



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODI-
VERSIDADE
E BIOTECNOLOGIA - REDE BIONORTE**



**PROSPECÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS, ATIVIDADE ANTIOXI-
DANTE E APROVEITAMENTO INTEGRAL DA GABIROBA
(*Campomanesia cambessedean*)**

DIANA LOPES DA SILVA

**Palmas - TO
2022**

DIANA LOPES DA SILVA

**PROSPECÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS, ATIVIDADE ANTIOXI-
DANTE E APROVEITAMENTO INTEGRAL DA GABIROBA (*Campo-
manesia cambessedeana*).**

Tese de doutorado apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia - Rede BIONORTE, na Universidade Federal do Tocantins – UFT, como requisito para a obtenção do Título de Doutora em Biodiversidade e Biotecnologia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Glêndara
Aparecida de Souza Martins

Co-orientador: Prof. Dr. Joenes Mucci
Peluzio

Palmas - TO

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

S586p Silva, Diana Lopes da Silva.
Prospecção de compostos bioativos, atividade antioxidante e aproveitamento integral da gabiroba (*Campomanesia cambessedeanana*). / Diana Lopes da Silva Silva. – Palmas, TO, 2022.
119 f.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Pós-Graduação (Doutorado) em Biodiversidade e Biotecnologia, 2022.

Orientadora: Glêndara Aparecida de Souza Martins Martins
Coorientador: Joenes Mucci Peluzio Peluzio

1. Fruto exótico. 2. Gabiroba. 3. Aproveitamento integral. 4. Compostos fenólicos. I. Título

CDD 660.6

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

DIANA LOPES DA SILVA

**PROSPECÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS, ATIVIDADE
ANTIOXIDANTE E APROVEITAMENTO INTEGRAL DA GABIROBA
(*Campomanesia cambessedeana*)**

Tese de doutorado apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia - Rede BIONORTE, na Universidade Federal do Tocantins – UFT, como requisito para a obtenção do Título de Doutora em Biodiversidade e Biotecnologia.

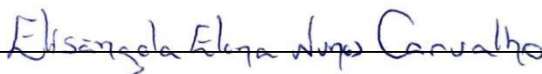
Aprovada em 01 / 02 / 2022



Prof. Dr^a. **Glândara Aparecida de Souza Martins**
Universidade Federal do Tocantins



Prof. Dr. **Raphael Sanzio Pimenta**
Universidade Federal do Tocantins



Elisângela Eliza Lopes Carvalho
Universidade Federal de Lavras



Prof. Dr^a. **Joenes Mucci Peluzio**
Universidade Federal do Tocantins



Prof. Dr^a. **Bárbara Catarina Bastos de Freitas**
King Abdullah University of Science and
Technology

*Dedico este trabalho à minha
família, em especial, à minha filha
Vitória, que é o meu combustível
para seguir em frente e ser uma
pessoa melhor.*

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelos Seus planos maravilhosos em minha vida e por ter me concedido força, sabedoria, perseverança e paciência para superar todos os obstáculos encontrados durante este caminho e chegar, enfim, a este momento.

À minha orientadora, Prof^a Glêndara, por ter me acolhido, orientado e incentivado, abrindo portas para que eu pudesse adquirir novos conhecimentos e ao Prof^o Joenes por ter me concedido a oportunidade de ingresso.

À minha família, em especial minha mãe, que sempre me incentivou e tentou me ajudar de todas as formas que estavam ao seu alcance.

À minha filha Vitória, que mais uma vez soube compreender, esperar e aceitar todas as vezes em que tive que ficar ausente, ou estava ocupada, e não pude desfrutar de mais tempo com ela.

Aos amigos e colegas do doutorado pela companhia, amizade e sugestões, em especial, à amiga Ila, que foi fundamental nessa jornada, tanto nas aulas, trabalhos e análises no laboratório, como nas nossas conversas, sempre conseguindo me confortar com toda a sua calma.

Às amigas Luana, Juliana e Anna Paula, que de todas as formas me ajudaram para que este trabalho fosse concluído, sejam com ideias, sugestões, conforto, palavras de incentivo e ânimo, broncas ou somente me ouvindo reclamar dos problemas e cansaço. Além da companhia maravilhosa durante todo este tempo.

Aos laboratórios parceiros, LAPEQ e LMGA por disponibilizarem sua estrutura para realização de análises.

À Larissa que sempre foi tão empenhada e dedicada em ajudar nas análises, sendo fundamental para os resultados obtidos, além da amizade que surgiu entre nós.

À UFT e aos professores Raphael e Juliana pela liberação para cursar o doutorado.

Ao LaCiMP, por todas as oportunidades e por serem essa equipe que realmente trabalha junto, incentiva e torce pelo sucesso do outro. Foi uma grande experiência e tenho muito carinho por todos que conheci e convivi durante esse tempo. Mas não posso deixar de destacar o meu agradecimento à algumas pessoas...

Ao Hermann, meu amiguinho, o que seria de mim sem você durante esse tempo?! Me acompanhou do início até o final, e foi meu braço direito e esquerdo. Muito obrigada!

À Gabriela por todo o carinho, ajuda no laboratório, nos artigos, pela companhia maravilhosa nos eventos e na nossa viagem. Foi um prazer te conhecer e conviver com você.

Ao Guilherme, que apesar do pouco tempo de convívio, foi um ótimo parceiro nessa reta final.

À Maria Olivia que sempre foi tão aberta a sanar todas as dúvidas que tive no projeto.

Ao Rômulo e Renata, pela linda amizade que construímos e por sempre estarem dispostos a me ouvir e ajudar.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para o fim de mais esta etapa da minha vida, o meu muito obrigada!

RESUMO

A região amazônica possui a maior e mais diversa floresta tropical úmida do mundo, hospedando várias espécies de frutas exóticas com grande potencial nutritivo e funcional. Esses frutos são amplamente consumidos pela população local, mas desconhecidos pela população em geral e pela comunidade científica. Este trabalho teve como objetivo a prospecção de compostos bioativos e antioxidantes e o aproveitamento integral do fruto da gabiroba na forma de doce em pasta com substituição da pectina comercial por albedo de maracujá. Foi determinada a composição centesimal e atividade antioxidante do fruto (DPPH), assim como o seu perfil de minerais, compostos fenólicos e ácidos orgânicos por HPLC. Para o aproveitamento integral da gabiroba na forma de doce foi utilizado um planejamento fatorial completo 2^3 com 11 formulações e 3 variáveis independentes (concentração de ácido cítrico, razão polpa/açúcar e concentração de albedo), que foram submetidos a análises físico-químicas e sensorial. A formulação com maior aceitação sensorial foi armazenada por 150 dias para o acompanhamento da estabilidade físico-química, utilizando duas embalagens diferentes (polipropileno e polietileno) e duas temperaturas de armazenamento (25°C e 35°C) e o tempo de vida útil estimado por testes acelerados de vida de prateleira. Foram realizadas análises de pH, acidez titulável, cor, perfil de textura, Aw, sólidos solúveis, clorofila, carotenoides, fenólicos totais, atividade antioxidante (DPPH e FRAP), perfil de carboidratos. Os resultados mostraram que o fruto da gabiroba possui baixo teor lipídico, 1,09%, além de 51,20g/100g de vitamina C, 4,09% de fibra, 79,83% de umidade, 1,29% de proteína, 13,23% de carboidratos, 0,19% de acidez titulável e 0,47% de cinzas, além de ser agente antioxidante e uma fonte de compostos bioativos. A catequina e o ácido gálico estão majoritariamente presentes em todas as frações da gabiroba (casca, semente e polpa). O resultado da análise sensorial indicou uma formulação ótima, com menores quantidades de ácido cítrico e albedo e menor razão polpa/açúcar. Os doces armazenados sofreram influência significativa tanto do tempo como da temperatura de armazenamento e das embalagens. Os maiores tempos de vida útil estimados por testes acelerados para os doces foram de 110 dias armazenados em embalagens de polipropileno e 106 dias em embalagens de polietileno, ambos à temperatura de 35°C.

Palavras-chave: fruto exótico; gabiroba; compostos fenólicos; otimização; aproveitamento integral.

ABSTRACT

The Amazon region has the largest and most diverse tropical rainforest in the world, hosting several species of exotic fruits with great nutritional and functional potential. These fruits are widely consumed by the local population, but unknown to the general population and the scientific community. This work aimed to prospect bioactive compounds and antioxidants and the full use of the gabioba fruit in the form of preserve, with replacement of commercial pectin by passion fruit albedo. The proximate composition and antioxidant activity of the fruit were determined, as well as its profile of minerals, phenolic compounds and organic acids were determined by HPLC. For the full use of gabioba in the form of preserve, a complete 2^3 factorial design was used with 11 formulations and 3 independent variables (citric acid concentration, pulp/sugar ratio and albedo concentration), which were submitted to physicochemical and sensory analyses. The formulation with the highest sensory acceptance was stored for 150 days to monitor the physical-chemical stability, using two different packages (polypropylene and polyethylene) and two storage temperatures (25°C and 35°C) and the shelf life estimated by accelerated tests of Shelf Life. Analyzes of pH, total titratable acidity, color, texture profile, Aw, total soluble solids, chlorophyll, carotenoids, total phenolics, antioxidant activity (DPPH and FRAP), carbohydrate profile, were performed. The results showed that the gabioba fruit has a low lipid content, 1.09%, plus 51.20g/100g of vitamin C, 4.09% fiber, 79.83% moisture, 1.29% protein, 13.23% carbohydrates, 0.19% of titratable acidity and 0.47% ash, in addition to being an antioxidant agent and a source of bioactive compounds. Catechin and gallic acid are mainly present in all gabioba fractions (peel, seed and pulp). The result of the sensorial analysis indicated an optimal formulation, with lower amounts of citric acid and albedo and lower pulp/sugar ratio. Stored preserves were significantly influenced by both storage time and storage temperature and packaging. The shelf life estimated by accelerated tests for the preserves was 110 days stored in polypropylene packaging and 106 days in polyethylene packaging, both at a temperature of 35°C. The preserves that were stored in polypropylene packaging showed better physicochemical characteristics over the months.

Keywords: exotic fruits; gabioba; phenolic compounds; optimization full use.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Mapa de distribuição geográfica global do gênero <i>Campomanesia</i>	20
Figura 2 - Fruto gabioba (<i>Campomanesia cambessedea</i>).....	21
Figura 3 – Estruturas químicas dos principais compostos fenólicos identificados nas amostras do fruto da gabioba.	23
Figura 4 - Estruturas químicas dos principais ácidos orgânicos quantificados nas amostras do fruto da gabioba.	24
Figura 5 - Cromatograma típico de flavonoides da casca de gabioba por HPLC-RID.....	50
Figura 6 - Cromatograma típico de flavonoides da polpa de gabioba por HPLC-RID.....	50
Figura 7 - Cromatograma típico de flavonoides da semente de gabioba por HPLC-RID.....	50
Figura 8 - Cromatograma típico de flavonoides do fruto integral da gabioba por HPLC-RID..	50
Figura 9 - Gráfico de dispersão (PC1 vs PC2) das principais classes de compostos fenólicos entre as frações do obtidas a partir do fruto gabioba.	53
Figura 10 - Gráfico de dispersão PC1 vs PC2 das variáveis analisadas nas frações da gabioba com projeção no plano fatorial.	54
Figura 11 - Cromatograma típico de ácidos orgânicos da casca da gabioba por HPLC-RID.....	56
Figura 12 - Cromatograma típico de ácidos orgânicos da polpa da gabioba por HPLC-RID.....	57
Figura 13 - Cromatograma típico de ácidos orgânicos da semente da gabioba por HPLC-RID.....	57
Figura 14 - Cromatograma típico de ácidos orgânicos do fruto integral da gabioba por HPLC-RID.	57
Figura 15 - Superfície de resposta do atributo aroma em função da razão polpa/açúcar x ácido cítrico(A), albedo x razão polpa/açúcar (B), albedo x ácido cítrico (C);.....	65
Figura 16 - Superfície de resposta do atributo sabor em função da razão polpa/açúcar x ácido cítrico (A), albedo x razão polpa/açúcar (B), albedo x ácido cítrico (C).....	66
Figura 17 - Gráfico de Pareto para análise de sabor do doce de gabioba.....	66
Figura 18 - Superfície de resposta do atributo textura em função da razão polpa/açúcar x ácido cítrico (A), albedo x razão polpa/açúcar (B), albedo x ácido cítrico (C).....	67
Figura 19 - Superfície de resposta do atributo impressão global em função do ácido cítrico x razão polpa/açúcar (A), albedo x razão polpa/açúcar (B), albedo x ácido cítrico (C).....	68
Figura 20- Gráfico de Pareto para análise da impressão global no doce de gabioba.....	69
Figura 21 - Superfície de resposta da frequência de consumo (atitude) em função da razão polpa/açúcar x ácido cítrico (A), albedo x razão polpa/açúcar (B), albedo x ácido cítrico	70

