



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM QUÍMICA INDUSTRIAL

UBSAARA KANANDA SOUSA BEZERRA

COMPOSTOS BIOATIVOS PRESENTES NAS FRUTAS VERMELHAS: ACEROLA
(*Malpighia emarginata*), JABUTICABA (*Myrciaria cauliflora*) E JAMBO (*Syzygium
jambos*).

CAMPINA GRANDE

2021

UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM QUÍMICA INDUSTRIAL

UBSAARA KANANDA SOUSA BEZERRA

COMPOSTOS BIOATIVOS PRESENTES NAS FRUTAS VERMELHAS: ACEROLA
(*Malpighia emarginata*), JABUTICABA (*Myrciaria cauliflora*) E JAMBO (*Syzygium
jambos*).

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Programa de Graduação em Bacharelado em
Química Industrial da Universidade Estadual da
Paraíba, como requisito parcial à obtenção do
título de Graduada em Bacharel em Química
Industrial.

Área de Concentração: Ciência dos alimentos

Orientador(a): Dra. Wanda Izabel Monteiro de Lima Marsiglia.

CAMPINA GRANDE

2021

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

B574c Bezerra, Ubsaara Kananda Sousa.

Compostos bioativos presentes nas frutas vermelhas [manuscrito] : acerola (*Malpighia emarginata*), jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) e jambo (*Syzygium jambos*) / Ubsaara Kananda Sousa Bezerra. - 2021.

37 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2021.

"Orientação : Profa. Dra. Wanda Izabel Monteiro de Lima Marsiglia, Coordenação do Curso de Química Industrial - CCT."

1. Flavonoides. 2. Antocianinas. 3. Antioxidantes. I. Título

21. ed. CDD 664

UBSAARA KANANDA SOUSA BEZERRA

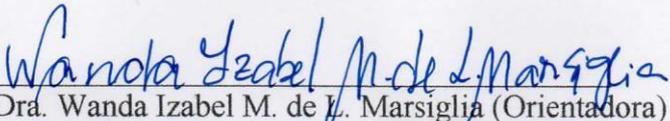
COMPOSTOS BIOATIVOS PRESENTES NAS FRUTAS VERMELHAS: ACEROLA
(*Malpighia emarginata*), JABUTICABA (*Myrciaria cauliflora*) E JAMBO (*Syzygium
jambos*).

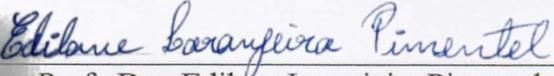
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Programa de Graduação em Bacharelado em
Química Industrial da Universidade Estadual da
Paraíba, como requisito parcial à obtenção do
título de Graduada em Bacharel em Química
Industrial.

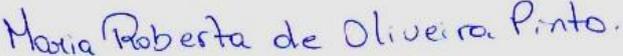
Área de Concentração: Ciência dos alimentos

Aprovada em: 15/10/2021

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dra. Wanda Izabel M. de L. Marsiglia (Orientadora)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)


Prof. Dra. Edilane Laranjeira Pimentel
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dra. Maria Roberta de Oliveira Pinto
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

A minha mãe, pela dedicação, amor, cuidado e apoio.

Pois sem ela nada disso seria possível, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha vida e por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

A minha orientadora Prof. A Dra. Wanda Izabel M. de L. Marsiglia pelo seu acolhimento, suporte, por ter se tornado uma inspiração como profissional e ser humano raro de bondade e compaixão. Agradeço profundamente pela paciência, toda a sua contribuição e incentivos na realização deste trabalho, sem dúvidas foi um presente de Deus na minha vida. Aos meus pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

Agradeço a minha mãe Aline Mércia Da Silva Sousa, a pessoa que mais amo nessa vida, que sempre esteve ao meu lado me dando apoio e incentivo nas horas mais difíceis. Por todo o seu amor, por sempre me fazer entender que eu seria capaz de realizar os meus sonhos, agradeço por nunca desistir de mim e por ser a minha maior fã.

Ao meu pai Artur César Serafim Bezerra, que apesar do pouco convívio e das dificuldades, me ajudou a iniciar esse sonho que era a graduação, me dando a oportunidade de estudar fora do meu estado, isso foi de grande valia para mim.

Aos meus amados irmãos, Enya, Aklysson, Anna, Gabriel por todo carinho, por sempre entenderem a minha ausência em casa por conta dos estudos, me fazendo entender que o futuro é feito das constantes escolhas e dedicação do presente.

Agradeço aos meus avós José Sebastião Bispo e Célia Maria Da Silva Sousa por ter ajudado na minha criação, por todo o seu amor com seus gestos simples que ficarão eternizados no meu coração.

Agradeço as minhas tias Kássia Bispo e Makre Bispo por tanto companheirismo, cuidado mesmo distante, por sempre se preocuparem comigo e ficarem felizes com minhas conquistas. Além de tias eu as tenho como irmãs.

Agradeço a minha tia Maria Betânia Da Silva, por todo o seu amor, cuidado e por diversas vezes tentar me animar nesses longos anos de graduação.

Agradeço ao meu namorado Élton Mílber pelo carinho, cuidado e dedicação desde o momento em que entrou na minha vida, por sempre buscar uma forma de me deixar feliz e me tirar um sorriso, por me ajudar durante a construção desse trabalho e me incentivar nos momentos de desânimo.

Agradeço aos meus amigos de graduação Karen Esttéfani e Pedro Luan por sempre estarem ao meu lado, me ajudando, incentivando, por tornar essa caminhada mais leve, graciosa e feliz. Criamos uma amizade na universidade que vai perdurar por toda a vida.

Aos meus grandes amigos Henio Kayque e José Ricardo por todo apoio, pelas palavras de carinho, gesto amigo, por sempre segurarem a minha mão e me mostrarem que eu não estava sozinha em Campina. Não temos laços sanguíneos, mas tenho vocês como irmãos, obrigada por tanto.

Agradeço a Lidiane Lima por me acolher em sua casa no início dessa jornada, sem dúvidas foi primordial para mim. Sua gentileza, seu bom coração contribuiu para a realização desse sonho.

Sou muito grata a minha madrinha Ana Izabel por ter sido uma mãe e amiga me acolhendo em sua casa para que eu tivesse a oportunidade de estudar na tranquilidade do seu lar, emanando luz em minha vida junto dos seus doces filhos Maria e Pedro, serei eternamente grata.

A todos que foram citados acima, o meu muito obrigada.

RESUMO

Dietas realizadas a base de alimentos de origem vegetal tem sido associada à baixo risco de doenças crônicas como diabetes, obesidade, cardiovasculares, inflamatórias ou síndrome metabólica. Esses benefícios foram atribuídos em parte a compostos bioativos, tais como polifenóis, carotenóides e fitoesteróis presentes em frutas e vegetais. Neste sentido, este trabalho teve como objetivo elaborar uma revisão bibliográfica sobre os compostos bioativos presentes em famílias *Myrtaceae*: acerola (*Malpighia emarginata*), jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*), jambo (*Syzygium jambos*). A metodologia utilizada na pesquisa abrangeu artigos científicos que foram publicados no período de 2015 – 2021 nas plataformas de dados do Pumed, Scielo artigos científicos, Science Direct, Portal Periódicos Capes e Google acadêmico. Esta revisão documental evidenciou que nos últimos anos os pesquisadores vêm demonstrando interesse em entender os mecanismos de ação dos compostos fenólicos presentes nas frutas, suas propriedades antioxidantes e seu potencial como alimento funcional no metabolismo humano. Além disso, os estudos buscam identificar e quantificar a composição das substâncias fenólicas, bem como testes *in vitro* e *in vivo* para desenvolver produtos que comprovem os efeitos benéficos à saúde e evitem o estresse oxidativo responsável pelo envelhecimento celular. Nesta perspectiva, a presente revisão bibliográfica demonstrou que os frutos da família *Myrtaceae* distribuídas nos biomas brasileiros, dentre estas, acerola, jambo e jabuticaba apresentam ricas fontes de polifenóis biologicamente ativos, principalmente ácido ascórbico, antocianinas, quercetina, kaempferol, rutina, ácido gálico, ácido clorogênio, cianidina 3-glucosídeo, epigallocatequina epionidina 3-glucosídeo, associados a capacidade antioxidante. Entretanto, estudos futuros devem ser realizados para elucidar melhor os mecanismos de ação, a bioacessibilidade e biodisponibilidade a fim de comprovar a eficácia das propriedades nutracêuticas e antioxidantes relatada nos trabalhos científicos.

Palavras chaves: Flavonóides, Antocianinas; Antioxidantes

ABSTRACT

Diets based on foods of plant origin have been associated with a low risk of chronic diseases such as diabetes, obesity, cardiovascular, inflammatory or metabolic syndrome. These benefits were attributed in part to bioactive compounds such as polyphenols, carotenoids and phytosterols present in fruits and vegetables. In this sense, this work aimed to prepare a literature review on the bioactive compounds present in Myrtaceae families: acerola (*Malpighia emarginata*), jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*), jambo (*Syzygium jambos*). The methodology used in the research included scientific articles that were published in the period 2015 – 2021 in the data platforms of Pumed, Scielo Scientific Articles, Science Direct, Portal Periódicos Capes and Academic Google. This documentary review showed that in recent years researchers have shown interest in understanding the mechanisms of action of phenolic compounds present in fruits, their antioxidant properties and their potential as a functional food in human metabolism. In addition, the studies seek to identify and quantify the composition of phenolic substances, as well as in vitro and in vivo tests to develop products that prove the beneficial effects on health and avoid the oxidative stress responsible for cell aging. In this perspective, the present literature review showed that the fruits of the Myrtaceae family distributed in the Brazilian biomes, including acerola, jambo and jabuticaba, have rich sources of biologically active polyphenols, mainly ascorbic acid, anthocyanins, quercetin, kaempferol, rutin, gallic acid, chlorogen acid, cyanidin 3-glucoside, epigallocatechin eponidin 3-glucoside, associated with antioxidant capacity. However, future studies must be carried out to better elucidate the mechanisms of action, bioaccessibility and bioavailability in order to prove the effectiveness of the nutraceutical and antioxidant properties reported in scientific works.

