

Universidade de São Paulo  
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

Caracterização de grumixama (*Eugenia brasiliensis Lam.*) utilizando espectroscopia e cromatografia com enfoque em compostos bioativos

**Ana Luísa Figueredo Machado**

Dissertação apresentada para obtenção do título de  
Mestra em Ciências. Área de concentração: Ciência e  
Tecnologia de Alimentos

**Piracicaba  
2023**

Ana Luísa Figueredo Machado  
Bacharel em Engenharia de Alimentos

Caracterização de grumixama (*Eugenia brasiliensis Lam.*) utilizando espectroscopia e cromatografia com enfoque em compostos bioativos

Orientador:  
Prof. Dr. **ANGELO PEDRO JACOMINO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestra em Ciências. Área de concentração: Ciência e Tecnologia de Alimentos

Piracicaba  
2023

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação**  
**DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP**

Machado, Ana Luísa Figueredo

Caracterização de grumixama (*Eugenia brasiliensis* Lam.) utilizando espectroscopia e cromatografia com enfoque em compostos bioativos / Ana Luísa Figueredo Machado. - - Piracicaba, 2023.

47 p.

Dissertação (Mestrado) - - USP / Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. Myrtaceae 2. Capacidade antioxidante 3. Carotenoides totais 4. Antocianinas I. Título

## DEDICATÓRIA

*Às memórias de Matheus Vilanova, companheiro de muitas idas e vindas, um verdadeiro irmão que a vida me deu e levou, e Erick Fernandes, meu amado amigo e um grande exemplo de que nunca é tarde para mudar.*

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pela loucura, pela calma e pela tempestade de emoções que foi essa jornada. Por me guiar e abrir esse caminho de muito aprendizado.

À minha mãe que me apoiou e me puxou muita orelha, pelo amor incondicional e cuidado. Aos meus gatos Petit e Monet e em memória do Don que partiu tão pequeno, por me serem meu bem querer e meu porto quando a ansiedade bate.

Aos meus amigos, que sempre estiveram ao meu lado, mesmo longe, por todo carinho, pelas risadas e apoio. Em especial ao Eric pelas horas em *call*, ouvindo meus problemas e me tranquilizando, ao Flávio por ser um confidente e um palhaço me fazendo rir até de um caranguejo embaixo do sofá. Ao Raffael por sempre me botar para cima e se preocupar comigo quando sumo.

À Universidade de São Paulo, à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, ao Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologia de Alimentos, pela oportunidade em desenvolver a mim e minha pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CAPES, pela concessão da bolsa de mestrado (Setembro/2020 a Fevereiro/2023).

Ao Professor Doutor Ângelo Jacomino, pela orientação, confiança em meu trabalho e mil grãos de paciência comigo ao longo do trajeto.

À pesquisadora Doutora Poliana Spricigo, por toda disponibilidade, correções e orientação ao longo do desenvolvimento da pesquisa.

À pesquisadora Mestre Isabela Taver, por toda disponibilidade, ajudas nos mais diversos momentos e orientações e sugestões ao longo do desenvolvimento da pesquisa. Uma grande ajuda que tornou possível essa dissertação.

Ao Laboratório de Pós-Colheita de Produtos Hortícolas, pela oportunidade de crescer e aprender ao lado de pessoas que me apoiaram muito, por trancos e barrancos de equipamentos e análises: A Jackeline Cintra, Gabriela Bueno, João Felipe. Ao técnico do laboratório, Marcos que me acompanhou por todo o processo.

A Hellen Renata Correia, Gabriela Dias e Fernando Auricchio, pelos domingos e feriados, pelas manhãs e tardes de ajuda, pela companhia e pelos cafés e açais.

À Davilmar Aparecida Domingues Colevatti, secretária administrativa de Pós-Graduação, por ajudar a essa trajetória não ser interrompida.

Obrigada!

## EPÍGRAFE

*“E, não nos cansemos de fazer o bem,  
pois se não desistirmos, colheremos no tempo certo.”*

*Gálatas 6:9*

## SUMÁRIO

RESUMO.....	8
ABSTRACT.....	9
1. INTRODUÇÃO .....	11
1.1. Objetivos .....	12
1.1.1. Objetivo geral.....	12
1.1.2. Objetivos específicos .....	12
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	13
2.1. Frutas nativas .....	13
2.2. A grumixama.....	13
2.3. Compostos bioativos.....	16
2.3.2. Antocianinas.....	17
2.3.3. Vitamina C .....	18
2.3.4. Carotenoides.....	19
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	21
3.1. Material vegetal.....	21
3.2. Análises.....	22
3.2.1. Açúcares.....	22
3.2.2. Antocianinas totais.....	22
3.2.3. Atividade antioxidante DPPH.....	23
3.2.4. Carotenoides totais.....	23
3.2.5. Identificação dos carotenoides .....	24
3.2.6. Compostos fenólicos totais .....	25
3.2.7. Vitamina C .....	25
3.3. Análise dos resultados.....	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	27
4.1. Análises de composição .....	27
4.1.1. Açúcares.....	27
4.1.2. Carotenoides.....	30
4.2. Compostos bioativos.....	31
4.2.1. Antocianinas.....	34
4.2.2. Carotenoides.....	35
4.2.3. Compostos fenólicos .....	36

4.2.4. Vitamina C.....	37
4.2.5. Atividade antioxidante por sequestro de DPPH .....	39
5. CONCLUSÃO.....	39
REFERÊNCIAS.....	41
APÊNDICE.....	47



## RESUMO

**Caracterização de grumixama (*Eugenia brasiliensis* Lam.) utilizando espectroscopia e cromatografia com enfoque em compostos bioativos**

Grumixama (*Eugenia brasiliensis* Lam.) é uma fruta nativa da Mata Atlântica proeminente em compostos bioativos, e que possuem um efeito benéfico sob um organismo, tecido ou célula, como antibióticos, enzimas e vitaminas. Dentre os compostos bioativos, os principais provenientes de frutas e hortaliças, são os carotenoides, vitamina C e polifenóis, que por sua vez são resultantes dos metabólitos secundários e atuam como mecanismo de defesa em plantas. Em suma esses compostos reagem ao estresse causado em plantas, o que também leva a conclusão de que fatores ambientais como luminosidade, temperatura e umidade, influenciam em sua concentração. Por isso, diferentes acessos e locais dentro de um mesmo estado podem possuir composições inteiramente diferentes. Neste estudo, foram analisadas safras de 2019 e 2020 de diferentes acessos de grumixama por meio de espectrofotometria e cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE). Os resultados revelaram a presença de glicose e frutose nos frutos, com médias de  $9 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$  e  $6,7 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ , respectivamente, totalizando  $15,77 \pm 4,48 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$  de açúcares totais. Quanto aos carotenoides, constatou-se variação entre acessos, com uma média de  $3,49 \pm 1,60 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ , destacando-se a presença de luteína e  $\beta$ -caroteno. A vitamina C foi um dos principais pontos de qualidade dos frutos, com uma concentração média de  $76,113 \pm 0,428 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ , demonstrando consistência entre os acessos analisados e conferindo um atrativo valor nutricional ao fruto. Analisou-se por espectrofotometria os seguintes compostos bioativos: antocianinas (entre 20,8 e 330,9  $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ), carotenoides totais (entre 1,19 e 5,58  $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ), compostos fenólicos (345,36 e 1045,95  $\text{mg} \cdot 100 \text{g}^{-1}$  GAE). A atividade antioxidante analisada por sequestro de DPPH, resultou em uma média de  $221,23 \pm 10,46 \mu\text{mol Trolox} \cdot 100\text{g}^{-1}$ . Os resultados revelaram o potencial da grumixama como alimento funcional, devido à sua elevada concentração de compostos bioativos, tais como compostos fenólicos, vitamina C e carotenoides. Esses elementos são reconhecidos por seus benefícios à saúde e serem objeto de extensas pesquisas.

Palavras-chave: Myrtaceae, Compostos bioativos, Vitamina C, Carotenoides

## ABSTRACT

**Characterization of grumixama (*Eugenia brasiliensis* Lam.) using spectroscopy and chromatography with a focus on bioactive compounds**

The grumixama (*Eugenia brasiliensis* Lam.) is a fruit native to the Atlantic Forest prominent in bioactive compounds, which have a beneficial effect on an organism, tissue, or cell, such as antibiotics, enzymes, and vitamins. Among these bioactive compounds, the main ones derived from fruits and vegetables are carotenoids, vitamin C, and polyphenols, which, in turn, result from secondary metabolites and act as a defense mechanism in plants. In summary, these compounds react to stress caused in plants, leading to the conclusion that environmental factors such as light, temperature, and humidity influence their concentration. Therefore, different accessions and locations within the same state may have entirely different compositions. In this study, crops from 2019 and 2020 of different Grumixama accessions were analyzed using spectrophotometry and high-performance liquid chromatography (HPLC). The results revealed the presence of glucose and fructose in the fruits, with averages of 9 g/100g and 6.7 g/100g, respectively, totaling  $15.77 \pm 4.48$  g/100g of total sugars. Regarding carotenoids, variation was observed among accessions, with an average of  $3.49 \pm 1.60$  mg/100g, highlighting the presence of lutein and  $\beta$ -carotene. Vitamin C was one of the main quality points of the fruits, with an average concentration of  $76.113 \pm 0.428$  mg/100g, demonstrating consistency among the analyzed accessions and providing an attractive nutritional value to the fruit. The following bioactive compounds were analyzed by spectrophotometry: anthocyanins (ranging between 20.8 and 330.9 mg/100g), total carotenoids (ranging between 1.19 and 5.58 mg/100g), phenolic compounds (345.36 and 1045.95 mg/100g). The antioxidant activity analyzed by DPPH scavenging resulted in an average of  $221.23 \pm 10.46$   $\mu$ mol Trolox 100g<sup>-1</sup>. The results showed that grumixama has potential as a functional food, due to its high concentration of bioactive compounds such as phenolic compounds, vitamin C, and carotenoids, known for their health benefits and being widely researched.

Keywords: Myrtaceae, Bioactive compounds, Vitamin C, Carotenoids



## 1. INTRODUÇÃO

Com 8.515 mi km<sup>2</sup> (IBGE, 2012), o Brasil possui a maior biodiversidade do mundo, sendo historicamente apreciado por sua vasta flora, como registrado pelos portugueses no tratado descritivo do Brasil em 1587 (SOUZA 1851). Flora da qual, frutas exóticas e plantas nativas, serviam de alimento para os povos indígenas e das quais, muitas eram domesticadas e cultivadas, como por exemplo mandioca, sapota e uvilha, e muitas se perderam ao longo do tempo, como oiti-da-baía (RIBEIRO, 2013).

Com sua biodiversidade e solo propício, o Brasil se encontra em terceiro lugar no ranking de maiores produtores de frutas do mundo, com uma produção de cerca de 59 milhões de toneladas ao ano, que ocupam cerca de 2,6 milhões de hectares (FONSECA, 2022; EMBRAPA, 2021). E embora existam mais de 300 espécies de frutas nativas no território nacional, a grande maioria conhecida regionalmente e não cultivada comercialmente, portanto, não sendo contabilizada nestes dados. Essas espécies estão espalhadas e classificadas de acordo com seus biomas, como floresta amazônica, mata atlântica, caatinga, pampa e o cerrado.

Além das frutas brasileiras comumente comercializadas em supermercados e exportadas, como açaí, goiaba, maracujá, existem outras igualmente nutritivas que ainda são desconhecidas pelos consumidores. Essas não passaram por procedimentos de melhoramento genético, pois são encontradas em matas, quintais e pomares domésticos e geralmente conhecidas apenas pelos habitantes da região. Devido a essas características e sua baixa exploração comercial, muitas correm o risco de extinção, mesmo que estas se destaquem por sua riqueza nutricional e composto bioativos (SÃO PAULO, 2020).

Dentre essas frutas, a grumixama (*Eugenia brasiliensis Lam*), também conhecida como cereja brasileira, é uma espécie nativa da Mata Atlântica, podendo ser encontrada desde a o estado da Bahia até Santa Catarina. A grumixameira floresce em meados de setembro e produz frutos durante novembro e dezembro; existindo três variedades, classificadas por sua cor: vermelha, roxa (ou preta) e amarela (NASCIMENTO *et al.*, 2017).

Os estudos têm demonstrado a sua alta capacidade antioxidante, principalmente em variedades com alto teor de antocianinas, aplicando-as para análises que variam quanto sua capacidade antimicrobianas a pesquisas de capacidade de supressão de células de câncer de mama. Os resultados de tais demonstram o potencial das grumixamas, em suas variedades roxa e vermelha, como alimento funcional e ressaltando seu potencial para uso na indústria alimentícia (NASCIMENTO *et al.*, 2017; TEIXEIRA *et al.*, 2017).

Devido ao seu conhecimento genérico, novos estudos são fortemente encorajados para demonstrar a importância dessa espécie, visando viabilização do cultivo com fins econômicos,

geração de renda e incentivo à agricultura familiar, enriquecimento e diversificação da dieta da população, preservação da espécie e do patrimônio genético.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. Objetivo geral**

Quantificar compostos bioativos e capacidade antioxidante em acessos de grumixama (*Eugenia brasiliensis lam.*).

### **1.1.2. Objetivos específicos**

Quantificar teores de antocianinas;

Quantificar e identificar os açúcares presentes no fruto;

Quantificar teores de carotenoides totais e identificar quais carotenoides estão presentes em grumixama;

Quantificar teores de vitamina C, compostos fenólicos e capacidade antioxidante nos diferentes acessos.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Frutas nativas

O Brasil, devido a suas condições climáticas, junto aos 8,5 mi km<sup>2</sup> e biomas variados, se destaca pela abundante variedade de espécies frutíferas nativas, com potencial nutritivo e atraentes para a industrialização como foi o caso do açaí, que hoje em dia possui seu lugar no mercado. (FRANCO; SHIBAMOTO, 2000). Além disso, a produção de polpas de frutas congeladas, tornou-se viável a comercialização de tais frutos sem a preocupação com a sazonalidade, abrindo oportunidades para explorar suas composições químicas e potencial funcional (BARRET *et al.* 1994).

