

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

Conservação de uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess) na forma de fruta congelada e polpas congeladas, pasteurizadas e liofilizadas e desenvolvimento de gelado comestível de uvaia

Gabriela Fernanda Mandro

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

**Piracicaba
2021**

Gabriela Fernanda Mandro
Bacharel em Ciências dos Alimentos

Conservação de uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess) na forma de fruta congelada e polpas congeladas, pasteurizadas e liofilizadas e desenvolvimento de gelado comestível de uvaia

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientadora:
Profa. Dra. MARTA HELENA FILLET SPOTO

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

Piracicaba
2021

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

Mandro, Gabriela Fernanda

Conservação de uvaia (*eugenia pyriformis* cambess) na forma de fruta congelada e polpas congeladas, pasteurizadas e liofilizadas e desenvolvimento de gelado comestível de uvaia / Gabriela Fernanda Mandro. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2021.

91 p.

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

1. Frutas nativas brasileiras 2. Vida útil 3. Antioxidantes 4. Compostos bioativos I. Título

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a minha mãe, Rose, que incentivou meus estudos e toda minha família e amigos que me deram todo o apoio necessário para a realização do mestrado.

À minha orientadora Marta Helena Fillet Spoto pela oportunidade de realizar esse projeto e pelos conselhos e ensinamentos.

Ao Prof. Dr. Ângelo Pedro Jacomino e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) por me permitir fazer parte desse projeto tão importante e pela disponibilização de recursos que possibilitaram a realização desse projeto.

Aos pesquisadores e amigos, Marcella Merlo Siqueira, Isabella Rocha Ciarrocchi, Fernanda Pappa Spada, Paula Porrelli, Raquel Almeida, Gabriela Nascimento, pelos auxílios, conselhos e pelas amizades construídas ao longo desse projeto.

Ao grupo GEFH, pela convivência, aprendizados, troca de experiências e pelos auxílios no laboratório.

Aos funcionários do departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, à Regina Marafon pelos auxílios, à Dona Maria Amabile Stabelin pela disponibilidade, conselhos e amizade desde o meu primeiro ano da graduação, ao Luís Fabricio, Silvino Torrezan e Pedro Lucentini que auxiliaram com equipamentos e metodologia de análises e ao Jefferson Zambom pelo suporte nas viagens e coleta das frutas.

À Universidade de São Paulo pela oportunidade do estudo.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado.

Ao Sítio do Bello pela parceria e disponibilização das frutas

Sumário

RESUMO	6
ABSTRACT	7
1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVO	13
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1. UVAIA (<i>EUGENIA PYRIFORMIS</i> CAMBESS - MYRTACEAE).....	15
3.2. COMPOSTOS BIOATIVOS E ANTIOXIDANTES	17
3.3. CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS	19
3.4. GELADO COMESTÍVEL	22
4. MATERIAIS E MÉTODOS	23
4.1. EXPERIMENTOS	23
4.1.1. <i>Experimento 1: Fruta congelada e polpas congeladas e pasteurizadas</i>	23
4.1.2. <i>Experimento 2: Polpas Liofilizadas</i>	23
4.1.3. <i>Experimento 3: Gelado comestível de uvaia</i>	23
4.1.4. <i>Delineamento experimental</i>	23
4.2. PROCESSAMENTO DAS FRUTAS.....	24
4.2.1. <i>Fluxograma do processamento das uvaia</i> s	28
4.3. FORMULAÇÃO DO GELADO DE UVAIA	28
4.4. PROCESSAMENTO DO GELADO DE UVAIA	29
4.4.1. <i>Fluxograma do processamento do gelado de uvaia</i>	30
4.5. ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS	30
4.5.1. <i>Bolores e leveduras</i>	30
4.5.2. <i>Coliformes totais e coliformes e termotolerantes</i>	31
4.5.3. <i>Salmonella spp</i>	31
4.6. ANÁLISE SENSORIAL	31
4.7. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	33
4.7.1. <i>Cor instrumental</i>	33
4.7.2. <i>pH</i>	33
4.7.3. <i>Acidez total titulável</i>	33
4.7.4. <i>Sólidos solúveis</i>	34
4.7.5. <i>Relação sólidos solúveis/acidez titulável (ratio)</i>	34
4.7.6. <i>Açúcares redutores e não redutores</i>	34
4.7.7. <i>Atividade de água (a_w)</i>	34
4.7.8. <i>Umidade</i>	34
4.8. ANÁLISE DE COMPOSTOS BIOATIVOS E ANTIOXIDANTES	35
4.8.1. <i>Teor de ácido ascórbico por titulometria</i>	35
4.8.2. <i>Teor de ácido ascórbico por espectrofotometria</i>	35
4.8.2.1. <i>Otimização da análise de ácido ascórbico por espectrofotometria</i>	36
4.8.3. <i>Carotenoides</i>	37
4.8.4. <i>Compostos fenólicos totais</i>	37
4.8.5. <i>Atividade antioxidante por ABTS</i>	38
4.8.6. <i>Atividade antioxidante por DPPH</i>	38
4.9. ANÁLISE ESTATÍSTICA	39
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
5.1. OTIMIZAÇÃO DA ANÁLISE DE ÁCIDO ASCÓRBICO POR ESPECTROFOTOMETRIA	41
5.2. ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS	42
5.2.1. <i>Bolores e Leveduras</i>	42
5.2.2. <i>Coliformes totais e termotolerantes</i>	43
5.2.3. <i>Salmonella spp</i>	43
5.3. EXPERIMENTO 1	44
5.3.1. <i>Análises físico-químicas</i>	44

5.3.2. <i>Análise de compostos bioativos e antioxidantes</i>	47
5.3.3. <i>Análise Sensorial</i>	49
5.3.4. <i>Análise Conjunta dos Dados Físico-químicos, Bioativos e Sensoriais</i>	50
5.4. EXPERIMENTO 2.....	56
5.4.1. <i>Análises Físico-químicas</i>	56
5.4.2. <i>Análise de compostos bioativos e antioxidantes.</i>	58
5.4.3. <i>Análise Sensorial</i>	60
5.4.4. <i>Análise Conjunta dos Dados Físico-químicos, Bioativos e Sensoriais</i>	62
5.5. EXPERIMENTO 3.....	67
5.5.1. <i>Análises Físico-químicas</i>	67
5.5.2. <i>Análise de compostos bioativos e antioxidantes.</i>	68
5.5.3. <i>Análise Sensorial</i>	69
6. CONCLUSÃO	71
REFERÊNCIAS	73
ANEXO	87

RESUMO

Conservação de uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess) na forma de fruta congelada e polpas congeladas, pasteurizadas e liofilizadas e desenvolvimento de gelado comestível de uvaia

A família Myrtaceae é uma das mais importantes da flora brasileira, cujo gênero *Eugenia* possui cerca de 350 espécies nativas do Brasil, dentre elas a uvaia (*Eugenia pyriformis* cambess), que possui alto valor nutricional. Apesar da diversidade natural de frutíferas nativas brasileiras, suas espécies são pouco exploradas. Alguns estudos têm buscado alternativas tecnológicas para o processamento e conservação de frutas que possuem curto período de safra, a fim de disponibilizar a comercialização do fruto durante a entressafra. Visto isto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de conservação da uvaia em forma de fruta congelada, polpa congelada, polpa pasteurizada (80°C/5 min) e polpas liofilizadas, além de desenvolver um gelado comestível a base de polpa de uvaia, analisar e caracterizar o produto final. Foram realizados os seguintes tratamentos: fruta congelada, polpa congelada, polpa pasteurizada e congelada e polpa liofilizada em laboratório e em indústria. As amostras foram congeladas e armazenadas a -18°C e avaliadas a cada trinta dias por 3 meses. As polpas liofilizadas foram armazenadas em temperatura ambiente (25±2°C) e avaliadas a cada dois meses durante doze meses. O gelado de uvaia foi avaliado apenas uma vez a fim de caracterizar o produto. O monitoramento das amostras congeladas e liofilizadas e a caracterização do gelado foi por meio de análises microbiológicas, físico-químicas, de compostos bioativos, antioxidantes e sensorial. A polpa congelada e a polpa liofilizada em laboratório são as mais indicadas como alternativa para conservação e disponibilização da uvaia e de seus principais nutrientes durante a entressafra. O gelado de uvaia além de oferecer os principais componentes da uvaia e possuir aceitação sensorial, apresenta-se como um produto que contribui com a valorização e preservação da espécie e do patrimônio genético brasileiro.

Palavras-chave: Frutas nativas brasileiras; Validade; Antioxidantes; Compostos bioativos; Alimentos funcionais.

ABSTRACT

Conservation of uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess) such as frozen fruit, frozen pulp, pasteurized pulp and lyophilized pulp and development of uvaia ice cream

The Myrtaceae family is one of the most important of the Brazilian flora, that genus *Eugenia* has about 350 species native from Brazil, among them the uvaia (*Eugenia pyriformis cambess*), which has high nutritional value. Despite the natural diversity of native Brazilian fruit, these species are not exploited. Some studies have sought technological alternatives for the processing and conservation of fruits that have a short harvest period, in order to make the fruit commercially available during the off-season. In view of this, the objective of this work was to evaluate the conservation potential of uvaia such as frozen fruit, frozen pulp, pasteurized pulp (80 ° C / 5 min) and lyophilized pulps, in addition to developing an uvaia ice cream, analyze and characterize the final product. The following treatments were performed: frozen fruits, frozen pulp, pasteurized and frozen pulp and lyophilized pulp (by equipment of laboratory and equipment of industry). The samples were frozen and stored at -18 ° C and evaluated every thirty days per 3 months. The pulps were stored lyophilized at temperature of 25 ± 2 ° C and evaluated every two months to twelve months. The uvaia ice cream was evaluated only once in order to characterize the product. The monitoring of the samples frozen and lyophilized and characterization of the ice cream was by microbiological, physical-chemical and bioactive and antioxidant compounds and sensorial analyses. Frozen pulp and lyophilized pulp in the laboratory are the most recommended alternatives for the conservation and availability of uvaia and their main nutrients during the off-season. The uvaia ice cream as well as offering the main components of uvaia and possess sensory acceptance, presents itself as a product that contributes to the enhancement and preservation of the species and the Brazilian genetic heritage.

Keywords: Brazilian fruits; Shelflife, antioxidants; Bioatives compounds; Functional foods.

Lista de Figuras

FIGURA 1. UVAIA (<i>EUGENIA PYRIFORMIS</i>) (FONTE: ACERVO PESSOAL: GABRIELA MANDRO)	16
FIGURA 2. UVAIAEIRA (FONTE: ACERVO PESSOAL: GABRIELA MANDRO)	17
FIGURA 3. FRUTAS ENSACADAS (FOTO: ACERVO PESSOAL: GABRIELA MANDRO)	24
FIGURA 4. FRUTAS EM SANITIZAÇÃO (FOTO: ACERVO PESSOAL: GABRIELA MANDRO)	25
FIGURA 5. SECAGEM E RETIRADA DAS SEMENTES (FOTO: ACERVO PESSOAL: GABRIELA MANDRO)	25
FIGURA 6. PASTEURIZAÇÃO DA POLPA DE UVAIA (FOTO: ACERVO PESSOAL: GABRIELA MANDRO)	26
FIGURA 7. FRUTAS E POLPAS DE UVAIA ENVASADAS (FOTO: ACERVO PESSOAL: GABRIELA MANDRO)	26
FIGURA 8. LIOFILIZADOR L101 - LIOTOP® DE BANCADA COM POLPA DE UVAIA (FOTO: ACERVO PESSOAL: GABRIELA MANDRO)	27
FIGURA 9. FLUXOGRAMA DO PROCESSAMENTO DAS UVAIAS	28
FIGURA 10. GELADO DE UVAIA CONGELADO (FONTE: ACERVO PESSOAL: GABRIELA MANDRO)	29
FIGURA 11. FLUXOGRAMA DO PROCESSAMENTO DO GELADO DE UVAIA	30
FIGURA 12. FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL DOS NÉCTARES	32
FIGURA 13. FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL DO GELADO DE UVAIA	33
FIGURA 14. ESPECTRO DE ABSORÇÃO DE AMOSTRA DE UVAIA ANTES (ESQUERDA) E APÓS A REAÇÃO (DIREITA).	41
FIGURA 15. AGRUPAMENTO DE AMOSTRAS CONGELADAS, DE ACORDO COM AS SEMELHANÇAS ENTRE OS TRATAMENTOS E PERÍODOS DE ARMAZENAMENTO, PARA ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.	51
FIGURA 16. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E FUNCIONAL DAS POLPAS CONGELADAS PELOS ATRIBUTOS AVALIADOS CONFORME A ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS.	52
FIGURA 17. AGRUPAMENTO DE AMOSTRAS CONGELADAS, DE ACORDO COM AS SEMELHANÇAS ENTRE OS TRATAMENTOS E PERÍODOS DE ARMAZENAMENTO, PARA ANÁLISE SENSORIAL.	54
FIGURA 18. CARACTERIZAÇÃO SENSORIAL DAS POLPAS CONGELADAS PELOS ATRIBUTOS AVALIADOS CONFORME A ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS.	55
FIGURA 19. AGRUPAMENTO DE AMOSTRAS LIOFILIZADAS, DE ACORDO COM AS SEMELHANÇAS ENTRE OS TRATAMENTOS E PERÍODOS DE ARMAZENAMENTO.	63
FIGURA 20. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E FUNCIONAL DAS POLPAS LIOFILIZADAS PELOS ATRIBUTOS AVALIADOS CONFORME A ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS.	64
FIGURA 21. AGRUPAMENTO DE AMOSTRAS LIOFILIZADAS, DE ACORDO COM AS SEMELHANÇAS ENTRE OS TRATAMENTOS E PERÍODOS DE ARMAZENAMENTO, PARA ANÁLISE SENSORIAL.....	65
FIGURA 22. CARACTERIZAÇÃO SENSORIAL DAS POLPAS LIOFILIZADAS PELOS ATRIBUTOS AVALIADOS CONFORME A ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS.	66
FIGURA 23. MÉDIAS DAS NOTAS DOS ATRIBUTOS AVALIADOS NA ANÁLISE SENSORIAL	69
FIGURA 24. INTENÇÃO DE COMPRA DO GELADO DE UVAIA EM PORCENTAGEM	70

Lista de Tabelas

TABELA 1. FORMULAÇÃO DO GELADO DE UVAIA	28
TABELA 2. AVALIAÇÃO DE RECUPERAÇÃO DO ANALITO, CONSIDERANDO ENSAIOS EM TRIPLICATA.....	42
TABELA 3. MÉDIAS \pm DESVIO PADRÃO DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DA UVAIA CONGELADA, POLPA DE UVAIA CONGELADA E POLPA DE UVAIA PASTEURIZADA CONGELADA ARMAZENADAS A -18 POR 90 DIAS.	45
TABELA 4. MÉDIAS \pm DESVIO PADRÃO DAS ANÁLISES DE COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DA UVAIA CONGELADA, POLPA DE UVAIA CONGELADA E POLPA DE UVAIA PASTEURIZADA CONGELADA ARMAZENADAS A -18 POR 90 DIAS.....	49
TABELA 5. MÉDIAS \pm DESVIO PADRÃO DA ANÁLISE SENSORIAL DOS NÉCTARES DE UVAIA CONGELADA, DE POLPA DE UVAIA CONGELADA E DE POLPA DE UVAIA PASTEURIZADA CONGELADA, ARMAZENADOS A -18 POR 90 DIAS.....	50
TABELA 6. COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO DE PEARSON E SIGNIFICÂNCIAS ENTRE AS VARIÁVEIS FÍSICO-QUÍMICAS DAS FRUTAS E POLPAS CONGELADAS DE UVAIA (N=12 TRATAMENTOS).	53
TABELA 7. COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO DE PEARSON E SIGNIFICÂNCIAS ENTRE AS VARIÁVEIS FÍSICO-QUÍMICAS DAS FRUTAS E POLPAS CONGELADAS DE UVAIA (N=12 TRATAMENTOS).	55
TABELA 8. MÉDIAS \pm DESVIO PADRÃO DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DAS POLPAS DE UVAIAS LIOFILIZADAS ARMAZENADAS A TEMPERATURA AMBIENTE POR 360 DIAS.....	57
TABELA 9. MÉDIAS \pm DESVIO PADRÃO DAS ANÁLISES DE COMPOSTOS BIOATIVOS E DE ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DAS POLPAS DE UVAIA LIOFILIZADAS ARMAZENADAS A TEMPERATURA AMBIENTE POR 360 DIAS.	59
TABELA 10. MÉDIAS \pm DESVIO PADRÃO DA ANÁLISE SENSORIAL DOS NÉCTARES DOS TRATAMENTOS DE POLPAS DE UVAIAS LIOFILIZADAS ARMAZENADAS A TEMPERATURA AMBIENTE POR 360 DIAS.	61
TABELA 11. COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO DE PEARSON E SIGNIFICÂNCIAS ENTRE AS VARIÁVEIS FÍSICO-QUÍMICAS DAS POLPAS DE UVAIA LIOFILIZADAS (N=14 TRATAMENTOS)..	65
TABELA 12. COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO DE PEARSON E SIGNIFICÂNCIAS ENTRE AS VARIÁVEIS SENSORIAIS DAS POLPAS DE UVAIA LIOFILIZADAS (N=14 TRATAMENTOS).	67
TABELA 13. MÉDIAS \pm DESVIO PADRÃO DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DO GELADO DE UVAIA	68
TABELA 14. MÉDIAS \pm DESVIO PADRÃO DAS ANÁLISES DOS COMPOSTOS BIOATIVOS E ANTIOXIDANTES DO GELADO DE UVAIA	69

Lista de Abreviatura e Siglas

AA1 - ÁCIDO ASCÓRBICO POR DCFI

AA2 - ÁCIDO ASCÓRBICO POR ESPECTROFOTOMETRIA

ABTS – 2,2-AZINOBIS (3-ETILBENZOTIAZOLINA-6-ÁCIDO SULFÔNICO)

ACP – ANÁLISES DE COMPONENTES PRINCIPAIS

ANR - AÇÚCARES NÃO REDUTORES

AR - AÇUCARES REDUTORES

ATT - ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL

A_w – ATIVIDADE DE ÁGUA

CF - COMPOSTOS FENÓLICOS

CR - CAROTENOIDES TOTAIS

CROMA - CROMATICIDADE,

DPPH – 2,2-DIFENIL-1-PICRIL-HIDRAZIL

FC - FRUTA CONGELADA,

L^* - LUMINOSIDADE

MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

PC - POLPA CONGELADA,

PP - POLPA PASTEURIZADA CONGELADA

RATIO - TSS/ATT.

SST - SÓLIDOS SOLUVEIS TOTAIS

TEAC - CAPACIDADE ANTIOXIDANTE EM EQUIVALENTES DE TROLOX

T1 - POLPA LIOFILIZADA POR EQUIPAMENTO INDUSTRIAL.

T2 - POLPA LIOFILIZADA EM EQUIPAMENTO DE LABORATORIO (BANCADA)

TROLOX – ÁCIDO 6-HIDROXI-2,5,7,8-TETRAMETILCROMANO-2-CARBOXÍLICO

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas, e um dos maiores produtores de frutas frescas (FAO, 2019). Isso se deve a sua vasta extensão territorial e as mais diferentes condições climáticas, que permitem ao país produzir uma grande variedade de frutas ao longo do ano. Assim, as regiões brasileiras se caracterizam pela produção de grupos específicos de frutas (CARVALHO; MIRANDA, 2009). Entretanto, grande parte da produção de frutas deteriora-se devido a sua perecibilidade, durante a colheita, logística, comercialização e armazenamento (BATISTA et al, 2013).

A inclusão de frutas na alimentação está associada à prevenção de doenças cardiovasculares e neurológicas, câncer, úlcera gástrica, inflamação e ao envelhecimento (INFANTE et al., 2013). As frutas têm papel importante em uma dieta saudável, são essenciais para o crescimento, desenvolvimento e manutenção do corpo humano colaborando com a preservação da saúde, traduzida em aumento da expectativa de vida, vitalidade, prevenção de doenças, além da presença de diversas vitaminas, minerais e fibras (LORENZI, 2006; AL ANI, SUBHI; BOSE, 2016).

A produção de frutas nativas, além da preservação das espécies e do patrimônio genético, destaca-se pela riqueza nutricional e pelos compostos bioativos, que geram crescente interesse no consumo destas frutas e derivados (COSTA et al., 2013). Além disso, as espécies nativas são adaptadas às condições edafoclimáticas e se desenvolvem naturalmente, o que possibilita baixos custos de implantação e manutenção de cultivo (AGOSTINI-COSTA et al., 2006). Entretanto, apesar da diversidade natural de frutíferas nativas, muitas espécies são pouco exploradas, principalmente do ponto de vista comercial, embora apresentem potencial para agricultura familiar e agroindústria (SILVA et al., 2014). Assim, é importante o conhecimento dessas espécies nativas pelos agricultores, indústria, comércio e população. Para isso é necessária a adoção de estratégias adequadas para a difusão do conhecimento e de iniciativas que valorizem e estimulem o uso de componentes da flora nativa brasileira (CORADIN; SIMINSK; REIS, 2011).

As frutas nativas brasileiras apresentam características peculiares de sabor e aroma, além de possuírem alto valor nutricional, entretanto, muitas ainda não possuem plantio comercial (VIEIRA et al., 2010). A comercialização de frutas nativas tem boas perspectivas, principalmente em nichos de mercado ávidos por novidades, pois, podem ser utilizadas para obtenção de fibras, pigmentos, condimentos, aromas, energia e de compostos ativos para

medicamentos. O incentivo à produção destas frutas, além de ser uma alternativa para aumentar a variabilidade de nutrientes na dieta alimentar, propicia o maior conhecimento do uso de espécies nativas, quando se tem poucas espécies exploradas economicamente (ROCKENBACH et al., 2009). A falta de conhecimento sobre a diversidade brasileira prejudica a pesquisa de determinados vegetais e da sua composição química como as substâncias bioativas, as quais podem influenciar a valorização dos produtos nacionais e incentivar oportunidades de negócio no país (INFANTE, 2013).

Uma das famílias mais importantes da flora brasileira é a Myrtaceae, cujo gênero *Eugenia* possui cerca de 350 espécies nativas do Brasil, dentre elas se encontra a uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess), nativa da Mata Atlântica que é pouco explorada e possui frutos de alto valor nutricional (RUFINO, 2008). A uvaia possui casca fina e aveludada de coloração amarela ou alaranjada e aroma suave. A polpa é macia, de acidez variável e muito perecível, por isso é facilmente amassada, oxidada e ressecada (DONADIO et al., 2002), o que a torna indisponível durante o período de entressafra, gerando demanda de processos que permitam o aumento de sua vida útil, a fim de conservar suas características originais.

Devido ao potencial econômico e à importância social destes frutos, é fundamental estudar alternativas tecnológicas de processamento industrial para reduzir os desperdícios e as perdas pós-colheita, aumentando a disponibilidade dessas frutas durante a entressafra. A produção de polpas de frutas congeladas se tornou o meio mais favorável para o aproveitamento das frutas em sua totalidade (SANTOS et al, 2017). Enquanto, que o processamento térmico, assim como a secagem, são tecnologias mais comumente aplicadas para diminuir a alta perecibilidade de frutas (CHONG; LAW, 2011; FALGUERA et al., 2011). O desenvolvimento de produtos alimentícios a partir de frutas nativas também pode ser uma alternativa para valorização e preservação das espécies e aproveitamento do valor nutricional dessas frutas.

2. OBJETIVO

Avaliar o potencial de conservação da fruta congelada e das polpas de uvaia congelada, pasteurizada (80°C por 5 min) congelada e liofilizada, monitorando a sua qualidade, por meio de análises microbiológicas, sensoriais e físico-químicas. Além de desenvolver um gelado comestível à base de polpa de uvaia sem adição de leite e gorduras.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess - Myrtaceae)

A Mata Atlântica é um conjunto de formações florestais que abrigam uma vegetação extremamente rica com abundante diversidade, constituindo um dos biomas que estão entre os 35 *hotspots* mundiais de biodiversidade (TABARELLI et al, 2005; IBAMA, 2010). Sua flora possui diversas famílias de árvores frutíferas, sendo a família Myrtaceae uma das mais abundantes (DISTASI; LIMA, 2002).

A família Myrtaceae possui 23 gêneros e 1026 espécies distribuídas em todas as regiões do país (ZAPPI et al., 2015). São Paulo possui o maior número de espécies de Myrtaceae no Brasil, com 264 espécies, seguido do Paraná com 227 espécies, Mato Grosso com 81 espécies e Mato Grosso do Sul com 41 espécies (SOBRAL et al., 2012). Os principais gêneros desta família são *Myrtus*, *Psidium*, *Pimenta*, *Eugenia*, *Pseudocaryophyllus*, *Syzygium*, *Eucalyptus*, *Leptospermum*, *Plinia* e *Malaleuca* (LAGO et al., 2011). Os frutos comestíveis da família Myrtaceae são usados para fazer sucos, licores e doces. O fruto desta família mais comercializado no mundo é a goiaba (*Psidium guajava* L.), nativa do Brasil. Outras duas espécies também nativas e comercializadas no Brasil são a pitanga (*Eugenia uniflora* L.) e a jabuticaba (*Plinia cauliflora* (Mart.) Kausel) (LUCENA, 2014).

As frutíferas da família Myrtaceae podem ser utilizadas em recuperação de áreas degradadas e também de preservação, por terem frutas amplamente consumidas pela fauna, o que contribui na dispersão das sementes (LORENZI, 2002). Além disso, grande parte dos frutos dessa família é rica em compostos bioativos e acumula compostos voláteis em suas folhas e frutas, como também apresentam propriedades medicinais, funcionais e aplicação alimentar (BREITMAIER, 2006; ROCHA et al., 2011).

O gênero *Eugenia* pode ser encontrado desde o México e Caribe até o norte da Argentina, e poucas espécies na África (COLE; HABER; SETZER, 2007; MAZINE; SOUZA, 2008). Cerca de 350 espécies do gênero *Eugenia* são nativas do Brasil (MAGINA; DALMARCO, 2012). A maior parte destas espécies possui alto valor nutricional, sendo ricas em flavonoides, mono e sesquiterpenos, triterpenoides, óleos essenciais e taninos presentes principalmente nas folhas, que normalmente são utilizadas pela medicina popular (ROMAGNOLO; SOUZA, 2006).

A uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess), também conhecida popularmente como ubaia, uvalha, uvalha-do-mato e uvalheira, nomes derivados do tupi (*iwa'ya*), que significa

fruto ácido, é uma espécie arbórea nativa da Mata Atlântica brasileira e pode ser encontrada em regiões da Argentina e Paraguai (RUFINO, 2008).

O fruto da uvaia é suculento e aromático, de casca fina, aveludada e pode ser amarelo ou alaranjado. Possui mesocarpo agridoce. Sua baga possui tamanho e forma variáveis, de 1,4 a 4 cm de comprimento e até 3 cm de diâmetro. Pode ser ovoide ou piriforme e possui de 1 a 4 sementes (DONADIO et al., 2002; CORADIN, 2011). O consumo da fruta pode ser *in natura* ou na forma de doces, geleias e sucos. O extrato da fruta também pode ser utilizado para substituir antioxidantes sintéticos (HAMINIUK et al., 2011; LORENZI; BACHER, DE LACERDA, 2015).



