

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
ENGENHARIA QUÍMICA

LUÍZA KAUANE MACHADO GONÇALVES

**RESÍDUOS DO GUABIJÚ (*Myrcianthes pungens*) COMO ALTERNATIVA DE
ADITIVO NATURAL RICO EM COMPOSTOS BIOATIVOS**

Bagé
2022

LUÍZA KAUANE MACHADO GONÇALVES

**RESÍDUOS DO GUABIJÚ (*Myrcianthes pungens*) COMO ALTERNATIVA DE
ADITIVO NATURAL RICO EM COMPOSTOS BIOATIVOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Química da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Química.

Orientador: Prof. Dr. Marcilio Machado Moraes

Coorientadora: Profa. Dra. Gabriela Silveira da Rosa

**Bagé
2022**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

G0902251r Gonçalves, Luiza Kauane Machado

RESÍDUOS DO GUABIJÚ (Myrcianthes pungens) COMO
ALTERNATIVA DE ADITIVO NATURAL RICO EM COMPOSTOS BIOATIVOS
/ Luiza Kauane Machado Gonçalves.

58 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade
Federal do Pampa, ENGENHARIA QUÍMICA, 2022.

"Orientação: Marcilio Machado Morais".

1. Resíduos . 2. Extração de compostos bioativos. 3.
Maceração. 4. Guabijú (Myrcianthes pungens). 5. Aditivo
naturais. I. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal do Pampa

LUIZA KAUANE MACHADO GONÇALVES

RESÍDUOS DO *GUABIJÚ* (*Myrcianthes pungens*) COMO ALTERNATIVA DE ADITIVO NATURAL RICO EM COMPOSTOS BIOATIVOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Química da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Química.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em 16 de agosto de 2022.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Marcilio Machado Morais
Orientador
(UNIPAMPA)

Profa. Dra. Gabriela Silveira da Rosa
Coorientadora

(UNIPAMPA)

MSc. Luisa Bataglin Ávila
(UFSM)

MSc. Vanessa Rosseto
(UNIPAMPA)



Assinado eletronicamente por **Luisa Bataglin Avila, Usuário Externo**, em 19/08/2022, às 11:57, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **VANESSA ROSSETO, Técnico de Laboratório Área - SL-BAGE**, em 19/08/2022, às 20:34, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **GABRIELA SILVEIRA DA ROSA, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 20/08/2022, às 10:11, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **MARCILIO MACHADO MORAIS, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 20/08/2022, às 14:52, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0902251** e o código CRC **21368426**.

Referência: Processo nº 23100.016182/2022-21 SEI nº 0902251

Agradeço aos meus pais pelo apoio incondicional em todos os momentos difíceis da minha trajetória acadêmica. Este trabalho é dedicado a eles, pois é a prova de todo o seu investimento e dedicação valerem a pena.

AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente a mim mesma, que lutei muito por essa conquista e nunca desisti. Minha trajetória durante a graduação não foi nada fácil, me tornou uma pessoa muito forte, capaz de suportar qualquer coisa, por isso, hoje agradeço a mim mesma, por ser tão forte e capaz.

A minha família pelo apoio e motivação, principalmente a minha mãe Silvana Machado Gonçalves e meu pai Luiz Alberto Gonçalves que sempre incentivaram meus estudos, agradeço imensamente pelo apoio emocional e compreensão nos momentos que estive ausente.

Aos meus orientadores, professora e doutora Gabriela Silveira da Rosa e o professor e doutor Marcilio Machado Morais por abraçar as ideias malucas que eu tive durante a graduação, pela paciência e confiança e por ter contribuído de modo inigualável para a minha formação, influenciando minhas escolhas e assim permitindo que eu alçasse voos cada vez maiores.

Aos meus amigos Isac Gonçalves, Luíza Costa e Nathalia Brasil pessoas que encontrei pelo caminho que me ensinaram coisas novas e que permanecem desde o princípio, pois sem eles essa jornada não seria completa.

“A imaginação é mais importante que a ciência, porque a ciência é limitada, ao passo que a imaginação abrange o mundo inteiro”.

Albert Einstein

RESUMO

As frutas geralmente oferecem benefícios à saúde se ingeridas regularmente. O guabijú (*Myrcianthes pungens*) é uma fruta silvestre com sabor adocicado e com grande predominância na região sul do Brasil. É uma fruta tipo baga redonda, com casca de coloração roxa quando madura e possui uma polpa com uma coloração amarelada. Estudos têm demonstrado que o guabijú é considerado uma fruta rica em compostos bioativos com potencial para uso alimentício, farmacêutico e na cosmetologia. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de aproveitamento dos resíduos do guabijú como fonte alternativa de aditivos naturais ricos em compostos bioativos. A metodologia consistiu em realizar uma revisão bibliométrica e sistêmica das publicações dos últimos anos referentes ao guabijú e às condições operacionais para extração de compostos bioativos do mesmo e realizar experimentos de extração dos referidos compostos presentes nestes frutos. Foi realizada a caracterização físico-química e morfometria da casca e da fruta inteira do guabijú e avaliação da influência das condições de extração (tipo de solvente, pH e temperatura), utilizando a técnica de maceração, no conteúdo de compostos bioativos extraídos de diferentes partes do fruto. Observou-se na morfometria do fruto que o diâmetro transversal apresentou valores maiores do que o diâmetro longitudinal. Para a casca, o teor de umidade obtido foi 70,09 % (b.u.) e para a fruta inteira 82,16 % (b.u.). O tipo de solvente (água ou etanol), a temperatura de extração (de 25 até 88 °C) e o pH do solvente extrator (1 e neutro) influenciaram no processo de extração por maceração. Observou-se que o potencial bioativo da casca foi superior ao do fruto inteiro. O melhor resultado para o extrato da fruta inteira foi obtido na temperatura de 88 °C e usando água como solvente, obtendo-se 4,155 mg Cn-3-glu/g para antocianinas totais, 94,029 mg GAE/g no teor de fenóis totais e 89,65 % de atividade antioxidante. Já para o resultado da casca foi de 3,13 mg Cn-3-glu/g para antocianinas totais, no teor de fenóis totais 93,96 mg GAE/g e 93,96 % atividade antioxidante.

Palavras-chave: Extração por maceração. Atividade antioxidante. Compostos bioativos. Liofilização. Fruta nativa.

ABSTRACT

Fruits generally offer health benefits if eaten regularly. The guabijú (*Myrcianthes pungens*) is a wild fruit with a sweet flavor and with great predominance in the southern region of Brazil. It is a round, berry-like fruit with a purple skin when ripe and a yellowish flesh. Studies have shown that guabijú is considered a fruit rich in bioactive compounds with potential for use in food, pharmaceutical and cosmetology. Thus, the objective of this work was to evaluate the potential of using the guabei residues as an alternative source of natural additives rich in bioactive compounds. The methodology consisted in performing a bibliometric and systemic review of the publications from the last years referring to the guabijú and the operational conditions for the extraction of bioactive compounds from it, and performing extraction experiments of the mentioned compounds present in these fruits. The physicochemical characterization and morphometry of the skin and whole fruit of the guabiu fruit were performed and the influence of the extraction conditions (type of solvent, pH and temperature), using the maceration technique, was evaluated on the content of bioactive compounds extracted from different parts of the fruit. It was observed in the fruit morphometry that the transversal diameter presented higher values than the longitudinal diameter. For the peel, the obtained moisture content was 70.09 % (w.r.) and for the whole fruit 82.16 % (w.r.). The type of solvent (water or ethanol), the extraction temperature (from 25 to 88 °C) and the pH of the extracting solvent (1 and neutral) influenced the extraction process by maceration. It was observed that the bioactive potential of the peel was higher than that of the whole fruit. The best result for the whole fruit extract was obtained at a temperature of 88 °C and using water as solvent, obtaining 4.155 mg Cn-3-glu/g for total anthocyanins, 94.029 mg GAE/g in total phenols content and 89.65 % of antioxidant activity. The results for the peel were 3.13 mg Cn-3-glu/g for total anthocyanins, 93.96 mg GAE/g total phenols and 93.96 % antioxidant activity.

Keywords: Extraction by maceration. Antioxidant activity. Bioactive compounds. Freeze-drying. Native fruits.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura química básica de flavonoides	17
Figura 2 - Cátion flavílico presente nas antocianinas	18
Figura 3 - Guabijú: A) planta adulta; B) flor; C) fruto com coloração roxa	20
Figura 4 - Partes que compõem o guabijú	21
Figura 5 - Esquema das principais etapas da extração sólido-líquido.....	22
Figura 6 - Fluxograma com as etapas do desenvolvimento da pesquisa	31
Figura 7 - Parâmetros morfométricos para obtenção dos diâmetros do guabijú.....	32
Figura 8 - Parâmetros utilizados na extração dos compostos bioativos.....	33
Figura 9 - Busca da Base na plataforma <i>Capes</i>	36
Figura 10 - Busca da base de dados <i>Web of Science</i> na plataforma <i>Capes</i>	37
Figura 11 - Após a busca da base de dados <i>Web of Science</i> na plataforma <i>Capes</i>	37
Figura 12 - Plataforma de pesquisa <i>Web of Science</i> utilizando palavras-chave.....	38
Figura 13 - Refino da busca na plataforma utilizando a segunda palavra-chave.....	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Técnicas de Extração Sólido - Líquido mais utilizadas em escala de laboratório, a título investigativo e na indústria de alimentos	23
Tabela 2 - Checklist de revisão sistemática e análise bibliométrica	28
Tabela 3 - Parâmetros utilizados na extração dos compostos bioativos.....	34
Tabela 4 - Análise do tamanho e massa das diferentes frações que compõem o guabijú.....	41
Tabela 5 - pH do extrato da casca e polpa.....	44
Tabela 6 - Determinação de atividade antioxidante e compostos fenólicos para o guabijú inteiro e apenas a casca.....	45

LISTA DE SIGLAS

AA - Atividade antioxidante

AIDS - Síndrome da imunodeficiência adquirida

b.s. – Base seca

b.u. – Base úmida

CFT - Compostos fenólicos totais

DPPH - 2,2-difenil-1-picril-hidrazil

ROS - Espécie reativa oxigenada

EACEP - Extração assistida por campos elétricos pulsados

EAM - Extração assistida por micro-ondas

EAS - Extração com líquidos pressurizados

EAU - Extração assistida por ultrassom

EAV - Extração por arraste de vapor

ECCDH – Extração com Ciclos de Compressão e Descompressão Hidrostática

EFS - Extração com fluídos supercríticos

ESL - Extração sólido-líquido

ESx - Extração *Soxhlet*

GAE - Equivalente ácido gálico

UV - Radiação ultravioleta

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo Geral	15
2.2 Objetivos Específicos	15
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
3.1 Frutas e sua importância nutricional	16
3.2 Guabijú (<i>Myrcianthes pungens</i>)	19
3.3 Métodos de Extração Sólido -Líquido	21
3.4 Revisão Sistemática e Bibliométrica	27
4 MATERIAIS E MÉTODOS	31
4.1 Revisão Bibliométrica e Sistemática	31
4.2 Matéria prima	32
4.3 Extração dos compostos bioativos	33
4.4 Caracterização dos extratos bioativos	34
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
5.1 Resultados da Revisão Bibliométrica e Sistemática.....	36
5.2 Morfometria do guabijú.....	40
5.3 Caracterização físico-química dos frutos e da casca.....	41
5.4 Extração e quantificação dos compostos bioativos.....	43
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
7 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS.....	48
REFERÊNCIAS.....	49

1 INTRODUÇÃO

As frutas são uma fonte de nutrientes essenciais para o corpo humano, pois auxiliam na prevenção de doenças como a obesidade, problemas cardiovasculares e diabetes. (COSTA; ROSA, 2010).

O Brasil, por sua vez, é um país rico em frutas silvestres com potencial alimentar para venda *in natura* ou para desenvolvimento de produtos (NORA, 2014). Muitas espécies oferecem uma variedade de produtos como óleos essenciais, fragrâncias, alimentos, além de muitos serem utilizados na medicina popular (STASI; HIRUMA LIMA, 2002), como por exemplo, o uso de folhas de chá com finalidades antirreumática, anti-inflamatória, antidiabética, antipirética, hipoglicemiante, diurética e antidiarreica (LAGO *et al.*, 2011).

Normalmente, as frutas são ricas em compostos bioativos que podem ser interessantes para a saúde humana. A maioria dos compostos bioativos são metabólitos secundários, sendo geralmente relacionados ao sistema de defesa das plantas. Esses compostos são muito diferentes em estrutura química, portanto, em sua função biológica. Geralmente, eles apresentam características comuns: são derivados de alimentos vegetais, possuem baixo peso molecular e promovem efeitos protetores na saúde humana (CARRATU, 2005; MANACH, 2004). Nesses alimentos, pode-se observar a presença de vitaminas, minerais, fibras polifenóis, fitosteróis, carotenoides, antocianinas, entre outros (PARADA; AGUILERA, 2007).

A espécie *Myrcianthes pungens*, nome indígena wa'bi (comestível) yu (amarelo), comumente conhecida como guabijú, é uma árvore de médio a grande porte, podendo atingir 20 m de altura e é amplamente cultivado em pomares domésticos na região sul do país. O guabijú apresenta características como frutos globosos, polpa succulenta de sabor doce e agradável e período de maturação de janeiro a fevereiro. O guabijú é mais consumido *in natura*, pelos seres humanos, sendo também muito apreciado pela fauna nativa (FIOR *et al.*, 2010; LORENZI, 2006).

Diante desses aspectos, este trabalho se justifica como uma proposta de aproveitamento dos resíduos do guabijú (*Myrcianthes pungens*) como fonte alternativa de aditivos naturais ricos em compostos bioativos. O estudo propõe comparar as diferentes partes das amostras de guabijú que são ricas em compostos bioativos, apresentando elevada capacidade antioxidante, antocianinas e compostos fenólicos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar o potencial de aproveitamento dos resíduos do guabijú (*Myrcianthes pungens*) como fonte alternativa de aditivos naturais ricos em compostos bioativos.

2.2 Objetivos Específicos

- Realizar uma revisão bibliométrica e sistêmica das publicações dos últimos anos referentes ao aproveitamento dos resíduos do guabijú como fonte alternativa de aditivos naturais ricos em compostos bioativos.
- Determinar a caracterização físico-química da casca e da fruta inteira do guabijú.
- Estudar a influência das condições de extração no conteúdo de compostos bioativos presentes em diferentes partes do guabijú, utilizando a técnica de maceração.
- Caracterizar os extratos quanto ao teor de compostos fenólicos totais, atividade antioxidante e antocianinas totais.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Na primeira parte desta seção serão abordados tópicos relacionados às frutas e a sua importância nutricional. Na segunda parte, o tema será sobre aspectos nutricionais do guabijú, informações em relação aos compostos bioativos presentes. Na terceira parte será abordada a explicação sobre a extração dos compostos, com ênfase à extração sólido-líquido.

O Brasil é um país continental com recursos naturais excepcionais (FOELKEL, 2007), com uma das maiores biodiversidades da Terra, com muitas espécies vegetais ainda desconhecidas. Segundo Simarelli (2007), algumas dessas espécies nativas têm potencial para a utilização humana, ocupam posições de destaque nos ecossistemas naturais e seus frutos são comercializados em feiras com grande aclamação, pouco se conhece sobre muitas delas do ponto de vista científico.

Para Degenhardt *et al.* (2007), a proporção de frutíferas domesticadas permanece baixa, o que pode ser devido a vários fatores, como por exemplo, muitas frutas não podem ser comercializadas *in natura*, a maioria das frutas não tem uma vida útil muito longa para este tipo de consumo, e podem possuir texturas e sabores exóticos. Além disso, exibem grande variabilidade devido à sua reprodução espermátogênica.

O enorme potencial econômico das variedades de frutas nativas é visto principalmente pelos agricultores familiares como uma possibilidade de produzir frutas diferenciadas, pois o mercado consumidor está sempre em busca de novidades. A família das mirtáceas brasileiras inclui vários gêneros de árvores e arbustos, como espécies do gênero *Eugenia* com sabores e aromas exóticos, além de plantas interessantes no paisagismo pela delicadeza de suas folhas, beleza de suas flores e cor dos frutos, como plantas ornamentais. Mesmo sendo de pequeno e médio porte, possibilita o seu uso em jardins, além disso, também são interessantes para a recuperação de áreas degradadas e para preservação permanente. Como seus frutos são amplamente consumidos por pássaros, a dispersão de sementes é facilitada (LORENZI, 2002; SANTOS, 2004; DEGENHARDT, 2007).

