

Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz

Caracterização da qualidade pós-colheita de acessos e estádios de maturação de
grumixamas (*Eugenia brasiliensis* Lam.)

Fernanda Ferreira Pazin

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração: Fisiologia e
Bioquímica de Plantas

Piracicaba
2019

Fernanda Ferreira Pazin
Licenciatura em Ciências Biológicas

Caracterização da qualidade pós-colheita de acessos e estádios de maturação de
grumixamas (Eugenia brasiliensis Lam.)

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

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

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração: Fisiologia e
Bioquímica de Plantas

Piracicaba
2019

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

Pazin, Fernanda Ferreira

Caracterização da qualidade pós-colheita de acessos e estádios de maturação de grumixamas (*Eugenia brasiliensis* Lam.) / Fernanda Ferreira Pazin. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2019.

54 p.

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

1. Frutas nativas 2. Diversidade 3. Ponto de colheita I. Título

AGRADECIMENTOS

A oportunidade de fazer pós-graduação no Programa de Fisiologia e Bioquímica de Plantas da Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz'/USP.

Ao Professor Doutor Angelo Pedro Jacomino pela oportunidade de fazer parte da equipe do Laboratório de Pós-Colheita de Produtos Hortícolas e orientação no desenvolvimento do trabalho.

A colega e pesquisadora Poliana Spricigo pela disponibilidade e orientação no desenvolvimento do trabalho.

A secretaria do PPG, em especial a Maria Solizete pela atenção, disponibilidade e auxílio.

A todos os funcionários do Anexo do Departamento de Produção Vegetal pela disponibilidade e auxílio.

Ao querido Carlinhos pela parceria de viagens e auxílio nas coletas.

A todos os membros que fizeram e fazem parte do Laboratório de Pós-Colheita de Produtos Hortícolas, Prof. Angelo, Poliana, Aline, Thais, Isabela, Isabelli, Marina, Bárbara, Thiago, Rolando, Ana Flávia, Marina, Carla e Marcos, pelo auxílio e parceria no desenvolvimento do meu trabalho e pelos momentos de descontração.

Aos amigos da ESALQ e de Piracicaba pelos momentos de descontração, especialmente Jéssica Casarotto e Laécio Sampaio que também colaboraram com meu trabalho.

As amigas do apê 174, Camila Godoy, Camila Haddad e Walleska, pela amizade e parceria ao longo desses dois anos de pós-graduação.

Aos parceiros, produtores e colecionadores de frutas nativas, "seu" Tarcísio, Domingos, Renato, "seu" Sebastião, "seu" Paulo, Ronaldo e Donizete, pela disponibilidade, histórias e conhecimento compartilhados durante as colheitas.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CAPES, pela concessão da bolsa de mestrado e recursos para auxílio desta pesquisa.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, FAPESP, pelo fomento ao Projeto Temático "Frutas da Mata Atlântica potencialmente funcionais: caracterização, multiplicação de plantas e conservação pós-colheita".

A minha família, meu pai Milton, minha mãe Denise e meu irmão Vinícius por sempre me apoiarem em minhas decisões.

Ao meu noivo Bruno pelo apoio e constante incentivo a evoluir.

SUMÁRIO

RESUMO	5
ABSTRACT	7
1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVOS	11
2.1. Objetivo Geral	11
2.2. Objetivo Específicos	11
2.2.1. Caracterização de acessos de grumixamas.....	11
2.2.2. Caracterização de estádios de maturação de grumixamas	11
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
3.1. A importância dos frutos nativos	13
3.2. A grumixama.....	15
3.3. Caracterização de acessos	17
3.4. Caracterização de estádios de maturação e ponto de colheita	18
4. MATERIAL E MÉTODOS	21
4.1. Caracterização da qualidade pós-colheita de acessos de grumixamas.....	21
4.1.1. Colheita, acondicionamento e transporte	21
4.1.2. Amostras	22
4.1.3. Caracterização Físico-Química e Compostos Bioativos.....	22
4.1.3.1. Análises Físicas.....	22
4.1.3.2. Análises Químicas.....	23
4.1.3.3. Compostos Bioativos e Capacidade Antioxidante	23
4.1.4. Delineamento Estatístico e Análise dos Resultados	24
4.2. Caracterização de estádios de maturação.....	24
4.2.1. Coleta, acondicionamento, transporte e armazenamento.....	24
4.2.2. Caracterização físico-química e compostos bioativos	25
4.2.3. Análise da atividade respiratória e produção de etileno	25
4.2.4. Delineamento Experimental e Análise dos Resultados.....	26
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5.1. Caracterização de acessos	27
5.1.1. Análises Físicas.....	27
5.1.2. Análises Químicas.....	30
5.1.3. Compostos Bioativos e Capacidade Antioxidante	33
5.1.4. Análise Componentes Principais	36
5.2. Caracterização de estádios de maturação.....	39
5.2.1. Análises físico-químicas	39
5.2.2. Atividade respiratória, produção de etileno e perda de massa fresca	42
6. CONCLUSÃO	47
6.1. Caracterização de acessos	47
6.2. Caracterização de estádios de maturação.....	47
REFERÊNCIAS	49

RESUMO

Caracterização da qualidade pós-colheita de acessos e estádios de maturação de grumixamas (*Eugenia brasiliensis* Lam.)

O Brasil é conhecido mundialmente pela sua grande biodiversidade e importância na produção de frutas. No entanto, a riqueza em espécies nativas não é representada na sua fruticultura, apresentando mercado restrito e pouco conhecido pela população. Diante da existente demanda por novos alimentos, as frutas nativas brasileiras vêm sendo estudadas como novas fontes de nutrientes e sabores. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar a qualidade pós-colheita de acessos e estádios de maturação de grumixamas (*Eugenia brasiliensis*), fruta nativa da Mata Atlântica. Os frutos foram coletados em municípios do estado de São Paulo. Na caracterização de acessos foram amostradas 59 plantas, de três variedades. As amostras foram compostas por 3 repetições de 10 frutos maduros. Os valores de massa fresca, variaram entre 1,47 e 6,98 g, o rendimento de polpa entre 66,16 e 91,48%, o teor de sólidos solúveis entre 7,55 e 19,43 °Brix e a acidez titulável entre 0,44 e 1,11% de ácido cítrico entre os acessos. Na variedade amarela, o conteúdo de carotenoides totais oscilou de 495,65 a 1007,2 $\mu\text{g}100^{-1}\text{g}$. Quanto ao teor de antocianinas totais, quantificado nas variedades roxa e preta, apresentaram conteúdos que variaram entre 52,22 e 320,46 $\text{mg } 100^{-1}\text{g}$ de cianidina. Já com relação aos flavonóides amarelos, os valores foram de 11,58 a 141,05 $\text{mg } 100^{-1}\text{g}$ entre todos os acessos analisados. Os compostos fenólicos variaram entre 208,5 e 1769,73 $\text{mg}100 \text{ g}^{-1}$ de ácido gálico e a atividade antioxidante teve valores médios de 2,15 a 37,01 $\mu\text{mol trolox } 100 \text{ g}^{-1}$. Na caracterização de estádios de maturação, os frutos foram colhidos em 3 pontos de maturação de acordo com a coloração da casca: estágio 1 (verde), estágio 2 (vermelha - “de vez”) e estágio 3 (roxa - maduro) e armazenados a $22 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\% \text{ UR}$. Os frutos foram analisados diariamente quanto a atividade respiratória e produção de etileno. Análises físico-químicas foram realizada no primeiro e no último dia de vida útil do fruto, que variaram de acordo com o estágio de maturação em que foram colhidos. Os frutos colhidos nos estádios 1 e 2 tiveram a cor da casca alterada significativamente atingindo a coloração de fruto maduro. Esses frutos perderam a firmeza ao longo do armazenamento, atingindo valores de firmeza de frutos maduros. Os frutos colhidos nos três estádios não tiveram alteração no teor de sólidos solúveis. A acidez titulável dos frutos verdes e “de vez” era maior que dos frutos maduros no dia da colheita, mas atingiu valores semelhantes aos frutos maduros no final do armazenamento. Já o conteúdo de flavonoides e compostos fenólicos superaram os valores dos frutos maduros. O conteúdo de antocianinas aumentou nos estádios 1 e 2, mas não atingiu valores próximos ao do fruto maduro. Durante o período de armazenamento, a atividade respiratória e produção de etileno aumentaram nos três estádios, representando um possível padrão climatérico. Os resultados de caracterização de acessos representam alta variabilidade fenotípica entre as plantas amostradas, resultante da interação do genótipo de cada indivíduo com o meio ambiente em que este se desenvolve. Os resultados de antocianinas totais, compostos fenólicos e atividade antioxidante representam grande potencial bioativo das grumixamas que podem caracterizá-las como alimento funcional. As análises de atividade respiratória e produção de etileno, indica um comportamento climatérico em grumixamas. Embora o estágio 3 tenha apresentado características desejáveis ao consumidor, esses frutos tem vida útil curta e durabilidade de no máximo 3 dias, característica que inviabilizaria sua comercialização. Esse trabalho fornece dados da

diversidade fenotípica das grumixamas, além de abordar os primeiros registros do comportamento fisiológico desse fruto nativo, reunindo informações para futuras pesquisas.

Palavras-chave: Frutas nativas brasileiras, Diversidade, Ponto de colheita

ABSTRACT

**Post-harvest quality characterization of access and maturity stage of grumixamas
(*Eugenia brasiliensis* Lam.)**

Worldwide known by the large biodiversity and importance in fruit production, the native species richness is not represented in Brazil fruit growing, presenting restricted Market and almost unknown by the population. Given the existing demand for new foods, Brazilian native fruits have been studied as new sources of nutrients and flavors. In this context, the present work aimed to characterize the post-harvest quality of access and maturation stages in grumixamas (*Eugenia brasiliensis* Lam.), native fruit from Mata Atlântica. The fruits were collected in counties of Sao Paulo state in the 2017/2018 and 2018/2019 harvests. For access characterization 59 plants were sampled, 3 repetitions of 10 ripped fruits. It was calculated the mean and the standard deviation of the repetitions. The mean values of fresh mass ranged from 1,47 to 6,98g, the pulp yield from 66,16 to 91,48%, the soluble solids from 7,55 to 19,43 °Brix, the titratable acid from 0,44 to 1,11 g citric acid 100⁻¹ g. In yellow variety, total carotenoids ranged from 495,65 to 1007,2 µg 100⁻¹g. For anthocyanin content in purple and black varieties, it ranged from 52,22 to 320,46 mg cyanidin 100⁻¹g. Flavonoids ranged from 11,58 to 141 mg quercetin 100⁻¹g, phenolic compounds from 208,5 to 1769,73 mg GAE 100⁻¹g and antioxidant capacity from 2,15 to 37,01 µmol trolox 100⁻¹g. In maturation stages characterization, fruits were collected in 3 harvest points according to peel color: stage 1 (green), stage 2 (red peel) and stage 3 (purple peel – ripe) and were stored at 22 ± 1°C e 90 ± 5% RH. It was analyzed the respiration rate, ethylene production and mass loss from the first day after harvest until the last day of the fruit life. Physicochemical analysis were made in first and last day of fruit life which varied according to the harvest point. Stage 1 and 2 fruits had their peel color altered reaching ripe fruit color. These fruits also lost firmness during the storage period, reaching firmness values of ripe fruits. All three stages had a little reduction in soluble solids. Regarding titratable acid, stage 1 and 2 fruits were more acid than ripe fruits in storage first day and reached ripe fruits values in the last day. The values for flavonoids and phenolic compounds overcome stage 3 value. Anthocyanin content increases in 1 and 2 stages, but did not reach ripe fruits content. During the storage, respiration rate and ethylene production increased in all three stages, representing a possible climacteric pattern. The access characterization results represent high phenotypic variability among the samples plants, resulting from the interaction of each individual's genotype and the environment. The results of anthocyanins, flavonoids and phenolic compounds content and antioxidant activity indicate great bioactive potential of grumixamas that could characterize them as functional food. Respiration activity and ethylene production analysis indicate a climacteric pattern in grumixamas. Although stage 3 has desirable consumer characteristics, these fruits have a short shelf life and a maximum durability of 3 days which make its commercialization unfeasible. This work provides data on the phenotypic diversity of grumixamas, as well as addressing the first records of its physiological behaviour, gathering information for future research.

Keywords: Brazilian native fruits, Diversity, Harvest point

1. INTRODUÇÃO

A grumixama é um fruto pertencente à família Myrtaceae, nativo da Mata Atlântica, bioma que se estende pela região litorânea brasileira, e que se encontra degradado devido aos processos de desmatamento intenso e urbanização. Mesmo fragmentada, a Mata Atlântica apresenta aproximadamente 20.000 espécies vegetais (SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2018), dentre elas, diversas frutíferas nativas pouco conhecidas e exploradas, com características para serem comercializadas.

O desconhecimento sobre as frutas nativas contribui para sua baixa inserção no mercado. Não existe produção em larga escala e seu cultivo ocorre em pequenas propriedades ou em fundos de quintais, sem qualquer finalidade econômica. Espécies que atualmente possuem importância comercial foram estudadas antes de serem introduzidas no mercado *in natura* ou processado como açaí, goiaba e kiwi, por exemplo.

A grumixameira, planta pouco conhecida pela população brasileira, pode ser encontrada em quintais ou em pomares de colecionadores. O fruto tem sabor agradável, adocicado, levemente ácido, podendo ser consumido *in natura* ou processado em geléias, doces, licores e sucos, e também utilizado na fabricação de cosméticos. (LORENZI; LACERDA; BACHER, 2015).

A introdução de um produto alimentício no mercado exige estudos quanto a composição, benefícios e riscos à saúde humana, seleção das melhores variedades, ponto de colheita, meios de propagação e uso de embalagens adequadas. O crescimento do mercado de frutas nativas gera oportunidade de renda para produtores locais, estimulando a economia da região, além da importância ambiental na preservação de espécies nativas (LORENZI et al., 2006).

Informações sobre a variabilidade fenotípica e genética das grumixamas são escassas. A caracterização físico-química fornece dados para distinguir variedades e auxiliar na seleção de acessos com características desejáveis para o consumo humano e comercialização (MACIEL et al., 2018). Essa técnica pode ser usada para estabelecer um padrão de qualidade para futuras análises e comparações .

A determinação do ponto de colheita de uma fruta é imprescindível para garantir a qualidade do produto após a colheita. O estudo do comportamento fisiológico através de análises de atividade respiratória e produção de etileno permite identificar a sensibilidade

do vegetal ao longo do seu amadurecimento (KADER, 1985). Esse procedimento auxilia no desenvolvimento de tecnologias de armazenamento e definição da destinação dos frutos, seja no consumo *in natura* ou processado (BASTOS et al., 2016).

Baseado na relevância dos estudos de frutíferas nativas e na ausência de informação sobre o seu amadurecimento, este trabalho tem como objetivo caracterizar acessos e determinar o ponto de colheita de grumixamas, a fim de explorar seu potencial econômico, social, ambiental e nutracêutico.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar a qualidade pós-colheita em acessos e em estádios de maturação de grumixamas (*Eugenia brasiliensis* Lam.).