- Figura 22** - Superfície de resposta da intenção de compra em função da razão polpa/açúcar x ácido cítrico (A), albedo x razão polpa/açúcar (B), albedo x ácido cítrico (C) 71
- Figura 23** - Valores médios de pH do doce de Gabiroba durante o armazenamento. (A) embalagem polipropileno e (B) embalagem polietileno.....72
- Figura 24**- Valores médios de Acidez do doce de Gabiroba durante o armazenamento. (A) embalagem polipropileno e (B) embalagem polietileno.....73
- Figura 25** - Valores médios de Atividade de água do doce de Gabiroba durante o armazenamento. (A) embalagem polipropileno e (B) embalagem polietileno.74
- Figura 26** - Valores médios de Sólidos solúveis do doce de Gabiroba durante o armazenamento. (A) embalagem polipropileno e (B) embalagem polietileno.75
- Figura 27** - Valores médios de Licopeno do doce de Gabiroba durante o armazenamento. (A) embalagem polipropileno e (B) embalagem polietileno.76
- Figura 28** - Valores médios de Clorofila do doce de Gabiroba durante o armazenamento. (A) embalagem polipropileno e (B) embalagem polietileno.77
- Figura 29**- Valores médios de Compostos fenólicos do doce de Gabiroba durante o armazenamento. (A) embalagem polipropileno e (B) embalagem polietileno.78
- Figura 30** - Valores médios de Luminosidade (L^*) do doce de Gabiroba durante o armazenamento. (A) embalagem polipropileno e (B) embalagem polietileno.79
- Figura 31** - Valores médios de Cromaticidade do doce de Gabiroba durante o armazenamento. (A) embalagem polipropileno e (B) embalagem polietileno.79
- Figura 32** - Valores médios do Ângulo hue do doce de Gabiroba durante o armazenamento. (A) embalagem polipropileno e (B) embalagem polietileno.80
- Figura 33** - Valores médios de Adesividade do doce de Gabiroba durante o armazenamento. (A) embalagem polipropileno e (B) embalagem polietileno.81
- Figura 34** - Valores médios de Dureza do doce de Gabiroba durante o armazenamento. (A) embalagem polipropileno e (B) embalagem polietileno.81
- Figura 35** - Valores médios de sacarose do doce de Gabiroba durante o armazenamento. (A) embalagem polipropileno e (B) embalagem polietileno.....83
- Figura 36** - Valores médios de glicose do doce de Gabiroba durante o armazenamento. (A) embalagem polipropileno e (B) embalagem polietileno.....83
- Figura 37** - Valores médios de frutose do doce de Gabiroba durante o armazenamento. (A) embalagem polipropileno e (B) embalagem polietileno.....84
- Figura 38** - Cromatograma típico de padrão de sacarose, glicose e frutose do doce de gabiroba no tempo zero por HPLC-RID.84
- Figura 39** - Cromatograma típico de padrão de sacarose, glicose e frutose do doce de gabiroba em embalagem de polipropileno com 90 dias de armazenamento a 35°C por HPLC-RID.85
- Figura 40** - Cromatograma típico de padrão de sacarose, glicose e frutose do doce de gabiroba em embalagem de polietileno com 90 dias de armazenamento a 35°C por HPLC-RID.85

Figura 41 - Cromatograma típico de padrão de sacarose, glicose e frutose do doce de gabioba em embalagem de polipropileno com 90 dias de armazenamento a 25°C por HPLC-RID.	86
Figura 42 - Cromatograma típico de padrão de sacarose, glicose e frutose do doce de gabioba em embalagem de polietileno com 90 dias de armazenamento a 25°C por HPLC-RID.	86
Figura 43 - Valores médios de DPPH da geleia de gabioba durante o armazenamento. (A) embalagem polietileno e (B) embalagem polipropileno.....	87
Figura 44 - Valores médios de FRAP da geleia de gabioba durante o armazenamento. (A) embalagem polietileno e (B) embalagem polipropileno.	88
Figura 45 - Modelo cinético da alteração na variável Acidez do doce de Gabiroba para as embalagens Polipropileno e Polietileno.	89
Figura 46 - Modelo cinético da alteração na variável Sólidos solúveis do doce de Gabiroba para as embalagens Polipropileno e Polietileno.	89
Figura 47 - Modelo cinético da alteração na variável Atividade de água do doce de Gabiroba para as embalagens Polipropileno e Polietileno.	89
Figura 48 - Modelo cinético da alteração na variável de cor Croma do doce de Gabiroba para as embalagens Polipropileno e Polietileno.	90
Figura 49 - Modelo cinético da alteração na variável de cor Hue do doce de Gabiroba para as embalagens Polipropileno e Polietileno.	90
Figura 50 - Gráficos de Arrhenius para Acidez em doces de Gabiroba. (A) embalagem polipropileno e (B) embalagem polietileno.	90
Figura 51 - Gráficos de Arrhenius para Sólidos solúveis em doces de Gabiroba. (A) embalagem polipropileno e (B) embalagem polietileno	91
Figura 52 - Gráficos de Arrhenius para Atividade de água em doces de Gabiroba. (A) embalagem polipropileno e (B) embalagem polietileno.	91
Figura 53 - Gráficos de Arrhenius para Croma em doces de Gabiroba. (A) embalagem polipropileno e (B) embalagem polietileno.	91
Figura 54 - Gráficos de Arrhenius para Hue em doces de Gabiroba. (A) embalagem polipropileno e (B) embalagem polietileno.....	92

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Quadro 1 - Espécies frutíferas de ocorrência nativa no estado do Tocantins	18
Tabela 1 - Composição centesimal do fruto gabioba.	22
Tabela 2 - Delineamento experimental 2 ³ , para os ensaios de elaboração dos doces de gabioba.	31
Tabela 3 - Características físico-químicas e composição centesimal da polpa de gabioba (<i>Campomanesia cambessedean</i>).	41
Tabela 4 . Compostos bioativos e capacidade antioxidante do fruto da gabioba (<i>Campomanesia cambessedean</i>).	44
Tabela 5 - Composição de minerais ($\mu\text{g g}^{-1}$) do fruto integral gabioba.	47
Tabela 6 - Compostos fenólicos nas frações polpa, casca, semente e fruto integral do fruto gabioba.	49
Tabela 7 - Ácidos orgânicos nas frações polpa, casca, semente e fruto integral do fruto gabioba.	56
Tabela 8 - Cor, pH, sólidos solúveis e acidez das formulações de doce em massa de gabioba (<i>Campomanesia cambessedean</i>).	59
Tabela 9 - Açúcares totais, açúcares redutores, vitamina C, licopeno, rendimento e teor de cinzas das formulações de doce em massa de gabioba (<i>Campomanesia cambessedean</i>).	61
Tabela 10 - Lipídeos, umidade e parâmetros de textura das formulações de doce em massa de gabioba (<i>Campomanesia cambessedean</i>).	63
Tabela 11 - Teste de Tukey aplicado as médias obtidas na análise sensorial.	64
Tabela 12 - Energia de ativação e estimativa da vida-de-prateleira do doce de Gabiroba.	92

Sumário

RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE TABELAS E QUADROS	xii
Sumário.....	xiii
1. INTRODUÇÃO	15
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFIA.....	17
2.1. FRUTOS AMAZÔNICOS	17
2.2. GABIROBA	20
2.3. APROVEITAMENTO INTEGRAL E ESTABILIDADE FÍSICO-QUÍMICA DOS ALIMENTOS DURANTE O ARMAZENAMENTO.....	25
3. MATERIAIS E MÉTODOS	28
3.1 MATÉRIA-PRIMA.....	28
3.2 CARACTERIZAÇÃO INICIAL DOS FRUTOS	28
3.2.1 Acidez titulável e pH	28
3.2.2 Vitamina C	28
3.2.3 Umidade e cinzas	28
3.2.4 Lipídios, proteínas e fibra bruta	29
3.2.5 Carboidratos	29
3.2.6 Cor.....	29
3.3 PROSPECÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS, ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DA GABIROBA (<i>Campomanesia cambessedea</i>).....	29
3.3.1 Clorofila	29
3.3.2 Carotenoides.....	29
3.3.3 Obtenção dos extratos para quantificação dos antioxidantes.....	29
3.3.4 Compostos fenólicos totais	30
3.3.5 DPPH.....	30
3.3.6 FRAP	30
3.3.7 Perfil de minerais.....	30
3.3.8 Perfil de ácidos orgânicos:	31
3.3.9 Perfil de compostos fenólicos	32

3.3.10 Perfil de flavonoides	33
3.4 APROVEITAMENTO INTEGRAL DO FRUTO DA GABIROBA NA FORMA DE DOCE EM MASSA.....	33
3.4.1 Otimização da formulação	33
3.4.2 Cálculo dos rendimentos	34
3.4.3 Determinação de características físico-químicas das formulações	35
3.4.4 Análises microbiológicas	35
3.4.4.1 Contagem de bolores e leveduras	36
3.4.4.2 Análise de coliformes totais e termotolerantes (45°C)	36
3.4.4.3 Análise de <i>Salmonella sp.</i>	37
3.4.5 Análise sensorial	37
3.5 ESTABILIDADE FÍSICO-QUÍMICA DOS DOCES DURANTE O ARMAZENAMENTO.....	38
3.6 TESTES ACELERADOS DE VIDA DE PRATELEIRA (TAVP)	39
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
4.1 CARACTERIZAÇÃO INICIAL DO FRUTO	41
4.2 PROSPECÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS E ANTIOXIDANTES DO FRUTO DA GABIROBA.....	43
4.2.1 Composição mineral do fruto integral gabiropa	46
4.2.2 Perfil de fenólicos nas frações polpa, casca, semente e fruto integral da gabiropa	47
4.2.3 Ácidos orgânicos nas frações polpa, casca, semente e fruto integral da gabiropa	55
4.3 APROVEITAMENTO INTEGRAL DOS FRUTOS NA FORMA DE DOCE EM MASSA	57
4.3.1 Análises microbiológicas	63
4.3.2 Análise sensorial	64
4.4 ESTABILIDADE FÍSICO-QUÍMICA DO DOCE DE GABIROBA	71
4.5 TESTES ACELERADOS DE VIDA DE PRATELEIRA (TAVP)	88
5. CONCLUSÃO	94
REFERÊNCIAS	95
APÊNDICE A	112
APÊNDICE B	115

ANEXOS.....120

1. INTRODUÇÃO

O crescente interesse mundial por matérias-primas nativas do Brasil tem impulsionado a realização de pesquisas na Amazônia, um dos biomas nacionais que contribui muito para o fornecimento de frutas. Na região amazônica, encontra-se expressiva diversidade de espécies frutíferas, relativamente bem conhecidas no que concerne aos aspectos botânicos, porém pouco estudadas no que se refere às características agronômicas, agroindustriais e químicas (LAMARÃO et al., 2020). A realidade socioeconômica e o perfil nutricional da população, registrado na região, formam um forte contraste com sua riqueza em recursos biológicos (BECKER et al., 2020). Lima (2016) ressaltou que a alimentação baseada no uso de frutas nativas é uma questão cultural, que preserva os recursos naturais da região.