Key words: Flavonoids, Anthocyanins; Antioxidants

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Diferentes partes da aceroleira	21
Figura 2 – Diferentes partes da jaboticabeira	25
Figura 3– Diferentes partes do jambeiro.....	28
Figura 4 – Compostos fenólicos presentes em matrizes vegetais	13
Figura 5 – Estrutura química do fenol simples	14
Figura 6 – Estrutura geral de um flavonoide com os anéis, A, B,C e sistema de numeração para diferenciação das posições dos carbonos	15
Figura 7 – Estruturas dos derivados de flavonoides	15
Figura 8 – Estrutura química básica das principais antocianidinas e grupamentos para formação das diferentes antocianinas encontradas na natureza	16
Figura 9 – Estruturas de tanino hidrolisáveis e condensados	18
Figura 10 – estrutura química de antioxidantes naturais e sintéticos.....	19
Figura 11 – Estrutura química do DPPH e reação com um antioxidante	20

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABTS	Ácido 2,2'-azinobis-3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico
ALT	Alanina aminotransferase
AST	Aspartato aminotransferase
AT	Antocianinas
CFT	Compostos fenólicos totais
CLAE	A cromatografia líquida de alta eficiência
DCNT	Doenças Crônicas Não Transmissíveis
DNA	Ácido desoxirribonucleico
DPPH	2, 2- diphenyl-1-picryl-hydrazyl-hydrate
FRAP	Ferric Reducing Antioxidant Power
GSH	Globally Harmonized System
IBGE	O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
NIR	Infrared spectroscopy
ROS	Reactive Oxygen Species
SOD	Superóxido dismutase
TB	Tiosemicarbazona
TG	Termogravimetria

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1	Compostos fenólicos	13
2.2	Flavonoides	14
2.3	Antocianinas	16
2.4	Taninos	17
2.5	Antioxidante	18
2.6	Radicais livres	20
2.7	Componentes bioativos e propriedades antioxidantes da Acerola (<i>Malpighia emarginata</i> DC)	21
2.8	Jaboticaba (<i>Myrciaria cauliflora</i>) os bioativos e atividade antioxidante	24
2.9	Jambo vermelho (<i>Syzygium malaccensis</i>)	27
3	METODOLOGIA	32
4	CONCLUSÃO	33
	REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

Estudos revelam que dietas baseadas em vegetais, especialmente as frutas ricas em compostos fenólicos, estão associadas à diminuição de doenças crônicas como diabetes, obesidade, glaucoma, catarata, artrose, artrite e neurodegenerativas como Parkinson e Alzheimer (DONADO-PESTANA et al., 2017; BATISTA et al., 2018). Assim, há uma tendência crescente em busca de alimentos com características antioxidantes, com propriedades funcionais benéficas à saúde humana. Neste sentido, os vegetais desempenham um papel importante na regulação do estresse oxidativo, inibindo as reações em cadeia provocadas pelos radicais livres responsáveis pelo envelhecimento celular.

Dentre as fontes de substâncias fenólicas, as frutas vermelhas têm se destacado por apresentarem na sua composição, vitaminas C, E, fibras, sais minerais como Ca, Mg, K, Se, Zn, Fe, ácidos orgânicos como gálico, cumárico, benzóico e relevantes antioxidantes como antocianinas, flavonoides, rutina, elagitaninos, catequinas, quercetinas e carotenóides.

A flora brasileira é caracterizada pela grande diversidade de frutas da família Myrtaceae (frutas vermelhas) com grande potencial econômico e nutricional, entre estas, pode-se destacar acerola, jabuticaba e jambo vermelho. A maioria das frutas tropicais crescem sob condições ambientais adversas, como secas severas, incidência solar intensa, clima árido e solos escassos em nutrientes. Estas condições desfavoráveis representam fontes de metabólitos secundários, principalmente os polifenóis biologicamente ativos envolvidos na defesa da planta.

Essas características têm despertado o interesse dos pesquisadores e da indústria alimentícia visando ampliar o conhecimento científico e agregar valor a estas frutas. Seraglio et al., (2018) encontraram 33 fenólicos no fruto de acerola (*Malpighia emarginata*) e afirmaram ser uma fonte diária de antioxidante natural. Bataglioni et al., (2015) registraram elevados teores dos flavonóides quercetina e kaempferol em frutos de acerola. Igualmente, as pesquisas demonstram que a jabuticaba tem propriedades nutraceuticas e estão relacionados a presença de antocianinas, ácido gálico, elágico, catequinas, elagitaninos (NERI-NUMA et al., 2018).

Betta et al., (2018) analisaram os fenólicos individuais em cinco frutos das famílias de *Myrtaceae* brasileiras e concluíram que a jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) apresentou a maior capacidade antioxidante, sendo associada a presença de ácido gálico, epicatequina antocianinas e ácidos elágicos. Albuquerque et al. (2020) aplicaram um extrato rico em antocianinas de jabuticaba como corante natural em produtos de panificação.

Estudos recentes revelaram que o jambo (*Syzygium jambos*) vermelho apresentou 10 metabólitos secundários com potencial terapêutico para pacientes diabéticos (MAHMOUD et al. 2021). Batista et al, (2018) em seus estudos encontraram fatores importantes na prevenção da obesidade, diabetes tipo 2 e doenças hepáticas, que foram associados a presença majoritária de antocianinas.

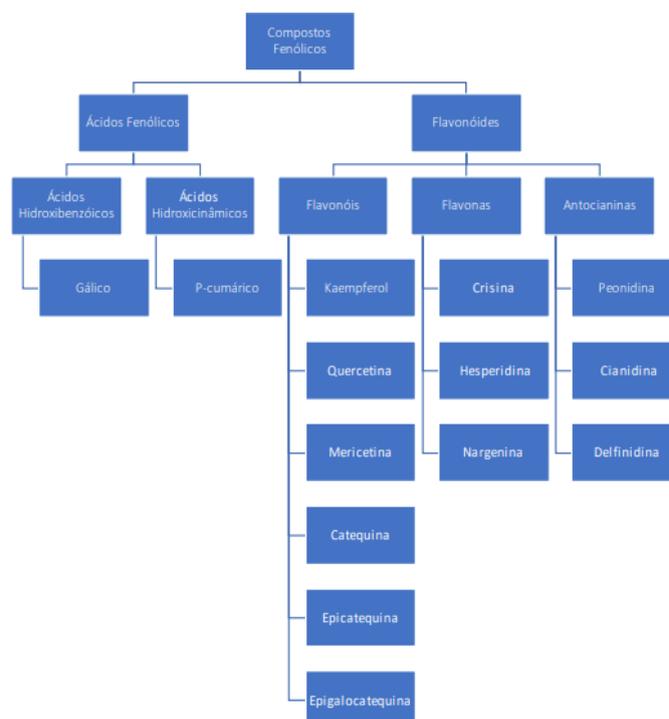
Mediante o exposto, foi possível observar que as frutas vermelhas demonstram propriedades nutracêuticas e substâncias fenólicas como, antocianinas, flavonoides, quercetina e kaempferol, consideradas ricas fontes de atividade antioxidante. Neste sentido, este estudo teve como objetivo, elaborar revisão bibliográfica sobre os compostos bioativos presentes nas frutas vermelhas: acerola (*Malpighia emarginata*), jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*), jambo (*Syzygium jambos*).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Compostos fenólicos

Os fitoquímicos são definidos como compostos bioativos não-nutrientes de plantas e têm sido relacionados a redução do risco de doenças crônicas não-transmissíveis (DCNT), podem ser classificados como: carotenoides, compostos fenólicos, alcalóides, compostos não nitrogenados e compostos organosulfurados. Os compostos fenólicos são metabólitos secundários de plantas e são caracterizados por possuírem uma ou mais hidroxilas ligadas a um ou mais anéis aromáticos. Eles podem ser classificados pelo número e posição de seus átomos de carbono e são comumente encontrados conjugados a açúcares e ácidos orgânicos. São abundantes na nossa dieta e evidências científicas demonstram seu papel na prevenção de diversas doenças, como câncer e doenças cardiovasculares. Estes compostos são divididos em duas classes (Figura 4), a saber, os flavonoides (que incluem as subclasses flavonóis, flavonas, isoflavonas, antocianinas, flavonóis e flavanonas) e os não-flavonóides (que incluem os derivados dos ácidos hidroxibenzóico e hidroxicinâmico) (MANACH et al., 2004).

Figura 1 – Compostos fenólicos presentes em matrizes vegetais



Fonte: Adaptado de KARAKAYA, 2004.

Os compostos fenólicos são estabelecidos, quimicamente como substâncias que possuem pelo menos um anel aromático com um ou mais substitutos hidroxílicos, abrangendo os seus grupos funcionais (Figura 5). Os ácidos fenólicos simples e os flavonóides são os compostos fenólicos que de forma geral estão presentes nos vegetais na forma livre ou até mesmo ligados a açúcares (glicosídeos) e proteínas (NARDINI et al., 2004). Na natureza há uma grande quantidade de polifenóis, em torno de cinco mil, entre eles os mais estudados são os flavonóides, ácidos fenólicos, fenóis simples, cumarinas, taninos, antocianinas, ligninas e tocoferóis (SHAHIDI et al., 1995). Os fenóis conjugados compreendem uma média de 24% do total de fenólicos presentes em matrizes de alimentos (ADON et al., 2002; SUN et al., 2002).

Figura 2 – Estrutura química do fenol simples



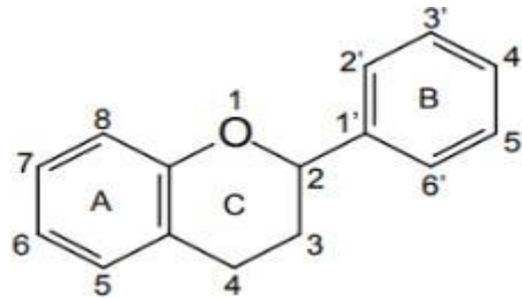
Fonte: PubChem, 2021.