Figura 1. Uvaia (*Eugenia pyriformis* cambess) (Fonte: Acervo pessoal: Gabriela Mandro)

Por ter casca ser muito tenra e frágil, há dificuldade na colheita e conservação pós-colheita da fruta, o que dificulta o consumo e a comercialização *in natura* (LORENZI; BACHER, DE LACERDA, 2015; CORADIN, 2011), sendo necessárias técnicas de processamento adequadas para prolongar o período de conservação das frutas, preservando sua qualidade (OLIVEIRA et al., 2003).

A uvaieira pode ter de 6 a 15 metros de altura de tronco reto e descamante. Sua madeira é de boa qualidade, pois é dura, pesada e resistente a doenças. Assim, tem sido empregada para obtenção de lenha, carvão, postes, estacas, entre outros usos. É também recomendada para o reflorestamento de áreas degradadas, pois seus frutos são amplamente consumidos por várias espécies de pássaros. Seu florescimento ocorre entre os meses de agosto e setembro e a safra de frutos de novembro a dezembro (LORENZI, 2002; DONADIO et al., 2002).



Figura 2. Uvaiaeira (Fonte: Acervo pessoal: Gabriela Mandro)

No Brasil, o cultivo comercial de uvaia é pequeno, entretanto, esta fruta faz parte do programa de melhoramento genético de frutas nativas brasileiras da Embrapa, pois possui elevado potencial para exploração econômica, devido a sua alta produtividade e baixo custo de implantação e de manutenção (KROLOW, 2009).

A uvaia, como muitas frutas brasileiras nativas, possui grande potencial de mercado devido às suas características nutricionais, fitoterápicas e sabor exótico. Além de apresentar elevada capacidade antioxidante *in vitro* e possuir diversos compostos fitoquímicos que trazem benefícios à saúde. O fruto também apresenta compostos fenólicos, ou polifenóis, em níveis significativos, sendo o ácido gálico predominante (PEREIRA et al., 2012; RAMIREZ et al., 2012; SILVA et al., 2014). A presença de polifenóis em alimentos tem sido relacionada à prevenção de doenças crônicas (LOPES, 2018).

3.2. Compostos Bioativos e antioxidantes

Os compostos bioativos são aqueles que apresentam ação biológica, metabólica ou fisiológica específicas como, por exemplo, os compostos fenólicos e os carotenoides. O consumo de compostos fenólicos na alimentação humana está relacionado à ação antioxidante e anti-inflamatória (CRAFT et al., 2012).

Os antioxidantes são compostos químicos que possuem a capacidade de reagir com os radicais livres e assim restringir os efeitos maléficos ao organismo. Esses compostos podem prevenir ou diminuir os danos oxidativos de lipídeos, proteínas e ácidos nucleicos que são causados por espécies de oxigênio reativo (PIMENTEL; FRANCKI; GOLLUCKE, 2005). Portanto, as substâncias antioxidantes podem ser benéficas para o mecanismo de defesa celular.

Entretanto, a eficácia da ação antioxidante vai depender da estrutura química e da concentração dos fitoquímicos presentes no alimento (ARAÚJO, 2004).

Os compostos fenólicos representam a principal classe de metabólitos secundários presentes nas plantas e encontram-se em abundância no reino vegetal. Esses compostos são substâncias que possuem um anel aromático com um ou mais grupos hidroxilas e são providos das vias do ácido chiquimico e de biossíntese de fenilpropanoide. Os três maiores grupos de fenólicos da dieta são os flavonoides, os ácidos fenólicos e taninos (SHAHIDI; NACZK, 2004).

Os compostos fenólicos, as vitaminas e os carotenoides que estão presentes em abundância na natureza, possuem importante papel como antioxidante. O β -caroteno e seus derivados possuem um extenso sistema de duplas ligações conjugadas, as quais são responsáveis pela eficácia destes compostos antioxidantes (GERMAN; DILLARD, 2005).

Um dos pigmentos naturais mais abundantes na natureza são os carotenoides, que são responsáveis pelas colorações do amarelo ao laranja, na forma de carotenos ou como ésteres de xantofilas. Sua intensidade de coloração varia conforme a quantidade e tipo de pigmento presente (MATTO et al., 1975; WILLS et al., 1982; CHITARRA; CHITARRA, 2005). Cerca de 600 tipos de carotenoides são conhecidos atualmente. Esses geralmente são utilizados como aditivos (corantes) alimentares (EL-AGAMEY et al., 2004). Diferentemente dos polifenóis, os carotenoides podem capturar o oxigênio singlete. A capacidade de captura irá depender do número de duplas ligações presentes na cadeia carbonada (STAHL; SIES, 2005).

A presença de ácidos fenólicos e flavonoides presentes em frutas e hortaliças e outros vegetais vem despertando crescente interesse desses antioxidantes, assim como a busca de novas tecnologias e matérias-primas que viabilizem o uso de antioxidantes naturais (INFANTE, 2013).

Em 1928, o cientista húngaro, Albert Szent-Györgyi, isolou a Vitamina C, que foi nomeada de ácido ascórbico, devido à atuação na prevenção e cura do escorbuto, que é o resultado da falta prolongada de Vitamina C no organismo. O ácido ascórbico é uma vitamina hidrossolúvel e termolábil, amplamente encontrada nos produtos de origem vegetal, principalmente, em frutas cítricas e hortaliças (ZHANG; HAMAUZU, 2004). Essa vitamina pode ser sintetizada por plantas e muitas espécies de animais, com exceção de algumas aves e primatas a partir da D-glicose ou D-galactose, assim ela deve ser adquirida a partir da dieta (RIBEIRO; SERAVALLI, 2004).

As frutas são as maiores e mais importantes fontes de vitamina C, devido a sua grande disponibilidade. Entretanto, os teores de ácido ascórbico podem variar de acordo com as condições de crescimento e grau de maturação das frutas. A importância nutricional dos sucos

de frutas tem incentivado estudos do comportamento da vitamina C durante a estocagem (NAGY, 1980; MAHAN; ESCOTT-STUMP, 2002). No Brasil, a Ingestão Diária Recomendada de vitamina C (IDR) é de 45 mg para adultos (BRASIL, 2005a).

3.3. Conservação de alimentos

A qualidade dos alimentos é definida por parâmetros fisiológicos, valores nutricionais e atributos sensoriais como cor, sabor e textura ou consistência (SIVIERI; OLIVEIRA, 2002). A perda da qualidade e a redução da vida útil podem ocorrer devido ao efeito de uma ou mais destas propriedades. Para se obter um produto de alta qualidade durante o armazenamento, são indispensáveis algumas condições de processamento; fatores como higiene rigorosa, controle de contaminações cruzadas, qualidade dos ingredientes utilizados, cuidados no envase, estocagem e distribuição são essenciais (SANTOS, 2002). Com monitoração e controle dos parâmetros de processo, pode-se determinar o prazo final da vida útil de um alimento ou produto, ou seja, o momento em que este não é mais próprio para o consumo (SIVIERI; OLIVEIRA, 2002).

O período de armazenamento, em condições adequadas, até que os produtos com alta qualidade inicial alcancem uma condição inaceitável ou imprópria para o consumo, pode ser chamado de vida de útil (MARTINS, 2009). Diversos fatores intrínsecos e extrínsecos podem influenciar a validade de um alimento ou produto. Os fatores intrínsecos podem ser o tipo de matéria-prima, formulação do produto e estrutura, incluindo: atividade de água, pH e acidez total, oxigênio disponível, microbiota natural e contagens de microrganismos sobreviventes, bioquímica natural da formulação e o uso de conservantes no produto. Os fatores extrínsecos são: manuseio pelo consumidor, composição atmosférica dentro da embalagem, controle de temperatura, umidade relativa (UR), exposição à luz, contagem microbiana ambiental durante o processamento, armazenamento e distribuição (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2011).

Geralmente aplicados na indústria de alimentos, o congelamento e o armazenamento congelado são processos de preservação adequados e o conhecimento das propriedades termo físicas dos alimentos é necessário na definição das condições de processamento e armazenamento de alimentos (SILVA et al., 2010).

Um dos métodos de conservação que ajuda na preservação das características da fruta e permite seu consumo nos períodos de entressafra é o congelamento na forma de polpa, que possibilita ao produtor uma alternativa para a utilização de frutas que não atendam ao padrão de comercialização do produto *in natura* ou cujos preços não sejam compensadores; além de

garantir o aproveitamento integral das frutas na época de safra, pois evita os problemas ligados à sazonalidade (BARRET et al., 1994). O mercado de polpas de frutas congeladas possui crescimento razoável e apresenta grande potencial, visto que há grande variedade de frutas com sabores peculiares bastante agradáveis (BUENO et al., 2002).

Polpa de fruta, segundo a Instrução Normativas n° 01, de 7 de janeiro de 2000 do Ministério da Agricultura (MAPA), é um produto não fermentado, não concentrado, não diluído, obtido pelo esmagamento de frutos polposos, através de processos tecnológicos adequados, com teor mínimo de sólidos totais provenientes da parte comestível do fruto específicos para cada um (BRASIL, 2000).

O congelamento serve como processo complementar à pasteurização, sendo necessário o armazenamento da polpa imediatamente após a pasteurização em temperatura de -18°C e envase da polpa; a rapidez favorece a preservação das características originais da fruta, mantendo a qualidade ao produto final (MATTA et al, 2005). O congelamento é um dos processos mais indicados para a preservação das propriedades químicas, nutricionais e sensoriais de polpas de frutas. Além disso, é uma maneira prática de aproveitar frutas que não atendam ao padrão de comercialização *in natura*. Porém, os custos de obtenção, transporte e armazenamento dos produtos congelados são relativamente elevados (FU; LABUZA, 1997).

O termo pasteurização foi dado em homenagem a Louis Pasteur, um cientista renomado que entre os anos de 1854 e 1864 contribuiu significativamente, com suas pesquisas para os métodos térmicos de conservação dos alimentos (GUTIERREZ, 2008). A pasteurização é um processo térmico que utiliza temperaturas de até 100°C , no qual o alimento é resfriado após um determinado tempo de aquecimento. Essa técnica de conservação visa garantir a sanidade de sucos e polpas de frutas no mercado, pois possibilita a inativação de enzimas e a destruição de microrganismos termosensíveis. O binômio tempo/temperatura de pasteurização deve reduzir a carga microbiana e ao mesmo tempo preservar as características originais da fruta (FELLOWS, 1994; EMBRAPA, 2003). Assim, a temperatura e o tempo de duração da pasteurização dependem da carga de contaminação do produto e da sensibilidade do próprio alimento ao calor (ZAMPA; TEIXEIRA, 2014).

Existem dois processos de pasteurização: a pasteurização lenta que utiliza baixas temperaturas e tempos longos, a qual é menos utilizada industrialmente e mais adequada quando se pretende pasteurizar pequenos volumes, normalmente empregada em nível laboratorial e por pequenos produtores; e a pasteurização rápida, que utiliza poucos segundos para destruir os microrganismos, sendo um processo mais empregado em indústria de grande porte, por ser contínuo, rápido e de controle mais eficaz na inativação microbiana (LAVARDA, 2011).

A pasteurização pode ser aplicada para polpas de frutas, nas unidades de processamento de pequenos produtores, por ser um processo relativamente barato, devido à manutenção da qualidade que pode ser alcançada, em relação à estabilidade microbiana e à conservação dos nutrientes (FELLOWS, 1994; EMBRAPA, 2003).

Na pasteurização de polpas de frutas, geralmente se utiliza a temperatura na faixa de 70°C a 90°C, devido a tratamentos com temperaturas superiores a 90°C ocasionar significativas alterações organolépticas nas polpas de frutas e a 70°C ser a temperatura mínima necessária para que ocorra a redução microbiana (LADEROZA; BALDINI, 1991).

O estudo de pasteurização realizado por Teixeira, Neves e Pena (2009), utilizando diferentes tempos e temperaturas com polpa de graviola, mostrou que a pasteurização provocou redução da atividade enzimática e da concentração de bactérias, bolores e leveduras na polpa de graviola, o que demonstra a eficiência dos tratamentos térmicos a 80°C e 90°C.

Outra técnica para conservação de alimentos é a liofilização, que é bastante difundida e utilizada por indústrias farmacêuticas e alimentícias, e institutos de pesquisa (MARQUES, 2008). Na indústria de alimentos, os produtos em pó reduzem significativamente o custo de certas operações como embalagens, transporte, armazenamento e, pela conservação, aumentam o valor comercial do produto (SANTOS, 2012).

A liofilização é uma técnica de secagem que se baseia na retirada da umidade do material, por meio do congelamento da parte líquida e sublimação do gelo. Por se tratar de baixas temperaturas e geralmente sob vácuo, o processo é recomendado para materiais termo sensíveis, como os alimentos. Como o processo é realizado a baixa temperatura e ausência do ar atmosférico, ele permite que as propriedades químicas, nutricionais e organolépticas praticamente não se alterem (MENEZES et al., 2009).

Em comparação ao processo convencional de secagem, a liofilização possui diversas vantagens como: mantém a estrutura do material devido a umidade ser removida a baixas temperaturas, aumentando a estabilidade do produto durante a estocagem, minimizando reações de degradação, além de reduzir os custos de transporte. O alto custo da liofilização pode ser compensado por não precisar de manuseio e estocagem do produto em local refrigerado, além do produto possuir um alto valor agregado (BOSS, 2004).

As frutas, por possuírem elevado valor nutricional e comercial, precisam de cuidado especial para técnicas de desidratação, que permitam torná-las uma fonte adequada de nutrientes e vitaminas que enriqueçam produtos existentes no mercado ou na criação de novos produtos sem conservantes artificiais (MARQUES, 2008).

3.4. Gelado comestível

Segundo a RDC nº267 de 25 de setembro de 2003 e a RDC nº266 de 22 de setembro de 2005 da ANVISA, gelados comestíveis são produtos congelados obtidos a partir de uma emulsão de gorduras e proteínas com ou sem adição de outros ingredientes ou de uma mistura de água, açúcares e outros ingredientes e substâncias que tenham sido submetidas ao congelamento, em condições que garantam a conservação do produto no estado congelado ou parcialmente congelado, durante o armazenamento, o transporte, a comercialização e a entrega ao consumo. Além disso, devem ser designados por denominações consagradas pelo uso. Podem ser usadas expressões relacionadas ao ingrediente que caracteriza o produto e ou ao processo de obtenção e ou forma de apresentação e ou característica específica (BRASIL, 2003; BRASIL, 2005b).

Os gelados comestíveis devem atender aos Regulamentos Técnicos específicos de Aditivos Alimentares e Coadjuvantes de Tecnologia de Fabricação (BRASIL, 2005b). Segundo a ANVISA, Resolução RDC nº 45, de 2010, a pectina é um aditivo usado que possui função tecnológica espessante. A quantidade de pectina é determinada de acordo com o efeito desejado que se quer obter, desde que seu uso não resulte em prática enganosa e a sua adição seja permitida para o alimento em questão. Não é feita restrição quanto ao tipo de pectina (SOUZA; BARBOSA; RODRIGUES, 2016). Uma das alternativas de obtenção de pectina natural se dá por meio do albedo do maracujá, que é um subproduto de elevado teor de fibras, como a pectina, que é extraída para a utilização no desenvolvimento de novos produtos como geleias, doces e frutas em calda (FIGUEIREDO et al., 2009).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Experimentos

4.1.1. Experimento 1: Fruta congelada e polpas congeladas e pasteurizadas

As amostras foram divididas em três lotes: fruta congelada, polpa congelada e polpa pasteurizada congelada. Essas amostras foram mantidas a -18°C em congelador por três meses e avaliadas a cada trinta dias (1, 30, 60 e 90 dias) quanto à presença de microrganismos (*Salmonella spp*, coliformes totais e termotolerantes e bolores e leveduras), análise sensorial (teste de aceitação), avaliação físico-química (cor instrumental, pH, acidez titulável e teor de sólidos solúveis e açúcares), de compostos bioativos (ácido ascórbico, carotenoides, compostos fenólicos totais) e atividade antioxidante.

4.1.2. Experimento 2: Polpas Liofilizadas

As amostras foram divididas em 2 lotes: liofilizadas em equipamento industrial (T1) (equipamento de fabricação própria Sublimar Produtos Liofilizados Ltda, com capacidade de 80kg) e equipamento de bancada (T2) (L101 - Liotop®, capacidade de 5kg). Essas amostras foram armazenadas em temperatura ambiente ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$) por até 12 meses. O produto foi avaliado a cada 60 dias (1, 60, 120, 180, 240, 300 e 360 dias) quanto à presença de microrganismos, avaliação sensorial, físico-química e de compostos bioativos e antioxidantes. As análises foram as mesmas citadas para o experimento 1, com adição das análises de umidade e atividade da água (a_w). Para as análises as polpas liofilizadas foram reconstituídas (1:9) com exceção das análises de cor instrumental, umidade e atividade de água.

4.1.3. Experimento 3: Gelado comestível de uvaia

Desenvolvimento de um gelado comestível à base de polpa de uvaia congelada sem adição de leite e gordura, utilizando pectina de maracujá como espessante. Realizou-se a caracterização físico-química, de compostos bioativos e antioxidantes, além de análise microbiológica e sensorial para verificar a aceitação e intenção de compra do produto final.

4.1.4. Delineamento experimental

O delineamento do experimento 1 foi realizado em esquema fatorial 3×4 , sendo o primeiro fator composto pelos tratamentos (frutas congeladas inteiras, polpa congelada e polpa

pasteurizada e congelada) e o segundo fator pelos períodos de armazenamento (1, 30, 60 e 90 dias), com três repetições, sendo toda repetição uma embalagem metalizada (alumínio revestido de polietileno de 15x10 cm). Para o experimento 2 o esquema fatorial foi de 2x7, sendo 2 tratamentos: 1° tratamento (T1): polpa liofilizada em equipamento industrial e o 2° tratamento (T2): polpa liofilizada em equipamento de bancada (de laboratório). O experimento foi conduzido em 7 períodos de armazenamento (1, 60, 120, 180, 240, 300 e 360 dias), três repetições, sendo toda repetição uma embalagem. Para análise sensorial foi utilizado o mesmo delineamento com ressalva para o número de repetições, que foi de 80, correspondentes ao número de provadores em cada dia de avaliação.

4.2. Processamento das frutas

Coleta/Transporte: A matéria prima foi adquirida na cidade de Paraibuna - SP, (Estrada da Roseira, km 11,5, CEP 12260-000). As frutas colhidas foram pré-selecionadas e acondicionadas em bolsas de polietileno de 5 kg somando um total de 100 kg e armazenadas em caixas de poliestireno expandido para o transporte até Piracicaba - SP em veículo climatizado ($19\pm 2^{\circ}\text{C}$) particular. Em Piracicaba, as frutas foram armazenadas em câmara de refrigeração a 5°C até o processamento realizado no dia seguinte (18 horas depois).



Figura 3. Frutas ensacadas (Foto: Acervo Pessoal: Gabriela Mandro)

Seleção/Sanitização: Nesta etapa foi realizada a seleção dos frutos, sendo descartados aqueles que apresentavam alguma injúria, como rachaduras, furos, presença de insetos ou microrganismos. Em seguida foi realizada a lavagem dos frutos selecionados em água tratada corrente. A sanitização ocorreu por imersão dos frutos em recipiente plástico contendo 4 litros de solução de cloro a 200 mg L^{-1} (Dicloro isocianurato de sódio dihidratado – 3% de cloro ativo) por 15 minutos e posterior enxague. Para a secagem, as frutas foram deixadas em repouso por 15 minutos, em escorredor próprio para alimentos para escoamento do excesso de água

contido na superfície da casca. Após esse tempo, pesou-se 96kg, dividiu-se os frutos em cinco lotes. Um lote (15kg) foi para etapa de envase direto (frutas inteiras) e os outros quatro (81kg) seguiram para etapa de despulpamento.



Figura 4. Frutas em sanitização (Foto: Acervo Pessoal: Gabriela Mandro)

Despulpamento: Para o despulpamento as sementes foram retiradas manualmente e a fruta sem semente foi colocada em liquidificador doméstico Walita (Brasil) em velocidade 3. As sementes foram doadas para projetos parceiros. Foi realizada a pesagem da polpa, a qual foi dividida em duas partes, sendo que 49kg de polpa seguiu para a etapa de envase e armazenamento congelado (sendo 11 kg para o tratamento de polpa congelada, 36 kg para posterior liofilização e 2 kg para o desenvolvimento do gelado) e 13kg seguiu para a etapa de pasteurização.



Figura 5. Secagem e retirada das sementes (Foto: Acervo Pessoal: Gabriela Mandro)

Pasteurização: A pasteurização foi realizada em tacho aberto, de aço-inox à temperatura de 80°C por 5 minutos com agitação manual constante. Após esse tempo foi resfriada imediatamente por imersão do tacho em bacia com água e gelo até a polpa atingir

30°C. Controlou-se a temperatura com termômetro digital. Após a pasteurização a polpa seguiu para o envase.



Figura 6. Pasteurização da polpa de uvaia (Foto: Acervo Pessoal: Gabriela Mandro)

Envase: A fruta, a polpa sem pasteurizar e a polpa pasteurizada foram acondicionadas em embalagens metalizadas (Stand up pouch de alumínio revestido de polietileno de 15x10 cm) e termo seladas. Nessas embalagens foram colocados aproximadamente 20 a 50 g de produto para posterior armazenamento. Separou-se cerca de 36 kg de polpa congelada que foi acondicionada em embalagens metalizadas de 6 kg para posterior liofilização.

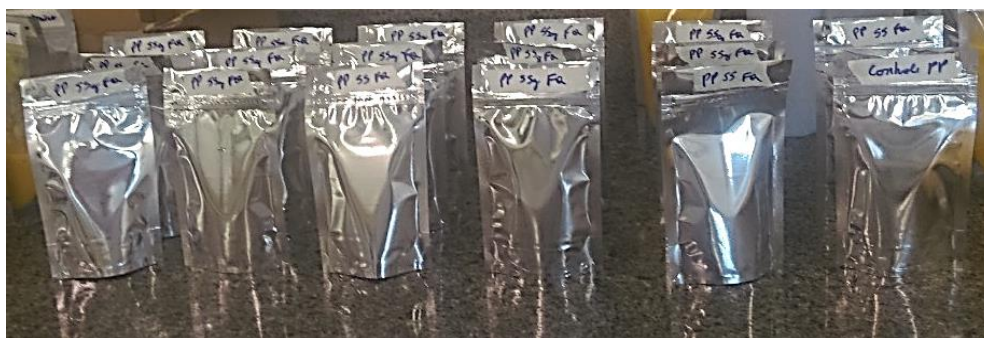


Figura 7. Frutas e polpas de uvaia envasadas (Foto: Acervo Pessoal: Gabriela Mandro)

Liofilização: A polpa de uvaia permaneceu sob congelamento lento (-18°C) até o momento da liofilização. Foram realizados dois tipos de liofilização, a liofilização por equipamento industrial e a liofilização em equipamento de bancada (laboratório). A liofilização industrial foi realizada na empresa Sublimar Produtos Liofilizados Ltda., situada na cidade de Tatuí (SP), distante aproximadamente 75 km da ESALQ/USP. Cerca de 18kg de polpa congelada envasada foram acondicionados em caixas de poliestireno expandido e transportados até a empresa em veículo particular. Após a liofilização, a polpa liofilizada (cerca de 1,8 kg)

foi enviada por correio ao Laboratório de Frutas e Hortaliças da ESALQ/USP. A liofilização em liofilizador de bancada (L101 - Liotop®), localizado no Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, da ESALQ/USP, em Piracicaba-SP. As polpas foram divididas em 3 bandejas do equipamento, com 5kg de polpa por vez, que permaneceram no equipamento durante 5 dias. Foram necessários 18 dias para liofilizar 18 kg de polpa que resultaram em aproximadamente 2 kg de polpa liofilizada. As amostras liofilizadas foram retiradas das bandejas do liofilizador e trituradas e homogeneizadas em moinho. Ambas as amostras liofilizadas foram acondicionadas em embalagens metalizadas (alumínio e revestido de polietileno de 15x10 cm) com cerca de 2g a 20 g por embalagem e foram termo seladas e armazenadas a temperatura ambiente.



Figura 8. Liofilizador L101 - Liotop® de bancada com polpa de uvaia (Foto: Acervo Pessoal: Gabriela Mandro)

Armazenamento: Após o envase, as frutas, as polpas sem pasteurização e as polpas pasteurizadas (experimento 1) foram armazenadas em câmara de congelamento a -18°C por até 3 meses e as polpas liofilizadas (experimento 2) foram armazenadas em temperatura ambiente ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$) por até 12 meses. A polpa congelada para o desenvolvimento do gelado comestível (Experimento 3) foi armazenada em câmara de congelamento a -18°C até o dia do processamento do gelado.

4.2.1. Fluxograma do processamento das uvaías

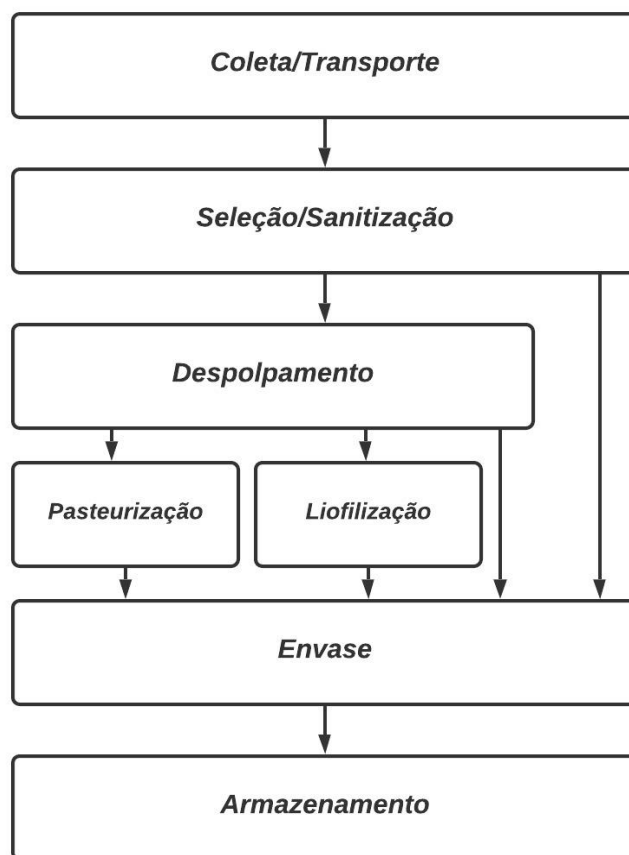


Figura 9. Fluxograma do processamento das uvaías

4.3. Formulação do Gelado de uvaia

A formulação do gelado de uvaia, desenvolvida para a execução do presente trabalho é apresentada na Tabela 1. Essa formulação foi baseada em Marshall e Arbuckle (1996).

Tabela 1. Formulação do gelado de uvaia

Ingredientes	Quantidade (g)	(%)
Polpa de uvaia (sem adição de água)	250	50%
Água	125	25%
Sacarose	35	7%
Xarope de glicose de milho	15	3%
Pectina (de albedo de maracujá)	75	15%
Total	500	100

4.4. Processamento do Gelado de uvaia

Preparo da sorveteira: Os dois recipientes de metal da sorveteira Dupla Fator Duo ICE-40, (Cuisinart), foram levados ao freezer um dia antes do processamento para o congelamento à temperatura de -20°C durante 24 horas.