As frutas são umas das fontes mais ricas em elementos nutritivos para alimentação, já tendo sido relatado por Steinmetz e Potter (1996), seus compostos podem prevenir doenças e prolongar a vida ativa. Isso, pois os fitoquímicos em frutas e vegetais possuem um mecanismo complementar e de sobreposição nos agentes oxidativos, estimulando o sistema imune, atuando na regulação da expressão gênica, na proliferação celular e apoptose, no metabolismo hormonal e exercendo efeitos antivirais e antibacterianos (LIU *et al.*, 2002).

Visando suprir o crescente nicho de consumidores que buscam por alimentos que agreguem a saúde, pesquisas científicas enfatizando o potencial nutricional e bioativo das frutas vem aumentando. Esse enfoque em seus aspectos funcionais e nutracêuticos, pode vir a contribuir para elevação do consumo destes produtos e aumento da variedade de frutas plantadas, o que inclui frutas nativas de diferentes biomas brasileiros (FACHINELLO; NACHTIGAL; KERSTEN, 2008; PORTES, 2009).

As frutas nativas brasileiras chegam a mais de 300 espécies registradas, mas poucas possuem um plantio comercial. Devido à baixa exploração e falta de conhecimento dessas frutas por parte de indústrias, agricultores e da população, as espécies nativas correm o risco de extinção, embora possuam um alto valor nutricional e potencial econômico (VIEIRA *et al.*, 2010). O incentivo a sua produção, além de sua preservação, pode levar tanto ao aumento da variabilidade de nutrientes na dieta alimentar, quanto ao desenvolvimento da agricultura familiar e economia regional (LORENZI *et al.*, 2006; ROCKENBACH *et al.*, 2009)

### 2.2. A grumixama

A grumixameira, uma árvore frutífera de copa densa e raízes pouco profundas, usada para reflorestamento ambiental e em pomares familiares, floresce somente quando a umidade do

solo atinge um determinado nível e na mesma época. Enquanto outras do mesmo gênero florescem até 3 vezes na mesma estação, as grumixameiras possuem apenas uma produção de flores (Figura 1), que ocorre no início da primavera entre final de setembro e outubro (LORENZI *et al.*, 2006; SARTORI, 2012)



Figura 1- Florescimento da grumixameira (Fonte: Giaccon, 2023)

Seu fruto, a grumixama (Figura 2), botanicamente classificado *Eugenia brasilienses* Lamarck, é uma fruta nativa do sul e regiões sudeste da Mata Atlântica do Brasil. A fruta com aproximadamente 2 cm de diâmetro e contendo dentro uma a várias sementes, pertence à família Myrtaceae e possui aparência similar a cereja, ganhando o nome de cereja brasileira. Seu sabor é adocicado, levemente ácido, e pode ser consumido in natura ou processado seja para corante ou para consumo como geleias, licores e sucos (LORENZI; LACERDA; BARCHER, 2015).



Figura 2- Grumixama (a) amarela (b) vermelha (c) roxa ou preta (Fonte: Autora, 2021)

Em sua composição físico-química, os frutos amarelos e roxos, apresentam cerca de 2,6%-3,5% de açúcares solúveis, sendo em sua maior parte glicose, quando em estágio maduro. Com em torno de 91% de umidade, não possui valores significativos de lipídios ou proteínas, mas contém 20% de fibras e seus valores energéticos variam entre 14,24-30,6 kcal, (SILVA *et al.*, 2014; AGUIAR, 2015).

As frutas pertencentes a família Myrtaceae como a pitanga, o araçá e a jaboticaba, são conhecidas por serem boas fontes de compostos bioativos. Isto é, compostos que apresentam uma ação biológica, metabólica ou fisiológica específicas, como por exemplo as antocianinas, flavonoides, carotenoides, ácidos fenólicos e vitaminas. Estes são geralmente encontrados em frutas e vegetais e em parte responsáveis pelo seu crescente consumo, dado sua capacidade funcional e nutracêutica, proveniente de sua capacidade antioxidante, que podem reduzir os efeitos causados pelo estresse oxidativo e isso inclui a grumixama (CRAFT *et al.*, 2012; GORISTEIN *et al.*, 2011).

Dentre os três tipos, a grumixama roxa (Figura 2 c) é a que se mostra rica em antocianinas e carotenoides além de uma alta capacidade antioxidante e anti-inflamatória como demonstrado por Teixeira *et al.* (2017), Nascimento *et al.* (2017) e Flores (2012), vindo o último a identificar nove tipos de antocianinas no fruto (Figura 3).

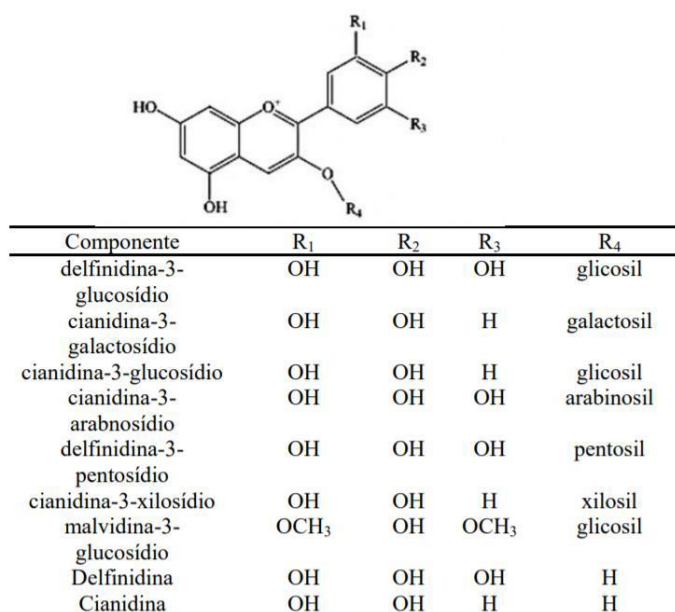


Figura 3- Estrutura química das antocianinas identificadas na *Eugenia brasiliensis* Lam. (Flores, 2012).

Ao serem analisados físico-quimicamente por Teixeira *et al.* (2015) e por Abe, Lajolo e Genovese (2012), as grumixamas da variedade preta apresentaram altas concentrações de antocianinas e flavonoides quando comparados aos frutos amarelos, e outras frutas pertencentes a família Myrtaceae, como cambuci, goiaba vermelha, jaboticaba e pitanga. Das antocianinas identificadas em grumixama roxa, a cianidina-3-glicosídeo, compõe entorno de 94%, tendo Abe, Lajolo e Genovese (2012) encontrado  $1,69 \pm 0,05 \text{ g.kg}^{-1}$ .



### 2.3. Compostos bioativos

Os compostos bioativos (CBA) ou substâncias bioativas são definidas pela Agência Nacional De Vigilância Sanitária (ANVISA), na Resolução RDC n. 243/18, como “nutriente ou não nutriente consumido normalmente como componente de um alimento, que possui ação metabólica ou fisiológica específica no organismo humano”. Além disso, essa ação metabólica deve ter tanto sua eficácia quanto suas propriedades funcionais e ou de saúde comprovada.

Para adaptação e sobrevivência, os vegetais possuem dois tipos de metabólitos essenciais: os primários, que exercem a função ativa nos processos de fotossíntese, respiração e fixação de nutrientes; e os secundários, relacionados com o mecanismo de defesa das plantas de onde provêm os CBA. Os principais metabólitos secundários estão classificados em três grupos de acordo com sua rota biossintética: terpenos - carotenoides, vitamina C, compostos fenólicos - antocianinas e compostos contendo nitrogênio (NASS, 2007; TAIZ; ZEIGER, 2004).

As grumixameiras, são plantas nativas da Mata Atlântica e crescem em regiões de clima tropical e subtropical (LORENZI; LACERDA; BARCER, 2015). Essas regiões são caracterizadas por terem altas temperaturas no verão e invernos chuvosos e, dadas condições climáticas, geram muitos estímulos externos de estresse as plantas nativas. Com isso, há a geração e acúmulo destes metabólitos secundários, que possuem como função a defesa das plantas sob esses fatores genotípicos (GOBBO-NETO, 2007).

Dentre esses produtos da rota biossintética, os compostos fenólicos possuem destaque, pois além de serem essenciais para o seu crescimento e reprodução, se formando em condições de estresse, estão intimamente relacionados à qualidade sensorial e nutricional dos alimentos (NACZK; SHAHIDI, 2004; GOBBO-NETO, 2007). Isso se dá por serem compostos antioxidantes, primariamente protegem os vegetais de deterioração oxidativa e ao serem consumidos agem de forma semelhante no organismo humano ao evitar ou diminuir a ação de radicais livres nas células (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Devido a essa ação metabólica, são considerados um dos mais importantes compostos bioativos.

#### 2.3.1. Compostos fenólicos

As grumixamas com sua cor roxa são ricas em compostos fenólicos o maior grupo dos metabólitos secundários, com mais de 8000 variantes estruturais das quais, quando formam estruturas poliméricas são também denominados polifenóis (HAN *et al.*, 2007; ISHIMOTO, 2008).

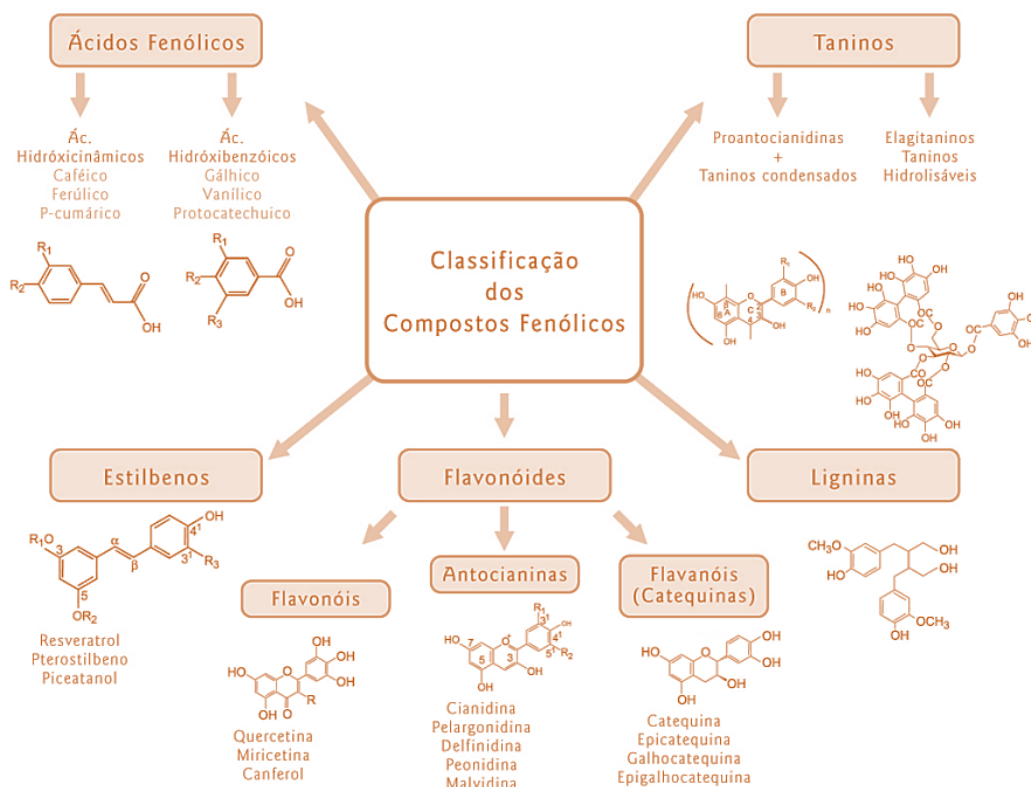


Figura 4 - Classificação dos Compostos Fenólicos e suas estruturas base (Adaptado de Freitas, 2011)

Os compostos fenólicos são substâncias compostas por um anel aromático e uma ou mais hidroxilas (-OH), podendo apresentar outros grupos substituintes em sua estrutura, como ésteres, metil-ésteres e glicosídeos. Devido a sua estrutura (Figura 4) eles têm a capacidade de se ligar diretamente aos radicais livres, atuando como captadores e reduzindo reações de oxidação, ou seja, ele age como um antioxidante no organismo e alguns de seus compostos chegam a ter capacidade de quelação de íons metálicos (PANDEY,2009; HALLIWELL,2007).

Esse mecanismo é fundamental para a saúde humana, já sendo estudado ramos de medicina, nutrição e bioquímica e evidenciado seus efeitos como: atividades antimutagênica e/ou anticarcinogênica, neuroprotetores, antialergênicos, proteção celular e ação anti-inflamatória, devido ao seu potencial antioxidante tanto em meio hidrofílico quanto lipofílico. (VALKO., *et al.* 2007; HOLIMAN; HERTOOG; KATAN, 1996; TANRIOVEN; PARR; BOLWELL, 2000).

### 2.3.2. Antocianinas

As antocianinas, encontradas abundantemente em grumixamas pretas, são um importante grupo dentro dos compostos fenólicos, que se destacam por proporcionar um espectro de cor do laranja ao violeta em diversos frutos e vegetais. Essa variação de cor difere

com o número de grupos hidroxila, ligados em suas moléculas, especialmente aqueles substituídos no anel B (Figura 5) com o aumento desses grupos hidroxila ligados, a cor visível da molécula inteira muda (ANANGA, 2019).