As frutíferas da Amazônia Legal são espécies de diversos gêneros e famílias que constituem importante fonte de alimento, produzindo, também, frutos de interesse tanto para a alimentação “in natura” quanto para a industrialização. O interesse pelas frutas nativas vem atingindo diversos segmentos da sociedade, dentre os quais se destacam agricultores, indústrias, comerciantes, instituições de pesquisa, cooperativas, universidades, órgãos de saúde e alimentação, entre outros. (SOUZA et al., 2019).

A gabioba está entre as frutíferas que apresentam potencialidades econômicas, podendo ser uma alternativa para o enriquecimento da dieta da população, por ser rica em nutrientes e vitaminas (SOUZA et al., 2019). É considerada um alimento funcional devido as suas propriedades nutricionais, seu teor de carboidratos e de água e a presença de fibras alimentares.

Segundo Barbieri et al. (2018) a polpa de gabioba possui uma estrutura heterogênea composta por uma área mais densa, formada por uma porção solúvel, e uma interface porosa contendo fibras (porção insolúvel). Esse teor de fibras pode conferir propriedades funcionais, como aumento da capacidade de retenção de água, emulsificação e/ou formação de gel.

O setor de frutas tem se constituído como um dos mais promissores, devido o importante aporte nutricional e diversos benefícios trazidos à saúde. Por isso a produção e os investimentos no processamento têm sido estimulados, bem como, muitas das inovações tecnológicas aumentaram em todo o mundo em função das necessidades apresentadas pela sociedade contemporânea quanto a novos hábitos (OLIVEIRA; FEITOSA; SOUZA, 2018).

A comercialização de frutas nativas desempenha um papel importante nas perspectivas sociais em países ao redor do mundo. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas com cerca de 45 milhões de toneladas por ano, das quais 65% são consumidas internamente e 35% são destinadas ao mercado externo (BARBIERI et al., 2018).

O Brasil possui inúmeros produtos de origem vegetal, comercializados in natura ou processados (polpas, geleias, doces, sucos, entre outros), tendo, contudo, pouco aproveitamento de seus resíduos por parte da indústria ou da pesquisa. Estes resíduos de plantas podem constituir importante fonte de renda tanto para produtores como também para consumo popular (SOUZA et al., 2019).

As polpas das frutas têm sido cada vez mais utilizadas como matéria-prima para a produção de alimentos e produtos cosméticos. De acordo com Pereira e Santos (2015), no estado do Tocantins, o processamento de frutas nativas ocorre, em grande parte, em pequenos empreendimentos com caráter artesanal e suas produções restringem-se principalmente a licores, doces, geleias e sorvetes, que são comercializados em mercados locais e regionais.

A caracterização de tais produtos, tanto o fruto como o resíduo, tornam-se importantes para a constatação da presença de compostos bioativos. Além disso, há benefícios para a população amazônica, através da geração de renda pelo aumento no consumo do produto como um todo, e na saúde, pelo potencial nutracêutico (SOUZA et al., 2019).

Os produtos naturais bioativos sempre desempenharam um papel significativo como novos agentes terapêuticos. Eles têm um efeito profundo na saúde humana por meios diretos e indiretos e também possuem imensas propriedades medicinais (KARASAWA & MOHAN, 2018). Partes como casca, folha, flor e raízes também possuem propriedades benéficas para os seres humanos.

A atividade antioxidante de frutas se deve à presença de compostos fenólicos. Muitos estudos têm demonstrado as propriedades de eliminação de radicais dos compostos fenólicos de plantas, confirmando a relação entre os compostos fenólicos e a atividade antioxidante (PÉREZ-HERRERA et al., 2020).

Uma das formas de processamento de frutas é através da fabricação de doces (OLIVEIRA, FEITOSA e SOUZA, 2018). A elaboração de doces é compreendida como um método de conservação de alimentos, especialmente para as frutas, que emprega o uso de calor e açúcar para aumentar a concentração da mistura, reduzindo o teor e a atividade de água e propiciando o aumento da pressão osmótica, criando assim, condições desfavoráveis para o desenvolvimento de grupos de microrganismos (DIAS et al., 2019).

Este trabalho tem como objetivo a prospecção de compostos bioativos e antioxidantes, bem como o aproveitamento integral do fruto da gabioba na forma de doce em pasta com substituição da pectina comercial por albedo de maracujá.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFIA

2.1. FRUTOS AMAZÔNICOS

A região amazônica abriga a maior e mais diversa floresta tropical úmida do mundo, totalizando 14.003 espécies de plantas com sementes, sendo a maioria (52%) arbustos, cipós, trepadeiras, epífitas e ervas rasteiras. As árvores majestosas representam 6.727 espécies. O inventário de espécies abrange o Brasil e mais oito países da América do Sul: Guiana Francesa, Suriname, Guiana, Equador, Venezuela, Colômbia, Bolívia e Peru (CARDOSO et al., 2017), sendo que 60% da extensão florestal pertencem ao território brasileiro (RIOS; PASTORE JUNIOR, 2011).

Com uma extensão total de aproximadamente 5.020,000 km^2 , a Amazônia Legal foi criada em 1953, inicialmente como área de atuação da superintendência do plano de valorização Econômica da Amazônia (SPVEA) (IBGE, 2020). Através da Lei 1.806, para efeito de planejamento social e econômico da região, a Amazônia Brasileira passou a receber a denominação de Amazônia Legal (BRASIL, 1953) que atualmente é delimitada pela Lei Complementar nº 124 de 2007 compreendendo os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins e parte do Maranhão (oeste do meridiano de 44°) (BRASIL, 2007).

A maior parte da área da região Amazônica Brasileira é composta predominantemente por vegetação de floresta ombrófila densa, com diferentes condições climáticas e microrregiões únicas que satisfazem a ecossistemas raros que podem ser naturais ou artificiais e neles há contenção de flora nativa, que podem ser inexploradas cientificamente. Existem duas estações climáticas durante o ano, sendo a estação chuvosa, que inicia em meados de novembro e se estende até o início da estação seca que inicia em meados de junho (VALSKO et al., 2019).

Devido a esse ambiente específico, a Amazônia hospeda várias espécies de frutas que são amplamente consumidas pela população local, mas desconhecidas pela população em geral e pela comunidade científica (MATOS et al., 2019). A região amazônica abriga, além do bioma Amazônia, 20% do bioma Cerrado e parte do Pantanal Mato-grossense (BORGES; ALMEIDA; BOHÓRQUEZ, 2019).

O Brasil é o segundo grande centro de origem de espécies frutíferas tropicais, atrás apenas do Sudeste Asiático. Na Amazônia Brasileira concentram-se 44% das 500 espécies de frutas nativas do País. Estudos mencionam a existência de 220 plantas produtoras de frutos comestíveis na região, mas ainda são poucas as domesticadas, vindo a maioria do extrativismo (EMBRAPA, 2016). Apesar da sua importante biodiversidade, a fruticultura amazônica contribui apenas com uma pequena parcela no protagonismo do Brasil como o

terceiro maior produtor mundial de frutas (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2018). As frutas amazônicas se apresentam como um potencial fonte de nutrientes essenciais e seu consumo pode reduzir o risco de se adquirir doenças crônicas e degenerativas (ANDRADE, 2019; GARCIA et al., 2017; PINELI et al., 2015).

Aliado a isso, existe um perfil nutricional e antropométrico com elevadas prevalências de *deficits* de estatura e desnutrição associado à más condições socioeconômicas e ambientais (SILVA et al., 2019a) formando um forte contraste com sua riqueza em recursos biológicos. As frutas se apresentam como fontes importantes de nutrientes e compostos biologicamente ativos e seus efeitos sugerem potencial uso para benefícios da saúde (SCHULZ; CHIM, 2019). A região amazônica brasileira, então, apresenta espécies de frutas nativas e exóticas ainda pouco ou não exploradas, com grande potencial nutricional além de serem fontes de compostos bioativos, como compostos fenólicos e carotenoides (NEGRI, BERNI E BRAZACA, 2016).

Na região amazônica, encontra-se expressiva diversidade de espécies frutíferas, relativamente bem conhecidas no que concerne aos aspectos botânicos, porém pouco estudadas no que se refere às características agrônômicas, agroindustriais e químicas (LAMARÃO et al., 2020), pois sua exploração geralmente ocorre de forma extrativista. A região, que compreende o cerrado amazônico, também possui frutos de grande importância econômica, sendo fonte de renda para os produtores familiares e para prática do extrativismo, como o pequi e o buriti (HOMMA, 2014). O bioma tocantinense, inserido no cerrado que compreende a região amazônica, se destaca ainda pela variada fruticultura nativa, na qual alguns frutos são de grande aceitação popular e comercializados por feirantes locais. O Quadro 1 apresenta uma listagem das principais espécies frutíferas com ocorrência nativa no Tocantins.

Quadro 1 - Espécies frutíferas de ocorrência nativa no estado do Tocantins

Nome vulgar	Espécie	Família
Ananás-de-raposa	<i>Ananas ananassoides (Baker) L.B. Smith</i>	Bromeliáceas
Angélica	<i>Guettarda viburnoides Cham Schlecht.</i>	Rubiaceae
Aracá da Praia	<i>Psidium riparium Mart. ex DC.</i>	Myrtaceae
Araçazinho	<i>Psidium myrsinoides Berg</i>	Myrtaceae
Araticum	<i>Annona coriácea Mart</i>	Annonaceae
Ata-da-mata	<i>Duguetia marcgraviana Mart.</i>	Annonaceae
Babaçu	<i>Orbignya phalerata Mart.</i>	Arecaceae
Bacaba	<i>Oenocarpus distichus Mart.</i>	Arecaceae
Bacupari do cerrado	<i>Salacia elliptica (Mart.) G. Don.</i>	Hippocrateaceae
Bacuri	<i>Platonia insignis Mart</i>	Clusiaceae
Banha-de-galinha	<i>Swartzia langsdorffii Raddi.</i>	Fabaceae
Barú	<i>Dipteryx alata Vogel</i>	Fabaceae
Bureré	<i>Brosimum gaudichaudii Tréc.</i>	Moraceae
Buriti	<i>Mauritia flexuosa L. f</i>	Arecaceae
Burতিরানা	<i>Mauritiella armata (Mart.)Burret</i>	Arecaceae

Cabo de machado	<i>Pouteria caimito (Ruiz & Pav.) Radlk</i>	Sapotaceae
Cagaita	<i>Eugenia dysenterica DC.</i>	Myrtaceae
Cajá	<i>Spondias mombim L.</i>	Anacardiaceae
Chichá	<i>Sterculia striata A. St. Hil.</i>	Sterculiaceae
Coco piaçava	<i>Attalea geraensis Barb. Rodr.</i>	Arecaceae
Croatá	<i>Bromelia karatas L.</i>	Bromeliaceae
Curriola	<i>Pouteria ramiflora (Mart.) Radlk.</i>	Sapotaceae
Fruto de tucano	<i>Diospyros sericea A DC.</i>	Ebenaceae
Gabiropa	<i>Campomanesia cambessedeano</i>	Myrtaceae
Genipapo	<i>Genipa americana L.</i>	Rubiaceae
Goiaba de peixe	<i>Bellucia grassularioides (L.) Triana</i>	Melastomataceae
Goiabinha-araçá	<i>Psidium cattleianum Sabine</i>	Myrtaceae
Gravatá	<i>Bromelia balansae Mez</i>	Bromeliaceae
Ingá	<i>Inga marginata Willd.</i>	Mimosaceae
Jatobá	<i>Hymenaea stigonocarpa Mart. Ex Hayne</i>	Caesalpiniaceae
Lobeira	<i>Solanum grandiflorum Ruiz & Pav.</i>	Solanaceae
Macaúba	<i>Acrocomia aculeata (Jacq.) L.ex. Mart</i>	Arecaceae
Mangaba	<i>Hancornia speciosa Gomes</i>	Apocynaceae
Maracujá do cerrado	<i>Passiflora sp1</i>	Passifloraceae
Maracujá do mato	<i>Passiflora cf. alata Dryander</i>	Passifloraceae
Marmelada	<i>Alibertia sessilis (Vell.) K.Schum</i>	Rubiaceae
Marmelada rugosa	<i>Alibertia verrucosa S. Moore</i>	Rubiaceae
Mirindiba	<i>Buchenavia tomentosa Eichl</i>	Combretaceae
Murici	<i>Byrsonima crassa Nied</i>	Malpighiaceae
Murici-da-mata	<i>Byrsonima sericea DC.</i>	Malpighiaceae
Mutamba	<i>Guazuma ulmifolia Lam.</i>	Sterculiaceae
Olho de boi da mata	<i>Diospyros burchellii DC.</i>	Ebenaceae
Olho de boi do cerrado	<i>Diospyros hispida A. DC</i>	Ebenaceae
Ouricuri	<i>Allagoptera sp</i>	Arecaceae
Pequi	<i>Caryocar coriaceum Witmm.</i>	Caryocaraceae
Pitomba da mata	<i>Talisia esculenta (A. St.-Hil.) Radlk.</i>	Sapindaceae
Pitomba nativa	<i>Talisia intermedia Radlk</i>	Sapindaceae
Puçá-croa	<i>Mouriri elliptica Mart</i>	Melastomataceae
Puçá-da-mata	<i>Mouriri sp</i>	Melastomataceae
Puçá-preto	<i>Mouriri pusa Gardner</i>	Melastomataceae
Taturubá	<i>Pouteria macrophylla (Lam.) Eyma</i>	Sapotaceae
Tucum	<i>Astrocaryum vulgare Mart.</i>	Arecaceae