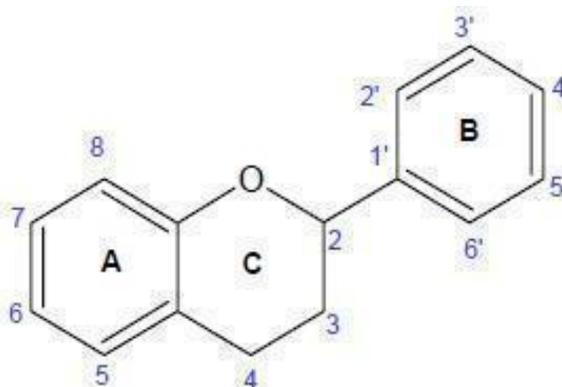
Além das variedades de frutas já desenvolvidas comercialmente, como cereja, goiaba e jabuticaba, outras variedades podem, portanto, ser potencialmente utilizadas para a fruticultura devido à qualidade de seus frutos e são adaptadas a climas subtropicais como cerejeiras, grumixameira, araçá, uvaieira, entre outras. (DONADIO, 2002; MANICA, 2002; DEGENHARDT, 2007).

3.1 Frutas e sua importância nutricional

As frutas são fontes de água, vitaminas A, C, potássio, fibras e compostos bioativos. Além disso, com relação a estes últimos, as frutas contêm uma variedade de substâncias bioativas, como polifenóis e carotenoides, que são conhecidos principalmente por seus efeitos antioxidantes. Comer frutas e vegetais todos os dias ajuda no bom funcionamento do intestino, fortalece o sistema imunológico, protege o corpo de certos tipos de câncer, doenças cardiovasculares e ajuda a reduzir os níveis de colesterol e açúcar no sangue. A caracterização e a quantificação dos compostos bioativos presentes nas frutas e hortaliças é importante para a compreensão do valor nutricional e aumento do valor comercial do produto. Dentre os compostos conhecidos, substâncias como os antioxidantes têm sido foco de pesquisas científicas, pois auxiliam o organismo a combater o estresse oxidativo, prevenindo o desenvolvimento de muitas doenças crônicas (SUCUPIRA *et al.*, 2012). Os efeitos antioxidantes dos referidos compostos dependem da sua estrutura química e da sua concentração no alimento (KOLEVA *et al.*, 2002; MELO *et al.*, 2006).

Os compostos fenólicos são metabólitos secundários produzidos pelas plantas os quais são importantes para o seu crescimento e reprodução. Estes compostos possuem um efeito protetor contra patógenos, predadores e raios UV, contribuindo nas características sensoriais dos vegetais de uma forma geral e das frutas mais especificamente (VUOLO; LIMA; MARÓSTICA JUNIOR, 2018). Sua estrutura contém pelo menos um anel aromático com grupos hidroxila, conforme é mostrado na Figura 1. Podem variar de simples moléculas a compostos com grande variedade estrutural (DE LA ROSA *et al.*, 2019; VUOLO; LIMA; MARÓSTICA JUNIOR, 2018).

Figura 1 - Estrutura química básica de flavonoides



Fonte: De La Rosa *et al.*, (2019)

Os compostos fenólicos se dividem em duas grandes categorias: flavonoides e não flavonoides. Os flavonoides são a maior classe de compostos fenólicos, representando mais de

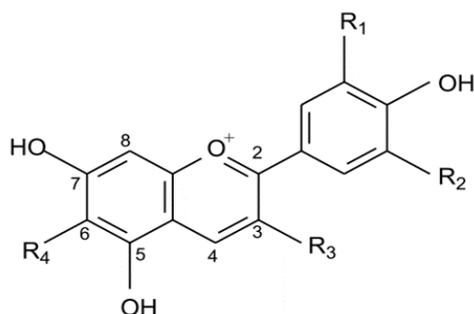
6.000 estruturas (DE LA ROSA *et al.*, 2019; VUOLO; LIMA; MARÓSTICA JUNIOR, 2018). Esses compostos possuem baixo peso molecular e estruturas marcadas pela presença de 15 átomos de carbono na forma $C_6 - C_3 - C_6$, divididos em diferentes classes nos anéis piranos (DE LA ROSA *et al.*, 2019; MARÇO; POPPI; SCARMINIO, 2008; VUOLO; LIMA; MARÓSTICA JUNIOR, 2018).

As antocianinas pertencem a classe dos flavonoides responsáveis pela coloração rosa, vermelho, azul, laranja e roxo de uma variedade de plantas, sendo que a cor exibida depende do pH e da quantidade de grupos hidroxila e metoxila na estrutura (NGAMWONGLUMLERT; DEVAHASTIN; CHIEWCHAN, 2017; SCHWARTZ *et al.*, 2017).

As antocianinas são pigmentos solúveis na água, amplamente distribuídos no reino vegetal, responsáveis por variedade de frutas, flores, folhas atraentes e brilhantes em cores diferentes, que podem variar do vermelho-alaranjado (por exemplo, morango) a roxo (por exemplo, melão, uva) até vermelho brilhante (por exemplo, cerejas vermelhas, compotas) (BOBBIO, 1995; BOBBIO, 2003; ESPIN *et al.*, 2000; Francis, 1989; Wang, Cao e Pryor, 1997). Essas frutas são especialmente aquelas com coloração azul, bordô ou vermelho, como no caso do guabijú, que é uma fruta rica em pigmentos fenólicos como flavonoides e antocianinas (DE FELICE, 1996).

Como outros flavonoides, as moléculas de antocianinas são caracterizadas pelo seu formato $C_6 - C_3 - C_6$. O número de grupos é diferente de hidroxila, tipo, local e número de moléculas de açúcares ligados à sua estrutura e também pelos grupos hidrocarbonetos aromáticos ou alifáticos ligados aos açúcares e às posições dessas ligações. Ressalta-se que as antocianinas representam um total de mais de 700 compostos (MARÇO; POPPI; SCARMINIO, 2008; SCHWARTZ *et al.*, 2017). A estrutura básica das antocianinas é derivada do cátion flavonoide 2-fenilbenzopirano, conforme é mostrado na Figura 2.

Figura 2 - Cátion flavílico presente nas antocianinas



Fonte: Schwartz *et al.*, (2017)

As antocianinas livres de substituição do açúcar são conhecidas por serem muito instáveis, dentre as antocianinas mais importantes estão cianidina, delphinidina, malvidina, pelargonidina, peonidina e petunidina e destas derivam as antocianinas mais encontradas nas plantas, como a cianidina 3-glucosídeo (MARÇO; POPPI; SCARMINIO, 2008; SCHWARTZ *et al.*, 2017). Com suas várias propriedades biológicas, as antocianinas e os flavonoides auxiliam na prevenção de doenças relacionadas ao estresse oxidativo (WANG *et al.*, 1999; KATSUBE *et al.*, 2003).

Os carotenóides são uma família de compostos pigmentados, lipossolúveis, principalmente amarelos, alaranjados ou avermelhados, sintetizados apenas por plantas e microorganismos. São classificados de acordo com a presença de oxigênio em sua estrutura química, sendo xantofilas, que contém oxigênio, e carotenos, que não contém oxigênio. (MARTINÉZ-NAVARRETE *et al.*, 2008). Esses pigmentos lipofílicos são largamente distribuídos nas plantas e em bactérias fotossintéticas (ROMANCHICK *et al.*, 1997). Na dieta humana, frutas e vegetais constituem as principais fontes de carotenoides (JOHNSON, 2002), responsáveis pelas colorações entre o amarelado e o vermelho nos tecidos vegetais (OLIVER e PALOU, 2000).

A atividade antioxidante de compostos fenólicos é principalmente devido às suas propriedades de óxido-redução, as quais podem desempenhar um importante papel na absorção e neutralização de radicais livres e também são responsáveis pela atividade antioxidante de diversos vegetais (DEGÁSPARI; WASZCZYNSKYJ, 2004; KÄHKÖNEN *et al.*, 1999).

Pesquisas demonstraram que o consumo de antioxidantes na dieta acaba fornecendo proteção eficaz contra processos oxidativos, que ocorrem naturalmente no corpo. Que acaba ajudando o corpo humano contra uma série de doenças que incluem câncer, aterosclerose, diabetes, artrite, malária, AIDS, doenças cardiovasculares, podem estar associadas a dano, uma forma extremamente reativa de oxigênio, chamada de "espécie reativa" oxigenadas" ou simplesmente ROS. Estas substâncias também estão ligadas com processos responsáveis pelo envelhecimento do corpo (BRENNAN; PAGLIARINI, 2001; YILDIRIM; MAVI; KARA, 2002).

Dentre as frutas nativas brasileiras ricas em compostos bioativos, tem-se o guabijú.

3.2 Guabijú (*Myrcianthes pungens*)

Conforme foi relatado, o Brasil apresenta uma enorme diversidade vegetal, com espécies de árvores frutíferas nativas ainda pouco exploradas do ponto de vista da alimentação

humana, mas com grande potencial nutricional e valor econômico. Uma destas espécies é o guabijuzeiro.

A árvore guabijuzeiro ocorre naturalmente na Argentina, Bolívia, Paraguai, Uruguai e Brasil, onde se encontra de São Paulo ao Rio Grande do Sul, possivelmente em toda a formação florestal (LORENZI; LACERDA, 2006). A Figura 3 ilustra uma árvore exemplar que pode atingir 20 m de altura, com tronco acinzentado e casca lisa. Os frutos são bagas arredondadas contendo uma a duas sementes grandes, rodeadas por polpa espessa, amarelada, succulenta, de sabor adocicado agradável e casca grossa. O período de maturação ocorre geralmente entre os meses de janeiro e fevereiro, apresentando uma casca de coloração roxo escura quando maduro (NORA, 2012).

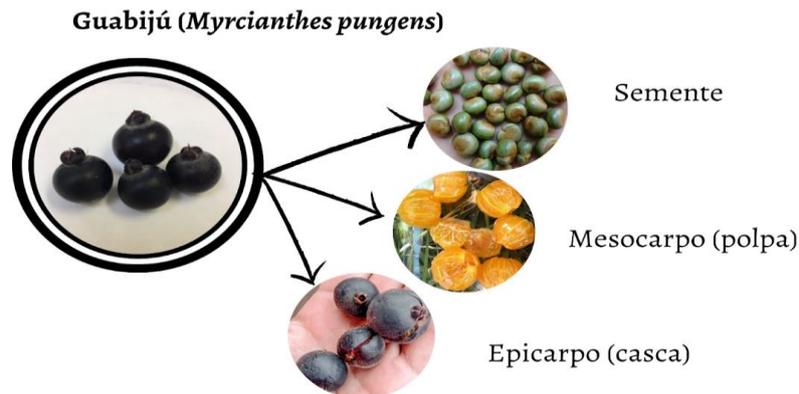
Figura 3 – Guabijú: A) planta adulta; B) flor; C) fruto com coloração roxa



Fonte: Autora (2022)

O fruto é constituído por duas partes fundamentais: o fruto propriamente dito, ou pericarpo (originado da parede do ovário) e a semente. De um modo geral, três camadas podem ser distinguidas num fruto: o epicarpo que o reveste externamente, o mesocarpo que é a parte mais desenvolvida dos frutos carnosos (geralmente é a porção comestível), e o endocarpo, a camada que reveste a cavidade do fruto, sendo geralmente pouco desenvolvida e, muitas vezes, de difícil separação, conforme a Figura 4 (SILVEIRA *et al.*, 2002).

Figura 4 – Partes que compõem o guabijú



Fonte: Autora (2022)

O fruto tem alto teor de polifenóis totais, flavonoides e antocianinas, podendo gerar extratos com alta capacidade antioxidante (SOUZA *et al.* 2018). O guabijú tem sido muito relatado na literatura como fonte de compostos bioativos, antocianinas e compostos fenólicos (ANDRADE *et al.*, 2011; DALLA NORA *et al.*, 2014a; SERAGLIO *et al.*, 2018). Esses compostos têm propriedades antioxidantes para evitar a deterioração de compostos oxidáveis em alimentos e cosméticos. Eles também são bons para a saúde humana, ao combater o excesso de radicais livres em condições normais são essenciais para o organismo, que acabam causando desequilíbrios no corpo, que são ligados a doenças degenerativas como o Alzheimer (CASTRO, 2012).

Além do potencial de sabor oferecido pela fruta, ainda que apresente grande potencial como fonte de compostos bioativos, a fruta é pouco explorada. (DALLA NORA *et al.*, 2014a). No entanto, a fruta é pouco explorada comercialmente, sendo consumida ocasionalmente in natura pelos habitantes de sua região de ocorrência durante o seu período de maturação. Devido ao seu grande número de compostos bioativos, a fruta apresenta potencial para ser utilizada como ingrediente em produtos alimentícios, bem como no desenvolvimento de novos produtos como aditivo em iogurte e sorvetes.

O guabijú, por ser um fruto nativo com propriedades antioxidantes, poderia ser adicionado em produtos alimentícios para manter suas características como o sorvete e o iogurte. Com o desenvolvido uma farinha do fruto liofilizado e adicionada a formulações de sorvete e iogurte, juntamente com o microrganismo probiótico, *Lactobacillus paracasei*. (DETONI, 2020).

3.3 Métodos de Extração Sólido -Líquido

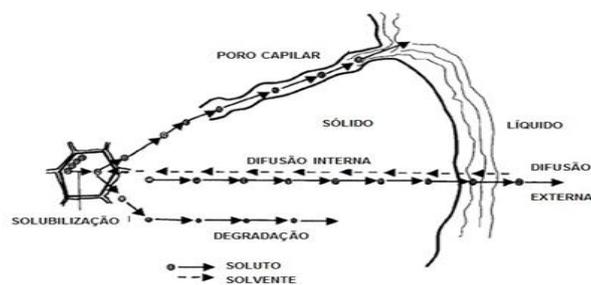
Existem diferentes métodos para obtenção de extratos vegetais, que incluem o uso de diferentes equipamentos, solventes e condições de pressão e temperatura. Vários métodos de extração visam obter elevada eficiência de extração, minimizando a geração de resíduos que sejam tóxicos (MILIĆ *et al.*, 2013).

A extração sólido-líquido (ESL), também conhecida como lixiviação, é um processo de separação de um ou vários compostos presentes em uma matriz sólida e que são solúveis em um determinado solvente (WANKAT, 2007; MILIĆ *et al.*, 2013).

Nesse tipo de operação unitária, predomina o fenômeno de transferência de massa que pode ocorrer através dos mecanismos de difusão molecular e/ou por convecção. No que se refere à diferença de concentração de uma espécie química (soluto) entre as duas fases, a transferência da mesma ocorre do meio mais concentrado para o meio menos concentrado. (PERRY, 1997; SEADER; HENLEY; ROPER, 2011; GEANKOPLIS, 1998). Dentre os métodos mais conhecidos de ESL estão a extração por maceração, extração assistida por ultrassom, extração supercrítica e extração assistida por micro-ondas.

O mecanismo da ESL envolve o umedecimento da superfície do sólido com o solvente, penetração do solvente no interior do sólido, solubilização das substâncias extraíveis, transporte dos solutos do interior para a superfície do sólido e dispersão dos solutos no solvente circundante às partículas sólidas por difusão e/ou convecção, por exemplo (TZIA; IADAKIS; AGUILERA, 2003; BERK, 2013). Conforme a Figura 5, pode-se observar as principais etapas da extração sólido-líquido.

Figura 5: Esquema das principais etapas da extração sólido-líquido



Fonte: TZIA, (2003)

Na Tabela 1 são apresentadas as técnicas de extração sólido-líquido mais utilizadas em escala de laboratório a título investigativo e na indústria de alimentos (ORTIZ, 2015).

Tabela 1: Técnicas de Extração Sólido-Líquido mais utilizadas em escala de laboratório, a título investigativo e na indústria de alimentos.