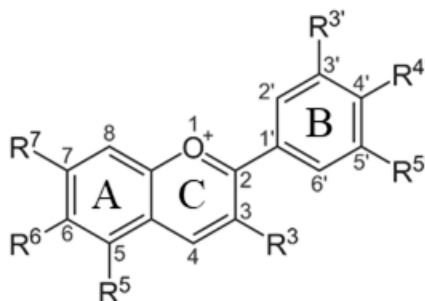


Figura 5 - Estrutura básica da antocianina (ANANGA, 2019)

Além disso, executam várias funções fisiológicas importantes nas células destes, e sua biossíntese é fortemente induzida por fatores de estresse bióticos e abióticos. Esses fatores incluem, luz, radiação UV, temperaturas altas ou baixas, ferimentos, estresse osmótico, desequilíbrio de nutrientes, exposição ao ozônio, herbívoros, ataques microbianos e virais. Ou seja, sua biossíntese ocorre como um mecanismo de defesa da planta. Como moléculas coloridas, as antocianinas também atraem os polinizadores, frutívoros e dispersores de sementes, e repelem os herbívoros e parasitas (ANANGA, 2019; STEYN, 2009).

### 2.3.3. Vitamina C

A vitamina C, também conhecida como ácido ascórbico, é uma molécula hidrossolúvel de fácil absorção pelo corpo humano, sendo realizada por um sistema de transporte ativo que a permite ser absorvida pelas células do intestino e transportada para corrente sanguínea para distribuição em todo corpo (CORPE *et al.*, 2013).

Todas as ações conhecidas da vitamina C como antioxidante, se dão por ela ser um doador de elétron, ela reduz os radicais livres, tornando-os relativamente estáveis e eliminando-os pelos rins. Essa interação pode acontecer com substâncias oxidante no organismo, como oxigênio molecular, superóxido, radical hidroxila, ácido hipocloroso, espécies reativas de nitrogênio, ferro e traços de cobre (NARITA *et al.*, 2018; PADAYATTY *et al.*, 2003).

#### 2.3.4. Carotenoides

Os carotenoides são uma família de pigmentos lipossolúveis, responsável pelas cores laranjas e vermelhas de grande parte das frutas e vegetais que vemos, como cenoura, laranja e tomate. Mas além de um pigmento, esses isoprenoides, são benéficos para prevenção e redução de certas doenças crônicas, incluso doenças cardiovasculares, certos tipos de câncer, doenças nos olhos e degeneração macular relacionada à idade. Isso por conta sua atividade antioxidante e ação como provitamina A (JOHNSON, 2002; SESSO *et al*, 2004).

Existem mais de 600 tipos de carotenoides naturais registrados, mas apenas uma fração possui sua eficácia atestada, sendo os mais conhecidos o  $\alpha$ -caroteno,  $\beta$ -caroteno, licopeno, luteína, zeaxantina e criptoxantina, com propriedades particulares de cada um, que oferecem benefícios a saúde (JOHNSON,2002).



### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Material vegetal

A matéria prima analisada foi constituída por polpa de frutos de grumixameira (*Eugenia brasiliensis* Lam.), colhidos de 53 plantas (acessos) de grumixamas roxas, localizadas no estado de São Paulo na região do Vale do Paraíba, em três localizações: Natividade da Serra (23°22'32"S, 45°26'31" W), Paraibuna (23°23'10"S, 45°39'44"W) e em Rio Claro (22°24'39" S, 47°33'39" W).

Os frutos foram colhidos na safra de 2019 e 2020, no estágio maduro, em acessos da coleção de caracterização do Laboratório de Pós-Colheita de Produtos Hortícolas (LPC-ESALQ/USP), conforme em anexo no Apêndice A. Os frutos (Figura 6) foram transportados em caixas térmicas com placas de gelo, para o LPC-ESALQ/USP, onde foram selecionados e processados.



Figura 6 - Local de coleta das amostras de grumixama. (Autor, 2022)

A codificação de cada acesso foi definida no modelo GR000 (Grumixama + n° do acesso). Sendo de GR001 a GR013 da Natividade da Serra, de GR014 a GR038 do Rio Claro e de GR0040 a GR125 de Paraibuna. As amostras foram homogeneizadas, contendo polpa e casca, cada planta foi codificada e imediatamente congelada em nitrogênio líquido e armazenada à  $-80 \pm 1^\circ\text{C}$  para futuras análises. As amostras foram submetidas às análises descritas a seguir, em triplicata.

## 3.2. Análises

### 3.2.1. Açúcares

Para o preparo de amostra foram pesados 0,5 g da polpa congelada e adicionados 5mL de água ultrapura, conseguinte da homogeneização destas com auxílio de vórtex e banho ultrassônico a 60°C por 10min. As amostras foram então centrifugadas a 8000rpm, a 4°C por 12min e seu sobrenadante filtrado e transferido para os vials (Figura 7), para análise. Os parâmetros e metodologia foram definidas de acordo com Chenio *et al.* (2010). Os açúcares foram analisados nos seguintes parâmetros: fase móvel acetonitrila: água (80:20) em fluxo isocrático de 1ml/min, coluna WAT084038 a 35°C, e detecção por IR



Figura 7- Vials com amostras para análise de açúcares (Autora, 2022).

### 3.2.2. Antocianinas totais

As antocianinas totais foram determinadas utilizando o método adaptado de Lees e Francis (1972) no qual consiste na extração do composto com auxílio de um solvente acidificado. Neste, as amostras foram adicionadas de etanol acidificado com HCl 1,5N (85:15), e homogeneizadas com auxílio de um homogeneizador de tecidos, conseguinte do armazenamento refrigerado overnight. O extrato foi então centrifugado a 8000rpm por 10min à 0°C e o sobrenadante diluído conforme necessidade, para leitura em espectrofotômetro a 520nm (Figura 8).



Figura 8- Cubetas com extratos das amostras para análise de antocianinas (Autora, 2021).

Obtido os dados, foi feita a quantificação de antocianinas totais presentes na amostra, a partir da Equação 1, estabelecida por Lees e Francis (1972), do qual o resultado foi expresso em  $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ .

$$\text{Antocianinas totais} = \frac{\text{Abs} \times \text{FD}}{m_{\text{amostra}} \times 98,2} \times 100 \quad (1)$$

Onde: Abs é a absorbância, FD é o fator de diluição, m é a massa da amostra e 98,2 é o coeficiente de extinção da cianidina-3-glucosídeo.

### 3.2.3. Atividade antioxidante DPPH

A atividade antioxidante foi baseada no método de Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995), que se dá pelo sequestro do radical livre estável 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH), do qual na presença de um doador de hidrogênio ou elétron, perde sua coloração violeta, tornando-se amarela em intensidade proporcional aos elétrons capturados (Figura 9).

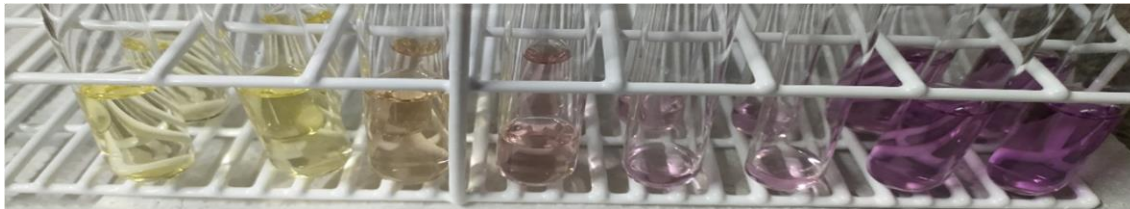


Figura 9- Curva padrão da análise de sequestro de DPPH (Autora 2022).

Para sua realização, foram pesados 0,5g da polpa e adicionado 10mL de etanol, homogeneizados com auxílio de um ultra turrax e, centrifugados a 8000rpm por 10min, sendo o sobrenadante analisado. Uma alíquota de 0,5mL do extrato foi retirada e adicionada de 3mL de etanol e 0,3mL de DPPH, e sua reação ocorreu em escuro por 45min, conseguinte da leitura em espectrofotômetro a 515nm. As absorbâncias foram anotadas e aplicadas em curva padrão, resultando na concentração de  $\mu\text{mol Trollox } 100\text{g}^{-1}$ .

### 3.2.4. Carotenoides totais

Os carotenoides foram quantificados pelo método proposto por Lichtenthaler (1987), utilizando acetona 80% para a extração dos compostos e realizando a leitura em



espectrofotômetro nos respectivos comprimentos de onda: 470nm, 646nm e 663nm. Para os cálculos da clorofila a clorofila b e carotenoides, foram utilizadas as equações a seguir:

$$\text{Clorofila } a = (12,25 * A_{663}) - (2,79 * A_{646}) \quad [1]$$

$$\text{Clorofila } b = (21,50 * A_{663}) - (5,10 * A_{646}) \quad [2]$$

$$\text{Carotenoides} = [(1000 * A_{470}) - (1,82 * C_a + 85,02 * C_b)] \quad [3]$$

### 3.2.5. Identificação dos carotenoides

Os carotenoides foram identificados e quantificados pelo método adaptado de Rubio-Diaz *et al.* (2010), no qual, a polpa da grumixama homogeneizada (1g) foi submetida à extração com um solvente composto por hexano: etanol: acetona (2:1:1), passando por agitação e adicionado de água ultrapura (2mL) e, agitando novamente por 10min. O sobrenadante (parte lipofílica que contém os carotenoides) foi retirado e resfriado com fluxo de nitrogênio para evaporar o solvente, conseguinte da ressuspensão (Figura 10) da amostra com a fase móvel, filtrando para o vial e realização da análise.

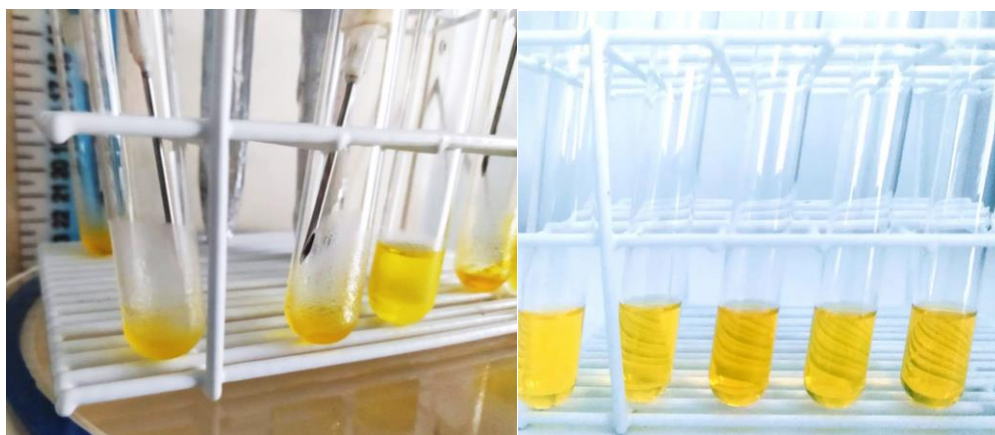


Figura 10- Secagem e ressuspensão da fração lipídica extraída Autor (2023).

Como parâmetros, utilizando equipamento de HPLC (Waters) com detector UV-visível e arranjo de diodos, tivemos: Fase A (90:7:3), Fase B (80:15:5), coluna a 23°C, com fase móvel (80:15:5) de metanol: MTBE: água ultrapura em gradiente de 58min, fluxo 1mL/min e detecção a 450nm. A secagem foi realizada em fluxo de nitrogênio, com ressuspensão em metanol: MTBE (6:4).

### 3.2.6. Compostos fenólicos totais

A quantificação dos compostos fenólicos totais em grumixama foi feita após a reação de oxidação com o reagente Folin-Ciocalteu (WOISKY; SALATINO, 1998). Após centrifugação do extrato a 8,000rpm por 5min a 4 °C com metanol 80%, retirou-se uma alíquota de 0,5mL do sobrenadante (concentração 0,1 g.mL<sup>-1</sup>) e adicionou-se com 2,5mL de solução Folin-Ciocalteu (diluição 1:10) e 2mL de carbonato de sódio a 4%. A leitura foi feita em espectrofotômetro na absorvância de 740nm. Os resultados foram expressos em equivalentes de ácido gálico (EAG. mg. 100 g<sup>-1</sup> de massa fresca), de acordo com a curva de calibração (Figura 11).



Figura 11 -Curva padrão de compostos fenólicos.

### 3.2.7. Vitamina C

Os teores de ácido ascórbico foram quantificados de acordo com a metodologia descrita por Pasternak et al. (2005). Foram homogeneizadas 0,1 g de polpa em 1,5mL de solução de ácido metafosfórico 3%, centrifugadas a 4°C por 20 min a 8000rpm e filtradas. Para as análises de ácido ascórbico total, foi então diluído 250µL da amostra com 250µL de solução de ditioneitol (D'TT) 0,2 M em tampão Tris 0,2M (pH ~6,0), e adicionados 500µL de fase móvel (pH ~2,5) após um intervalo de 30min. A leitura foi realizada nas seguintes condições: coluna µBondapak C18 (Waters) (300 x 3,6 mm), fase móvel cloreto de potássio 2mM pH 2,5, com fluxo isocrático 0,8mL/min, temperatura da coluna 30°C, detecção por UV em 245nm. Sendo então, os resultados, expressos como mg.100g<sup>-1</sup> de massa fresca do fruto.

## 3.3. Análise dos resultados

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e Teste de Scott-Knott, através do software RStudio 4.3.2 visando a classificação dos acessos; seguidos da análise

multivariada de componentes principais (ACP), utilizando o software RStudio 4.3.2, visando agrupamento dos acessos de acordo com as análises realizadas.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Acessos

Dos 53 acessos analisados do acervo, 23 plantas apresentaram frutificação farta na época da colheita em ambas as safras (2019 e 2020), mas 30 destes acessos apresentaram frutificação satisfatória apenas em uma das safras. A variação na frutificação da grumixameira em anos alternados pode ser atribuída à interação complexa entre o genótipo da planta e fatores ambientais. Sendo que, o genótipo da grumixameira representa seu conjunto de genes, que inclui o potencial genético para a produção de frutos e, o fenótipo, seria a expressão física desses genes, pode variar devido a diferentes condições ambientais ao longo dos anos.