Fonte: Adaptado de Pereira e Santos (2015); Reis e Schmiele (2019)

O alimento possui um caráter simbólico diferente conforme idade, classe social, poder aquisitivo e padrões culturais. Apesar do avanço da urbanização, que tem provocado mudanças nos hábitos alimentares e estilo de vida das pessoas, ainda há quem preserve a cultura alimentar tradicional. A preocupação com a conservação destes recursos alimentares é fundamental, pois representam importante história cultural das populações brasileiras (POLESI et al., 2017). A literatura relata alguns trabalhos relevantes que reafirmam a importância desses frutos, a citar: açaí (NETO et al., 2013), cajá (GONÇALVES et al., 2018), graviola (TELES et al., 2017), seriguela, (NASCIMENTO et al., 2017), umbu (SOUZA et al., 2018a), umbu-cajá (OLIVEIRA et al., 2014), dentre outras frutas de várias regiões do Brasil.

Frutos nativos são comercializados, em sua maioria, em feiras livres, com grande aceitação popular. Esses frutos possuem sabor particular e altos níveis de vitaminas, açúcares, proteínas, minerais e podem ser consumidos in natura e na forma de sucos, geleias, doces, sorvetes, etc. (OLIVEIRA et al., 2020). Segundo Soares et al. (2019), no que diz respeito aos locais de obtenção de frutos nativos, em pesquisa realizada sobre a tipologia do consumidor de frutos do cerrado, 39% dos entrevistados afirmaram adquiri-los em feiras livres, 33% têm como fonte principal o próprio Cerrado, 25% dos entrevistados compram em supermercados e 3% em lojas de produtos orgânicos. Sobre a forma de consumo destes frutos, verificou-se que os entrevistados os consomem, principalmente, na forma de sucos (84,8%) e picolés (60,1%) (SOARES et al., 2019). O processamento de frutos nativos, bem como a associação de processos biotecnológicos, além de adicionar valor ao produto final, é uma forma de conservação, já que muitos desses frutos são sazonais e altamente perecíveis (OLIVEIRA et al., 2020).

2.2. GABIROBA

O gênero *Campomanesia* compreende uma gama de 30 espécies, das quais 24 estão presentes no Brasil, em grande parte da região do bioma cerrado, conforme distribuição geográfica apresentada pela Figura 1 (BARBIERI et al., 2018; LORENZI, 2016).

Figura 1 - Mapa de distribuição geográfica global do gênero *Campomanesia*



Fonte: Tropico.org (2020)

Os representantes do gênero *Campomanesia* podem estar na forma de arbusto, árvore ou arvoreta, sendo todas espécies frutíferas, chamadas popularmente de gabiroba, cujo nome é originado da língua guarani e significa árvore da casca amarga, mas também conhecida em

algumas regiões como gabirobeira, guabiroba, gabiroba-da-mata, guavira e guavirova (MENDES; PINTO; SOARES 2018; LORENZI, 2016).

O florescimento da gabiroba acontece de forma intensa e por um curto período, de agosto a novembro, com pico em setembro, e produz frutos entre os meses de novembro e dezembro. A floração pode durar cerca de 10 a 15 dias e a maturação dos frutos aproximadamente de 15 a 20 dias (RODRIGUES, 2017; VIEIRA et al., 2006).

Os frutos da gabiroba podem ser colhidos no início do período de queda espontânea ou recolhidos diretamente do chão, sendo a quantidade de frutos produzidos relacionada com o tamanho da árvore e condições edafoclimáticas. Possuem forma arredondada, como mostrado pela Figura 2, com pigmentação verde e tons alaranjados ou amarelados de acordo com seu estágio de maturação (LORENZI, 2016).

Figura 2 - Fruto gabiroba



Fonte: Portal Frutíferas (2020)

O fruto possui padrão respiratório climatérico e rápido amadurecimento, apresentando um período de seis dias de armazenamento utilizando apenas a refrigeração (OLIVEIRA et al., 2017). Durante seu armazenamento há um pico na produção de etileno associado às mudanças na pigmentação, redução no teor de acidez e aumento quantitativo de sólidos solúveis. Por apresentar uma alta taxa metabólica no seu estágio maduro, possui um curto período de aproveitamento, tornando o processamento uma possibilidade importante de viabilizar seu uso e consumo em outras épocas do ano (RODRIGUES, 2017).

O fruto gabiroba é composto de forma geral por 7% de cálice, 16% de sementes, 17% de casca e 60% de polpa (BARBIERI et al., 2017). É considerado um alimento funcional devido as suas propriedades nutricionais, seu teor de carboidratos e de água e a presença de fibras alimentares, conforme composição centesimal apresentada pela Tabela 1.

Tabela 1 - Composição centesimal do fruto gabioba

Autores	Componentes (%)					
	Umidade	Proteína	Lipídios	Carboidratos	Cinzas	Fibras
Alves et al. (2013)	80,80	1,50	0,50	10,0	0,40	7,10
Alves et al. (2020)	79,27	0,93	0,62	19,58	0,37	-
Barbieri et al. (2017)	79,10	1,10	1,00	10,20	-	9,80
Embrapa (2015)	-	1,30	0,62	7,75	-	6,51
Goldoni et al (2019)	77,16	1,90	0,67	7,25	0,46	-
Leonarski (2017)	82,75	1,09	1,15	15,54	0,47	-
Morzelle et al. (2015)	77,00	1,43	1,32	15,68	0,41	4,14
Pereira et al. (2012)	72,21	5,53	3,70	15,10	0,47	9,75
Santos et al. (2013b)	79,14	1,10	1,31	7,88	0,68	9,88
Silva et al. (2019b)	79,83	1,29	1,09	13,23	0,47	4,09

O conhecimento da composição e das características físico-químicas e funcionais dos frutos nativos são ferramentas essenciais para incentivar o consumo, possibilitar a formulação de novos produtos e viabilizar sua utilização pela indústria alimentícia, através da associação com processos biotecnológicos que impactarão na sua qualidade (GOLDONI et al., 2019). Vários compostos são responsáveis pela capacidade antioxidante de frutas, incluindo algumas vitaminas e minerais, e os compostos fenólicos e ácidos orgânicos (ALVES et al., 2013).

Nesse contexto, Souza et al. (2019) caracterizaram a polpa de gabioba e verificaram valores de pH entre 3,6 e 3,9, uma variação de 7,62% a 15,45%, teor de acidez em ácido cítrico (ACC) de 8,6 a 15,6 mg.g⁻¹ e umidade média de 78,24%, valores dentro da mesma faixa relatada por Mendes, Pinto e Soares (2018) e Lima et al. (2016). Os dados de Souza et al. (2019) apresentaram uma correlação significativa e inversamente proporcional entre o teor de sólidos solúveis (expresso em %) e acidez em ácido cítrico, que variaram em função do estágio de maturação dos frutos.

Na gabioba são encontrados os carotenoides α -caroteno (4,8 $\mu\text{g.g}^{-1}$), β -caroteno (5,4 $\mu\text{g.g}^{-1}$), β -criptoxantina (5,8 $\mu\text{g.g}^{-1}$) e λ -caroteno (4,3 $\mu\text{g.g}^{-1}$). Os carotenoides são compostos bioativos que representam as cores naturais dos alimentos (amarelo, vermelho e laranja) e possuem a capacidade de serem convertidos em vitamina A além de possuírem ação antioxidante (EMBRAPA, 2015).

Os frutos de gabioba analisados por Barbieri et al. (2017) apresentaram um teor médio de compostos fenólicos totais de 19,59 $\mu\text{g.g}^{-1}$. O conteúdo de fenólicos totais, de acordo com Alves et al. (2013), correlaciona-se de forma positiva com a atividade antioxidante relatada no fruto, indicando a importância desses compostos como determinantes bioativos da gabioba (avaliada pelo método ABTS), relatado também por Almeida et al. (2011), Rufino et al. (2010) e Souza et al. (2012).

Kolling e Rocha (2018) identificaram e quantificaram dez compostos fenólicos

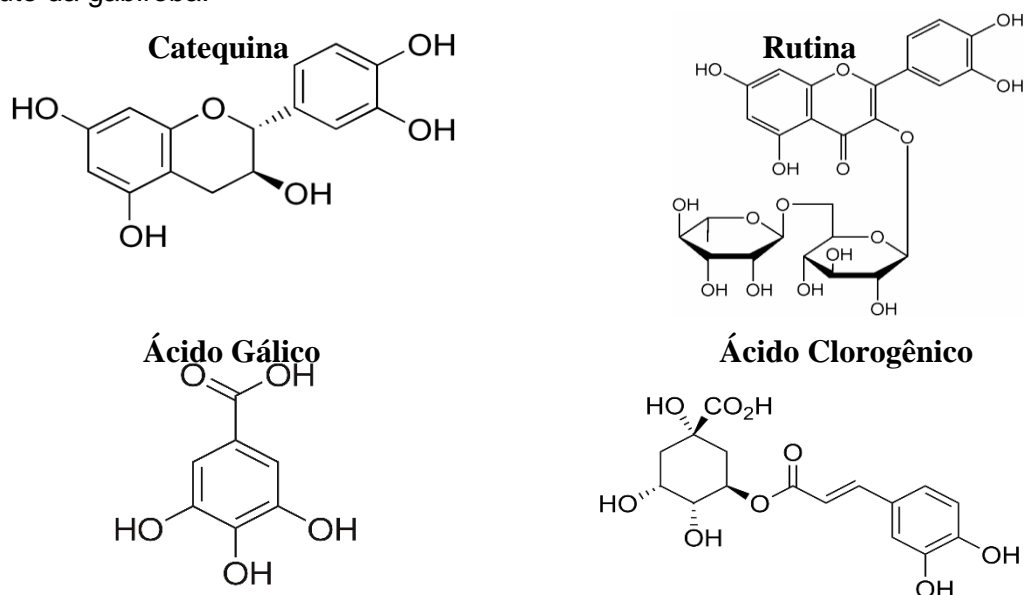
presentes nos sucos da polpa e do bagaço da gabirola. Os compostos fenólicos majoritários foram o ácido vanílico, gálico, a epicatequina e a catequina, para ambos os sucos. Estudos in vivo têm evidenciado que as catequinas possuem propriedades antiinflamatória, antibacteriana, antioxidante, antimutagênica e anticarcinogênica (ALVES et al., 2013).

Abe et al. (2014) identificaram em extratos de folhas de gabirola a presença de flavonoides, taninos e saponinas, sendo a quercetina, miricitrina e rutina alguns dos flavonoides descritos. A presença de flavonoides pode estar relacionada com várias das atividades medicinais descritas para a gabirola, pois apresentam comprovadas ações antioxidantes e antiinflamatórias

Quando as plantas são submetidas a situações de estresse, como ataque de patógenos ou limitações nutricionais, ativam rotas de síntese dos metabólitos secundários que resultam na produção de compostos fenólicos. Essa produção possivelmente justifica um acúmulo maior desses compostos nas partes externas dos frutos de gabirola (KOLLING e ROCHA, 2018).