2.2. Objetivo Específicos

2.2.1. Caracterização de acessos de grumixamas

Avaliar a qualidade pós-colheita e a variabilidade fenotípica dos frutos de acessos de grumixameiras a partir da caracterização dos atributos físicos, físico-químicos e de compostos bioativos.

2.2.2. Caracterização de estádios de maturação de grumixamas

Determinar o ponto de colheita para grumixamas alinhando análises da atividade respiratória, produção de etileno e caracterização físico-química e de compostos bioativos de três estádios de maturação.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. A importância dos frutos nativos

O Brasil é um dos principais produtores de frutas do mundo, com produção acima de 40 milhões de toneladas por ano (VIANA; REIS, 2015). Introduzida em vários estados do país, a fruticultura cria oportunidade de emprego, gera renda para produtores, estimula industrialização e movimenta a economia nacional, tanto com os frutos *in natura*, como processados em alimentos e bebidas (VIANA; REIS, 2015). No entanto, a fruticultura brasileira se sustenta em frutos exóticos e não nativos.

Embora, o território brasileiro seja o mais rico em biodiversidade do mundo (FORZZA et al., 2012), essa riqueza compõe uma valiosa e desconhecida fonte de alimento e extratos potencialmente ricos em nutrientes e compostos bioativos benéficos à saúde humana (OLIVEIRA et al., 2012). As frutíferas nativas do Brasil estão incluídas em um grupo de mercado restrito, pois apresentam alta perecibilidade, são pouco conhecidas pela população e falta informação para produção tecnificada (LORENZI et al., 2015). Além dos benefícios à saúde, a comercialização e o manejo dessas plantas frutíferas podem contribuir com a conservação da biodiversidade e estimular a economia local (TEIXEIRA et al., 2019).

Atualmente, existe uma grande demanda por produtos naturais como frutas para inserção em dietas de pessoas que buscam uma alimentação equilibrada, nutritiva e saudável. As frutas são alimentos de baixo teor calórico, fonte de fibras, ricas em vitaminas, além de serem constituídas por grande variedade de compostos bioativos com capacidade anti-inflamatória, antioxidante e com potencial para prevenir várias doenças (VIANA; REIS, 2016). Diante disso, surge o interesse e a necessidade em estudar frutas pouco conhecidas pela população, afim de buscar novas fontes de sabor, nutrientes e compostos bioativos (NERI-NUMA et al., 2018).

Existe uma grande diversidade de sabores, cores e nutrientes a ser explorado nas frutas não-convencionais. A coloração é um indicativo do seu potencial benéfico para a saúde humana. Os pigmentos vegetais como antocianinas, responsáveis pela coloração de tons azul, vermelho e roxo e os carotenoides, responsáveis pelos tons amarelo, laranja e vermelho são compostos reconhecidos por suas características benéficas. As propriedades

das antocianinas e carotenoides despertam o interesse de diversos setores da indústria de alimentos, cosméticos e fármacos (ABEROUMAND, 2011; HE; GIUSTI, 2010).

As frutas de plantas nativas brasileiras, apesar de pouco conhecidas, são utilizadas para consumo *in natura*, para produção de polpas para sucos, doces, geleias e bebidas artesanais, tornando-se fonte de renda para as famílias que as cultivam, comumente em quintais, pequenas propriedades ou por extrativismo. As plantas nativas também são usadas para reflorestamento de áreas degradadas, plantios nas áreas urbanas, ornamentação, áreas de proteção ambiental, como porta-enxertos resistentes a patógenos e como base para hibridização afim de se obter cultivares com características desejáveis (LORENZI; LACERDA; BACHER, 2015; PEREIRA et al., 2006).

A diversidade vegetal nativa brasileira representa um vasto espaço amostral a ser estudado e se distribui pelos 6 biomas brasileiros. A Mata Atlântica é um dos maiores biomas do Brasil, o mais rico em biodiversidade do mundo, que ocupava uma área de mais de 1 milhão de m², estendendo-se pelo Brasil ao longo de 17 estados. Porém, é também a floresta mais ameaçada do planeta. Hoje, restam apenas 8,5% de remanescentes acima de 100 hectares e 12,5% de floresta nativa somada acima de 3 hectares. Atualmente, encontra-se fragmentada devido a exploração antrópica insustentável e se apresenta como um mosaico de vegetação, abrangendo diversos ecossistemas como florestas, campos, mangues e restinga (SOS Mata Atlântica; INPE, 2019).

Extremamente degradada, é urgente a implementação de medidas de restauração e conservação dos fragmentos remanescentes, visando a preservação da biodiversidade (RIBEIRO et al., 2009). A restauração da Mata Atlântica pode se tornar uma atividade econômica e ser uma estratégia promissora para conservação desse bioma (BRANCALION et al., 2012).

Dentre as famílias encontradas na Mata Atlântica, as Mirtaceas se destacam pela variedade de espécies de frutos comestíveis (REYNERTSON et al., 2011). Com representantes no mundo todo, essa família reúne diversas espécies nativas que se distribuem nos maiores biomas brasileiro como Mata Atlântica, Amazônia e Cerrado. Do ponto de vista ecológico, é a família mais importante da Mata Atlântica (MORI et al., 1983), e uma das mais ricas do país (FORZZA et al, 2010), agrupando frutíferas nativas fonte de compostos bioativos com potencial de exploração e comercialização (DE ARAÚJO et al., 2019).

Frutas nativas dessa família como goiaba, jabuticaba e pitanga, já são habituais aos consumidores e vem sendo comercializadas há alguns anos. Outras como cambuci, cereja do Rio-Grande, uvaia e grumixama são menos comuns, mas vem sendo estudadas devido ao potencial inserção no mercado de consumo *in natura* e na indústria. Estudos mostram que frutos dessa família são ricos em compostos biologicamente ativos (REYNERTSON et al., 2011) que ajudam na redução de risco ou tratamento de doenças crônicas (DONADO-PESTANA et al., 2018). Deste modo, destaca-se a importância das frutas nativas brasileiras, e conseqüentemente, o cultivo, o consumo e o uso dessas frutas nos mais variados setores da indústria (DE ARAÚJO et al., 2019).

3.2. Compostos Bioativos

3.3. A grumixama

A grumixameira é uma planta nativa da Mata Atlântica, da espécie *Eugenia brasiliensis*, pertencente à família das Mirtáceas, cultivada em pomares domésticos e encontrada no seu habitat natural, a Mata Atlântica - bioma que se estende do Sudeste da Bahia até Santa Catarina (LORENZI et al., 2015). Existem três variedades de grumixameiras descritas na literatura (Fig. 1C): *Erythrocarpus*, de frutos grandes e vermelhos (ou roxos, com sépalas roxas), *locarpus* de frutos pretos (com sépalas verdes) e a *Leucocarpus* de frutos amarelados (MUNIZ, 2008). Popularmente são reconhecidas apenas duas variedades, de coloração roxa ou amarela.



Figura 1. a) grumixameira; b) brotos jovens, flores e folhas; c) frutos das três variedades descritas na literatura; d) frutos em diferentes estádios de maturação. (Fonte: Fernanda Pazin).

A grumixameira é uma árvore de copa densa de 8 a 15 metros de altura (Fig. 1A), de folhas brilhantes, simples e opostas e com brotos marrons avermelhados (Fig. 1B) (MUNIZ, 2008). As flores são brancas (Fig. 1B), solitárias e axilares, de pedúnculo longo, que se formam em setembro / outubro (LORENZI et al., 2006).

Os frutos são bagas pequenas, brilhantes, redondas e achatadas (Fig. 1C), que pesam cerca de 3 g e medem cerca de 3 cm de diâmetro e 2 cm de altura, com 1 ou 2 sementes (MUNIZ, 2008; LORENZI et al., 2006). O amadurecimento ocorre de novembro a janeiro (MUNIZ, 2008), variando com as condições ambientais. A grumixama apresenta sabor doce e agradável (LORENZI et al., 2015), e pode ser usada para consumo *in natura*, ornamentos de tortas e bolos ou processada nas formas de sucos, geleias e licores (MUNIZ, 2008).

A diversidade de coloração entre as variedades é um indicativo de presença de pigmentos como carotenoides e antocianinas, compostos bioativos que promovem efeitos benéficos ao organismo humano. A coloração vermelha e roxa das grumixamas indica a presença de alto teor de antocianinas, pigmentos funcionais com capacidade antioxidante, anti-inflamatória, anticarcinogênica, antimicrobiana, de prevenção a doenças crônicas e degenerativas, obesidade e controle de diabetes (HE; GIUSTI, 2010), de grande importância para indústria alimentícia como corante natural (GIUSTI; WROLSTAD, 2003).

Em grumixamas roxas, foram descritas 9 antocianinas, levantando evidências de benefícios em tratamento de doenças pulmonares (FLORES et al., 2012), na inibição da proliferação de células com câncer de mama (TEIXEIRA et al., 2017) e atividade antiinflamatória, antioxidante e antimicrobiana (INFANTE et al., 2016; LAZARINI et al., 2018; ZOLA et al., 2019). As grumixamas roxas e amarelas também são consideradas fontes de flavonoides e elagitaninos, dando-lhes características de alimentos funcionais (TEIXEIRA et al., 2015).

Além dos benefícios do consumo dos frutos, outras estruturas da grumixameira como folhas em forma extrato (COLLA et al., 2012; FERREIRA; DE ROSSO; MERCADANTE, 2010; INFANTE et al., 2016; LIMA et al., 2017; SIEBERT et al., 2017; SIMÕES et al., 2018; SOUZA et al., 2018), óleo de folhas e frutos (MORENO et al., 2007), casca e sementes (NASCIMENTO et al., 2017) também apresentam potenciais benefícios para saúde, devido a quantidade de compostos fenólicos concentrados nessas estruturas.

Evidências dos efeitos promotores de bem-estar à saúde humana relacionadas à grumixameira ressaltam a importância dessa planta como fonte de compostos bioativos e alimento funcional aliados na prevenção e no tratamento de doenças. Devido aos potenciais benefícios para indústria alimentícia, farmacêutica e medicinal, torna-se relevante o cultivo de grumixameiras selecionadas a partir da caracterização físico-química de acessos e comercialização de seus produtos.

3.4. Caracterização de acessos

A variabilidade de frutas nativas representa um vasto espaço amostral de recursos genéticos e fenotípicos a ser explorado (OLIVEIRA et al., 2012). A variabilidade genética é a expressão das características fenotípicas de um indivíduo estabelecidas pela interação entre genótipo e ambiente (PALMIERI et al., 2017). A diversidade genética é fundamental para manter o equilíbrio dos ecossistemas pois as espécies são interdependentes entre si e qualquer perda de variabilidade ameaçaria outras espécies.

Existem poucas informações sobre a diversidade genética das grumixamas - conhecimento importante para possível domesticação e desenvolvimento de variedades. Resultados como maiores rendimentos, produtividade, concentrações de compostos de interesse ou resistência a doenças dependem destes estudos iniciais (SMID et al., 2017). A

grumixama apresenta grande potencial de comercialização, não apenas pelo sabor agradável e pela aparência atrativa, mas como promissora fonte de compostos bioativos (SILVA et al., 2014).

O mercado consumidor de frutas frescas demonstra-se exigente quanto a qualidade dos produtos. A qualidade pode ser quantificada por análises físico-químicas e compostos bioativos pós-colheita, resultando em uma caracterização dos frutos. A biometria de frutos de plantas diferentes da mesma espécie, ou seja, quantificação da composição físico-química, permite detectar a variabilidade genética entre populações (MACIEL et al., 2018) importante na conservação e exploração dos recursos vegetais.

A caracterização físico-química de frutas nativas identifica a diversidade existente, permite analisar a qualidade pós-colheita e fornece dados para desenvolvimento de técnicas de produção, manuseio, acondicionamento, conservação (BOSCO et al., 1996) e destinação adequada dos frutos. Portanto, essa biometria possibilita a seleção de matrizes para propagação e assim, alicerça futuras pesquisas para a produção e popularização do consumo destas frutas.

3.5. Caracterização de estádios de maturação e ponto de colheita

A caracterização físico-química de diferentes estádios de maturação aliada às análises da atividade respiratória e da produção de etileno permitem criar uma “linha do tempo” do fruto e podem auxiliar na determinação do ponto ótimo de colheita de acordo com sua destinação (BASTOS et al., 2016), afim de garantir longevidade e qualidade ao fruto.

A qualidade dos frutos depende de fatores pré e pós-colheita, como o amadurecimento, o qual consiste num processo de transformações bioquímicas e fisiológicas simultâneos e geneticamente programados que faz parte do desenvolvimento do fruto. O estágio de amadurecimento em que os frutos são colhidos interfere no acúmulo de substâncias do metabolismo do vegetal. Essas mudanças refletem nos atributos físicos, químicos e sensoriais, como a cor, o sabor e no aroma (CHITARRA; CHITARRA, 2005; WATADA et al., 1984).

Existem diversos indicadores físico, químicos e fisiológicos que caracterizam o processo de amadurecimento dos frutos e indicam a qualidade e conseqüentemente o ponto de colheita. Alguns são visíveis, como alteração da cor da casca, perda de clorofila,

produção de pigmentos como carotenoides e antocianinas. Outros, como o teor de sólidos solúveis, a acidez e o teor de vitamina C (KADER, 1985) precisam de metodologias específicas para serem quantificados.

Cada espécie frutífera apresenta um ponto de colheita ideal para manutenção da sua qualidade pós-colheita, que depende da respiração e da produção de etileno (C_2H_4) - hormônio responsável pelas reações bioquímicas durante o amadurecimento dos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). A perecibilidade geralmente relaciona-se com a alta atividade respiratória. Uma abordagem clássica na pós-colheita enquadra os frutos quanto ao seu comportamento fisiológico de produção de gás carbônico (CO_2) e C_2H_4 , podendo ser agrupados em climatérico ou não climatérico. Frutos climatéricos apresentam alta produção de CO_2 e C_2H_4 que coincidem com o amadurecimento, já os não-climatéricos não tem suas taxas de produção de CO_2 e C_2H_4 alteradas durante o amadurecimento, as quais geralmente mantem-se baixas (KADER, 1985).

Frutos climatéricos, em teoria, podem ser colhidos fisiologicamente imaturos, pois tem a capacidade de amadurecer após serem destacados da planta. Frutos não-climatéricos devem ser colhidos após completarem o processo de amadurecimento na própria planta. Atualmente, o uso desses conceitos pode ser indevido, pois cada espécie apresenta particularidades em seu processo de amadurecimento e podem não se encaixar nessas definições (AZZOLINI et al., 2005).

A escolha do estágio de maturação ideal para a colheita determina tempo de armazenamento e a qualidade de frutos (PAREEK et al., 2009). Frutos colhidos imaturos são mais susceptíveis a desordens fisiológicas e aqueles colhidos muito maduros têm sua vida útil reduzida (KADER, 1999).