Preparo da pectina do albedo de maracujá amarelo: As frutas foram escolhidas e selecionadas quanto à cor, tamanho e presença de danos físicos e causados por microrganismos em mercado local. Em seguida, foram lavadas com água corrente e higienizadas por imersão em solução de cloro a 200 mg L^{-1} (Dicloroisocianurato de sódio dihidratado – 3% de cloro ativo) durante 15 minutos. Os maracujás foram cortados e a polpa foi retirada. As cascas com albedo foram cozidas com água em panela de pressão por 15 minutos. Após esse tempo, a casca foi resfriada e o albedo retirado para posterior homogeneização em processador de alimentos. O albedo do maracujá (contendo pectina) foi acondicionada em bolsas de polietileno e mantida em congelamento para posterior utilização como pectina.

Limpeza do material: Os equipamentos utilizados na produção do gelado foram previamente limpos com detergente neutro e água corrente tratada. Posteriormente, foi realizada a sanitização por aspersão de álcool 70° , e em seguida foram secos de forma natural à temperatura ambiente.

Homogeneização da massa: Em um béquer de 500 mL foram previamente homogeneizados com o auxílio de uma espátula, a polpa de uvaia congelada, água, açúcar, xarope de glicose de milho e a pectina de maracujá. Em seguida, a mistura foi depositada na máquina de sorvete para agitação promovendo o processo de aeração da massa.

Verificação do ponto: O ponto ótimo da massa do gelado ocorreu após 20 minutos de agitação na máquina, quando a massa apresentou coloração uniforme sem presença de coágulos, além de consistência semelhante a uma espuma semissólida, suave e facilmente maleável.

Armazenamento: O gelado foi acondicionado em recipientes plásticos com volume de 500g, e posteriormente armazenado à temperatura de -25°C até o momento das análises



Figura 10. Gelado de uvaia logo após o processamento a esquerda e congelado a direita (Fonte: Acervo pessoal: Gabriela Mandro)

4.4.1. Fluxograma do processamento do gelado de uvaia



Figura 11. Fluxograma do processamento do gelado de uvaia

4.5. Análises Microbiológicas

As análises microbiológicas foram definidas de acordo com as listas de padrões microbiológicos para alimento da Instrução Normativa N° 60 de 23 de dezembro de 2019 da ANVISA.

4.5.1. Bolores e leveduras

Os bolores e leveduras foram determinados pelo crescimento em placas das diluições das amostras em meio Ágar Batata Dextrose (BDA) segundo Downes e Ito (2001), realizadas em triplicata. Os resultados foram expressos em Unidade Formadora de Colônias por grama (UFC.g⁻¹).

4.5.2. Coliformes totais e coliformes e termotolerantes

Os coliformes totais e termotolerantes foram determinados segundo orientações do fabricante Biocontrol (2016), pelo crescimento em placas Simplate[®] da Biocontrol das diluições das amostras e quantificadas pelo método do Número Mais Provável (NMP). Os resultados foram expressos em NMP.g⁻¹ (VANDERZANT; SPLITTSTOESSER, 1992).

4.5.3. *Salmonella spp*

Para a análise de *Salmonella spp* foi utilizado o kit “1-2 Rapid Test”, segundo as orientações do fabricante Biocontrol/USA, método aprovado pela Association of Analytical Chemists International (AOAC, 2005), para a detecção de *Salmonella spp*. A amostra permaneceu incubada por 24 horas em estufa a 37°C. O resultado positivo é indicado pela presença de uma banda branca (imunobanda) em forma de u. Se não houver formação da banda depois de 14 horas do tempo de incubação, o resultado é considerado negativo (BIOCONTROL, 2016).

4.6. Análise sensorial

Para a realização da análise sensorial o projeto foi analisado previamente pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (Resolução 196/96) e aprovado em maio de 2018 com o número do parecer 2.657.726 (Anexo A).

Foi empregado o teste hedônico, com a participação de 80 voluntários não treinados, compostos por estudantes, funcionários e professores do Campus Universitário, número de provadores recomendado por Meilgaard et al. (2006) para testes de aceitação em Teste de Laboratório.

As análises sensoriais foram realizadas no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, da ESALQ/USP. As polpas e as frutas foram avaliadas em forma de Néctar para não descaracterizar a amostra, uma vez que o objetivo da sensorial era avaliar se havia alterações ou não ao longo do armazenamento e para deixar as amostras mais palatáveis para os provadores devido se tratar de uma fruta muito ácida. As polpas e as frutas foram avaliadas mensalmente durante 3 meses, e as polpas liofilizadas a cada 60 dias durante 12 meses. O gelado de uvaia foi avaliado apenas uma vez.

Para o preparo do néctar a partir da fruta e polpas congelada e pasteurizada, se utilizou de uma parte de polpa/fruta e uma parte de água mineral (1:1), baseado em testes preliminares

iniciais. Para os frutos houve a extração manual das sementes seguido do despulpamento em liquidificador. Em ambos os néctares foram adicionados 15% de açúcar em relação ao peso total. Essa proporção foi selecionada conforme o estudo de Zillo et al. (2014) para néctar de uvaia. No caso da polpa liofilizada, esta foi reconstituída com uma parte de polpa para nove partes de água mineral (1:9), baseado no teor de umidade do lote do fruto, e acrescida novamente de uma parte de água mineral para uma parte de polpa reconstituída (1:1). Em seguida foram adicionados 15% de açúcar em relação ao peso total. O néctar foi homogeneizado em liquidificador.

A formulação do gelado está descrita no item 4.3 e seu processamento ocorreu conforme o item 4.4.

Os provadores avaliaram as amostras em cabines individualizadas iluminadas com luz branca e climatizadas (21°C). Cada provador recebeu uma amostra de 30 mL dos néctares/gelado servidos em copos descartáveis de polipropileno juntamente com a ficha de avaliação (Figura 12 e 13) e água mineral para lavagem do palato antes da avaliação e entre as amostras, no caso dos néctares. As amostras foram servidas simultaneamente e avaliadas sequencialmente conforme a randomização. Foi solicitado que avaliassem o sabor, aroma, aparência, cor, textura e impressão global, utilizando escala hedônica estruturada de nove pontos, variando de 9 (gostei muitíssimo) a 1 (desgostei muitíssimo) e também foi solicitado para descreverem o que mais e menos gostaram a fim de entender o motivo das notas. Para o gelado também foi avaliado se comprariam ou não o produto.

Nome: _____ Idade _____ Sexo F () M () Data: ___/___/___

Avalie as amostras de néctar de **UVAIA** da esquerda para direita e, segundo a escala abaixo, numere o quanto você gostou ou desgostou de cada atributo.

9 gostei muitíssimo, 8 gostei muito, 7 gostei moderadamente, 6 gostei ligeiramente, 5 nem gostei/nem desgostei, 4 desgostei ligeiramente, 3 desgostei moderadamente, 2 desgostei muito, 1 desgostei muitíssimo

Amostra (código)	Sabor	Aroma	Aparência	Cor	Textura	Impressão global

- Por favor, descreva o que você mais gostou ou menos gostou na amostra.

Figura 12. Ficha de avaliação sensorial dos néctares

Nome: _____ Idade _____ Sexo F () M () Data: __/__/__

Avalie a amostra de gelado comestível de **UVAIA** e, segundo a escala abaixo, numere o quanto você gostou ou desgostou de cada atributo.

9 gostei muitíssimo, 8 gostei muito, 7 gostei moderadamente, 6 gostei ligeiramente, 5 nem gostei/nem desgostei, 4 desgostei ligeiramente, 3 desgostei moderadamente, 2 desgostei muito, 1 desgostei muitíssimo

Sabor	Aroma	Aparência	Cor	Textura	Impressão global

- Você compraria esse produto?

() Sim () Não () Talvez

- Por favor, descreva o que você mais gostou ou menos gostou na amostra.

Figura 13. Ficha de avaliação sensorial do gelado de uvaia

4.7. Análises físico-químicas

4.7.1. Cor instrumental

A cor instrumental foi mensurada pelos valores de Luminosidade (L^*), ângulo Hue (tonalidade) e Cromaticidade (saturação da cor) por meio do colorímetro Konica-Minolta, CR-400. A análise foi realizada em triplicata.

4.7.2. pH

O pH foi mensurado diretamente usando o potenciômetro TECNAL modelo TEC3-MP, previamente calibrado com soluções-padrão 4,0 e 7,0 (AOAC, 2005). A análise foi realizada em triplicata.

4.7.3. Acidez total titulável

Análise de determinação de acidez por titulação com NaOH 0,1N foi realizada de acordo com o método indicado pela AOAC (2005). O resultado foi expresso em % de ácido cítrico. Análise realizada em triplicata.

4.7.4. Sólidos solúveis

O teor de sólidos solúveis foi medido por leitura direta, utilizando o refratômetro digital KRÜSS – DR101-60, o resultado foi expresso em °Brix. A análise foi realizada em triplicata.

4.7.5. Relação sólidos solúveis/acidez titulável (ratio)

O ratio foi calculado por meio da relação entre o teor de sólidos solúveis e acidez titulável (TSS/ATT).

4.7.6. Açúcares redutores e não redutores

Os açúcares redutores totais foram determinados pelo método colorimétrico de DNS (MILLER, 1959). O método de DNS (ácido 3,5-dinitrosalicílico) baseia-se na reação entre o açúcar redutor e o ácido 3,5-dinitrosalicílico (cor amarela), que é reduzido a um composto colorido avermelhado, o ácido 3-amino5-nitrosalicílico, oxidando o monossacarídeo redutor. Esse composto absorve fortemente a luz, sendo possível estabelecer uma relação direta entre a medida colorimétrica e a quantidade de açúcares redutores (MALDONADE; CARVALHO; FERREIRA, 2013). A análise foi realizada em triplicata.

4.7.7. Atividade de água (a_w)

A atividade de água foi determinada por meio do equipamento da marca TESTO, modelo 650. A análise foi realizada em triplicata.

4.7.8. Umidade

A umidade foi determinada em medidor infravermelho de umidade digital marca TECNALTOP RAY B. A amostra foi distribuída de forma homogênea na placa de alumínio e alocada no aparelho à temperatura de 60°C até a estabilização da umidade. A análise foi realizada em triplicata. O resultado foi expresso em % de umidade.

4.8. Análise de compostos bioativos e antioxidantes

4.8.1. Teor de ácido ascórbico por titulometria

A determinação de ácido ascórbico (AA) foi realizada em triplicata utilizando o método titulométrico segundo Carvalho et al. (1990). Para análise do ácido ascórbico, 10 mL de amostra foram diluídos em 50 mL de solução de ácido oxálico 1%. Esta alíquota foi titulada com solução de 2,6-diclorofenol indofenol (DCFI) 0,002%, sendo o ponto de viragem determinado visualmente. A solução de DCFI foi padronizada com solução de ácido ascórbico. O ponto final da titulação aconteceu na viragem da solução de incolor para rosa. A análise foi realizada em triplicata. Os resultados foram calculados segundo as equações (1) e (2) e expressos em $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$.

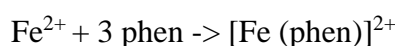
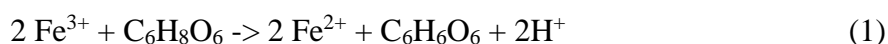
$$C = \frac{Vxfx100}{m} \quad (1)$$

$$f = \frac{10xc}{p} \quad (2)$$

Onde, "C" é a quantidade de AA (mg) presente em 100 g de amostra, "p" é o volume (mL) gasto de indicador (DCFI), "c" é a concentração ($\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$) de uma solução padrão de AA, "V" é o volume (mL) de indicador - DCFI utilizado na titulação, f é o fator de correção e "m" é a quantidade de amostra (g) utilizada na extração.

4.8.2. Teor de ácido ascórbico por espectrofotometria

A metodologia adotada mensura o teor de ácido ascórbico nas amostras de modo indireto, ou seja, se baseia em uma reação de óxido-redução. Nesta reação, o ácido ascórbico atua como agente redutor, favorecendo a formação do complexo ferro-fenantrolina de coloração alaranjada. Esse complexo é quantificado e sua concentração relaciona-se com a concentração de ácido ascórbico na amostra, conforme apresentado na reação (1)



Onde: $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$: ácido ascórbico; $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_6$: íon ascorbato; phen: fenantrolina; $[\text{Fe}(\text{phen})]^{2+}$: complexo ferro-fenantrolina

O método espectrofotométrico adotado para determinação do ácido ascórbico para este estudo foi desenvolvido por Masato (1980), com modificações descritas por Arya, Mahajan e

Jain (1998) e otimizado para a uvaia pelo presente estudo. Essa determinação é uma medida indireta baseada na redução do ferro.

Para a curva de calibração, a partir de uma solução estoque 1250 mg L^{-1} de ácido ascórbico em $\text{HCl } 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, foram preparadas soluções com concentrações 0; 2,5; 5; 10; 15; 20 mg L^{-1} de ácido ascórbico em tubos Falcon. Em seguida, transferiu-se 2,5 mL de cada concentração para tubos de 15 mL e adicionou-se 175 μL de solução de sulfato de ferro (III) e 525 μL de 1,10-fenantrolina. Completou-se o volume com água para 12 mL e homogeneizou-se. Após 10 min, mediu-se a absorvância em espectrofotômetro no comprimento de onda de 510 nm.

Para o preparo da solução de ácido ascórbico 1250 mg L^{-1} , foram pesados 0,0625g de ácido ascórbico e adicionou-se 1mL de $\text{HCl } 0,1 \text{ mol L}^{-1}$. Em um balão completou-se o volume com 50 mL de água destilada. A solução de 1,10-fenantrolina foi preparada a partir de 0,075g de 1,10-fenantrolina em 50mL de água destilada. Para o preparo solução de sulfato de ferro (III), 0,055g de sulfato de ferro (III) foram adicionados 2,5 mL de $\text{HCl } 0,1 \text{ mol L}^{-1}$ e completou-se o volume do balão volumétrico para 50mL de água destilada. Todas as soluções foram preparadas no dia da análise. Os resultados foram expressos em $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. A análise foi realizada em triplicata.

4.8.2.1. Otimização da análise de ácido ascórbico por espectrofotometria

A análise de ácido ascórbico por espectrofotometria foi otimizada para uvaia, no qual, após testes preliminares definiu o seguinte preparo das amostras: as polpas (a fruta congelada foi descongelada em refrigerador e após a retirada das sementes foi transformada em polpa por meio de moinho) foram filtradas a vácuo em papel de filtro até que atingissem o volume de aproximadamente 5 mL. Posteriormente foram submetidas à centrifugação de 8000 rpm por 10 minutos, com a finalidade de remover partículas de fruta em suspensão que pudessem ocasionar desvios e interferências nas análises espectrofotométricas.

Para a diluição, pipetou-se 300 μL de amostra em 3 mL de água destilada em tubo Falcon. Após a homogeneização em vortex desta solução foram transferidos 2,5 mL da solução diluída para tubo Falcon, em que foram adicionados 175 μL da solução de sulfato de ferro (III) e 525 μL da solução de fenantrolina. Após 10 minutos de reação transferiu a solução para uma cubeta de quartzo e a absorvância foi mensurada.

O método espectrofotométrico adotado prevê que as medidas ocorram na faixa de 510 nm, que corresponde ao máximo de absorção de radiação pelo complexo Fe-phen.

4.8.3. Carotenoides

Foi determinado segundo o método espectrofotométrico de Lichtenthaler (1987). Em tubos Falcon de 15 mL, adicionou-se 1 g de amostra e 10 mL de acetona, que permaneceram em refrigeração durante 24 horas para a extração dos carotenoides. Após esse período, as amostras foram centrifugadas durante 10 minutos a 10.000 rpm e 4°C. Em seguida coletou-se o sobrenadante para leitura no espectrofotômetro nos comprimentos de onda de 470, 646 e 663 nm. A quantificação foi realizada pelas equações (3), (4) e (5). Os resultados foram expressos em mg.g⁻¹.

$$\text{Clorofila a (Ca)} = 12,25 \times \text{Abs}_{663} - 2,79 \times \text{Abs}_{646} \quad (3)$$

$$\text{Clorofila b (Cb)} = 21,50 \times \text{Abs}_{646} - 5,10 \times \text{Abs}_{663} \quad (4)$$

$$\text{Carotenoides totais (CT)} = [(1000 \times \text{Abs}_{470}) - (1,82 \times \text{Ca}) - (85,02 \times \text{Cb})] / 198 \quad (5)$$

4.8.4. Compostos fenólicos totais

Os compostos fenólicos totais foram determinados segundo Singleton e Rossi (1965), pelo método espectrofotométrico com Folin Ciocalteu utilizando o ácido gálico como padrão. A reação do desenvolvimento do cromatóforo é baseada na oxidação de polifenóis pelo reagente Folin-Ciocalteu.

A extração foi realizada por homogeneização de 0,5 g de amostra em 50 mL de acetona 80% que permaneceu durante 24 horas em refrigeração. Após esse período, pipetou-se 200 µL do extrato, 1,5 mL de água destilada e 100 µL de reagente Folin-Ciocalteu P.A em tubos de ensaio e homogeneizou-se a solução. Após 5 min adicionou-se 200 µL carbonato de sódio 20%. A solução padrão de ácido gálico foi preparada por dissolução de 0,010 g de ácido gálico em 100 mL de acetona 80%. A curva foi realizada em tubos nas concentrações de solução de ácido gálico de 0, 20, 40, 60, 80 e 100 µL em acetona 80%. Os tubos permaneceram 2 horas no escuro em temperatura ambiente para posterior leitura no espectrofotômetro no comprimento de onda a 765 nm. O valor da absorbância foi medido em triplicata para cada extração. O total de fenólicos nas amostras foi calculado pela interpolação dos respectivos valores de absorbância na curva de calibração. A análise foi realizada em triplicata. Os resultados foram expressos em mg de ácido gálico por 100g⁻¹ de amostra.

4.8.5. Atividade antioxidante por ABTS

A atividade antioxidante foi determinada segundo a metodologia descrita por Re et al. (1999) por ABTS. O método ABTS baseia-se na redução do ABTS pelo persulfato de potássio. A atividade antioxidante é determinada pelo descoloramento do ABTS, que ocorre à medida que o radical é reduzido, sendo os resultados obtidos expressos em capacidade antioxidante em equivalentes de Trolox (TEAC) que é um padrão submetido às mesmas condições de análise do antioxidante (RE et al., 1999).

A extração foi realizada por homogeneização de 2 g de amostra em 50 mL de acetona 80% que permaneceu durante 24 horas em refrigeração. A solução de ABTS 7 mmol L^{-1} foi preparada por dissolução de 38,4 mg do ABTS em 5 mL de água deionizada. O persulfato de potássio ($2,45 \text{ mmol L}^{-1}$) foi preparado por dissolução de 6,62 mg de substância sólida em 5 mL de água deionizada. As duas soluções foram misturadas em balão volumétrico de 10 mL a fim de formar a solução estoque de ABTS, que foi acondicionada em um tubo protegido da luz, e mantida no escuro por 16 horas. Após esse período, a solução estoque de ABTS foi diluída em etanol, até obter a absorbância de $0,700 \pm 0,020$ (em 734 nm de comprimento de onda). A curva de calibração foi preparada a partir de diferentes concentrações de solução de Trolox e etanol. Em tubos de ensaio foram adicionados 20 μL da solução da curva de calibração ou da amostra e 2 mL de solução de ABTS diluído. Os tubos permaneceram 6 minutos no escuro para a leitura no espectrofotômetro na absorbância de 734 nm. As análises foram realizadas em triplicata. Os resultados foram calculados pela interpolação dos valores das absorbâncias das amostras na curva de calibração obtida com as soluções da curva. A análise foi realizada em triplicata. Os resultados foram expressos em μMol de TEAC. g^{-1} de amostra (atividade antioxidante equivalente ao Trolox).

4.8.6. Atividade antioxidante por DPPH

A determinação de atividade antioxidante foi feita segundo Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995) por DPPH. A redução do radical DPPH a DPPH₂ é monitorada pelo decréscimo da absorbância durante a reação (BRAND-WILLIAMS; CUVELIER; BERSSET, 1995). Na presença de um doador de hidrogênio ou elétron, a intensidade da absorção diminui e a solução com o radical perde sua coloração violeta, tornando-se amarela, de acordo com o número de elétrons capturados (MOLYNEUX, 2004).

Preparou-se uma solução de Trolox por dissolução de 150mg de Trolox em 10 mL de etanol, e a solução de DPPH foi preparada por dissolução de 0,00985g de DPPH em 50 mL de

etanol. A curva foi realizada em tubos utilizando a solução de Trolox e etanol em diferentes concentrações e com adição de DPPH. A extração foi realizada por homogeneização de 0,5 g de amostra em 50 mL de acetona 80% que permaneceu durante 24 horas em refrigeração. Após esse período, em tubos de ensaio pipetou-se 200 μ L do extrato, 3,3 mL de etanol e 300 μ L do radical DPPH e homogeneizou. Os tubos permaneceram em ambiente escuro por 50 minutos a temperatura ambiente para posterior leitura no espectrofotômetro no comprimento de onda a 765 nm. O valor da absorbância foi medido em triplicata para cada extração. A atividade antioxidante das amostras foi calculada pela interpolação dos respectivos valores de absorbância na curva de calibração. A análise foi realizada em triplicata. Os resultados foram expressos em μ Mol de TEAC.g⁻¹ de amostra.

4.9. Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise estatística por meio do programa Statistical Analysis System modelo 9.2 (SAS, 2005). As médias foram comparadas pelo Teste de Tukey. Os valores de $p < 0,05$ foram considerados significativos. Os resultados também foram submetidos à Análise de Variância Multivariada, pela análise de agrupamentos (Cluster), análise de componentes principais (ACP) e correlação de Pearson.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Otimização da análise de ácido ascórbico por espectrofotometria

A fim de otimizar a análise de ácido ascórbico em específico para a uvaia, realizou-se um teste para avaliar o comprimento de onda a ser utilizado e também verificou se havia interferência da matriz na absorção de radiação pelo complexo monitorado ou algum outro tipo de interferência espectral. Assim, foram realizadas medidas de absorção de radiação simultâneas em toda a região do visível (que compreende a região do espectro eletromagnético entre 400 e 750 nm) em espectrofotômetro multicanal (Ocean Optics, USB2000, Dunedin, Florida, USA) acoplado (por meio de fibras ópticas) a uma lâmpada halógena de tungstênio (Ocean Optics, LS-1, Dunedin, Florida, USA), em celas de quartzo de 1 cm, localizado no Laboratório de Química Analítica, no Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA).

As medidas mostraram que o melhor comprimento de onda para monitorar o complexo Fe-phen em amostras de uvaia foi 510 nm e que não houve efeitos de matriz ou outras interferências, demonstrando que o preparo da amostra foi adequado, como pode-se ver na Figura 14.

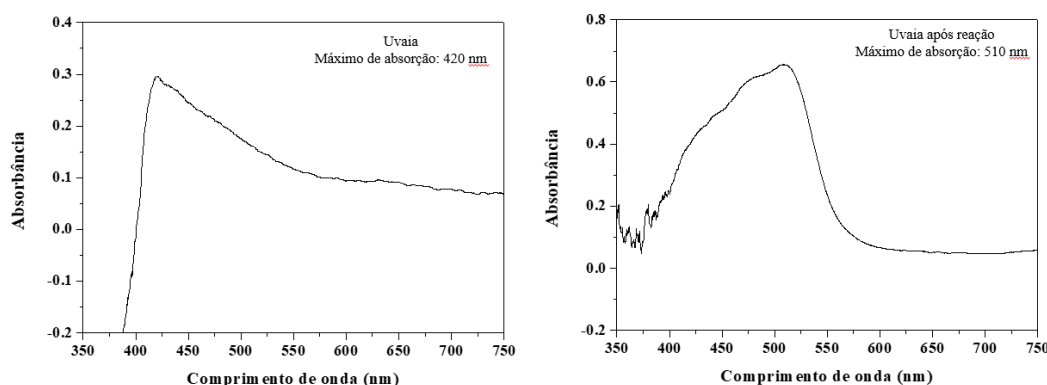


Figura 14. Espectro de absorção de amostra de uvaia antes (esquerda) e após a reação (direita).

O teste de recuperação (Tabela 2) foi realizado para avaliar possíveis efeitos de interferências na exatidão das medidas, em que concentrações distintas de uma solução padrão de ácido ascórbico são avaliadas nas mesmas condições de análise da amostra. A escolha do padrão para esta avaliação foi realizada porque não seria possível discriminar o ácido ascórbico adicionado à amostra daquele naturalmente presente. Além disso, o próprio ferro presente na água poderia atuar como interferente.

Para calcular a taxa de recuperação, primeiro calculou-se a concentração do analito determinada e se comparou com a que foi estimada, sendo esta última o total máximo a ser recuperado, 100%. Os resultados foram expressos em porcentagem. Foi estipulado que a faixa que valida o método deve estar entre 90 e 110%. Portanto, os valores obtidos foram satisfatórios e pôde-se concluir que não houve efeitos de matriz, perdas determinadas ou interferências, ou seja, a aplicação deste método foi adequada à proposta.

Tabela 2. Avaliação de recuperação do analito, considerando ensaios em triplicata

Concentração de ácido ascórbico predita (mg L ⁻¹)	Concentração de ácido ascórbico determinada (mg L ⁻¹)	Taxa de recuperação (%)
7,5	8,03±0,41*	107,15±5,48
12,5	12,02±0,66	96,17±5,34
17,5	17,31±0,32	98,94±1,85

Nota: *Valores médios seguidos do desvio padrão

Também considerou o efeito de açúcares redutores, que poderiam assumir o papel redutor do ácido ascórbico e provocar falso positivo. A avaliação mostrou que não houve este tipo de interferência. Outros componentes da amostra já haviam sido removidos previamente (fibras, pigmentos e demais partículas em suspensão) na filtragem ou não foram interferentes críticos (minerais da amostra).

5.2. Análises microbiológicas

As análises microbiológicas realizadas foram segundo a RDC n° 12, de 02 de janeiro de 2001, que tem como objetivo estabelecer padrões microbiológicos sanitários para alimentos e determinar os critérios para a conclusão e interpretação dos resultados das análises microbiológicas destinados ao consumo humano

5.2.1. Bolores e Leveduras

Dos 3 experimentos, apenas a fruta armazenada sob congelamento apresentou crescimento de bolores e leveduras. Entretanto, os valores foram menores que 2.10² UFC.g⁻¹ em todos os períodos, assim, se encontram de acordo com o limite da legislação para polpas de frutas. As demais amostras não apresentaram crescimento. Segundo a Instrução Normativa n°60 da ANVISA, o limite máximo para bolores e leveduras é de 10³ UFC.g⁻¹ para polpas de frutas e para frutas e derivados secas, desidratadas ou liofilizadas (BRASIL, 2019).

As frutas e seus derivados que normalmente apresentam elevada acidez restringem a microbiota deterioradora, especialmente os microrganismos patogênicos. Além disso, baixas contagens de bolores e leveduras são consideradas normais em alimentos congelados. Entretanto, contagens altas representam risco à saúde pública, pois, pode haver produção de micotoxinas por algumas espécies de bolores (FRANCO; LANDGRAF, 2003).

5.2.2. Coliformes totais e termotolerantes

Nenhuma amostra dos 3 experimentos apresentou crescimento de coliformes totais e termotolerantes durante o armazenamento. Assim, pode-se concluir que as etapas do processo foram realizadas em boas condições higiênico-sanitárias, pelos padrões requeridos para o processamento de alimentos, para as amostras de fruta e polpa congelada, polpa pasteurizada e polpa liofilizada.

Segundo a resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001, para frutas, polpas de frutas congeladas, pasteurizadas e liofilizadas é considerada a análises de coliformes a 45°C com limite de 10^2 UFC.g⁻¹. Enquanto a nova legislação, a IN nº 60, de 23 de dezembro de 2019 da ANVISA, se considera a análise de *Escherichia Coli*, com limite máximo de 10 UFC.g⁻¹ para polpas de frutas e para frutas e derivados secas, desidratadas ou liofilizadas (BRASIL, 2019).