Os flavonoides catequina e rutina e os ácidos fenólicos gálico e clorogênico foram os principais compostos quantificados nas frações da gabirola neste trabalho, sendo assim suas estruturas químicas estão apresentadas na Figura 3.

Figura 3 – Estruturas químicas dos principais compostos fenólicos identificados nas amostras do fruto da gabirola.



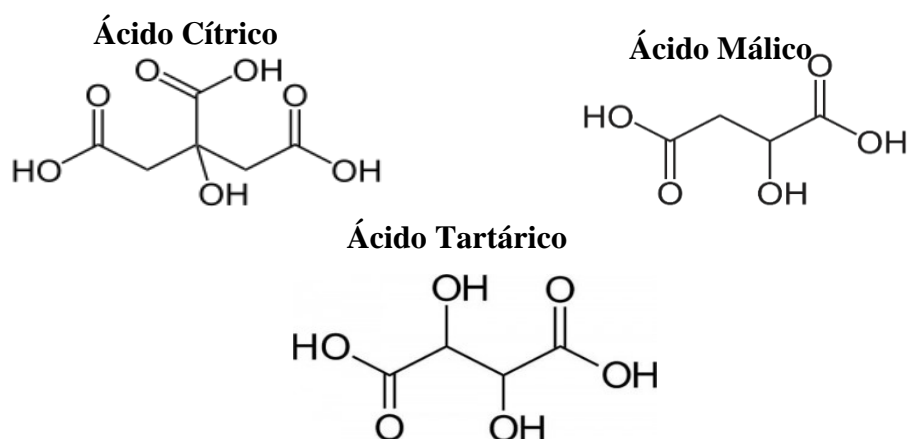
Os frutos possuem alguns componentes naturais, como ácidos orgânicos e açúcares simples que são responsáveis pelo sabor, promovendo forte impacto na qualidade sensorial e em algumas características químicas desse alimento (como pH, acidez total, doçura, estabilidade microbiana e aceitabilidade geral). Os principais ácidos presentes nos frutos são

os ácidos ascórbico, cítrico, málico e o tartárico (RODRIGUES et al., 2021).

O ácido málico muitas vezes é ingerido na forma de suplemento, especialmente para o tratamento da síndrome de fadiga crônica. Esse ácido é reconhecido por sua capacidade de aumentar a energia corporal e a tolerância ao exercício. Além disso, esse ácido tem sido aplicado com sucesso na medicina e na indústria farmacêutica e juntamente com o magnésio tem apresentado papel fundamental no tratamento da fibromialgia. (PEREIRA, 2019).

Os ácidos orgânicos málico, cítrico e tartárico, foram os principais compostos quantificados nas frações da gabioba neste trabalho, sendo assim suas estruturas químicas estão apresentadas na Figura 4.

Figura 4: Estruturas químicas dos principais ácidos orgânicos quantificados nas amostras do fruto da gabioba.



As frutas estão dentre as principais fontes de ácido ascórbico (vitamina C), sendo a necessidade para uma pessoa adulta normal estipulada em $45 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ (BRASIL, 2005a). A gabioba destaca-se entre os frutos que possuem um alto teor de vitamina C. Dados da EMBRAPA (2015) de caracterização do fruto evidenciaram um teor de $826,26 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Já Lima et al. (2016) obtiveram o valor de $74,44 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$, Morzelle et al. (2015) apontaram um teor de $383,33 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ e Santos (2011) encontrou para ácido ascórbico o teor de $313,21 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ de polpa de gabioba.

O teor de ácido ascórbico na gabioba pode variar amplamente nos frutos de uma mesma árvore, em frutos de diferentes árvores, diferentes espécies botânicas e de acordo com as condições de solo, clima, padrões de precipitação e grau de maturação (LIMA et al., 2016). Outro importante fator, relacionado à presença de ácidos orgânicos, principalmente o ácido ascórbico, é sua contribuição na proteção dos carotenoides durante processamentos térmicos (LEONARSKI, 2017).

Os elementos minerais essenciais são comumente divididos entre macroelementos

(cálcio, fósforo, potássio, sódio e magnésio) e microelementos (ferro, manganês e zinco) (SANTOS, 2011). Barbieri et al. (2018) determinaram a composição química elementar da polpa fresca de gabioba e a partir de análise por MEV-EDS (Microscopia eletrônica de varredura acoplado a espectroscopia por dispersão de energia) verificaram elevado teor, principalmente de carbono (67%), oxigênio (30,8%), seguido por potássio (1,8%), ferro (1,07%), fósforo (0,2%), enxofre (0,1%), magnésio (0,1%) e cálcio (0,1%). A presença de carbono e oxigênio em maior proporção se deve a quantidade de carboidratos na polpa de gabioba (7,8 a 10,2%).

Ainda considerando sua composição, Barros et al. (2019) e Dias et al. (2020) extraíram a fração péctica da polpa de gabioba que demonstrou ser composta principalmente por arabinose, ácido galacturônico, galactose, ramnose e pequenas quantidades de xilose e glicose, com uma estrutura próxima a encontrada em pectinas de maçã, permitindo que sejam utilizadas como agente gelificante com baixo pH e alto conteúdo de sacarose em diferentes sistemas. Em estudo produzido por Amaral et al. (2019) as pectinas de gabioba brutas e purificadas apresentaram potencial antitumoral, validado por seu efeito citotóxico nas linhas celulares de tumores (glioblastomas).

As propriedades nutricionais da polpa de gabioba a tornam adequada para o consumo *in natura* e como matéria-prima com excelentes propriedades para aplicação nas indústrias de bebidas, sorvetes e geleias (LISBOA et al., 2011). Barbieri et al. (2017) reitera que frutas, especialmente aquelas com menor estabilidade na prateleira *in natura* e ricas em compostos bioativos, como a gabioba, podem ser preservadas na forma de geleia e doces.

2.3. APROVEITAMENTO INTEGRAL E ESTABILIDADE FÍSICO-QUÍMICA DOS ALIMENTOS DURANTE O ARMAZENAMENTO

De maneira geral, os frutos amazônicos são fontes de compostos de interesse para a indústria de alimentos e farmacológica. No caso específico da Gabioba, segundo Morzelle et al. (2015), é fonte de compostos com propriedades funcionais que geram benefícios à saúde, requisito que estimula seu uso pela indústria e dá importância à necessidade de pesquisas acerca de sua caracterização, processamento e viabilidade de inserção na alimentação humana através do desenvolvimento de novos produtos.

Estima-se que no setor de refeições coletivas o desperdício de alimentos totalize em torno de 15%, enquanto nas residências esse valor atinge 20% (BEZERRA et al., 2019) De forma geral, a população brasileira e/ou mundial não está habituada a aproveitar o máximo dos alimentos, deixando de utilizar algumas partes dotadas de altos valores nutricionais, que acabam indo para o lixo por falta de conhecimento (Badawi, 2012) (DAMIANI; MARTINS; BECKER, 2020).

O aproveitamento integral visa utilizar o alimento como todo, possibilitando a melhora do consumo nutricional (MELO et al., 2018). Talos, folhas e cascas são, muitas vezes, mais nutritivos do que a parte dos alimentos que estamos habituados a consumir. Um quarto de toda produção nacional de frutas, verduras e legumes não são aproveitados (BEZERRA et al., 2019).

Utilizar o alimento em sua totalidade significa mais do que economia. Significa usar os recursos disponíveis sem desperdício, reciclar, respeitar a natureza e alimentar -se bem (BEZERRA et al., 2019). A utilização de frutas e hortaliças de forma sustentável reduz a produção de lixo orgânico, prolonga a vida útil do alimento, promove a segurança alimentar e beneficia a renda familiar, além de incentivar o consumo desse grupo de alimentos (DAMIANI; MARTINS; BECKER, 2020). O aproveitamento integral exige a criação de alternativas para todos os tipos de alimentos (MELO et al., 2018).

Nesse contexto, doces e geleias se apresentam como uma alternativa ao aproveitamento integral de frutas pois são produtos que possuem uma vida útil prolongada devido à baixa atividade de água do alimento que desfavorece o crescimento da maioria dos microrganismos. No entanto, a preservação das características originais dos alimentos por um maior período após o seu processamento consiste num grande desafio, visto que, as condições do ambiente de armazenamento, tais como embalagem, temperatura, umidade, luminosidade, bem como o tipo do material da embalagem utilizada, são aspectos que devem ser avaliados e controlados, visando à manutenção da qualidade dos produtos durante a sua vida-de-prateleira (SOUSA et al., 2020)

A sociedade consumidora cada vez mais vem exigindo produtos com excelente qualidade em vários aspectos, como, textura, sabor, cor e aparência. Dessa maneira, determinar as propriedades de produtos alimentícios durante a vida útil é muito criterioso no desenvolvimento da indústria alimentícia e nos centros de pesquisa (GANJE et al., 2016).

O prazo de validade é um atributo essencial para qualquer alimento, cada produto alimentar possui sua própria vida útil. Na perspectiva conceitual, a vida de prateleira é definida como um intervalo finito de tempo após a produção (CALLIGARIS et al., 2019).

A determinação da validade de qualquer produto alimentício é administrada pelo monitoramento de parâmetros de qualidade associados ao tempo (CHAUDHRY et al., 2018). O período de validade é comumente definido a partir de mecanismos de deterioração dos alimentos através de agentes microbiológicos, químicos e físicos que evoluem durante as etapas de armazenamento e distribuição (ZARDETTO e BARBANTI, 2020).

Dentre alguns métodos utilizados para prever a vida útil, um método utilizado com frequência na indústria de alimentos é o Teste Acelerado de Vida de Prateleira (TAVP) (DEROSSI et al., 2016).

A prática para obter-se a vida útil de produtos alimentícios pode levar muito tempo e

recursos. Assim, teste acelerados de vida de prateleira (TAVP) são constantemente utilizados para driblar esse problema, sendo uma alternativa adequada para monitorar mudanças no armazenamento de produtos (GREWAL et al., 2017).

Através do TAVP é possível definir o perfil de velocidades de reações e classificar a ordem das reações, convertendo os resultados obtidos nos testes acelerados para as exigências padrões de mercado, ou seja, condições de conservação para preservar o produto durante a comercialização (CRUZ-TIRADO et al., 2021).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 MATÉRIA-PRIMA

Os frutos foram obtidos do cerrado brasileiro, no estado de Goiás, nos meses de novembro e dezembro de 2018 e novembro de 2020, e selecionados de acordo com o estado de maturação e conservação. Estes passaram por uma seleção e foram encaminhados congelados para o Laboratório de Cinética e Modelagem de Processos na Universidade Federal do Tocantins para armazenamento até a realização do processamento e caracterização.

3.2 CARACTERIZAÇÃO INICIAL DOS FRUTOS

Para a caracterização inicial dos frutos coletados foram realizadas as seguintes análises:

3.2.1 Acidez titulável e pH

Acidez titulável dos frutos foi realizada utilizando solução de hidróxido de sódio a 0,1M e solução de fenolftaleína, e o pH determinado através de um potenciômetro digital (Digimed, modelo DMPH-2) ambas as metodologias do Instituto Adolfo Lutz (2008).

3.2.2 Vitamina C

Vitamina C segundo o Instituto Adolfo Lutz (2008), baseado na oxidação do ácido ascórbico pelo iodeto de potássio, resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100 g de polpa.

3.2.3 Umidade e cinzas

Umidade foi determinada pelo método de secagem das amostras até peso constante, em estufa a 70°C.

Cinzas foram determinadas por carbonização em incineração na mufla a 550°C (quinhentos e cinquenta graus Celsius), até a obtenção de um resíduo isento de carvão, com coloração branca acinzentada (IAL, 2008).

3.2.4 Lipídios, proteínas e fibra bruta

Lipídios foram determinados pelo teor de substâncias solúveis em hexano, através do aparelho de Soxhlet (IAL, 2008).

Teor de nitrogênio foi quantificado segundo o método de Kjeldahl. O teor de proteína total foi calculado multiplicando-se o valor do nitrogênio total por 6,25.