Fatores como variações climáticas anuais, disponibilidade de água, polinização adequada, saúde da planta e outros elementos do ambiente podem influenciar a expressão desse potencial genético. Em alguns anos, as condições ambientais podem ser favoráveis, permitindo que a grumixameira expresse sua capacidade máxima de frutificação. Por outro lado, em anos com condições desfavoráveis, como geadas tardias, estresse hídrico ou problemas de polinização, a expressão dessa capacidade pode ser reduzida, resultando na ausência ou redução na produção de frutos (DIN *et al.* 2019; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ *et al.*, 2017).

Assim, a variação na frutificação da grumixameira em anos alternados pode ser explicada pela interação entre seu genótipo, que representa seu potencial genético para produzir frutos, e fatores ambientais que afetam a expressão desse potencial, exemplificando a complexidade das relações entre genética e ambiente na produção de frutos por essa espécie (DIN *et al.* 2019; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ *et al.*, 2017; WANI *et al.*, 2010). Com isso, para melhor organização e compreensão dos resultados, estes foram divididos entre os acessos que frutificaram em ambas as safras e aqueles que frutificaram apenas em uma, conforme indicado na tabela em anexo no Apêndice A.

### 4.2. Análises de composição

#### 4.2.1. Açúcares

A análise de perfil de açúcares (Figura 12) mostrou que a maior parte dos frutos apresenta uma concentração mais alta de glicose em relação a frutose, enquanto a sacarose não foi identificada ou possuía uma fração ínfima em sua composição. A ausência de sacarose pode

ser atribuída a fatores como estágio de maturação na coleta, variação genotípica entre os acessos ou influência das condições climáticas na síntese da sacarose (KUMAR, 2004).

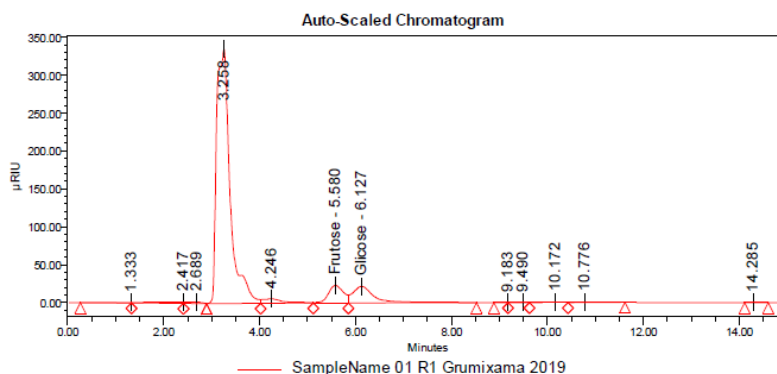


Figura 12 - Cromatograma do perfil de açúcares em grumixama.

A concentração média encontrada de frutose foi de  $6,61 \pm 2,58 \text{ g.100g}^{-1}$  e para glicose  $9,02 \pm 2,47 \text{ g.100g}^{-1}$ . Embora as médias não demonstrem uma diferença significativa devido à sobreposição dos intervalos de confiança, a ANOVA revela uma diferença significativa entre os dois açúcares de cada acesso testado. O teor total de açúcares variou de 4,83 a  $22,89 \text{ g.100g}^{-1}$ , destacando a considerável diferença entre acessos (Tabela 1).

A falta de sacarose no fruto também foi relatada por Borges (2021), ao analisar grumixamas provenientes de dois municípios em São Paulo. A mesma, encontrou um conteúdo de açúcares totais entre  $6,61$  e  $10,42 \text{ g.100g}^{-1}$ , que se mostram parcialmente compatíveis ao do presente estudo visto a variação obtida. A doçura de um fruto se mostra como uma das principais características almejada pelo consumidor e, esses teores que chegam a ultrapassar os encontrados por Souza (2010) em uva ( $16,25 \text{ g.100g}^{-1}$ ), podem ser considerados muito atraentes no mercado atual.

Tabela 1. Açúcares encontrados em grumixama de acessos com frutificação em ambas as safras, por análise em HPLC

Acessos	Frutose		Glicose		Sacarose		Açúcares totais
GR001.2019	9,9 ±	0,05	11,2 ±	0,67	N.I ±	0	21,16 ± 0,91
GR001.2020	6,2 ±	0,21	9,6 ±	0,48	N.I ±	0	15,88 ± 0,24
GR003.2019	8,4 ±	0,77	10,0 ±	0,69	N.I ±	0	18,45 ± 0,28
GR003.2020	4,4 ±	0,04	6,9 ±	0,05	N.I ±	0	11,30 ± 0,11
GR004.2019	10,6 ±	0,13	9,9 ±	0,47	N.I ±	0	20,58 ± 0,18
GR004.2020	5,7 ±	0,01	9,3 ±	0,27	N.I ±	0	14,95 ± 0,50
GR006.2019	11,4 ±	0,24	11,0 ±	0,51	N.I ±	0	22,36 ± 0,26
GR006.2020	5,2 ±	0,26	8,0 ±	0,16	N.I ±	0	13,17 ± 0,20
GR008.2019	10,6 ±	0,02	11,4 ±	0,25	N.I ±	0	22,00 ± 0,32
GR008.2020	5,3 ±	0,28	7,6 ±	0,62	N.I ±	0	12,93 ± 0,20
GR011.2019	5,6 ±	0,53	8,9 ±	0,03	N.I ±	0	14,47 ± 0,19
GR011.2020	8,2 ±	0,78	7,7 ±	0,95	N.I ±	0	15,89 ± 0,62
GR012.2019	9,7 ±	0,12	9,4 ±	0,28	5,7 ±	0	19,72 ± 0,16
GR012.2020	9,7 ±	0,72	6,5 ±	0,18	4,9 ±	0	16,18 ± 0,50
GR040.2019	9,9 ±	1,14	12,7 ±	1,28	N.I ±	0	22,58 ± 0,18
GR040.2020	9,3 ±	0,01	13,5 ±	0,61	N.I ±	0	22,89 ± 0,23
GR045.2019	9,7 ±	0,09	12,3 ±	0,05	2,8 ±	0,22	22,28 ± 0,42
GR045.2020	7,1 ±	0,19	10,6 ±	0,08	N.I ±	0	17,72 ± 0,20
GR047.2019	8,9 ±	0,24	12,0 ±	0,40	N.I ±	0	20,93 ± 0,23
GR047.2020	7,0 ±	0,06	10,1 ±	0,12	N.I ±	0	17,04 ± 0,65
GR048.2019	8,0 ±	0,27	10,4 ±	0,36	1,1 ±	0,01	18,51 ± 0,31
GR048.2020	5,2 ±	0,01	6,9 ±	0,04	N.I ±	0	12,09 ± 0,12
GR051.2019	9,3 ±	0,27	12,4 ±	0,64	N.I ±	0	21,67 ± 0,14
GR051.2020	7,5 ±	0,06	11,1 ±	0,21	N.I ±	0	18,56 ± 0,77
GR060.2019	5,6 ±	0,42	7,0 ±	0,61	N.I ±	0	12,57 ± 0,94
GR060.2020	5,8 ±	0,09	7,9 ±	0,41	N.I ±	0	13,68 ± 0,46
GR071.2019	7,9 ±	0,02	10,5 ±	0,35	N.I ±	0	18,34 ± 0,29
GR071.2020	5,3 ±	0,10	6,8 ±	0,05	N.I ±	0	12,13 ± 0,20
GR082.2019	8,2 ±	0,14	11,7 ±	0,20	N.I ±	0	19,92 ± 0,30
GR082.2020	5,2 ±	0,14	7,2 ±	0,22	N.I ±	0	12,42 ± 0,19
GR085.2019	7,6 ±	0,10	12,3 ±	0,32	N.I ±	0	19,90 ± 0,25
GR085.2020	6,4 ±	0,65	9,1 ±	0,10	N.I ±	0	15,51 ± 0,23
GR097.2019	7,6 ±	0,55	12,4 ±	0,77	4,3 ±	0,07	20,49 ± 0,22
GR097.2020	4,1 ±	0,07	6,2 ±	0,18	N.I ±	0	10,30 ± 0,22
GR107.2019	5,5 ±	0,05	8,5 ±	0,63	N.I ±	0	14,00 ± 0,18
GR107.2020	3,4 ±	0,13	3,1 ±	0,28	N.I ±	0	6,51 ± 0,11
GR119.2019	5,0 ±	0,06	8,5 ±	0,09	5,5 ±	0,01	14,09 ± 0,22
GR119.2020	2,9 ±	0,02	5,2 ±	0,19	N.I ±	0	8,07 ± 0,25
GR120.2019	6,7 ±	0,03	11,2 ±	0,95	N.I ±	0	17,86 ± 0,28
GR120.2020	3,7 ±	0,03	7,1 ±	0,06	N.I ±	0	10,81 ± 0,36
GR122.2019	5,0 ±	0,28	7,5 ±	0,33	N.I ±	0	12,48 ± 0,23
GR122.2020	2,6 ±	0,07	4,5 ±	0,32	N.I ±	0	7,07 ± 0,24
GR124.2019	5,2 ±	0,16	7,8 ±	0,47	N.I ±	0	13,02 ± 0,20
GR124.2020	4,0 ±	0,18	7,5 ±	0,77	N.I ±	0	11,56 ± 0,97
GR125.2019	4,0 ±	0,01	6,2 ±	0,16	2,1 ±	0,04	10,37 ± 0,15
GR125.2020	3,9 ±	0,31	7,3 ±	0,86	N.I ±	0	11,12 ± 0,19
Média Geral	6,7 ±	2,3	9,0 ±	2,4	3,8 ±	0,1	15,77 ± 0,11

Frutose, glicose, sacarose, açúcares totais: g.100g<sup>-1</sup>. Todos os dados apresentados foram significativos ao nível de 5% de probabilidade (p < 0.05) (one-way ANOVA).

#### 4.2.2. Carotenoides

A análise do perfil de carotenoides (Figura 13) revelou que as grumixamas apresentam, em sua maioria, altas concentrações de  $\beta$ -caroteno ( $2157,42 \pm 954,85 \mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ) e luteína ( $825,38 \pm 660 \mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ) em comparação ao  $\alpha$ -caroteno, criptoxantina e zeaxantina, os quais não foram identificados em parte ou apresentaram baixa concentração.

Ao analisar o conteúdo de carotenoides em frutas da Mata Atlântica, inclusa grumixama, Silva *et al.* (2014) identificou os mesmos compostos. Apesar de exibirem diferentes concentrações, suas amostras também demonstraram níveis mais elevados de  $\beta$ -caroteno e luteína. No entanto, a criptoxantina se destacou, representando 40% do total de carotenoides presentes, diferindo do presente estudo. Essa disparidade pode ser atribuída à diferença nas metodologias empregadas e à afinidade variada dos compostos com os solventes utilizados durante a análise.

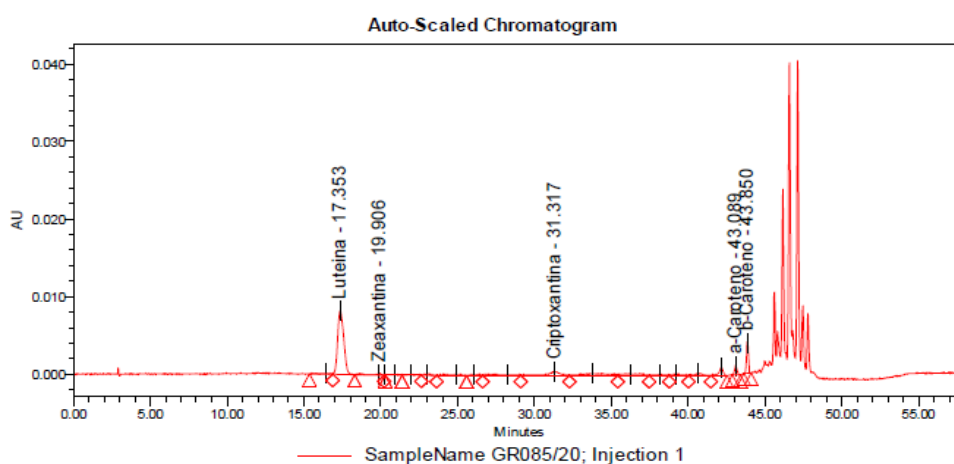


Figura 13- Perfil cromatográfico de carotenoides em grumixama (Autor, 2023).

Os resultados dos carotenoides totais obtidos (Tabela 2) foram bastante consistentes com os obtidos por espectrofotometria (Tabela 3 e 4), que indicaram uma média de concentração de  $2,24 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ . A concentração média obtida por HPLC foi de  $3,49 \pm 1,60 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ , sendo o valor mais alto encontrado no acesso GR068, com uma concentração de  $6,44 \pm 0,27 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ .

**Tabela 2.** – Resultados da análise de perfil de carotenoides em grumixama

Acessos	Luteína		Zeaxantina		b-Criptoxantina		a-Caroteno		b-Caroteno		Carotenoides Totais	
GR006.2020	299,20 ±	8,31	N.I ±	0,00	84,48 ±	12,76	N.I ±	0,00	444,89 ±	126,05	0,83 ±	0,19
GR008.2019	2063,84 ±	53,91	N.I ±	0,00	16,18 ±	28,03	33,44 ±	2,29	2902,73 ±	211,72	5,02 ±	0,02
GR008.2020	1357,55 ±	16,42	N.I ±	0,00	32,85 ±	21,85	5,43 ±	1,16	1939,42 ±	183,15	3,34 ±	0,11
GR011.2019	1985,87 ±	16,02	N.I ±	0,00	29,58 ±	32,60	72,21 ±	27,10	1093,20 ±	16,03	3,18 ±	0,21
GR011.2020	1635,92 ±	49,59	N.I ±	0,00	5,43 ±	7,46	27,48 ±	0,95	1668,77 ±	58,35	3,34 ±	0,01
GR012.2019	193,16 ±	16,50	491,33 ±	22,40	53,34 ±	66,10	78,76 ±	6,74	2199,12 ±	131,22	3,02 ±	0,10
GR012.2020	430,32 ±	13,50	534,16 ±	29,84	18,92 ±	15,21	45,81 ±	4,62	2576,64 ±	49,37	3,64 ±	0,03
GR013.2020	165,10 ±	21,62	324,72 ±	18,88	14,57 ±	20,67	5,23 ±	4,74	906,94 ±	112,20	1,41 ±	0,02
GR068.2020	2192,08 ±	76,00	N.I ±	0,00	43,90 ±	9,19	6,89 ±	2,65	4199,51 ±	572,85	6,44 ±	0,17
GR078.2020	1137,55 ±	34,08	N.I ±	0,00	96,31 ±	17,96	75,48 ±	10,09	3240,55 ±	111,66	4,55 ±	0,12
GR082.2020	1311,40 ±	57,42	N.I ±	0,00	182,80 ±	26,33	N.I ±	0,00	3690,13 ±	89,01	5,18 ±	0,22
GR085.2019	858,39 ±	25,69	N.I ±	0,00	105,89 ±	69,04	5,82 ±	3,58	1416,65 ±	88,63	2,39 ±	0,11
GR085.2020	1813,92 ±	7,33	N.I ±	0,00	150,87 ±	51,63	8,95 ±	1,03	3143,65 ±	57,16	5,12 ±	0,05
GR088.2020	1535,50 ±	33,48	N.I ±	0,00	340,17 ±	19,80	89,61 ±	54,45	3148,64 ±	211,83	5,11 ±	0,06
GR091.2020	1596,52 ±	79,54	N.I ±	0,00	126,67 ±	39,58	19,36 ±	3,95	2958,95 ±	136,85	4,70 ±	0,02
GR098.2020	162,95 ±	16,43	246,69 ±	6,43	26,69 ±	13,94	13,98 ±	2,57	1940,25 ±	35,19	2,42 ±	0,28
GR100.2020	226,16 ±	8,42	303,50 ±	13,52	58,23 ±	43,69	19,16 ±	2,53	1655,28 ±	44,33	2,27 ±	0,10
GR101.2020	226,89 ±	8,85	N.I ±	0,00	103,79 ±	49,90	7,63 ±	2,49	1221,68 ±	5,91	1,56 ±	0,13
GR107.2019	1599,45 ±	22,66	4,50 ±	7,79	208,85 ±	29,57	30,36 ±	2,36	3876,06 ±	37,36	5,71 ±	0,02
GR108.2020	818,06 ±	5,93	N.I ±	0,00	144,37 ±	26,28	19,46 ±	0,52	1235,37 ±	29,41	2,22 ±	0,04
GR112.2020	2002,10 ±	46,13	N.I ±	0,00	100,12 ±	42,20	41,41 ±	9,94	2776,45 ±	295,87	4,92 ±	0,07
GR119.2019	220,00 ±	44,47	N.I ±	0,00	68,40 ±	13,18	6,89 ±	1,55	706,59 ±	88,19	1,00 ±	0,01
GR119.2020	1912,00 ±	65,28	N.I ±	0,00	108,00 ±	18,55	114,84 ±	9,06	679,21 ±	63,62	2,81 ±	0,08
Média Geral	825,38 ±	660,24	317,48 ±	132,59	92,19 ±	56,84	34,68 ±	26,23	2157,42 ±	954,85	3,49 ±	1,60

Luteína, zeaxantina, b-criptoxantina, a-caroteno e b-caroteno:  $\mu\text{g}.100\text{g}^{-1}$ . Carotenoides totais:  $\text{mg}.100\text{g}^{-1}$ . Todos os dados apresentados foram significativos ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0.05$ ) (one-way ANOVA)

### 4.3. Compostos Bioativos

Os resultados obtidos para concentração de antocianinas, compostos fenólicos, vitamina C e capacidade antioxidante por sequestro de DPPH, foram expressos nas tabelas 3 e 4. A Tabela 3 contém os resultados dos acessos que frutificaram em uma safra ou outra e a Tabela 4 aqueles com frutificação em ambas as safras.



**Tabela 3.** - Concentrações de antocianinas, carotenoides totais, compostos fenólicos, vitamina C e capacidade antioxidante por sequestro de DPPH de 30 acessos com frutificação em uma das safras (médias seguidas de desvio padrão)

Acessos	Antocianinas		Carotenoides		Fenóis		Vitamina C		DPPH	
GR002.2020	107,7 ±	7,52 g	1,78 ±	0,03 g	401,48 ±	2,31 e	67,08 ±	0,03 g	217,88 ±	0,04 g
GR005.2020	107,9 ±	4,32 g	2,5 ±	0,25 e	415,399 ±	5,21 e	66,17 ±	0,32 h	224,39 ±	0,2 d
GR007.2020	83,6 ±	2,35 h	2,88 ±	0,09 d	433,627 ±	5,32 e	68,25 ±	0,08 f	228,761 ±	0,92 b
GR009.2019	210,0 ±	0,23 c	2,08 ±	0,09 f	616,629 ±	26,72 b	74,433 ±	0,16 a	230,339 ±	0,09 a
GR010.2019	189,8 ±	1,75 c	2,47 ±	0,08 e	635,86 ±	31,19 b	71,06 ±	0,07 c	220,817 ±	0,26 f
GR013.2020	330,9 ±	2,33 a	4,48 ±	0,11 b	775,406 ±	27,21 b	66,93 ±	0,11 g	214,57 ±	0,19 h
GR014.2020	74,8 ±	0,98 h	2,66 ±	0,1 e	537,49 ±	11,85 c	66,86 ±	0,18 g	219,736 ±	1,15 f
GR015.2019	125,2 ±	1,04 f	1,93 ±	0,15 g	476,32 ±	5,27 d	67,81 ±	0,02 g	232,201 ±	0,51 a
GR019.2019	143,0 ±	0,75 e	2,23 ±	0,09 f	451,136 ±	10,82 d	67,59 ±	0,06 g	224,2 ±	0,07 e
GR022.2019	187,6 ±	0,66 c	2,43 ±	0,21 e	436,5 ±	8,36 e	70,86 ±	0,047 c	201,843 ±	0,16 l
GR023.2019	20,8 ±	0,87 j	2,21 ±	0,16 f	454,01 ±	13,76 d	65,26 ±	0,23 h	216,737 ±	0,23 g
GR029.2019	200,2 ±	0,98 c	2,33 ±	0,06 f	432,18 ±	22,39 e	65,65 ±	0,48 h	228,01 ±	0,36 c
GR032.2019	67,9 ±	1,12 i	1,2 ±	0,26 h	423,07 ±	7,93 e	70,64 ±	0,34 d	200,12 ±	0,29 l
GR044.2020	81,1 ±	2,12 h	2,06 ±	0,05 f	388,53 ±	9,64 e	67,04 ±	0,16 g	221,48 ±	0,35 e
GR046.2020	268,2 ±	12,31 b	5,58 ±	0,05 a	1045,95 ±	22,36 a	66,3 ±	0,17 h	235,65 ±	0,24 a
GR054.2020	68,1 ±	2,36 i	1,3 ±	0,85 h	406,76 ±	7,54 e	64,12 ±	0,02 h	212,99 ±	0,11 i
GR055.2020	125,9 ±	1,25 f	2,77 ±	0,15 e	394,53 ±	16,37 e	68,35 ±	0,08 f	223,48 ±	0,08 e
GR056.2020	49,6 ±	4,65 i	1,73 ±	0,17 g	445,86 ±	4,57 d	71,13 ±	0,06 c	236,98 ±	0,38 a
GR076.2020	104,6 ±	0,53 g	2,64 ±	0,08 e	503,422 ±	12,55 c	70,9 ±	0,33 c	233,57 ±	0,76 a
GR087.2020	212,9 ±	3,21 c	2,68 ±	0,21 e	362,15 ±	14,78 e	68,58 ±	0,27 f	231,97 ±	1,12 a
GR089.2020	52,9 ±	0,66 i	1,9 ±	0,16 g	345,36 ±	8,93 f	67,45 ±	0,13 g	207,88 ±	0,09 k
GR090.2020	112,7 ±	0,94 g	1,72 ±	0,09 g	644,69 ±	17,83 b	63,92 ±	0,09 h	204,39 ±	0,64 k
GR098.2020	154,3 ±	1,02 e	1,89 ±	0,11 g	436,92 ±	2,72 e	68,77 ±	0,11 f	227,22 ±	0,22 c
GR100.2020	93,4 ±	0,97 h	3,12 ±	0,09 d	418,04 ±	16,74 e	69,42 ±	0,21 e	229,34 ±	0,19 b
GR103.2019	277,2 ±	9,65 a	2,66 ±	0,23 e	414,2 ±	4,92 e	70,07 ±	0,13 d	225,87 ±	0,35 d
GR104.2019	139,0 ±	0,78 f	2,35 ±	0,12 f	520,11 ±	19,26 c	66,61 ±	0,08 g	228,63 ±	0,26 b
GR105.2019	122,5 ±	2,63 f	1,48 ±	0,36 h	547,07 ±	13,26 c	67,41 ±	0,06 g	231,21 ±	0,37 a
GR106.2019	111,7 ±	1,47 g	3,21 ±	0,07 d	514,45 ±	10,72 c	67,55 ±	0,22 g	214,82 ±	1,17 h
GR112.2020	142,3 ±	2,23 e	3,72 ±	0,16 c	525,21 ±	24,79 c	66,834 ±	0,03 g	225,97 ±	0,62 d
GR117.2020	139,3 ±	1,22 f	1,71 ±	0,21 g	371,98 ±	21,22 e	68,02 ±	0,21 g	199,62 ±	0,49 l
Média Geral	137,73 ±	64,31	2,53 ±	0,82	495,87 ±	8,68	68,85 ±	2,10	221,05 ±	10,95

Antocianinas: mg.100g<sup>-1</sup>; Carotenoides totais: mg.100g<sup>-1</sup>; Compostos fenólicos (Fenóis): mg.100g<sup>-1</sup> GAE; Vitamina C: mg.100g<sup>-1</sup>; DPPH: μmol Trolox 100g<sup>-1</sup>. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si.; CV (%): coeficiente de variação. Todos os dados apresentados foram significativos ao nível de 5% de probabilidade (p < 0.05) (one-way ANOVA e teste Scott-Knott ao nível de 5%).

**Tabela 4.** Concentrações de antocianinas, compostos fenólicos, vitamina C e capacidade antioxidante por sequestro de DPPH de 23 acessos com frutificação em ambas as safras (médias seguidas de desvio padrão).