A coloração da casca é um importante indicador do amadurecimento. Durante o processo de amadurecimento de grumixamas, a cor da casca varia de verde a roxo escuro, passando por estádios amarelados e avermelhados (Fig. 1D), devido à presença de pigmentos como clorofilas, carotenoides e antocianinas (DA SILVA et al., 2014). As grumixamas podem ser consideradas alimentos funcionais, porém apresentam tempo de prateleira curto pela alta perecibilidade (PAREEK et al., 2009), o que torna difícil a sua comercialização *in natura*.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Caracterização da qualidade pós-colheita de acessos de grumixamas

4.1.1. Colheita, acondicionamento e transporte

Foram coletados frutos maduros provenientes de acessos de grumixameiras de três variedades (Fig. 2), todos originados de sementes. As plantas estão localizadas nos municípios paulistas de Jundiaí (JU), Natividade da Serra (TA), Paraibuna (SB), Pariquera-Açu (PA), Piracicaba (FA e ESALQ), Rio Claro (SA) e Tupi (TU – distrito de Piracicaba)(Fig. 3). Todas as plantas amostradas foram georreferenciadas e identificadas com placas de metal fixadas com pregos galvanizados.



Figura 2. Ponto de colheita dos frutos para análise de caracterização de acessos.

Os frutos foram coletados manualmente, acondicionados em caixas de papelão com plástico bolha e transportados em caixas de poliestireno com placas de gelo até o Laboratório de Pós-Colheita de Produtos de Hortícolas (LPV – ESALQ/USP – Piracicaba/SP), onde foram realizadas as análises. Os frutos foram selecionados para o estabelecimento de lotes uniformes quanto ao tamanho e coloração da casca.

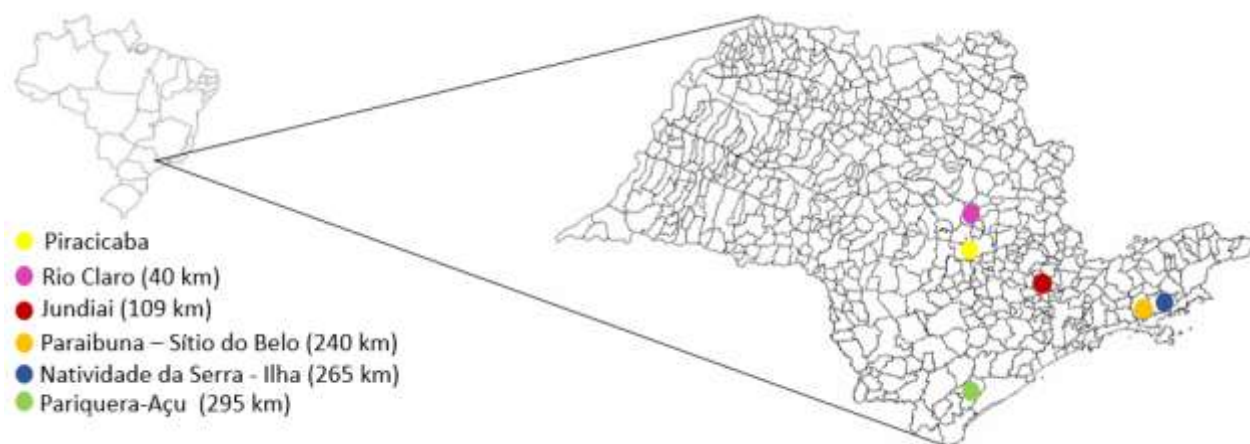


Figura 3. Locais de coleta e suas distâncias de Piracicaba.

4.1.2. Amostras

Assim que os frutos chegaram ao laboratório, no dia da coleta, foram realizadas análises físicas e físico-químicas de: massa fresca, diâmetro e altura, massa das sementes, número de sementes, rendimento da polpa, firmeza da polpa, coloração da casca e teores de sólidos solúveis totais e de acidez total titulável.

As análises capacidade antioxidante, compostos fenólicos totais, antocianinas totais, flavonóides totais e carotenoides totais foram realizadas posteriormente, com a polpa dos frutos que foram congeladas em N₂ líquido e armazenadas em ultrafreezer a -80 °C.

4.1.3. Caracterização Físico-Química e Compostos Bioativos

4.1.3.1. Análises Físicas

A altura e o diâmetro dos frutos foram medidos com paquímetro digital e expressos em milímetros (mm).

Os frutos foram classificados quanto ao formato pela relação entre altura e diâmetro, sendo caracterizados como ovais, os frutos que apresentaram altura/diâmetro > 1; achatados, os que apresentaram altura/diâmetro < 1 e arredondados, os que apresentaram altura/diâmetro = 1 (ANDRADE; ARAGÃO; FERREIRA, 1993).

A massa dos frutos inteiros e das sementes foi aferida em balança semi analítica TECNAL, modelo B Tec 210A e os resultados foram expressos em gramas (g).

O rendimento da polpa foi calculado pela diferença entre a massa do fruto inteiro e das sementes e o resultado foi expresso em porcentagem (%).

A firmeza foi quantificada por aplanção (Calbo; Nery, 1995) e os resultados foram expressos em gf mm².

A coloração da casca foi medida por colorímetro Minolta®, modelo CR-300. Foram feitas duas leituras em pontos equidistantes na região equatorial dos frutos inteiros. Os resultados foram expressos em luminosidade (L*), cromaticidade (C*) e ângulo *hue* (°h). O parâmetro L* varia de 0 (preto) a 100 (branco) e indica quão claro ou escuro é o produto. Já C* permite aferir quão vívida é a cor. O °hue é um parâmetro resultante da interação dos componentes a* e b* que variam de vermelho (+a) a verde (-a) e b, de amarelo (+b) a azul (-b), respectivamente (KONICA MINOLTA, 2015).

4.1.3.2. Análises Químicas

O teor de sólidos solúveis foi avaliado em refratômetro digital Atago PR-101, Palette e expressos em graus Brix.

A acidez total titulável foi determinada por titulação de neutralização (CARVALHO et al., 1990). Foram preparados extratos contendo 5 g da amostra homogeneizada com 45 mL de água destilada. A titulação foi feita com bureta digital, usando NaOH à 0,1N até pH 8,1. O volume de NaOH usado na titulação foi medido e os resultados expressos em g 100⁻¹ de ácido cítrico por massa fresca (mf).

Valores de *ratio* foram calculados pela relação entre sólidos solúveis e acidez titulável.

4.1.3.3. Compostos Bioativos e Capacidade Antioxidante

Antocianinas e flavonoides totais foram determinados segundo a metodologia de Francis (1982), utilizando solução de Etanol-HCl. Os resultados de antocianinas totais foram expressos em mg 100 g⁻¹ mf e os resultados de flavonoides amarelos estão expressos em mg de 100 g⁻¹ mf.

A capacidade antioxidante foi determinada por meio do método ABTS em espectrofotômetro Biochrom, modelo Libra S22 (AL-DUAIS et al., 2009). As leituras foram realizadas em 734 nm e os resultados expressos em μmol de trolox g^{-1} de polpa da fruta.

Os carotenoides totais foram medidos em espectrofotômetro. Foram preparados extratos com massa fresca da polpa dos frutos homogeneizados em acetona a 80%. Foram feitas leituras de clorofila a, clorofila b e carotenoides, nos comprimentos de absorvância 663 nm, 646 nm e 470 nm, respectivamente (LICHTENTHALER, 1987). O teor de carotenoides totais foi expresso em mg g^{-1} mf.

Os compostos fenólicos totais foram analisados em espectrofotômetro, a partir da reação de oxidação com o reagente Folin-Ciocalteu (SINGLETON; ROSSI, 1965). Foram preparados extratos com massa fresca da polpa do fruto diluída de água destilada. Posteriormente, foram adicionados o reagente Folin-Ciocalteu e carbonato de sódio 4% ao extrato. A leitura foi feita em espectrofotômetro na absorvância de 740 nm. Os resultados de compostos fenólicos foram expressos em mg 100 g^{-1} de ácido gálico mf.

4.1.4. Delineamento Estatístico e Análise dos Resultados

O delineamento experimental para a caracterização dos atributos físicos foi de 3 repetições de 10 frutos para cada acesso. Para as análises químicas, foram retiradas as sementes dos frutos usados nas análises físicas e esses frutos foram triturados com a casca, formando uma polpa. As polpas foram utilizadas para as análises químicas e de compostos biotativos. O delineamento para as análises químicas foi de 3 repetições.

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) seguida de Scott-Knott no software SISVAR para avaliação das médias. As médias também foram submetidas a análise multivariada de componentes principais (ACP), no software Statistica 7.

4.2. Caracterização de estádios de maturação

4.2.1. Coleta, acondicionamento, transporte e armazenamento

Foram coletadas grumixamas em Paraibuna- SP, em três estádios de maturação da variedade roxa, com base na coloração da casca, sendo: verde (casca verde – estágio 1), “de

vez” (casca vermelha – estágio 2) e maduro (casca roxa – estágio 3). Os frutos foram coletados manualmente, acondicionados em caixas de papelão com plástico bolha e transportados em caixas de poliestireno com placas de gelo até o Laboratório de Pós-Colheita de Produtos de Hortícolas (LPV) na ESALQ em Piracicaba-SP, onde foram armazenados em câmara de refrigeração a $22\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ e UR $90\% \pm 5\%$. Os frutos foram selecionados para estabelecer lotes uniformes quanto a coloração da casca e os que apresentarem danos foram descartados.

4.2.2. Caracterização físico-química e compostos bioativos

Para analisar a qualidade das grumixamas nos três estádios, foi feita caracterização inicial e final de cada estágio a partir das análises: coloração da casca, firmeza, sólidos solúveis e acidez total titulável nos frutos *in natura*. Já as análises de compostos fenólicos, antocianinas totais e flavonoides amarelos foram realizadas em polpa congelada em nitrogênio líquido e armazenados a -80 °C . O período de vida útil dos frutos foi acompanhado diariamente e variou de acordo com o estágio de maturação em que foram colhidos.

4.2.3. Análise da atividade respiratória e produção de etileno

A atividade respiratória (produção de CO_2) e a produção de etileno (C_2H_4) foram determinadas todos os dias, durante o armazenamento. O período de armazenamento variou de acordo com o estágio de maturação em que os frutos foram colhidos.

Para as análises de produção de CO_2 e de C_2H_4 , os frutos foram acondicionados em recipientes de vidro e armazenados a $22 \pm 1\text{ °C}$ e UR $90\% \pm 5\%$. Os frascos foram fechados por 1 h e, posteriormente, foram retiradas amostras de 1 mL com uma seringa para injeção em um cromatógrafo a gás, Trace 2000GC (Thermo Finnigan) equipado com detector por ionização de chama (FID), tendo o nitrogênio como gás de arraste, a um fluxo de $33,3\text{ mL min}^{-1}$ e temperatura de coluna a 200 °C . Os resultados de produção de CO_2 foram expressos em $\text{mL kg}^{-1}\text{ h}^{-1}$ e de produção de etileno em $\mu\text{ kg}^{-1}\text{ h}^{-1}$.

4.2.4. Delineamento experimental e análise dos resultados

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três tratamentos (estádios de maturação) e dias de análises de produção de CO₂ e C₂H₄ - realizadas diariamente até a senescência dos frutos, variando de acordo com o ponto de colheita de cada estágio. Foram utilizados 20 frutos de cada tratamento por frasco, com 3 repetições. Os dados de atividade respiratória e produção de etileno foram representados graficamente com os valores médios e desvios padrão.

O delineamento da caracterização inicial e final dos estádios foi inteiramente casualizado e constituídos por 3 repetições. Os dados foram avaliados em análise de variância (*ANOVA*) seguida de Tukey a 5% no software SISVAR.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Caracterização de acessos

5.1.1. Análises Físicas

A massa fresca média dos frutos apresentou variação de $1,47 \pm 0,31$ g a $6,97 \pm 0,79$ g, representada pelos acessos PA02 e JU04, respectivamente (Tab. 1). O fruto de maior massa individual registrado foi de 10,61 g (JU04), contido num universo de frutos que variaram de 4,01 g até 10,61 g. Os valores de massa deste trabalho foram superiores aos reportados por Muniz (2008), Ide et al. (2014) e Lorenzi et al. (2015) e similares ao resultado de Nascimento et al. (2017), de 4,5g.

Tabela 1. Caracterização física de 59 acessos de grumixama (*Eugenia brasiliensis* Lam), fruta nativa da Mata Atlântica brasileira

Acesso	Variáveis																			
	MF	REND	Sem	FIRM	Alt	Diam	Form	L*	C*	°h										
TA31	6,07	b	87,31	b	1,43	a	3,99	d	16,86	c	22,31	b	0,76	d	34,51	e	4,23	a	355,44	h
TA32	6,24	b	87,00	b	1,87	b	2,85	f	17,49	c	21,99	b	0,80	d	33,20	e	3,61	a	353,19	h
TA33	5,85	b	88,83	a	1,57	b	1,41	g	17,27	c	21,62	c	0,80	d	32,79	d	4,28	a	350,97	h
TA34	6,06	b	81,85	e	3,30	d	1,49	g	19,24	b	22,30	b	0,86	b	34,40	e	4,13	a	354,02	h
TA35	6,15	b	87,89	b	2,27	b	1,60	g	17,95	c	22,05	b	0,81	c	33,83	e	3,59	a	349,81	g
TA36	6,84	a	89,25	a	1,67	b	2,35	f	18,47	b	23,68	a	0,78	d	34,81	e	4,70	a	350,62	h
TA37	4,91	d	88,76	a	1,10	a	1,24	g	17,10	c	21,36	c	0,80	d	34,79	e	4,44	a	352,28	h
TA41	5,92	b	86,71	c	1,57	b	3,35	e	17,08	c	21,68	c	0,79	d	34,14	e	3,47	a	350,41	h
TA42	4,88	d	85,56	b	1,70	b	1,08	g	15,46	d	21,48	c	0,72	d	33,94	e	4,66	a	353,65	h
TA45	4,45	e	87,73	b	1,43	a	4,49	d	15,92	d	19,92	d	0,80	d	33,86	e	4,17	a	351,75	h
TA49	6,89	a	83,55	d	3,27	d	2,60	f	20,09	a	23,58	a	0,85	b	35,16	e	4,45	a	355,07	h
TA53	5,73	b	84,59	d	2,53	c	1,18	g	16,90	c	21,36	c	0,79	d	33,67	e	3,47	a	343,35	g
TASM	6,49	a	85,36	c	1,77	b	1,61	g	19,08	b	22,93	b	0,79	d	33,70	e	3,89	a	351,78	h
TANO	5,53	c	90,23	a	1,17	a	1,39	g	16,69	c	21,10	c	0,83	c	34,24	e	3,60	a	349,18	g
SB06	3,26	f	90,26	a	1,43	a	2,23	f	15,59	d	17,66	f	0,88	b	30,31	c	5,70	b	10,62	a
SB16	2,73	g	90,98	a	1,27	a	5,58	c	14,74	e	17,05	f	0,86	b	37,96	f	4,73	a	9,52	a
SB30	2,98	g	86,93	b	1,73	b	4,72	d	14,62	e	17,38	f	0,84	c	37,39	f	4,23	a	6,20	a
SB43	2,44	h	87,23	b	1,03	a	2,71	f	13,70	f	16,49	g	0,83	c	28,64	c	5,83	b	20,62	b
SB54	4,19	e	88,19	a	1,93	b	1,79	g	18,41	b	19,04	e	0,97	a	32,12	d	3,41	a	18,27	b
SB56	3,13	f	88,00	b	1,93	b	2,50	f	16,55	c	17,72	f	0,93	a	29,36	c	5,69	b	13,53	a
SB58	3,28	f	89,23	a	1,53	b	2,83	f	16,18	c	18,24	e	0,89	b	33,36	e	5,32	b	9,42	a
SB64	2,07	i	84,65	d	1,73	b	7,86	a	12,63	g	14,98	h	0,84	c	32,33	d	9,21	c	15,50	b
SB70	3,42	f	87,82	b	2,17	b	3,18	e	16,27	c	18,71	e	0,87	b	37,31	f	4,72	a	354,74	h
SB73	3,12	f	81,32	e	1,30	a	2,45	f	13,62	d	15,69	g	0,88	b	56,89	h	35,62	g	86,52	f
SB74	3,20	f	88,12	b	1,70	b	2,45	f	15,59	d	17,68	f	0,78	d	30,46	c	5,51	b	10,55	a
SB86	2,37	h	90,28	a	1,13	a	2,47	f	12,52	g	16,05	g	0,80	d	27,58	b	5,15	b	25,51	c
JU04	6,98	a	82,03	e	3,43	d	2,29	f	20,95	a	24,16	a	0,86	b	25,80	b	7,65	c	30,22	c