Coliformes a 45°C ou termotolerantes são microrganismos gram-negativos capazes de fermentar a lactose com produção de gás em 48 h a 45°C. A presença de coliformes serve como indicador de condições de higiene insatisfatória na produção ou manipulação do alimento. Um número elevado nem sempre indica contaminação direta com material fecal, por isso a legislação brasileira modificou a denominação de coliforme fecal, que era usado antigamente, para coliformes a 45°C, porém pode-se relacionar a contaminação com manipulação inadequada, como higiene do manipulador, transporte e acondicionamento inadequado (JAY, 2005).

5.2.3. *Salmonella spp*

Nenhuma amostra dos 3 experimentos apresentou presença de *Salmonella spp* durante o armazenamento. Portanto, as amostras se encontram dentro da legislação que determina ausência de *Salmonella spp* em 25g de produto (BRASIL, 2019).

A salmonela é um microrganismo gram-negativo, não esporulado, amplamente encontrado na natureza, sendo humanos e animais seu reservatório principal. Pode ser encontrada principalmente no trato intestinal, mas também em outras partes do corpo. A

infecção alimentar por salmonela ocorre devido à ingestão de alimentos contaminados (JAY, 2005).

5.3. Experimento 1

5.3.1. Análises físico-químicas

A cor é o principal atributo de aparência considerado pelo consumidor no processo de compra, influenciando sobre a aceitação ou a rejeição do produto (BAYARRI et al., 2001). A coordenada L^* mensura a Luminosidade da cor, cujo intervalo se situa de 0 que representa o preto até 100 que é o branco. A polpa congelada e a polpa pasteurizada não apresentaram alteração na Luminosidade ao longo do armazenamento e nem diferença entre si. A fruta congelada apresentou alteração apenas no último período (90° dia), sendo a que obteve maiores valores de L (Tabela 3). Zillo et al (2014) também não encontraram diferenças significativas na Luminosidade entre a polpa pasteurizada e a polpa sem pasteurização de uvaia, que apresentaram valores em torno de 52 a 54. No estudo de Freitas (2017) com uvaia *in natura* de diferentes acessos, os valores de L^* também se encontram na faixa dos 57,20 a 66,04. Krumreich et al. (2016) que estudaram polpa de uvaia, encontraram valores de 65,04 de Luminosidade. No estudo de Moraes-de-Souza (2011), as polpas de camu-camu congeladas e pasteurizadas também mantiveram o valor L^* estável ao longo de 125 dias.

O ângulo Hue indica a tonalidade das amostras. Todas as amostras apresentaram valores similares de ângulo Hue, mostrando que a tonalidade não foi alterada conforme o tratamento, nem com o tempo de armazenamento, pois não apresentaram diferenças significativas (Tabela 3). Os valores das amostras, que vão de $83,72 \pm 0,97$ a $88,79 \pm 1,80$, estão dentro da faixa do ângulo 0° (que representa vermelho) ao 90° (que representa o amarelo), do círculo de cores (MINOLTA, 1998). Portanto, esses valores indicam que as amostras possuem tonalidade de amarelo. O estudo de Freitas (2017) com uvaia *in natura*, encontrou $^\circ$ Hue de 69,39 a 81,29, valores um pouco mais baixos, porém, próximos aos encontrados nos tratamentos congelados do presente estudo. Krumreich et al. (2016) encontraram valores similares de $^\circ$ Hue de 86,88 em polpa de uvaia. No estudo de Zillo et al. (2014) também não houve diferença no $^\circ$ Hue entre as polpas de uvaia pasteurizada e sem pasteurizar.

O índice de Cromaticidade (Croma) define a saturação da cor, assumindo valores próximos a zero para cores neutras e próximos a 60 do círculo de cores que significa cores mais “intensas” ou mais “puras” (MINOLTA, 1998). Os tratamentos não apresentaram alteração no croma durante os períodos de armazenamento. A polpa congelada e a polpa pasteurizada não

apresentaram diferença significativa entre si (Tabela 3). A fruta congelada foi a que apresentou maiores valores de cor, ou seja, possui uma cor mais “pura”, pois, seus valores estão em torno de 60. No estudo de Zillo et al. (2014) também não houve diferença estatística no Cromo entre as polpas de uvaia pasteurizada e sem pasteurizar e apresentaram valores em torno de 47. Krumreich et al. (2016) encontraram valores de 51,86 de Cromaticidade para polpa de uvaia e Freitas (2017) encontrou valores de 35,94 a 51,76 em uvaia *in natura* de diferentes acessos.

Tabela 3. Médias \pm desvio padrão das análises físico-químicas da uvaia congelada, polpa de uvaia congelada e polpa de uvaia pasteurizada congelada armazenadas a -18 por 90 dias.

Parâmetro	Tratamento	Período de armazenamento (Dias)			
		1	30	60	90
L*	FC	64,83 \pm 2,61 Aa	62,56 \pm 3,34 Aa	63,04 \pm 3,88 Aa	56,33 \pm 0,29 Ba
	PC	48,95 \pm 1,72 Ab	50,03 \pm 0,57 Ab	49,84 \pm 0,46 Ab	51,01 \pm 0,81 Ab
	PP	53,64 \pm 0,86 Ab	52,35 \pm 0,63 Ab	54,44 \pm 0,71 Ab	54,00 \pm 0,01 Ab
°Hue	FC	83,72 \pm 0,97 Aa	88,79 \pm 1,80 Aa	85,42 \pm 6,32 Aa	85,62 \pm 0,94 Aa
	PC	86,61 \pm 0,73 Aa	85,41 \pm 0,11 Aa	86,63 \pm 0,07 Aa	85,68 \pm 0,14 Aa
	PP	86,01 \pm 0,49 Aa	85,11 \pm 0,55 Aa	85,63 \pm 0,10 Aa	85,5 \pm 0,01 Aa
Croma	FC	60,97 \pm 0,62 Aa	58,56 \pm 9,54 Aa	60,18 \pm 5,71 Aa	52,67 \pm 1,96 Aa
	PC	37,91 \pm 2,08 Ab	38,06 \pm 1,89 Ab	35,50 \pm 0,31 Ab	37,95 \pm 0,99 Ab
	PP	40,15 \pm 0,29 Ab	37,50 \pm 1,54 Ab	40,50 \pm 0,62 Ab	41,63 \pm 0,04 Ab
pH	FC	2,94 \pm 0,08 Aa	3,14 \pm 0,03 Aa	3,23 \pm 0,03 Aa	3,27 \pm 0,03 Aa
	PC	2,94 \pm 0,05 Aa	3,16 \pm 0,01 Aa	2,9 \pm 0,56 Aa	3,23 \pm 0,02 Aa
	PP	2,96 \pm 0,02 Aa	3,22 \pm 0,03 Aa	3,26 \pm 0,02 Aa	3,27 \pm 0,01 Aa
TSS	FC	3,47 \pm 0,31 Ab	3,67 \pm 0,31 Ab	3,47 \pm 0,25 Ab	3,33 \pm 0,15 Ab
	PC	4,90 \pm 0,10 Aa	4,70 \pm 0,46 Aa	4,63 \pm 0,06 Aa	4,53 \pm 0,21 Aa
	PP	5,3 \pm 0,30 Aa	4,9 \pm 0,10 Aa	4,97 \pm 0,06 Aa	4,97 \pm 0,06 Aa
AR	FC	1,30 \pm 0,01 Aa	1,3 \pm 0,01 Aa	1,29 \pm 0,04 Aa	1,25 \pm 0,03 Aa
	PC	1,02 \pm 0,02 Ab	1,06 \pm 0,01 Ab	1,05 \pm 0,02 Ab	1,04 \pm 0,04 Ab
	PP	1,27 \pm 0,01 Aa	1,25 \pm 0,04 Aa	1,25 \pm 0,04 Aa	1,22 \pm 0,02 Aa
ANR	FC	0,16 \pm 0,00 Aa	0,17 \pm 0,01 Aa	0,16 \pm 0,00 Aa	0,17 \pm 0,01 Aa
	PC	0,16 \pm 0,00 Aa	0,16 \pm 0,00 Aa	0,17 \pm 0,00 Aa	0,16 \pm 0,01 Aa
	PP	0,13 \pm 0,00 Ab	0,14 \pm 0,01 Ab	0,13 \pm 0,01 Ab	0,14 \pm 0,01 Ab
ATT	FC	1,98 \pm 0,02 Ab	2,01 \pm 0,02 Ab	1,92 \pm 0,04 Ab	1,85 \pm 0,05 Ab
	PC	2,29 \pm 0,05 Aa	2,00 \pm 0,05 Ab	1,97 \pm 0,00 Ab	1,99 \pm 0,01 Ab
	PP	2,33 \pm 0,15 Aa	2,51 \pm 0,06 Aa	2,36 \pm 0,09 Aa	2,44 \pm 0,08 Aa
Ratio	FC	1,75 \pm 0,17 Aa	1,83 \pm 0,17 Aa	1,80 \pm 0,14 Aa	1,80 \pm 0,11 Ab
	PC	2,14 \pm 0,05 Aa	2,35 \pm 0,25 Aa	2,36 \pm 0,03 Aa	2,92 \pm 1,17 Aa
	PP	2,26 \pm 0,14 Aa	1,96 \pm 0,09 Aa	2,10 \pm 0,08 Aa	2,04 \pm 0,09 Aab

Nota: Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha ou letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de tukey ($p < 0,05$). L*: Luminosidade, °Hue :ângulo de cor Hue (graus), Croma: Cromaticidade, SST: sólidos solúveis totais expresso em °Brix, AR: açúcares redutores (g de glicose.100g⁻¹), ANR: açúcares não redutores (g de sacarose.100g⁻¹), ATT: acidez total titulável em % de ácido cítrico, Ratio: TSS/ATT. FC: fruta congelada, PC: polpa congelada, PP: polpa pasteurizada congelada.

O pH das amostras se manteve ao longo do armazenamento, e também não houve diferença significativa entre as amostras (Tabela 3). No estudo de Zillo et al. (2014), o pH da polpa congelada e da polpa pasteurizada e congelada de uvaia também não obtiveram diferença estatística e apresentaram resultados similares de pH de $2,96 \pm 0,01$ e $2,97 \pm 0,01$. Schmidt (2018), encontrou para uvaia *in natura* a faixa de pH de $2,82 \pm 0,01$ a $3,04 \pm 0,04$. Krumreich et al. (2016), encontraram valores próximos de pH de 3,16 em polpa de uvaia. No estudo de Dellaqua (2016) com polpa de cambuci pasteurizada e congelada, o pH também não apresentou alteração durante o armazenamento de 90 dias e os valores de pH das polpas se encontram na faixa de 2,84 a 3,04, valores similares as das polpas de uvaia. Devido à composição rica em ácidos orgânicos, alguns frutos, usualmente apresentam valores de pH baixos (UBOLDI EIROA, 1989). O baixo pH é interessante para utilizar processos de conservação em temperaturas mais brandas, por exemplo na pasteurização, uma vez que atua como uma barreira ao crescimento microbiano.

As frutas, em sua maioria, são ricas em açúcares redutores (glicose e frutose) e a análise desses componentes são realizadas para verificar a potencialidade de fermentação do produto. Em contrapartida, apresentam ausência ou pequenas concentrações de açúcares não redutores (sacarose) (UCHOA, 2008), como pode-se observar no presente estudo. As amostras não tiveram alteração de açúcar redutor (AR) e açúcar não redutor (ANR) durante o armazenamento (Tabela 3), pois, não apresentaram diferença significativa. As amostras de fruta congelada e polpa pasteurizada não apresentaram diferença entre si para AR. Enquanto a polpa congelada foi a que apresentou menores valores de AR, diferenciando-se das outras amostras. Biachini et al. (2020) encontraram valores de $1,41\text{g}$ de glicose. 100g^{-1} e $2,32\text{g}$ de frutose em polpa de uvaia, valores um pouco maiores do que encontrado no presente estudo, entretanto, a composição química de frutos pode variar bastante, pois, depende da região do cultivo, estágio de maturação, clima e entre outros fatores (SCHMIDT et al., 2019).

As amostras de fruta congelada e polpa congelada não apresentaram diferença entre si para ANR. E a amostra de polpa pasteurizada foi a que apresentou menores valores de ANR. No estudo de Biachini et al. (2020) os valores de sacarose também apresentam diferença significativas, sendo menor na polpa de uvaia pasteurizada (0,09) do que na polpa de uvaia sem tratamento (0,13).

Em frutas, os sólidos solúveis são, em sua maioria, açúcares, minerais e pectinas (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Todas as amostras mantiveram seu teor de sólidos solúveis durante o armazenamento. Entretanto, a polpa congelada e a polpa pasteurizada apresentaram maiores valores de sólidos solúveis, sem diferença significativa entre si (Tabela 3). A fruta

congelada foi a que apresentou menor teor de sólidos solúveis. Schmidt (2018) encontrou valores de $1,67 \pm 0$ a $7,33 \pm 0,64$ °Brix em uvaías *in natura*, Sganzerla (2019) apresentou valores de 2,90 a 9,80° Brix em uvaías *in natura* da região de Santa Catarina e Miyazawa (2009) encontrou valores de de 5,0 °Brix em polpa de uvaia.

As amostras não apresentaram alteração na acidez total titulável nos períodos de armazenamento (Tabela 3). Entre as amostras, a polpa pasteurizada foi a que apresentou maiores valores. Os valores de acidez se encontram na faixa de 1,97 a 2,51% de ácido cítrico, que está de acordo do apresentado por Rufino et al. (2010), que encontrou valores de 2,31 % de ácido cítrico em uvaia. Pavan e Quast (2016) encontraram valores de 0,92 a 1,16% de ácido cítrico em polpa de uvaia pasteurizada.

A razão (SST/ATT) ou "ratio" não apresentaram diferenças ao longo do armazenamento (Tabela 3) e os valores encontrados estão de acordo com o estudo de Freitas (2017), com uvaías *in natura* de 31 acessos diferentes, que apresentaram valores de 1,51 a 4,73 de ratio. No estudo de Dellaqua (2016) também não houve alterações no ratio durante o armazenamento de 90 dias na polpa de cambuci congelada e pasteurizada. A preservação do valor do ratio é muito importante, pois, esse é um parâmetro qualitativo que dá o indicativo do sabor da fruta, devido ser a consequência do balanceamento entre os constituintes de sabor doce e ácido desta (CARDOSO et al., 2010).

5.3.2. Análise de compostos bioativos e antioxidantes

Os carotenoides são os pigmentos responsáveis pela coloração amarela, laranja ou vermelha dos vegetais (RODRIGUEZ-AMAYA; KIMURA; GOGOY, 2008). Todas as amostras apresentaram redução nos carotenoides totais ao longo do armazenamento (Tabela 4). A fruta apresentou redução em todos os períodos de armazenamento, enquanto a polpa congelada diminuiu apenas no último dia e a polpa pasteurizada diminuiu a partir do dia 60. Porém, a fruta congelada apresentou maiores valores de carotenoides totais em todos os períodos de armazenamento em comparação com as polpas. Freitas (2017) estudou variedades de uvaías *in natura* encontrou valores de carotenoides totais de 0,91 a 3,01 mg.g⁻¹ (massa fresca).

Em ambas as análises de teor de ácido ascórbico (AA1 e AA2), os tratamentos tiveram o mesmo comportamento. Todas as amostras apresentaram redução no teor de ácido ascórbico ao longo do armazenamento (Tabela 4). A polpa congelada obteve os maiores valores, pois, diferiu estatisticamente dos outros tratamentos, enquanto a fruta congelada e a polpa

pasteurizada não diferiram entre si. A polpa pasteurizada apresentou menores valores, devido ao fato de ter passado por um tratamento térmico, uma vez que o ácido ascórbico é sensível ao calor, sendo facilmente degradado (SANTOS, 2008). A redução no teor de ácido ascórbico na fruta congelada deve estar relacionada com a exsudação do fruto que ocorre no descongelamento para a realização da análise, pois, de acordo com Colla e Prentice-Hernández (2003) o congelamento lento e a oscilação de temperatura contribuem à formação de grandes cristais de gelo, ocasionando a ruptura das membranas celulares, com consequente exsudação no descongelamento e a perda de nutrientes.

Castelucci (2015), em seu trabalho, observou diminuição no teor de ácido ascórbico em polpas de uvaia, refrigerada e pasteurizada refrigerada durante 42 dias de armazenamento. Segundo o autor, a partir do 21º dia os teores foram menores que 10mg de ácido ascórbico por 100g de polpa. No presente trabalho, menores perdas foram constatadas durante o armazenamento, ou seja, o congelamento foi mais eficiente que o armazenamento refrigerado.

No estudo de Freitas (2017), as uvaia *in natura* de diferentes variedades e acessos apresentaram valores de ácido ascórbico entre 25,00 a 166,58 mg.100g⁻¹. Zillo et al. (2014), obtiveram valores de 84,47±0,54 e 81,67±1,62 mg.100g⁻¹ nas polpas de uvaia congelada e pasteurizada congelada, respectivamente. Sganzerla et al. (2019) encontraram 9mg.100g⁻¹ a 70,6 mg.100g⁻¹ em uvaia da região de Santa Catarina, valores coerentes com os resultados de teor de ácido ascórbico por espectrofotometria nesse experimento. Krumreich et al. (2016) fizeram análise de ácido ascórbico por cromatografia e encontraram valores próximos da análise de DCFI realizada nesse experimento, ou seja, o autor encontrou 210,91 mg.100g⁻¹ de polpa de uvaia.

Os tratamentos não apresentaram diferença estatística nos compostos fenólicos durante o armazenamento (Tabela 4). Os valores variaram de 294±16,48 a 355,91±11,4 mg de ácido gálico.100g⁻¹ de amostra, estando de acordo com Freitas (2017) que apresentou valores de 125,51 a 462,4 mg de ácido gálico.100g⁻¹ em uvaia *in natura*. Rufino (2008) encontrou valores de 127 ±3,3 mg de ácido gálico.100g⁻¹ em uvaia *in natura*. Castelucci (2020) encontrou 239 mg ácido gálico.100g⁻¹ de polpa de uvaia refrigerada.

A atividade antioxidante por DPPH, apresentou diminuição apenas no último dia de armazenamento nas polpas congelada e pasteurizada congelada, as quais não apresentaram diferenças entre si em nenhum período do armazenamento (Tabela 4). Enquanto, a fruta congelada obteve diminuição da atividade antioxidante a partir do 60º dia. Os valores encontrados estão próximos do estudo de Freitas (2017), que apresentou de 4,75 a 12,55 µMol TEAC.g⁻¹ em uvaia *in natura*.

A capacidade antioxidante por ABTS diminui do dia 1 ao dia 30 e se manteve do dia 30 ao 90, para fruta congelada e a polpa pasteurizada (Tabela 4). A polpa congelada manteve a capacidade antioxidante durante o período de armazenamento. A polpa congelada e a fruta congelada não apresentaram diferenças entre si em nenhum período do armazenamento. Os valores de ABTS variaram de $20,04 \pm 0,11$ a $28,24 \pm 0,55$ $\mu\text{mol TEAC.g}^{-1}$, valores próximos do encontrado por Rufino (2008), com $18 \pm 0,8$ $\mu\text{mol TEAC.g}^{-1}$ em uvaías *in natura*.

Tabela 4. Médias \pm desvio padrão das análises de compostos bioativos e atividade antioxidante da uvaia congelada, polpa de uvaia congelada e polpa de uvaia pasteurizada congelada armazenadas a -18 por 90 dias.

Parâmetro	Tratamento	Período de armazenamento (Dias)			
		1	30	60	90
CR	FC	15,44 \pm 0,54 Aa	12,90 \pm 0,09 Ba	9,63 \pm 0,26 Ca	6,75 \pm 0,17 Da
	PC	5,95 \pm 0,13 Ac	5,7 \pm 0,16 Ac	5,37 \pm 0,13 Ab	4,59 \pm 0,17 Bc
	PP	7,01 \pm 0,21 Ab	6,5 \pm 0,34 ABb	6,04 \pm 0,06 BCb	5,66 \pm 0,21 Cb
AA1	FC	235,71 \pm 7,15 Ab	177,78 \pm 7,70 Bb	166,77 \pm 1,51 BCc	156,32 \pm 3,98 Cb
	PC	353,57 \pm 3,57 Aa	286,67 \pm 0,02 Ba	282,04 \pm 1,16 Ba	277,16 \pm 2,25 Ba
	PP	242,86 \pm 7,15 Ab	185,56 \pm 1,93 Bb	181,64 \pm 1,42 Bb	166,67 \pm 1,99 Cb
AA2	FC	91,31 \pm 3,43 Ab	74,81 \pm 0,17 Bb	73,04 \pm 1,62 Bb	62,80 \pm 2,96 Cb
	PC	120,85 \pm 8,41 Aa	101,72 \pm 2,06 Ba	98,79 \pm 4,39 Ba	83,61 \pm 0,35 Ca
	PP	88,35 \pm 2,71 Ab	79,61 \pm 1,69 ABb	74,04 \pm 1,03 Bb	71,28 \pm 0,91 Bb
CF	FC	294,20 \pm 16,48 Ab	294,21 \pm 10,89 Ab	294,80 \pm 20,57 Ab	330,16 \pm 18,32 Aa
	PC	349,39 \pm 17,88 Aa	354,28 \pm 7,91 Aa	355,6 \pm 10,48 Aa	355,91 \pm 11,43 Aa
	PP	328,99 \pm 31,71 Aab	332,89 \pm 10,35 Aab	323,37 \pm 22,53 Aab	322,57 \pm 16,48 Aa
DPPH	FC	14,11 \pm 0,50 Aa	13,2 \pm 0,43 Aa	10,60 \pm 0,70 Bb	10,5 \pm 0,73 Bb
	PC	14,20 \pm 0,61 Aa	14,32 \pm 0,71 Aa	13,20 \pm 0,44 ABa	12,42 \pm 0,30 Ba
	PP	13,80 \pm 0,30 Aa	13,8 \pm 0,31 Aa	12,30 \pm 1,11 ABa	11,92 \pm 0,14 Bab
ABTS	FC	28,24 \pm 0,55 Aa	23,61 \pm 2,21 Ba	21,99 \pm 1,54 Ba	21,00 \pm 0,65 Bab
	PC	25,61 \pm 1,42 Aab	24,24 \pm 0,21 Aa	23,86 \pm 0,15 Aa	23,52 \pm 0,48 Aa
	PP	24,7 \pm 1,91 Ab	21,13 \pm 0,82 Ba	20,63 \pm 0,82 Ba	20,04 \pm 0,11 Bb

Nota: Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha ou letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). CR: Carotenoides totais (mg.g^{-1}), AA1: ácido ascórbico por DCFI e AA2: ácido ascórbico por espectrofotometria (mg.100g^{-1}), CF: compostos fenólicos ($\text{mg ácido gálico.100g}^{-1}$), DPPH e ABTS: ($\mu\text{mol TEAC.g}^{-1}$). FC: fruta congelada, PC: Polpa congelada, PP: Polpa pasteurizada congelada

5.3.3. Análise Sensorial

Os atributos sabor, aroma, aparência, cor e impressão global, de todos os tratamentos, não apresentaram diferença estatística no armazenamento, ou seja, mantiveram seus atributos sensoriais em todos os períodos e apresentaram notas em torno de 7 (gostei moderadamente) (Tabela 5).

As amostras de polpa congelada e polpa pasteurizada não apresentaram diferença significativa na textura durante o armazenamento. A fruta congelada apresentou aumento gradual nas notas de textura durante o armazenamento. As notas de textura ficaram em torno de 6 a 7 (gostei ligeiramente a gostei moderadamente, respectivamente).

No estudo de Zillo (2014), com néctar de polpa de uvaia não pasteurizada e pasteurizada, o sabor, a cor e a impressão global também ficaram com notas em torno de 7 a 8 da escala hedônica. Enquanto o aroma ficou com notas em torno de 7. Além disso, a impressão global entre as polpas de uvaia não pasteurizada e pasteurizada de Zillo (2014) também não apresentaram diferenças estatísticas.

Tabela 5. Médias \pm desvio padrão da análise sensorial dos néctares de uvaia congelada, de polpa de uvaia congelada e de polpa de uvaia pasteurizada congelada, armazenados a -18 por 90 dias.

Atributos	Tratamento	Período de armazenamento (Dias)			
		1	30	60	90
Sabor	FC	7,24 \pm 1,51 Aab	7,35 \pm 1,30 Aa	7,28 \pm 1,35 Aa	7,77 \pm 1,35 Aa
	PC	6,48 \pm 1,79 Bb	7,07 \pm 1,77 ABa	7,51 \pm 1,34 Aa	6,96 \pm 1,59 ABb
	PP	7,30 \pm 1,43 Aa	7,58 \pm 1,34 Aa	7,60 \pm 1,26 Aa	7,25 \pm 1,26 Aab
Aroma	FC	7,46 \pm 1,38 Aa	7,06 \pm 1,35 Aa	6,98 \pm 1,48 Aa	7,50 \pm 1,27 Aa
	PC	6,43 \pm 1,50 Bb	6,24 \pm 1,52 Bb	7,29 \pm 1,57 Aa	6,89 \pm 1,35 ABa
	PP	6,95 \pm 1,41 Aab	7,31 \pm 1,36 Aa	7,14 \pm 1,48 Aa	7,25 \pm 1,26 Aa
Aparência	FC	6,94 \pm 1,42 Aa	6,88 \pm 1,48 Aa	6,68 \pm 1,62 Aa	7,33 \pm 1,44 Aa
	PC	6,64 \pm 1,87 Aa	6,65 \pm 1,90 Aa	6,90 \pm 1,64 Aa	6,48 \pm 1,74 Ab
	PP	6,83 \pm 1,46 Aa	6,96 \pm 1,36 Aa	7,19 \pm 1,42 Aa	6,91 \pm 1,54 Aab
Cor	FC	7,69 \pm 1,30 Aa	7,54 \pm 1,37 Aa	7,13 \pm 1,39 Aa	7,79 \pm 1,20 Aa
	PC	7,36 \pm 1,41 Aa	7,35 \pm 1,51 Aa	7,53 \pm 1,38 Aa	7,06 \pm 1,54 Ab
	PP	7,61 \pm 1,24 Aa	7,59 \pm 1,34 Aa	7,60 \pm 1,26 Aa	7,55 \pm 1,30 Aab
Textura	FC	6,20 \pm 1,46 Ba	6,36 \pm 1,61 Ba	6,86 \pm 1,38 ABa	7,35 \pm 1,17 Aa
	PC	6,66 \pm 1,57 Aa	6,69 \pm 1,83 Aa	6,50 \pm 1,71 Aa	6,73 \pm 1,67 Aab
	PP	6,43 \pm 1,93 Aa	6,83 \pm 1,44 Aa	6,81 \pm 1,77 Aa	6,34 \pm 1,79 Ab
Impressão Global	FC	7,29 \pm 1,17 Aa	7,09 \pm 1,35 Aa	7,23 \pm 1,10 Aa	7,59 \pm 1,09 Aa
	PC	6,53 \pm 1,60 Ab	6,84 \pm 1,46 Aa	7,18 \pm 1,27 Aa	7,00 \pm 1,44 Aa
	PP	7,00 \pm 1,22 Aab	7,40 \pm 1,14 Aa	7,34 \pm 1,16 Aa	7,14 \pm 1,17 Aa

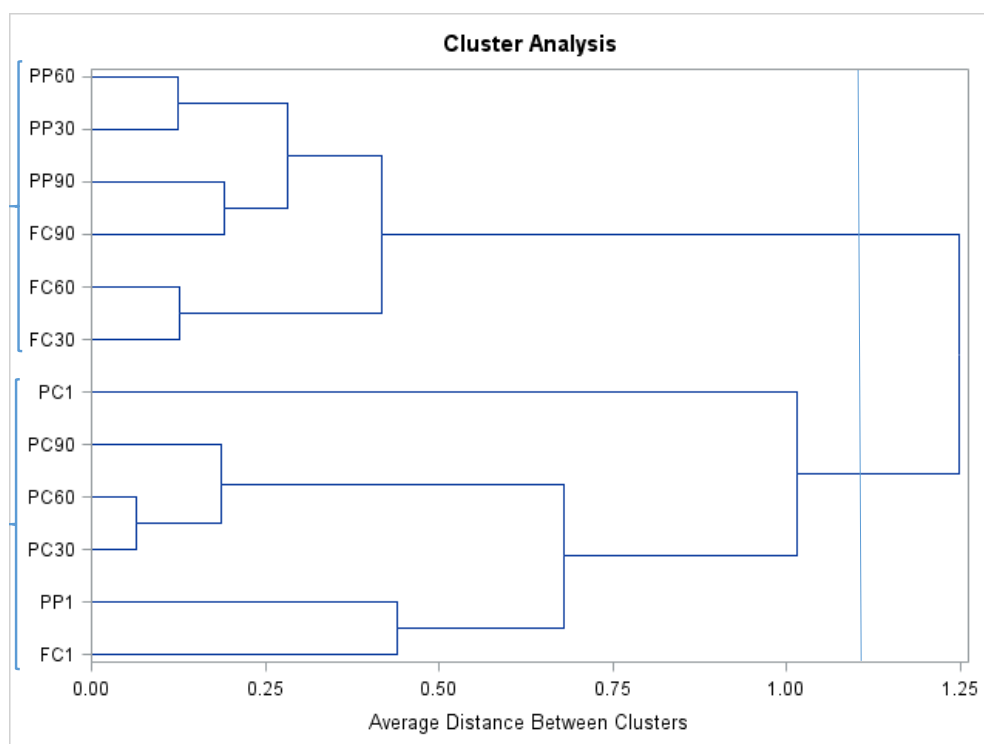
Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha ou letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). FC: fruta congelada, PC: polpa congelada, PP: polpa pasteurizada congelada

5.3.4. Análise Conjunta dos Dados Físico-químicos, Bioativos e Sensoriais

As médias das tabelas citadas anteriormente, das características físico-químicas, dos compostos bioativos e sensoriais dos frutos congelados, bem como das polpas congeladas e

polpas congeladas e pasteurizadas, foram submetidas à Análise de Variância Multivariada, e agrupados conforme as semelhanças entre os tratamentos e períodos para os parâmetros analisados.