2.2 Flavonoides

Os flavonóides (Figura 6) tem sido caracterizado como um dos compostos fenólicos da classe de origem natural que possuem inúmeros benefícios que são atuantes na vida humana. Existem mais de oito mil substâncias desse grupo (SANTOS, 2017).

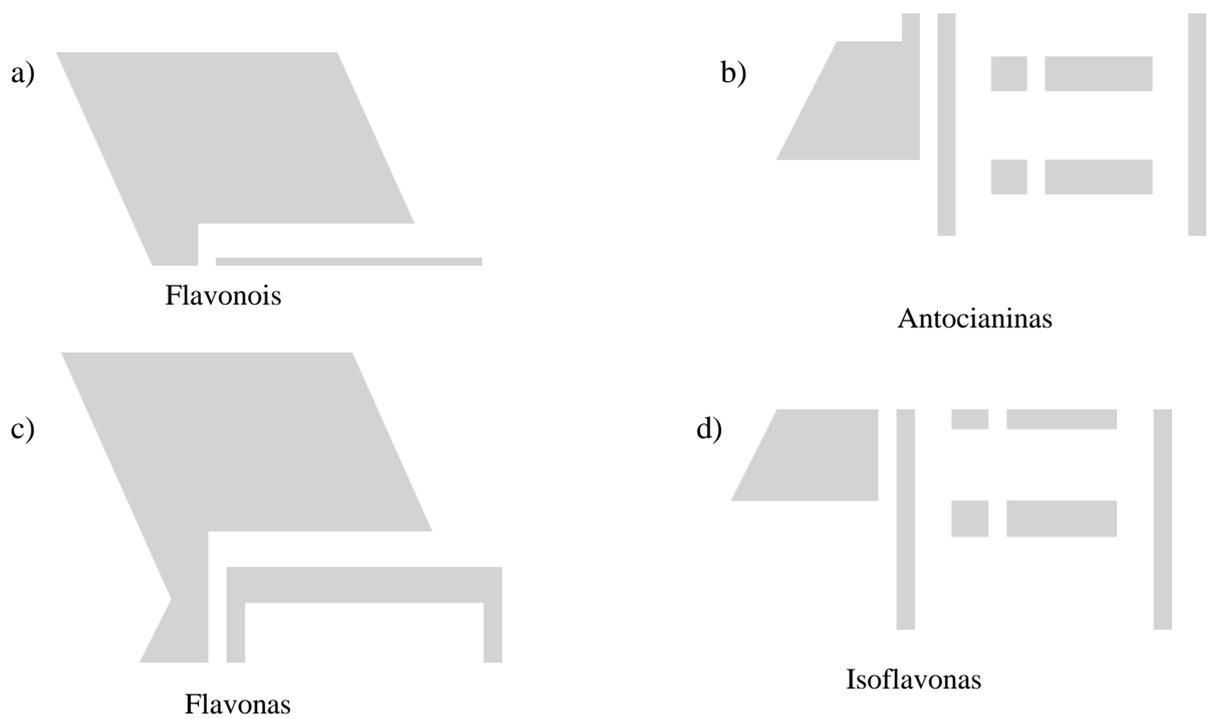
Os flavonoides são de fácil localização e possuem várias formas estruturais (Figura 7). Os flavonoides mais conhecidos: flavonóides (derivados de 2-fenil cromen-4-ona), flavonas (derivadas de 3-fenil cromen-4-ona), antocianinas (derivadas de 4-fenil cromen-4-ona) e isoflavonas (derivadas de 3-fenil cromen-4-ona ou 3-fenilcromona). Contudo, em sua grande maioria mostram um esqueleto aromático C₆-C₃-C₆, um anel cromano (anel benzênico-A + anel heteronuclear-C) ligado a um anel benzênico (anel B), completando 15 átomos de carbono em seu núcleo fundamental, constituído de duas fenilas ligadas por uma cadeia de três carbonos entre elas (BORDENAVE, et al., 2013).

Figura 3 – estrutura geral de um flavonoide com os anéis, A, B, C e sistema de numeração para diferenciação das posições dos carbonos



Fonte: BRAVO, 1998.

Figura 4 – Estruturas dos derivados de flavonoides

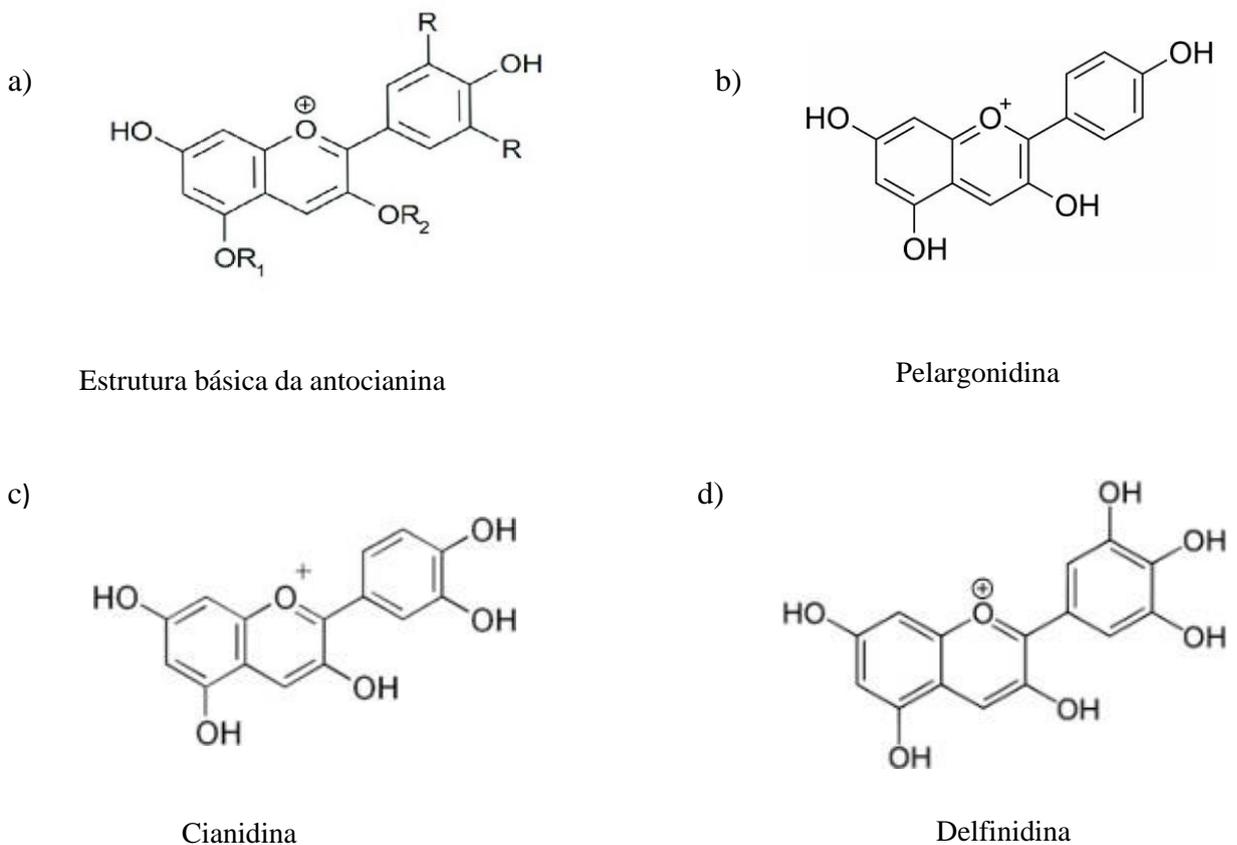


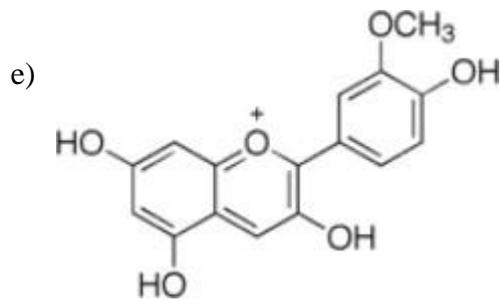
Fonte: ChemSketch, 2021.

2.3 Antocianinas

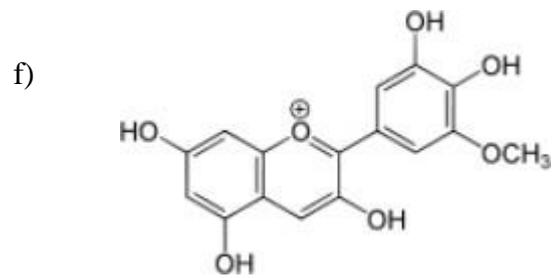
As antocianinas são o maior grupo dos flavonoides, constituídos por 15 carbonos, com um anel benzeno ligado a um anel heterocíclico formado com um átomo de oxigênio e um grupo fenil na posição 2 (Figura 8). São pigmentos hidrossolúveis com elevado poder antioxidante, amplamente distribuídos em frutas e vegetais de coloração escura, principalmente na casca. As formas agliconas (antocianidinas) raramente são encontradas em plantas e estão geralmente presentes na forma glicosilada (3-O-glicosídeo ou 3,5-O-diglicosídeo). Existem seis principais formas agliconas das antocianinas (delfinidina, cianidina, petunidina, peonidina, pelargonidina e malvidina), sendo a cianidina a mais comum em alimentos. A acilação com ácidos cinâmicos também é comum, formando os ácidos p-cumárico, caféico, ferúlico e sinápico (CLIFFORD, 2000; MANACH et al., 2004; WU et al., 2013).