JU05	4,63	d	83,39	d	3,70	d	3,13	e	16,76	c	21,28	c	0,79	d	28,48	c	6,78	b	19,02	b
SA01A	4,21	e	88,96	a	2,03	b	3,42	e	17,37	c	19,18	e	0,91	a	48,97	g	27,14	e	81,45	f
SA01R	3,63	f	85,88	c	3,27	d	4,58	d	18,52	b	18,74	e	0,99	a	33,27	e	3,18	a	352,99	h
ESALQ1	2,88	g	87,40	b	1,17	a	4,50	d	15,74	d	16,25	g	0,97	a	57,69	h	38,48	h	80,64	f
PA01	2,10	i	86,30	c	1,38	a	5,09	c	13,50	g	15,47	g	0,87	b	27,68	b	4,74	a	21,54	b
PA02	1,47	j	82,88	e	1,13	a	1,71	g	11,74	g	13,48	i	0,87	b	26,34	b	5,84	b	28,40	c
PA03	1,55	j	84,47	d	1,57	b	2,31	f	11,46	g	14,34	h	0,80	d	28,30	c	4,44	a	23,91	c
PA04	1,79	j	85,28	c	1,73	b	2,12	f	11,70	g	15,07	h	0,78	d	26,22	b	5,97	b	31,34	c
PA05	3,72	e	85,58	c	1,63	b	1,84	g	16,34	c	18,78	e	0,87	b	27,52	c	5,56	b	27,03	c
PA06	4,06	d	87,39	b	1,53	b	3,08	e	15,39	d	19,32	e	0,80	d	29,15	c	4,51	a	27,93	c
PA07	2,89	g	89,45	a	1,23	a	2,41	f	13,92	f	17,45	f	0,80	d	29,00	c	4,81	a	39,87	d
PA08	3,04	g	87,89	b	1,40	a	3,42	e	13,70	f	17,80	f	0,77	d	28,82	c	5,26	b	37,41	d
PA09	3,24	f	88,07	b	1,03	a	4,00	d	14,94	e	17,95	f	0,83	c	27,22	b	6,47	b	37,37	d
PA10	2,96	g	88,06	b	1,07	a	2,39	f	14,31	e	16,93	f	0,85	c	31,89	d	3,60	a	38,05	d
PA11	3,42	f	86,29	b	1,30	a	2,86	f	14,05	e	18,70	e	0,75	d	31,33	d	3,82	a	35,43	d
PA12	5,79	b	85,91	c	1,80	b	2,36	f	17,00	c	22,04	b	0,77	d	48,90	h	26,54	e	83,41	f
FA02	2,37	h	84,46	d	1,33	a	7,60	a	13,63	f	16,70	g	0,80	d	32,29	d	3,48	a	14,55	a
FA03	3,10	g	82,85	e	1,77	b	5,64	c	12,23	g	15,71	g	0,86	b	13,92	a	12,62	d	13,93	a
FA05	6,18	b	87,45	b	1,40	a	4,21	d	19,07	b	22,08	b	0,90	b	31,65	d	4,22	a	347,54	g
FA06	4,35	e	83,60	d	1,47	a	7,08	a	17,78	c	19,82	e	0,92	a	31,47	d	6,06	b	14,96	a
FA07	5,12	c	81,92	e	2,23	c	5,04	c	17,71	c	19,16	e	0,89	b	12,87	a	11,62	d	13,17	a
FA08	6,70	a	87,65	b	1,45	a	3,96	d	18,79	b	22,28	b	0,83	c	33,41	e	4,63	a	21,28	b
FA10	5,78	b	80,64	f	2,57	c	4,14	d	18,93	b	22,84	b	0,83	c	32,32	d	4,21	a	12,44	a
FA11	5,66	b	89,31	a	4,10	e	4,44	d	15,02	d	19,94	e	0,81	c	33,26	e	4,90	b	20,08	b
FA13	3,85	e	66,17	h	4,67	f	3,48	e	13,75	f	17,54	f	0,80	d	34,70	e	5,46	b	19,33	b
FA14	3,55	f	84,16	d	1,10	a	6,24	b	14,38	e	16,89	g	0,90	b	33,89	e	5,70	b	17,30	b
FA15	4,64	d	81,78	e	1,10	a	5,14	c	15,81	d	17,14	f	0,88	b	32,73	d	3,83	a	15,48	b
FA16	3,57	f	77,05	g	4,80	f	3,31	e	14,46	e	17,16	f	0,84	c	32,93	d	3,25	a	15,58	b
FA19	3,66	f	84,26	d	2,40	b	3,63	e	13,82	f	16,55	g	0,85	b	31,61	d	3,42	a	23,62	c
FA20	4,09	e	88,33	b	1,13	a	3,44	e	18,29	b	19,79	e	0,90	b	34,48	e	6,02	b	8,31	a
TU05	4,18	e	87,17	b	1,18	a	3,14	e	14,99	e	20,26	d	0,74	d	52,34	h	43,44	i	78,30	e
TU06	4,77	d	91,48	a	1,02	a	2,73	f	16,60	c	21,95	b	0,76	d	29,24	c	4,63	a	359,87	h
TU17	2,72	g	84,43	d	1,10	a	3,41	e	14,10	e	18,15	f	0,78	d	30,30	c	3,31	a	9,75	a
MG	4,18		85,93		1,85		3,33		15,88		19,08		0,84		33,01		7,46		125,07	
CV%	8,03		1,49		20		17		5,29		3,48		3,73		3,29		10,8		2,97	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Todos os dados foram significativos ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$) (one-way ANOVA e teste Scott-Knott ao nível de 5%).

MF = massa fresca do fruto (g); REND = rendimento(%); NS = número de sementes; FIRM = firmeza (gf mm^{-2}); ALT = altura (mm); DIAM = diâmetro (mm); L* = luminosidade; C* = cromaticidade; °h = ângulo hue; MG = média geral; CV% = coeficiente de variação.

Com relação a massa das sementes, os acessos SB86 e JU04 apresentaram os menores (0,22 g) e maiores (1,28 g) valores, respectivamente. A massa das sementes tenderam a ser proporcionais à massa dos frutos, ou seja, frutos com maior quantidade de massa fresca, em sua maioria, apresentaram também elevada massa de sementes. A maioria dos frutos amostrados continha de 1 a 2 sementes, com exceção dos acessos FA11, FA13 e FA16 com $4,1 \pm 0,45$, $4,66 \pm 1,19$ e $4,8 \pm 0,5$ sementes, respectivamente (Tab. 1). Foram

verificados frutos com até 11 sementes, informação registrada neste estudo de forma inédita.

O rendimento da polpa dos frutos variou entre $66,16 \pm 3,48\%$ (FA13) e $91,48 \pm 1,87\%$ (TU06) (Tab. 1). Frutos de maior massa não necessariamente apresentaram alto rendimento de polpa: JU04 apresentou um dos menores rendimentos de polpa, com $82,03 \pm 1,83\%$ devido a elevada massa das sementes. Os acessos com maior número de sementes (FA13 e FA16) apresentaram os menores rendimentos de polpa. O rendimento da polpa do fruto é um parâmetro importante para aceitação do consumidor (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Para consumo in natura, prefere-se frutos com pouca sementes e alto rendimento da polpa, embora o baixo rendimento não inviabilize a utilização de uma espécie, podendo ser aproveitada pela indústria conforme a demanda do mercado consumidor (Carvalho; Muller, 2005).

A altura das grumixamas variou entre 1,14 cm e 2,09 cm, e os diâmetros apresentaram valores de 1,34 cm a 2,41 cm (Tab. 1). A altura e diâmetro estão de acordo com os valores relatados por Muniz (2008) e Lorenzi (2015), e pouco menores que aqueles aferidos por Ide (2014) - que reportou 2,39 cm e 2,88 cm para altura e diâmetro, respectivamente. O acesso JU04 se destacou quanto aos atributos de tamanho com $2,09 \pm 0,34$ cm de altura e $2,41 \pm 0,55$ cm de diâmetro, mostrando correlação entre essas medidas e a massa fresca do fruto. Os menores frutos foram amostrados nos acessos PA02, PA03 e PA04, os quais também foram os frutos que apresentaram menor massa fresca.

O formato de um fruto é quantificado pela razão entre a altura e o diâmetro (ANDRADE; ARAGÃO; FERREIRA, 1993), podendo ser achatados ($\text{altura} < \text{diâmetro}$), redondos ($\text{altura} = \text{diâmetro}$) ou ovais ($\text{altura} > \text{diâmetro}$). No presente estudo, todos os acessos apresentaram frutos classificados como achatados, ou seja, a altura foi menor que o diâmetro. As variações dessas medidas podem afetar a escolha do consumidor e também práticas de manuseio e destinação final do produto (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os acessos cujos frutos apresentaram menor firmeza foram TA42, TA53 e TA37 com valores $1,07 \pm 0,06$, $1,18 \pm 0,13$ e $1,24 \pm 0,01$ gf mm⁻², respectivamente (Tab. 1). Elevada firmeza foi registrada no acesso SB64 ($7,85 \pm 0,34$ gf mm⁻²). Em jabuticabas sabará, mirtácea nativa, foi reportado 5,5 gf mm⁻² (TEIXEIRA et al., 2011), valor similar aos de alguns acessos de grumixamas. A perda da firmeza é natural ao longo do processo de amadurecimento do fruto e existem muitas variáveis que podem interferir nesse evento. O ponto de colheita, o

horário e temperatura da colheita, o transporte e o armazenamento dos frutos são fatores que podem influenciar na firmeza do fruto (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Em relação a coloração da casca, a luminosidade (L^*) acima de 48 caracterizou os frutos amarelos (SB73, SAR, ESALQ, PA12 e TU05), enquanto que para frutos roxos, a luminosidade permaneceu sempre abaixo de 41. Frutos dos acessos amarelos TU05, ESALQ1, SB73, SAA e PA12 apresentaram cromaticidade de $43,43 \pm 2,8$, $38,11 \pm 2,12$, $35,97 \pm 2,57$, $27,14 \pm 0,72$ e $26,54 \pm 1,94$, respectivamente. Dentre esses acessos, TU05 foram os frutos amarelos de cor mais intensa. Entre os acessos das variedades roxa e preta a cromaticidade atingiu valores de $3,18 \pm 0,74$ e $12,61 \pm 1,44$, em SAR e FA03, respectivamente.

Para o ângulo hue, valores entre 343,35 e 39,87 representam os acessos roxos e pretos, respectivamente. As grumixamas amarelas apresentaram $^{\circ}h$ de 74,95 a 86,48. A cor dos vegetais é um atributo de qualidade formada por pigmentos naturais importantes para aceitabilidade do produto atrativo para o consumidor (CHITARRA; CHITARRA, 2005; FU et al., 2018).

5.1.2. Análises Químicas

O teor de sólidos solúveis mais elevado atingiu $19,43 \pm 0,03$ $^{\circ}Brix$ (FA14), o que corresponde a mais que 2,5 vezes o teor do acesso SB54. Os valores de SST reportados em todos os acessos amostrados foram superiores aos valores descritos por Aguiar (2015), de 5 $^{\circ}Brix$ e alguns acessos se assemelham a quantidade de 9,4 $^{\circ}Brix$, descrita por SILVA et al. (2014) e 13,21 $^{\circ}Brix$, por NASCIMENTO et al. (2017).

O pH foi o atributo com menor variação entre os acessos (Tab. 2). Os acessos mais ácidos foram TA35, TA37 e TA34, com valores de 3,1,0, 3,15, e 3,15, respectivamente. Aguiar, Sabaa-Srur e Barbosa (2015) reportaram teores de pH de 4,34 para grumixamas (AGUIAR; SABAA-SRUR; BARBOSA, 2015), resultado próximo aos descritos nos acessos menos ácidos FA03 (4,28) e JU05 (4,63).

Com relação a acidez titulável, os frutos de todos os acessos apresentaram perfil pouco ácido. PA04, SAR e SB54 continham os menores teores de ácido cítrico, com $0,44 \pm 0,04$, $0,44 \pm 0,05$ e $0,46 \pm 0,03$ g 100 g⁻¹ mf (Tab. 2). Esses valores foram superiores aos registrados por Aguiar (2015), 0,18 g 100 g⁻¹ mf. Os acessos mais ácidos foram os SB86 e

TU06, com teores médios de $1,11 \pm 0,01$ e $1,08 \pm 0,04$ g 100^{-1} g mf, respectivamente. Estes valores são superiores àquele reportado por NASCIMENTO et al. (2017), de $0,92$ g 100^{-1} g mf.

O menor valor médio de *ratio* foi observado no acesso TA53 (8,59), por apresentar baixo SS ($8,12 \pm 0,2$ °Brix) em relação a AT ($0,94 \pm 0,04$ g 100 g⁻¹ mf). Já o acesso FA13, apresentou elevado SS ($13,65 \pm 0,08$ °Brix) em relação a AT ($0,49 \pm 0,04$ g 100 g⁻¹ mf), obtendo *ratio* elevado com 27,91 (Tab. 2), valor semelhante ao encontrado por Aguiar et al. (2015) de 27,77. Alguns acessos de grumixamas apresentaram valores de *ratio* similares ao registrado por NASCIMENTO et al. (2017), de 14,13.