A Figura 15 apresenta a análise de cluster com os agrupamentos de amostras congeladas, de acordo com as semelhanças entre os tratamentos e períodos de armazenamento, para análises físico-químicas. No dendograma foi utilizado distância Média entre clusters.

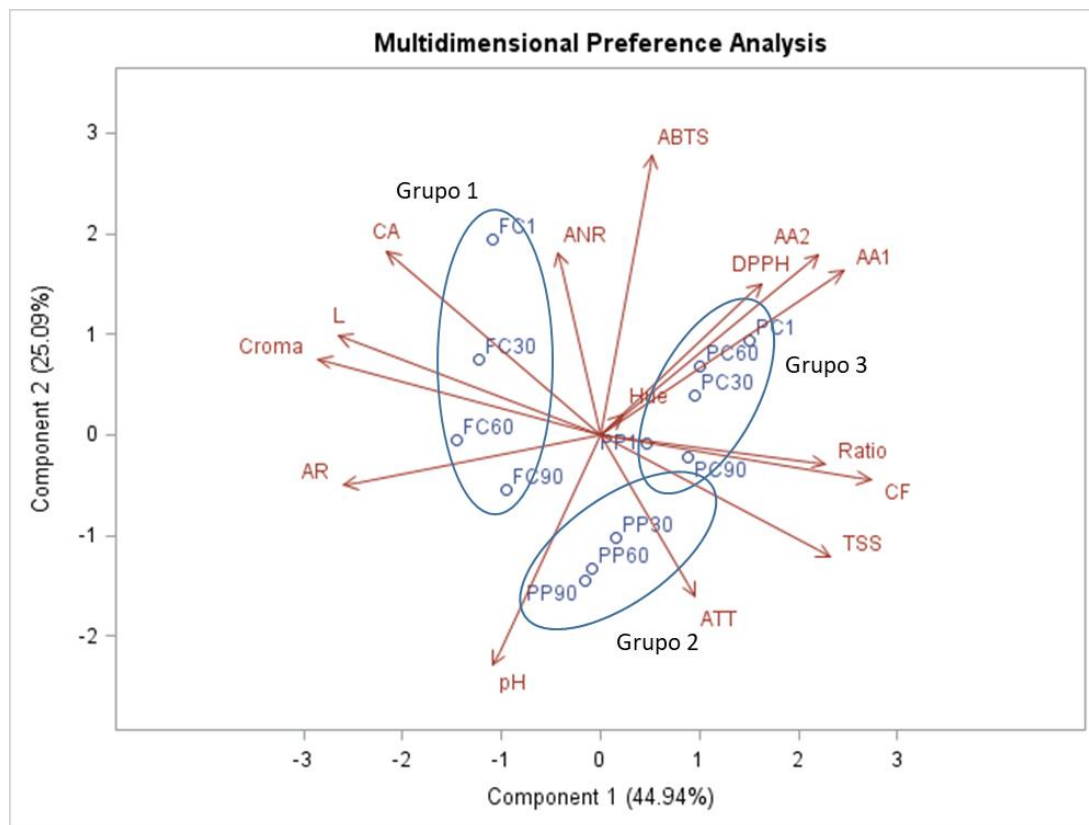


Nota: FC=Fruta congelada; PC =Polpa congelada; PP=Polpa congelada pasteurizada; 1, 30, 60 e 90 = dias de armazenamento

Figura 15. Agrupamento de amostras congeladas, de acordo com as semelhanças entre os tratamentos e períodos de armazenamento, para análises físico-químicas.

Observam-se dois grupos de amostras (Figura 15), um com as polpas pasteurizadas e congeladas e frutas congeladas dos dias 30, 60 e 90 de armazenamento (grupo 1), e outro das polpas congeladas em todos os períodos e das frutas congeladas e polpas pasteurizadas apenas no primeiro dia de armazenamento (grupo 2). Vale notar que a polpa congelada, independentemente do período de armazenamento, se igualou aos demais tratamentos no primeiro dia de armazenamento, considerado o melhor período, em que as amostras ainda não tinham sofrido os efeitos do período de armazenamento.

A Figura 16 apresenta a análise de componentes principais (ACP) com os grupos com as variáveis que caracterizam esses tratamentos, pode-se observar que se formaram três grupos distintos.



Nota: FC=Fruta congelada; PC =Polpa congelada; PP=Polpa congelada pasteurizada; 1, 30, 60 e 90 = dias de armazenamento

Figura 16. Caracterização físico-química e funcional das polpas congeladas pelos atributos avaliados conforme a Análise de Componentes Principais.

O Grupo 1 constituído pelos tratamentos FC1, FC30, FC60, FC90, é caracterizado pelas variáveis CR, L*, Croma, AR. O Grupo 2 (PP30, PP60 e PP90), representado pelas variáveis pH, ATT e TSS; e o Grupo 3 (PC1, PC30, PC60, PC90 e PP1), descrito pelas variáveis AA2, DPPH, AA1, Ratio, CF e TSS. Portanto, nota-se que a polpa congelada se destaca novamente como melhor tratamento, independente do período de armazenamento, por se caracterizar pela maioria dos componentes estudados, além dos mais importantes e atraentes para o consumidor e para a indústria.

No estudo de Sganzerla et al. (2019), com uvaías de 12 diferentes plantas, a polpa de uvaia congelada (da planta 4) também se caracterizou por compostos bioativos (compostos fenólicos e flavonoides), antioxidantes (DPPH, ABTS e FRAP), TSS, carboidratos e Ratio. No trabalho de Castelucci (2020) com diversas frutas nativas, a uvaia também se destacou pelo teor de ácido ascórbico na análise de ACP.

Os conjuntos de similaridades das variáveis também foram avaliados pelos coeficientes de correlação de Pearson, apresentados na Tabela 6, onde foram consideradas apenas as correlações significativas a $p < 0,05$.

Vale destacar que as análises de ácido ascórbico (AA1 e AA2) e as análises de atividade antioxidante por ABTS e DPPH possuem correlação positiva (Tabela 6), visto que o ácido ascórbico é um antioxidante (GERMAN; DILLARD, 2005). No estudo de Sganzerla et al (2018) com polpa de uvaia, as análises de DPPH e ABTS também apresentaram correlação positiva entre si. As análises de cor L*, croma e CR também possuem correlação positiva, o que indica o mesmo comportamento. O pH tem correlação negativa com as análises de ácido ascórbico e antioxidantes, uma vez que quanto menor o pH mais ácido o meio, ou seja, conforme maior quantidade de ácidos presentes nas amostras menor o valor do pH.

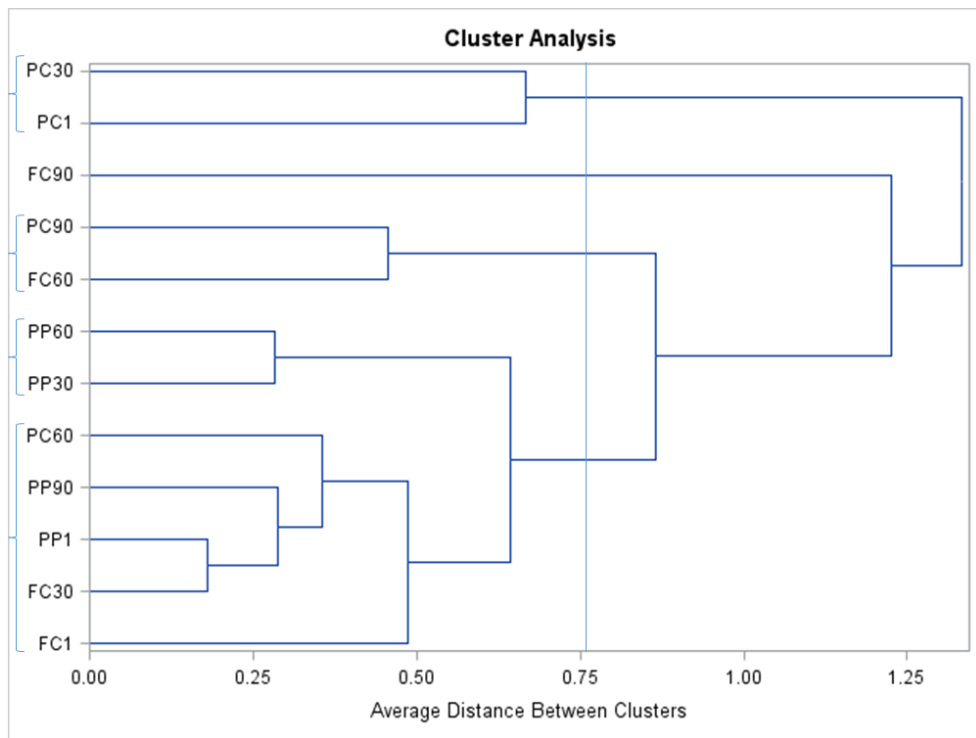
Tabela 6. Coeficientes de correlação de Pearson e significâncias entre as variáveis físico-químicas das frutas e polpas congeladas de uvaia (N=12 tratamentos).

	L	Hue	Croma	pH	TSS	ATT	Ratio	AR	ANR	AA1	AA2	CA	CF	DPPH	ABTS
L	100.000	-0.07391	0.92348	0.03795	-0.69737	-0.30449	-0.65398	0.77122	0.13831	-0.52862	-0.41717	0.91037	-0.96028	-0.21749	0.20907
		0.8194	<.0001	0.9068	0.0117	0.3359	0.0211	0.0033	0.6682	0.0772	0.1773	<.0001	<.0001	0.4971	0.5143
Hue		100.000	-0.08625	-0.08642	0.03615	-0.06942	0.06505	-0.12088	0.29493	0.05742	0.04468	-0.03884	0.02258	0.02625	-0.10344
			0.7898	0.7894	0.9112	0.8303	0.8408	0.7082	0.3521	0.8593	0.8903	0.9046	0.9445	0.9355	0.7490
Croma			100.000	0.19219	-0.85722	-0.52758	-0.64613	0.75395	0.30876	-0.63786	-0.58165	0.81746	-0.87296	-0.41706	0.07931
				0.5496	0.0004	0.0779	0.0232	0.0046	0.3288	0.0256	0.0473	0.0012	0.0002	0.1774	0.8065
pH				100.000	-0.13333	0.07897	-0.06265	0.26258	-0.18165	-0.67129	-0.74726	-0.25059	-0.12389	-0.64996	-0.81443
					0.6795	0.8073	0.8466	0.4096	0.5721	0.0168	0.0052	0.4321	0.7013	0.0221	0.0013
TSS					100.000	0.77395	0.54653	-0.41158	-0.68994	0.39218	0.38511	-0.67309	0.60153	0.45742	-0.14797
						0.0031	0.0660	0.1837	0.0130	0.2073	0.2164	0.0164	0.0385	0.1349	0.6463
ATT						100.000	0.01040	0.09594	-0.83597	-0.04965	0.05870	-0.32484	0.11011	0.31101	-0.31476
							0.9744	0.7668	0.0007	0.8782	0.8562	0.3029	0.7334	0.3251	0.3190
Ratio							100.000	-0.75341	-0.05892	0.59019	0.35228	-0.64795	0.77743	0.21624	0.07501
								0.0047	0.8557	0.0434	0.2614	0.0227	0.0029	0.4997	0.8168
AR								100.000	-0.29876	-0.82801	-0.69967	0.63299	-0.87777	-0.31564	-0.20023
									0.3455	0.0009	0.0113	0.0272	0.0002	0.3176	0.5327
ANR									100.000	0.21093	0.15878	0.27056	0.01892	-0.12070	0.32048
										0.5105	0.6221	0.3950	0.9535	0.7087	0.3098
AA1										100.000	0.94825	-0.27008	0.65435	0.65708	0.65752
											<.0001	0.3959	0.0210	0.0203	0.0201
AA2											100.000	-0.13418	0.50501	0.75199	0.68590
												0.6776	0.0940	0.0048	0.0138
CA												100.000	-0.84385	0.11622	0.50588
													0.0006	0.7191	0.0933
CF													100.000	0.27364	-0.03664
														0.3894	0.9100
DPPH														100.000	0.66185
															0.0191
ABTS															100.000

Nota: Os parâmetros que apresentaram correlações estão representados pelas cores amarelas se positivas e cores verdes se negativas.

Em relação à análise sensorial, pela proximidade entre os tratamentos, se observam quatro grupos distintos na análise de cluster apresentada na Figura 17. As amostras PC30 e PC1, integram o Grupo 1; a PC90 e FC60 integram o Grupo 2; os tratamentos PP60 e PP30 formam o Grupo 3; e PC60, PP90, PP1, FC30 e FC1 formam o Grupo 4. A fruta congelada

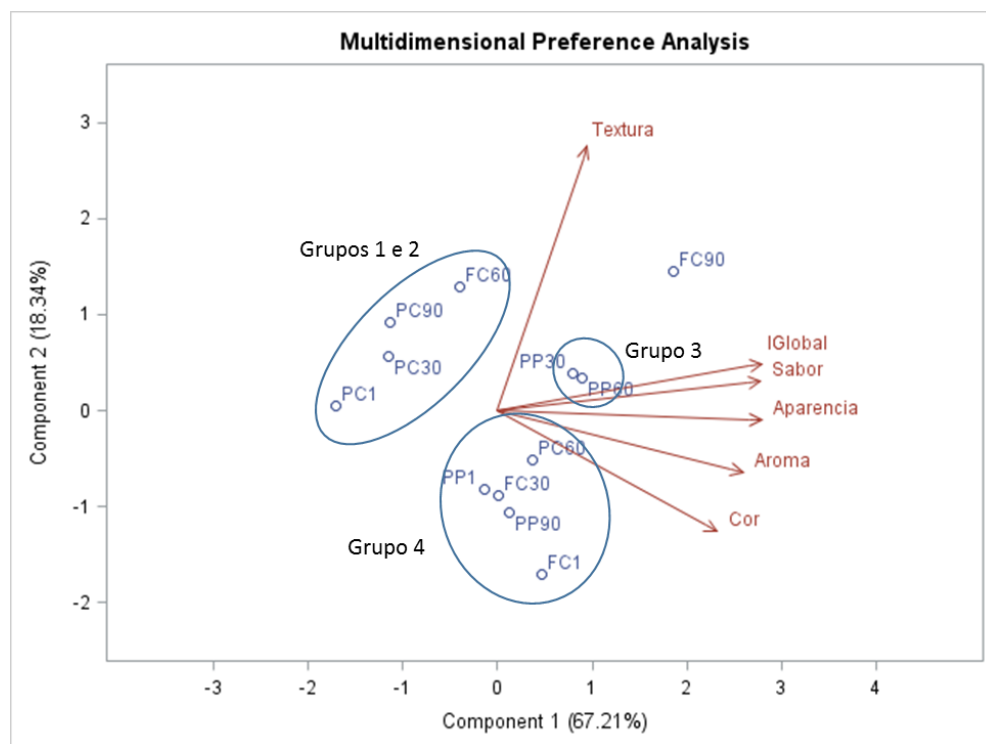
armazenada por 90 dias (FC90), não se assemelha a nenhum grupo em relação às características sensoriais estudadas.



Nota: FC=Fruta congelada; PC =Polpa congelada; PP=Polpa congelada pasteurizada; 1, 30, 60, 90 = dias de armazenamento

Figura 17. Agrupamento de amostras congeladas, de acordo com as semelhanças entre os tratamentos e períodos de armazenamento, para análise sensorial.

Quando se inserem as variáveis sensoriais no plano formado pelas componentes principais CP1 e CP2, observam-se apenas três agrupamentos. Os Grupos 1 e 2, não se caracterizam especificamente por nenhum atributo sensorial, os grupos 3 e 4 receberam maiores contribuições dos atributos avaliados, sendo o Grupo 3 mais caracterizado pela impressão global, sabor e aparência, e o grupo 4 pela cor e aroma. Quanto à amostra FC90, essa foi caracterizada pelo atributo de textura (Figura 18).



Nota: FC=Fruta congelada; PC =Polpa congelada; PP=Polpa congelada pasteurizada; 1, 30, 60, 90 = dias de armazenamento

Figura 18. Caracterização sensorial das polpas congeladas pelos atributos avaliados conforme a Análise de Componentes Principais.

A Tabela 7 apresenta os índices de correlação de Pearson e suas significâncias. Pode-se perceber que todas as variáveis sensoriais obtiveram elevados índices de correlação positiva entre si. Apenas a textura não obteve significância com baixos índices de correlação, significando que essa variável não teve importância na avaliação da qualidade sensorial das polpas e frutas de uvaia congeladas, pasteurizadas ou não.

Tabela 7. Coeficientes de correlação de Pearson e significâncias entre as variáveis físico-químicas das frutas e polpas congeladas de uvaia (N=12 tratamentos).

	Sabor	Aroma	Aparência	Cor	Textura	IGlobal
Sabor	100.000	0.74662	0.79986	0.59643	0.32244	0.91823
Aroma		100.000	0.70056	0.59617	0.03544	0.86133
Aparência			100.000	0.86224	0.32716	0.76578
Cor				100.000	-0.03640	0.51647
Textura					100.000	0.37606
IGlobal						100.000

Nota: Os parâmetros que apresentaram correlações estão representados pelas cores amarelas se positivas e cores verdes se negativas.

5.4. Experimento 2

5.4.1. Análises Físico-químicas

As duas polpas liofilizadas diminuíram o valor de L^* , $^{\circ}\text{Hue}$ e croma ao longo do armazenamento, resultando no escurecimento e perda da intensidade da cor da polpa (Tabela 6). A polpa liofilizada em laboratório apresentou maiores valores de L^* , $^{\circ}\text{Hue}$ e croma, ao longo do armazenamento com exceção do primeiro dia. Krumreich et al. (2016), estudaram polpa de uvaia liofilizada e encontraram valores de $^{\circ}\text{Hue}$ de 83,91, Croma de 56,81, e L^* de 89,19, valores próximos do encontrado no presente estudo.

O pH não apresentou alterações durante o armazenamento e nem diferença significativa entre as amostras (Tabela 6). Os valores de pH do presente estudo estão próximos ao do encontrado por Krumreich et al. (2016) em polpa de uvaia liofilizada com valor de 2,97.

As polpas liofilizadas não apresentaram alteração no teor de sólidos solúveis, AR e ANR ao longo do armazenamento e nem diferença entre si. Pereira et al. (2012) encontraram valores de açúcar total de $36,72\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ de polpa de uvaia em base seca. Oliveira et al. (2010) encontraram valores de $7,75^{\circ}\text{Brix}$ em polpa de uvaia liofilizada e 10,60% de açúcares totais.

As polpas liofilizadas apresentaram diminuição da sua acidez titulável ao longo do armazenamento. Porém, enquanto a liofilizada industrialmente diminuiu a partir do 60° dia a liofilizada em laboratório diminuiu apenas a partir do 300° dia de armazenamento, se mantendo estável por mais tempo. Rufino et al. (2010) encontraram valores próximos de 2,31 % de ácido cítrico em uvaia *in natura*.

A polpa liofilizada industrialmente apresentou aumento no ratio, enquanto a polpa liofilizada em laboratório manteve o ratio durante o armazenamento. As polpas apresentaram diferença entre si para o ratio no primeiro dia armazenamento, nos demais períodos não apresentaram diferença.

O parâmetro de umidade foi realizado devido à sua relação com a estabilidade, qualidade e composição do alimento, e porque pode afetar o armazenamento, embalagens e processamento (CHAVES et al., 2004). Segundo Krumreich et al. (2016), a polpa de uvaia tem 94,60% de umidade. As polpas liofilizadas apresentaram aumento da umidade ao longo do armazenamento, sendo que, a polpa liofilizada em equipamento de laboratório apresentou maiores valores de umidade em todos os períodos de armazenamento, iniciando com 5,48% de umidade no primeiro período, enquanto a polpa liofilizada industrialmente iniciou com 2% de umidade, portanto, o processo industrial desidratou mais a polpa de uvaia que o laboratorial.

Tabela 8. Médias \pm desvio padrão das análises físico-químicas das polpas de uvaías liofilizadas armazenadas a temperatura ambiente por 360 dias.

Parâmetro	Trat	Período de armazenamento (Dias)						
		1	60	120	180	240	300	360
L*	T1	62,23 \pm 0,80 Aa	53,73 \pm 0,69 Bb	53,27 \pm 0,71 Bb	48,82 \pm 1,93 Cb	43,55 \pm 0,65 Db	40,76 \pm 0,92 Db	40,35 \pm 1,48 Db
	T2	64,17 \pm 0,79 Aa	60,59 \pm 0,54 ABa	59,3 \pm 0,37 BCa	59,83 \pm 0,97 Ba	55,82 \pm 0,12 CDa	52,73 \pm 3,71 Da	51,69 \pm 0,51 Ea
°Hue	T1	83,71 \pm 0,46 Aa	78,83 \pm 0,52 Bb	78,23 \pm 0,14 BCb	77,10 \pm 0,48 Cb	75,33 \pm 0,30 Db	74,58 \pm 0,10 Eb	73,93 \pm 0,31 Eb
	T2	83,2 \pm 0,11 Aa	81,65 \pm 0,24 Ba	81,23 \pm 0,30 BCa	81,40 \pm 0,28 BCa	80,35 \pm 0,36 CDa	79,32 \pm 1,11 DEa	78,77 \pm 0,27 Ea
Croma	T1	62,66 \pm 0,59 Aa	53,39 \pm 0,69 Bb	52,12 \pm 0,14 Bb	48,40 \pm 0,34 Cb	42,09 \pm 0,51 Db	39,53 \pm 1,39 DEb	37,57 \pm 1,39 Eb
	T2	64,81 \pm 1,25 Aa	63,10 \pm 1,88 ABa	59,90 \pm 0,89 BCa	59,43 \pm 1,79 Ca	57,07 \pm 1,13 Ca	52,97 \pm 0,92 Da	50,51 \pm 0,97 Da
pH	T1	2,89 \pm 0,07 Aa	2,99 \pm 0,01 Aa	2,98 \pm 0,03 Aa	2,97 \pm 0,01 Aa	2,91 \pm 0,01 Aa	2,95 \pm 0,01 Aa	2,95 \pm 0,01 Aa
	T2	2,90 \pm 0,09 Aa	2,97 \pm 0,02 Aa	2,97 \pm 0,03 Aa	2,92 \pm 0,01 Aa	2,90 \pm 0,02 Aa	2,80 \pm 0,02 Aa	2,81 \pm 0,02 Aa
TSS	T1	5,80 \pm 0,40 Aa	5,83 \pm 0,32 Aa	6,37 \pm 0,12 Aa	6,10 \pm 0,10 Aa	6,30 \pm 0,17 Aa	6,27 \pm 0,15 Aa	6,30 \pm 0,10 Aa
	T2	5,80 \pm 0,44 Aa	5,63 \pm 0,15 Aa	5,5 \pm 0,10 Ab	5,5 \pm 0,10 Aa	5,50 \pm 0,10 Ab	5,43 \pm 0,12 Ab	5,43 \pm 0,06 Ab
AR	T1	21,11 \pm 0,62 Aa	20,48 \pm 1,76 Aa	20,47 \pm 0,64 Aa	20,45 \pm 0,32 Aa	20,53 \pm 0,60 Aa	20,75 \pm 0,57 Aa	20,50 \pm 0,47 Aa
	T2	20,10 \pm 0,15 Aa	20,13 \pm 0,29 Aa	20,39 \pm 0,54 Aa	19,97 \pm 0,17 Aa	20,62 \pm 0,80 Aa	20,61 \pm 0,23 Aa	20,39 \pm 0,15 Aa
ANR	T1	1,22 \pm 0,03 Aa	1,22 \pm 0,03 Aa	1,17 \pm 0,01 Aa	1,20 \pm 0,01 Aa	1,21 \pm 0,02 Aa	1,21 \pm 0,02 Aa	1,22 \pm 0,02 Aa
	T2	1,19 \pm 0,01 Aa	1,19 \pm 0,01 Aa	1,18 \pm 0,01 Aa	1,19 \pm 0,01 Aa	1,20 \pm 0,03 Aa	1,19 \pm 0,03 Aa	1,19 \pm 0,01 Aa
ATT	T1	2,76 \pm 0,08 Aa	2,56 \pm 0,07 Ba	2,39 \pm 0,07 Ca	2,46 \pm 0,04 BCa	2,50 \pm 0,03 BCa	2,48 \pm 0,04 BCa	2,48 \pm 0,04 BCa
	T2	2,44 \pm 0,00 Ab	2,45 \pm 0,02 Aa	2,41 \pm 0,04 Aa	2,34 \pm 0,03 Aa	2,37 \pm 0,00 Aa	2,08 \pm 0,06 Bb	2,02 \pm 0,03 Bb
Ratio	T1	2,10 \pm 0,10 Cb	2,25 \pm 0,05 BCa	2,67 \pm 0,12 Aa	2,48 \pm 0,07 ABa	2,52 \pm 0,06 Aa	2,53 \pm 0,06 Aa	2,54 \pm 0,04 Aa
	T2	2,37 \pm 0,16 Ba	2,43 \pm 0,16 ABa	2,68 \pm 0,02 Aa	2,37 \pm 0,13 Ba	2,26 \pm 0,02 Ba	2,34 \pm 0,02 Ba	2,34 \pm 0,02 Ba
Umidade	T1	1,99 \pm 0,03 Cdb	1,94 \pm 0,14 Db	3,00 \pm 0,09 Cb	4,79 \pm 0,36 Bb	5,58 \pm 0,38 ABb	5,96 \pm 0,64 Ab	6,32 \pm 0,67 Ab
	T2	5,48 \pm 0,07 Ca	5,43 \pm 0,26 Ca	5,97 \pm 0,44 Ca	6,63 \pm 0,55 BCa	7,27 \pm 0,00 ABa	7,50 \pm 0,10 ABa	7,90 \pm 0,10 Aa
a _w	T1	0,26 \pm 0,00 Eb	0,31 \pm 0,00 Db	0,45 \pm 0,00 Ca	0,47 \pm 0,00 Ba	0,47 \pm 0,00 Ba	0,48 \pm 0,00 Bb	0,49 \pm 0,00 Ab
	T2	0,37 \pm 0,00 Fa	0,40 \pm 0,00 Ea	0,44 \pm 0,00 Da	0,46 \pm 0,02 Ca	0,48 \pm 0,00 Ba	0,51 \pm 0,00 Aa	0,51 \pm 0,00 Aa

Nota: Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha ou letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). L*: Luminosidade, °Hue: ângulo de cor Hue (graus), Croma: Cromaticidade, TSS: sólidos solúveis totais expresso em °Brix, AR: açúcares redutores (g de glicose.100g⁻¹), ANR: açúcares não redutores (g de sacarose.100g⁻¹) ATT: acidez total titulável em % de ácido cítrico, Ratio: TSS/ATT, a_w = atividade de água. Trat: Tratamentos. T1= Polpa liofilizada por equipamento industrial. T2 = polpa liofilizada em equipamento de laboratório.