(continua)

Método de ESL	Descrição	Escala / Exemplo / Variáveis Importantes	Vantagens	Desvantagens	Referências
<i>Técnicas Clássicas</i>					
Prensagem	Extração de líquidos mediante aplicação de alta pressão sobre a matriz sólida. Os compostos de interesse são liberados pela ruptura dos tecidos vegetais.	Industrial / Extração de óleo a partir de sementes oleaginosas / Tempo, Pressão e Teor de Umidade.	Processo físico-mecânico que não requer o uso de solvente nem de altas temperaturas.	Apresenta menor rendimento e requer etapas posteriores de purificação do extrato.	MAHNIC-KALAMIZA e VOROBIEV, 2014; NAVIGLIO e FERRARA, 2008; MARTÍNEZ, MATTEA e MAESTRI, 2008.
Maceração	Matriz sólida em contato direto com o solvente. A extração ocorre pela transferência de massa por difusão até alcançar o equilíbrio.	Industrial e Laboratório / Extração de produtos fito terapêuticos a partir de plantas medicinais / Tipo e pH do solvente, temperatura e tempo	Fácil operação, conserva a qualidade do extrato.	É um processo bastante longo que requer dias ou até semanas para se completar. Extração incompleta.	NAVIGLIO <i>et al.</i> , 2007;
Percolação	Passagem do solvente através de um leito de material sólido, o solvente deve ser recirculado até conseguir a extração completa de todo o soluto.	Industrial / Fabricação de café solúvel / Vazão, Pressão e Temperatura	Extração completa de todo o material extraível.	Condições drásticas de extração e alto custo de operação.	SHARAPIN, 2000; NAVIGLIO <i>et al.</i> , 2007; NAVIGLIO e FERRARA, 2008.
Extração por Arraste de Vapor (EAV)	Extração das substâncias voláteis e insolúveis em água, presentes na matriz sólida por meio de uma corrente de vapor e posterior separação por diferença de densidade.	Industrial e Laboratório / Extração de Óleos essenciais / Temperatura e Tempo	Possibilidade de extrair substâncias insolúveis com água sem usar solventes orgânicos.	Longo tempo de extração e alta temperatura.	CHARLES e SIMON, 1990; NAVIGLIO <i>et al.</i> , 2007; NAVIGLIO e FERRARA, 2008

Fonte: ORTIZ (2015)

Tabela 1: Técnicas de Extração Sólido - Líquido mais utilizadas em escala de laboratório, a título investigativo e na indústria de alimentos.

(continuação)

Método de ESL	Descrição	Escala/Exemplo / Variáveis Importantes	Vantagens	Desvantagens	Referências
Extração Soxhlet (ESx)	Extração de compostos presentes em matrizes sólidas usando solventes orgânicos. Realiza-se em ciclos onde o solvente se evapora e recircula até conseguir a extração exaustiva.	Laboratório / Determinação de Lipídeos / Temperatura de ebulição do solvente e afinidade dos solutos pelo solvente.	Efetiva recuperação do solvente e pureza do extrato.	Longo tempo de extração, alta temperatura e o uso de grandes volumes de solventes orgânicos.	DEAN, 2009; CRESPO e YUSTY, 2006; VIROT <i>et al.</i> , 2007; RODRÍGUEZ-SOLANA <i>et al.</i> , 2014.
<i>Técnicas Modernas</i>					
Extração com Fluidos Supercríticos (EFS)	Solvatação dos compostos de interesse em um solvente mantido acima da sua pressão e temperatura crítica, o solvente é recuperado imediatamente quando o sistema volta nas condições atmosféricas.	Laboratório / Extração de Cafeína / Pressão e Temperatura Crítica do solvente.	Curto tempo de extração, baixa quantidade de solvente, ambientalmente benigna, fácil recuperação do solvente.	Alto custo do equipamento e operação, difícil otimização.	BORGES <i>et al.</i> , 2012; BERK, 2013; DE AZEVEDO <i>et al.</i> , 2008; CRESPO e YUSTY, 2006; TELLO, VIGUERA e CALVO, 2011; COUTO <i>et al.</i> , 2009; BARBOSA <i>et al.</i> , 2014.
Extração Assistida por Ultrassom (EAU)	As ondas de ultrassom geram bolhas de cavitação que quando colapsam facilitam o rompimento da superfície do sólido. Entretanto, na fase líquida gera-se uma micro turbulência proporcionando um efeito mecânico que permite uma maior penetração do solvente no material sólido.	Laboratório / Maceração assistida por ultrassom / Tipo de solvente, Tempo, Frequência do ultrassom.	Menor tempo de extração, alto rendimento, não requer necessariamente o aumento da temperatura e facilidade do controle dos parâmetros de processo.	Não é aplicado industrialmente.	TAO, ZHANG e SUN, 2014; MILIĆ <i>et al.</i> , 2013; RATHOD e RATHOD, 2014; NAVIGLIO e FERRARA, 2008.

Fonte: ORTIZ (2015)

Tabela 1: Técnicas de Extração Sólido - Líquido mais utilizadas em escala de laboratório, a título investigativo e na indústria de alimentos.

(conclusão)

Método de ESL	Descrição	Escala /Exemplo/ Variáveis Importantes	Vantagens	Desvantagens	Referências
Extração Assistida por Micro-ondas (EAM)	As micro-ondas penetram dentro da matriz sólida, gerando calor no interior das células, ocasionando o rompimento da estrutura celular dos tecidos vegetais, resultando em uma extração mais eficiente dos compostos intracelulares.	Laboratório / ESx assistida por micro-ondas / Temperatura	Menor tempo de extração, maior rendimento, em alguns casos não precisa de solvente (ex. Extração de óleos essenciais).	Não é aplicado industrialmente.	XIE <i>et al.</i> , 2014; TAGHVAEI <i>et al.</i> , 2014; TSUKUI <i>et al.</i> , 2014.
Extração Assistida por Campos Elétricos Pulsados (EACEP)	Os campos elétricos pulsados aumentam o tamanho dos poros da membrana celular, aumentando as taxas de extração.	Laboratório / Maceração assistida por campos elétricos pulsados / Intensidade do campo elétrico.	Menor tempo de extração, maior rendimento, não requer o aumento da temperatura e evita a destruição da estrutura celular da matriz sólida.	Não é aplicado industrialmente.	LÓPEZ <i>et al.</i> , 2009; LUENGO, ÁLVAREZ e RASO, 2013; MAHNIC-KALAMIZA e VOROBIEV, 2014.
Extração Acelerada com Solvente (EAS) ou Extração com Líquidos Pressurizados	Modificação da ESx, onde, por aplicação de alta pressão, o solvente permanece em estado líquido em temperaturas maiores, aumentando as taxas da extração ao longo do tempo.	Laboratório / Mesmas aplicações da ESx / Pressão e Temperatura	Menor tempo de extração, maior rendimento, menor quantidade e maior seletividade do solvente, o extrato também permanece líquido e, portanto se evita a perda de substâncias voláteis.	Maior custo de operação, não tem aplicações industriais.	NAVIGLIO <i>et al.</i> , 2007; NAVIGLIO e FERRARA, 2008; BORGES <i>et al.</i> , 2012; RODRÍGUEZ-SOLANA <i>et al.</i> , 2014

Fonte: ORTIZ (2015)

O baixo custo de operação dos equipamentos constitui a maior vantagem destas técnicas, pois elas estão baseadas em tecnologias pouco complexas e acessíveis, facilitando assim aplicações em escala industrial.

As técnicas clássicas de extração, embora sejam as mais utilizadas, apresentam várias desvantagens, dentro das quais se destacam: o longo tempo de extração (Maceração, ESx e EAV), o menor rendimento (Maceração e Prensagem), a impureza do extrato (Prensagem), e a necessidade de grandes quantidades de solvente (ESx). Devido a estas limitações, surgem métodos nos quais são utilizadas maiores temperaturas (Percolação, ESx e EAV) e maiores pressões (EFS e EAS), pois desta forma podem ser alcançados maiores rendimentos em tempos mais curtos, ainda que isto resulte na diminuição da qualidade do extrato. (ORTIZ, 2015).

As técnicas modernas são produto dos avanços dos métodos convencionais de extração ou da aplicação de novas tecnologias (fluidos supercríticos, ultrassom, micro-ondas, pulsos elétricos, líquidos pressurizados). Estas técnicas foram desenvolvidas na expectativa de se obter melhores resultados em termos de qualidade do extrato e custo operacional, sendo que em todas elas é possível conseguir maiores rendimentos em menores tempos de extração. Contudo, o alto custo dos equipamentos e a difícil otimização das condições em escala industrial, constituem as principais desvantagens das técnicas modernas de extração, sendo que, atualmente, as mesmas se limitam a escala de laboratório ou piloto. (MCCABE; SMITH; HARRIOT, 1993).

O rendimento da ESL é influenciado por muitos fatores tais como: a utilização de alta temperatura melhora o rendimento da extração, pois aumenta a solubilidade dos solutos e diminui a viscosidade do solvente, permitindo uma maior penetração na fase sólida; a alta pressão normalmente é requerida quando se aplica alta temperatura para manter o solvente em estado líquido; o rendimento da extração aumenta quando o tamanho de partícula diminui, pois a redução de tamanho facilita a transferência de massa interna (reduzindo a resistência interna à transferência de massa) e externa (incrementando a área de contato com o solvente); a agitação acelera a transferência de massa externa; a aplicação de ultrassom facilita a saída de solutos intracelulares devido à ruptura da parede celular; aplicação de pulsos elétricos é recomendada para abrir os poros das membranas celulares e facilitar a extração de solutos intracelulares; etc. (BERK, 2013; MAHNIC-KALAMIZA; VOROBIEV, 2014).

Os fatores que influenciam a taxa da extração dependem da escolha do equipamento, sendo que o processo de extração é afetado por fatores que limitam a taxa de extração de refinamento (RICHARDSON; HARKER; BACKHURST, 2002). A difusão de solutos ocorre através da estrutura porosa do resíduo sólido onde o fator limitante, do material deve ser

pequeno em tamanho para que o soluto se distancie seja uma travessia pequena. Por outro lado, se o soluto se difunde da superfície da partícula para a maioria das soluções são fatores de controle e requerem muita agitação do fluido. Existem quatro fatores importantes a serem considerados: o tamanho da partícula, solvente, temperatura e a agitação. (MCCABE; SMITH; HARRIOT, 1993).

O líquido selecionado deve ser um solvente seletivo e deve ter uma viscosidade baixa o suficiente para se mover livremente. Geralmente, um solvente relativamente puro será usado inicialmente, mas à medida que a extração progride, a concentração de soluto aumenta e a taxa de extração diminui gradualmente, principalmente por causa do gradiente de concentração do soluto de interesse. A concentração diminuirá, bem como a solução geralmente se tornará mais viscosa (RICHARDSON; HARKER; BUCKHURST, 2002).

A solubilidade do material aumenta com a temperatura, aumentando assim a facilidade de recebimento do rendimento e maiores taxas de recebimento (RICHARDSON; HARKER; BUCKHURST, 2002).

A agitação do solvente é importante porque aumenta a difusão em redemoinho, então o material maior é transferido da superfície da partícula para o volume da solução. Além disso, agitar a suspensão de partículas finas evita a sedimentação. (RICHARDSON; HARKER; BUCKHURST, 2002).

Pelo exposto, percebe-se que há muitas variáveis que podem influenciar no processo ESL, logo é interessante que seja realizada uma revisão sistemática da literatura, para se conhecer o que tem sido realizado em termos de pesquisa e desenvolvimento a respeito do tema.

3.4 Revisão Sistemática e Bibliométrica

Para solucionar problemas comuns da pesquisa bibliográfica, aumentando sua credibilidade, foram desenvolvidos procedimentos mais razoáveis, conhecidos pelo termo “Revisão Sistemática” (SAMPAIO; MANCINI, 2007). A revisão sistemática é uma forma de pesquisa que utiliza a literatura sobre um determinado tema como fonte de dados. Esse tipo de estudo fornece um resumo das evidências relacionadas a uma estratégia de intervenção específica, por meio do uso de métodos inequívocos e sistemáticos de busca, avaliação crítica e síntese de informações selecionadas.

No entanto, a revisão sistemática da literatura também é um método de coleta de pesquisas abrangentes, agregando valor a essas buscas por meio da adoção de critérios e uma avaliação da qualidade e importância do que é recuperado nessa busca (PETTICREW;

ROBERTS, 2006). Nesse sentido, este método tem a capacidade de se combinar com outros, como bibliometria, que é uma análise quantitativa de citações bibliográficas, cuja combinação pode considerar também os aspectos qualitativos e avaliativos.

Os congressos e periódicos acadêmicos são os meios de comunicação mais adequados e rápidos para a publicação de pesquisas de reconhecido valor para a comunidade acadêmica. Como não é uma tarefa fácil avaliar a importância dessas publicações para um determinado estudo, existe há várias décadas uma preocupação da comunidade acadêmica em mensurar o valor científico das publicações como referências bibliográficas. Tal interesse deu origem à bibliometria.

Define-se a bibliometria como o estudo dos aspectos quantitativos da produção científica, disseminação e uso da informação publicada e validada. Este campo da ciência desenvolveu padrões e modelos estatísticos para medir esses processos (TAGUE-SUTCLIFFE, 1992). Após definir a estratégia de busca para pesquisa científica, a próxima tarefa é selecionar o material obtido. Para facilitar esse processo, os pesquisadores há muito utilizam os "estudos métricos" como ferramenta analítica para avaliar as informações geradas com base em fontes quantitativas.

A bibliometria fornece informações sobre o resultado de um processo de pesquisa, com seu volume, evolução, popularidade e estrutura, constitui uma ferramenta para estabelecer indicadores de produção científica para instituições relacionadas a países e até cientistas, por meio da análise quantitativa das características bibliográficas de um conjunto de publicações e sua própria comunidade (TÁPANES; AFONSO, 2013). Este estudo de aspectos quantitativos da produção, disseminação e uso de informações registradas os ajuda a desenvolver modelos matemáticos e medições que, por sua vez, auxiliam na previsão e tomada de decisões sobre esses processos. Na Tabela 2 é apresentada uma orientação sobre o processo de revisão sistemática e análise bibliométrica a respeito de um determinado tema.

Tabela 2: Checklist de revisão sistemática e análise bibliométrica.

Sub-Etapa	Descrição
Revisão Sistemática	
1) Determine seus objetivos	O que você deseja pesquisar? Qual o tema? Como descrever seu objeto com palavras-chaves?

2) Determine um descritor de busca	<p>Teste os termos componentes do descritor um a um no Google <i>Scholar</i> antes, para checar se são pertinentes na busca. Depois dos termos, selecione operadores lógicos para integrá-los, formando assim o descritor.</p> <p>Exemplo de Algoritmo de busca: (“<i>tangible interaction</i>” OR “<i>tangible interface</i>”) AND <i>autis</i>*</p> <p>OBS: “<i>tangible interaction</i>” é um termo, e “AND” e “*” são operadores lógicos.</p>
3) Escolha as bases de dados pertinentes	<p>Selecione-as dentre aquelas disponíveis no Portal de Periódicos da CAPES.</p>
4) Realize a busca usando o descritor	<p>Em todas as bases de dados escolhidas na etapa anterior.</p>
5) Filtre a busca por critérios pré-selecionados	<p>Aplique filtros nas buscas feitas na Etapa 4. Exemplos de filtros:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) apenas artigos em periódicos com <i>peer review</i>; b) apenas publicações entre 2004 e 2014, por exemplo; c) apenas publicações disponíveis na base da CAPES.
6) Use o EndNOTE (OBS: O Zotero é uma Alternativa: <i>Software</i> Livre para o EndNOTE)	<p>Pegue todos os artigos que restaram depois do passo 5, faça <i>download</i> do arquivo .RIS deles (na base de dados em que o encontrou). Pegue esse arquivo .RIS contendo os dados de todos os artigos, como por exemplo: autores, data e local de publicação, resumo etc. Abra no <i>software</i> EndNOTE, e selecione os artigos por:</p> <ul style="list-style-type: none"> . título; a. palavras-chave; b. resumo.
7) Sistematize a bibliografia	<p>Faça uma planilha mostrando os artigos que sobraram depois da etapa 6. Nessa planilha, explicito o autor, ano de publicação, título, fonte etc, de cada artigo. OBS: Destaque itens da planilha como “Temas mais frequentes”, “Palavras-chaves mais usadas”, “Áreas” etc.</p>

Análise Bibliométrica

8) Exponha os indicadores bibliométricos de cada artigo na planilha da etapa 7	Selecione os indicadores bibliométricos mais pertinentes para satisfazer os objetivos de sua revisão (Etapa 1).
9) Monte gráficos para apresentar os resultados	Crie tabelas e gráficos (histogramas, de pizza, diagramas etc), para expressar os dados bibliométricos dos artigos. Ex: principais autores, conexões entre autores via citações, <i>ranking</i> de publicações, regiões do mundo ou centros de pesquisa mais importantes, <i>timeline</i> de publicações etc. OBS: seja criativo nesta etapa!
Resultado Final	
10) Escreva um relatório	Escreva um texto integrando dados da planilha (Etapa 7) com os gráficos bibliométricos (Etapa 9), com suas análises e interpretações. É esse texto, com esses elementos todos, que embasará sua pesquisa.