Figura 5 – Estrutura química básica das principais antocianidinas e grupamentos para formação das diferentes antocianinas encontradas na natureza

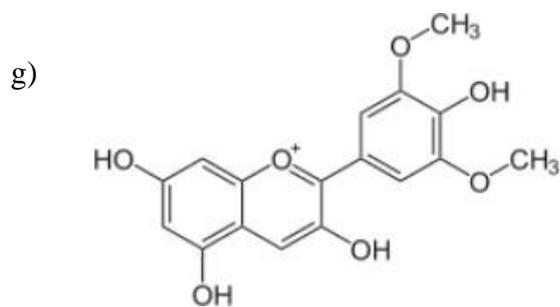




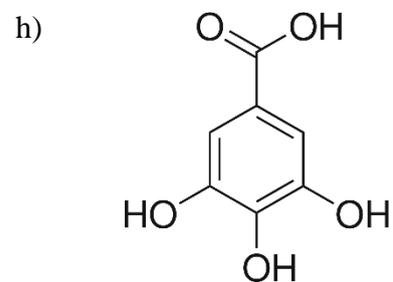
Peonidina



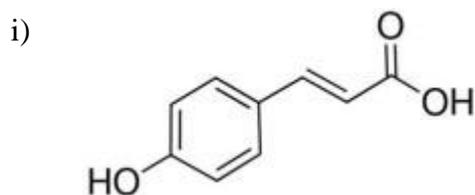
Petunidina



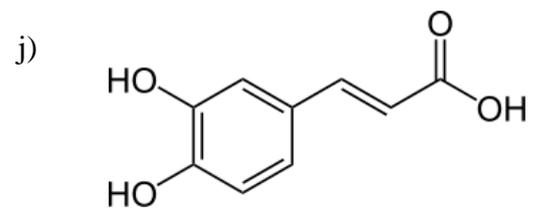
Malvidina



Ácido gálico



Ácido cumárico



Ácido cafeico

Fonte: Adaptado de ZHANG; BUTELLI; MARTIN, 2004.

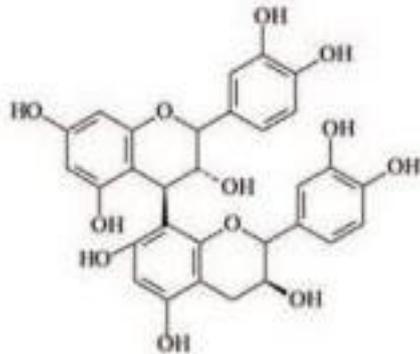
2.4 Taninos

Os taninos são classificados em dois grupos, denominados taninos hidrolisáveis, que incluem os galotaninos e os elagitaninos e taninos condensados que são encontrados em maiores proporções e com maior importância nos alimentos. Exibem uma estrutura similar aos flavonoides, com coloração variando do vermelho ao marrom, conforme exemplificado na

Figura 9. Os taninos possuem características sensoriais desejáveis se o houver baixas concentrações em frutos. Todavia em concentrações mais elevadas, conferem aos frutos e outros alimentos características adstringentes (DEGÁSPARI et al., 2004).

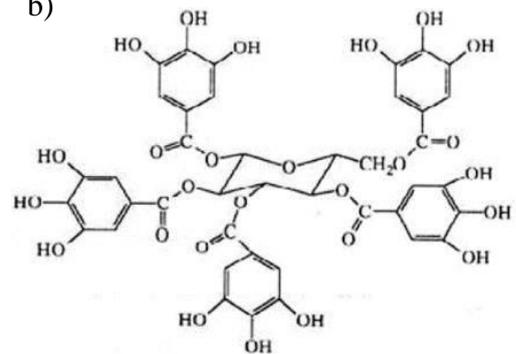
Figura 6 – Estruturas de tanino hidrolisáveis e condensados

a)



Tanino condensado

b)



Tanino hidrolisado

Fonte: https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Estrutura-quimica-de-tanino-hidrolisado_fig8_325042668

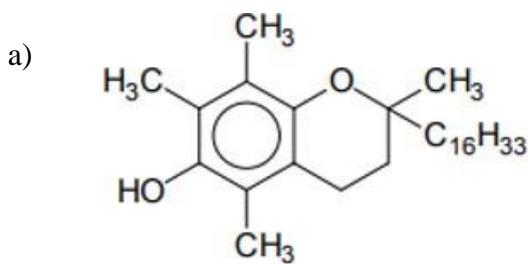
2.5 Antioxidante

Podemos definir uma substância antioxidante como uma substância química que pode retardar ou inibir o processo de oxidação, ou de qualquer substância que esteja em concentração baixa ligada a um substrato oxidável, diminuir ou inibir consideravelmente a oxidação daquele substrato. Definindo o antioxidante do ponto de vista biológico, podemos dizer que são compostos que preservam o sistema biológico contra efeitos prejudiciais de reações que possibilitam a oxidação de macromoléculas ou estruturas celulares (ABDALLA; FAINE, 2008; OGA; CAMARGO; BATISTUZZO, 2008).

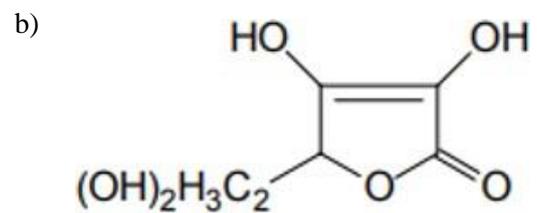
Os compostos fenólicos estão entre os principais antioxidantes consumidos através dos alimentos destacam-se os carotenoides, as vitaminas E e C e os minerais (Cu, Sn, Zn, Mg, Fe) (PEREIRA, 2011). O consumo de antioxidantes naturais (Figura 10), como os compostos fenólicos presentes nas plantas que retardam ou inibem geração de radicais livres, tem sido vinculado a um menor índice de doenças relacionadas com o estresse oxidativo (SINGH et al., 2018).

Para o antioxidante ter um bom desempenho, vai depender dos tipos de radicais livres que serão formados; como e onde são formados esses radicais; métodos de identificação e análises dos danos e as doses ideais para obter a proteção. Dessa forma, é provável que um antioxidante atue como protetor em um determinado sistema, mas falhe na proteção, ou até mesmo que eleve a quantidade de lesões induzidas em outros tecidos e sistemas (SINGH et al., 2018).

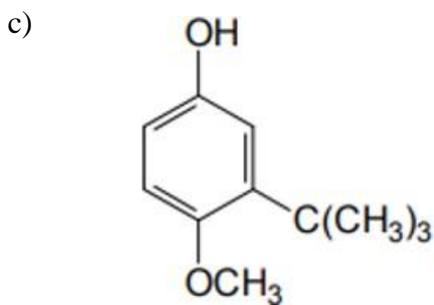
Figura 7 – estrutura química de antioxidantes naturais e sintéticos



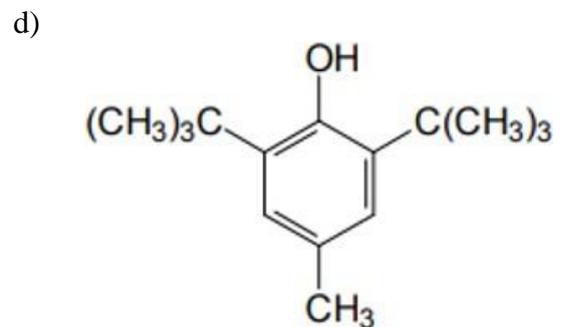
α -tocoferol



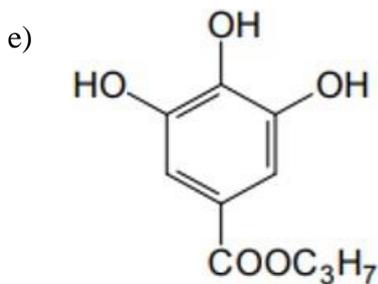
Ácido ascórbico



Ácido beta-hidróxido (BHA)



Butilhidroxitolueno (BHT)



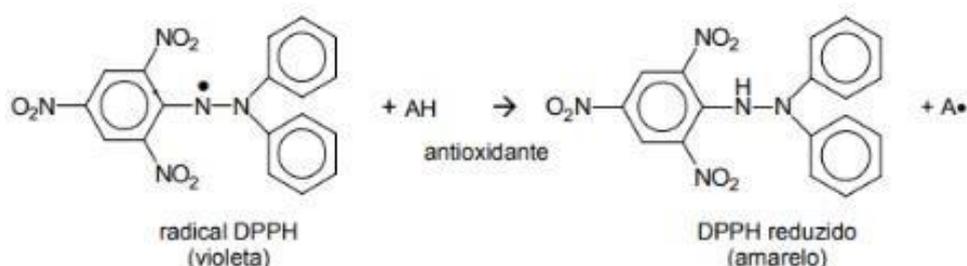
Terc-butilhidroquinona (TBHQ)

2.6 Radicais livres

Os radicais livres são moléculas orgânicas cujos átomos possuem um número ímpar de elétrons na sua última camada eletrônica, devido apresentarem um ou mais elétrons não pareados, tornando-se quimicamente instáveis e provocando reações em cadeias. O surgimento dos radicais livres é provocado por várias atividades essenciais para a nossa vida como: alimentação, respiração ou atividade que nos provoque algum stress (AMES et al., 1993). Existe também os fatores ambientais que colaboram para aparição desses radicais livres, como alimentos inadequados, poluição do ar e presença de fumaça são alguns exemplos de fatores que leva a esse aparecimento dos radicais. Portanto para a redução dos efeitos prejudiciais dessas moléculas, é necessário inserir elementos que de forma espontânea doem os elétrons que estão faltando no orbital, são os antioxidantes, que podemos encontrar em vegetais e frutas, impossibilitando a ação do radical oxigênio e a reação em cadeia de formação de novos radicais livres (DÉGASPARI et al., 2004).

Antioxidantes fenólicos de vegetais, frutas e cereais são os principais fatores que cooperam para redução de doenças degenerativas e crônicas encontradas na população cuja ingestão desses alimentos são altas nas dietas. (ROESLER et al., 2007). No entanto, seu aparecimento frequente pode causar impactos prejudiciais danosos para a manutenção de várias funções fisiológicas, podemos exemplificar falhas ao DNA, proteínas, e outros (SOUSA et al. 2007; HAIDA et al. 2014), denominado estresse oxidativo por existir uma desproporcionalidade entre as moléculas oxidantes e antioxidantes (BIANCHI; ANTUNES, 1999), por isso a sua relação com disfunções celulares, sendo assim as mais conhecidas: o câncer, envelhecimento celular e doenças degenerativas (FANHAN; FERREIRA, 2006).