Fibra bruta determinada segundo IAL (2008).

3.2.5 Carboidratos

Carboidratos quantificados por diferença entre os demais constituintes, conforme Cecchi (2003).

3.2.6 Cor

As análises de cor, sólidos solúveis, vitamina C e atividade de água seguiram o protocolo descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

3.3 PROSPECÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS, ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DA GABIROBA (*Campomanesia cambessedeanana*)

Para prospecção dos compostos bioativos e antioxidantes do fruto da Gabiroba foram realizadas as seguintes determinações:

3.3.1 Clorofila

Clorofila foi extraída e determinada pela metodologia proposta por Engel e Poggiani (1991), sendo as leituras realizadas a 652nm e os resultados expressos em mg/100 g de amostra.

3.3.2 Carotenoides

Para a quantificação de Licopeno seguiu-se a metodologia proposta por Nagata e Yamashita (1992) e Silva et al. (2013).

3.3.3 Obtenção dos extratos para quantificação dos antioxidantes

Os extratos para quantificação dos antioxidantes e os compostos fenólicos foram obtidos da seguinte forma: inicialmente, foram pesados 2-5 g de amostra e adicionado 80mL de álcool etílico (80%), mantido em agitação por 1h. Posteriormente foram filtrados em papel filtro. Todo o processo foi realizado ao abrigo de luz, e os extratos foram armazenados em frascos âmbar e congelados até a realização das análises (RUFINO et al. 2010).

3.3.4 Compostos fenólicos totais

A determinação dos compostos fenólicos totais, foi realizada utilizando o reagente de Folin-Ciocalteu, conforme metodologia descrita por Waterhouse (2002), em espectrofotômetro digital com absorvância de 750 nm. Os resultados foram expressos em miligramas de equivalente de ácido gálico (EAG)/ 100g de amostra.

3.3.5 DPPH

A atividade antioxidante dos extratos foi determinada pela redução do radical estável 2,2- di(4-t-octilfenil) -1-picrilhidrazila (DPPH.), seguindo o método descrito por Brand Williams et al. (1995), com modificações segundo Rufino et al. (2007).

3.3.6 FRAP

A atividade antioxidante, avaliada quanto ao poder de redução do Ferro, foi medida de acordo com Rufino et al. (2006). Os resultados foram expressos em μmol de Trolox/ g de massa fresca.

3.3.7 Perfil de minerais

Para o perfil de minerais foi utilizada como amostra o fruto integral da gabioba. As amostras utilizadas para os perfis de ácidos orgânicos, compostos fenólicos e flavonoides foram as frações polpa, casca e semente de gabioba e o fruto integral da gabioba (polpa, casca e semente).

No preparo da amostra, pesou-se 0,5g de amostra em tubo de digestão, em seguida foi adicionado 4ml de ácido nítrico concentrado e foi levado ao bloco digestor por 2 horas a 110 °C. Após resfriamento, foi adicionado mais 2ml de ácido nítrico e 2ml de peróxido de hidrogênio concentrado e retornou ao bloco digestor por mais 2 horas a 130 °C. Em seguida as amostras foram transferidas para balão volumétrico de 25ml e volumadas com água

ultrapura e em seguida a amostra foi filtrada em papel filtro. O mesmo processo foi realizado para o branco analítico. A solução resultante foi utilizada para determinação de minerais por espectrometria de emissão óptica (ICP-OES), determinando as concentrações de zinco (Zn), ferro (Fe), cobre (Cu), magnésio (Mg), manganês (Mn), cromo (Cr) e alumínio (Al).

O método foi validado de acordo com as recomendações das diretrizes de validação do INMETRO e AOAC (AOAC 2002; BRASIL 2011). De acordo com INMETRO, os parâmetros de sensibilidade, linearidade, limite de detecção e quantificação são usadas na validação (BRASIL 2011). Para a avaliação da linearidade e seletividade, curvas analíticas foram construídas para cada elemento analisado, em seis níveis de concentração, por padronização externa, de forma independente em triplicata. A linearidade foi determinada através do gráfico dos resultados do ensaio dependendo da concentração, calculando a equação de regressão linear e o coeficiente de correlação linear (R^2). A sensibilidade foi expressa como o coeficiente angular da curva analítica. O limite de detecção (LD) e o limite de quantificação (LQ) foram avaliados pela leitura da resposta da amostra branco 10 vezes e calculadas conforme proposto no INMETRO (BRASIL 2011).

3.3.8 Perfil de ácidos orgânicos:

As amostras foram homogeneizadas com água miliq, na proporção de 1:2. Alíquotas de aproximadamente 1 mL da mistura foram diluídas com a fase móvel na proporção de 1:9 (Dos Santos et al., 2014). A seguir, filtrou-se em filtro PTFE (Politetrafluoroetileno) hidrofílico com tamanho de poro de 0,22 μ m, e finalmente foram injetadas no cromatógrafo.

Soluções estoque individuais de ácido cítrico, ácido málico e ácido tartárico, foram preparadas em água Miliq e armazenadas a -20°C . A solução de ácido cítrico padrão foi feita diluindo-se a quantidade apropriada para obter 5 níveis de calibração (concentrações finais de 20, 100, 340, 420 e 500 mg/L). As soluções de ácido málico e ácido tartárico foram feitas diluindo a quantidade apropriada de cada solução padrão para obter 7 níveis de calibração (concentrações finais de 10, 50, 90, 130, 170, 210 e 250 mg/L). As curvas padrões de cada ácido orgânico podem ser obtidas traçando a área do pico (eixo y) em relação à concentração padrão (eixo x).

A determinação e quantificação do perfil de ácidos orgânicos foi realizada por cromatografia líquida de alta eficiência – HPLC. , nas seguintes condições de análise: equipamento marca Agilent, modelo 1260 infinity II, equipado com detector de arranjo de diodo-DAD a 40°C , usando uma coluna cromatográfica Supelcogel C-610H (30cm x 7.8mm) – Sigma-Aldrich, pré-coluna Supelguard C-610H (5cm x 4,6mm) – sigma – Aldrich, a fase móvel utilizada foi 0.1% H_3PO_4 (água deionizada e ácido fosfórico), com fluxo (vazão da fase móvel) de 0,5mL.min $^{-1}$, tempo total de corrida de 18 minutos e temperatura de forno de 40°C ,

no comprimento de onda de 215nm. Ácido cítrico, ácido málico e ácido tartárico foram usados como padrão para identificação dos compostos por meio de comparação com tempo de retenção de cada um. O método cromatográfico utilizado foi segundo metodologia do manual de aplicações da Phenomenex.

3.3.9 Perfil de compostos fenólicos

Os ácidos fenólicos conjugados foram extraídos das amostras de gabiroba de acordo com o estudo de Escriche e Juan-Borrás, 2018. Resumidamente, 1g de amostra foi pesado e dissolvido em 30mL de solução etanólica a 70% (70:30 etanol: água miliq). O processo de extração foi realizado em um banho ultrassônico a 30 °C por 25 min. Em seguida, centrifugou-se e filtrou-se com filtro de PTFE (Politetrafluoretileno) hidrofílico com tamanho de poro de 0,22µm.

Soluções estoque individuais de ácido cafeico, ácido clorogênico, ácido elágico, ácido gálico e catequina foram preparadas em metanol a 10 mg/mL e armazenadas a -20°C. As soluções de mistura padrão de trabalho foram feitas diluindo a quantidade apropriada de cada solução padrão para obter 7 níveis de calibração (concentrações finais de 2, 10, 50, 100, 200, 500 e 1000 µg/mL). As curvas padrões de cada ácido fenólico podem ser obtidas traçando a área do pico (eixo y) em relação à concentração padrão (eixo x).

Um HPLC-DAD Agilent modelo 1260 infinity II, com detector de matriz de diodos, foi usado para determinar os compostos fenólicos com comprimento de onda de detecção de 295 nm a 350 nm e o software OpenLab-Chemstation para análise de dados. A separação cromatográfica foi realizada em uma coluna Zorbax C18 (250 mm × 4,6 mm, 5 µm) - Agilent. O método cromatográfico foi baseado nas informações fornecidas por Escriche e Juan-Borrás, 2018. O tempo de execução foi de 30 min, com 1 min de tempo pós-execução. Os detalhes sobre o método são: forno de coluna (30°C); fase móvel A (ácido fórmico a 5%); fase móvel B (acetonitrila); taxa de fluxo (0,8 mL/min); lavagem com agulha (100% acetonitrila); volume de injeção (20 µL). O gradiente aplicado foi: 0 min (10% B); 3 min (15% B); 18 min (40% B); 24 min (40% B); 27 min (66% B); 33 min (70% B); 40 min (80% B).

Os tempos de retenção de todos os padrões foram confirmados por injeções padrão individuais. As amostras foram filtradas através de um filtro de membrana com tamanho de poro de 0,2 µm antes da análise cromatográfica. A análise foi realizada em triplicata. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), visando a classificação dos acessos. Seguidos de análise multivariada dos componentes principais (PCA), utilizando o software Statística 7.0, visando o agrupamento dos acessos de acordo com as análises realizadas.

3.3.10 Perfil de flavonoides

Os flavonoides foram extraídos das amostras de gabioba de acordo com o estudo de Escriche e Juan-Borrás, 2018. Foi pesado 1g de amostra e dissolvida em 30 mL de solução etanólica a 70% (70:30 etanol: água miliq). O processo de extração foi realizado em um banho ultrassônico a 30°C por 25 min. Em seguida, centrifugou-se e filtrou-se com filtro PTFE (Politetrafluoretileno) hidrofílico com tamanho de poro de 0,22µm.

Soluções estoque individuais de kaempferol, miracetina, naringina, quercetina e rutina foram preparadas em metanol a 10 mg/mL e armazenadas a -20°C. As soluções de mistura padrão de trabalho foram feitas diluindo a quantidade apropriada de cada solução padrão para obter 7 níveis de calibração (concentrações finais de 2, 10, 50, 100, 200, 500 e 1000 µg/mL). As curvas padrões de cada flavonoide podem ser obtidas traçando a área do pico (eixo y) em relação à concentração padrão (eixo x).

Um HPLC-DAD Agilent modelo 1260 infinity II, com detector de matriz de diodos, foi usado para determinar os flavonoides, comprimento de onda de detecção de 256 nm a 350 nm e o software OpenLab-Chemstation para análise de dados. A separação cromatográfica foi realizada em uma coluna Zorbax C18 (250 mm × 4,6 mm, 5 µm) - Agilent. O método cromatográfico foi baseado nas informações fornecidas por Escriche e Juan-Borrás, 2018. O tempo de execução foi de 30 min, com 1 min de tempo pós-execução. Os detalhes sobre o método são os seguintes: forno de coluna (30°C); fase móvel A (ácido fórmico a 5%); fase móvel B (acetonitrila); taxa de fluxo (0,8 mL/min); lavagem com agulha (100% acetonitrila); volume de injeção (20 µL). O gradiente aplicado foi: 0 min (10% B); 3 min (15% B); 18 min (40% B); 24 min (40% B); 27 min (66% B); 33 min (70% B); 40 min (80% B).

Os tempos de retenção de todos os padrões foram confirmados por injeções de padrões externos. As amostras foram filtradas através de um filtro de membrana com tamanho de poro de 0,2 µm antes da análise cromatográfica. A análise foi realizada em triplicata.

3.4 APROVEITAMENTO INTEGRAL DO FRUTO DA GABIROBA NA FORMA DE DOCE EM MASSA

3.4.1 Otimização da formulação

Para otimização do processamento dos doces foram elaboradas onze formulações de acordo com o delineamento experimental apresentado na Tabela 2.

As frutas *in natura* passaram por procedimentos como higienização, sanitização e, formulação (adição de açúcar, pectina e ácido) e concentração à pressão atmosférica. A polpa utilizada para o processamento dos doces foi do fruto integral (casca, polpa e semente),

visando maior rendimento e sustentabilidade do processo (aproveitamento integral do fruto). Foi utilizado o albedo de maracujá como fonte de pectina, onde o albedo de casca de maracujá foi removido manualmente e triturado em liquidificador industrial. Posteriormente houve a dissolução da pectina em água conforme descrito por Silva et. al. (2012).