Fonte: Medeiros (2015)

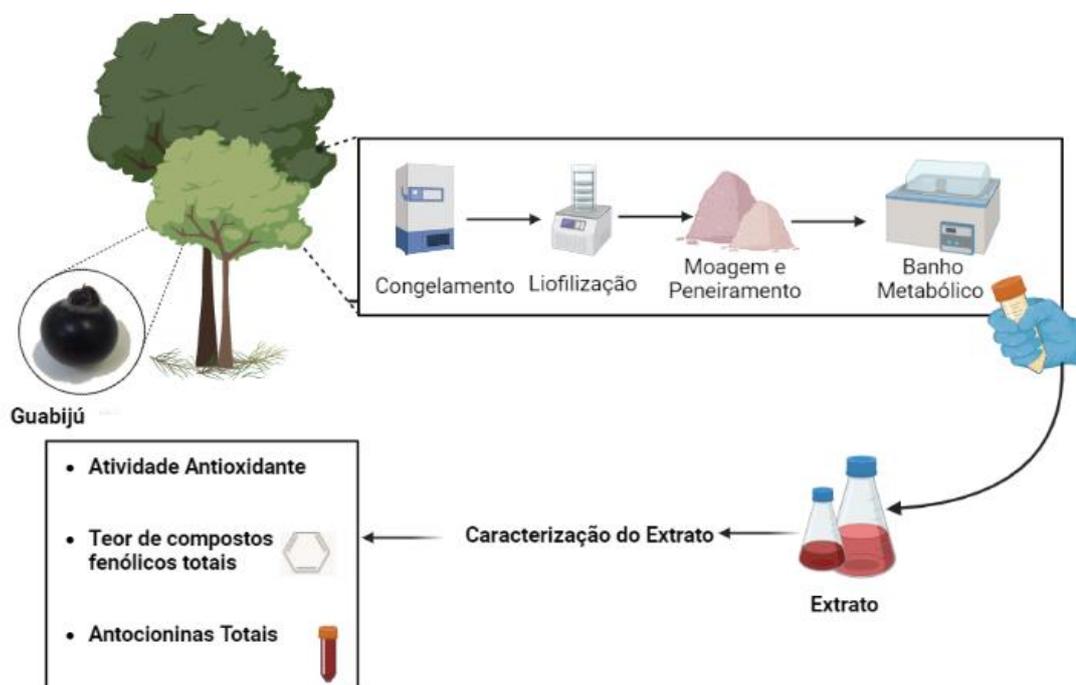
4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Revisão Bibliométrica e Sistêmica

Foi realizada uma pesquisa de forma bibliográfica detalhada com o uso de artigos científicos do guabijú na plataforma Periódicos Capes, utilizando alguns métodos baseados nas informações da Tabela 2. O banco de dados fornece várias citações abrangentes em muitos campos de pesquisa, sendo de alta qualidade e com critérios de seleção rigorosos. Os trabalhos foram selecionados conforme a sua abordagem. A partir do protocolo de buscas na plataforma Capes, na base *Web of Science*, utilizando palavras-chave como: *Myrcianthes pungens*, *extraction* e *bioactive compounds*, foram encontrados resultados, sendo artigos de pesquisas na área, artigos de revisão, resumo de reuniões e notas. Com o auxílio da revisão sistemática se fez a leitura desses artigos para então se obter as condições para a extração dos compostos bioativos.

A realização da proposta experimental de Trabalho de Conclusão de Curso foi dividida em etapas, conforme esquematizado na Figura 6.

Figura 6 – Fluxograma com as etapas do desenvolvimento experimental da pesquisa



As etapas se constituíram na caracterização físico-química da casca e da fruta inteira, no preparo das amostras para extração, extração dos compostos bioativos e caracterização através da quantificação da atividade antioxidante, fenóis totais e conteúdo de antocianinas totais.

4.2 Matéria prima

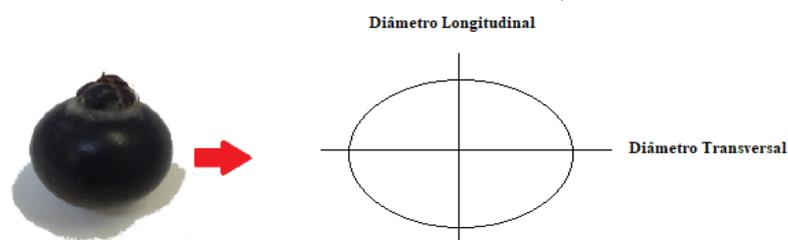
A coleta do guabijú (*Myrcianthes pungens*) foi realizada manualmente entre os meses de dezembro de 2021 e janeiro de 2022 na região do Centro - Serra, Salto do Jacuí - Rio Grande do Sul (29° 05'43.0" 53°13'22.8").

Após serem coletadas, as frutas foram lavadas em água corrente, higienizadas com solução comercial de hipoclorito de sódio (2 %) e enxaguadas em água, cujo excesso foi retirado com auxílio de papel toalha.

Foi realizada a separação e a quantificação das partes que integram os frutos de guabijú. Esta escolha se deu pelo fato de que as cascas (epicarpo) do guabijú não são aproveitadas após o seu consumo, sendo consideradas um resíduo rico em compostos bioativos (antocianinas e compostos fenólicos totais).

Foi realizada uma análise morfométrica do guabijú, em que foram selecionados 50 frutos, classificados pelo seu tamanho e grau de maturação. Foram medidas a massa de cada fruta, quantificando também em separado a massa da polpa, casca e sementes. Os frutos foram caracterizados com relação aos diâmetros longitudinal e transversal (Figura 7), utilizando-se um paquímetro digital.

Figura 7: Parâmetros morfométricos para obtenção dos diâmetros do guabijú



Fonte: Autora (2022)

As amostras foram armazenadas em sacos plásticos e congeladas em *freezer* a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ e então foram secas em um liofilizador (Terroni, LS3000, São Carlos, Brasil) a uma temperatura de $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 48 h (vácuo de aproximadamente 0,2 mmHg).

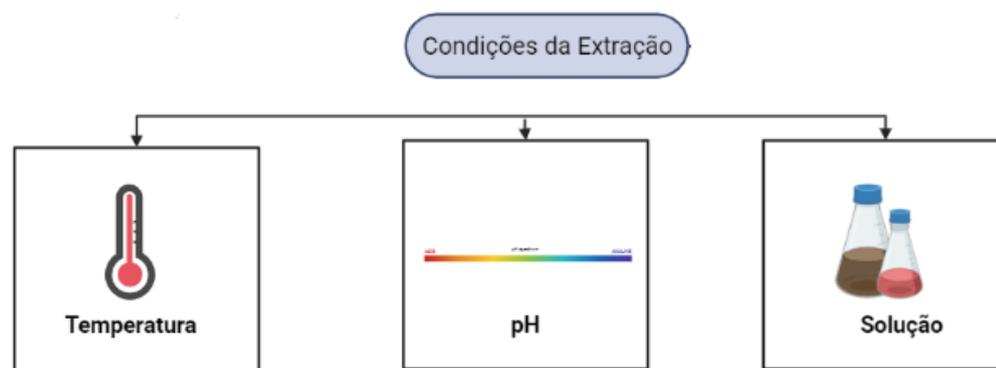
As amostras liofilizadas (fruta inteira e casca) do guabijú foram reduzidas a um pó, utilizando um moinho analítico (IKA, A11, Darmstadt, Alemanha) e peneiradas em uma peneira (*mesh* 60, Indústria Metalúrgica Bertel, Caieiras, Brasil) para selecionar partículas com diâmetro inferior a 0,250 mm.

A umidade da casca *in natura* e liofilizada foi determinada utilizando-se o método de AOAC (1990) através da secagem da amostra em estufa com circulação forçada de ar a $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 24 h

4.3 Extração dos compostos bioativos

Os compostos bioativos do guabijú foram extraídos pela técnica de maceração, utilizando um banho metabólico com agitação por 1 h, conforme Avila *et al.* (2019). Conforme relatado pelos referidos autores, o tipo de solvente, o pH e a temperatura são parâmetros que podem influenciar na extração dos referidos compostos, conforme a Figura 8.

Figura 8: Parâmetros utilizados na extração dos compostos bioativos.



Fonte: Autora (2022)

Nesse sentido, foram realizados ensaios em duplicata para estudar a extração dos compostos presentes na fruta inteira e na casca, em diferentes condições experimentais de acordo com Tabela 3. Após o processo de extração, a mistura foi submetida à centrifugação em 4000 rpm por 10 min para separação das fases sólida e líquida. Os valores iniciais dos pHs da

água e do etanol foram verificados e se aproximaram de 6. Os compostos bioativos foram então caracterizados em relação aos compostos fenólicos totais, antocianinas totais e atividade antioxidante.

Tabela 3: Parâmetros utilizados na extração dos compostos bioativos.

Guabijú	Solvente	Temperatura (°C)
Fruta inteira	Água	88
	Etanol 40% (v/v)	88
	Água acidificada (pH=1)	88
Casca	Água	70
	Etanol 40% (v/v)	70
	Água	25
	Etanol 40% (v/v)	25
	Água	88
	Etanol 40% (v/v)	88
	Água acidificada (pH=1)	88

Fonte: Autora (2022)

4.4 Caracterização dos extratos bioativos

A quantificação de compostos fenólicos totais (CFT) presente nos extratos foi realizada por um método modificado de Folin-Ciocalteu (SINGLETON E ROSSI, 1965). Inicialmente, foi adicionado 0,5 mL de extrato em 10 mL de água destilada, 1 mL do reagente Folin-Ciocalteu, deixando-o reagir por 3 min ao abrigo da luz. Após, foram adicionados 8 mL de solução aquosa de carbonato de sódio (7,5% (m/v)) e a mistura permaneceu em repouso por 2 h à temperatura ambiente e no escuro. Por fim, foi realizada a leitura da absorbância da solução resultante a 765 nm em um espectrofotômetro (UV 755B, EQUILAM, Diadema, Brasil). O teor dos fenólicos totais foi obtido com o auxílio de uma curva padrão de ácido gálico, conforme a

Equação 1. Assim, os resultados foram expressos em miligramas de ácido gálico (GAE) por grama da matéria seca.

$$Abs = 0,0019.CFT \quad (1)$$

sendo *Abs*, a absorbância da solução e *CFT*, a concentração de CFT presente no extrato em mg/L.

A qualidade do ajuste dos dados utilizados na curva padrão foi verificada pelo coeficiente de determinação R^2 , o qual foi 0,9972.

O teor de antocianinas totais (AT) foi quantificado também por espectrofotometria na região do UV-Vis (FULEKI E FRANCIS, 1968). A absorbância da solução do extrato foi medida em um comprimento de onda de 520 nm, com o espectrofotômetro (UV 755B, EQUILAM, Diadema, Brasil). A concentração de AT foi expressa em termos da cianidina-3-glicosídeo, conforme a Equação 2, que é uma antocianina presente nas cascas das frutas, cuja quantificação foi realizada com o auxílio de uma curva padrão. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

$$Abs = 0,0502. AT \quad (2)$$

sendo *Abs*, a absorbância da solução e *AT*, a concentração de AT presente no extrato em mg/L.

Da mesma forma que no CFT, a qualidade do ajuste dos dados utilizados na curva padrão da cianidina-3-glicosídeo foi verificada pelo coeficiente de determinação R^2 , o qual foi 0,9989.

A Atividade Antioxidante (AA) foi determinada pelo método DPPH (BRAND-WILLIAMS, CUVELIER E BERSET, 1995). Primeiramente, foram utilizados 7,8 mL de solução metanólica de DPPH e misturada com 0,2 mL do extrato. A mistura permaneceu em repouso por 30 min em temperatura ambiente e ao abrigo da luz, e a absorbância da solução foi lida no espectrofotômetro em comprimento de onda de 517 nm (UV 755B, EQUILAM, Diadema, Brasil). Preparou-se o branco, com 7,8 mL de solução metanólica de DPPH e misturou-se com 0,2 mL da solução utilizada. Os resultados foram expressos em porcentagem de radicais livres sequestrados pelo radical DPPH.

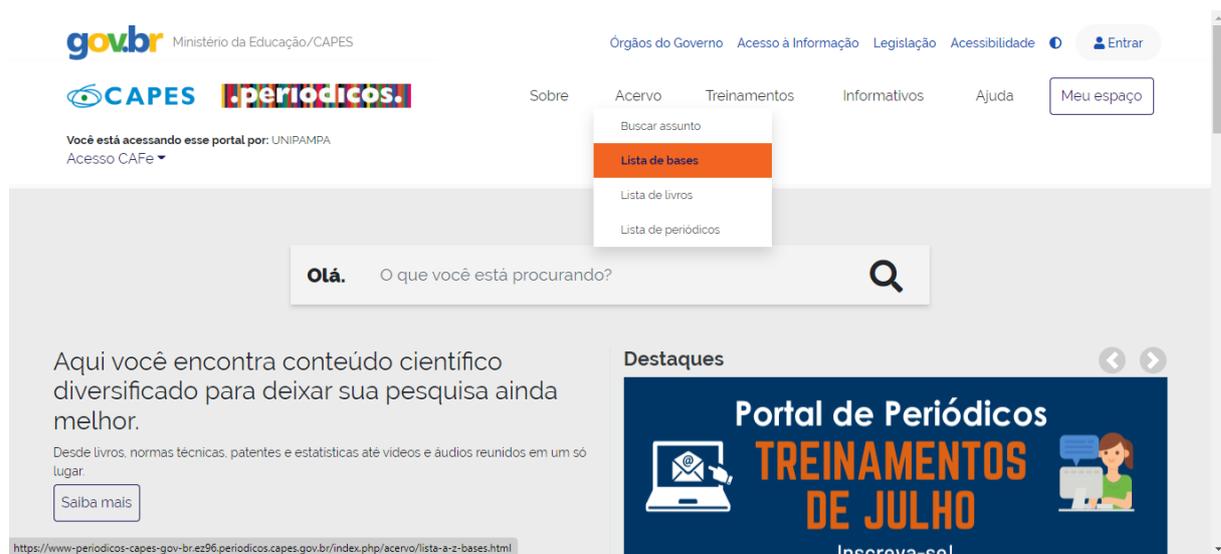
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Resultados da Revisão Bibliométrica e Sistêmica

Conforme foi relatado, a pesquisa bibliográfica mais detalhada de artigos científicos sobre a extração de compostos bioativos do guabijú ocorreu na plataforma Periódicos Capes, utilizando o buscador *Web of Science*. Esse banco de dados permite acesso a várias citações completas sobre uma variedade de tópicos, incluindo mais de 20.000 periódicos acadêmicos de alta qualidade revisados por pares em todo o mundo.

Os trabalhos foram selecionados com base no método de extração de compostos bioativos. A plataforma seguiu um rigoroso critério de seleção. Na Figura 9, pode-se ver a página inicial da plataforma de pesquisa.

Figura 9: Busca da base na plataforma *Capes*.



Fonte: Plataforma *Capes* (2022)

A base de dados *Web of Science - Core Collection* foi escolhida para a pesquisa realizada, pois contém mais informações sobre o assunto em questão. Nas Figuras 10 e 11 são mostradas as opções de banco de dados fornecidas pela base de pesquisa, e a base de dados escolhida (*Web of Science - Core Collection*) é mostrada como a maior coleção sobre o tema.

Figura 10: Busca da base de dados *Web of Science* na plataforma Capes.