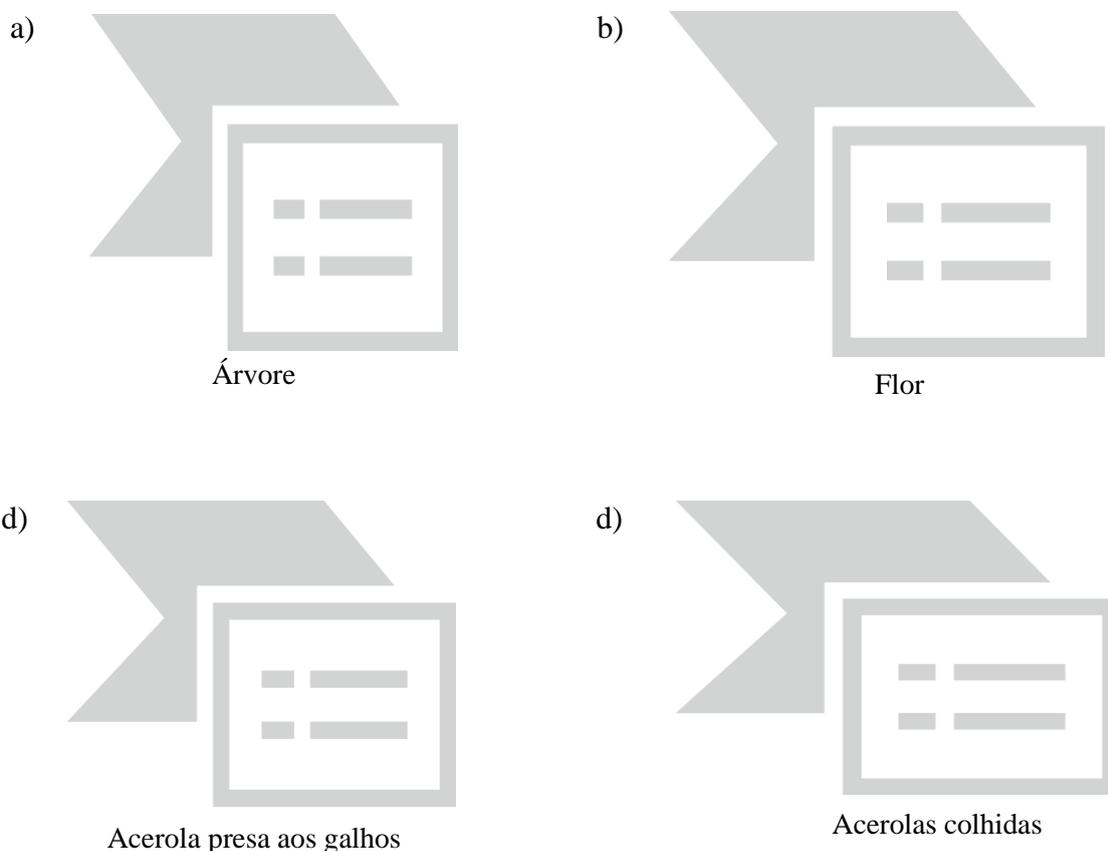
Figura 8 – Estrutura química do DPPH e reação com um antioxidante



2.7 Componentes bioativos e propriedades antioxidantes da Acerola (*Malpighia emarginata* DC)

A acerola pertence à família botânica *Malpighia emarginata* L., e contém distribuição tropical, com cerca de 75 gêneros e 1.300 espécies (Figura 1). É uma planta perene, arbustiva de 2-3 m de altura, que desenvolve uma copa perenifólia, com ramos densos e espalhados. Origina-se na região das Antilhas, sendo nativa de outros países da América Central e do norte da América do Sul, conhecida em muitos locais como "cereja-das-antilhas" (DONADIO, 1992; ALVES; SEBASTIANI, 2015). Em pouco tempo foi difundida no país e atualmente o Brasil é considerado o maior produtor do fruto, principalmente na região Nordeste, com destaque para os estados de Pernambuco, Paraíba, Bahia e Ceará (CODEVASF, 2019). De acordo com o IBGE (2020) o ranking em toneladas produzidas pelos dez maiores estados produtores, a Paraíba está em 4º lugar com 4.925 toneladas.

Figura 9 – Diferentes partes da aceroleira



A aceroleira é uma planta resistente a áreas secas e com altas temperaturas, entretanto possui pouca resistência aos ambientes frios, por essas características adaptou-se com facilidade as áreas tropicais, subtropicais e até semiáridas (FIGUEIREDO et al., 2014). A acerola é uma fruta que possui alta concentração de vitamina C, e por isso possui uma alta capacidade econômica e nutricional e quando agregadas especialmente aos carotenoides e antocianinas que se encontram em destaque no campo dos alimentos funcionais. Algumas variedades apresentam 100 vezes mais vitamina C do que encontrado em outras frutas cítricas como laranja e limão, apresenta também qualidades nutricionais, contendo proteínas, cálcio, fósforo, ferro e vitaminas A B1, B2. Além desses benefícios a acerola reduz suscetibilidade à infecção, desenvolve um papel importante na formação de dentes e ossos, cresce a absorção de ferro e evita o escorbuto (COUTO; FERREIRA, 2012).

O Quadro 1 descreve os principais estudos encontrados na literatura com a fruta de acerola, devido as elevadas concentrações de vitamina C, como também polifenóis com propriedades antioxidantes.

Quadro 1 – Compostos bioativos e propriedades antioxidantes da acerola

Autor e ano de publicação	Forma de uso	Objetivos	Conclusão
SILVA et al., 2014	Cascas, sobras de polpas e sementes das frutas abacaxi, acerola, cajá, caju, goiaba, graviola, mamão, manga, maracujá, pitanga, sapoti.	Quantificar os níveis de resveratrol, cumarina e outros bioativos em polpas e subprodutos de frutas tropicais do Brasil.	Concluiu que tem uma quantidade considerável de resveratrol e cumarina nas frutas e subprodutos incluídos no estudo.
BATAGLION et al., 2015	Extratos de polpa de frutas brasileiras muito consumidas (açai-do-Amazonas, acerola, caju, camu-camu, abacaxi e taperebá)	Utilizar cromatografia líquida de ultra-alta performance em tandem de espectrometria de massa usando eletrospray em modo de íon negativo visando sua quantificação.	Foram satisfatórios e mostraram que o método fornece um protocolo eficiente para análise de compostos fenólicos em extratos de polpa de frutas.

SERAGLIO et al., 2018	Frutos de acerola	Análise de compostos fenólicos e a capacidade antioxidante em frutos de acerola em três estádios de maturação comestíveis,	O processo de maturação influenciou significativamente a concentração da maioria dos fenólicos investigados bem como a capacidade antioxidante nos frutos de acerola.
LEFFA et al., 2016	Acerola maduras ou verdes congeladas	Investigar os efeitos antioxidantes do suco de acerola em diferentes estágios de maturidade e seus componentes farmacologicamente ativos.	O uso de suco de acerola como vitamina C e rutina pode prevenir o dano oxidativo em animais alimentados com dieta de cafeteria, podendo ser recomendado como parte de uma dieta saudável para indivíduos obesos.

Fonte: Autoria própria.

Silva et al. (2014) analisaram os teores de compostos bioativos em polpas e subprodutos de frutas tropicais brasileiras e encontraram os maiores teores de compostos fenólicos totais, antocianinas totais e flavonoides amarelos na polpa de acerola, seguido do caju e cereja.

Bataglion et al (2015), relataram que além do alto teor de ácido ascórbico, na polpa de acerola, também observaram elevadas concentrações de flavonoides quercetina ($27,7 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ bs) e kaempferol ($14,26 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ bs).

No estudo de Leffa et al. (2016) encontraram no suco da fruta de acerola altos níveis de vitamina C e rutina e atribuíram a elevada atividade antioxidante a estes constituintes ativos. Seraglio et al (2018), analisando compostos fenólicos e a capacidade antioxidante em frutos de acerola em três estádios de maturação comestíveis, encontraram 33 compostos fenólicos e quantificaram 16 compostos, sendo a quercetina, ácido caféico, kaempferol e isoramnetina os principais fenólicos encontrados neste fruto. Ainda, valores elevados de capacidade antioxidante foram observados nos estádios estudados. Os autores afirmaram que processo de maturação influenciou significativamente a concentração da maioria dos fenólicos investigados bem como a capacidade antioxidante nos frutos de acerola

Poleto et al. (2021) extraíram ácido ascórbico, os compostos fenólicos e os carotenóides dos frutos de acerola e verificaram que quanto maior a concentração de ácido ascórbico, maior a atividade antioxidante.

Belwal et al. (2018) encontraram diversas propriedades nutraceuticas associadas ao ácido benzoico, flavonoides, antocianinas, carotenoides.

Segundo o estudo Costa et al., (2020) otimização e extração assistida por ultrassom e encontrou compostos fenólicos totais e dos flavonóides a partir dos frutos da acerola.