Acessos	Antocianinas	Carotenoides	Fenóis	Vitamina C	DPPH					
GR001.2019	179,19 ± 16	d	3,9 ± 0,01	c	507,5 ± 13,82	c	67,79 ± 0,62	g	221,17 ± 0,08	f
GR001.2020	208,45 ± 5,34	c	5,14 ± 0,09	a	469,36 ± 1,24	d	69,01 ± 0,37	e	227,53 ± 0,46	c
GR003.2019	116,8 ± 9,01	g	2,45 ± 0,04	e	454,49 ± 7,8	d	68,62 ± 0,05	f	225,17 ± 0,28	d
GR003.2020	120,33 ± 5,59	f	2,83 ± 0,04	e	492,39 ± 12,68	d	69,15 ± 0,21	e	222,4 ± 1,01	e
GR004.2019	169,93 ± 2,97	d	3,25 ± 0,03	d	494,55 ± 17,33	d	70,43 ± 0,52	d	218,91 ± 0,15	g
GR004.2020	130,65 ± 2,2	f	3,58 ± 0,08	c	582,81 ± 16,64	b	70,98 ± 0,1	c	226 ± 0,36	d
**GR006.2019	124,41 ± 5,04	f	2,26 ± 0,02	f	392,61 ± 7,8	e	67,65 ± 0,89	g	224,46 ± 0,28	d
**GR006.2020	73,47 ± 0,44	h	2,1 ± 0,04	f	503,18 ± 10,6	c	67 ± 0,02	g	199,16 ± 0,55	m
**GR008.2019	135,47 ± 1,93	f	2,74 ± 0,02	e	512,54 ± 7,89	c	70,08 ± 0,1	d	198,44 ± 0,06	m
**GR008.2020	101,82 ± 5,44	g	2,46 ± 0,05	e	548,03 ± 8,32	c	69,23 ± 0,09	e	224,13 ± 0,55	e
GR011.2019	226,95 ± 1,06	b	2,23 ± 0,01	f	462,65 ± 8,88	d	68,3 ± 0,06	f	231,56 ± 0,16	a
GR011.2020	109,35 ± 6,11	g	2,4 ± 0,1	f	525,25 ± 6,44	c	69,28 ± 0,12	e	219,77 ± 0,32	f
GR012.2019	202,62 ± 1,74	c	3,36 ± 0,01	d	591,2 ± 18,04	b	69,85 ± 0,09	d	213,05 ± 0,15	h
GR012.2020	191,87 ± 3,29	c	4,19 ± 0,04	b	423,79 ± 10,71	e	70,29 ± 0,04	d	225,1 ± 0,22	d
**GR040.2019	108,29 ± 6,88	g	1,19 ± 0,06	h	384,46 ± 4,63	e	71,58 ± 0,24	b	221,27 ± 0,24	f
**GR040.2020	105,02 ± 6,88	g	1,9 ± 0,06	g	393,57 ± 31,27	e	67,71 ± 0,05	g	197,92 ± 0,19	m
GR045.2019	102,55 ± 1,3	g	1,8 ± 0,24	g	681,87 ± 23,89	a	71,13 ± 0,2	c	217,39 ± 0,16	g
GR045.2020	99,83 ± 0,68	g	2,08 ± 0,16	f	560,02 ± 33,54	c	68 ± 0,13	g	223,24 ± 1,52	e
GR047.2019	148,58 ± 4,31	e	2,96 ± 0,04	d	619,27 ± 41,27	b	70,43 ± 0,07	d	226,39 ± 0,05	d
GR047.2020	112,56 ± 13,79	g	1,69 ± 0,31	g	528,37 ± 10,21	c	68,28 ± 0,22	f	233,45 ± 0,9	a
GR048.2019	236,76 ± 5,66	b	1,67 ± 0,29	g	411,32 ± 11,52	c	72,38 ± 0,04	a	232,23 ± 0,22	a
GR048.2020	130,75 ± 5,3	f	2,15 ± 0,07	f	428,11 ± 21,89	e	67,6 ± 0,11	g	232,81 ± 0,22	a
GR051.2019	87,27 ± 2,44	h	3,65 ± 0,26	c	632,46 ± 18,2	b	71,3 ± 0,08	c	228,55 ± 0,18	c
GR051.2020	131,2 ± 7,22	f	2,71 ± 0,02	e	600,56 ± 11,67	b	68,81 ± 0,14	f	232,75 ± 0,22	a
GR060.2019	80,96 ± 0,27	h	2,34 ± 0,03	f	435,55 ± 10,48	e	72,82 ± 0,2	a	201,88 ± 0,07	l
GR060.2020	317,45 ± 10,76	a	2,74 ± 0,38	e	456,41 ± 6,53	d	68,39 ± 0,01	f	229,77 ± 0,63	b
GR071.2019	99,03 ± 1,93	g	2,49 ± 0,13	e	562,66 ± 10,8	c	69,28 ± 0,59	e	222,93 ± 0,05	e
GR071.2020	242,3 ± 10,04	b	2,28 ± 0,11	f	478 ± 36,58	d	72,67 ± 0,12	a	229,73 ± 1,46	b
GR082.2019	180,55 ± 0,38	d	3 ± 0,04	d	517,57 ± 16,19	c	70,92 ± 0,05	c	230,91 ± 0,11	a
GR082.2020	101,24 ± 0,28	g	2,71 ± 0,04	e	547,08 ± 9	c	67,88 ± 0,04	g	229,91 ± 0,29	b
GR085.2019	87,26 ± 2,95	h	1,48 ± 0,72	h	363,11 ± 6,44	e	71,11 ± 0,17	c	209,3 ± 0,1	j
GR085.2020	101,97 ± 4,7	g	2,99 ± 0,03	d	413,72 ± 8,25	e	67,83 ± 0,65	g	220,79 ± 0,25	f
**GR097.2019	80,77 ± 0,83	h	2,22 ± 0,05	f	489,75 ± 10,38	d	71,79 ± 0,06	b	207,41 ± 0,11	k
**GR097.2020	113,85 ± 2,38	g	2,15 ± 0,14	f	470,8 ± 2,31	d	67,86 ± 0,01	g	210,95 ± 0,45	i
GR107.2019	100,61 ± 6,54	g	4,44 ± 0,27	b	555,95 ± 17,24	c	68,93 ± 0,5	e	197,03 ± 1,42	m
GR107.2020	237,78 ± 20,23	b	3,65 ± 0,25	c	447,54 ± 8,53	d	67,78 ± 0,09	g	231,94 ± 0,06	a
**GR119.2019	144,47 ± 1,32	e	2,21 ± 0,1	f	499,11 ± 19,11	d	69,4 ± 0,07	e	223,24 ± 1,41	e
**GR119.2020	163,92 ± 10,48	e	2,14 ± 0,02	f	525,25 ± 15,98	c	67,41 ± 0,01	g	223,04 ± 1,56	e
GR120.2019	156,45 ± 0,96	e	1,71 ± 0,11	g	462,65 ± 29,97	d	67,01 ± 0,66	g	224,91 ± 1,39	d
GR120.2020	122,88 ± 10,05	f	2,25 ± 0,1	f	491,67 ± 9,68	d	67,22 ± 0,11	g	202,92 ± 0,15	l
**GR122.2019	138,83 ± 2,07	f	1,99 ± 0,08	g	405,81 ± 3	e	69,2 ± 0,02	e	226,32 ± 0,51	d
**GR122.2020	132,86 ± 11,42	f	1,94 ± 0,03	g	381,1 ± 2,13	e	68,63 ± 0,28	f	231,33 ± 1,48	a
GR124.2019	163,07 ± 0,62	e	1,71 ± 0,04	g	533,64 ± 10,06	c	70,06 ± 0,08	d	223,11 ± 0,63	e
GR124.2020	131,5 ± 6,59	f	1,47 ± 0,02	h	631,74 ± 12,16	b	69,22 ± 0,14	e	218,74 ± 0,62	g
GR125.2019	149,83 ± 1,79	e	2,69 ± 0,09	e	516,13 ± 6,92	c	70,11 ± 0,08	d	225,95 ± 0,43	d
GR125.2020	89,27 ± 3,53	h	1,85 ± 0,07	g	394,53 ± 11,25	e	68,53 ± 0,01	f	231,46 ± 0,11	a
Média Geral	141,11 ± 52,06		2,55 ± 0,83		495,22 ± 75,60		69,32 ± 1,56		221,23 ± 10,46	
CV%	8,258		8,723		5,577		0,679		0,515	

Antocianinas: mg.100g<sup>-1</sup>; Carotenoides totais: mg.100g<sup>-1</sup>; Compostos fenólicos (Fenóis): mg.100g<sup>-1</sup> GAE; Vitamina C: mg.100g<sup>-1</sup>; DPPH: µmol Trolox 100g<sup>-1</sup>. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si.; CV (%): coeficiente de variação. Todos os dados apresentados foram significativos ao nível de 5% de probabilidade (p < 0.05) (one-way ANOVA e teste Scott-Knott ao nível de 5%).

Considerando as análises de antocianinas, carotenoides totais, compostos fenólicos, vitamina C e DPPH, respectivamente os acessos que obtiveram a mesma letra pelo teste de Scott Knott, em ambas as safras foram destacados com asterisco (\*\*) na tabela 4, indicando homogeneidade estatística entre as safras. Dentre esses acessos, aqueles que não demonstraram diferença estatística entre as safras analisadas, em pelo menos duas análises foram: G006, GR008, GR040, GR097, GR0119 e GR122. Ao comparar as tabelas pode-se notar que embora os acessos na tabela 3 não tenham frutificado em ambas as safras, os teores dos compostos analisados se equiparam com as médias dos acessos presentes na tabela 4.

#### 4.3.1. Antocianinas

Estatisticamente o teor de antocianinas foi dividido em 8 grupos (de “a” a “h”), a partir do teste de Scott-Knott (Tabela 5), demonstrando uma grande variabilidade entre os acessos. Suas médias variaram entre 83,17 e 324,17 mg.100g<sup>-1</sup>, o que pode ser justificado pela diferença genotípica dos acessos analisados e seu micro *terroir*, que Patterson (2018) define como um conjunto de características fenotípicas do ambiente, como solo, microclima, circulação do ar e drenagem da água, elevação, luz solar e temperatura.

**Tabela 5.** – Médias dos valores de cada grupo resultante do teste Scott Knott, para antocianinas em grumixama

Grupo	Antocianinas
a	324,17 ± 10,8
b	256,57 ± 6,46
c	200,98 ± 8,41
d	176,56 ± 5,78
e	154,39 ± 8,04
f	129,89 ± 5,73
g	105,61 ± 5,92
h	83,17 ± 5,92

Antocianina: mg.100g<sup>-1</sup>. Teste Scott-Knott realizado ao nível de 5%.

Schulz *et al.* (2020) ao analisar diferentes frutas nativas de coloração escura, encontrou em grumixama de 252 a 1316mg.100g<sup>-1</sup> em peso seco. Já Nehring (2016), fez uma análise em grumixamas de 2 regiões em Santa Catarina, em diferentes estádios de maturação (inicial, intermediário e totalmente maduro), obtendo de 173,48 a 518,64 mg.100g<sup>-1</sup> em polpa fresca. Esses resultados coincidem com as concentrações obtidas nessa pesquisa (Tabelas 3 e 4), mostrando que possa haver diferentes estádios entre as amostras analisadas. As maiores

concentrações obtidas foram dos acessos GR013.2020 e o GR060.2020 com 330,9 e 317,45 mg 100g<sup>-1</sup>, respectivamente, e embora difiram estatisticamente, os acessos GR046.2020 e GR103.2019 também obtiveram teores consideráveis (277,20 e 268,20 mg.100g<sup>-1</sup>, respectivamente).

Em um contexto de igualdade estatística entre as safras, apenas 4 acessos - GR040, GR045, GR119 e GR122 - a obtiveram, com médias de 106,65; 101,19; 154,19; 135,84 mg 100g<sup>-1</sup> respectivamente (Tabela 4). O morango, fruta amplamente consumida em todo mundo, teve relatado por Aaby *et al.* (2012) teores de antocianinas entre 8,50 e 65,90mg.100g<sup>-1</sup>, ao analisar 27 cultivares diferentes.

Por outro lado, a uva, uma das 20 frutas mais vendidas no Brasil (CNA, 2018) apresentou uma faixa de 99,00 a 234,00mg.100g<sup>-1</sup>, em suas diferentes variedades de viníferas (MATTIVI *et al.*, 2006), enquanto Mazza (1995) encontrou concentrações médias de antocianinas de 33,00 a 439,00 mg. 100g<sup>-1</sup>. Quando comparado com o morango e a uva, frutas consolidadas no mercado, a grumixama, mesmo no menor teor encontrado (20,6 mg.100g<sup>-1</sup>), ultrapassa ou se equipara a elas.

#### 4.3.2. Carotenoides

Assim como para as antocianinas, as concentrações foram divididas em grupos (Tabela 6) de acordo com o teste de Scott Knott a 5%, demonstrando novamente a variedade entre os acessos. As médias variaram entre 1,38 e 5,36 mg.100g<sup>-1</sup> e se equiparam em parte ao teor encontrado por Silva *et al.* (2014), que encontrou ao analisar grumixamas de São Paulo 5,15 mg.100g<sup>-1</sup>. Entretanto, estão abaixo do encontrado por Xu *et al.*, que obteve 14,95mg.100g<sup>-1</sup>, ao avaliar grumixamas na região de Goiás. Isso pode ser devido ao clima da região que é tropical, caracterizado pelas temperaturas elevadas e estações alternadamente secas e úmidas, e ser considerado cerrado, o que gera um estresse maior a planta e conseqüentemente maior atividade da rota metabólica secundária, onde é sintetizado (GOBBO-NETO, 2007; RODRIGUEZ-AMAYA, 2001).

**Tabela 6.** - Concentrações de carotenoides e grumixama, dividido em grupos por Scott Knott

Grupo	Carotenoides Totais
a	5,36 ± 0,09
b	4,32 ± 0,18
c	3,7 ± 0,14
d	3,11 ± 0,18
e	2,65 ± 0,14

f	2,22	±	0,09
g	1,81	±	0,12
h	1,38	±	0,16

Carotenoides: mg.100g<sup>-1</sup>. Teste Scott-Knott realizado ao nível de 5%.

Em um escopo geral (Tabela 3 e 4), independente de safra, o acesso GR046.2020 obteve o maior teor de carotenoides totais, com 5,58 mg.100g<sup>-1</sup>, seguido do GR001.2020 e o GR107.2019, apresentando 5,14 e 4,44 mg.100g<sup>-1</sup>, respectivamente. Devido a variedade entre acessos a média geral de carotenoides totais nas grumixamas foi de 2,54 mg.100g<sup>-1</sup>. Esses valores são superiores aos encontrados em outras frutas da mesma família (*Myrtaceae*), como a uvaia, que Rufino *et al.* (2010) identificou com 1,7 mg.100g<sup>-1</sup>. Além disso, ao analisar diferentes acessos, Taver (2020) encontrou uma variação entre 1,75 mg e 11,69 mg.100g<sup>-1</sup>, o que demonstra semelhança com os níveis observados nas grumixamas.

As cenouras são conhecidas como hortaliças nutritivas por seus teores de vitamina A ou caroteno, tendo em suas cultivares conhecidas, de 6,00 a 12,00 mg.100g<sup>-1</sup> de massa fresca (EMBRAPA, 2022). Levando em consideração o maior e menor teor de carotenoides encontrados em grumixama e na cenoura, respectivamente, observa-se proximidade no conteúdo do composto, indicando que a grumixama pode ser fonte de carotenoides.

#### 4.3.3. Compostos fenólicos

Rufino *et al.* (2010), propôs uma classificação para compostos fenólicos de acordo com a sua concentração, dividido entre baixa (<100 mg.100g<sup>-1</sup> GAE), média (100–500 mg.100g<sup>-1</sup> GAE) e alta (>500 mg.100g<sup>-1</sup> GAE) para amostras de massa fresca. Ao analisar as concentrações obtidas (Tabela 3 e 4), é possível notar que mesmo no grupo “e” do teste de Scott Knott (401,49 mg.100g<sup>-1</sup> GAE) as concentrações de compostos fenólicos são classificadas como médias e a partir do grupo “c” (523,63 mg.100g<sup>-1</sup> GAE) são consideradas altas, o que demonstra seu potencial como alimento funcional.

**Tabela 7.** - Concentrações de carotenoides e grumixama, dividido em grupos por Scott Knott

Grupo	Fenóis		
a	681,87	±	23,89
b	609,67	±	21,19
c	523,63	±	36,52
d	474,57	±	17,42
e	401,49	±	22,14

Compostos fenólicos (Fenóis): mg.100g<sup>-1</sup> GAE. Teste Scott-Knott realizado ao nível de 5%.