Bagetti et al. (2011), analisando frutos de pitanga roxa (*Eugenia uniflora*), família Myrtaceae, encontraram valor de *ratio* igual a 7,37. O baixo valor é devido a relação entre SS de 13,8 °Brix e AT de $1,87$ g 100^{-1} , podendo ser caracterizado como um fruto ácido. Em jabuticabas, foram observados valores de *ratio* de 7,43 a 18,91, dependendo do local de coleta (OLIVEIRA et al., 2003), variabilidade semelhante aos valores registrados entre os acessos de grumixamas.

Para culturas convencionais e de mercados estabelecidos, os valores de SS e *ratio* são importantes, tanto na decisão de colheita, como na destinação dos frutos. Para uvas, por exemplo, existe um valor mínimo de SST, de 15 °Brix para colheita dos frutos (CHOUDHURY; COSTA, 2004) e de *ratio*. Esses valores são estabelecidos de acordo com o mercado de destinação como para fabricação de geleias, sucos e tipos de vinhos.

Os atributos acidez titulável (AT), sólidos solúveis totais (SS), potencial hidrogeniônico (pH) e *ratio* são variáveis interdependentes que permitem inferir sobre o sabor dos frutos. O atributo *ratio* é um indicativo de qualidade para produtos in natura e processados, que representa o equilíbrio entre SST e AT (RIZZON; LINK, 2006). Os resultados obtidos aqui permitem caracterizar as grumixamas como fruto adocicado e levemente ácido.

Tabela 2. Caracterização química e compostos bioativos de 59 acessos de grumixamas (*Eugenia brasiliensis* Lam), fruta nativa da Mata Atlântica.

Acesso	Variáveis															
	SS		pH		AT		Ratio		Ant		Flav		CF		ABTS	
TA31	9,28	i	3,30	d	0,89	g	10,35	i	169,95	f	71,42	c	840,24	i	17,45	f
TA32	9,60	i	3,64	c	0,88	g	10,81	i	118,81	g	56,56	d	533,32	l	19,39	e
TA33	11,30	f	3,58	c	0,87	g	12,99	h	137,59	g	51,14	e	621,66	k	15,57	g
TA34	11,38	f	3,16	d	0,99	h	11,51	h	200,12	e	69,99	c	744,10	j	19,44	e
TA35	10,00	i	3,11	d	1,04	h	9,58	i	140,48	g	72,90	c	513,94	l	12,50	h
TA36	9,16	j	3,30	d	0,85	f	10,73	i	96,66	h	45,34	e	532,89	l	10,96	i
TA37	9,55	i	3,15	d	0,76	e	12,47	h	137,59	g	57,37	d	799,10	j	18,42	f
TA41	9,45	i	3,23	d	0,64	c	14,67	g	215,05	d	100,02	b	1144,25	f	23,49	d
TA42	9,91	i	3,21	d	0,94	g	10,50	i	137,77	g	61,69	d	1150,01	e	18,54	f
TA45	8,61	k	3,58	c	0,91	g	9,40	i	147,34	g	74,94	c	808,18	i	15,04	g
TA49	8,15	l	3,71	b	0,71	d	11,34	h	100,71	h	81,15	c	744,35	j	12,69	h
TA53	8,13	l	3,62	c	0,94	g	8,60	i	92,82	h	45,52	e	718,19	j	10,77	i
TASM	9,85	i	3,53	d	0,99	h	9,89	i	121,68	g	99,49	b	886,97	h	18,22	f
TANO	9,78	i	3,63	c	0,94	g	10,35	i	144,06	g	59,18	d	1069,39	f	15,57	g
SB06	8,68	k	3,83	b	0,52	b	16,77	f	133,56	g	76,57	c	937,02	h	21,24	d
SB16	9,46	i	3,45	c	0,77	e	12,45	h	190,58	e	95,48	b	1239,58	e	21,88	d
SB30	9,58	i	3,81	b	0,66	d	14,44	g	111,66	h	68,59	c	1318,65	d	17,01	f
SB43	12,88	e	3,46	c	0,94	g	13,73	g	94,19	h	40,36	e	933,17	h	9,53	i
SB54	7,55	m	3,74	b	0,47	a	16,00	f	77,67	i	58,03	d	895,44	h	8,33	i
SB56	8,73	k	3,99	a	0,56	b	15,45	g	100,91	h	48,36	e	861,39	i	19,33	e
SB58	8,66	k	3,83	b	0,51	b	16,68	f	135,94	g	72,93	c	933,08	h	21,60	d
SB64	9,85	i	3,67	c	0,76	e	12,91	h	66,23	i	83,25	c	1193,11	e	17,55	f
SB70	8,66	k	3,55	d	0,89	g	9,78	i	163,19	f	72,39	c	984,99	g	20,39	e
SB73	11,85	f	3,70	b	0,72	d	16,32	f	0,00	k	43,50	e	585,22	k	2,92	k
SB74	11,56	f	3,73	b	0,57	b	20,10	e	108,89	h	51,83	e	950,91	h	3,06	k
SB86	13,96	d	3,40	d	1,11	i	12,55	h	247,71	c	69,13	c	1354,86	d	19,91	e
JU04	8,88	k	3,47	c	0,67	d	13,26	h	142,54	g	48,08	e	709,52	j	17,77	f
JU05	8,60	k	4,64	a	0,61	c	14,06	g	126,59	g	61,64	d	740,87	j	15,04	g
SA01A	9,71	i	3,90	b	0,55	b	17,48	f	0,00	k	27,93	f	343,54	n	5,37	j
SA01R	8,01	l	4,03	a	0,46	a	17,26	f	276,70	b	136,13	a	467,44	m	22,08	d
ESALQ1	10,41	h	3,30	d	0,94	g	11,08	i	0,00	k	31,85	f	335,30	n	2,70	k
PA01	10,70	h	4,03	a	0,53	b	20,22	e	147,69	g	134,12	a	1391,60	c	32,01	b
PA02	11,50	f	4,17	a	0,51	b	22,34	d	136,25	g	92,36	b	1448,23	c	35,14	a
PA03	13,06	e	3,61	c	0,89	g	14,57	g	303,72	a	141,05	a	1769,73	a	37,01	a
PA04	11,38	f	4,09	a	0,44	a	25,85	b	111,88	h	109,14	b	1554,68	b	31,88	b
PA05	12,98	e	3,79	b	0,77	e	16,71	f	97,22	h	80,15	c	820,26	h	19,76	e
PA06	11,08	g	3,26	d	0,89	g	12,34	h	96,63	h	56,27	d	688,51	j	12,25	h
PA07	10,50	h	3,37	d	0,80	f	13,14	h	135,48	g	69,37	c	684,68	j	20,59	e
PA08	9,35	i	3,28	d	0,92	g	10,05	i	189,77	e	75,04	c	569,40	k	13,21	h
PA09	12,55	e	3,42	c	0,74	d	16,73	f	172,78	f	90,14	b	1178,01	e	26,27	c
PA10	11,60	f	3,30	d	0,94	g	11,96	h	221,62	d	82,33	c	916,69	g	22,77	d
PA11	9,06	j	3,35	d	0,82	f	9,66	i	203,89	d	75,01	c	753,60	j	16,13	g

PA12	12,63	e	3,48	c	0,64	c	15,37	g	0,00	k	11,58	f	208,50	o	5,05	j
FA02	12,33	f	3,97	a	0,61	d	19,11	e	130,21	g	102,70	b	809,94	i	12,60	h
FA03	12,45	e	4,29	a	0,59	c	20,62	e	122,20	g	138,92	a	1094,10	f	21,06	d
FA05	12,90	e	4,04	a	0,59	c	21,66	d	71,29	i	51,37	e	857,32	i	9,56	i
FA06	11,90	f	3,88	b	0,73	d	16,20	f	52,22	j	53,01	e	616,79	k	11,07	i
FA07	15,38	b	4,02	a	0,59	c	25,87	b	211,68	d	124,07	a	860,78	i	19,00	e
FA08	14,51	c	3,86	b	0,62	c	23,44	c	133,71	g	90,72	b	994,63	g	3,17	k
FA10	12,60	e	3,90	b	0,64	c	19,83	e	120,51	g	67,07	c	711,61	j	7,06	j
FA11	13,50	d	4,01	a	0,55	b	24,51	c	320,43	a	128,63	a	1057,86	g	13,13	h
FA13	13,65	d	4,19	a	0,49	a	27,91	a	123,01	g	90,14	b	1054,65	g	16,00	g
FA14	19,43	a	3,79	b	0,70	d	27,80	a	239,36	c	121,06	a	1013,43	g	18,19	f
FA15	12,80	e	4,04	a	0,50	a	25,50	b	219,23	d	101,37	b	990,53	g	17,49	f
FA16	13,06	e	4,13	a	0,48	a	26,95	a	182,73	e	139,67	a	829,51	i	15,10	g
FA19	9,95	i	4,04	a	0,48	a	20,59	e	107,97	h	131,59	a	440,94	m	19,07	e
FA20	10,21	h	3,76	b	0,59	c	17,06	f	102,67	h	44,13	e	915,45	g	4,67	j
TU05	12,56	e	3,46	c	1,08	i	11,56	h	0,00	k	15,34	f	209,59	o	2,15	k
TU06	13,71	d	3,56	c	1,08	i	12,60	h	112,62	h	47,83	e	647,61	k	3,06	k
TU17	9,60	i	3,83	b	0,70	d	14,36	g	307,73	a	107,13	b	874,02	i	3,78	k
MG	10,97		3,69		0,73		15,80		138,53		76,73		864,22		15,70	
CV%	2,80		3,69		0,74		6,13		9,60		15,80		4,93		11,03	

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste one-way ANOVA e teste Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Todos os dados foram significativos ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$). SS = Sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix); Ph = potencial hidrogeniônico; AT = acidez titulável ($g\ 100\ g^{-1}$ de ácido cítrico); *ratio* = SS / AT; Ant = antocianinas totais ($mg\ 100\ g^{-1}mf$); Flav = flavonoides totais ($mg\ 100\ g^{-1}mf$); CF = compostos fenólicos ($mg\ 100\ g^{-1}mf$ de equivalente de ácido gálico); ABTS = capacidade antioxidante ($\mu mol\ g^{-1}$ de trolox mf); MG = média geral; CV% = coeficiente de variação.

5.1.3. Compostos Bioativos e Capacidade Antioxidante

Os teores de carotenóides totais foram quantificados nos frutos amarelos, sendo de 495,65 a 1007,2 $\mu g\ 100^{-1}mf$, nos acessos PA12 e TU05, respectivamente (Fig. 4). Esses teores são superiores ao descrito por Silva et al. (2014) em grumixamas, de 515 $\mu g\ 100^{-1}mf$. Com destaque para o acesso TU17, cujo teor médio foi de 1007,2 $\mu g\ 100^{-1}mf$. Em outras mirtáceas, como cagaita e araçá, foram reportados valores similares de 430 e 960 $\mu g\ 100^{-1}mf$, respectivamente (SCHIASI et al., 2018; SILVA et al., 2014). Já para uvaías, foi registrado mais que o dobro de TU17, 2560 $\mu g\ 100^{-1}mf$ (SILVA et al., 2018).

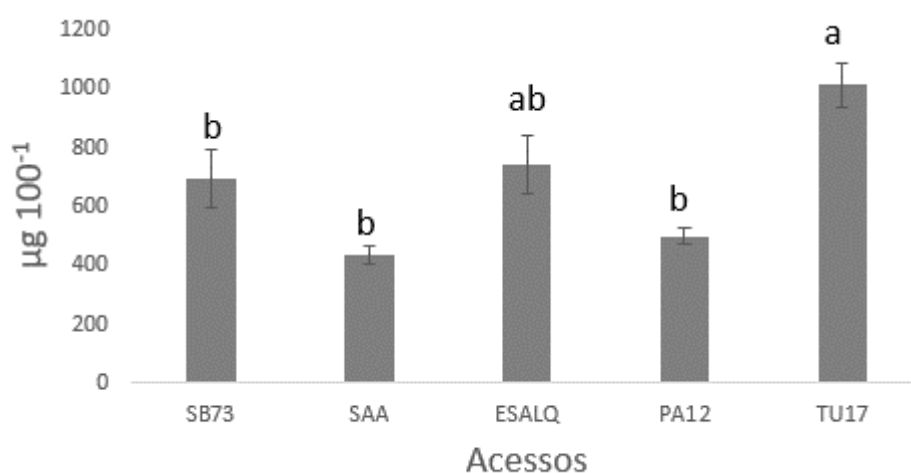


Figura 4. Teores de carotenóides totais em acessos de grumixama da variedade amarela (*Eugenia brasiliensis* Lam), fruta nativa da Mata Atlântica brasileira. Os dados estão apresentados como médias e desvios padrões. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de (one-way ANOVA e teste Tukey ao nível de 5%).

Os carotenoides são pigmentos naturais que conferem coloração amarela, vermelha e laranja nos vegetais; precursores de vitamina A e são considerados compostos bioativos. Essa classe de compostos vem despertando o interesse dos pesquisadores pelo seu potencial de prevenção e tratamento de doenças (ABEROUMAND, 2011).

Os teores de antocianinas totais variaram entre 52,22 a 320,43 mg 100 g⁻¹ mf, nos acessos FA06 e FA11, respectivamente. Esses resultados são semelhantes aos reportados para grumixamas de 179,79 mg 100 g⁻¹ mf (TEIXEIRA et al., 2015), 207,83 mg 100 g⁻¹ mf (STAFUSSA et al., 2018), 266,34 mg 100 g⁻¹ mf (HAMINIUK et al., 2011) e 290 mg 100 g⁻¹ mf (SILVA et al., 2014). O método de extração, a metodologia de quantificação e o estado físico (polpa fresca ou liofilizada) da amostra podem interferir nesses valores médios (MACHADO et al., 2017; REYNERTSON et al., 2011).

Outras frutas nativas brasileiras, reconhecidas como ricas em antocianinas, tais como açaí (111 mg 100 g⁻¹), jaboticaba (58,1 mg 100 g⁻¹ mf), jambolão (93,3 mg 100 g⁻¹ mf), jussara (192 mg 100 g⁻¹ mf) (RUFINO et al., 2010), camu camu (116 mg 100 g⁻¹ mf) (FREITAS et al., 2016) e pitanga roxa (136 mg 100 g⁻¹ mf) (BAGETTI et al., 2011) apresentaram menores teores do que em 10 acessos de grumixama analisados neste estudo. Em frutas como amora preta, mirtilo e morango, consideradas fontes de antocianinas, foram relatados teores de 104,1 mg 100 g⁻¹ mf (FERREIRA; DE ROSSO; MERCADANTE, 2010), 361,17 mg 100 g⁻¹ mf (REQUE et al., 2014) e 139,92 mg 100 g⁻¹ mf (RODRIGUES et al., 2017), respectivamente.