Lista de bases

As bases de dados reúnem diversos tipos de conteúdo científico, sejam artigos, resumos, referências, estatísticas, teses, dissertações, material audiovisual, dentre outros. A pesquisa por bases permite a consulta de três formas: por título, por área do conhecimento ou avançada, na qual é possível combinar algumas informações. Na primeira opção, busca por título, é possível localizar uma base de dados pelo nome, letra inicial ou verificar a lista completa. Caso a consulta seja feita por área do conhecimento, são relacionadas as subáreas e a quantidade de bases disponíveis em cada uma. A busca avançada permite associar campos como editor responsável, tipo de conteúdo, bases nacionais ou de acesso gratuito.

Os treinamentos *on-line* do Portal de Periódicos da CAPES são gratuitos e ensinam como otimizar a pesquisa por meio de cada tipo de busca.

[Ajuda](#)

Busca por título Busca por área do conhecimento Busca avançada

AB C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z Outro(a) | VER TODAS

Palavra no título:

web of science

Contém a palavra Inicia com a palavra Palavra exata

[Enviar](#) [Limpar](#) [Voltar ao topo](#)

Fonte: Plataforma *Capes* (2022)

Figura 11: Lista de base de dados após a busca da base de dados *Web of Science* na plataforma Capes.

Lista de bases

As bases de dados reúnem diversos tipos de conteúdo científico, sejam artigos, resumos, referências, estatísticas, teses, dissertações, material audiovisual, dentre outros. A pesquisa por bases permite a consulta de três formas: por título, por área do conhecimento ou avançada, na qual é possível combinar algumas informações. Na primeira opção, busca por título, é possível localizar uma base de dados pelo nome, letra inicial ou verificar a lista completa. Caso a consulta seja feita por área do conhecimento, são relacionadas as subáreas e a quantidade de bases disponíveis em cada uma. A busca avançada permite associar campos como editor responsável, tipo de conteúdo, bases nacionais ou de acesso gratuito.

Os treinamentos *on-line* do Portal de Periódicos da CAPES são gratuitos e ensinam como otimizar a pesquisa por meio de cada tipo de busca.

[Ajuda](#)

Você buscou por "**Contém a palavra = web of science**"

1 - 3 de 3 Base(s) << | >>
Página: 1 de 1

Nome da base	Tipo	Ações
Derwent Innovations Index - DII (Web of Science/ Clarivate Analytics)	Patentes	i
SciELO Citation Index (Web of Science)	Textos completos , Referenciais com resumos , Estatísticas	i
Web of Science - Coleção Principal (Clarivate Analytics)	Referenciais com resumos	i

1 - 3 de 3 Base(s) << | >>
Página: 1 de 1 [Voltar ao topo](#)

Fonte: Plataforma *Capes* (2022)

Para refinar a pesquisa foram utilizadas as palavras-chave *Myrcianthes pungens*, guabijú, compostos bioativos e extração. A Figura 12 mostra a pesquisa que foi feita usando a primeira palavra-chave.

Figura 12 - Plataforma de pesquisa *Web of Science* utilizando palavras-chave.

DOCUMENTOS PESQUISADORES

Pesquisar em: **Coleção principal da Web of Science** Edições: All

Adicionar termos à visualização da consulta

Tópico Exemplo: oil spill* mediterranean And Adicionar à busca

Mais opções

Visualização de busca

(TS=(Myrcianthes pungens)) AND TS=(Myrcianthes pungens)

+ Adicionar intervalo de datas Limpar Pesquisar

Ajuda de pesquisa

Booleanos: AND, OR, NOT Exemplos

Rótulos do campo:

- TS=Tópico
- TI=Titulo
- AB=Resumo
- AU=Autor
- AI=Identificadores de autor
- AK=Palavras-chave de autor
- GP=[Autor Grupo]
- ED=Editor
- KP=Keyword Plus*
- SO=[Títulos da publicação]
- DO=DOI
- PY=Ano de publicação
- CF=Conferência
- AD=Endereço
- OG=[Afiliação]
- OO=Organização
- SG=Suborganização
- SA=Endereço da Rua
- CI=Cidade
- PS=Provincia/Estado
- CU=País/Região
- ZP=CEP/Código postal
- FO=Agência financiadora
- FG=Número do subsídio
- FD=Detalhes do financiamento
- FT=Texto sobre financiamento
- SU=Área de pesquisa
- WC=Categorias da Web of Science
- IS= ISSN/ISBN
- UT=Número de acesso
- PMID=ID PubMed
- DOP=Data de publicação
- PUBL=Editora
- ALL=Todos os campos
- FPY=Ano da publicação final

Fonte: Fonte: Plataforma *Web of Science* (2022)

A Figura 13 mostra o campo na página de resultados da pesquisa onde um usuário pode adicionar palavras-chave adicionais à sua pesquisa. Houve necessidade de palavras-chave adicionais para realizar o estudo, pois não havia artigos suficientes para trabalhar.

Figura 13: Refino da busca na plataforma utilizando a segunda palavra-chave.

0/31 Adicionar à Lista de itens marcados Exportar

Classificar por: Relevância 1 de 1

1 Phenolic Composition in Different Genotypes of Guabiju Fruits (**Myrcianthes pungens**) and Their Potential as Antioxidant and Antichemotactic Agents 17 Citações

Andrade, JMM; Aboy, AL; (...); Henriques, AT
Oct 2011 | JOURNAL OF FOOD SCIENCE 76 (8) , pp.C1181-C1187

Fruits of **Myrcianthes pungens** Berg. Legr. (Myrtaceae), known as guabiju, are widely consumed fresh as well as dried, processed into jam, marmalade, and juices. In this study, chemical composition and antichemotactic and antioxidant activities of fruits from a wild type (GB) and 2 genotypes, PL2 and PL1, of guabiju were investigated. Total anthocyanins for the g ... Exibir mais

Visualizar texto integral

31 Referências

Artigos relacionados

2 Antioxidant and antibacterial activity of **Myrcianthes pungens** leaf essential oil 39 Referências

de Jesus, RA; de Oliveira, HLM; (...); Linde, GA
Mar 2021 | BOLETIN LATINOAMERICANO Y DEL CARIBE DE PLANTAS MEDICINALES Y AROMATICAS 20 (2) , pp.147-161

Myrcianthes pungens (Myrtaceae) is a native tree to Brazil known as guabiju. In our study, we described the chemical composition of the essential oil from **M. pungens** dried leaves, the antioxidant activity by different methods and antibacterial activity against *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* and *Pseudomonas aeruginosa*. The chemical identification was d ... Exibir mais

Texto integral gratuito da editora

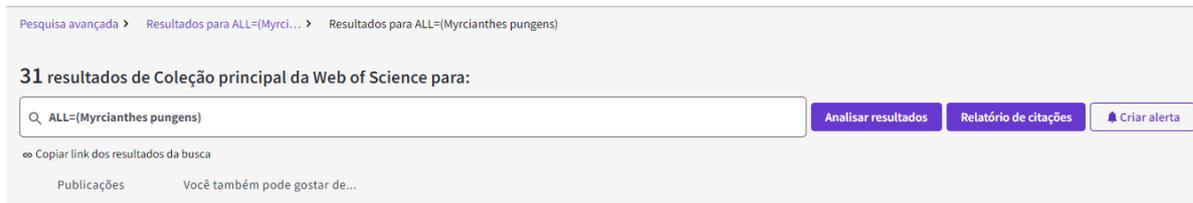
Artigos relacionados

3 Cloning of adult **Myrcianthes pungens** (Berg) Legrand specimen by cutting

Fonte: Fonte: Plataforma *Web of Science* (2022)

A Figura 14 mostra como selecionar a análise dos resultados que foi feita durante a pesquisa na plataforma *Web of Science*.

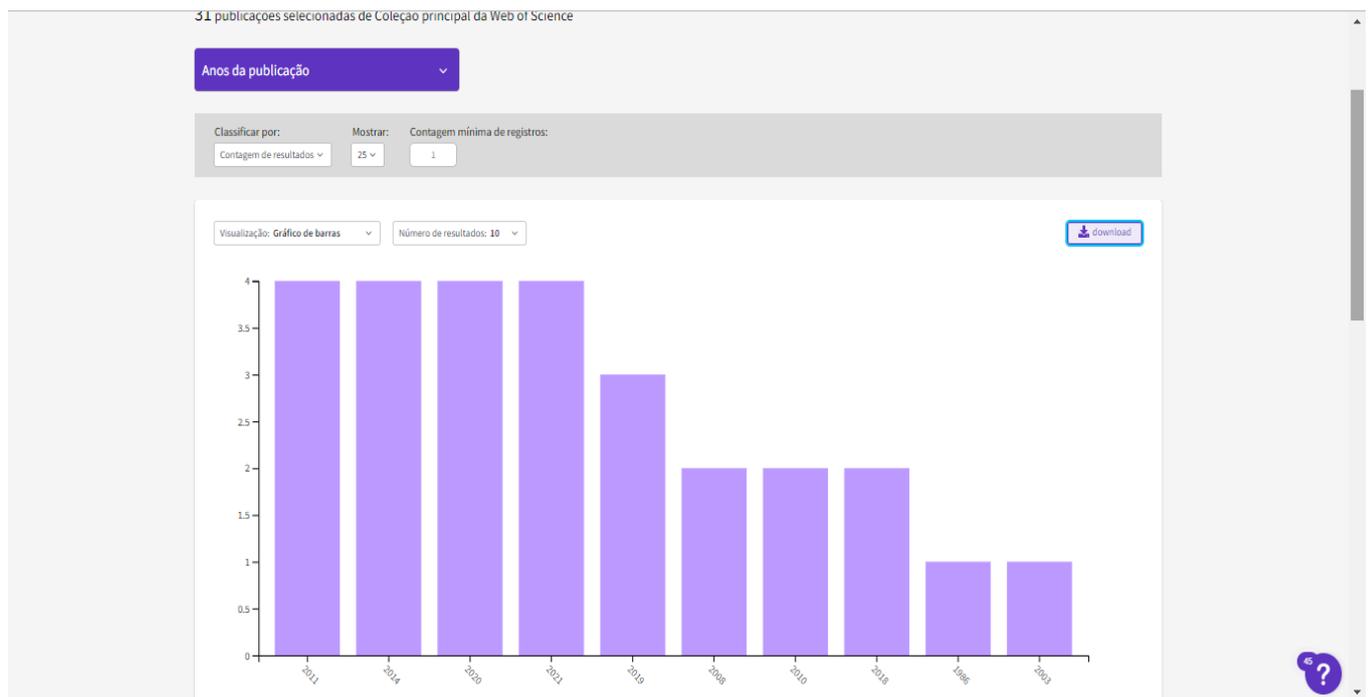
Figura 14: Indicação da etapa a ser seguida para análise de resultados.



Fonte: Fonte: Plataforma *Web of Science* (2022)

Na página mostrada na Figura 15 tem-se as informações como ano da publicação, em quais idiomas foram escritos, quantos livros foram publicados por país e muito mais.

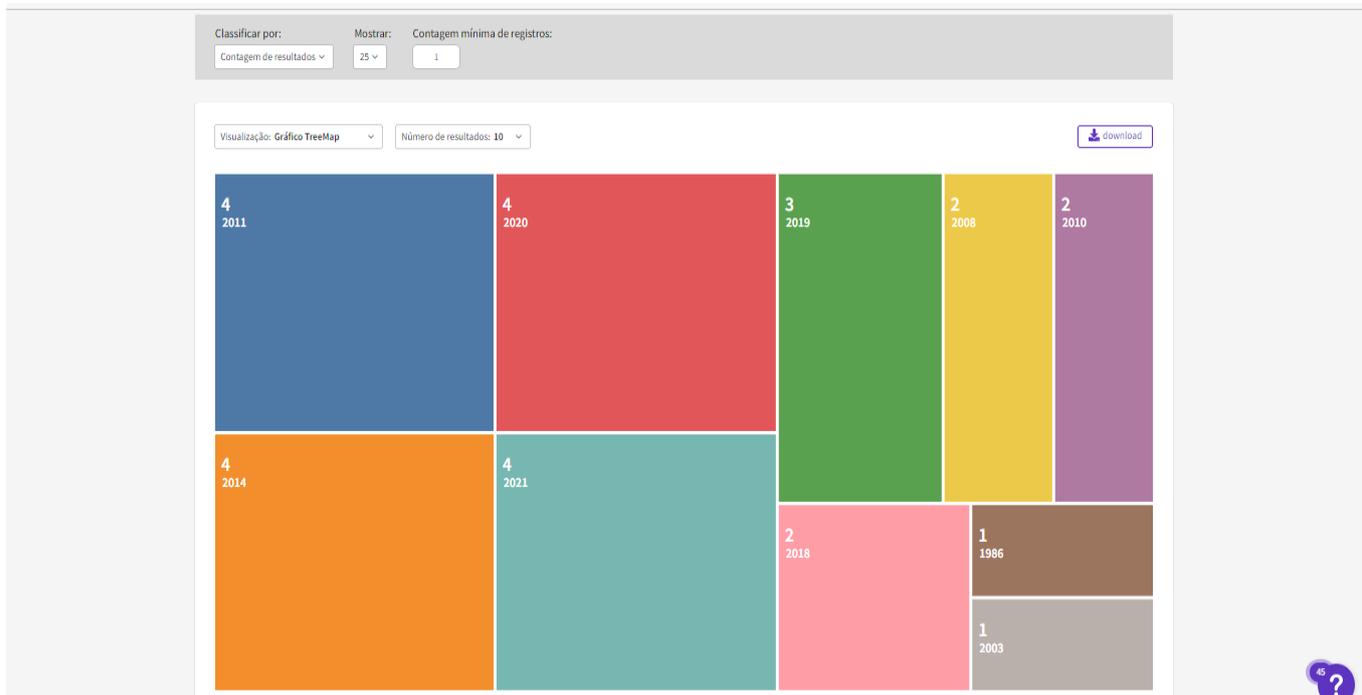
Figura 15: Direcionamento da plataforma para a análise de resultados.



Fonte: Fonte: Plataforma *Web of Science* (2022)

A Figura 16 mostra como foi feita a análise dos resultados de refinamento da busca, como número de artigos por ano e número de artigos por país.

Figura 16 - Análise estatística do refino da busca.



Fonte: Plataforma *Web of Science* (2022)

Os artigos encontrados na busca foram lidos e foi feita uma pré-seleção. Apesar de terem sido utilizadas as palavras-chave, muitos dos artigos obtidos não se referiam ao tema da extração de compostos bioativos do guabijú e sim sobre a fruta. As tabelas do estudo continham as informações mais importantes sobre a fruta, como, sua análise físico-química e morfológica. Os dados sobre a fruta foram coletados de acordo com o que estava presente nos trabalhos pesquisados, e organizados em forma de tabela.

5.2 Morfometria do guabijú

Conforme se citou na metodologia, selecionaram-se 50 guabijús pelo tamanho e grau de maturação (Figura 17). Após a seleção das amostras, foram realizadas as medidas dos diâmetros, bem como a massa de cada fração presente no fruto.

Os valores obtidos dos diâmetros das amostras medidos de forma longitudinal e transversal estão apresentados na Tabela 4.

Figura 17: Amostras de guabijú inteira (A) e das partes que a compõem (casca, polpa e sementes) (B)



Fonte: Autora (2022)

Tabela 4- Análise do tamanho e massa das diferentes frações que compõem o guabijú

Amostras	Diâmetro		Quant. Semente	M _{total} (g)	M _{casca} (g)	M _{polpa} (g)	M _{semente} (g)	% casca	% polpa	% semente
	Trans. (mm)	Long. (mm)								
50										
Média	16,55	15,46	1	3,463	1,167	1,615	0,727	33,25	58,88	7,87
Desvio médio	0,85	0,8	0,52	0,464	0,167	0,358	0,209	3,9	5,68	0,74

Fonte: Autora (2022)

Pode-se perceber que o diâmetro transversal apresentou valores maiores do que o diâmetro longitudinal.

A massa média da fruta inteira foi de $3,46 \pm 0,46$ g. Reis *et al.* (2016) encontrou uma média de 3,41 g em plantas de guabijú, enquanto Dias *et al.* (2011) encontraram resultados em plantas da família de árvores *Myrtaceae*, nas quais a massa da fruta pode variar entre 1,28 e 6,52 g.