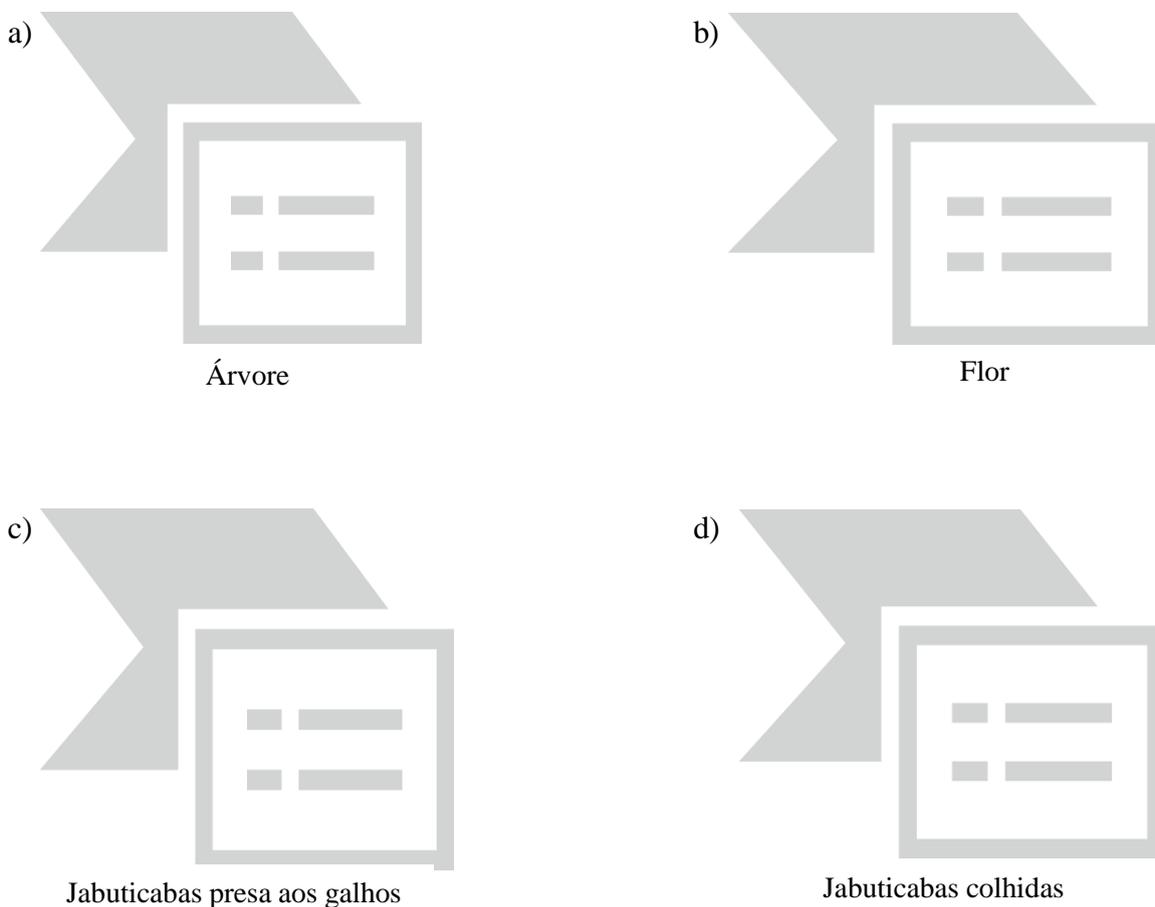
2.8 Jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) os bioativos e atividade antioxidante

A jabuticabeira (*Myrciaria cauliflora*), árvore nativa da mata atlântica, pertencente à família Myrtaceae e ao gênero *Myrciaria*, também denominado de *Plinia*, pode ser encontrada em todas as regiões do Brasil (Figura 2). As duas espécies mais cultivadas de jabuticaba são: a jabuticaba Sabará (*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) Berg) e a jabuticaba Paulista (*Myrciaria cauliflora* (DC.) Berg), sendo a Sabará a mais difundida e ocupa a maior área de plantio (DONADIO, 2000).

A produção de jabuticaba *in natura* atingiu cerca de 2.480 toneladas no Brasil (IBGE, 2020), no ranking nacional o estado da Paraíba está em 4º lugar, no entanto, maior parte dos frutos estão em sítios de agricultores familiares e em feiras livres. Em virtude das características sensoriais bastante apreciadas, o fruto da jabuticaba é processado e comercializados de forma caseira como geleias, compotas, licores, sorvetes, vinagres, bebidas alcoólicas fermentadas e destiladas (SALOMÃO et. al., 2018).

Várias pesquisas têm demonstrado a importância química e nutricional desta fruta, por possuir em sua composição fibras solúveis e insolúveis, vitaminas (C e do complexo B), minerais (ferro, potássio, zinco, magnésio e manganês) aminoácidos essenciais, triptofano e lisina, e compostos fenólicos (antocininas, flavonoides, catequinas e taninos) com propriedades antioxidantes (RUFINO et al. 2010; MEIRA et al., 2016; MORZELLE, 2016).

Figura 10 – Diferentes partes da jabuticabeira



Fonte: <https://br.freepik.com/fotos-premium/arvore-cheia-de-jabuticabas-plantacao-dejabuticabaagri-cultural11745454.htm>

Os principais estudos envolvendo a jabuticaba podem ser visualizados no Quadro 2.

Quadro 2 – Compostos bioativos e propriedades antioxidantes da jabuticaba

Autor e ano de publicação	Forma de uso	Objetivos	Conclusão
ALBUQUERQUE et al., 2020	Epicarpo de jabuticaba	Estudar o epicarpo da jabuticaba quanto à composição química, nomeadamente ao nível dos compostos fenólicos, tocoferóis e ácidos orgânicos.	Foi identificado dezesseis compostos fenólicos. Apresentou alta atividade antioxidante, moderada atividade antiinflamatória, antiproliferativa e antimicrobiana

INADA et al., 2020	Casca e semente de jabuticaba.	Investigar a bioaccessibilidade de compostos fenólicos da casca e da semente de jabuticaba após simulação da digestão gastrointestinal e fermentação intestinal	Considerando seu efeito benéfico à saúde, a aplicação de processos tecnológicos ao JPSP visando aumentar a bioaccessibilidade de seus compostos fenólicos merece um estudo mais aprofundado.
LAMAS et al., 2018	Extrato de casca de jabuticaba (PJE).	Investigar o efeito dose-dependente do PJE no fígado e no metabolismo de camundongos idosos alimentados com alto teor de gordura.	O PJE antiinflamatório, hipoglicêmico e capacidade de modulação lipídica preveniu o pré-diabetes e a DHGNA neste modelo, sendo indicado como potencial terapia na prevenção de distúrbios hepáticos e metabólicos associados à obesidade, diabetes e envelhecimento.
VALENTE, 2015	Casca da jabuticaba	Elaborar uma bebida isotônica a partir do permeado da ultrafiltração do leite com adição de extratos antociânicos da casca da jabuticaba.	O permeado é uma excelente base para formulação de bebidas isotônicas por ser rico em sais minerais, e a utilização de corantes naturais como antocianina, trazer benefícios à saúde pela presença de compostos bioativos.

Fonte: Autoria própria.

Albuquerque, et al. (2018) identificaram em subproduto do fruto da jabuticaba, 16 compostos fenólicos, quatro tocoferóis e seis ácidos orgânicos, sendo antocianinas e elagitaninos os compostos majoritários. Considerados os principais constituintes responsáveis pela elevada atividade antioxidante com efeitos antiinflamatórios, antiproliferativo e antimicrobiano. Freitas-Sá et al. (2019) analisaram o efeito da jabuticaba como corantes na concordância cor-sabor e aceitabilidade de iogurtes com o objetivo de aumentar a atividade antioxidante. Li et al. (2017) realizaram uma revisão bibliográfica sobre as antocianinas presentes em frutos vermelhos e roxos (jabuticaba, jambolão e açaí) e os estudos evidenciaram

atividades anticâncer, prevenção de doenças cardiovasculares, neuroprotetoras, antiobesidade e antidiabética.

Moura et al. (2021) realizaram um estudo *in vivo* avaliando os efeitos protetores com dietas a base de extratos de jabuticaba ricos em ácidos elágicos, gálicos e antocianinas e verificaram que a dieta evitou o excesso de peso, adiposidade e hiperglicemia.

Inada et al. (2020), estudaram a bioacessibilidade de compostos fenólicos presentes na jabuticaba na digestão gástrica e gastrointestinal e verificaram que após a digestão gástrica, a bioacessibilidade dos compostos fenólicos totais foi de 47% de Cianidina-3-*O*-glucosídeo, ácido elágico e ácido gálico e na intestinal diminuiu antocianinas e aumentou ácido elágico em 74% devido ao meio alcalino no intestino.

Em estudo realizado por Valente (2015) ao avaliar a estabilidade dos fenólicos presentes em bebida formulada com frutos de jabuticaba, concluiu que as formulações são ricas em sais minerais e antocianinas com elevada capacidade antioxidante.

Lamas et al. (2020) estudaram o efeito do extrato de jabuticaba patenteadado (PJE) sobre o estresse oxidativo e a inflamação na próstata de ratos idosos alimentados com alto teor de gordura. Observaram que o extrato contribuiu para recuperação do tecido prostático e consideraram como uma terapia potencial para prevenir a inflamação e o estresse oxidativo na próstata.