Os acessos amarelos apresentaram as menores concentrações de flavonoides amarelos, variando entre 11,57 e 31,84 mg 100 g⁻¹ mf de grumixama. Esses valores estão de acordo com o descrito por Teixeira et al. (2015), de 26,28 mg 100 g⁻¹ mf. Entre os acessos roxos e pretos, os teores variaram entre 40,35 e 141,05 mg 100 g⁻¹ mf, sendo que os acessos SB43 e PA03 representaram os menores e maiores teores, respectivamente. Valores semelhantes ou superiores na ordem de 14,84 mg 100 g⁻¹ mf (HAMINIUK et al., 2011), 35,51 mg 100 g⁻¹ mf (TEIXEIRA et al., 2015) e 36,36 mg 100 g⁻¹ mf (STAFUSSA et al., 2018) foram anteriormente reportados.

Os resultados para flavonoides amarelos desse trabalho podem ser comparados com os valores médios encontrados em outras frutíferas nativas como cambuci (30,4 mg 100 g⁻¹ mf) (STAFUSSA et al., 2018), açaí (197,25 mg 100 g⁻¹ mf), araçá (91,43 mg 100⁻¹ mf), camu-camu (20,1 mg 100 g⁻¹ mf), e uvaia (17,5 mg 100 g⁻¹ mf) (RUFINO et al., 2010) e exóticas como acerola (29,09 mg 100 g⁻¹ mf) e carambola (122,17 mg 100 g⁻¹ mf) (STAFUSSA et al., 2018).

Com relação aos teores de compostos fenólicos totais (Tab. 2), os acessos de grumixamas apresentaram variação de 208,58 a 1769,84 mg 100 g⁻¹ mf de equivalente de ácido gálico. As grumixamas amarelas apresentaram teores menores do que as grumixamas das variedades roxa e preta. O teor máximo de compostos fenólicos em grumixamas amarelas foram de 585,22 mg 100 g⁻¹ mf (SB73), enquanto os menores teores nas grumixamas roxa e preta foram de 440,93 mg 100 g⁻¹ mf (FA19). Esses teores são superiores aos descritos por Machado et al. (2017), Stafussa et al. (2018) e Zola et al. (2019), de 207,83, 1089 e 252 mg 100⁻¹ mf respectivamente, e inferiores a 2480 mg 100 g⁻¹ mf (REYNERTSON et al., 2011).

Em pitangas, foram registradas concentrações de 463, 210 e 179 mg 100 g⁻¹ mf de compostos fenólicos em pitangas roxa, vermelha e laranja, respectivamente (BAGETTI et al., 2011), mostrando correlação entre a coloração dos frutos e a concentração de compostos fenólicos. Rodrigues et al (2017) relataram 296,21, 451,06 e 526,55 mg 100 g⁻¹ mf em mirtilo, amora e morango, respectivamente. Na caracterização de 44 frutos entre nativos brasileiros e exóticos, o açaí teve a maior concentração média de compostos fenólicos com 708,22 mg 100 g⁻¹ mf (STAFUSSA et al., 2018). Avaliando a diversidade fenotípica de cambucis, mirtácea nativa da Mata Atlântica, Tokairin et al. (2018) registraram concentração de compostos fenólicos de até 3526,04 mg 100 g⁻¹ mf (TOKAIRIN et al., 2018)

Antocianinas, flavonoides e fenólicos são grupos de moléculas presentes nos vegetais que despertam o interesse da comunidade científica pelas suas propriedades benéficas a saúde humana, podendo ser chamadas de compostos bioativos. A quantificação desses compostos é essencial para entender o potencial nutracêutico dos produtos e possível introdução na indústria alimentícia (DA SILVA et al., 2014). Os resultados aqui observados evidenciam a característica das grumixamas como fonte de antocianinas e flavonoides, com elevada concentração de compostos fenólicos.

Com relação à capacidade antioxidante medida por ABTS, as variedades roxa e preta demonstraram maior capacidade do que a variedade amarela ($5,36 \mu\text{mol g}^{-1}$ de trolox f.w.), com destaque para o acesso PA03, com média de $37,01 \mu\text{mol g}^{-1}\text{mf}$ (Tab. 2). Os resultados apresentados no presente trabalho são semelhantes a capacidade antioxidante de frutos já considerados fontes de compostos bioativos e propriedades funcionais, como açaí ($40,35 \mu\text{mol g}^{-1} \text{mf}$), amora ($22,84 \mu\text{mol g}^{-1} \text{mf}$), goiaba ($17,73 \mu\text{mol g}^{-1} \text{mf}$), kiwi ($10,12 \mu\text{mol g}^{-1} \text{mf}$), mirtilo ($20,40 \mu\text{mol g}^{-1} \text{mf}$) e uva ($13,93 \mu\text{mol g}^{-1} \text{mf}$) (STAFUSSA et al., 2018). As grumixamas caracterizadas apresentam alta atividade antioxidante comparando com outras frutas já conhecidas por essa propriedade como o açaí. Para confirmar essa capacidade, são necessários outros estudos *in vitro* e *in vivo*.

5.1.4. Análise Componentes Principais

Com relação a análise de componentes principais, foram avaliadas 14 variáveis em frutos de grumixameira das variedades roxa e preta : massa do fruto (MF), número de sementes (Sem), altura (Alt), diâmetro (Diam), cor (L^* , C^* e $^{\circ}h$), firmeza (Firm), acidez titulável (AT), sólidos solúveis totais (SS), flavonoides amarelos (Flav), compostos fenólicos totais (Fen), antocianinas totais (Ant) e capacidade antioxidante (ABTS), as quais foram reduzidas a dois componentes. Esses dois componentes explicaram 52,84%, da variabilidade dos dados, em que 38,5% corresponde ao fator 1 e 14,34% corresponde ao fator 2 (Fig. 5).

As características físicas de massa do fruto, massa da sementes, diâmetro e altura estão representadas no primeiro quadrante. Os dois acessos de Jundiá (JU) se destacaram quanto a esses atributos físicos (Tab. 1). No segundo quadrante, FA03 e FA07 se diferenciam completamente dos outros acessos por apresentarem elevado valor de cromaticidade (Tab. 1).

No terceiro quadrante, os acessos de Pariquera-Açu (PA): PA01, PA02, PA3 e PA04, se destacam por apresentarem os maiores teores de antocianinas totais, compostos fenólicos e capacidade antioxidante, como podemos observar na Tab. 1. Os acessos amostrados em Natividade da Serra (TA) formam um grupo no quarto quadrante, devido às semelhanças entre eles nos resultados de cor ($^{\circ}h$ e L^*) e acidez titulável (Tab. 1).

Os acessos de Paraibuna (SB) formam um grupo na região central do gráfico e não se destacam em nenhuma variável, assim como os acessos de Piracicaba (FA) que se dispersam entre os quadrantes 1 e 2. Os dois acessos de Tupi (TU) não apresentam semelhanças e ocupam quadrantes distintos (1 e 3). Os frutos da variedade preta (SB70, JU04, JU05 e TU06) não se separam dos frutos da variedade roxa em relação as variáveis usadas para ACP.

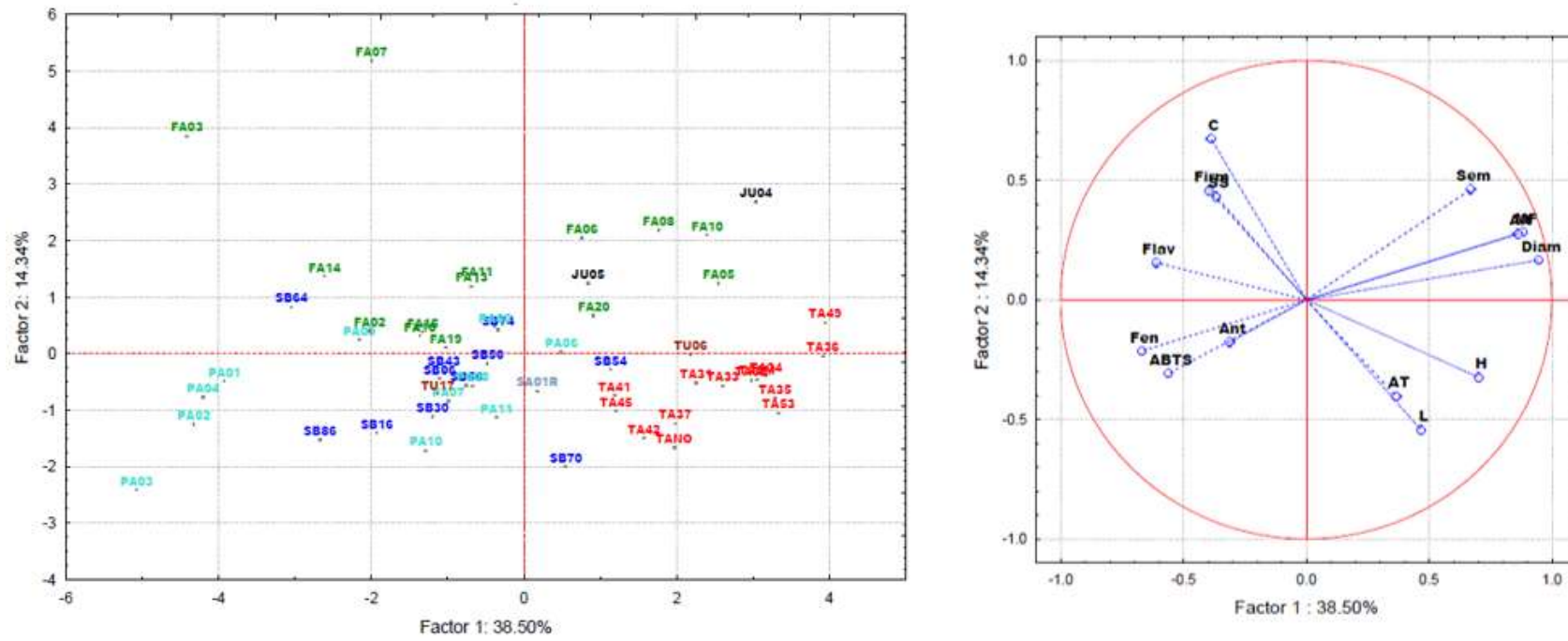


Figura 5. Análise de componentes principais (ACP) em frutos de 54 acessos de grumixama das variedades preta (JU04, JU05, SB70 e TU17) e roxa (demais acessos) amostrados em Pariqueira-Açu (PA), Paraibuna (SB), Rio Claro (SA), Tupi (TU), Piracicaba (FA), Natividade da Serra (TA) e Jundiá (JU)

5.2. Caracterização de Estádios de Maturação

5.2.1. Análises físico-químicas

Frutos colhidos no estágio 1 (Fig. 6A) duraram 5 dias, enquanto frutos do estágio 2 (Fig.6C), 4 dias e os frutos do estágio 3 (Fig. 6E), 3 dias., Os frutos colhidos nos estádios 1 e 2 tiveram sua coloração alterada significativamente durante o armazenamento, indicando que frutos colhidos nas cores verde e vermelha atingem a cor de frutos maduros (Fig. 6B, 6D e 6F).

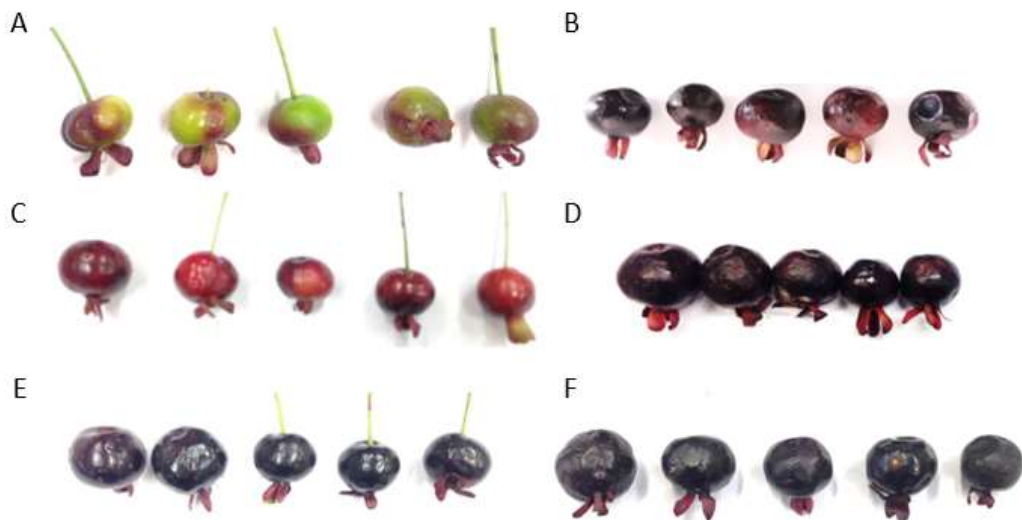


Figura 6. A) Frutos do estágio 1 no primeiro dia de armazenamento. B) Frutos do estágio 1 no quinto dia de armazenamento. C) Frutos do estágio 2 no primeiro dia de armazenamento. D) Frutos do estágio 2 no quarto dia de armazenamento. E) Frutos no estágio 3 no primeiro dia de armazenamento. F) Frutos no estágio 3 no último dia de armazenamento.

A luminosidade, a cromaticidade e o ângulo hue reduziram significativamente nos frutos colhidos nos estádios 1 e 2 (Tab. 3) ao longo do período de armazenamento, atingindo cor próxima a de frutos maduros (Fig. 6A 6B, 6C e 6D). Já a coloração dos frutos colhidos maduros não teve alteração estatisticamente significativa durante os 3 dias de armazenamento (Tab. 3).

Tabela 3. Análises físicas e físico-químicas em grumixamas colhidas em três estádios de maturação e analisadas no primeiro e no último dia de pós-colheita.

Variáveis	Estádio 1		Estádio 2		Estádio 3	
	Início	Fim	Início	Fim	Início	Fim
L*	46,94	Aa 35,53	Ab 37,87	Ba 33,91	Ab 34,55	Ba 32,26
C*	18,45	Aa 5,88	Ab 13,74	Ba 4,76	Ab 4,61	Ca 4,48
°H	86,47	Aa 7,85	Ab 17,97	Ba 8,03	Ab 356,14	Ca 359,85
Firmeza (gf mm ⁻²)	8,43	Aa 1,47	Ab 5,23	Ba 1,58	Ab 3,84	Ca 1,29
SS (°Brix)	7,42	Aa 7,23	Aa 8,13	Ba 7,62	Ab 9,30	Ca 9,07
pH	3,63	Ba 4,59	Ab 3,23	Aa 4,11	Bb 3,53	Ba 3,86
AT (ác cítrico g 100g ⁻¹)	0,81	Aa 0,35	Ab 0,77	Aa 0,43	Bb 0,65	Ba 0,47
<i>Ratio</i>	9,21	Aa 20,39	Ab 10,54	Aa 17,57	Bb 14,37	Aa 19,12
Ant (cianidina mg 100g ⁻¹)	5,23	Aa 38,72	Ab 48,46	Ba 75,85	Bb 124,27	Ca 194,27
Flav (quercetina mg 100g ⁻¹)	53,66	Aa 90,61	Ab 61,79	Aa 81,63	ABb 62,11	Aa 72,94
CF (ác. gálico mg 100g ⁻¹)	450,55	Aa 893,43	Ab 448,76	Aa 528,58	Cb 551,99	Ba 664,67

Os dados estão descritos como média. As médias seguidas pela mesma não diferem estatisticamente entre si, pelo teste one-way ANOVA e teste Tukey ao nível de 5%). As letras maiúsculas representam a comparação entre os estádios e as letras minúsculas representam a comparação entre o início e o final do armazenamento dentro de cada estádio. Firmeza (gf mm⁻²); L* = luminosidade; C* = cromaticidade; °h = ângulo hue; SS = sólidos solúveis (°Brix); AT = acidez titulável (mg 100⁻¹ de ácido cítrico); *ratio*: SS/AT; Ant= antocianinas totais (mg 100⁻¹ mf); Flav = flavonoides amarelos (mg 100⁻¹ mf); CF = compostos fenólicos (mg 100⁻¹ mf de equivalente de ácido gálico). Fim do estádio 1 = 5 dias; fim do estádio 2 = 4 dias, fim do estádios 3 = 3 dias.