O tamanho e a constituição das plantas variam muito, segundo Carvalho *et al.* (2003). A afirmação original é sobre os genes e a constituição das plantas. A família *Myrtaceae* de árvores frutíferas nativas costuma ter flores que polinizam separadamente, causando uma separação. Isso faz com que a massa de frutos seja maior do que a de plantas-mãe semelhantes, originárias de árvores diferentes. A massa média dos frutos é importante para o mercado de frutas frescas. As frutas mais pesadas também são as maiores e são mais atraentes para os clientes. O peso de um fruto de tamanho médio é importante, pois os frutos maiores são os mais utilizados para industrialização por possuírem mais polpa (DIAS *et al.*, 2011). As diferenças

também podem ser devido ao clima dos locais de cultivo do guabijuzeiro, que influenciam características biométricas e reprodutivas.

A Tabela 4 mostra que quanto maior a fruta, mais polpa ela costuma ter. Dias, *et al.* (2011) descrevem uma correlação positiva entre o tamanho do fruto e a massa de sua polpa. Frutos com parâmetros maiores geralmente têm mais massa de polpa, e frutos com mais massa de polpa são melhores tanto para o fruto quanto para a planta. Para fins de produção de alimentos, as frutas com a maior dimensão seriam melhores para produtos processados (sucos, licores, sorvetes, etc.). No entanto, o consumo do produto original também é benéfico para a indústria.

As etapas de processamento de frutas dependem da polpa produzida, bem como da quantidade de polpa *in natura*. Estas são estatísticas muito importantes, explicam que quando o objetivo dos frutos é ser ingerido *in natura*, o percentual de polpa é o fator mais significativo, uma vez que as sementes e a casca são jogadas fora (ZERBIELLI *et al.* 2016).

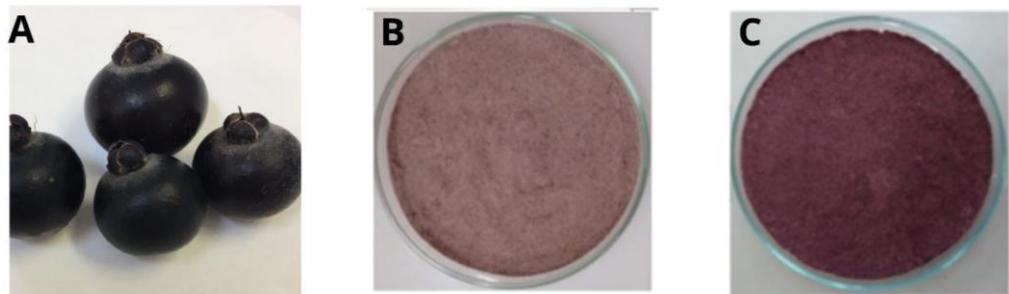
Nas espécies frutíferas, a quantidade de polpa na fruta é crucial, a pesquisa de Dias *et al.* (2011) mostra que os frutos do guabijuzeiro produziram menos polpa do que em outros estudos. Os autores deste trabalho pensaram que poderia haver algumas diferenças genéticas entre as plantas, ou que talvez algumas das plantas fossem muito jovens para produzir uma quantidade significativa de polpa. A polpa compõe entre 68,23% e 88,13% do fruto, com média de 79,46%, segundo Dias *et al.* (2011). Já nos resultados obtidos nas 50 amostras trabalhadas foram de 58,88 % de polpa, 33, 25 % casca e 7,87 % de semente. Existem muitos compostos benéficos nos frutos dessas plantas, incluindo polifenóis, flavonoides, antocianinas e outros fenólicos. Esses compostos podem ajudar as plantas a serem exploradas comercialmente de forma mais eficaz. Andrade *et al.* (2011), e Souza *et al.* (2018) discutiram esses temas.

Na indústria alimentícia, sempre a busca de melhorar os produtos, essas melhorias têm a ver com a qualidade dos alimentos, segurança, funcionalidade e preços acessíveis. A busca das melhorias na indústria de alimentos não tem fim, segundo o autor Moura *et al.* (2016) investigaram como a qualidade do fruto do guabijú afeta o produto. Neste estudo, verificou-se que quando a fruta é consumida *in natura*, ou transformada em suco, sua qualidade afeta o produto. Altos níveis de compostos fenólicos, flavonoides e antocianinas tornam as bagas saudáveis. Essas bagas podem fornecer muitos benefícios para os consumidores, incluindo, entre outros, prevenção de doenças, melhora da pressão arterial e dos níveis de colesterol no sangue e proteção contra alguns tipos de câncer.

5.3 Caracterização físico-química dos frutos e da casca

Na Figura 18 são mostradas fotografias da fruta *in natura* e das amostras liofilizadas após a moagem.

Figura 18: Guabijú *in natura* (A), liofilizado em pó da fruta inteira (B) e liofilizado em pó da casca (C).



Fonte: Autora (2022).

Conforme pode-se observar na Figura 18, a coloração das amostras liofilizadas é diferente. A coloração roxa mais intensa se deve por causa da casca e a coloração roxo mais claro foi pela utilização da fruta inteira.

O teor de umidade da casca foi 70,09% e da fruta inteira 82,16% (b.u.). O guabijú *in natura* apresentou um teor de umidade próximo ao valor encontrado por Nora (2012), onde analisou o mesmo fruto e obteve valores de 80,79%. O teor de umidade da casca foi similar aos teores de umidade encontrados por Lima *et al.* (2008) para a casca da jaboticaba (75,84 g/100g) obteve-se g/100g de matéria seca para a variedade Paulista.

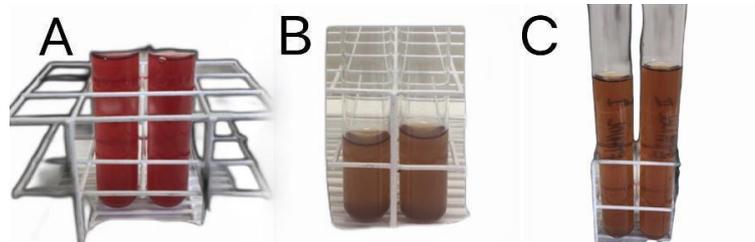
Ao pesquisar cultivares de mirtilo, Moraes *et al.* (2007) mostraram valores de umidade que variaram entre 81,3 e 83,0%, no entanto, Goldmeyer *et al.* (2014) encontraram 73,43% de umidade no mirtilo. Piekarski (2013) ao estudar a amora (*Morus nigra*) observaram teor de umidade de 86,25%. Seraglio *et al.* (2018) pesquisaram umidade de frutas em estágio de maturação intermediário e maduro, e reportaram valores para a jaboticaba de 85,61 e 84,56 g/100g de matéria seca, guabijú 83,21 e 83,19 g/100g de matéria seca e jambolão 88,66 e 84,74 g/100g de matéria seca, respectivamente.

Os resultados das análises de umidade para as amostras liofilizadas do guabijú inteiro e para a casca foram 12,00 e 12,95 (% b.u.), respectivamente.

5.4 Extração e quantificação dos compostos bioativos

Na Figura 19 pode-se observar o aspecto visual de cada extrato obtido em determinadas temperaturas, com diferentes solventes e usando apenas a casca.

Figura 19: Aspecto visual dos extratos (A água acidificada, B água destilada, C etanol 40 %)



Fonte: Autora (2022)

Conforme observado, o uso de diferentes solventes e pHs influenciaram na mudança de coloração do extrato, o que está relacionado também com o conteúdo de compostos bioativos em cada amostra.

Os resultados das análises do pH final médio dos extratos obtidos encontram-se na Tabela 5, em que pode-se perceber que houve uma variação significativa dos extratos com guabijú inteiro (polpa) e da casca do guabijú.

Tabela 5- pH final do extrato da casca e fruto inteira.

Parâmetro	Guabijú inteiro	Casca
pH	5,37 ^a ± 0,03	4,69 ^b ± 0,02

Letras minúsculas diferentes na mesma linha apresentam diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste t de *Student*.

Fonte: Autora (2022)

Na Tabela 6, estão expressos os resultados obtidos nos ensaios de extração para atividade antioxidante, compostos fenólicos totais e antocianinas totais para diferentes condições de temperatura de extração, tipo de solvente e parte do fruto.

Tabela 6: Determinação de atividade antioxidante, compostos fenólicos e antocianinas para o guabijú inteiro e apenas a casca.

Guabijú	Solvente	Temperatura	AA	Fenóis	Antocianinas
		(°C)	(%)	(mg GAE/g)	(mg Cn-3-glu/g)
Fruta inteira	Água	88	89,64 ± 0,88	94,02 ± 0,67	4,15 ± 0,72
	Etanol 40%	88	79,02 ± 1,95	54,36 ± 2,22	1,51 ± 0,18
	Água acidificada (pH = 1)	88	54,09 ± 7,071	13,50 ± 1,81	3,34 ± 0,19
Casca	Água	70	94,19 ± 0,43	70,25 ± 9,64	2,50 ± 0,28
	Etanol 40%	70	93,96 ± 0,22	99,71 ± 7,20	3,13 ± 0,60
	Água	25	97,68 ± 0,29	82,74 ± 1,71	1,50 ± 0,33
	Etanol 40%	25	97,20 ± 0,28	98,44 ± 1,89	1,30 ± 0,39
	Água	88	65,82 ± 2,68	76,80 ± 0,58	0,89 ± 0,06
	Etanol 40%	88	65,02 ± 0,54	86,01 ± 0,99	0,36 ± 0,07
	Água acidificada (pH=1)	88	70,08 ± 1,97	89,46 ± 1,81	0,20 ± 0,02

Fonte: Autora (2022)

Conforme pode ser observado na Tabela 6, o teor de compostos fenólicos, atividade antioxidante e antocianinas apresentaram diferenças entre a fruta inteira e somente casca. O potencial antioxidante na casca apresentou valor maior que o comparado com a fruta inteira.

A quantidade de antioxidantes na fruta pode variar dependendo de muitos fatores, como clima, época de colheita e por quanto tempo a fruta foi armazenada antes de ser analisada.

Diante do exposto, foi possível observar que os resultados obtidos neste estudo foram superiores aos relatados na literatura para acerola, açaí, morango (KUSKOSKI *et al.*, 2006), amora (CELANT *et al.*, 2016) e araçá vermelho (TEIXEIRA, 2015), confirmando que o guabijú é rico em compostos fenólicos, podendo ser utilizado na prevenção de doenças.

Quando comparado a algumas outras frutas, a pitanga (*Eugenia uniflora*) tem níveis de antocianinas na casca e na polpa variando de 26 a 420 mg/100 g de fruto (Lima, Melo e Lima, 2002). A quantidade média de antocianinas na pitanga é de 276,7 mg/100 g de massa fresca

(Gomes e Silva, 2006). A acerola (*Malpighia glabra* Linn) possui 16 mg/100 g de polpa, enquanto outras variedades podem conter entre 3,79 e 59,74 mg/100 g (Lima *et al.*, 2003), como a amora (*Morus nigra*), uva (*Vitis vinifera*), morango (*Fragaria vesca* var) e goiaba (*Psidium guajava*). Segundo um estudo o açaí (*Euterpe oleracea* Mart), demonstrou que o fruto possui cerca de 22,8 mg/100 g de antocianinas totais (KUSKOSKI *et al.*, 2006).

Esses compostos têm propriedades antioxidantes para evitar a deterioração de compostos oxidáveis em alimentos e cosméticos. Eles também são bons para a saúde humana, os radicais livres que causam desequilíbrios no corpo.

O melhor resultado para a fruta inteira foi na temperatura de 88 °C e utilizando água destilada como solvente, pois assim se apresentou a maior eficiência da extração (AT/FT/AA) que foi de 4,155 mg Cn-3-glu/g para antocianinas totais, 94,029 mg GAE/g para teor de fenóis totais e 89,649% de atividade antioxidante.

O potencial antioxidante na casca apresentou valor maior que o comparado com a fruta inteira. O melhor resultado para a casca foi para a temperatura que foi de 3,13 mg Cn-3-glu/g para antocianinas totais, no teor de fenóis totais 93,96 mg GAE/ge 93,96 % atividade antioxidante. Observou-se que os valores da casca e da fruta inteira para antocianinas totais muito próximas.

As variações observadas entre as amostras podem ser explicadas em razão das diferentes condições de extração envolvidas, o solvente extrator utilizado, pH, temperatura e a relação da utilização de casca ou a fruta inteira, assim como a época da colheita e a maturação da fruta. Esta característica é relevante, pois as antocianinas apresentam atividade antioxidante com capacidade de reduzir fatores pró-inflamatórios.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na revisão bibliográfica constatou-se que nos registros científicos da base de dados *Web of Science* não se obteve muitos dados em relação a extração de compostos bioativos do guabijú. Comparando com análises feitas sobre a fruta, os resultados foram mais perspicazes, do que a combinação de palavras conforme foi feita no trabalho. Então, para realização da análise da casca do guabijú futuramente, sugere-se a utilização de apenas uma palavra-chave (i) *characterization of biactive compounds of Myrcianthes pungens* ou então a mudança de palavras-chave, pois com a utilização da segunda palavra-chave (ii) *Myrcianthes pungens extraction*, ocorre um refino mais aprofundado e a base de dados possivelmente ficará mais rica em informações.

O guabijú possui composição físico-química semelhante a frutos de mesma espécie, diferenças entre valores podem ocorrer em função das condições climáticas de cada região onde foi realizado o estudo ou coleta da amostra, desde a incidência de chuvas, luminosidade, temperatura ou condições do fruto como grau de maturação.

Quanto ao parâmetro de cor, observou-se alteração da cor do extrato da casca, sendo influenciado pelo pH e solvente utilizado para extração. Quanto a atividade antioxidante o melhor resultado obtido para a casca foi 97,68 %. Os teores de compostos fenólicos da casca variaram entre 99,71 (mg GAE/g) a 70,25 (mg GAE/g), e o melhor resultado encontrado foi 99,71 (mg GAE/g) com etanol. Os resultado obtidos tanto para a casca e a fruta inteira nas antocianinas foram consideradas próximas com 4 ,69 (mgCn-3-glu/g) para a fruta inteira e a casca foi 3,94 (mgCn-3-glu/g), a casca por ser um resíduo ela demonstra um teor de compostos e de antocianinas totais alto, comparado com os valores encontrados na literatura na casca da jaboticaba.

7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Analisar as propriedades da polpa do guabijú, atividade antioxidante, compostos fenólicos e flavonoides.
- Otimizar estatisticamente as condições de extração de compostos bioativos presentes na casca do guabijú via planejamento experimental.
- Aplicar o extrato do guabijú em um produto, analisar as diferenças geradas na composição do produto e analisar o produto.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, J. P. **Fatores que influem no processamento de geléia e geleadas de frutas**. Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 31, n. 1, p. 62-67, 1997. Acesso em: 04 mar. 2022.
- ANDRADE, J. M. M. et al. **Phenolic Composition in Different Genotypes of Guabijú Fruits (*Myrcianthes pungens*) and Their Potential as Antioxidant and Antichemotactic Agents**. Journal of Food Science, v. 76, n. 8, p. 1181–1187, 2011. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22417582/>. Acesso em: 02 de fev. 2022.
- AVILA, L. B. *et al.* **Extração de compostos bioativos da casca da jabuticaba (*Plinia cauliflora*) liofilizada: análise da influência da temperatura de extração e pH do solvente**. XXXIX Congresso Brasileiro de Sistemas Particulados ENEMP 2019, 2019, Belém. Anais eletrônicos. Campinas, Galoá, 2019. Disponível em: <https://proceedings.science/proceedings/100111/authors/113833?lang=en>. Acesso em: 01 fev. 2022.
- BARBIERI, R.L. Cultura Alternativa: **O potencial da diversificação no cultivo de frutas nativas**. Jornal da AGAPOMI, Vacaria, n. 209, p. 10, out. 2011. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/924224/1/nativasLia.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2022.
- BERK, Z. **Food Process Engineering and Technology. Food Science and Technology**, International Series. Elsevier Inc, Second Edition, USA, 2013, p. 2 87 – 310. Disponível em: https://mastermilk.com/uploads/biblio/food_process_engineering_and_technology.pdf. Acesso em: 25 fev. 2022
- BRENNA, O. V.; PAGLIARINI, E. **Multivariate analyses of antioxidant power and polyphenolic composition in red wines**. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 49, p. 4841-4844, 2001. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf0104376>. Acesso em: 09 mar. 2022.
- BRAND-WILLIAMS, W., CUVELIER, M. E., BERSET, C. **Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity**. LWT - Food Science and Technology, Amsterdam, v. 28, p. 25–30, 1995. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643895800085>. Acesso em: 25 fev. 2022.
- BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Introdução à química de alimentos**. São Paulo: Varela, 1995. 2v. Disponível em: <https://docero.com.br/doc/8505ee>. Acesso em: 20 de fev. 2022.
- BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Introdução à química de alimentos**. São Paulo: Varela, 2003. 3v. Disponível em: <https://docero.com.br/doc/e8ss501>. Acesso em: 10 fev. 2022.
- BOUSSETTA, N.; LESAIN, O.; VOROBIEV, E. **A study of mechanisms involved during the extraction of polyphenols from grape seeds by pulsed electrical discharges**.