2.9 Jambo vermelho (*Syzygium malaccensis*)

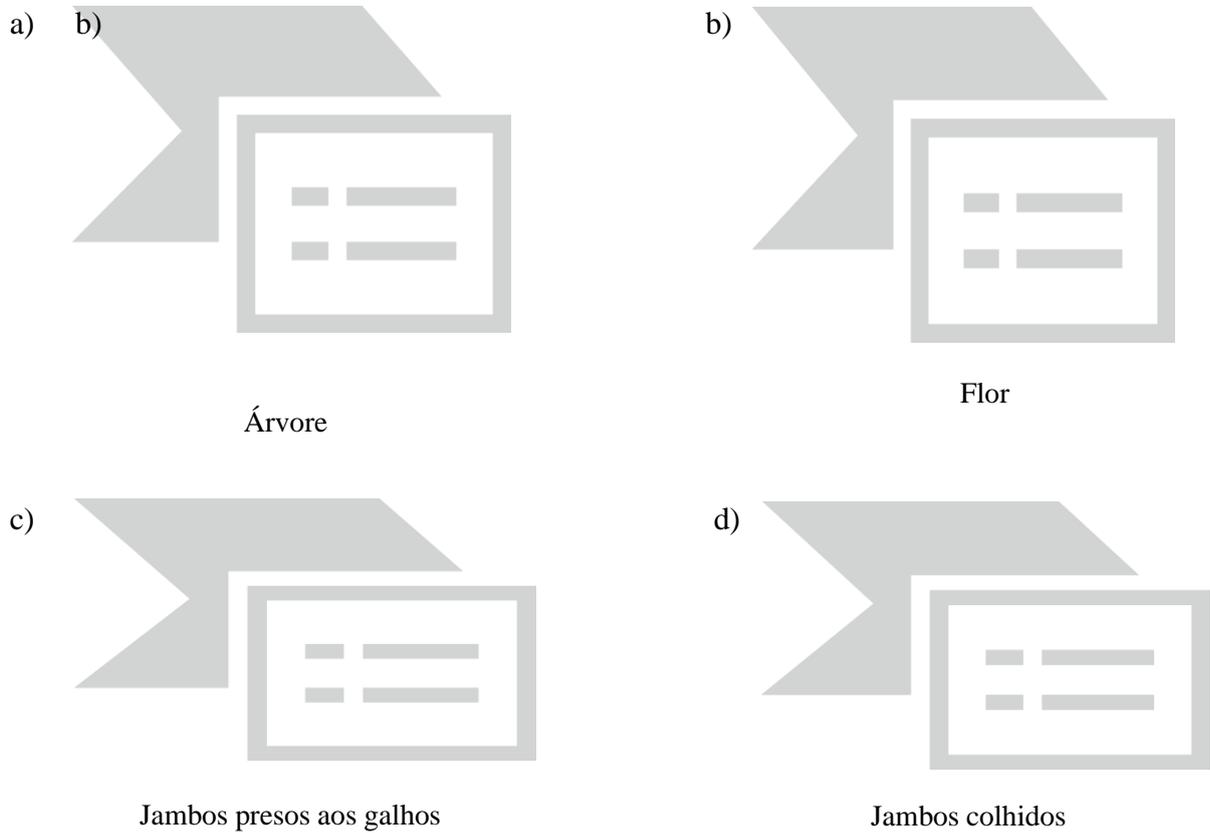
O jambo é um fruto pertencente ao gênero *Syzygium* da família Myrtaceae, cultivado há muitas décadas em regiões tropicais, e cujas primeiras espécies nativas parecem ter surgido entre o Sudeste Asiático e a Oceania. No Brasil, é encontrado nos estados da região Norte, Nordeste e nas regiões quentes do Sudeste (Figura 3).

O epicarpo é delgado, liso e de coloração avermelhada com tonalidades mais claras e mais escuras; o mesocarpo e o endocarpo são esbranquiçados e suculentos, formando a polpa (AZEVEDO et al., 2010).

Os frutos do jambeiro têm características físicas como, tamanho, cor, quantidade de polpa, número de sementes e quantidade de água que influencia no consumo pela industrial quanto ao natural. Além disso, o fruto apresenta sabor suavemente adocicado, persistente e bastante agradável e cor vermelho escuro. Além disso, o fruto possui alto teor de vitamina C,

A, B1, B12, proteínas, antocianinas, além de cálcio, ferro, fósforo e fibras (AUGUSTA et al., 2010).

Figura 11– Diferentes partes do jambeiro



Fonte: <https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/ser-saude/jambo-veja-origem-e-beneficios-da-fruta-1.3125010>

Os principais estudos envolvendo a atividade antioxidante e os bioativos do jambo estão descritos no Quadro 3.

Quadro 3 – Atividade antioxidante e os bioativos do jambo

Autor e ano de publicação	Forma de uso	Objetivos	Conclusão
Viegas et al. 2014	Extrato do fruto	Utilizar a potencialidade da espectroscopia no infravermelho próximo (NIRS) como um método rápido e não destrutivo para determinação simultânea de antocianinas e compostos fenólicos totais em jambos intactos.	Conclui-se que a espectroscopia NIR juntamente com PLS2 pode ser utilizada na determinação destes parâmetros em jambos de forma intacta.
Nunes, 2015	Casca e polpa do jambo	Caracterizar o fruto do jambo vermelho quanto suas características físico-químicas e a presença de compostos bioativos e avaliar a capacidade antioxidante dos compostos.	Caracterização do JV e da capacidade antioxidante apresentou dados que evidenciaram sua importância nutricional, e a importância do seu consumo.
Savi, 2015	Extrato da folha de jambo	Otimizar o processo de extração e avaliar a atividade antioxidante na melhor condição de extração, utilizando técnicas <i>in vitro</i> e CLAE, do extrato hidroalcoólico das folhas de jambo (<i>Syzygium malaccense</i>).	Extrato hidroalcoólico preparado com a melhor condição de extração; o jambo apresenta elevado teor de compostos fenólicos e alta atividade antioxidante.

Araujo et al, 2021	Polpa de jambo.	Definir os melhores solventes para a extração de compostos bioativos da polpa de jambo, armazenados pelos métodos de congelamento e liofilização.	Ambos os processos indicaram que o jambo é uma fonte de compostos bioativos, porém a liofilização preservou melhor a estabilidade dos compostos estudados, sugerindo este método como o mais adequado para a obtenção da polpa do jambo.
--------------------	-----------------	---	--

Fonte: Autoria própria.

Apesar de escassas pesquisas científicas sobre o jambo vermelho, a sua composição e propriedades nutricionais têm demonstrado potencial antioxidante, associadas as altas concentrações de ácido ascórbico, antocianinas e fibras (MUNHOZ et al. 2018).

Vuolo et al., (2019) identificaram em amostras de frutos de jambo diversos compostos fenólicos ácido gálico, ácido clorogênico, galato de (-) – epigallocatequina. As antocianinas encontradas (cianidina 3,5-diglucosídeo, cianidina 3-glucosídeo e peonidina 3-glucosídeo) foram a classe dos flavonoides que estavam relacionadas com a capacidade antioxidante.

Sobeh et al. (2018) realizaram estudo onde foi identificado 17 compostos, incluindo flavonol glicosídeos, flavonóis di-glicosídeos e flavonas, bem como elagitaninos e ácidos fenólicos em extrato da folha de *S. jambos*. O extrato apresentou atividades antioxidantes promissoras em diferentes modelos experimentais que estão relacionados com redução do nível de ROS intracelular e a expressão de HSP16.2, em modelos de ratos contra intoxicação aguda por CCl₄, o extrato mostrou a redução dos níveis de todos os fígado testados marcadores ALT, AST, TB, TC, TG e MDA e aumento de GSH e SOD. Nos hepatócitos, o pré-tratamento com o extrato inibiu a produção de ROS, portanto demonstram a alta eficácia do extrato de *S. jambos* na eliminação de radicais livres, e inibição de espécies reativas de oxigênio.

Segundo Viegas et al. (2014) foi realizado o estudo para utilizar a potencialidade da espectroscopia no infravermelho próximo (NIRS) como um método rápido e não destrutivo para determinação simultânea de antocianinas (AT) e compostos fenólicos totais (CFT) em jambos intactos. A espectroscopia NIR pode ser utilizada como uma técnica não destrutiva, após finalizarem análises pra determinar o AT e CFT em jambo de forma simultânea.

Foi realizado o estudo segundo, Nunes (2015) para avaliar características químicas e físicas e fotoquímicas do jambo. A capacidade antioxidante e a presença de compostos bioativos encontrados na casca e polpa do jambo vermelho foram determinadas através de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência acoplada à espectrometria de massas (CLAE). Dessa forma, considerando a composição química e a ação antioxidante, o fruto jambo vermelho surge como uma fonte potencial de antioxidante natural.

Em outro estudo, Savi (2015) realizou análises para otimizar a extração de compostos bioativos onde ele utilizou três métodos diferentes: sequestro do radical DPPH, captura do radical ABTS e método de redução do ferro – FRAP. O jambo apresenta altos teores de compostos fenólico e elevada atividade oxidante, após os resultados das análises em relação a algumas plantas.

Araújo et al. (2021) realizaram um estudo para verificar os melhores solventes na extração de compostos bioativos da polpa de jambo armazenados utilizando os métodos de congelamento e liofilização. Fizeram as análises e descobriram que os dois processos mostraram que o jambo é uma fonte de compostos bioativos, porém a liofilização preservou melhor a estabilidade de compostos estudados, mostrando este método como o mais eficiente para a obtenção da polpa do jambo, onde melhor será preservado o seu potencial funcional do fruto.

3 METODOLOGIA

Para elaboração deste trabalho foi realizado uma análise descritiva qualitativa e quanto ao procedimento, uma revisão bibliográfica (OLIVEIRA et al. 2013). A pesquisa abrangeu artigos científicos que foram publicados no período de 2015 – 2021 nas plataformas de dados do Pumed, Scielo artigos científicos, Science Direct, Portal Periódicos Capes e Google acadêmico. As palavras chaves utilizadas foram acerola (*Malpighia emarginata L.*), jabuticaba (*Mercitaria cauliflora*), jambo (*Syzygium malaccensis*) e frutos *Myrtaceae*.

4 CONCLUSÃO

A presente revisão bibliográfica demonstrou que os frutos da família *Myrtaceae* distribuídas nos biomas brasileiros, dentre estas, acerola, jambo e jabuticaba apresentam ricas fontes de polifenóis biologicamente ativos, principalmente ácido ascórbico, antocianinas, quercetina, kaempferol, rutina, ácido gálico, ácido clorogênio, cianidina 3-glucosídeo, epigallocatequina epionidina 3-glucosídeo, associados a capacidade antioxidante. Que por sua vez tem se tornado de interesse nutricional devido a sua associação a potencializar efeitos promotores na saúde do ser humano. Os compostos fenólicos são capazes de exercer efeitos curativos e preventivos na saúde humana. Os estudos científicos revelaram que a presença destas substâncias fenólicas nas frutas vermelhas, favorecem a formação de processos celulares e reações bioquímicas proporcionando melhoria terapêutica e tratamento de doenças crônicas em humanos no futuro. Atualmente, estão sendo desenvolvidas pesquisas com novas abordagens nesta área de conhecimento, principalmente nos mecanismos de ação, bioacessibilidade e biodisponibilidade a fim de comprovar a eficácia das citadas propriedades antioxidantes.