Como destaque entre os acessos com frutificação em ambas as safras (Tabela 4), o GR045 da safra 2019 apresentou teor de 681,87 ± 23,89 mg.100g<sup>-1</sup> GAE. Embora o mesmo acesso difira estatisticamente entre as safras, observa-se o teor de 560,02 ± 33,54 mg.100g<sup>-1</sup>GAE para safra de 2020, que é considerado um alto teor de compostos fenólicos. Vale destacar também o acesso GR046.2020 com um teor de 1045,00 ± 22,36 mg.100g<sup>-1</sup> GAE (Tabela 3), apresentando uma diferença exorbitante comparado aos outros acessos. Esses teores mostram-se acima dos encontrados por Silva *et al.* (2014) para grumixama, (145,2 ± 8,6 mg.100g<sup>-1</sup> GAE) e chegam até mesmo a ultrapassar o açaí (454 ± 44,6 mg.100g<sup>-1</sup> GAE), fruto nativo da Amazônia e amplamente reconhecido pelo seu elevado teor de compostos fenólicos (RUFINO, 2010).

#### 4.3.4. Vitamina C

Estudos sugerem que a absorção de vitamina C proveniente de frutas e hortaliças, são de 70 a 90% do total ingerido. Acrescido, a RDC N° 269 de 2005, que recomenda uma ingestão diária de vitamina C para adultos de 45mg (ANVISA, 2005) e o Instituto de Medicina de Washington, recomenda entre 65 e 90mg por dia, a um adulto a partir de 18 anos (INSTITUTE OF MEDICINE, 2000). Na grumixama (Figura 14), foram observados uma concentração média de 69,32mg.100 g<sup>-1</sup> de vitamina C e desvio padrão de 1,60 o que se mostra baixo, dado o número de amostras. Esse valor se encontra acima do valor mínimo encontrado nessa pesquisa, e dada a taxa de absorção pode-se dizer que, ao tomar um copo de suco de grumixama ou comer 100g do fruto já é o suficiente para complementar a dieta.

A diferença entre a concentração mais baixa e a mais alta (63,92 e 74,43mg.100g<sup>-1</sup> de vitamina C) foi de apenas de 10,51 g.100 g<sup>-1</sup> de vitamina C, demonstrando a possibilidade de que a concentração de vitamina C não está diretamente relacionada aos outros compostos analisados. Além disso, o teor de vitamina C encontrado se mostrou mais baixo que o obtido por Urzêda *et al.*, que encontrou 93,27±9,25 g.100 g<sup>-1</sup> de vitamina C, ao analisar grumixamas *in natura* da região de Goiás.

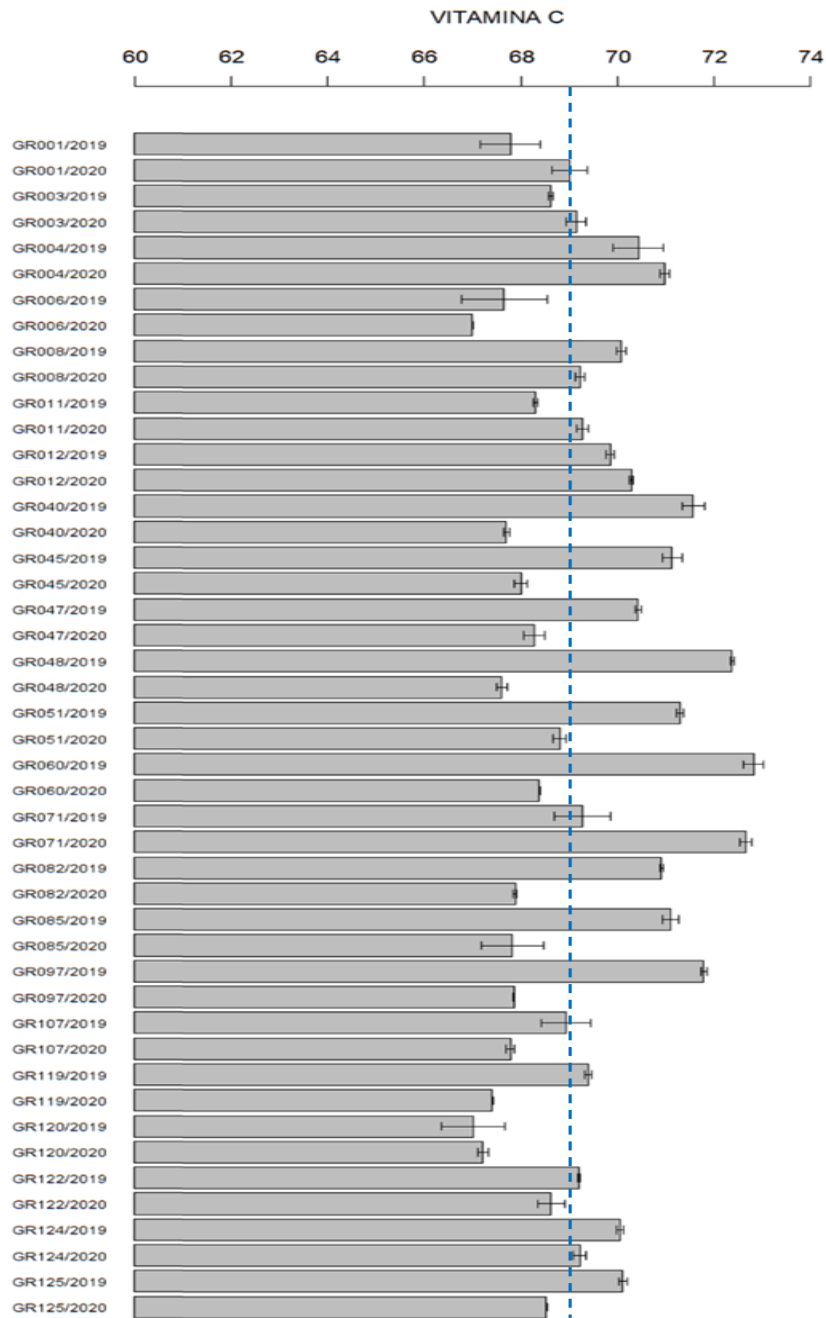


Figura 14 – Vitamina C:  $\text{g.100g}^{-1}$ . Gráfico de barras com as concentrações de vitamina C ao longo dos acessos com frutificação nos anos 2019 e 2020 analisados, com linha tracejada indicando a concentração média geral (Autor, 2023)

Os destaques entre os resultados obtidos, são os dos acessos GR009.2019, GR048.2019, GR060.2019 e o GR071.2020 com uma concentração de  $74,43 \pm 0,16$ ,  $72,38 \pm 0,04$ ,  $72,82 \pm 0,20$  e  $72,67 \text{g} \pm 0,12 \text{ g.100g}^{-1}$  de vitamina C, respectivamente, estando inclusos no grupo *a* do teste estatístico de Scott Knott. Os resultados podem apontar a grumixama como uma opção interessante para o consumo diário de vitamina C.

#### 4.3.5. Atividade antioxidante por sequestro de DPPH

Embora a análise estatística tenha demonstrado diferenças significativas entre os acessos (independente da safra) e o teste de Scott Knott a 5% divido os resultados em 13 grupos (de “a” a “m”), os resultados obtidos se mostraram próximos. A capacidade antioxidante apresentou teores médios entre  $197,92 \pm 0,19$  a  $232,23 \pm 0,22$   $\mu\text{mol Trollox } 100\text{g}^{-1}$  (Tabela 3), uma diferença de apenas  $34,31$   $\mu\text{mol Trollox } 100\text{g}^{-1}$ . O que se demonstra baixo levando em consideração o número de acessos analisados.

Estes valores, quando equiparado a frutas como o morango com capacidade entre  $920$   $\mu\text{mol Trollox } 100\text{g}^{-1}$  e  $1063$   $\mu\text{mol Trollox } 100\text{g}^{-1}$  (KUSKOSKI *et al.*, 2006; ZHENG *et al.*, 2007), ou maçã Gala, que Soares *et al.* (2008) encontrou valores entre  $743$  e  $3915$   $\mu\text{mol Trollox } 100\text{g}^{-1}$ , mostram-se baixos. Mas ainda assim, equivalem ao encontrado por Xu *et al.* que obteve  $119,0 \pm 2,0$   $\mu\text{mol Trollox } 100\text{g}^{-1}$  e, acima do encontrado por Machado *et al.* com  $81,31 \pm 4,30$   $\mu\text{mol Trollox } 100\text{g}^{-1}$ .

## 5. CONCLUSÃO

A grumixama demonstrou ser uma potencial fonte de compostos bioativos, com destaque para os teores de antocianinas, compostos fenólicos e vitamina C, apresentando valores que se equipararam ou até ultrapassam os encontrados em frutas amplamente conhecidas e consumidas. Devido as diferenças genótípicas e fenotípicas dos acessos, pode-se notar uma flutuação entres os teores obtidos, mas as médias obtidas mostram que a fruta pode ser uma boa alternativa para a complementação da dieta, podendo, ao consumir regularmente, acarretar benefícios a saúde.

Dentre os acessos, faz-se interessante um novo estudo de reprodutibilidade do GR046, visto seu alto teor de compostos bioativos em relação aos outros acessos. Daqueles que tiveram uma boa frutificação nas safras de 2019 e 2020, mostra-se viável também a continuidade dessas análises nos acessos: G006, GR008, GR040, GR045, GR097, GR0119 e GR122. Isso pelos teores obtidos e compatibilidade entre os anos analisados, o que se mostra uma característica deseja para produção e comércio dos frutos.





## REFERÊNCIAS

- AABY, K. et al. Phenolic compounds in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) fruits: composition in 27 cultivars and changes during ripening. *Food Chemistry*, [S.L.], v. 132, n. 1, p. 86-97, maio 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.10.037>.
- ABE, L.T., LAJOLO, F.M., GENOVESE, M.I., 2012. Potential dietary sources of ellagic acid and other antioxidants among fruits consumed in Brazil: jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) Berg). *J. Sci. Food Agric.* 92, 1679-1687. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.5531>.
- ABE, L.T., LAJOLO, F.M., GENOVESE, M.I., 2012. Potential dietary sources of ellagic acid and other antioxidants among fruits consumed in Brazil: jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) Berg). *J. Sci. Food Agric.* 92, 1679-1687. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.5531>.
- AGUIAR, T.M., SABAA-SRUR,A.U.O., BARBOSA,N.. Determinação física e química da polpa de grumixama (*Eugenia brasiliensis*, Lam). 1. **Journal of Fruits and Vegetables**. 1. 67-70. 2015.
- ANANGA, Anthony et al. Production of anthocyanins in grape cell cultures: a potential source of raw material for pharmaceutical, food, and cosmetic industries. **The Mediterranean Genetic Code - Grapevine and Olive**, p.247-287, 10 abr. 2013. InTech. <http://dx.doi.org/10.5772/54592>. Disponível em: <https://www.intechopen.com/books/the-mediterranean-genetic-code-grapevine-and-olive/production-of-anthocyanins-in-grape-cell-cultures-a-potential-source-of-raw-material-for-pharmaceuti>. Acesso em: 28 maio 2021.
- ARAÚJO, J.M.A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 3 ed. Viçosa: UFV. 2004. 100 p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**, (method 967.21). Arlington:1995.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**, (method 967.21). Arlington:1995.
- BARRET, R. L. DEL C. CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Choque a frio e atmosfera modificada no aumento da vida pós colheita de tomates: 2-coloração e textura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 1, n. 14, p. 14-26, 1994.
- BUTTERFIELD D. A. *et al.* Nutritional approaches to combat oxidative stress in Alzheimer's disease. **Journal of Nutritional Biochemistry**, 2002. v. 13, p. 444-461. Elsevier BV. [https://doi.org/10.1016/S0955-2863\(02\)00205-X](https://doi.org/10.1016/S0955-2863(02)00205-X). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095528630200205X?via%3Dihub>. Acesso em 27 maio. 2021.

- BORGES, F M. Caracterização de cereja-do-rio-grande (*Eugenia involucrata* DC.) e grumixama (*Eugenia brasiliensis* LAM), frutos nativos da Mata Atlântica, quanto a compostos voláteis e precursores. 2021. 74 f. Dissertação (Mestrado) - **Curso de Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos**, Área de Bromatologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.
- BORGES, G.; ROOWI, S.; ROUANET, J; DUTHIE, G. G.; LEAN, M. E. J.; CROZIER, A. The bioavailability of raspberry anthocyanins and ellagitannins in rats. **Molecular Nutrition & Food Research**, [S.L.], v. 51, n. 6, p. 714-725, jun. 2007. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/mnfr.200700024>.
- CASTAÑEDA-OVANDO, A. Chemical studies of anthocyanins: a review. **Food Chemistry**, v. 113, p.859-871, 2009
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.
- CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. **Frutas: saiba quais foram as 20 variedades mais comercializadas em 2017**. 2018. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/noticias/frutas-saiba-quais-foram-as-20-variedades-mais-comercializadas-em-2017>
- CORPE, C.P. et al. Intestinal Dehydroascorbic Acid (DHA) Transport mediated by the facilitative sugar transporters, GLUT2 and GLUT8. **Journal of Biological Chemistry**, [S.L.], v. 288, n. 13, p. 9092-9101, mar. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1074/jbc.m112.436790>.
- CRAFT, B. D. Phenol-based antioxidants and the in vitro methods used for heir assessment. **Comprehensive reviews in Food Science and Food Safety**, v. 11, n. 2, p. 148-173, 2012.
- EKŞİ, A. T. Antioxidant capacity and anthocyanin profile of sour cherry (*Prunus cerasus* L.) juice. **Food Chemistry** 93 (1), 89-93, 2005. 130, 2005.
- EMBRAPA. **Desempenho recente do agro nacional: frutas**. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/visao-de-futuro/trajetoria-do-agro/desempenho-recente-do-agro/frutas>. Acesso em: 20 fev. 2023.
- FACHINELLO, J. C.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E. **Fruticultura fundamentos e práticas**. Pelotas: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2008. 183 p.
- FLORES, G.; DASTMALCHI, K.; PAULINO, S.; WHALEN, K.; DABO, A. J.; REYNERTSON, K. A.; FORONJY, R. F.; D'ARMIENTO, J. M.; KENNELLY, E. J. Anthocyanins from *Eugenia brasiliensis* edible fruits as potential therapeutics for COPD treatment. **Food Chem.** 2012, 134, 1256–1262.