Innovative Food Science Emerging Technology, v. 19, p. 124–132, 2013. Disponível em: <https://www.infona.pl/resource/bwmetal.element.elsevier-709a7822-f3cb-36eb-8b65-423308a7db48>. Acesso em: 10 fev. 2022.

BOUSSETTA, N.; VOROBIEV, E. **Extraction of valuable biocompounds assisted by high voltage electrical discharges: A review**. *Comptes Rendus Chimie*, v. 17, n. 3, p. 197–203, 2014.

Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/259993941_Extraction_of_valuable_biocompounds_assisted_by_high_voltage_electrical_discharges_A_review. Acesso em: 16 jan. 2022.

CAMLOFSKI, A. M. O. **Caracterização do fruto de cerejeira (*Eugenia involucrata* DC.) visando seu aproveitamento tecnológico**. 2008. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos): Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2008.

Disponível em:

[https://tede2.uepg.br/jspui/handle/prefix/670#:~:text=O%20fruto%20apresentou%20em%20m%C3%A9dia,significativa%20\(12141%2C48%20%CE%BCM](https://tede2.uepg.br/jspui/handle/prefix/670#:~:text=O%20fruto%20apresentou%20em%20m%C3%A9dia,significativa%20(12141%2C48%20%CE%BCM). Acesso em: 17 jan. 2022.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/305634>. Acesso em: 17 jan. 2022.

CASTRO, J. F. A. **Estudo da atividade antioxidante em frutas nativas e exóticas brasileiras**. 2012. Dissertação. (Mestrado em Biotecnologia). Universidade Estadual Paulista Julio Mesquita Filho, Araraquara, 2012. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/87989>. Acesso em: 20 fev. 2022.

CASTRO, N. M. T. et al. **Parâmetros de qualidade de polpas de frutas congeladas**. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, v. 74, n. 4, p. 426–436, 2015. Disponível em: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/ses-sp/2015/ses-33952/ses-33952-6269.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2022.

CARRATU, E.; SANZINI, E. **Sostanze biologicamente attive presenti negli alimenti di origine vegetable**. *Annali dell'Istituto superiore di sanità*, v. 41, n.1, p.7-16, 2005. Disponível em:

https://books.google.com.br/books?id=fSLbDwAAQBAJ&pg=PA61&lpg=PA61&dq=Sostanze+biologicamente+attive+presenti+negli+alimenti+di+origine+vegetable.+Annali+dell'Istituto+superiore+di+sanit%C3%A0&source=bl&ots=o_wLFr1HMG&sig=ACfU3U3Px568EQmV4Zqbf2rZOzQeEb7r2w&hl=pt-BR&sa=X&ved=2ahUKEwjCprer7z2AhX5rJUCHYO7DDUQ6AF6BAghEAM#v=onepage&q=Sostanze%20biologicamente%20attive%20presenti%20negli%20alimenti%20di%20origine%20vegetable.%20Annali%20dell'Istituto%20superiore%20di%20sanit%C3%A0&f=false. Acesso em: 30 jan. 2022.

CRESPO, M. O. P.; YUSTY, M. A. L. **Comparison of supercritical fluid extraction and Soxhlet extraction for determination of aliphatic hydrocarbons in seaweed samples**.

Ecotoxicology and Environmental Safety, v. 64, p. 400 – 405, 2006. Disponível em:

http://www.wrc.org.za/wp-content/uploads/mdocs/WaterSA_1998_03_jul98_p205.pdf. Acesso em: 30 jan. 2022.

COSTA, N. M. B.; ROSA, C. O. B. **Alimentos Funcionais: Componentes bioativos e efeitos fisiológicos**. Editora Rubio. 536p. 2010. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=RLy-DAAAQBAJ#:~:text=Em%20Alimentos%20Funcionais%20%E2%80%93%20Componentes%20Bioativos,carotenoides%20e%20suas%20propriedades%20funcionais>. Acesso em: 15 jan. 2022.

COUTO, R. M.; FERNANDES, J.; GOMES DA SILVA, M. D. R.; SIMÕES, P. C. **Supercritical fluid extraction of lipids from spent coffee grounds**. J. of Supercritical Fluids, v. 51, p. 159 – 166, 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0896844609003192#:~:text=Supercritical%20carbon%20dioxide%20extracted%20up,C18%2C%20and%20C20%20carbon%20chains>. Acesso em: 10 mar. 2022.

E LA ROSA, L. A. et al. Phenolic Compounds. In: YAHIA, E. M.; CARRILLO-LÓPEZ, A. (Eds.). **Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables**. Ciudad Juárez: Elsevier, 2019. p. 253–271. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/329414342_Postharvest_Physiology_and_Biochemistry_of_Fruits_and_Vegetables. Acesso em: 14 jan. 2022.

ESPÍN, J. C.; SOLER-RIVAS, C.; WICHERS, H. J.; GARCÍA-VIGUERA, C. **Anthocyanin-based natural colorants: a new source of antiradical activity for foodstuff**. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 48, p. 1588-1592, 2000. Disponível em: <http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/jf9911390>. Acesso em julho de 2015

DE AZEVEDO, A. B. A.; KIECKBUSH, T. G.; TASHIMA, A. K.; MOHAMED, R. S. MAZZAFERA, P.; VIEIRA DE MELO, S. A. B. **Extraction of green coffee oil using supercritical carbon dioxide**. J. of Supercritical Fluids, v. 44, p. 186 – 192, 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/223735678_Extraction_of_green_coffee_oil_using_supercritical_carbon_dioxide#:~:text=Supercritical%20CO2%20extraction%20was%20used,continuous%20high%2Dpressure%20extraction%20apparatus. Acesso em: 28 fev. 2022.

DEGÁSPARI, C. H.; WASZCZYNSKYJ, N. **Propriedades antioxidantes de compostos fenólicos**. Visão Acadêmica, v. 5, n. 1, p. 33-40, 2004. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/123439#:~:text=Compostos%20fen%C3%B3licos%20est%C3%A3o%20amplamente%20distribuidos,alimentos%20principais%20os%20%C3%A1cidos%20fen%C3%B3licos>. Acesso em: 17 jan. 2022.

DEGENHARDT, J. et al. **Cerejeira-do-mato (*Eugenia involucrata*)**. 1. ed. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/15435349.pdf> . Acesso em: 28 fev. 2022.

DONADIO, L. C.; MÔRO, F.V.; SERVIDONE, A. A. **Frutas Brasileiras**. Jaboticabal: Ed. Novos Talentos, 288 p, 2002. Disponível em: [documento211.pdf \(embrapa.br\)](#). Acesso em: 05 jan. 2022.

DONADIO, L. C.; MÔRO, F.V.; SERVIDONE, A. A. **Frutas Brasileiras**. Jaboticabal: Ed 2. Novos Talentos, 2004. Disponível em: [documento211.pdf \(embrapa.br\)](#). Acesso em: 05 jan. 2022.

FIOR, C. S.; RODRIGUES, L. R.; CALIL, A. C.; LEONHARDT, C.; SOUZA, L. S.; SILVA, V. S. **Qualidade fisiológica de sementes de guabijúzeiro (*Myrcianthes Pungens* (Berg) Legrand – Myrtaceae) em armazenamento.** Revista *Árvore*, v. 34, n.3, p.435-442, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/q6ZHRYbBMN4vwDS7hkndm8L/?lang=pt>. Acesso em: 13 jan. 2022.

FOELKEL, C. **As fibras dos eucaliptos e as qualidades requeridas na celulose kraft para a fabricação de papel.** [S.l.: s.n.], fevereiro/março 2007. Disponível em: https://www.eucalyptus.com.br/capitulos/PT03_fibras.pdf. Acesso em: 13 jan. 2022.

FRANZON, R. C.; RASEIRA, M. C. B. **Germinação in vitro e armazenamento do pólen de *Eugenia involucrata* D. C. (Myrtaceae).** Rev. Bras. de Frutic., Jaboticabal, v.28, n. 2, p. 18-20, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/ZR8qqb5SY5W3vtM7N9zqgmK/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 05 jan. 2022.

GEANKOPLIS C.J. 1998. **Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias.** Cia. Editorial Continental. Acesso em: 11 jan. 2022.

GOUVEIA J. P. G.; ALMEIDA, F. A. C.; MEDEIROS, B. G. S.; RIBEIRO, C. F. A.; SILVA, M. M. **Maturação da goiaba (*Psidium guajava* L.) mediante parâmetros físico-químicos.** Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, v. 5, n. especial, p.85-94, 2003. Disponível em: <http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev5e/Art5e0.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2022.

GUERRA, D. et al. **Genetic and cytological diversity in cherry tree accessions (*Eugenia involucrata* DC.) in Rio Grande do Sul.** Crop Breeding and Applied Biotechnology, v. 16, n. 3, p. 219– 225, 2016. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/175063>. Acesso em: 11 fev. 2022.

HOLST, B.; WILLIAMSON, G. **Nutrients and phytochemicals: from bioavailability to bioefficacy beyond antioxidants.** *Current Opinion in Biotechnology*, v.19, p.73–82. 2008. Disponível em: [doi:10.1016/j.copbio.2008.03.003](https://doi.org/10.1016/j.copbio.2008.03.003) (ckcest.cn). Acesso em: 19 jan. 2022.

IBARZ, A.; BARBOSA-CÂNOVAS, G. V. **Unit Operations in Food Engineering.** CRC Press, USA, 2003, p. 799 – 806. Disponível em: <https://nzifst.org.nz/resources/unitoperations/introduction2.htm#:~:text=Important%20unit%20operations%20in%20the,%2C%20centrifugation%2C%20sedimentation%20and%20sieving> . Acesso em: 19 jan. 2022.

INFANTE, J. et al. **Antioxidant and anti-inflammatory activities of unexplored Brazilian native fruits.** PLoS ONE, v. 11, n. 4, p. 1–13, 2016. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0152974>. Acesso em: 23 jan. 2022.

JOHNSON, E. J. **The role of carotenoids in human health.** *Nutritional in Clinical Care*, v.5, n.2, p.56-65. 2002. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12134711/#:~:text=Dietary%20carotenoids%20are%20thought%20to,lycopene%2C%20lutein%2C%20and%20zeaxanthin>. Acesso em: 25 jan. 2022.

KÄHKÖNEN, M. P.; HOPIA, H. J. RAUHA, J.; PIHLAJA, K.; KUJALA. T. S.; HEINONEN, M. **Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds.** *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 47, p. 3954-3962, 1999. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10552749/>. Acesso em: 29 jan. 2022.

KATSUBE, N.; IWASHITA K.; TSUSHIDA T.; YAMAKI K.; KOBORI M. **Induction of apoptosis in cancer cells by bilberry (*vaccinium myrtillus*) and the anthocyanins**. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v.51, p.68-75. 2003. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12502387/>. Acesso em: 22 fev. 2022.

KOLEVA, L. I. *et al.* **Screening of plant extracts for antioxidant activity: a comparative study on three testing methods**. Phytochemical Analysis, v. 13, n. 1, p. 8-17, 2002. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11899609/>. Acesso em 23 jan. 2022

LAGO, E. S.; GOMES, E.; SILVA, R. **Produção de geleia de jambolão (*Syzygium cumini* Lamarck): processamento, parâmetros físicos – químicos e avaliação sensorial**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 26, n. 4, p. 847-852, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/bjD9CmHGSH6rVZFbzqm6pVD/?lang=pt>. Acesso em: 26 jan. 2022.

LORENZI, H.; LACERDA, M. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo in natura)**. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, São Paulo. 672 p. 2006. Acesso em 22 fev. 2022

LORENZI, H.; LACERDA, M.T.C. & BACHER LB (2015) **Frutas no Brasil: nativas e exóticas (de consumo in natura)**. Instituto Plantarum, São Paulo. 704p. Acesso em 24 fev. 2022

MAHNIC-KALAMIZA, S.; VOROBIEV, E.; MIKLAVČIČ, D. **Electroporation in Food Processing and Biorefinery**. The Journal of Membrane Biology, v. 247, p. 1279-1304, 2014. Disponível em:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25287023/#:~:text=Electroporation%20is%20a%20method%20of,vitamin%20composition%20of%20food%20products>. Acesso em: 03 mar. 2022.

MANACH, C. *et al.* **Polyphenols: food sources and bioavailability**. American Journal of Clinical Nutrition, v. 79, n. 5, p. 727-747, 2004. Disponível em: <https://academic.oup.com/ajcn/article/79/5/727/4690182>. Acesso em: 04 Mar. 2022.

MANICA, I. **Frutas nativas, silvestres e exóticas 2: técnicas de produção e mercado, feijoa, figo-da-índia, fruta-pão, jaca, lichia, mangaba**. Porto alegre: Cinco Continentes, 2002. 541p. Acesso em: 04 mar. 2022.

MARIN, R. *et al.* **Volatile components and antioxidant activity from some myrtaceous fruits cultivated in southern Brazil**. Latin American Journal of Pharmacy, v. 27, n. 2, p. 172–179, 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/279564640_Volatile_Components_and_Antioxidant_Activity_from_some_Myrtaceous_Fruits_cultivated_in_Southern_Brazil. Acesso em: 28 fev. 2022.

MARÇO, P. H.; POPPI, R. J.; SCARMINIO, I. S. **Procedimentos analíticos para identificação de antocianinas presentes em extratos naturais**. Quimica Nova, v. 31, n. 5, p. 1218–1223, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/PXt7HhKcLRN7GMSSRt4dyKP/?lang=pt>. Acesso em: 11 jan. 2022.

MARTINÉZ-NAVARRETE, N.; VIDAL, M. de M. C.; LAHUERTA, J. J. M. **Los compuestos bioactivos de las frutas y sus efectos en la salud**. Nutrición Humana e Dietética, v.12, n.2, p.64-68. 2008. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/45634917_Los_compuestos_bioactivos_de_las_frutas_y_sus_efectos_en_la_salud. Acesso em: 05 jan. 2022.

MASSAGUER, P. R. **Fruits and Vegetables: Fruit and Vegetable Juices**. Encyclopedia of Food Microbiology (Second Edition), p. 992-999, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/288178249_Fruits_and_Vegetables_Fruit_and_Vegetable_Juices. Acesso em: 09 jan. 2022.

MCCABE, W. L.; SMITH, J. C.; HARRIOT, P. Unit Operations of Chemical Engineering. 5. ed. Singapore: McGraw-Hill, Inc, 1993. Acesso em: 20 jan. 2022.

MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G. **Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumidas**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 26, n. 3, p. 639-644, 2006. Acesso em 26 fev. 2022

MILIĆ, P. S.; RAJKOVIĆ, K. M.; STAMENKOVIĆ, O. S.; VELJKOVIĆ, V. B. **Kinetic modeling and optimization of maceration and ultrasound-extraction of resinoid from the aerial parts of white lady's bedstraw (*Gallium mollugo* L.)**. Ultrasonics Sonochemistry, v. 20, p. 525 – 534, 2013. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22922037/>. Acesso em: 11 jan. 2022.

NAVIGLIO, D. **Rapid and dynamic solid-liquid extractor working at high pressures and low temperatures for obtaining in short times solutions containing substances that initially were in solid matrixes insoluble in extracting liquid**. Italian Patent No. 1.303.417, November 6, 2000. Disponível em: <https://encyclopedia.pub/12328>. Acesso em: 25 jan. 2022.