Mesmo com aumento da umidade, as polpas liofilizadas se encontraram dentro dos padrões estabelecidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) para produtos desidratados, em todos os períodos de armazenamento. A Resolução RDC nº 272 de 22 de setembro de 2005 da ANVISA preconiza que produtos de frutas secos ou desidratados devem apresentar no máximo 25% de umidade (BRASIL, 2005c). Moreira et al. (2013), em estudos com farinha de manga liofilizada também apresentaram umidade baixa de 3,14%. No estudo de Oliveira et al. (2010), a uvaia *in natura* apresentou umidade de 92,47%, decrescendo para 14,25% após liofilização.

Soares et al. (2001) também observaram aumento de umidade em pós de acerola armazenados em embalagem de polietileno laminada, demonstrando que, mesmo com permeabilidade baixa da embalagem e recomendada pela literatura para uso em alimentos desidratados, a selagem no fechamento é difícil, o que pode comprometer o fechamento hermético da embalagem, permitindo alguma absorção de água durante o armazenamento. No estudo de Juliano (2014), também houve aumento na umidade em polpa de camu-camu desidratado armazenadas durante 150 dias, utilizando a mesma embalagem.

A mensuração da atividade de água é importante no estudo de vida útil de alimentos desidratados, pois, significa o teor de água disponível para o crescimento de microrganismos que podem realizar diferentes reações químicas e bioquímicas (PEREDA, 2005). Ambas as polpas liofilizadas tiveram aumento na atividade de água (Tabela 6), apresentando diferença significativa ao longo do armazenamento. Entretanto, os valores permanecem baixos ($<0,52$), normalmente nenhum crescimento ocorre abaixo de 0,62 aw, os bolores não crescem com aw abaixo de 0,80 e as leveduras abaixo de 0,88 e as bactérias patogênicas não crescem abaixo de 0,85-0,86 aw (SABLANI, 2006).

5.4.2. Análise de compostos bioativos e antioxidantes.

As polpas liofilizadas mantiveram seu conteúdo de carotenoides ao longo do armazenamento (Tabela 7). A polpa liofilizada industrialmente apresentou maiores valores de carotenoides que a polpa liofilizada em laboratório. Devido à liofilização retirar água em baixas temperaturas (por meio de pressão a vácuo e evaporação dos microcristais de gelo), esta técnica protege a estrutura primária e contribui para a preservação de componentes, como os pigmentos naturais (GEORGE; DATTA, 2002; BEZERRA, 2014). No estudo de Pereira et al. (2012), entre as frutas estudadas da família *Myrtaceae*, a uvaia se destacou com maior conteúdo de carotenoides, com valores 3 vezes maiores que o da guabiroba e 22 vezes da goiaba amarela.

Tabela 9. Médias \pm desvio padrão das análises de compostos bioativos e de atividade antioxidante das polpas de uvaia liofilizadas armazenadas a temperatura ambiente por 360 dias.

Parâmetro	Trat	Período de armazenamento (Dias)						
		1	60	120	180	240	300	360
CR	T1	51,3 \pm 6,73 Aa	51,48 \pm 0,40 Aa	51,30 \pm 0,70 Aa	50,04 \pm 0,57 ABa	49,59 \pm 1,32 ABa	48,78 \pm 0,46 ABa	47,25 \pm 0,62 Ba
	T2	43,02 \pm 0,50 Ab	42,75 \pm 0,10 Ab	42,84 \pm 0,10 Ab	40,68 \pm 0,15 Ab	39,78 \pm 0,86 Ab	39,87 \pm 0,60 Ab	40,05 \pm 0,50 Ab
AA1	T1	533,34 \pm 28,87 Ab	249,75 \pm 17,30 Bb	199,98 \pm 0,02 BCb	189,99 \pm 17,32 BCb	177,75 \pm 19,25 BCb	171,45 \pm 18,56 Cb	170,01 \pm 17,32 Cb
	T2	1974,96 \pm 25,00 Aa	1603,44 \pm 14,99 Ba	1451,07 \pm 16,78 Ca	1220,04 \pm 34,64 Da	1022,22 \pm 38,49 Ea	546,39 \pm 32,14 Fa	330,03 \pm 30,00 Ga
AA2	T1	659,12 \pm 32,45 Aa	487,12 \pm 27,93 Bb	458,18 \pm 19,35 Bb	462,31 \pm 19,35 Bb	454,54 \pm 26,39 Bb	456,08 \pm 26,56 Ba	453,13 \pm 18,71 Ba
	T2	649,75 \pm 2,91 Aa	613,96 \pm 13,36 Aa	610,98 \pm 4,69 Aa	609,60 \pm 2,80 Aa	609,81 \pm 28,49 Aa	511,00 \pm 4,40 Ba	459,00 \pm 19,80 Ba
CF	T1	2601,1 \pm 52,33 Aa	2647,4 \pm 134,55 Aa	2603,1 \pm 42,96 Aa	2615,3 \pm 17,65 Aa	2606,9 \pm 47,13 Aa	2616,0 \pm 81,48 Aa	2628,1 \pm 115,90 Aa
	T2	2621,25 \pm 21,17 Aa	2619,00 \pm 21,53 Aa	2623,32 \pm 22,88 Aa	2627,1 \pm 65,04 Aa	2613,06 \pm 60,53 Aa	2645,1 \pm 46,76 Aa	2643,3 \pm 63,58 Aa
DPPH	T1	109,80 \pm 0,90 Aa	109,81 \pm 2,90 Ab	112,5 \pm 2,62 Aa	111,6 \pm 1,43 Aa	116,1 \pm 01,42 Aa	116,1 \pm 01,63 Aa	109,8 \pm 2,94 Ab
	T2	111,60 \pm 1,40 Ba	122,4 \pm 1,01 Aa	121,5 \pm 0,5 Aa	121,5 \pm 1,40 Aa	119,7 \pm 3,92 Aa	121,5 \pm 9,52 Aa	125,1 \pm 1,44 Aa
ABTS	T1	245,16 \pm 26,79 Aa	243,09 \pm 16,92 Aa	236,43 \pm 17,66 Aa	226,08 \pm 7,52 Aa	240,75 \pm 11,68 Aa	241,38 \pm 6,30 Aa	232,11 \pm 10,02 Aa
	T2	212,22 \pm 8,99 Aa	207,72 \pm 5,60 Ab	196,56 \pm 6,03 Ab	186,3 \pm 3,97 Ab	185,49 \pm 1,50 Ab	200,25 \pm 0,26 Ab	184,68 \pm 6,91 Ab

Nota: Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha ou letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). CR: Carotenoides totais ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$), AA1: ácido ascórbico por DCFI e AA2: ácido ascórbico por espectrofotometria ($\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$), CF: compostos fenólicos (mg de ácido gálico $\cdot 100\text{g}^{-1}$), DPPH e ABTS: ($\mu\text{Mol TEAC} \cdot \text{g}^{-1}$). Trat: tratamentos. T1= Polpa liofilizada por equipamento industrial. T2 = polpa liofilizada em equipamento de laboratório.

Ambos os tratamentos liofilizados apresentaram redução da vitamina C, pela metodologia de DCFI (AA1). A polpa liofilizada em laboratório apresentou maiores valores de Vitamina C por DCFI. Pela análise de ácido ascórbico por espectrofotometria (AA2), a polpa liofilizada industrialmente apresentou redução apenas do dia 1 para o dia 30. No período seguinte, seu teor de vitamina C foi mantido até o último dia (360). A polpa liofilizada em laboratório, manteve seu teor de vitamina C até o dia 240, apresentando redução a partir do 300° dia. Schmidt (2018) encontrou valores de $417 \pm 34,49$ a $950,77 \pm 19,98 \text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ (base seca), resultados coerentes com os de teor de ácido ascórbico encontrado no presente estudo.

As polpas liofilizadas não apresentaram alteração no teor de fenólicos ao longo do armazenamento e nem diferença entre si. Moraes-de-Souza (2011) estudou polpa de camu-

camu liofilizada armazenada por 4 meses em refrigeração, também não observou alteração nos compostos fenólicos durante o armazenamento. Rufino et al. (2010) encontraram $1930 \pm 129 \text{ mg}$ de ácido gálico. 100 g^{-1} de uvaia em base seca. Pereira et al. (2012), encontraram valores de compostos fenólicos próximos de $3482,04 \pm 74,1 \text{ mg}$ de ácido clorogênico. 100 g^{-1} de polpa de uvaia em base seca. Segundo a classificação de compostos fenólicos proposto por Vasco et al. (2008), frutos da categoria “baixa” apresentam menos de 100 mg de ácido gálico 100 g^{-1} ; já os frutos na categoria “média” apresentam entre 100 e 500 mg de ácido gálico 100 g^{-1} ; e os frutos da categoria “alta” apresentam mais de 500 mg de ácido gálico 100 g^{-1} . Portanto, ambas polpas liofilizadas de uvaia são uma excelente fonte de compostos fenólicos, pois, se enquadra na categoria alta.

Não houve alteração na atividade antioxidante nas polpas liofilizadas nem pela metodologia de DPPH e nem por ABTS ao longo do armazenamento. No estudo de Schmidt (2018), com frutas nativas, encontrou-se valores de $159 \pm 4,08$ a $231,06 \pm 15,81 \mu \text{Mol TEAC.g}^{-1}$ de uvaia em base seca por análise de ABTS e Rufino (2008) encontrou valor de $182,1 \mu \text{Mol TEAC.g}^{-1}$ de uvaia em base seca por análise de ABTS. Silva (2018) encontrou valores de $167,7$ a $178,7 \mu \text{Mol TEAC.g}^{-1}$ em polpa de uvaia liofilizada utilizando a metodologia de DPPH. Todos os estudos acima citados se encontram coerentes com o presente estudo (Tabela 9).

5.4.3. Análise Sensorial

A polpa liofilizada industrialmente apresentou aumento nas notas de sabor ao longo do armazenamento. Enquanto a polpa liofilizada em laboratório manteve suas notas de sabor, apresentando notas maiores que a polpa liofilizada industrialmente em alguns períodos.

As notas de aroma da polpa liofilizada industrialmente aumentaram com o período de armazenamento, variando de 5 a 6, enquanto a polpa liofilizada em laboratório não apresentou variação nas notas, ficando em torno de 6 a 7. O aroma do néctar de polpa de uvaia liofilizada apresentou notas maiores que do néctar da polpa do camu-camu liofilizada, que segundo Moraes-de-Souza (2011), obteve notas em torno de 4 a 5 e não apresentou alteração durante o armazenamento de 126 dias. A polpa liofilizada em laboratório também não apresentou alterações no aroma durante o armazenamento.

As notas de aparência se mantiveram ao longo do armazenamento para a polpa liofilizada industrialmente, que variaram de 5 a 4, e as notas da polpa liofilizada em laboratório diminuíram com o tempo, porém apresentaram notas maiores, que variaram de 7 a 5. Moraes-de-Souza (2011), avaliou sensorialmente a polpa liofilizada de camu-camu e no atributo aparência também obteve notas em torno de 5 e 4, que não apresentaram alteração durante o

armazenamento de 126 dias. A polpa liofilizada industrialmente manteve a nota de aparência geral até o 180° dia e a polpa liofilizada em laboratório até o 120° dia.

As notas de cor diminuíram com o tempo de armazenamento para ambas as polpas liofilizadas, que estão correlacionadas com a diminuição nos parâmetros colorimétricos (L^* , $^{\circ}$ Hue e croma), pois se tornaram mais escuras com o tempo de armazenamento. A polpa liofilizada industrialmente obteve notas em torno de 5 a 4 (não gostei/nem desgostei e desgostei ligeiramente) e a polpa liofilizada em laboratório em torno de 7 a 5 (gostei moderadamente e não gostei nem desgostei). As notas mais baixas da liofilizada industrialmente se deve ao fato que no processo industrial, o produto recebe calor de cerca de 680 kcal/kg gelo vindo da irradiação infravermelha sob a bandeja de liofilização, no início e no final do processo de liofilização, para aumentar a velocidade e o rendimento do processo (HELDMAN; HARTEL, 1997). Esse calor pode ter sido responsável por se obter um produto mais escuro.

Tabela 10. Médias \pm desvio padrão da análise sensorial dos néctares dos tratamentos de polpas de uvaías liofilizadas armazenadas a temperatura ambiente por 360 dias.

Atributos	Trat	Período (Dias)						
		1	60	120	180	240	300	360
Sabor	T1	5,45 \pm 1,91	5,20 \pm 2,21	6,61 \pm 1,86	6,74 \pm 1,88	6,03 \pm 1,99	6,03 \pm 2,29	6,66 \pm 1,58
		Bb	Bb	Aa	Aa	ABb	Aba	Aa
	T2	7,11 \pm 1,67	7,18 \pm 1,50	7,30 \pm 1,55	7,21 \pm 1,32	7,07 \pm 1,42	6,75 \pm 1,72	6,70 \pm 1,91
		Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa
Aroma	T1	5,09 \pm 1,90	5,14 \pm 1,90	6,21 \pm 1,83	6,20 \pm 1,61	5,54 \pm 1,76	5,69 \pm 1,90	6,01 \pm 1,74
		Cb	BCb	Aa	Aa	ABCb	ABCa	ABa
	T2	6,66 \pm 1,51	6,72 \pm 1,50	6,74 \pm 1,64	6,65 \pm 1,75	6,74 \pm 1,43	6,57 \pm 1,52	6,27 \pm 1,88
		Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa
Aparência	T1	5,38 \pm 1,80	4,60 \pm 2,10	5,05 \pm 1,93	4,81 \pm 1,80	3,68 \pm 1,94	4,08 \pm 1,97	4,46 \pm 1,99
		Ab	Ab	ABb	ABb	Cb	BCa	ABCa
	T2	7,08 \pm 1,47	6,16 \pm 2,10	6,41 \pm 1,70	5,98 \pm 1,99	5,64 \pm 1,94	5,06 \pm 1,80	5,15 \pm 1,90
		Aa	ABa	ABa	BCa	BCa	Ca	Ca
Cor	T1	5,68 \pm 1,84	4,69 \pm 2,16	5,23 \pm 2,07	5,11 \pm 1,96	3,91 \pm 2,12	4,05 \pm 1,92	4,3 \pm 2,06
		Ab	ABCDb	ABb	ABCa	Db	Cb	Ba
	T2	7,41 \pm 1,43	6,49 \pm 2,29	6,63 \pm 1,75	6,00 \pm 2,15	5,70 \pm 1,94	5,38 \pm 1,96	5,35 \pm 2,01
		Aa	ABa	ABa	BCa	BCa	Ca	Ca
Textura	T1	4,96 \pm 1,69	4,93 \pm 1,87	5,56 \pm 1,86	5,59 \pm 1,91	5,03 \pm 1,97	5,61 \pm 2,08	5,84 \pm 1,90
		Ab	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa
	T2	6,20 \pm 1,83	5,21 \pm 1,93	6,38 \pm 1,75	5,96 \pm 1,86	5,74 \pm 1,90	5,46 \pm 1,90	5,36 \pm 1,92
		Aba	Ba	Aa	ABa	ABa	Aba	Ba
I.G.	T1	5,36 \pm 1,66	5,29 \pm 2,00	6,14 \pm 1,85	6,31 \pm 1,65	5,29 \pm 1,85	5,76 \pm 1,93	6,04 \pm 1,77
		Bb	Bb	ABb	Aa	Bb	Aa	Aa
	T2	6,98 \pm 1,28	6,75 \pm 1,44	7,04 \pm 1,47	6,83 \pm 1,33	6,57 \pm 1,38	6,23 \pm 1,50	6,25 \pm 1,71
		Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa

Nota: Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha ou letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). T1: polpa liofilizada por equipamento industrial, T2: polpa liofilizada por equipamento de bancada. Trat: tratamento.

Moraes-de-Souza (2011), avaliou sensorialmente a polpa liofilizada de camu-camu como néctar e no atributo cor também obteve notas em torno de 5 e 4, que não apresentaram alteração durante o armazenamento de 126 dias. A polpa liofilizada industrialmente também não apresentou alterações até o 180° dia e a polpa liofilizada em laboratório até o 120° dia.

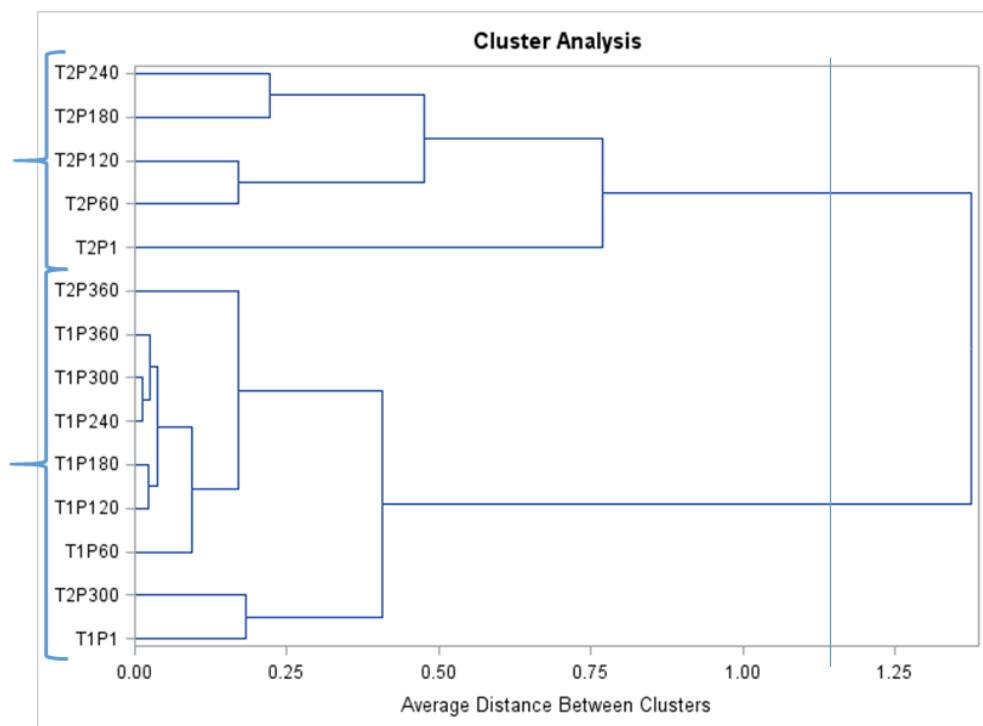
Ambas as polpas liofilizadas mantiveram suas notas quanto à textura ao longo do armazenamento. E com exceção do dia 1 não tiveram diferença entre os tratamentos, apresentando notas em torno de 5 e 6.

A polpa liofilizada industrialmente aumentou suas notas de impressão global com o tempo de armazenamento, e obteve notas em torno de 5 e 6 (nem gostei/nem desgostei e gostei ligeiramente). A polpa liofilizada em laboratório manteve suas notas de impressão global ao longo do armazenamento, e obteve notas maiores, em torno de 6 e 7 (gostei ligeiramente e gostei moderadamente), ou seja, os provadores não notaram diferença na impressão global durante o armazenamento. Portanto, no geral, a aceitabilidade da polpa liofilizada em laboratório foi melhor, principalmente devido aos atributos de cor e aparência da polpa liofilizada industrialmente que obteve notas mais baixas e que segundo a avaliação dos provadores foi o que menos gostaram em razão de apresentar uma cor mais escura.

5.4.4. Análise Conjunta dos Dados Físico-químicos, Bioativos e Sensoriais

Os dados das características físico-químicas, de bioativos e sensoriais das amostras liofilizadas foram submetidos à Análise de Variância Multivariada, e as polpas liofilizadas foram agrupadas conforme as semelhanças entre os tratamentos e períodos para os parâmetros analisados.

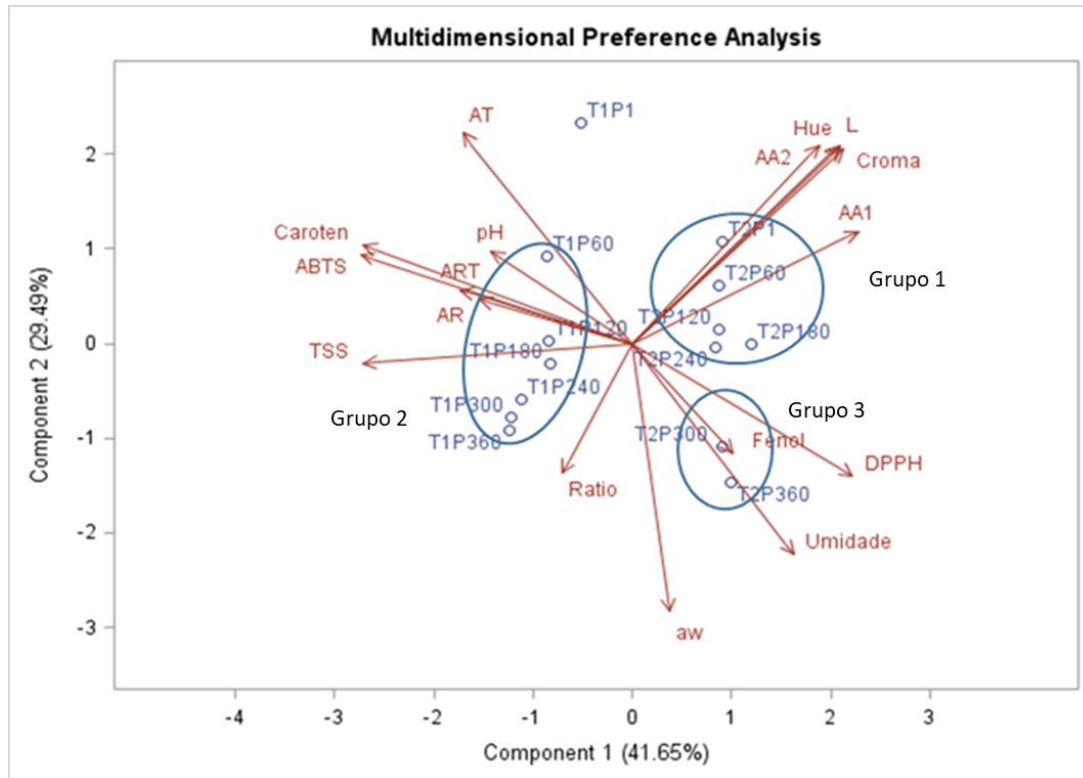
Na análise de cluster (Figura 19), formou-se dois agrupamentos. O primeiro agrupamento, com as polpas liofilizadas em equipamento de laboratório (T2) e armazenadas nos períodos de 1, 60, 120, 180 e 240 dias; por esses resultados pode-se observar que não houve diferença entre os períodos de armazenamento para as amostras liofilizadas em laboratório no período de 240 dias. E o segundo agrupamento, com as polpas liofilizadas em equipamento industrial (T1), armazenadas em todos os períodos, do 1 aos 360 dias e as polpas liofilizadas em laboratório nos dias 300 e 360.



Nota: T1 =Polpa liofilizada em equipamento industrial; T2 =Polpa liofilizada em equipamento de bancada; 1, 60, 120, 180, 240, 300, 360 = dias de armazenamento

Figura 19. Agrupamento de amostras liofilizadas, de acordo com as semelhanças entre os tratamentos e períodos de armazenamento.

Pela análise de ACP (Figura 20) formou-se 3 grupos distintos. O Grupo 1 (T2P1, T2P60, T2P120, T2P240) foram caracterizadas pelos parâmetros de cor (L, °Hue e croma) e pelo ácido ascórbico (AA1 e AA2). Esse grupo se assemelha com o do estudo de Krumreich (2016), cuja polpa de uvaia liofilizada também se caracterizou pelo teor de ácido ascórbico. O Grupo 2 (T1P1, T1P60, T1P120, T1P240, T1P300, T1P360) se caracterizaram pelos parâmetros pH, TSS, ATT, AR, ANR, CA e ABTS. O Grupo 3 (T2P300, T2P360) pelos compostos fenólicos, DPPH e umidade. Entretanto, o Ratio e a atividade de água (a_w) não tiveram expressão para nenhum tratamento.



Nota: T1 =Polpa liofilizada em equipamento industrial; T2 =Polpa liofilizada em equipamento de bancada; 1, 60, 120, 180, 240, 300, 360 = dias de armazenamento

Figura 20. Caracterização físico-química e funcional das polpas liofilizadas pelos atributos avaliados conforme a Análise de Componentes Principais.

Os conjuntos de similaridades das variáveis também foram avaliados pelos coeficientes de correlação de Pearson, apresentados na Tabela 11, onde foram consideradas apenas as correlações significativas a $p < 0,05$.