- FONSECA, LABV. **Fruticultura brasileira: diversidade e sustentabilidade para alimentar o Brasil e o mundo.** 2022. Disponível em: <https://cnabrazil.org.br/noticias/fruticultura-brasileira-diversidade-e-sustentabilidade-para-alimentar-o-brasil-e-o-mundo>. Acesso em: 20 fev. 2023.
- FRANCO, M. R.; SHIBAMOTO, T. Volatile composition of some Brazilian fruits: umbu-caja (*Spondias citbera*), camu-camu (*Myrciaria dubia*), araçá-boi (*Eugenia stipitate*), and cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*). **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 48, n. 4, p. 1263-5, abr. 2000.
- GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 374, 2007.
- HOLIMAN, P. C. H.; HERTOOG, M. G.L.; KATAN, M. B. Analysis and health effects of flavonoids. **Food Chemistry**, v. 57, n. 1, p. 43-46, set. 1996. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0308-8146\(96\)00065-9](http://dx.doi.org/10.1016/0308-8146(96)00065-9). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0308814696000659>. Acesso em: 3 jun. 2019
- IBGE. **IBGE apresenta nova área territorial brasileira: 8.515.767,049 km<sup>2</sup>.** 2012. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/14318-asi-ibge-apresenta-nova-area-territorial-brasileira-8515767049-km>. Acesso em: 30 jun. 2023.
- INSTITUTE OF MEDICINE. Food and Nutrition Board. **Dietary reference intakes for vitamin C, vitamin E, selenium, and carotenoids.** Washington: National Academy Press, 2000. The National Academic Press. <https://doi.org/10.17226/9810>.
- KUMAR, Dinesh; SINGH, B P; KUMAR, Parveen. An overview of the factors affecting sugar content of potatoes. **Annals Of Applied Biology**, [S.L.], v. 145, n. 3, p. 247-256, dez. 2004. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1744-7348.2004.tb00380.x>.
- LEES, D.H., FRANCIS, F.J. Standardization of pigment analyses in cranberries. **HortScience**, 7:83-84. 1972.
- LORENZI, H.; LACERDA, M. T. C. DE; BACHER, L. B. **Frutas no Brasil: nativas e exóticas (de consumo *in natura*).** São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2015.
- LORENZI, H. et. al. Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo *in natura*). 1ed. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2006. 640p
- MACHADO, A. P. D. F. et al. Recovery of anthocyanins from residues of *Rubus fruticosus*, *Vaccinium myrtillus* and *Eugenia brasiliensis* by ultrasound assisted extraction, pressurized liquid extraction and their combination. **Food Chemistry**, v.231, p.1-10, 2017. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.03.060> .
- MARCZYLO, T. H.; COOKE, D.; BROWN, K.; STEWARD, W. P.; GESCHER, A. J. Pharmacokinetics and metabolism of the putative cancer chemopreventive agent cyanidin-3-glucoside in mice. **Cancer Chemotherapy**

**and Pharmacology**, [S.L.], v. 64, n. 6, p. 1261-1268, Apr. 2009. Springer Science and Business Media LLC. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00280-009-0996-7>.

MATSUMOTO, H.; ICHIYANAGI, T.; IIDA, H.; ITO, K.; TSUDA, T.; HIRAYAMA, M.; KONISHI, T. Ingested delphinidin-3-rutinoside is primarily excreted to urine as the intact form and to bile as the methylated form in rats. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [S.L.], v. 54, n. 2, p. 578-582, jan. 2006. American Chemical Society (ACS). <http://dx.doi.org/10.1021/jf052411a>.

NACZK, M.; SHAHIDI, F. Extraction and analysis of phenolics in food. **Journal of Chromatography A**, v. 1054, n. 1-2, p. 95-111, out. 2004. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chroma.2004.08.059>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0021967304014098?via%3Dihub>. Acesso em: 27 maio 2020.

NARITA, S. et al. Dietary consumption of antioxidant vitamins and subsequent lung cancer risk: the Japan public health center-based prospective study. **International Journal of Cancer**, v. 142, n. 12, p. 2441–2460, 2018.

NASCIMENTO, LSM et al. Characterization of bioactive compounds in *Eugenia brasiliensis*, Lam. (grumixama). **Nutrition and Food Technology: Open Access**, [S.L.], v. 3, n. 3, p. 1-7, nov. 2017. Sci Forschen, Inc. <http://dx.doi.org/10.16966/2470-6086.146>. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1080880>. Acesso em: 18 mar. 2021.

NEHRING, P. Avaliação da capacidade antioxidante e compostos fenólicos em diferentes estádios de maturação da grumixama (*Eugenia brasiliensis* Lamarck). 2016. 133 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

PARR, A. J.; BOLWELL, G. P. Phenols in the plant and in man. The potential for possible nutritional enhancement of the diet by modifying the phenols content or profile. **Journal of The Science of Food and Agriculture**, v. 80, n. 7, p.985-1012, 15 maio 2000. Wiley. [http://dx.doi.org/10.1002/\(sici\)1097-0010\(20000515\)80:73.0.co;2-7](http://dx.doi.org/10.1002/(sici)1097-0010(20000515)80:73.0.co;2-7). Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/%28SICI%291097-0010%2820000515%2980%3A7%3C985%3A%3AAID-JSFA572%3E3.0.CO%3B2-7>. Acesso em: 25 maio 2021.

PATTERSON, T. Wine and placca: a terroir reader. University of California Press. Oakland. California, 2018.

PIMENTEL, C. V. M. B.; FRANCKI, V. M.; GOLLUCKE, A. P. B. **Alimentos funcionais**: introdução as principais substâncias bioativas em alimentos. São Paulo: Ed. Varela. 2005, 95 p.

RIBEIRO, B. **O índio na cultura brasileira**. Rio de Janeiro: Fundação Darcy Ribeiro, 2013. 208 p. Disponível em: <https://fundar.org.br/wp-content/uploads/2021/08/o-indio-na-cultura-brasileira.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2023.

- RUBIO-DIAZ, D. E. et al. Carotenoid stability during production and storage of tomato juice made from tomatoes with diverse pigment profiles measured by infrared spectroscopy. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, n. 15, p. 8692–8698, 2010.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. A guide to carotenoid analysis in foods. Washington: International Life Sciences Institute (ILSI) Press, 2001. 64 p. Available from: <http://beauty-review.nl/wp-content/uploads/2014/11/A-guide-to-carotenoid-analysis-in-foods.pdf>.
- ROLIM, G.S. et al. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo. **Bragantia**, [S.L.], v. 66, n. 4, p. 711-720, 2007. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0006-87052007000400022>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/NpCWHvyYzzHDFTp6LVyGg5g/?lang=pt>. Acesso em: 22 jul. 2023.
- SÃO PAULO. Paloma Minke. Agricultura e Abastecimento. **Frutíferas nativas: riqueza do Brasil que precisa ser conhecida**. 2020. Disponível em: <https://www.agricultura.sp.gov.br/noticias/frutiferas-nativas-riqueza-do-brasil-que-precisa-ser-conhecida/>. Acesso em: 27 maio 2021.
- SARTORI, S. F. **Grumixama**. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 28 p.
- SEBASTIAN, R.; ENNS, C. W.; GOLDMAN, J. D.; MARTIN, C. L.; STEINFELDT, L. C.; MURAYI, T.; MOSHFEGH, A. J. A new database facilitates characterization of flavonoid intake, sources, and positive associations with diet quality among US adults. **The Journal of Nutrition**, [S.L.], v. 145, n. 6, p. 1239-1248, 6 maio 2015. Oxford University Press (OUP). DOI: <http://dx.doi.org/10.3945/jn.115.213025>.
- SINGLETON, V.L.; ROSSI JR, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, Lockeford, v. 16, n. 3, p. 144-58, 1965.
- SILVA, N.; RODRIGUES, E.; MERCADANTE, A.; DE ROSSO, V. Phenolic compounds and carotenoids from four fruits native from the Brazilian Atlantic Forest. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 62, p.5072-5084, 2014.
- SOARES, M. et al. Avaliação da atividade antioxidante e identificação dos ácidos fenólicos presentes no bagaço de maçã cv. Gala. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 3, p. 727-732, set. 2008.
- SOUZA; L. V., G.P.P.; VIEITES, R.L. Avaliação nutricional de variedades de uva (Vitis sp). **Naturalia - Unesp**, Rio Claro, v. 33, p. 100-109, dez. 2010.
- SOUZA, G. S. **Tratado descritivo do Brasil em 1587**. Rio de Janeiro: Typographia Universal de Laemmert, 1851. 422 p. Disponível em: <https://digital.bbm.usp.br/handle/bbm/4795>. Acesso em: 30 jun. 2023.

STEINMETZ, K.A.; POTTER, J.D. Vegetables, fruit, and cancer prevention: a review. **J. Am. Diet. Assoc.**, v. 54, p. 1027-1039, 1996.

TALCOTT, T.S.; HOWARD, R.L. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.47, p.2109-2115, 1999.

TEIXEIRA, L. L.; COSTA, G. R.; DÖRR, F. A.; ONG, T. P.; PINTO, E.; LAJOLO, F. M.; HASSIMOTTO, N. M. A. Potential antiproliferative activity of polyphenol metabolites against human breast cancer cells and their urine excretion pattern in healthy subjects following acute intake of a polyphenol-rich juice of grumixama (*Eugenia brasiliensis* Lam.). **Food & Function**, [S.L.], v. 8, n. 6, p. 2266-2274, 2017. Royal Society of Chemistry (RSC). <http://dx.doi.org/10.1039/c7fo00076f>.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p

URZÊDA, J. A. A., et al. ESTABILIDADE FÍSICO-QUÍMICA DE GRUMIXAMA PASSAS. *Produção Animal e Vegetal: Inovações e Atualidades*, [S.L.], v. 2, p. 607-611, dez. 2022. **Agron Food Academy**. <http://dx.doi.org/10.53934/9786585062039-51>.

XU, K; et all. Grumixama (*Eugenia brasiliensis* Lam.) cultivated in the Cerrado has high content of bioactive compounds and great antioxidant potential. *Ciência Rural*, [S.L.], v. 50, n. 4, dez. 2020. **FapUNIFESP (SciELO)**. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20190630>.

## APÊNDICE

## APÊNDICE A.

Acessos e locais de coleta dos 53 acessos de Grumixama com os respectivos climas das regiões.

Acessos	GRUMIXAMA			Acessos	GRUMIXAMA			Acessos	GRUMIXAMA		
	Local	Clima <sup>1</sup>	Safra		Local	Clima <sub>1</sub>	Safra		Local	Clima <sub>1</sub>	Safra
GR001	Natividade e da Serra	Cfa	19/20	GR040	Paraibuna	Cfa	19/20	GR100	Paraibuna	Cfa	2020
GR002	Natividade e da Serra	Cfa	2020	GR044	Paraibuna	Cfa	2020	GR103	Paraibuna	Cfa	2019
GR003	Natividade e da Serra	Cfa	19/20	GR045	Paraibuna	Cfa	19/20	GR104	Paraibuna	Cfa	2019
GR004	Natividade e da Serra	Cfa	19/20	GR046	Paraibuna	Cfa	2020	GR105	Paraibuna	Cfa	2019
GR005	Natividade e da Serra	Cfa	2020	GR047	Paraibuna	Cfa	2019	GR106	Paraibuna	Cfa	2019
GR006	Natividade e da Serra	Cfa	2020	GR048	Paraibuna	Cfa	2020	GR107	Paraibuna	Cfa	19/20
GR007	Natividade e da Serra	Cfa	2020	GR051	Paraibuna	Cfa	19/20	GR112	Paraibuna	Cfa	2020
GR008	Natividade e da Serra	Cfa	19/20	GR054	Paraibuna	Cfa	2020	GR117	Paraibuna	Cfa	2020
GR009	Natividade e da Serra	Cfa	2019	GR055	Paraibuna	Cfa	2020	GR119	Paraibuna	Cfa	19/20
GR010	Natividade e da Serra	Cfa	2019	GR056	Paraibuna	Cfa	2020	GR120	Paraibuna	Cfa	19/20
GR011	Natividade e da Serra	Cfa	19/20	GR060	Paraibuna	Cfa	19/20	GR122	Paraibuna	Cfa	19/20
GR012	Natividade e da Serra	Cfa	19/20	GR071	Paraibuna	Cfa	19/20	GR124	Paraibuna	Cfa	19/20
GR013	Natividade e da Serra	Cfa	2020	GR076	Paraibuna	Cfa	2020	GR125	Paraibuna	Cfa	19/20
GR014	Natividade e da Serra	Cfa	2020	GR082	Paraibuna	Cfa	19/20				
GR015	Rio Claro	Aw	2019	GR085	Paraibuna	Cfa	19/20				
GR019	Rio Claro	Aw	2019	GR087	Paraibuna	Cfa	2020				
GR022	Rio Claro	Aw	2019	GR089	Paraibuna	Cfa	2020				
GR023	Rio Claro	Aw	2019	GR090	Paraibuna	Cfa	2020				
GR029	Rio Claro	Aw	2019	GR097	Paraibuna	Cfa	19/20				
GR032	Rio Claro	Aw	2019	GR098	Paraibuna	Cfa	2020				