NAVIGLIO, D. **Naviglio's Principle and Presentation of an Innovative Solid-Liquid Extraction Technology: Extractor Naviglio®**. Analytical Letters, v. 36, p. 1647 – 1659, 2003. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1081/AL-120021555?journalCode=lanl20>. Acesso em: 06 mar. 2022.

NAVIGLIO, D.; FERRARA, L. **Tecniche Estrattive Sólido-Líquido: Teoria e Pratica, Roma: ARACNE**. Editrice, 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/282003774_Tecniche_estrattive_solido-liquido. Acesso em: 11 jan. 2022.

NAVIGLIO, D.; FERRARA, L.; FORMATO, A.; GALLO, M. **Efficiency of conventional extraction technique compared to rapid solid-liquid dynamic extraction (RSLDE) in the preparation of bitter liquors and elixirs**. IOSR Journal of Pharmacy, v. 4. P. 14 – 22, 2014. Disponível em: <http://www.iosrphr.org/papers/v4i05/C045014022.pdf>. Acesso em: 08 fev. 2022.

NAVIGLIO, D.; FORMATO, A.; PUCILLO, G. P.; GALLO, M. **A cyclically pressurized soaking process for the hydration and aromatization of cannellini beans**. Journal of Food Engineering, v. 116, p. 765 – 774, 2013. Disponível em: https://www.academia.edu/57541090/A_cyclically_pressurised_soaking_process_for_the_hydration_and_aromatization_of_cannellini_beans. Acesso em: 17 jan. 2022.

NAVIGLIO, D.; PIZZOLONGO, F.; FERRARA, L.; NAVIGLIO, B.; ARAGÓN, A.; SANTINI, A. **Extraction of pure lycopene from industrial tomato waste in water using the extractor Naviglio®**. African Journal of Food Science, v. 2, p. 37 – 44, 2008, e Journal of the

Science of Food and Agriculture, v. 88, p. 2414 – 2420, 2008. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/jsfa.3334>. Acesso em: 07 jan. 2022.

NAVIGLIO, D.; PIZZOLONGO, F.; ROMANO, R.; FERARA, L.; NAVIGLIO, B.; SANTINI, A. **An innovative solid-liquid extraction technology: use of the naviglio extractor® for the production of lemon liquor.** African Journal of Food Science, v. 1, p. 42 – 50, 2007. Disponível em: https://academicjournals.org/article/article1380104971_Naviglio%20et%20al.pdf. Acesso em: 11 jan. 2022.

NAVIGLIO, D.; RAI, C.; RUSSO, M.; ACETO, C.; SOMMA, A.; FERRARA, L.; MONTESANO, D.; MANFRA, M.; CORREALE, G.; BOLOGNESE, A. **Estrazione dell'olio essenziale di bergamotto.** Ingredienti Alimentari, v. 2, No. 5, p. 13 – 18, 2003. Disponível em: <https://ilbergamotto.wordpress.com/2013/07/17/le-tecnologie-estrattive-dellolio-essenziale/#:~:text=L%E2%80%99estrazione%20dell%E2%80%99olio%20di%20bergamotto%20in%20Calabria%20ebbe%20inizio,in%20modo%20da%20far%20sprizzare%20dagli%20otricoli%20%E2%80%99essenza>. Acesso em: 19 jan. 2022.

NICÁCIO, A. E. et al. **Antioxidant activity and determination of phenolic compounds from *Eugenia involucrata* DC. fruits by UHPLC-MS/MS.** Food Analytical Methods, v. 10, n. 8, p. 2718–2728, 2017. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12161-017-0840-3>. Acesso em: 11 fev. 2022.

NORA, D.C. **Caracterização, atividade antioxidante "in vivo" e efeito do processamento na estabilidade de compostos bioativos de araçá vermelho e guabijú.** UFRGS. Porto Alegre, 2012. Disponível em: [000837776.pdf \(ufrgs.br\)](https://www.ufrgs.br/~nora/000837776.pdf). Acesso em 05 jan. 2022.

NORA, C.; MULLER, C.D.; BONA, G.S. RIOS, A.O.; HERTZ, P.F.; JABLONSKI, A.; JONG, E.V.; FLÔRES, S.H. **Protective effect of guabijú (*Myrcianthes pungens* (O. Berg) D. Legrand) and red guava (*Psidium cattleianum* Sabine) against cisplatin-induced hypercholesterolemia in rats.** Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences. v. 50, n. 3, 2014b. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjps/a/SkjtycSfKvzvmh9Z5JFWGg5v/?format=pdf>. Acesso em: 28 fev. 2022.

NGAMWONGLUMLERT, L.; DEVAHASTIN, S.; CHIEWCHAN, N. **Natural colorants: Pigment stability and extraction yield enhancement via utilization of appropriate pretreatment and extraction methods.** Critical Reviews in Food Science and Nutrition, v. 57, n. 15, p. 3243–3259, 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26517806/>. Acesso em: 08 jan. 2022.

OLIVER, J.; PALOU, A. **Chromatographic determination of carotenoids in foods.** Journal of Chromatography Analysis, v.881, p.543–555. 2000. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10905734/>. Acesso em: 11 fev. 2022.

ORTIZ, R. W. P. **Estudo teórico e experimental da extração de café com ciclos decompressão e descompressão hidrostática.** 2015. 74f.Dissertação (Programa de Pós-graduação em Engenharia de Alimentos): Universidade Federal do Paraná, Paraná. 2015. Disponível em: http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/8655/Dissertacao_Ronald%20Wbeimar%20Pacheco%20Ortiz.pdf?sequence=1. Acesso em: 18 jan. 2022.

PARADA, J., AGUILERA, J.M. **Food Microstructure Affects the Bioavailability of Several Nutrientes**. Journal of food Science, v. 72, n. 2, p. 21-32, 2007. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17995848/>. Acesso em: 23 jan. 2022.

PERRY, H. R., y Green, W. D. (1999). **Perry's Chemical Engineering Handbook**. Mc Graw Hill. Acesso em: 19 fev. 2022. Acesso em: 26 fev. 2022.

PETTICREW, M.; ROBERTS, H. **Systematic reviews in the social sciences: A practical guide**. Malden, MA: Blackwell, 2006. Acesso em 25 fev. 2022

RATHOD, S. S.; RATHOD, V. K. **Extraction of piperine from *Piper logum* using ultrasound**. Industrial Crops and Products, v. 58, p. 259 – 264, 2014. Disponível em: <https://www.hielscher.com/ultrasonic-extraction-of-piperine-from-pepper.htm#:~:text=Ultrasonic%20extraction%20is%20a%20proven%20technique%20to%20isolate,piperine%20from%20ground%20pepper%20%28piper%20nigrum%2C%20piper%20ongum%29>. Acesso em: 19 dez. 2021.

RICHARDSON J. F.; HARKER, J. H.; BACKHURST, J. R. **Coulson and Richardson's Chemical Engineering**. 5 ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2002. (Particle Technology and Separation Processes, v.2) TREYBAL, R. E. Mass Transfer Operations. 3 ed. Londres: McGraw Hill Book Company, 1981. Disponível em: https://www.academia.edu/30538652/Coulson_and_Richardsons_Chemical_Engineering_Vol_2. Acesso em: 11 jan. 2022.

SANTOS, C.M.R.; FERREIRA, A.G.; ÁQUILA, M.F.A. **Característica de Frutos e Germinação de Sementes de Seis Espécies de Myrtaceae Nativas do Rio Grande do Sul**. Ciência Florestal, Santa Maria, v.14, n.2, p.13-20, 2004. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/1802>. Acesso em: 08 fev.. 2022.

SAMPAIO, R. F., MANCINI, M. C. **Estudos de Revisão Sistemática: Um Guia Para Síntese Criteriosa Da Evidência Científica**. Revista brasileira de fisioterapia, São Carlos, v. 11, n. 1, : 83-89, jan./fev. 2007. Acesso em 11 fev. 2022

SANCHOTENE, M.C.C. **Frutíferas nativas úteis à fauna na arborização urbana**. 2. ed. Porto Alegre: Ed. SAGRA, 1989, 306p. Disponível em: <https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/1175>. Acesso em: 11 fev. 2022.

SATO, T. S. et al. **Proposta de formulação contendo extrato de folhas de *Eugenia involucrata* e análise da atividade antimicrobiana**. Revista Fitos, v. 12, n. 1, p. 68–82, 2018. Disponível em: https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/26731/2/tatiane_satie_et_all.pdf. Acesso em: 31 jan. 2022.

SAUSEN, T. et al. **Avaliação da atividade alelopática do extrato aquoso de folhas de *Eugenia involucrata* DC. e *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret**. Polibotânica, n. 27, p. 145–158, 2009. Disponível em: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-27682009000100009. Acesso em: 20 fev. 2022.

SEADER, J. D.; HENLEY, E. J.; ROPER, D. K. **Separation Process Principles: Chemical and Biochemical Operations**. John Wiley & Sons, Inc. Teceira Edição, USA, 2011, p. 650 – 654. Disponível em: https://www.academia.edu/9489083/Separation_Process_Principles_Chemical_and_Biochemical_Operations_3rd_Edition. Acesso em: 20 fev. 2022.

SERAGLIO, S. K. T. et al. **Nutritional and bioactive potential of Myrtaceae fruits during ripening**. Food Chemistry, v. 239, p. 649–656, 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28873617/>. Acesso em: 02 fev. 2022.

SCHWARTZ, S. J. et al. **Colorants**. In: DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L. (Eds.). *Fennema's Food Chemistry*. 5^o ed. New York: Taylor & Francis, 2017. p. 708–724. Acesso em: 09 fev. 2022.

SILVEIRA, M.A. M; VILLELA, F.A.; TILLMANN, M.A.A. **Maturação fisiológica de sementes de calêndula (*Calendula officinalis* L.)**. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 24, n. 2, p.31-37, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbs/a/fjx7fMZwh56wtV79hBDdYtq/>. Acesso em: 11 jan. 2022.

SIMARELLI, M. **Afinal, o que é biodiversidade?** *Revista Frutas e Derivados*. São Paulo, ed. 8, p.33-34, 2007. Acesso em: 15 dez. 2022.

SINGLETON, V. L., ROSSI, J. A. **Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents**. *American Journal of Enology and Viticulture, California*, v. 16, p. 144–158, 1965. Disponível em: <https://www.ajevonline.org/content/16/3/144>. Acesso em: 05 mar. 2022. Acesso em: 08 fev. 2022.

SHARAPIN N. **Fundamentos de Tecnología de Productos Fitoterapéuticos**. CAB, Cytel, Bogotá – Colombia, 2000, p. 42 – 45. Disponível em: <http://repositorio.conicyt.cl/handle/10533/205971>. Acesso em: 01 mar. 2022.

SOLER, M. P. **Industrialização de frutas: manual técnico**. Campinas: ITAL, Rede de Informações de Tecnologia Industrial Básica, 1991, 206 p. Disponível em: https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/413/2018/11/14_agroindustrializacao_de_frutas_I.pdf. Acesso em: 29 jan. 2022.

SOUZA, L. S.; AVRELLA, E. D.; CAMPOS, S. S.; FIOR, C. S.; SCHWARZ, S. F. **Clonagem de espécime adulto de *Myrcianthes pungens* (Berg) Legrand através da estaquia**. *Iheringia, Série Botânica*, 73: 336-341. 2018. 10.21826/2446-8231201873310. Acesso em 20 jan. 2022

STAHL, W.; SIES, H. **Antioxidant activity of carotenoids**. *Molecular Aspects of Medicine*, v.24, p.345–351. 2003. Disponível em: [doi:10.1016/S0098-2997\(03\)00030-X](https://doi.org/10.1016/S0098-2997(03)00030-X) (ask-force.org). Acesso em: 19 jan. 2022.

STASI, L. C.; HIRUMA-LIMA, C. A. **Myrtales medicinais**. In: STASI, L.C.; HIRUMA-LIMA, C.A. **Plantas Medicinais na Amazônia e na Mata Atlântica**. 2.ed. São Paulo: Editora UNESP, 604 p., 2002. Disponível em: https://www.academia.edu/3612479/Plantas_Medicinais_na_Amazonia_e_na_Mata_Atl%C3%A2ntica. Acesso em: 30 jan. 2022.

SUCUPIRA, N. R. *et al.* **Métodos para determinação da atividade antioxidante de frutos**. *Científica Ciência Biológica Saúde*, v. 14, n. 4, p. 263 - 269, 2012. Acesso em 23 fev. 2022

TÁPANES, G.T. L. e ALFONSO, O. G.; **Estudio bibliométrico de la Revista CorSalud**. *Revista Biblios*, n ° 52, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5195/biblios.2013.126>. Acesso em: 21 jan. 2022.

TAO, Y.; ZHANG, Z.; SUN, D. W. **Kinetic modeling of ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds from grape marc: Influence of acoustic energy density and**

temperature. Ultrasonics Sonochemistry, v. 21, p. 1461 – 1469, 2014. Disponível em: https://docksci.com/kinetic-modeling-of-ultrasound-assisted-extraction-of-phenolic-compounds-from-gr_5af802a1d64ab2512ee07740.html. Acesso em: 09 fev. 2022.

TAGUE-SUTCLIFFE, J. **An introduction to informetrics.** Information Processing & Management, v. 28, n. 1, p. 1-3, 1992. Disponível em: An introduction to informetrics - ScienceDirect. Acesso em: 02 fev. 2022.

TÁPANES, G.T. L. e ALFONSO, O. G.; Estudio **bibliométrico de la Revista CorSalud.** Revista Biblios, n ° 52, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5195/biblios.2013.126>. Acesso em: 02 fev. 2022.

TSUKUI, A.; SANTOS JÚNIOR, H. M.; OIGMAN, S. S.; DE SOUZA, R. O. M. A.; BIZZO, H. R.; REZENDE C. M. **Microwave-assisted extraction of green coffee oil and quantification of diterpenes by HPLC.** Food Chemistry, In Press, 2014. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24996333/>. Acesso em: 07 fev. 2022.

TZIA, C.; IADAKIS, G.; AGUILERA, J. M.; **Extraction Optimization in Food Engineering.** Marcel Dekker, Inc. USA, 2003, p. 33 – 34. Acesso em: 28 fev. 2022.

VECHI, G. et al. **Analyses of chemical composition and gastroprotective and antinociceptive properties of *Eugenia involucrate* DC.** leaves. Journal of Applied Pharmaceutical Science, v. 8, n. 4, p. 79–83, 2018. Disponível em: [https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20203085132?q=\(similar%3a20043144949\)](https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20203085132?q=(similar%3a20043144949)). Acesso em: 11 jan. 2022.

VUOLO, M. M.; LIMA, V. S.; MARÓSTICA JUNIOR, M. R. **Phenolic Compounds: Structure, Classification, and Antioxidant Power.** Campinas: Elsevier Inc., 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128147740000025>. Acesso em: 16 jan. 2022.

WANG, H.; NAIR, M. G.; STRASBURG, G. M.; CHANG, Y. C.; BOOREN, A. M.; GRAY, J. I.; DEWITT, D. L. **Antioxidant and anti-inflammatory activities of anthocyanins and their aglycon, cyanidin, from tart cherries.** Journal of Natural Products, v.62, p.294–296. 1999. Acesso em: 26 jan. 2022.

WANKAT, P. C. **Separation Process Engineering.** Pearson Education, Inc. USA, 2007, p. 452. Disponível em: 08 mar. 2022.

XIE, D. T.; WANG, Y. Q.; KANG, Y.; HU, q. f.; SU, N. Y.; HUANG, J. M.; CHE, C. T.; GUO, J. X. Microwave-assisted extraction of bioactive alkaloids from *Stephania sinica*. Separation and Purification Technology, v. 130, p. 173 – 181, 2014. Acesso em: 23 jan. 2022.

XING, Y.; WHITE, P. J. **Antioxidants from Cereals and Legumes in Natural Antioxidants Chemistry, Health Effects, and Applications “in”** SHAHIDI, F. AOCS Press: Champaign, Illinois, p.25-55. 1996. Disponível em: [Natural Antioxidants: Chemistry, Health Effects, and Applications - Google Livros](#). Acesso em: 20 jan. 2022.

YILDIRIM, A.; MAVI, A.; KARA, A.A. **Determination of antioxidant and antimicrobial activities of *Rumex crispus* L. extracts.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 49, p. 4083-4089, 2001. Disponível em: <http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/jf0103572>. Acesso em: 11 jan. 2022.