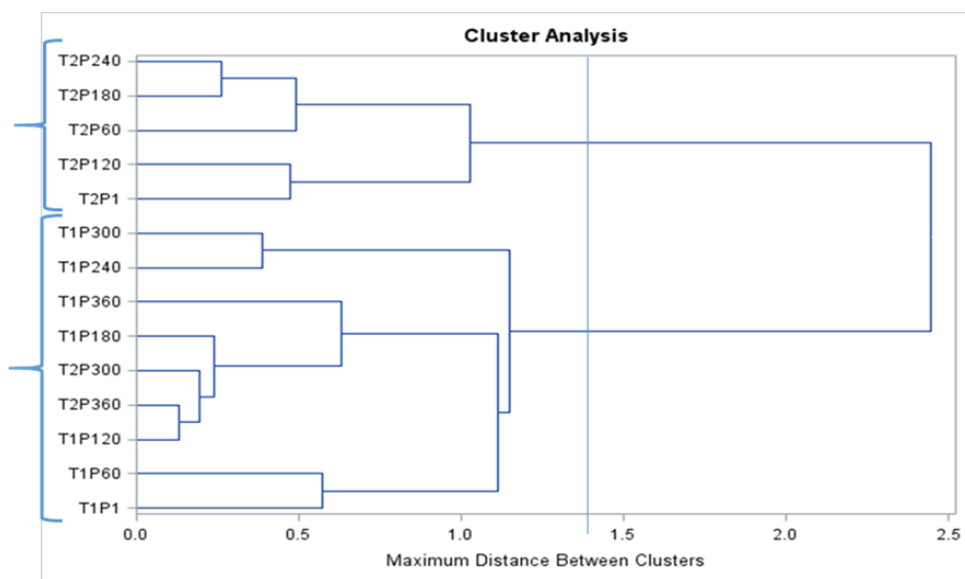
Sobre as correlações mais relevantes, vale ressaltar que as variáveis de cor L^* , Hue e Croma possuem correlação positiva. A acidez titulável possui correlação negativa com a atividade de água e a umidade, visto que conforme diminui a água do meio, aumenta a concentração de outros compostos, como os ácidos presentes na uvaia. Como esperado, a atividade de água apresentou correlação positiva com a umidade, uma vez que a atividade de água é a água na forma “livre”, pois, mede a disponibilidade de água para as funções biológicas, enquanto a umidade ou água total está presente nas formas “livre” e “ligada” e a água ligada serve para hidratar as moléculas hidrofílicas e dissolver os solutos (RAY, 1996), por isso, ambos os parâmetros apresentaram o mesmo comportamento. E as análises de ácido ascórbico (AA1 e AA2) possuem correlação positiva, demonstrando assim que as metodologias utilizadas se comprovam.

Tabela 11. Coeficientes de correlação de Pearson e significâncias entre as variáveis físico-químicas das polpas de uvaia liofilizadas (N=14 tratamentos).

	L	Hue	Croma	pH	TSS	ATT	Ratio	AR	ANR	Umid	aw	AA1	AA2	CR	CF	DPPH	ABTS
L	100.000	0.98774	0.99545	-0.08181	-0.64997	0.06407	-0.40140	-0.29684	-0.40584	-0.19770	-0.55698	0.77689	0.87184	-0.34955	-0.04035	0.17878	-0.41307
Hue		100.000	0.98510	-0.17952	-0.68255	0.07436	-0.49159	-0.18687	-0.32766	-0.17192	-0.57278	0.74865	0.89909	-0.36422	-0.05079	0.18961	-0.40752
Croma			100.000	-0.07294	-0.66569	0.06438	-0.40476	-0.28808	-0.40233	-0.17794	-0.54491	0.79341	0.88148	-0.36797	-0.04731	0.20976	-0.42359
pH				100.000	0.50883	0.63046	0.45785	-0.16024	0.06976	-0.54985	-0.28519	0.00262	-0.06416	0.57115	-0.33984	-0.45266	0.46178
TSS					100.000	0.48237	0.47136	0.25449	0.30214	-0.41092	0.02559	-0.56704	-0.58585	0.80033	-0.49534	-0.68392	0.82181
ATT						100.000	0.0807	0.0889	0.3799	0.2938	0.1444	0.9308	0.0345	0.0277	0.0006	0.0717	0.0003
Ratio							100.000	-0.12379	0.35613	0.55949	-0.75197	-0.72323	-0.02840	0.25920	0.71996	-0.58857	-0.72165
AR								100.000	0.0997	0.5842	0.8127	0.0416	0.3230	0.9929	0.8275	0.0329	0.2345
ANR									100.000	0.0568	0.2453	0.4333	0.0305	0.5984	0.0926	0.2966	0.2131
Umid										100.000	0.81416	0.21375	-0.05654	-0.82734	0.33746	0.72890	-0.74736
aw											100.000	0.4631	0.8478	0.0003	0.2380	0.0031	0.0021
AA1												100.000	0.83987	-0.58961	-0.01316	0.33759	-0.55337
AA2													100.000	0.0002	0.0265	0.9644	0.2378
CR														100.000	-0.39101	-0.20767	0.14854
CF															100.000	0.31380	-0.37787
DPPH																100.000	0.2746
ABTS																	100.000

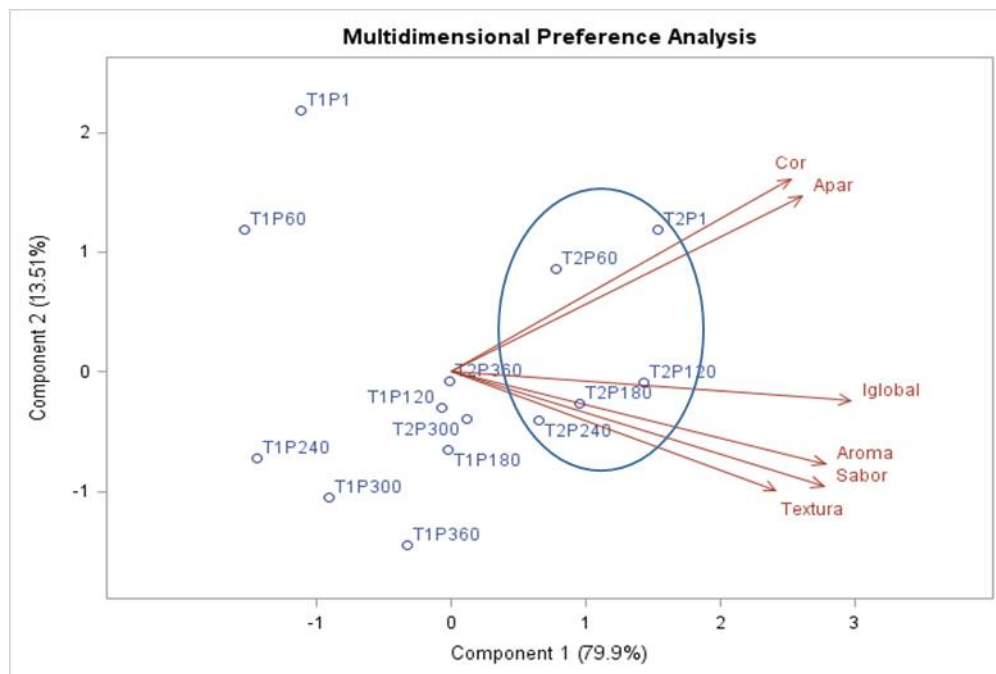
Nota: Os parâmetros que apresentaram correlações estão representados pelas cores amarelas se positivas e cores verdes se negativas.

Em relação à análise sensorial na análise de cluster (Figura 21), pode-se observar igualmente 2 grupos distintos: liofilização em laboratório (T2) até dia 240 e industrial (T1) e de laboratório (T2) nos dias 300 e 360.



Nota: T1 =Polpa liofilizada em equipamento industrial; T2 =Polpa liofilizada em equipamento de bancada; 1, 60, 120, 180, 240, 300, 360 = dias de armazenamento
Figura 21. Agrupamento de amostras liofilizadas, de acordo com as semelhanças entre os tratamentos e períodos de armazenamento, para análise sensorial.

As polpas liofilizadas em equipamento de laboratório até o dia 240 se caracterizaram por todos os atributos: aparência, cor, aroma, sabor, textura e impressão global; sendo que o T2P1 e T2P60 receberam maiores contribuições dos atributos de cor e aparência e o T2P120, T2P180, T2P240 receberam maiores contribuições dos atributos aroma, sabor, textura e impressão global. Enquanto o T1 em todos os períodos analisados não foi representado por nenhum atributo (Figura 22). Interessante que os períodos de 300 e 360 dias da polpa liofilizada em laboratório (T2) se agruparam com o T1, indicando que não houve diferença entre os dois tratamentos nesses dias. Portanto, o T2 apresenta e mantém todos os atributos sensoriais estudados até 240 dias, demonstrando ser sensorialmente melhor que o T1.



Nota: T1 =Polpa liofilizada em equipamento industrial; T2 =Polpa liofilizada em equipamento de bancada; 1, 60, 120, 180, 240, 300, 360 = dias de armazenamento

Figura 22. Caracterização sensorial das polpas liofilizadas pelos atributos avaliados conforme a Análise de Componentes Principais.

A Tabela 12 apresenta os índices de correlação de Pearson e suas significâncias. Pode-se perceber que todas as variáveis sensoriais obtiveram elevados índices de correlação positiva entre si. Com exceção da textura com a cor que não apresentaram correlação. Demonstrando que sensorialmente todos esses atributos estão interligados e são importantes para o consumidor.

Tabela 12. Coeficientes de correlação de Pearson e significâncias entre as variáveis sensoriais das polpas de uvaia liofilizadas (N=14 tratamentos).

	Sabor	Aroma	Aparencia	Cor	Textura	IGlobal
Sabor	100.000	0.97517	0.63238	0.60415	0.74980	0.94286
		<.0001	0.0152	0.0221	0.0020	<.0001
Aroma		100.000	0.66284	0.64067	0.70411	0.94354
			0.0098	0.0136	0.0049	<.0001
Aparencia			100.000	0.99011	0.56903	0.81746
				<.0001	0.0337	0.0004
Cor				100.000	0.50027	0.78500
					0.0685	0.0009
Textura					100.000	0.80112
						0.0006
IGlobal						100.000

Nota: Os parâmetros que apresentaram correlações estão representados pelas cores amarelas quando positivas e cores verdes quando negativas.

5.5. Experimento 3

5.5.1. Análises Físico-químicas

Segundo Çbakmakiçi et al. (2015), a coloração é o parâmetro mais importante para o consumidor na escolha de um sorvete. Os valores de L*, °Hue e croma do gelado comestível (Tabela 9) são similares aos valores encontrados na polpa congelada de uvaia. O °Hue se encontra muito próximo de 90° que representa o amarelo, confirmando que o gelado de uvaia apresenta tonalidade amarela. Portanto, o processamento do gelado não alterou esses parâmetros, visto que 50% do gelado é polpa congelada. No trabalho de Santos (2016), os valores de L*, °Hue e Croma do *sorbet* de jussara e de açaí também se encontram próximas dos valores de suas respectivas polpas.

Os valores de pH do gelado de uvaia se encontram próximos ao da polpa congelada (Tabela 9). O pH baixo, menor que 4,5, é considerado desejável, pois, limitam o crescimento microbiano e garantem o armazenamento seguro (SILVA et al, 2010). O pH dos *sorbet* de jussara e açaí do estudo de Santos (2016) também são baixos, entretanto, são maiores do que encontrado no gelado de uvaia, sendo 4,14 e 3,98, respectivamente, isso se deve a uvaia ser uma fruta bastante ácida como demonstrado no presente estudo.

Os valores de acidez do gelado de uvaia foram menores do encontrado na polpa congelada, entretanto, o teor de sólidos solúveis, dos açúcares redutores e não redutores e o Ratio aumentaram (Tabela 9). Essas alterações estão relacionadas com a adição de açúcar,

xarope de glicose na produção do gelado de uvaia. O teor de sólidos solúveis do *sorbet* de jussara e açaí do estudo de Santos (2016), são de 10,03 e 10,00, respectivamente, valores próximos do encontrado no gelado de uvaia. Vale ressaltar que o teor de sólidos solúveis em torno de 11 °Brix é um valor baixo em comparação com os produtos processados, em formulações padrões de sorvetes (SANTOS, 2016). Visto que o objetivo era desenvolver um produto saudável e consequentemente com menos açúcar.

Tabela 13. Médias \pm desvio padrão das análises físico-químicas do gelado de uvaia

L*	°Hue	Croma	pH	TSS	AR	ANR	TSS	Ratio
48,74 \pm 0,13	89,45 \pm 0,12	37,22 \pm 0,57	2,99 \pm 0,01	11,80 \pm 0,10	30,50 \pm 0,18	4,95 \pm 0,08	11,80 \pm 0,10	11,10 \pm 0,46

Nota: L* - Luminosidade, Hue – ângulo de cor Hue (graus), Croma- Cromaticidade, SST – sólidos soluveis totais expresso em °Brix, AR: açúcares redutores (g de glicose.100g⁻¹), ANR: açúcares não redutores (g de sacarose.100g⁻¹) ATT: acidez total titulável em % de ácido cítrico, Ratio:TSS/ATT.

5.5.2. Análise de compostos bioativos e antioxidantes.

Os valores de carotenoides se encontram próximos dos valores encontrados na polpa congelada, portanto, o processamento não alterou esse pigmento, que está de acordo com os parâmetros de cor (L*, °Hue e Croma) que também não apresentaram alteração devido o processamento do gelado.

Os teores de ácido ascórbico apresentaram redução da polpa congelada para o gelado de uvaia, esse fato pode estar relacionado com o processamento do gelado, uma vez que o ácido ascórbico é sensível à luz, oxigênio e calor, sendo facilmente degradado por esses fatores (SEBASTIANY et al., 2009).

Os compostos fenólicos e a atividade antioxidante também apresentaram valores menores que a polpa congelada. Essas diferenças podem estar relacionadas com a degradação devido o processamento, sendo que os compostos bioativos também são sensíveis à luz, além do fato da adição dos ingredientes na produção do gelado, ter diluído a polpa, e consequentemente seus componentes. Contudo, os compostos fenólicos se encontram na categoria de médio teor da classificação de Vasco et al. (2008).

Portanto, mesmo com algumas reduções em comparação com a polpa congelada, o gelado de uvaia ainda é uma fonte considerável de compostos bioativos e antioxidantes.

Tabela 14. Médias \pm desvio padrão das análises dos compostos bioativos e antioxidantes do gelado de uvaia

CR	AA1	AA2	CF	DPPH	ABTS
4,76 \pm 0,64	62,50 \pm 12,50	67,91 \pm 5,22	108,16 \pm 8,90	4,3 \pm 1,11	11,19 \pm 1,19

Nota: CR: Carotenoides totais (mg.g⁻¹), AA1: ácido ascórbico por DCFI e AA2: ácido ascórbico por espectrofotometria (mg.100g⁻¹), CF: compostos fenólicos (mg de ácido gálico.100g⁻¹), DPPH e ABTS: (μ Mol TEAC.g⁻¹).

5.5.3. Análise Sensorial

Na análise sensorial, o gelado apresentou notas acima de 7 em todos os atributos avaliados (Figura 23), confirmando a aceitação sensorial. No trabalho de Marinho (2016) com diferentes formulações de *sorbet* de juçara as notas atribuídas pelos provadores em todos os atributos foram menores, variaram de 5 a 7.

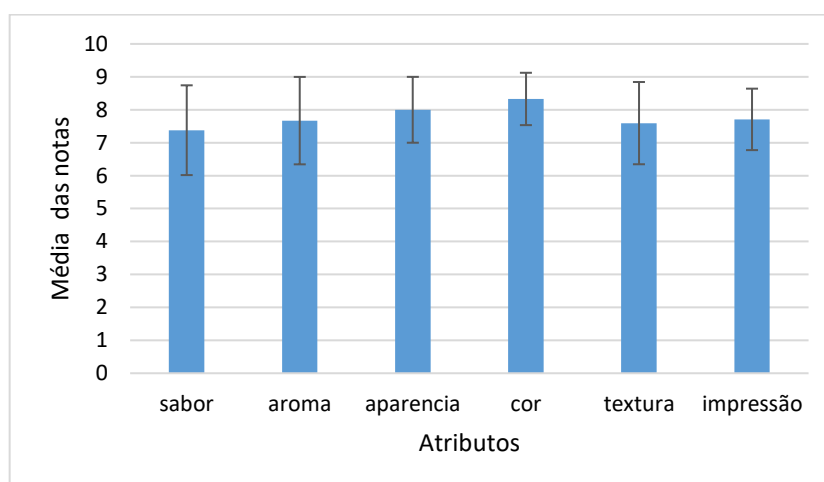


Figura 23. Médias das notas dos atributos avaliados na análise sensorial

Quanto à intenção de compra (Figura 24), 71,3% disseram que comprariam o gelado, enquanto 26,3% disseram talvez e apenas 2,5% não comprariam. Portanto, o gelado de uvaia, é um potencial produto à base de uvaia a ser comercializado, pois, possui atributos sensoriais agradáveis para um gelado comestível, uma vez que todos os atributos tiveram notas acima de 7 e apresentou alta porcentagem (71%) de intenção de compra do produto.

Assim, o gelado de uvaia, se apresenta como uma excelente alternativa de produto à base de uvaia, pois, consegue oferecer as características sensoriais e os principais componentes da uvaia, possuindo baixo teor de açúcar e não possuir adição de gorduras e leite. Além de contribuir com a preservação da espécie nativa brasileira e incentivar seu cultivo.

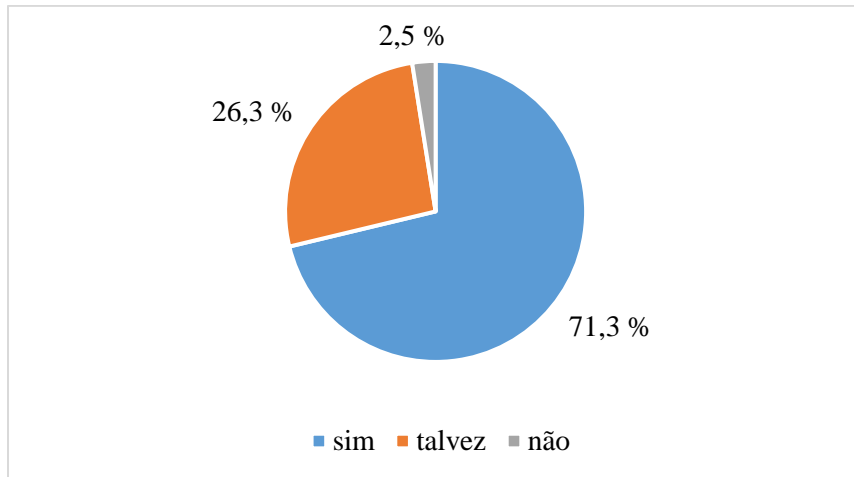


Figura 24. Intenção de compra do gelado de uvaia em percentagem

6. CONCLUSÃO

A fruta congelada e as polpas congeladas e pasteurizadas apresentaram comportamento similar durante o armazenamento e mantiveram a maioria dos seus componentes estudados e aceitação sensorial. Entretanto, a polpa congelada, independente do período do armazenamento, destaca-se pela quantidade significativa de ácido ascórbico, atividade antioxidante compostos fenólicos, teor de sólidos solúveis e ratio. A polpa liofilizada em laboratório, apresentou melhores características sensoriais e aceitação até 240 dias, depois desse período ambos os produtos liofilizados são iguais. Portanto, a polpa congelada (até 90 dias) e a polpa liofilizada em laboratório (até 240 dias) são as mais indicadas como alternativa para conservação e disponibilização da uvaia e de seus principais nutrientes durante a entressafra.

O gelado de uvaia além de oferecer os principais componentes da uvaia e possuir aceitação sensorial e alta intenção de compra, apresenta-se como um produto que contribui com a valorização e manutenção da espécie em território brasileiro, e atende à demanda de indivíduos com restrições ao leite e gorduras e os que buscam produtos mais naturais, saudáveis e funcionais.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINI-COSTA, T. S.; SILVA, D. B.; VIEIRA, R. F.; SANO, S. M.; FERREIRA, F. R. **Espécies de maior relevância para a região Centro-Oeste**: Frutas nativas da Região Centro-Oeste do Brasil. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. 2006. 24 p.
- AL ANI, M. F.; SUBHI, L. K.; BOSE S. Consumption of fruits and vegetables among adolescents: a multi-national comparison of eleven countries in the Eastern Mediterranean Region. **British Journal of Nutrition**. v. 115, n. 6. p. 1092-1099, 2016.
- ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 3. ed. Viçosa: UFV. 2004. 100 p.
- ARYA, S. P.; MAHAJAN, M.; JAIN, P. Photometric methods for the determination of vitamin C. **Analytical Sciences**, v. 14, n. 5, p. 889-895, 1998.
- AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. 16 ed. Washington: AOAC, 2005, 1141 p.
- BARRET, R. L. DEL C. CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Choque a frio e atmosfera modificada no aumento da vida pós colheita de tomates: 2-coloração e textura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 1, n. 14, p. 14-26, 1994.
- BATISTA, A. G.; OLIVEIRA, B. D.; OLIVEIRA, M. A.; GUEDES, T. J.; SILVA, D. F.; PINTO, N. A.V. D. Parâmetros de qualidade de polpas de frutas congeladas: uma abordagem para produção do agronegócio familiar no Alto Vale do Jequitinhonha. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v.7, p. 1-49, 2013.
- BAYARRI, S.; CALVO, C.; COSTELL, E.; DURÁN, L. Influence of color on perception of sweetness and fruit flavor of fruit drinks. **Food Science and Technology International**, London, v.7, p.399-44, 2001.
- BEZERRA, T. S. **Caracterização física, química e morfológica de polpa de marolo liofilizada**. 2014. 140 p. Tese (doutorado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.
- BIANCHINI, C. B.; ARRIOLA, N. D. A.; SERAGLIO, S. K. T.; DE OLIVEIRA COSTA, A. C.; RIBEIRO, D. H. B.; KOMATSU, R. A.; FRITZEN-FREIRE, C. B. Influência da pasteurização nas características químicas, físicas e microbiológicas de polpa de uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess). **Research, Society and Development**, v.9, n.7, p.e993975192-e993975192, 2020.

- BOSS, E. A. **Modelagem e otimização do processo de liofilização: aplicação para leite desnatado e café solúvel**. 2004. 107 p. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSSET C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science and Technology**, London, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, ANVISA. IN nº 60, de 02 de dezembro de 2019. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**. Brasília, 26 dez.2019. Seção I, p.249.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, ANVISA. RDC nº 266, de 22 de setembro de 2005. Aprova o regulamento técnico para gelados comestíveis e preparados para gelados comestíveis. **Diário Oficial da União**. Brasília, 22 set.2005b. Seção I, p.237.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, ANVISA. Resolução RDC nº 267, de 25 de setembro de 2003. Dispõe sobre o regulamento técnico de boas práticas de fabricação para estabelecimentos industrializadores de gelados comestíveis e a lista de verificação das boas práticas de fabricação para estabelecimentos industrializadores de gelados comestíveis. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, 25 set. 2003. Seção I, p.64.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. ANVISA. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. Aprova o regulamento técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, 23 set 2005a.
- Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC n. 272, de 22 de setembro de 2005. Dispõe sobre o “Regulamento Técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis”, **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2005c.
- BRASIL. Instrução Normativas nº 01, de 7 de janeiro de 2000. Aprova os regulamentos Técnicos para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpas e sucos de frutas. Aprova os Regulamentos Técnicos para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpas e sucos de frutas. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 10 jan, 2000. Seção I, p. 54-58.
- BRASIL. Ministério Da Saúde. Resolução RDC N°12 de 02 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União** Brasília: ANVISA, 2001.

- BREITMAIER, E. **Terpenes: Flavors, Fragrances, Pharmaca, Pheromones**. Wiley-VCH, Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2006. 213 p.
- BUENO, S. M.; LOPES, M. R. V.; GRACIANO, R. A. S.; FERNANDES, E. C. B.; GARCIA, CRUZ, C. H. Avaliação da qualidade de Polpas de Frutas congeladas. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 62, n.2, p. 121-126, 2002.
- Cardoso, W. S.; Pinheiro, F. de A.; Perez, R.; Patelli, T.; Faria, E. R. Desenvolvimento de uma salada de frutas: da pesquisa de mercado à tecnologia de alimentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 30, n. 2, p. 454-462, 2010.
- CARVALHO, C. R. L.; MANTOVANI, D. M. B.; CARVALHO, P. R. N.; MORAES, R. M. M. **Análises químicas de alimentos**. Campinas: ITAL, 1990. 121 p.
- CARVALHO, J. M.; MIRANDA, D. L. As exportações brasileiras de frutas: um panorama atual. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural**. sn, 2009.
- CASTELUCCI, A. C. L. **Avaliação da estabilidade dos compostos bioativos de polpas de frutas nativas submetidas ao processo de irradiação**. 2015. 133 p. Tese (Doutorado em ciências). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.
- CASTELUCCI, A. C. L.; DA SILVA, P. P. M.; SPOTO, M. H. F. Bioactive compounds and in vitro antioxidant activity of pulps from fruits from the Brazilian atlantic forest. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 42, p. e44503-e44503, 2020.
- ÇBAKMAKÇI, S. Antioxidant capacity and functionality of oleaster (*Elaeagnus angustifolia* L.) flour and crust in a new kind of fruit ice cream. **International Journal of Food Science and Technology**, Chichester, v.50, p. 472-481, 2015.
- CHAVES, M. C. V.; GOUVEIA, J. P. G.; ALMEIDA, F. A. C.; LEITE, J. C. A.; SILVA, F. L. H. Caracterização físico-química do suco da acerola. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 4, n. 2, 2004.
- CHITARRA A. B.; CHITARRA, M. I. F. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, 2005.
- CHONG, C. H.; LAW, C. L. Drying of Exotic Fruits. **Vegetables and Fruits**, Singapore v. 2, p. 1-42, 2011.
- COLE, R. A.; HABER, W. A.; SETZER, W. N. Chemical composition of essential oils of seven species of *Eugenia* from Monteverde, Costa Rica. **Biochemical Systematics and Ecology**, [S. l.], p. 877-886, 2007.

- COLLA, L. M.; PRENTICE-HERNÁNDEZ, C. Congelamento e descongelamento: sua influência sobre os alimentos. **Vetor**, Rio Grande, v.13, p.53-66, 2003.
- CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas pra o futuro**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2011, 934 p.
- COSTA, A. G. V. GARCÍA-DIAZ, D.F.; JIMENEZ, P.; SILVA, P. I. Bioactive compounds and health benefits os exotics tropical red-black berries. **Journal of Functional Foods**, v. 5, n. 2, p. 539-549, 2013.
- CRAFT, B. D. Phenol-Based Antioxidants and the In Vitro Methods Used for heir Assessment. **Comprehensive reviews inf Food Science and Food Safety**, v. 11, n. 2, p. 148-173, 2012.
- DELLAQUA, G. F. **Efeitos na caracterização físico-química e sensorial da polpa de Campomanesia phaea (O. Berg.) Landrum (cambuci) quando submetida a diferentes tratamentos agroindustriais**, 2016. 115 p. Dissertação (Mestrado em Ciências). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016.
- DISTASI, L. C.; LIMA, H. **Plantas medicinais na Amazônia e na Mata**. 2. ed. São Paulo: Editora UNESP, 2002.
- DONADIO, L. C.; MÔRO, F. V.; SERVIDONE, A. A. **Frutas brasileiras**. 2. ed. Jaboticabal: Editora Novos Talentos. 2002, 148 p.
- DOWNES, F. P.; ITO, K. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. Washington, DC: APHA, 2001. 676 p.
- EL-AGAMEY, A.; LOWE, G. M.; MCGARVEY, D. J.; MORTENSEN, A.; PHILLIP, D. M.; TRUSCOTT, T. G.; YOUNG, A. J. Carotenoid radical chemistry and antioxidant/prooxidant properties. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v. 430, p. 37-48, 2004.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Iniciando um pequeno grande negócio agroindustrial: polpa e suco de frutas**. Brasília; Embrapa Informação Tecnológica, 2003.
- FALGUERA, V.; PAGÁN, J.; GARZA, S.; GARVÍN, A.; IBARZ, A. Ultraviolet processing of liquid food: A review: Part 2: Effects on microorganisms and on food components and properties. **Food Research International**, p. 1580-1588. 2011.
- FAO. AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **FAOSTAT database**. 2019. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>>. Acesso em: 20 out. 2019.