O atributo firmeza é um indicador natural do processo de amadurecimento de frutas e hortaliças. Os vegetais tendem a perder a turgescência de suas células durante o amadurecimento, reduzindo sua firmeza (CHITARRA; CHITARRA, 2005; KADER, 1985; WATADA et al., 1984). Nesse trabalho, a firmeza entre os frutos colhidos no estádio 1, 2 e 3 apresentaram diferenças significativas na caracterização inicial, com valores médios de 8,43, 5,23 e 3,84 gf mm⁻² (Tab. 3), respectivamente, sendo os frutos verdes os mais firmes. Os frutos perderam a firmeza durante o armazenamento, atingindo valores de 1,47, 1,58 e 1,29 gf mm⁻², nos frutos do estádio 1, 2 e 3, respectivamente. Portanto, os frutos colhidos no estádio verde e “de vez” atingiram firmeza semelhante aos frutos colhidos maduros (Tab. 3). A firmeza no momento da colheita é fundamental para garantir a qualidade do fruto, pois

quanto mais firmes, mais resistentes a danos mecânicos causados ao longo da cadeia de comercialização (BECKER et al., 2015).

O teor de sólidos solúveis diferiu significativamente entre os estádios, no dia da colheita (Tab. 3). Os três estádios de maturação tiveram os teores de sólidos solúveis reduzidos, comparando as caracterizações físico-químicas iniciais e finais, porém essa redução só se mostrou significativa para o estágio 2, que variou de 8,13 a 7,62 °Brix (Tab. 3). A redução de SST está associada a comportamentos fisiológicos do amadurecimento que levam ao consumo de reservas energéticas, como açúcares (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Durante o armazenamento, os frutos colhidos nos estádios 1 e 2 não atingiram valores semelhantes aos de frutos maduros, indicando que o fruto deve ser colhido o mais maduro possível, afim de garantir o teor de açúcares para o consumo *in natura*, já que esse parâmetro é indicador da “doçura” do fruto (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A acidez está relacionada a qualidade sensorial do fruto e é um importante parâmetro para o consumo *in natura* (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Em relação a acidez titulável, houve redução significativa nos três estádios. Na caracterização inicial o estágio verde foi o mais ácido com valor médio de 0,81 g 100 g⁻¹ mf de ácido cítrico e teve sua acidez reduzida para 0,35 g 100 g⁻¹ mf durante os 5 dias de armazenamento. Nos estádios 2 e 3, esses valores variaram de 0,77 a 0,43 e 0,65 a 0,47 g 100 g⁻¹ mf, respectivamente. Frutos colhidos nos estádios 1 e 2 atingiram valores de acidez titulável semelhantes aos de frutos maduros (Tab. 3).

Os valores de *ratio* indicaram que, embora o teor de sólidos solúveis tenha sofrido leve declínio durante os estádios de maturação, a redução significativa da acidez titulável fez com que essa relação aumentasse, e os frutos verdes (20,32) atingissem valor médio comparável ao dos frutos maduros (19,12). Essas transformações bioquímicas podem indicar que os frutos verdes apresentaram qualidades sensoriais de sabor semelhantes as de frutos maduros, ao final do armazenamento.

As concentrações de antocianinas totais aumentaram entre os estádios durante o período de armazenamento, porém os frutos colhidos nos estádios 1 e 2 não atingiram valores semelhantes aos dos frutos colhidos maduros (Tab. 3). Os teores variaram de 5,23 a 38,72 mg 100 g⁻¹ mf, de 48,46 a 75,85 mg 100 g⁻¹ mf e de 124,27 a 194,27 mg 100 g⁻¹ mf, nos estádios 1, 2 e 3, respectivamente. Os frutos colhidos verdes caracterizaram os processos de degradação de clorofilas e a produção de antocianinas, evento bioquímico

típico do amadurecimento. Embora os frutos colhidos nos estádios 1 e 2 tenham atingido a cor de frutos maduros, o conteúdo de pigmento não acompanhou essa alteração.

O conteúdo de flavonoides amarelos aumentou durante o armazenamento nos estádios 1 e 2 durante o período de armazenamento (Tab. 3). Os frutos colhidos no estágio 1 atingiram teores superiores ($90,61 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1} \text{ mf}$) aos valores encontrados no estágio maduro, tanto inicial ($62,11 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1} \text{ mf}$), quanto final ($72,94 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1} \text{ mf}$). Frutos do estágio 2 apresentaram teores semelhantes ($61,79 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1} \text{ mf}$) ao estágio 3 na caracterização inicial e superaram a concentração de flavonóides amarelos desses frutos maduros com $81,63 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1} \text{ mf}$ na caracterização final.

Assim como as concentrações de antocianinas e flavonoides, o conteúdo de compostos fenólicos também aumentou ao longo do armazenamento (Tab. 3). No estágio verde, a concentração de compostos fenólicos praticamente dobrou em relação a caracterização inicial (de $450,55$ a $893,43 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1} \text{ mf}$ de equivalente de ácido gálico). Já os estádios 2 e 3 tiveram aumento significativo, de $448,76$ a $528,58 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1} \text{ mf}$ e $551,99$ a $664,67 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1} \text{ mf}$, respectivamente. O ácido gálico é um composto fenólico caracterizado como um antioxidante natural com potencial para usos diversos na indústria alimentícia, farmacêutica e cosmética (NAYEEM; SMB, 2016; SILVA et al., 2014).

5.2.2. Atividade respiratória, produção de etileno e perda de massa fresca

A atividade respiratória e a produção de etileno variaram de acordo com o estágio de maturação em que os frutos foram colhidos (Fig. 7A e 7B). Frutos colhidos verdes tiveram maior atividade respiratória e maior produção de etileno do que os frutos dos demais estádios (Fig. 7A e 7B).

Os frutos dos três estádios apresentaram aumento da atividade respiratória durante o armazenamento (Fig. A). Os valores máximos de atividade respiratória foram registrados no quarto dia pós colheita, nos estádios 1 e 2 e no primeiro de armazenamento, do estágio 3. A menor produção de CO_2 registrada nesse estudo ocorreu no segundo dia de armazenamento no estágio 3, de $85,06 \text{ ml kg}^{-1}\text{h}^{-1}$, valor semelhante a máxima reportada por AZZOLINI et al. (2005) para goiabas, de $85 \text{ ml kg}^{-1}\text{h}^{-1}$. A máxima registrada foi no quarto dia pós-colheita do estágio 1, que atingiu $183,84 \text{ ml kg}^{-1}\text{h}^{-1}$, mais que o dobro registrado em goiabas colhidas verdes (AZZOLINI et al., 2005), indicando alta atividade respiratória das

grumixamas. grumixamas são altamente perecíveis e possuem tempo de vida útil muito curto.

Em relação a produção de etileno, os frutos apresentaram comportamento semelhantes, apresentando elevação na produção nos dias 2, 3 e 4, nos estádios 3, 2 e 1, respectivamente (Fig. 7B), seguida de uma queda no dia posterior. O maior valor registrado ocorreu no 4º dia pós-colheita nos frutos verdes, com $7,07 \mu\text{l kg}^{-1}\text{h}^{-1}$, quase o dobro do valor registrado em goiabas, de $3,7 \mu\text{l kg}^{-1}\text{h}^{-1}$, por AZZOLINI et al. (2005). O fim de cada estágio foi marcado pela queda de produção de etileno após esse “pico”, coincidindo com a depreciação da aparência dos frutos nos dia 2, 4 e 5 pós-colheita nos estádios 3, 2 e 1, respectivamente.

Os frutos colhidos no estágio 3 tiveram aumento na produção no segundo dia de análise com $3,7 \mu\text{l kg}^{-1}\text{h}^{-1}$ e posteriormente, teve esse valor reduzido em quase 3x, chegando a produção de $1,33 \mu\text{l kg}^{-1}\text{h}^{-1}$. No terceiro dia de análise, os frutos colhidos maduros não apresentavam condição de consumo, pois já apresentavam aparência depreciada, frutos murchos e sem brilho, alguns com extravasamento de líquido, sendo então caracterizado o fim da vida útil desses frutos.

Os frutos colhidos no estágio 2, tiveram seu fim de vida útil no quarto dia de análise. Esses frutos apresentaram maior concentração de etileno no terceiro dia, com $4,8 \mu\text{l kg}^{-1}\text{h}^{-1}$ e no dia seguinte, redução dessa produção com $3,1 \mu\text{l kg}^{-1}\text{h}^{-1}$. Nesse último dia de análise, os frutos apresentavam-se foscos, sem brilho e com perda de água.

Os frutos colhidos verdes tiveram aumento da produção de etileno até o quarto dia, que foi o valor máximo atingido com $7,07 \mu\text{l kg}^{-1}\text{h}^{-1}$. No quinto dia, foi observada queda brusca na produção desse hormônio que chegou a $2,5 \mu\text{l kg}^{-1}\text{h}^{-1}$, marcando o fim da vida útil desses frutos. Assim como os outros estádios, no último dia de análise, os frutos estavam com a aparência comprometida, com coloração opaca, sem brilho e murchos, características que inviabiliza o consumo desse produto.

Os frutos maduros perderam 2,18% de massa fresca nos três dias de armazenamento (Fig. 7C). Os frutos colhidos no estágio 2, teve sua massa reduzida em 5,82%, em quadro dias. Os frutos verdes tiveram sua massa fresca reduzida em 11,5 %, durante os cinco dias de análises. No quarto dia, ocorreu a maior perda de massa (4,58 %), coincidindo com a máxima atividade respiratória e produção de etileno (Fig. 7A, 7B e 7C). A

perda de massa é um evento natural durante o amadurecimento dos frutos, devido à perda de água através da transpiração (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

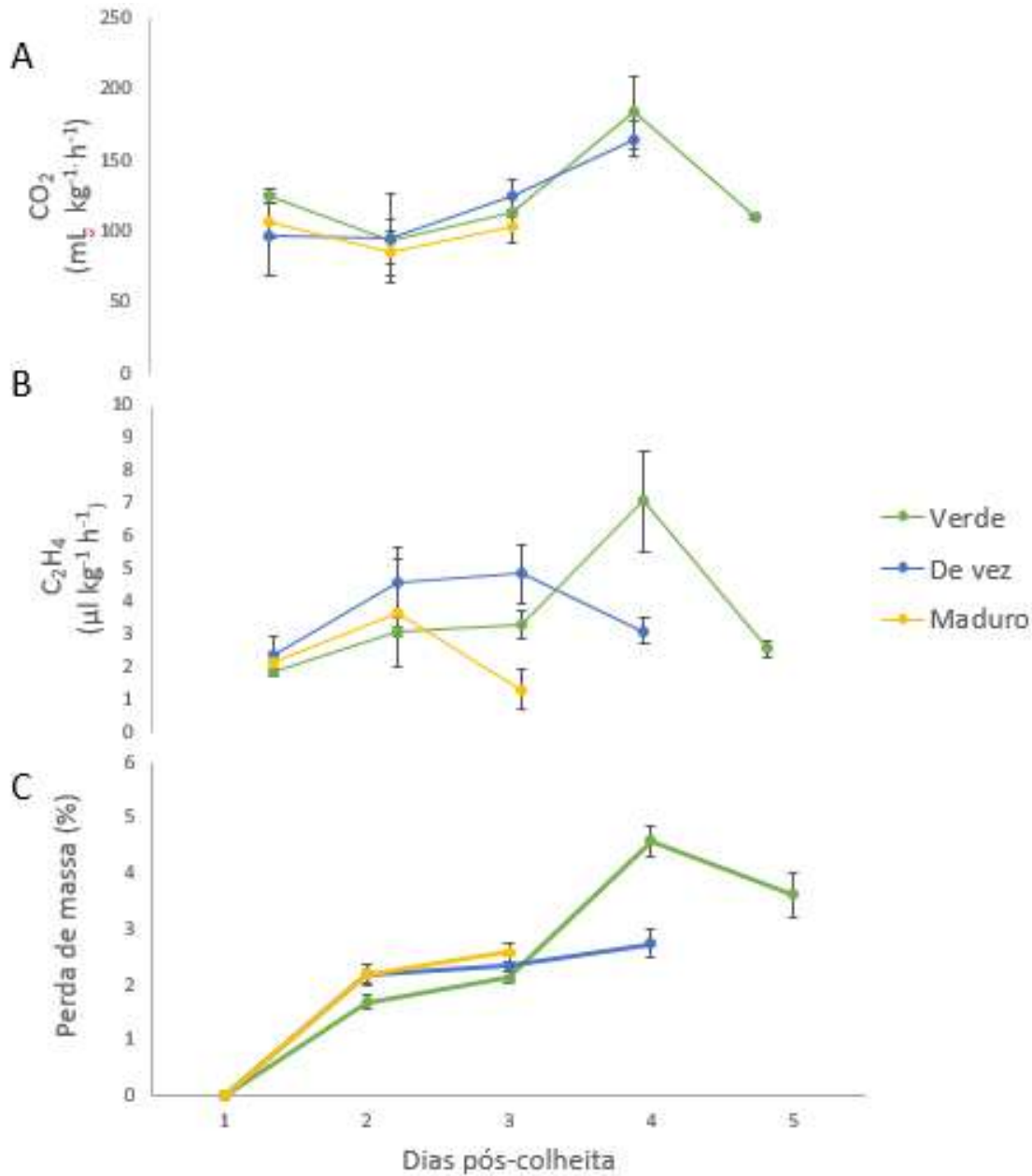


Figura 7. Atividade respiratória (A), produção de etileno (B) e perda de massa (C) de grumixamas colhidas em três estádios de maturação e armazenadas a $22 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR. Os dados estão descritos como médias e desvios padrão.