REFERÊNCIAS

- ABDALLA, D. S. P.; FAINE, L. A. Radicais livres e antioxidantes. In: OGA, S; CAMARGO, M. M. A.; BATISTUZZO, J. A. O. **Fundamentos de Toxicologia**. 3ª edição. São Paulo:Atheneu Editora, p. 37-58, 2008.
- ADOM, K. K.; LIU, R. H. Antioxidant activity of grains. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 50(21), p. 6182–6187, 2002
- ALBUQUERQUE, B. R., PEREIRA, C., CALHELHA, R. C., ALVES, M. J., ABREU, R. M., BARROS, L., OLIVEIRA, M. B.P. P., FERREIRA, I. C. Jaboticaba residues (*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) Berg) are rich sources of valuable compounds with bioactive properties. *Food chemistry*, 309, 125735. 2020.
- AMES, B. N.; SHIGENAGA, M. K.; HAGEN, T. M. Oxidants, antioxidants, and the degenerative diseases of aging. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 90, n. 17, p. 7915-7922, 1993.
- ARAÚJO, N. G.; NAVARRO, L. A. O.; MACÊDO, C. S.; CARADARELLI, H. R. Extração de compostos bioativos da polpa de jambo com diferentes tipos de solventes. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 10, p. e261101018635-e261101018635, 2021.
- AUGUSTA, I. M. et al. Caracterização física e química da casca e polpa de jambo vermelho. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 30, n. 4, p. 928-932, 2010.
- AZEVÊDO, J. C. S. **Estratégias de obtenção do corante do jambo vermelho (*Syzygium malaccense*) e avaliação de sua funcionalidade**. 2010. 101f. Dissertação (Mestre em Pesquisa e Desenvolvimento de Tecnologia Regional) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2010.
- BATAGLION, G. A., DA SILVA, F. M., EBERLIN, M. N., & KOOLEN, H. H. Determination of the phenolic composition from Brazilian tropical fruits by UHPLC–MS/MS. *Food chemistry*, v. 180, p. 280-287, 2015.
- BATISTA, A. G., SILVA, J. K., CAZARIN C. B. B., BIASOTO, A. C. T., SAWAYA, A. C. H. F., PRADO, M. A., JÚNIOR, M. R. M. (*Syzygium malaccense*): Bioactive compounds in fruits and leaves. *LWT - Food Science and Technology*. 76. 284 e 291. 2017.
- BELWAL, T., DEVKOTA, P. H., HASSAN, H. A., AHLUWALIA, S., RAMDAN, M. F., MOCAN, A., ATANAS, A. G. Fitofarmacologia de Acerola (*Malpighia* spp.) e seu potencial como alimento funcional. *Trends in Food Science & Technology*. Volume 74, Abril de, páginas 99-106. 2018.

BETA, F. D., NEHRING, P., SERAGLIO, S. K. T., SCHULZ, M., VALESE, A. C., DAGUER, H., GONZAGA, L. V., FETT, R., COSTA, A. C. O. Phenolic Compounds Determined by LC-MS/MS and In Vitro Antioxidant Capacity of Brazilian Fruits in Two Edible Ripening Stages. **Plant Foods for Human Nutrition**. 1-6. 2018.

BORDENAVE, N.; HAMAKER, B. R.; FERRUZZI, M. G. Nature and consequences of non-covalent interactions between flavonoids and macronutrients in foods. **Food Funct.**, 2013.

CHEN, S.D.; LU, C.J.; ZHAO, R.Z. Qualitative and Quantitative Analysis of Rhizoma Smilacis glabrae by Ultra High Performance Liquid Chromatography Coupled with LTQ OrbitrapXL Hybrid Mass Spectrometry. **Molecules**, 2014.

CLIFFORD, M. N. Review Anthocyanins – nature, occurrence and dietary burden. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 80, p. 1118–1125, 2000.

DELLA BETTA, F., NEHRING, P., SERAGLIO, S. K. T., SCHULZ, M., VALESE, A. C., DAGUER, H., & COSTA, A. C. O. Phenolic compounds determined by LC-MS/MS and in vitro antioxidant capacity of Brazilian fruits in two edible ripening stages. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 73, n. 4, p. 302-307, 2018.

DÉGASPARI, C.H.; WASZCZYNSKYJ, N. Propriedades de Antioxidantes de Compostos Fenólicos. **Visão Acadêmica**, v.5, n.01, 2004

DOS SANTOS, Tainá da Silva Rorigues; LIMA, Renato Abreu. Cultivo de *Malpighia emarginata* L. no Brasil: uma revisão integrativa. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 8, n. 4, p. 333-338, 2020.

IBGE Censo Agro https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo_agro/resultad osagro/agricultura.html?localidade=0&tema=76309. Acesso em 08 de Outubro 2021.

INADA, K. O. P., SILVA, T. B. R., LOBO, L. A., DOMINGUES, R. M, C. P, PERRONE, D., & MONTEIRO, M. Bioacessibilidade de compostos fenólicos da casca e da semente de jaboticaba (*Plinia jaboticaba*) após simulação da digestão gastrointestinal e fermentação da microbiota intestinal. *Journal of Functional Foods* , 67 , 103851. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.103851>.

LEFFA, D. D., DA SILVA, J., PETRONILHO, F. C., BIÉLLA, M. S., LOPES, A., BINATTI, A. R., DAUMANN, F., SHUCK, P. F., ANDRADE, V. M. Acerola (*Malpighia emarginata* DC.) juice intake protects against oxidative damage in mice fed by cafeteria diet. **Food Research International**, 77, 649-656. 2015.

LI, D., PENGPU, W., LUO, Y., ZHAO, M. & CHEN, F. Health benefits of anthocyanins and molecular mechanisms: Update from recent decade. **Critical reviews in food Science and nutrition**. V.57, no 8, 1729-1741. 2017. <http://dx.doi.org/10.1080/10408398.2015.1030064>.

MANACH, C.; SCALBERT, A.; MORAND, C.; RÉMÉSY, C.; JIMÉNEZ, L. Polyphenols : food sources and bioavailability. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 79, p. 727-747, 2004.

MEIRA, N. A. N., PEREIRA, N. P., MACIEL, L. F., OLIVEIRA, D. D., NASCIMENTO, I. S., SILVA, R. A. Flavonoides e antocianinas em myrciaria cauliflora (jaboticaba) visando à aplicabilidade cosmética. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v.17, n.3, Jul. ISSN 1518-8361. Set./2016.

MOLYNEUX, P. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. Songklanakarin, **Journal of Food Science and Technology**, Wiltshire, v.26, n 2 ,p 211-219,2004.

MORZELLE, M. C. **Efeito neuroprotetor da casca de romã (*Punica granatum*)**. Tese - Pós-Graduação em Ciências de Alimentos - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, São Paulo. 125 p. 2016.

NARDINI, M.; GHISELLI, A. Determination of free and bound phenolic acids in beer. **Food Chemistry**, v. 84(1), p. 137–143, 2004

NUNES, Polyana Campos. **Caracterização física, química e avaliação da capacidade antioxidante do fruto jambo vermelho (*Syzygium malaccense*)**. 2015. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

PEREIRA, M. C. **Avaliação de compostos bioativos em frutos nativos do Rio Grande do Sul**.2011. 124f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

PRADO A. **Composição fenólica e atividade antioxidante de frutas tropicais. Dissertação [Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos]** - Universidade de São Paulo; 2009.

ROESLER, R.; MALTA. L. G.; CARRASCO. L. C.; HOLANDA. R. B.; SOUZA. C. A. S.; PASTORE, G. M.; Atividade antioxidante de frutas do cerrado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n.1, p. 53-60, 2007.

RUFINO, M. S. M., ALVES, R. E., BRITO, E. S., PÉREZ-JIMÉNEZ, J., SAURA-CALIXTO, F. D., MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, 121(15), p. 996–1002. 2010.

SHAHIDI F, NACZK M. Food phenolics: sources, chemistry, effects and applications. Lancaster: **Technomic**; 1995.

SINGH, B. et al. Phenolic compounds as beneficial phytochemicals in pomegranate (*Punica granatum*L.) peel: a review. **Food Chemistry**, v. 261, p. 75-86, 2018

SALOMÃO, L. C., DE SIQUEIRA, D. L., AQUINO, C. F., & DE LINS, L. C. Jaboticaba—*Myrciaria* spp. In *Exotic Fruits* (pp. 237-244). **Academic Press**. (2018).

SAVI, Aline. **Otimização do processo de extração de compostos bioativos de folhas de jambo (*Syzygium malaccense*)**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

SUN, J.; CHU, Y.-F.; WU, X.; LIU, R. H. Antioxidant and antiproliferative activities of common fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50(25), p. 7449– 7454, 2002.

VERRUCK, S.; PRUDENCIO, E. S.; DA SILVEIRA, S. M. Compostos bioativos com capacidade antioxidante e antimicrobiana em frutas. In: **Revista do Congresso Sul Brasileiro de Engenharia de Alimentos**. 2018.

VIEGAS, T., DUARTE, M., MONTEIRO, M., PEGADO, W., & MATA, A. Determinação simultânea de antocianinas e compostos fenólicos totais em frutos intactos de jambo (*eugenia malaccensis*) empregando a espectroscopia no infravermelho próximo (nir) e regressão por mínimos quadrados parciais (PLS2). **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, v. 1, n. 2, p. 4268-4275, 2015.

WU, S. B.; WU, J.; YIN, Z.; et al. Bioactive and marker compounds from two edible dark-colored Myrciaria fruits and the synthesis of jaboticabin. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 61, n. 17, p. 4035–4043, 2013.

ZHANG, Y.; BUTELLI, E.; MARTIN, C. Engineering anthocyanin biosynthesis in plants. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 19, p. 81–90, 2014.