- FELLOWS, P. **Tecnologia del procesado de los alimentos: principios y prácticas**. Zaragoza: Acribia, 1994, 559 p.
- FIGUEIREDO, L. P.; VALENTE, W. A.; DIAS, M. V., BORGES, S. V.; PEREIRA, P. A. P.; PEREIRA, A. G. T.; CLEMENTE, P. R. Efeito da adição de suco de maracujá e tempo de cozimento sobre a qualidade de doces do albedo de maracujá em calda. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 29, 2009
- FOOD INGREDIENTS BRASIL. Shelf Life: Uma pequena introdução. **Revista Food Ingredients Brasil**, São Paulo, n. 18, 2011.
- FRANCO, B. D. G.; LANDGRAF, M. **Microbiologia de alimentos**. 2 ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2003.
- FREITAS, T. P. **Pós-colheita de uvaia: caracterização de acessos e estádios de maturação**. 2017, 60 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) -Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2017.
- FU, B.; LABUZA, T.P. Shelf-life testing: procedures and prediction methods. **Quality in frozen food**. Boston, p. 377-415. 1997.
- GEORGE, J.P.; DATTA, A. K. Development and validation of heat and mass transfer models for freeze-drying of vegetable slice. **Journal of Food Engineering**. Kharagpur, v. 52, p. 89-93, 2002.
- GERMAN, J. B.; DILLARD, C. J. Phytochemicals and Targets of Chronic Disease. Pennsylvania: Technomic Publishing Company Inc. Chemistry, 2005. 53 v. 1373 p.
- GUTIERREZ, C. C. G. C. **Distribuição do tempo de residência em processo de pasteurização com trocador de calor a placas**. 2008. 97 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), Escola Politécnica da Escola de São Paulo, Departamento de Engenharia Química. São Paulo, 2008.
- HAMINIUK, C. W. I.; PLATA-OVIEDO, M. S. V.; GUEDES, A. R.; STAFUSSA, A. P.; BONA, E.; CARPES, S. T. Chemical, antioxidant and antibacterial study of Brazilian fruits. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 46, n. 7, p. 1529–1537, 2011.
- HELDMAN, D. R.; HARTEL, R.W. **Principles of Food Processing**. Maryland, Springer, 1997, 288 p.
- IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Mata Atlântica: manual de adequação ambiental**. Brasília: MMA/SBF, 2010, 96 p.

- INFANTE, J. **Composição fenólica e atividade antioxidante de polpa, casca, semente e folha de espécies frutíferas nativas do Brasil**. 2013, 114 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013
- JAY, J. M. **Microbiologia de alimentos**. 6. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2005, 711 p.
- JULIANO, F. F.; SILVA, P.P. M., CASEMIRO, R. C., COSTA, M. H., FILLET SPOTO, M. H. F. Polpa de camu-camu liofilizada e armazenada em diferentes embalagens. **Revista Brasileira de Tecnologia**, v. 8, n. 02, p. 1374-1384, 2014.
- KROLOW, A. **Geléia de Uvaia**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009, 3 p. Comunicado técnico.
- KRUMREICH, F.; D’AVILA, R. F.; FREDA, S. A.; CHIM, J. F.; CHAVES, F. C. Análises físico-químicas e estabilidade de compostos bioativos presentes em polpa de uvaia em pó obtidos por métodos de secagem e adição de maltodextrina e goma arábica. **Revista Thema**, v. 13, n. 2, p. 4-17, 2016.
- LADEROZA, M.; BALDINI, V.L.S. **Enzimas e a qualidade de vegetais processados**. Campinas: ITAL, 1991, 58 p. Manual Técnico
- LAGO, J. H. G.; SOUZA, E. D.; MARIANE, B.; PASCON, R.; VALLIM, M. A.; MARTINS, R. C. C.; SARTORELLI, P. **Chemical and Biological Evaluation of essential oils from two species of Myrtaceae – Eugenia uniflora L. and Plinia trunciflora (O. Berg) Kausel**. *Molecules*, Basel, v.16, p. 9827-9837, 2011.
- LAVARDA, L. **Determinação da cinética de degradação térmica da vitamina C em polpa de acerola via aquecimento ôhmico**. 2011, 44 p. Monografia (Trabalho de diplomação em engenharia química) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.
- LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. In: PACKER, L.; DOUCE, R. (Ed). **Methods in Enzimology**. London: Academic Press, 1987, v. 148, p. 350-381.
- LOPES, J. M. M. **Efeito do tratamento com suco de uvaia (Eugenia uvalha Cambess) sobre a esteatose hepática e os mecanismos envolvidos no metabolismo de lipídios e estresse oxidativo em um modelo experimental**. 2018. 109 p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Núcleo de Pesquisas em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2018.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras**. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002, 368 p.

- LORENZI, H. J.; BACHER, L. B.; DE LACERDA, M. T. C. **Frutas no Brasil: nativas e exóticas (de consumo in natura)**. São Paulo: Instituto Platarum de Estudos da Flora, 2015, 768 p.
- LORENZI, H. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas: de consumo in natura**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2006, 640 p.
- LUCENA, E. M. P.; ALVES, R. E.; CISNEROS-ZEVALLOS, L.; LUZ, E.; DE BRITO, E. S. Biodiversidade das Myrtaceae brasileiras adaptadas à Flórida, EUA. **Embrapa Agroindústria Tropical**. v. 07, n. 02, p. 327-340, 2014.
- MAGINA, M. D. A.; DALMARCO, E. M.; DALMARCO, J. B. **Bioactive triterpenes and phenolics of leaves of Eugenia brasiliensis**. São Paulo: Química Nova, 2012, 35 v. 1188 p.
- MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. **Krauser, alimentos, nutrição & dietoterapia**. São Paulo: Roca, 2002, 100 p.
- MALDONADE, I. R.; CARVALHO, P. G. B.; FERREIRA, N. A. **Protocolo para determinação de açúcares totais em hortaliças pelo método de DNS**. Embrapa Hortaliças, 2013, Comunicado Técnico (INFOTECA-E).
- MARINHO, J. F. U. **Desenvolvimento e avaliação de sorbets probióticos e simbióticos elaborados com polpa de juçara (euterpe edulis)**. 2016. 133 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2016.
- MARQUES, L.F. **Liofilização de Frutas Tropicais**. 2008. 293 p. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.
- MARSHALL, R.T.; ARBUCKLE, W.S. **Ice cream**. 5 ed. Nova York: Chapman & Hall, 1996, 349 p.
- MARTINS, G. A. S. **Determinação da vida de prateleira por testes acelerados de doce em massa de banana cv. Prata**. 2009. 92 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.
- MASATO, O. An improved method for determination of L-ascorbic acid and L-dehydroascorbic acid in blood plasma. **Clinica Chimica Acta**, v. 103, n. 3, p. 259-268, 1980.
- MATTA, V. M.; FREIRE JUNIOR, M.; CABRAL, L. M. C.; FURTADO, A. A. L. **Polpa de fruta congelada**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 35 p. Coleções Criar, Plantar, ABC, 500 Perguntas, 500 Respostas Saber (AI-SEDE).

- MATTO, A. K. Chemical changes during ripening and senescence. **Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables**. Westport: AVI, 127 p.
- MAZINE, F. F.; SOUZA, V.C. A new species of *Eugenia* (Myrtaceae) from north-eastern Brazil. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 158, p. 775-777, 2008.
- MEILGAARD, M. C.; CARR, B. T.; CIVILLE, G. V. **Sensory evaluation techniques**. CRC press, 2006, 417 p.
- MENEZES, A. R. de V.; SILVA JUNIOR, A.; CRUZ, H. L. L.; ARAÚJO, D. R de; SAMPAIO, D. D. Estudo comparativo do pó da acerola verde obtido em estufa por circulação de ar e por liofilização. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. Campina Grande. v.11, n.1, p.1- 8, 2009.
- MILLER, G.L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, v.31, p. 426-430, 1959.
- MINOLTA, K. **Comunicação precisa da cor: controle de qualidade da percepção à instrumentação**. Osaka: Japan, 1998, 59 p.
- MIYAZAWA, T. M. **Compostos voláteis da uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess)**. 2009. 109 p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2009.
- MOLYNEUX, P. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. **Songklanakarin J. Sci. Technol.** v. 26. n. 2. p. 211-219, 2004.
- MORAES-DE-SOUZA, R. A. **Qualidade de polpa de camu-camu [*Myrciaria dúbia* (HBK) McVaugh], submetida aos processos de congelamento, pasteurização, alta pressão hidrostática e liofilização e armazenada por quatro meses**. 2011. 112 p. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.
- MOREIRA, T. B.; ROCHA, E. M.; AFONSO, M. R.; DA COSTA, J. Comportamento das isotermas de adsorção do pó da polpa de manga liofilizada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 17, n. 10, p. 1093-1098. 2013.
- NAGY, S. Vitamin C contents of citrus fruit and their products: a review. **Journal of agricultural and food chemistry**. Washington, v. 28, n. 1, p. 8-18, 1980.
- OLIVEIRA, E. N. A.; SANTOS, D. C.; SOUSA, F. C.; MARTINS, J. N. Obtenção de uvaia desidratada pelo processo de liofilização. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 4, n. 2, p. 235-242. 2010.

- OLIVEIRA, LENICE. F. de; SRUR, ARMANDO. U. O. S.; VACARI, FABÍOLA. Aproveitamento do chuchu (*Sechium edule*, Swartz) pelo processo de saturação com açúcar – uma alternativa alimentar. **Revista Universidade Rural**, Série Ciências da Vida, v.22, p.09-14, 2003.
- PAVAN, C. R. F.; QUAST, E. **Aspectos físico-químicos da polpa de uvaia pasteurizada colhida em duas regiões distintas**. In: VI jornada de iniciação científica e tecnológica, 2016. Chapecó: UFFS, 2016.
- PEREDA, J. A. O. **Tecnologia de alimentos**: componentes dos alimentos e processos. Porto Alegre: Artmed, 2005, 294 p.
- PEREIRA, M. C.; STEFFENS, R. S.; JABLONSKI, A.; HERTZ, P. F.; DE O. RIOS, A.; VIZZOTTO, M.; FLÔRES, S. H. Characterization and antioxidant potential of Brazilian fruits from the Myrtaceae family. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 60, n. 12, p. 3061-3067, 2012.
- PIMENTEL, C. V. M. B.; FRANCKI, V. M.; GOLLUCKE, A. P. B. **Alimentos funcionais**: introdução as principais substancias bioativas em alimentos. Sao Paulo: Ed. Varela. 2005, 95 p.
- RAMIREZ, M. R.; SCHNORR, C. E.; FEISTAUER, L. B.; APEL, M.; HENRIQUES, A. T.; MOREIRA, J. C. F.; ZUANAZZI, J. Â. S. Evaluation of the polyphenolic content, antiinflammatory and antioxidant activities of total extract from *Eugenia pyriformes* Cambess (uvaia) fruits. **Journal of Food Biochemistry**, v. 36, n.4, p. 405-412, 2012.
- RAY, B. *Fundamental food microbiology*. Washington: CRC Press, 1996. 516 p.
- RE, R.; PELLEGRINI, N. PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying on improved ABST radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology**. v.26, n.9/10, p. 1231-1237, 1999.
- RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de Alimentos**. São Paulo: Editora Edgar Blucher: Instituto Mauá de Tecnologia, 2004, 184 p.
- ROCHA W. S.; LOPES R. M.; SILVA D. B.; VIEIRA R. F.; SILVA J. P.; AGOSTINI-COSTA T. S. Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 1215- 1221, 2011.
- ROCKENBACH, I. I. RODRIGUES, E.; CATANEO, C.; GONZAGA, L. V.; LIMA, A.; MANCINI-FILHO, J.; FETT, R. Ácidos fenólicos e atividade antioxidante em fruto de *Physalis peruviana* L. **Alimentos e nutrição**, Araraquara, v. 19, n. 3, p. 271-276, 2009.

- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; GODOY, H. T.; AMAYA-FARFAN, J. Update Brazilian on food carotenoids: factors affecting carotenoid composition. **Journal of food Composition and Analysis**, Rome, v.21, p.445-463, 2008.
- ROMAGNOLO, M. B.; SOUZA, M. C. de. O gênero *Eugenia* L. (Myrtaceae) na planície de alagável do Alto Rio Paraná, Estados de Mato Grosso do Sul e Paraná, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, Belo Horizonte, v. 20, p. 529-548, 2006.
- RUFINO, M. D. S. M. **Propriedades funcionais de frutas tropicais brasileiras não tradicionais**. 2008. 237 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal Rural do Semi- Árido, Mossoró, 2008.
- RUFINO, M. R.; ALVES, R. E.; DE BRITO, E. S.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food chemistry**, v. 121, n. 4, p. 996-1002, 2010.
- SABLANI, S. S. Drying of fruits and vegetables: retention of nutritional/functional quality. **Drying Technology**, Monticello, V, 24, p. 428-432, 2006.
- SANTOS, E. C. G.; SANTANA, R. F. Determinação da qualidade microbiológica de polpa de frutas congeladas utilizando a técnica de filme de petri. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.19, n.3, p.247-253, 2017
- SANTOS, J. A. Tendências de iogurtes: ingredientes que dão um diferencial ao produto. **Revista Leite e Derivados**, v.1, n. 63, p. 48-53, 2002.
- SANTOS, J. T. S.; COSTA, F. S. C.; SOARES, D. S. C.; CAMPOS, A. F. P.; CARNELOSSI, M. A. G.; NUNES, T. P.; JÚNIOR, A. M. O. Avaliação de mangaba liofilizada através de parâmetros físico-químicos. **Scientia Plena**, v. 8, n. 3 (a), 2012.
- SANTOS, K. F. **Diferenças sensoriais e tecnológicas do fruto de açaí (*euterpe oleracea*) e do fruto da jussara (*euterpe edulis*)**. 2016. 35 p. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso de Tecnologia em Alimentos) - Instituto Federal Goiano. Campus Morrinhos, 2016.
- SANTOS, P. H. S. **Estudo da cinética de degradação do ácido ascórbico na secagem de abacaxi em atmosfera modificada**. 2008. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de engenharia de química, Campinas, 2008.
- SCHMIDT, H. O. S. **Caracterização físico-química, nutricional e de compostos bioativos de sete espécies da família Myrtaceae nativas da Região Sul do Brasil**. 2018. 163 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) -Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Porto Alegre, 2018.

- SEBASTIANY, E.; DE MOURA, E. R.; DO RÊGO, E. R.; VITAL, M. J. S. **Perda de vitamina c durante o armazenamento de polpa de acerola congelada**. 2009. 288 p. Monografia (Especialização) - Curso de Recursos Naturais, Boa Vista, Universidade Federal de Roraima, Curitiba, 2009.
- SGANZERLA, W. G.; BELING, P. C.; FERREIRA, A. L. A.; AZEVEDO, M. S.; FERRAREZE, J. P.; KOMATSU, R. A.; DE LIMA VEECK, A. P. Geographical discrimination of uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess) by principal component analysis. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 99, n. 15, p. 6778-6787, 2019.
- SGANZERLA, W. G.; BELING, P. C.; FERRAREZE, J. P.; KOMATSU, R. A.; NUNES, M. R.; VEECK, A. P. L. Nutritional, physicochemical and antimicrobial properties of uvaia pulp (*Eugenia pyriformis* Cambess). **Communications in Plant Sciences**, v. 8, p. 1-7, 2018.
- SHAHIDI, F.; NACZK, M. **Phenolics in Food and Nutraceuticals**. EUA: CRC Press, 2004, 427 p.
- SILVA, A. P. G. D.; TOKAIRIN, T. D. O.; ALENCAR, S. M. D.; JACOMINO, A. P. Characteristics of the fruits of two uvaia populations grown in Salesópolis, SP, Brazil. **Revista Brasileira de fruticultura**, v. 40, n. 2, 2018.
- SILVA, N.; RODRIGUES, E.; MERCADANTE, A.; DE ROSSO, V. Phenolic compounds and carotenoids from four fruits native from the Brazilian Atlantic Forest. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 62, p. 5072-5084, 2014.
- SILVA, N. D.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. D. A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 4 ed. São Paulo: Varela, 2010.
- SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American journal of Enology and Viticulture**, v. 16, n. 3, p. 144-158, 1965.
- SIVIERI, K.; OLIVEIRA, M. N. Avaliação da vida de prateleira de bebidas lácteas preparadas com *fat replacers*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 1, p.24-31, 2002.
- SOARES, E. C.; OLIVEIRA, G.S.F; MAIA, G.A.; MONTEIRO, J.C.S.; SILVA Jr. A.; FILHO, M.S.S. Desidratação da polpa de acerola (*Malpighia emarginata* D. C.) pelo processo “Foam-mat”. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.2, n.21, p.164-170, 2001.

- SOBRAL, M.; PROENÇA, C.; SOUZA, M.; MAZINE, F.; LUCAS, E. 2012. *Myrtaceae*. In Lista de Espécies Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/>. Acesso em 09.jan 2019.
- SOUZA, F. G.; BARBOSA, F. F.; RODRIGUES, F. M. Avaliação de geleia de tamarindo sem pectina e com pectina proveniente do albedo do maracujá amarelo. **Journal of Bioenergy and Food Science**, v. 3, n. 2, p. 78-88, 2016.
- STAHL, W.; SIES, H. Bioactivity and protective effects os natural carotenoids. **Biochemical and Biophysical Acta**, v. 1740, n. 2, p. 101-107, 2005.
- TABARELLI, M.; PINTO, L. P.; SILVA, J. M. C.; HIROTA, M. M.; BEDÊ, L. C. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 132-138, 2005.
- TEIXEIRA, C. K. B.; NEVES, E. C. A.; PENA, R. S. Estudo da pasteurização da polpa de graviola. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 17, n. 3, p. 251-257, 2009.
- UBOLDI EIROA, M. N. Microrganismos deteriorantes de sucos de frutas e medidas de controle. **Boletim do SBCTA**, v. 23, n3/4, p.141-160, 1989.
- UCHOA, A. M. A.; DA COSTA, J. M. C.; MAIA, G. A.; SILVA, E. M. C.; CARVALHO, A. D. F. F. U.; MEIRA, T. R. Parâmetros físico-químicos, teor de fibra bruta e alimentar de pós alimentícios obtidos de resíduos de frutas tropicais. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 15, n. 2, p. 58-65, 2008.
- VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D. F. **Compedium for the microbiological examination of foods**. 3ed. Washington: American Public Health Association, 1992, 1219 p.
- VASCO, C.; RUALES, J.; KAMAL-ELDIN, A. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. **Food Chemistry**, v. 111, p. 816–823, 2008.
- VIEIRA, R. F.; AGOSTINI-COSTA, T. D. S.; SILVA, D. D.; SANO, S. M.; FERREIRA, F. R. **Frutas nativas da região Centro-Oeste**. 1 ed. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. 2010.
- WILLS, R. H. H.; LEE, T. H.; GRAHAM, D.; MCGLASSON, W. B.; HALL, E. G. **Postharvest – introduction to the physiology and handling of fruits and vegetables**. Kensington: New South Wales University, 1982, 166 p.
- ZAMPA, F.; TEIXEIRA, R. **Extração e Pasteurização**. 2014. Trabalho de Operações Unitárias de graduação - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2014.

- ZAPPI, D. C.; FILARDI, F. L. R.; LEITMAN, P.; SOUZA, V. C.; WALTER, B. M.; PIRANI, J. R.; FORZZA, R. C. Growing knowledge: an overview of seed plant diversity in Brazil. **Rodriguésia**. v.66, n.4. p. 1085-1113, 2015.
- ZHANG, D.; HAMAUZU, Y. Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking. **Food Chemistry**, London, v. 88, n. 4, p. 503-509, 2004.
- ZILLO, R. R.; SILVA, P. P. M.; ZANATTA, S.; SPOTO, M. H. F. Parâmetros físico-químicos e sensoriais de polpa de uvaia (*Eugenia Pyriformis*) submetidas à pasteurização. **Bioenergia em Revista: Diálogos (ISSN: 2236-9171)**, v. 4, n. 2, 2014.

Anexo

ANEXO A: Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos

USP - ESCOLA SUPERIOR DE
AGRICULTURA "LUIZ DE
QUEIROZ" DA UNIVERSIDADE



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação do potencial de conservação de frutas nativas brasileiras na forma de polpa congelada e liofilizada

Pesquisador: Marta Helena Fillet Spoto

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 87872818.9.0000.5395

Instituição Proponente: "Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - ESALQ da Universidade

Patrocinador Principal: "Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - ESALQ da Universidade de S

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.657.726

Apresentação do Projeto:

O Brasil apresenta uma das maiores diversidades de espécies frutíferas do mundo devido às suas ótimas condições climáticas e vasta extensão territorial. Apesar da diversidade natural de frutíferas nativas, as espécies são poucos exploradas. Alguns estudos têm buscado alternativas tecnológicas para o processamento e conservação de frutas que possuem período de safra curtos, como as frutas nativas. Considerando que o desenvolvimento de tecnologias de conservação pode trazer um impacto positivo para a inclusão das espécies no mercado, o objetivo principal do projeto proposto é avaliar as polpas e frutos inteiros de Cambuci, Grumixama, Cereja do Rio Grande e Uvaia, submetidos a quatro tratamentos: polpa pasteurizada e congelada; polpa congelada; fruto congelado e polpa liofilizada. O estudo será dividido em dois experimentos. O primeiro trata das polpas e frutos congelados e para este serão consideradas análises microbiológicas, físico-químicas e sensoriais, com base no Teste Hedônico.

O delineamento experimental será casualizado, em esquema fatorial 3X7 (tratamentos x períodos), sendo consideradas 50 repetições para as análises sensoriais e 3 para o restante das análises. Os resultados serão submetidos à análise de variância com as médias comparadas pelo teste de Tukey (5%). O experimento 2 irá considerar o tratamento de liofilização para as polpas. Estas serão avaliadas mensalmente, durante 12 meses, e as análises consideradas serão de qualidade

Endereço: Avenida Pádua Dias, 11 Caixa Postal 9

Bairro: São Dimas

CEP: 13.418-900

UF: SP

Município: PIRACICABA

Telefone: (19)3429-4400

E-mail: cep.esalq@usp.br

USP - ESCOLA SUPERIOR DE
AGRICULTURA "LUIZ DE
QUEIROZ" DA UNIVERSIDADE



Continuação do Parecer: 2.657.726

microbiológica, físico químicas e de umidade e atividade da água (A_w). Para monitorar as alterações sensoriais também será aplicado o Teste Hedônico, mensalmente, durante 12 meses. Os resultados de estabilidade serão submetidos à análise de regressão linear e quadrática. Como variável explicativa tem-se dias de avaliação e como variável resposta, as características avaliadas. Para os resultados das análises microbiológicas será considerado o Teste Quiquadrado (X^2).

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Avaliar o potencial de conservação das polpas congeladas e liofilizadas das frutas nativas Cambuci, Grumixama, Cereja do Rio Grande e Uvaia, com a finalidade de aumentar o seu período de vida-útil.

Objetivo Secundário:

Monitorar as alterações sensoriais dos produtos ao longo do período de armazenamento. Avaliar a qualidade das polpas e frutos quanto aos atributos físico-químicos, nutricionais e microbiológicos.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Não há riscos previsíveis pois todo o processamento das frutas e polpas das frutas seguirão as boas práticas de fabricação, com análises microbiológicas como previsto na RDC 12 de 2001.

Benefícios: Possibilitar a comercialização dos frutos durante todo o ano.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa de interesse nacional, visto que o Brasil apresenta uma vasta biodiversidade que não está sendo totalmente utilizada.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Documentos obrigatórios - presentes e adequados.

Recomendações:

Após a aprovação os pesquisadores devem atentar para a necessidade de envio de relatórios parciais (no mínimo um a cada 12 meses) ou final (ao término da pesquisa). Destaca-se que o parecer consubstanciado é o documento oficial de aprovação do sistema CEP/CONEP. Intercorrências ou eventos adversos devem ser relatados ao CEP por meio da PB. Eventuais mudanças pretendidas no protocolo devem ser comunicadas como emendas ao CEP por meio da PB.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Pendência 1 (atendida): rever o item "desconfortos e riscos" padronizando sua descrição nos diferentes locais de apresentação. O TCLE foi refeito e enviado para o CEP.

Endereço: Avenida Pádua Dias,11 Caixa Postal 9

Bairro: São Dimas

CEP: 13.418-900

UF: SP

Município: PIRACICABA

Telefone: (19)3429-4400

E-mail: cep.esalq@usp.br

USP - ESCOLA SUPERIOR DE
AGRICULTURA "LUIZ DE
QUEIROZ" DA UNIVERSIDADE



Continuação do Parecer: 2.657.726

Considerações Finais a critério do CEP:

Parecer de Protocolo Aprovado foi emitido "ad referendum" conforme autorização do Comitê na reunião de 25/04/2018. O mesmo será submetido para homologação na reunião de 30/05/2018.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	tcle_revisado2.pdf	16/05/2018 12:09:30	Sandra Helena da Cruz	Aceito
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1111853.pdf	25/04/2018 17:23:14		Aceito
Outros	cep_sujeito_pesquisa.doc	25/04/2018 17:22:50	MARCELLA MERLO SIQUEIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	tcle_revisado.doc	25/04/2018 17:21:58	MARCELLA MERLO SIQUEIRA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	DECLARACAO_INSTITUICAO.pdf	13/04/2018 12:36:15	MARCELLA MERLO SIQUEIRA	Aceito
Folha de Rosto	FOLHA_DE_ROSTO.pdf	13/04/2018 12:35:00	MARCELLA MERLO SIQUEIRA	Aceito
Outros	curriculo_Marcela_Siqueira.pdf	12/04/2018 22:23:42	Gabriela Fernanda Mandro	Aceito
Outros	curriculo_Gabriela_Mandro.pdf	12/04/2018 22:22:19	Gabriela Fernanda Mandro	Aceito
Outros	Curriculo_MARTA_SPOTO.pdf	12/04/2018 22:21:31	Gabriela Fernanda Mandro	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	declaracao_infraestrutura.pdf	12/04/2018 22:15:30	Gabriela Fernanda Mandro	Aceito
Declaração de Pesquisadores	declaracao_pesquisadores.pdf	12/04/2018 22:12:32	Gabriela Fernanda Mandro	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.pdf	12/04/2018 22:10:51	Gabriela Fernanda Mandro	Aceito
Outros	carta_de_encaminhamento.pdf	12/04/2018 21:58:34	Gabriela Fernanda Mandro	Aceito
Orçamento	Orcamento.pdf	12/04/2018 21:57:45	Gabriela Fernanda Mandro	Aceito

Endereço: Avenida Pádua Dias, 11 Caixa Postal 9

Bairro: São Dimas

CEP: 13.418-900

UF: SP

Município: PIRACICABA

Telefone: (19)3429-4400

E-mail: cep.esalq@usp.br

USP - ESCOLA SUPERIOR DE
AGRICULTURA "LUIZ DE
QUEIROZ" DA UNIVERSIDADE



Continuação do Parecer: 2.657.726

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

PIRACICABA, 16 de Maio de 2018

Assinado por:
Sandra Helena da Cruz
(Coordenador)

Endereço: Avenida Pádua Dias, 11 Caixa Postal 9

Bairro: São Dimas

CEP: 13.418-900

UF: SP

Município: PIRACICABA

Telefone: (19)3429-4400

E-mail: cep.esalq@usp.br