As grumixamas analisadas nesse trabalho tem comportamento fisiológico semelhante a frutos como banana, goiaba e mamão (AZZOLINI et al., 2005; FAÇANHA et al., 2019; PELAYO et al., 2003), considerados climatéricos por apresentarem aumento na taxa respiratória e na produção de etileno após a colheita. Essa classificação também está

relacionada a outros eventos bioquímicos típicos do amadurecimento como a redução da acidez, alteração da cor, perda da firmeza e aumento do teor de sólidos solúveis (KADER, 1985).

6. CONCLUSÃO

6.1. Caracterização de acessos

Foi registrada grande variabilidade fenotípica entre os acessos de grumixamas amostrados, possivelmente pelo fato das plantas serem originadas por sementes e também pela interação do genótipo único de cada uma com o meio ambiente.

Frutos grandes, firmes, brilhantes, com poucas sementes e de altos valores de *ratio* tem grande aceitabilidade no mercado *in natura* pelo consumidor, já frutos com menor relação entre SST e AT podem ser destinados para indústria de processados, para fabricação de geléias e sucos, por exemplo.

Frutos com elevadas concentrações de compostos bioativos como carotenoides (TU05), antocianinas (PA03, TU17 e FA11), flavonóides amarelos (PA01, PA02, SAR, FA03, FA11, FA16 e FA19), compostos fenólicos (PA03 e PA04) e alta atividade antioxidante (PA02 e PA03), podem ser destinados a indústria alimentícia, farmacêutica e cosmética. As propriedades bioativas da grumixama tem potencial para classificá-la como um alimento funcional.

6.2. Caracterização de estádios de maturação

Independente de uma possível classificação das grumixamas como climatéricas, por se tratar de um fruto altamente perecível, o ponto de colheita recomendado para essa fruteira seria o estágio 3, pois os frutos colhidos verdes e “de vez” têm sua aparência depreciada durante o armazenamento. Contudo, a vida útil dos frutos colhidos maduros é de no máximo 3 dias, em temperatura ambiente.

A colheita de grumixamas nos estádios 1 e 2 é desejável no que se refere aos compostos fenólicos e flavonoides, já que seus teores, ao final do armazenamento, superaram aqueles dos frutos colhidos maduros. Por outro lado, o teor de antocianinas é maior nos frutos colhidos maduros.

Esse são os primeiros registros do comportamento fisiológico de grumixamas que servirá como base para futuras pesquisas para viabilizar a produção e comercialização desses frutos.

REFERÊNCIAS

- ABEROUMAND, A. A Review article on edible pigments properties and sources as natural biocolorants in foodstuff and food industry. **World Journal of Dairy and Food Sciences**, v. 6, n. 22, p. 71–78, 2011.
- AGUIAR, T. M.; SABAA-SRUR, A. U. O.; BARBOSA, N. DETERMINAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DA POLPA DE GRUMIXAMA (*Eugenia brasiliensis*, Lam). **Journal of Fruits and Vegetables**, n. 1, p. 67–70, 2015.
- ANDRADE, J. DE S.; ARAGÃO, C. G.; FERREIRA, S. A. DO N. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DOS FRUTOS DE ARAÇÁ-PERA (*Psidium acutangulum*D.C.). **Acta Amazonica**, v. 23, n. 2–3, p. 213–217, 1993.
- AZZOLINI, M. et al. Ripening of “ Pedro Sato ” guava : study on its climacteric or non-climacteric nature. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 17, n. 3, p. 299–306, 2005.
- BAGETTI, M. et al. Physicochemical characterization and antioxidant capacity of pitanga fruits (*Eugenia uniflora* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n. 1, p. 147–154, 2011.
- BASTOS, V. J. et al. Harvest point determination of indian jujube fruit (*Ziziphus mauritiana* L.) based on physicochemical and functional parameters. **Scientia Horticulturae**, v. 213, p. 392–402, 2016.
- BECKER, F. S. et al. Characterization of ‘Sabará’ Jaboticabas at different maturation stages. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 37, n. 4, p. 457, 2015.
- BRANCALION, P. H. S. et al. Finding the money for tropical forest restoration. **Unasyuva**, v. 63, n. 239, p. 41–50, 2012.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças - Fisiologia e Manuseio**. 2nd. ed. Lavras: [s.n.].
- CHOUDHURY, M. M.; COSTA, T. S. DA. **Cultivo da Videira**. Disponível em: <http://www.cpatas.embrapa.br:8080/sistema_producao/spvideira/colheita.htm>.
- COLLA, A. R. S. et al. Involvement of monoaminergic systems in the antidepressant-like effect of *Eugenia brasiliensis* Lam. (Myrtaceae) in the tail suspension test in mice. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 143, n. 2, p. 720–731, 2012.
- DA SILVA, L. M. R. et al. Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 143, p. 398–404, 2014.

DE ARAÚJO, F. F. et al. Wild Brazilian species of *Eugenia* genera (Myrtaceae) as an innovation hotspot for food and pharmacological purposes. **Food Research International**, v. 121, n. February, p. 57–72, 2019.

DONADO-PESTANA, C. M. et al. Polyphenols from Brazilian native Myrtaceae fruits and their potential health benefits against obesity and its associated complications. **Current Opinion in Food Science**, v. 19, p. 42–49, 2018.

FAÇANHA, R. V. et al. Combined application of ethylene and 1-methylcyclopropene on ripening and volatile compound production of “Golden” papaya. **Postharvest Biology and Technology**, v. 151, n. August 2018, p. 160–169, 2019.

FERREIRA, D. S. ; DE ROSSO, V. V. ; MERCADANTE, A. Z. . Bioactive compounds of blackberry fruits (*Rubus* spp.) grown in Brazil [Compostos bioativos presentes em amora-preta (*Rubus* spp.)]. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 3, p. 664–674, 2010.

FLORES, G. et al. Anthocyanins from *Eugenia brasiliensis* edible fruits as potential therapeutics for COPD treatment. **Food Chemistry**, v. 134, n. 3, p. 1256–1262, 1 out. 2012.

FORZZA, R. C. et al. New Brazilian Floristic List Highlights Conservation Challenges. **BioScience**, v. 62, n. 1, p. 39–45, 2012.

FREITAS, C. A. B. et al. Characterization of the fruit pulp of camu-camu (*myrciaria dubia*) of seven different genotypes and their rankings using statistical methods PCA and HCA. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 27, n. 10, p. 1838–1846, 2016.

FU, X. et al. Comparative analysis of pigments in red and yellow banana fruit. **Food Chemistry**, v. 239, p. 1009–1018, 2018.

GIUSTI, M. M.; WROLSTAD, R. E. Acylated anthocyanins from edible sources and their applications in food systems. **Biochemical Engineering Journal**, v. 14, n. 3, p. 217–225, 2003.

HAMINIUK, C. W. I. et al. Chemical, antioxidante and antibacterial study of Brazilian fruits. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 46, p. 1529–1537, 2011.

HE, J.; GIUSTI, M. M. Anthocyanins: Natural Colorants with Health-Promoting Properties. **Annual Review of Food Science and Technology**, v. 1, n. 1, p. 163–187, 2010.

INFANTE, J. et al. Antioxidant and anti-inflammatory activities of unexplored Brazilian native fruits. **PLoS ONE**, v. 11, n. 4, 2016.

KADER, A. A. Postharvest biology and technology: an overview. **Postharvest Technology of Horticultural Crops**, p. 15–20, 1985.

KONICA MINOLTA. **Espaço de cor L * C * h Medindo várias cores com um colorímetro** . Disponível em: <<http://sensing.konicaminolta.com.br/2015/08/compreendendo-o-espaco-de-cor-cie-lch/>>.

LAZARINI, J. G. et al. Bioprospection of *Eugenia brasiliensis*, a Brazilian native fruit, as a source of anti-inflammatory and antibiofilm compounds. **Biomedicine and Pharmacotherapy**, v. 102, n. December 2017, p. 132–139, 2018.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. **Methods in Enzymology**, v. 148, p. 350–382, 1987.

LIMA, A. B. et al. Hypolipemiant and antioxidant effects of *Eugenia brasiliensis* in an animal model of coconut oil-induced hypertriglyceridemia. **Biomedicine and Pharmacotherapy**, v. 96, n. October, p. 642–649, 2017.

LORENZI, H. et al. **Brazilian Fruits & Cultivated Exotics (for consuming in natura)**. 1st. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora LTDA, 2006.

LORENZI, H.; LACERDA, M.; BACHER, L. **Frutas do Brasil nativas e exóticas (de consumo in natura)**. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora LTDA, 2015.

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.

MACIEL, K. S. et al. Characterization of Fruits in Contrasting Environments and Germination of Tamarillo Seeds at Different Temperatures. **American Journal of Plant Sciences**, v. 09, n. 01, p. 23–33, 2018.

MORENO, P. R. H. et al. Essential oil composition of fruit colour varieties of *Eugenia brasiliensis* Lam. **Scientia Agricola**, v. 64, n. 4, p. 428–432, 2007.

MORI, S. A. et al. Ecological Importance of Myrtaceae in an Eastern Brazilian Wet Forest. **Biotropica**, v. 15, n. 1, p. 68–70, 1983.

NASCIMENTO, L. S. M.; SANTIAGO, M. C. P. DE A.; OLIVEIRA, E. M. M.; BORGUINI, R. G.; BRAGA, E. E. O.; MARTINS, V. DE C. ; PACHECO, S.; SOUZA, M. C.; GODOY, R. L. DE O. Characterization of Bioactive Compounds in *Eugenia brasiliensis*, Lam (*grumixama*). **Sci Forschen Nutrition and Food Technology**, v. 3, n. 3, p. 1–7, 2017.

NAYEEM, N.; SMB, A. Gallic Acid: A Promising Lead Molecule for Drug Development. **Journal of Applied Pharmacy**, v. 08, n. 02, p. 8–11, 2016.

NERI-NUMA, I. A. et al. Small Brazilian wild fruits: Nutrients, bioactive compounds, health-promotion properties and commercial interest. **Food Research International**, v. 103, n. May 2017, p. 345–360, 2018.

OLIVEIRA, A. L. D. E. et al. Caracterização tecnológica de jabuticabas “Sabará” provenientes de diferentes regiões de cultivo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 3, p. 397–400, 2003.

OLIVEIRA, V. B. et al. Native foods from Brazilian biodiversity as a source of bioactive compounds. **Food Research International**, v. 48, n. 1, p. 170–179, 2012.

PALMIERI, L. et al. Genotype-by-environment effect on bioactive compounds in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 97, n. 12, p. 4180–4189, 2017.

PAREEK, S. et al. Postharvest physiology and storage of ber. **Stewart Postharvest Review**, v. 5, n. 5, p. 1–10, 2009.

PELAYO, C. et al. Variability in responses of partially ripe bananas to 1-methylcyclopropene. **Postharvest Biology and Technology**, v. 28, n. 1, p. 75–85, 2003.

PEREIRA, A. V. et al. **Frutas Nativas da Região Centro-Oeste do Brasil**. 1st. ed. Distrito Federal: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006.

REQUE, P. M. et al. Characterization of blueberry fruits (*Vaccinium* spp.) and derived products. **Food Science and Technology (Campinas)**, v. 34, n. 4, p. 773–779, 2014.

REYNERTSON, K. A. et al. Quantitative analysis of antiradical phenolic constituents from fourteen edible Myrtaceae fruits. **Food Chemistry**, v. 109, n. 4, p. 883–890, 2011.

RIBEIRO, M. C. et al. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, n. 6, p. 1141–1153, 2009.

RIZZON, L. A.; LINK, M. Composição do suco de uva caseiro de diferentes cultivares. Composition of homemade grape juice from different varieties. **Vitis**, p. 689–692, 2006.

RODRIGUES, L. M. et al. Physical and chemical characterization and quantification of bioactive compounds in berries and berry jams. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 4, p. 1853–1864, 2017.

RUFINO, M. DO S. M. et al. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 121, n. 4, p. 996–1002, 2010.

SCHIASSI, M. C. E. V. et al. Fruits from the Brazilian Cerrado region: Physico-chemical characterization, bioactive compounds, antioxidant activities, and sensory evaluation. **Food Chemistry**, v. 245, n. June 2017, p. 305–311, 2018.

SIEBERT, D. A. et al. Determination of phenolic profile by HPLC-ESI-MS/MS and anti-inflammatory activity of crude hydroalcoholic extract and ethyl acetate fraction from leaves of *Eugenia brasiliensis*. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 27, n. 4, p. 459–465, 2017.

SILVA, A. P. G. DA et al. Characteristics of the fruits of two uvaia populations grown in Salesópolis, SP, Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 40, n. 2, 2018.

SILVA, N. A. DA et al. Phenolic compounds and carotenoids from four fruits native from the Brazilian Atlantic forest. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 62, n. 22, p. 5072–5084, 2014.

SIMÕES, R. R. et al. *Eugenia brasiliensis* leaves extract attenuates visceral and somatic inflammatory pain in mice. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 217, n. February, p. 178–186, 2018.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, p. 144–158, 1965.

SOS MATA ATLÂNTICA; INPE. **Atlas dos resmanescentes florestais da Mata Atlântica - Relatório Técnico - Período 2017 - 2018**. Disponível em: <www.sosmataatlantica.org.br>. Acesso em: 5 maio. 2019.

SOUZA, A. M. DE et al. Traditional Uses , Phytochemistry , and Antimicrobial Activities of *Eugenia* Species – A Review. **Planta medica**, v. 84, p. 1232–1248, 2018.

STAFUSSA, A. P. et al. Bioactive compounds of 44 traditional and exotic Brazilian fruit pulps: phenolic compounds and antioxidant activity. **International Journal of Food Properties**, v. 21, n. 1, p. 106–118, 2018.

TEIXEIRA, G. H. A. et al. Changes in the quality of jaboticaba fruit (*Myrciaria jaboticaba* (Vell) Berg. cv. Sabará) stored under different oxygen concentrations. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 91, n. 15, p. 2844–2849, 2011.

TEIXEIRA, L. D. L. et al. Identification of Ellagitannins and Flavonoids from *Eugenia brasiliensis* Lam. (Grumixama) by HPLC-ESI-MS/MS. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 63, n. 22, p. 5417–5427, 2015.

TEIXEIRA, L. L. et al. 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 and Function**, v. 8, n. 6, p. 2266–2274, 2017.

TEIXEIRA, N. et al. Edible fruits from Brazilian biodiversity: A review on their sensorial characteristics versus bioactivity as tool to select research. **Food Research International**, v. 119, n. October 2018, p. 325–348, 2019.

TOKAIRIN, T. DE O. et al. Cambuci: a native fruit from the Brazilian Atlantic forest showed nutraceutical characteristics. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 40, n. 5, 2018.

VIANA, E. DE S.; REIS, R. C. O Potencial da Fruticultura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 3, p. 5, 2015.

WATADA, A. E. et al. Terminology for the Description of the developmental stages of horticultural crops. **American Society for Horticultural Science**, v. 19, n. 1, p. 20–21, 1984.

ZOLA, F. G. et al. Mineral and centesimal contents, antioxidant activity and antimicrobial action of phenolic compounds from *Eugenia Brasiliensis* Lam. Pulp. **Food Science and Technology**, v. 2061, p. 4–11, 2019.