Para o processamento do doce foi utilizada metodologia de superfície de resposta com planejamento fatorial completo 2^3 de acordo com a metodologia descrita por Box e Draper (1987), que tem por finalidade avaliar a influência de três fatores como a concentração de ácido cítrico, a razão polpa/açúcar e a concentração do albedo como fonte de pectina (variáveis independentes) sobre as variáveis respostas pH, acidez titulável (AT), açúcares não redutores (ANR), açúcares redutores (AR), rendimento, carotenoides (CA), vitamina C (VC), aceitação sensorial (AC) e sólidos solúveis (SS). Foi estimado o modelo de otimização incluindo o efeito de interação de acordo o valor do coeficiente de determinação (R^2), sendo este assumido como um valor superior a 70%, permitindo inferir que o modelo explica uma elevada porcentagem da variabilidade total.

Tabela 2. Delineamento experimental 2^3 , para os ensaios de elaboração dos doces de gabioba.

Ensaio	Variáveis codificadas			Variáveis reais		
	X1	X2	X3	X1 (%)	X2 (m/m)	X3 (%)
1	+1	+1	+1	1	60/40	3
2	-1	-1	+1	0	40/60	3
3	+1	-1	+1	1	40/60	3
4	-1	+1	+1	0	60/40	3
5	+1	+1	-1	1	60/40	0
6	-1	+1	-1	0	60/40	0
7	+1	-1	-1	1	40/60	0
8	-1	-1	-1	0	40/60	0
9	0	0	0	0,5	50/50	1,5
10	0	0	0	0,5	50/50	1,5
11	0	0	0	0,5	50/50	1,5

Nota: X1= concentração de ácido cítrico (%); X2= razão polpa/açúcar (m/m) e X3= Concentração de albedo (%)

3.4.2 Cálculo dos rendimentos

O rendimento de cada formulação foi calculado utilizando a Equação 1.

$$\% \text{ do rendimento do doce} = \frac{P_f \times 100}{P_i}$$

Equação (1)

Onde:

P_i = peso da polpa

P_f = peso do doce após o processamento

3.4.3 Determinação de características físico-químicas das formulações

A cor dos doces foi analisada utilizando o colorímetro Konica Minolta modelo CR400, fonte de luz D65 em espaço de cor (L^* , a^* , b^*) seguindo as coordenadas dos padrões CIELAB onde L^* é a luminosidade ($L^* = 0$ preto, 100 branco); a^* o parâmetro de croma vermelho (+) a verde (-); e b^* o parâmetro de croma amarelo (+) a azul (-). Todas as análises foram feitas em triplicata com três repetições.

O teor de sólidos solúveis (%) foi medido de maneira manual e direta com o auxílio de um refratômetro. A acidez titulável foi realizada utilizando solução de hidróxido de sódio a 0,1M e o pH foi determinado através de um potenciômetro digital (Digimed, modelo DMPH-2), ambos de acordo com metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008).

Para análise de textura as amostras foram submetidas a compressão e extrusão em potes cilíndricos 50mm de diâmetro. Foi utilizado o Texturômetro (TA. XT. Plus – Texture Analyser), geometria P36R, velocidade pré-teste: 2 mm/s, velocidade de teste: 2 mm/s, velocidade: pós-teste: 2 mm/s e distância: 26 mm. Foram calculados e analisados os parâmetros de dureza e adesividade.

O conteúdo de vitamina C nas amostras de doce foram determinadas segundo o Instituto Adolfo Lutz (2008), baseado na oxidação do ácido ascórbico pelo iodeto de potássio e foi expresso em mg de ácido ascórbico por 100 g de doce. Para a quantificação de Licopeno seguiu-se a metodologia proposta por Nagata e Yamashita (1992) e Silva et al. (2013). A quantificação de açúcares totais e redutores foi realizada através de Método Lane-Eynon, com utilização do Reagente de Fehling metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

As cinzas foram determinadas nas amostras após completa carbonização em incineração na mufla a 550°C, até a obtenção de um resíduo isento de carvão, com coloração branca acinzentada e os lipídios foram determinados pelo teor de substâncias solúveis em hexano, através do aparelho de Soxhlet, ambas metodologias descritas pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

3.4.4 Análises microbiológicas

As formulações de doce passaram por análises microbiológicas para posterior análise

sensorial. Os tipos de análises realizadas foram determinados de acordo com os padrões exigidos pela RDC nº331 de dezembro de 2019, Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos, a qual estabelece que doces em massa devem ser analisadas quanto a bolores e leveduras. Além dessa análise, avaliados os patógenos alimentares *Staphylococcus*, *Salmonella* sp., coliformes totais, a fim de garantir um alimento seguro ao consumo humano.

Para cada formulação foi pesada uma amostra de 25g de doce e homogeneizada em 225 ml de água peptonada 0,1% (diluição 10^{-1}). As diluições seguintes decimais (10^{-2} e 10^{-3}) foram preparadas em tubos de ensaio contendo 9 ml de água peptonada 0,1%. Todas as análises microbiológicas foram realizadas em triplicata com uma repetição, já que as amostras que seriam utilizadas para a análise sensorial estavam em um único recipiente para cada formulação.

3.4.4.1 Contagem de bolores e leveduras

Para a contagem de bolores e leveduras foi utilizado o meio de cultura ágar batata dextrose (Acumedia). O meio foi diluído em água destilada, conforme recomendação do fabricante, homogeneizado, aquecido e autoclavado durante 15 minutos à 121°C. Após a autoclavagem o meio de cultura foi distribuído em placas de Petri estéreis.

Inoculou-se 0,1 ml de cada diluição, previamente preparadas, na superfície do ágar batata dextrose (plaqueamento em superfície), e o inóculo foi espalhado com o auxílio de uma alça de Drigalski. As placas foram incubadas em estufa *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) por 7 dias sob temperatura de 25°C e o resultado foi expresso pelo número de Unidades Formadoras de Colônia (UFC) por grama de amostra (SAMSON, 2004).

3.4.4.2 Análise de coliformes totais e termotolerantes (45°C)

No teste presuntivo de coliformes totais e termotolerantes foi utilizado o meio *Lauril Sulfato Tryptose* - LST (Acumedia). O meio foi diluído em água destilada, conforme recomendação do fabricante, homogeneizado, aquecido e autoclavado durante 15 minutos à 121°C. Foram retiradas alíquotas de 1 mL de cada diluição e inoculadas em séries de três tubos de ensaio contendo tubo de Durham e 10 ml de caldo LST. Os tubos foram incubados em estufa bacteriológica por 48 horas a 35°C. Após este período foram feitas as leituras dos resultados para a verificação de turvação do meio de cultura e formação de gás nos tubos de Durham (SILVA et al., 2017).

3.4.4.3 Análise de *Salmonella sp.*

A diluição 10^{-1} foi previamente incubada por 24h a 35°C (pré-enriquecimento). Após este período, retirou-se uma alíquota de 1 mL da diluição e transferiu-se para três tubos de ensaio contendo 9 ml de Caldo Rappaport -Vassiliadis (Acumedia) cada. Os tubos foram incubados em estufa bacteriológica por 24h a 35°C (enriquecimento). Após as 24 horas do enriquecimento, com o auxílio de uma alça de níquel foram feitas as estrias nas placas de Petri contendo os meios seletivos *Salmonella Shigella* (SS) (Acumedia). e Ágar Xilose Lisina Desoxicolato -XLD (Acumedia). As placas foram incubadas em estufa por mais 24 horas a 35°C. Após esse período foram feitas as leituras nos parâmetros ausência ou presença do microrganismo (SILVA et al., 2017).

3.4.4.4 Análise de Estafilococos coagulase positiva

O meio ágar sal manitol (Acumedia) foi utilizado para a determinação de Estafilococos coagulase positiva. O meio foi diluído em água destilada, conforme recomendação do fabricante, homogeneizado, aquecido e autoclavado durante 15 minutos à 121°C. Após a autoclavagem o meio de cultura foi distribuído em placas de Petri estéreis. Após a solidificação do meio, inoculou-se 0,1 ml em três placas de Petri e 0,3ml em nove placas de Petri para a diluição 10^{-1} . As demais diluições (10^{-2} e 10^{-3}) foram inoculadas com a alíquota de 0,1ml em três placas (SILVA et al., 2017). Após a inoculação, com auxílio de uma alça de Drigalski, foi espalhado o inóculo em toda sua superfície. As placas foram incubadas em estufa bacteriológica por 48 horas a 35°C. Após esse período foram feitas as leituras de acordo com os parâmetros da legislação vigente.

3.4.5 Análise sensorial

Para a realização da análise sensorial, o projeto foi submetido à apreciação do Comitê de Ética da Universidade Federal do Tocantins, o qual foi aprovado com Certificado de Apreciação Ética número 93357718.3.0000.5519 e parecer número 3.096.189.

Para a etapa de otimização da formulação as amostras foram submetidas a testes de aceitação para os atributos de aroma, sabor, textura, impressão global, frequência de consumo (atitude do consumidor) e intenção de compra. A escala hedônica estruturada de nove pontos foi utilizada de acordo com as seguintes classificações hedônicas: 1= Desgostei extremamente; 2 = Desgostei muito; 3 = Desgostei moderadamente; 4 = Desgostei ligeiramente; 5 = Nem gostei/nem desgostei; 6 = Gostei ligeiramente; 7 = Gostei moderadamente; 8 = Gostei muito e; 9= Gostei Extremamente, popular para os atributos de

sabor, textura e impressão global. Para frequência de consumo (atitude do consumidor), uma escala de nove pontos estruturados, com as seguintes classificações hedônicas: 1 = Comeria só se fosse forçado (a); 2 = Comeria isso se não pudesse escolher outro alimento; 3 = Não compraria, mas raramente comeria isso; 4 = Comeria ocasionalmente; 5 = Comeria isso se tivesse acessível, mas não me esforçaria para isso; 6 = Comeria de vez em quando; 7 = Comeria isso frequentemente; 8 = Comeria isso muito frequentemente e; 9 = Comeria isso sempre que tivesse oportunidade.

Para intenção de compra uma escala de cinco pontos estruturados foi utilizada, ancorado pelas hedônicas avaliações: 1= Certamente não compraria e 5= Certamente compraria. A análise sensorial foi realizada com provadores não-treinados em cabines individuais usando copos de plástico de 50mL codificados com números de três dígitos, acompanhados de água e biscoito água e sal. Os provadores eram instruídos a comer o biscoito entre as formulações a fim de minimizar os interferentes advindos das outras formulações (Stone e Sidel, 2005).

Devido à grande quantidade de formulações a análise sensorial foi realizada em dois dias, sendo que no primeiro dia foram servidas seis formulações escolhidas aleatoriamente e no segundo as cinco formulações restantes, sendo que os mesmos provadores participaram em ambos os dias a fim de avaliar todas as formulações. As fichas de aceitação sensorial estão apresentadas no Apêndice A.

Os resultados do teste de aceitação foram avaliados por múltipla comparação de médias, utilizando o teste de Tukey a 5 % ($p < 0,05$) utilizando o programa SISVAR (sistema de análise de variância para dados balanceados) (FERREIRA, 1999).

3.5 ESTABILIDADE FÍSICO-QUÍMICA DOS DOCES DURANTE O ARMAZENAMENTO

Para avaliação da estabilidade dos doces durante o armazenamento foi seguido um planejamento fatorial completo triplo com 2 repetições. Os fatores avaliados foram: embalagem (polipropileno e polietileno) X temperatura de armazenamento (25, 35°C) X tempo de armazenamento (0, 30, 60, 90, 120 e 150 dias), sendo as respostas pH, acidez titulável, cor, sólidos solúveis, carotenoides (licopeno), vitamina C, açúcares, atividade de água, perfil de textura, composto fenólicos totais, clorofila e atividade antioxidante.

As análises de pH, acidez titulável, cor, sólidos solúveis, vitamina C, atividade de água e perfil de textura foram realizadas seguindo o protocolo descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). Para a quantificação de Licopeno seguiu-se a metodologia proposta por Nagata e Yamashita (1992) e Silva et al. (2013).

