants. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 26, n. 25, p. 26216–26228, 8 set. 2019. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s11356-019-05912-6>>.

VASCONCELOS, Tiago S. et al. Biogeographic Distribution Patterns and Their Correlates in the Diverse Frog Fauna of the Atlantic Forest Hotspot. **PLoS ONE**, v. 9, n. 8, p. e104130, 20 ago. 2014. Disponível em: <<https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0104130>>.

VIGITEL BRASIL. **vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico: estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica de fatores de risco e proteção para doenças crônicas nas capitais dos 26 estados**. . [S.l.: s.n.], 2017.

VISENTAINER, Jesui Vergilio. Aspectos analíticos da resposta do detector de ionização em chama para ésteres de ácidos graxos em biodiesel e alimentos. **Química Nova**, v. 35, n. 2, p. 274–279, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422012000200008&lng=pt&nrm=iso&tlng=en>.

WANG, Jia et al. Microbial synthesis of pyrogallol using genetically engineered *Escherichia coli*. **Metabolic Engineering**, v. 45, p. 134–141, jan. 2018. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S109671761730424X>>.

WANG, Xuan et al. Approaches to evaluate nutrition of minerals in food. **Food Science and Human Wellness**, v. 10, n. 2, p. 141–148, mar. 2021. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2213453021000100>>.

WEBER, Richard W. Adverse Reactions to the Antioxidants Butylated Hydroxyanisole and Butylated Hydroxytoluene. **Food Allergy**. Chichester, UK: John Wiley & Sons Ltd, 2014. p. 393–401. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1002/9781118744185.ch32>>.

WONG, Sok Kuan; CHIN, Kok-Yong; IMA-NIRWANA, Soelaiman. Quercetin as an Agent for Protecting the Bone: A Review of the Current Evidence. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 21, n. 17, p. 6448, 3 set. 2020. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/1422-0067/21/17/6448>>.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). GLOBAL STATUS REPORT on noncommunicable diseases. 2014, [S.l: s.n.], 2014.

XIANG, Cen et al. Antioxidant properties of flavonoid derivatives and their hepatoprotective effects on CCl₄ induced acute liver injury in mice. **RSC Advances**, v. 8, n. 28, p. 15366–15371, 2018. Disponível em: <<http://xlink.rsc.org/?DOI=C8RA02523A>>.

XU, Dong-Ping et al. Natural Antioxidants in Foods and Medicinal Plants: Extraction, Assessment and Resources. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 18, n. 1, p. 96, 5 jan. 2017. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/1422-0067/18/1/96>>.

XU, Dong et al. Antioxidant Activities of Quercetin and Its Complexes for Medicinal Application.

Molecules, v. 24, n. 6, p. 1123, 21 mar. 2019. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/1420-3049/24/6/1123>>.

YAMAN, Mustafa et al. The bioaccessibility of water-soluble vitamins: A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 109, p. 552–563, mar. 2021. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0924224421000625>>.

YANG, L.; WEN, K.-S.; RUAN, X.; ZHAO, Y.-X.; WEI, F.; Wang. Response of Plant Secondary Metabolites to Environmental Factors. **Molecules**, v. 23, n. 4, p. 762, 27 mar. 2018. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/1420-3049/23/4/762>>.

ZAYNAB, Madiha et al. Role of secondary metabolites in plant defense against pathogens. **Microbial Pathogenesis**, v. 124, p. 198–202, nov. 2018. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0882401018312786>>.

ZENEBON, Odair; PASCUET, Neus Sadocco; TIGLEA, Paulo. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos - 4ª Edição 1ª Edição Digital**. [S.l: s.n.], 2008.

ZHANG, Kuojun et al. NAD(P)H:Quinone Oxidoreductase 1 (NQO1) as a Therapeutic and Diagnostic Target in Cancer. **Journal of Medicinal Chemistry**, v. 61, n. 16, p. 6983–7003, 23 ago. 2018. Disponível em: <<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jmedchem.8b00124>>.