A determinação dos compostos fenólicos totais, foi realizada utilizando o reagente de

Folin-Ciocalteu, conforme metodologia descrita por Waterhouse (2002), em espectrofotômetro digital com absorvância de 750 nm. Os resultados foram expressos em miligramas de equivalente de ácido gálico (EAG)/ 100g de amostra. A clorofila determinada pela metodologia proposta por Engel e Poggiani (1991), sendo as leituras realizadas a 652nm e os resultados expressos em mg/100 g de amostra.

A atividade antioxidante dos doces foi avaliada através da capacidade das amostras-teste e amostra-padrão de reduzir o radical DPPH. A atividade sequestradora de radicais foi determinada conforme descrito por Brand-Willians et al. (1995) com modificação de Rufino et al., (2007). Para efeito de comparação, a capacidade antioxidante foi analisada, também, pelo método do poder antioxidante redutor férrico FRAP conforme método descrito por Rufino et al. (2006) modificado.

O perfil de carboidratos durante o armazenamento foi determinado por HPLC. As amostras foram homogeneizadas com água miliq, na proporção de 1:20. Alíquotas de aproximadamente 1 mL da mistura foram diluídas com a fase móvel na proporção de 1:9 (Dos Santos et al., 2014). A seguir, filtrou-se em filtro PTFE (Politetrafluoroetileno) hidrofílico com tamanho de poro de 0,22 μ m, e finalmente foram injetadas no cromatógrafo. A determinação e quantificação do perfil de carboidratos foi realizada por cromatografia líquida de alta eficiência – HPLC, nas seguintes condições de análise: equipamento marca Agilent, modelo 1260 infinity II, equipado com detector de índice de refração-RID a 40°C, usando uma coluna cromatográfica Supelcogel C-610H (30cm x 7.8mm) – Sigma-Aldrich, pré-coluna Supelguard C610H (5cm x 4,6mm) – sigma – Aldrich, a fase móvel utilizada foi 0.1% H₃PO₄ (água deionizada e ácido fosfórico), com fluxo (vazão da fase móvel) de 0,5mL.min⁻¹, tempo total de corrida de 18 minutos e temperatura de forno de 40°C. Sacarose, glicose e frutose foram usadas como padrão para identificação dos compostos por meio de comparação com tempo de retenção de cada um. O método cromatográfico utilizado foi segundo metodologia do manual de aplicações da Phenomenex.

3.6 TESTES ACELERADOS DE VIDA DE PRATELEIRA (TAVP)

Para avaliação da estabilidade dos doces durante o armazenamento foi seguido um planejamento fatorial completo triplo com 2 repetições. Os fatores avaliados foram: embalagem (polipropileno e polietileno) x temperatura de armazenamento (25, 35°C) x tempo de armazenamento (0, 30, 60, 90, 120 e 150 dias), sendo as respostas acidez titulável, cor, sólidos solúveis, atividade de água. Todas as análises seguiram o protocolo descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

Para a estimativa da vida-de-prateleira foram determinadas, sequencialmente, a ordem das reações, a constante de velocidade da reação (k), a energia de ativação e o fator

de aceleração da temperatura Q_{10} através dos dados físico-químicos apresentaram ajuste satisfatório ao modelo de Arrhenius. A ordem da reação foi determinada de acordo com a metodologia descrita por Teixeira Neto (2004). Encontrada a ordem da reação, a inclinação da reta obtida, indica o valor da constante da velocidade da reação (k).

Para a determinação da ordem de reação e sua constante de velocidade foi utilizada a equação de Arrhenius (Equação 1). Ao obter E_a foi determinado o fator de aceleração da temperatura (Q_{10}) (Equação 2).

$$\ln K = \frac{-E_a}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right) + \ln k_0 \quad (1)$$

$$Q_{10} = 10^{\frac{E}{0,46 \cdot T^2}} \quad (2)$$

Onde: E_a = Energia de Ativação; R = constante dos gases ideais (1,987 cal.mol⁻¹.K⁻¹). T = Temperatura Absoluta Final; T_0 = Temperatura Absoluta de Referência; k = Constante de Velocidade da Reação.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CARACTERIZAÇÃO INICIAL DO FRUTO

As características físico-químicas e a composição centesimal da polpa da gabiroba podem ser observadas na Tabela 3.

Tabela 3. Características físico-químicas e composição centesimal do fruto da gabiroba (*Campomanesia cambessedeani*).

Análise	Médias ± DP
Umidade (%)	79,83 ± 0,6
Lipídeos (%)	1,09 ± 0,23
Proteínas (%)	1,29 ± 0,5
Fibra Bruta (%)	4,09 ± 0,5
Cinzas (%)	0,47% ± 0,1
Carboidratos (%)	13,23 ± 0,25
pH	4,2 ± 0,45
Acidez titulável (%)	0,19 ± 0,016
c	32,24 ± 1,17
L	46,96 ± 1,33
h	96,47 ± 1,60
SS (%)	17% ± 0,5

*Resultados expressos em média ± desvio padrão (n = 3). DP: Desvio Padrão. pH: Potencial hidrogeniônico;

O valor médio de umidade da polpa de gabiroba foi de 79,83 ± 0,6 %, valor esse considerado alto de acordo com Vieira (2019), que classifica os alimentos como duráveis (não perecíveis) aqueles que possuem um teor de umidade abaixo de 12% e, perecíveis aqueles que possuem teor de umidade acima de 50%. A elevada quantidade de água livre não favorece a conservação do fruto, necessitando de armazenamento sob refrigeração (NETO et al., 2019). A importância do papel da água na preservação dos alimentos e no controle de qualidade é reconhecida e novas técnicas de produção são projetadas para usar a tecnologias que controlem esse parâmetro, levando a várias gerações de novos produtos alimentares (BARBOSA-CÁNOVAS et al., 2020) como doces e geleias. Nesse sentido, é importante que haja intervenções tecnológicas nos frutos com alto teor de umidade para aumentar a sua conservação. Os doces, por exemplo, são produzidos pela preservação das frutas, para prolongar sua vida útil e ter a disponibilidade do fruto mesmo na entressafra, sendo utilizada como princípio de conservação a remoção de umidade do alimento (NAEEM et al., 2017; JOARDDER & MASUD, 2019).

Encontrados em elevados teores em sementes, principalmente de oleaginosas, os lipídios são moléculas altamente energéticas. Contudo, em frutos e hortaliças estão disponíveis em quantidades reduzidas (GOLDONI et al., 2019). O teor de lipídeos encontrado

para a gabiroba foi de $1,09 \pm 0,23\%$, ficando abaixo dos valores encontrados por Santos et al., (2013b), Leonarski (2017), e Egea (2014), 1,31%, 1,15% e 1,9%, respectivamente e corroborando com a descrição apresentada por Goldoni et. al (2019).

Para proteínas foi obtido um valor de $1,29 \pm 0,5\%$ da composição centesimal da polpa de gabiroba, estando entre os valores de 1,06%, encontrado por Alves et al. (2013), e 1,43% obtido por Morzelle et al. (2015). Com relação aos teores de proteínas dos frutos, a gabiroba apresentou valores inferiores aos outros frutos da família Myrtaceae, à qual pertence a Gabiroba (MORZELLE et al., 2015). As frutas amazônicas apresentam pequena quantidade de proteína, quando comparadas a outros alimentos (NEGRI, BERNI e BRAZACA, 2016).

A ingestão diária recomendada (IDR) de proteínas para adultos é de 50 g, de acordo com a RDC nº 269 de 22 de setembro de 2005, ANVISA (BRASIL, 2005b), e para ser considerado um alimento de alto conteúdo proteico deve apresentar um teor de no mínimo 12 g de proteínas para cada 100 g de alimento, de acordo com RDC nº54 de 12 de novembro de 2012, ANVISA (BRASIL, 2012). Desta maneira, o fruto da gabiroba é considerado um alimento de baixo conteúdo proteico, assim como os demais frutos, de maneira geral, pois as frutas e hortaliças se apresentam como fonte de aminoácidos essenciais, porém, fornecem em média somente cerca de 0,1 a 2% do seu peso seco (VELISECK, 2014).

Quanto ao teor de fibras o valor de $4,09\% \pm 0,5$ encontrado enquadra a gabiroba como um fruto com teor médio desse constituinte, uma vez que, de acordo com a classificação da Secretaria de Vigilância Sanitária Ministério da Saúde, por meio da Portaria nº 27, de 13/01/98, são considerados alimentos com alto teor de fibras aqueles que apresentam no mínimo 6 g fibras.100 g.⁻¹ (BRASIL, 1998).

O teor de cinzas observado foi de $0,47\% \pm 0,1$ (Tabela 3), estando dentro dos limites esperados para esse tipo de fruto, pois Paull e Duarte (2012) afirmam que entre as frutas amazônicas a variabilidade do conteúdo de cinzas é de 0,1 a 3,2 %. O conteúdo de cinzas de um alimento refere-se a uma estimativa do teor de minerais presentes na amostra (LEONARSKI, 2017) e depende do tipo do solo em que a frutífera foi cultivada e da composição do mesmo, existindo uma variação em relação à concentração desses minerais (LEMOS et al., 2019).

Em termos nutricionais, o consumo variado de frutos representa importante fonte de carboidratos. A substituição de açúcares oriundos de alimentos industrializados pode ser feita através do consumo destes (GOLDONI et al., 2019). O valor de carboidratos encontrado no fruto da gabiroba foi de $13,23 \pm 0,25\%$, abaixo do valor encontrado por Morzelle et al., (2015), 15,68%, e por Leonarski (2017), 14,54%, e superior ao encontrado por Reis Silva et al. (2008), 10,57%, para o mesmo fruto. As diferenças entre os valores encontrados podem estar relacionadas ao grau de maturidade do fruto, a composição do solo no qual o fruto foi cultivado, diferença de estado da colheita do fruto ou ao fato das espécies do Cerrado não

serem domesticadas, ocasionado assim tais diferenças (MENDES et al, 2018). A presença de carboidratos na polpa de gabioba afeta as suas propriedades reológicas (BARBIERI et al., 2019) e esse fruto contém um alto valor de carboidratos, pois conforme preconiza a RDC nº54 de 12 de novembro de 2012, ANVISA (BRASIL, 2012), alimentos que possuem valores até 5g de açúcares /100 g do alimento são considerados com baixo teor de açúcares.

O valor de pH encontrado para o fruto da gabioba foi de $4,2 \pm 0,45$. O valor do pH da fruta é um fator importante no processamento de doces e geleias, pois está relacionado à formação do gel. O valor do pH recomendado para a produção desse tipo de produto está entre 3 e 3,5 (BEKELE, SATHEESH e SADIK, 2020). Para a produção de doces de gabioba é necessária a adição de ácido para ajuste do pH, pois a gelificação da pectina pode ser induzida pelo ácido (YULIARTI, HOON & CHONG, 2017).

Com o amadurecimento, as frutas perdem rapidamente a acidez, mas, em alguns casos, há um pequeno aumento nos valores com o avanço da maturação. Esta pode ser utilizada em conjunto com a doçura, como ponto de referência do grau de maturação (SILVA et al., 2009). A gabioba apresentou baixa acidez titulável, $0,19 \pm 0,016\%$, o que prejudica a comercialização, uma vez que a alta acidez está associada com uma maior diluição do produto, o que afeta diretamente o rendimento final em nível industrial, pois há um aumento do rendimento. Por outro lado, a alta acidez previne o crescimento de microrganismos (LIMA et al, 2016).

Quanto a Luminosidade (L^*) o valor encontrado foi de $46,96 \pm 1,33$ evidenciando que o fruto da gabioba possui uma coloração mais clara. Os valores encontrados para hue (h^*) foram de $96,47 \pm 1,60$ e $32,24 \pm 1,17$ de cromaticidade (c^*), mostrando novamente a tendência à cor amarela com uma alta saturação.

O teor de sólidos solúveis da gabioba foi de $17\% \pm 0,5$ estando próximo do valor encontrado por Leonarski (2017), $16,3^\circ\text{Brix}$. O teor de sólidos solúveis é de fundamental importância tanto para consumo in natura dos frutos como para indústria, pois está relacionado principalmente com o sabor do fruto que inclui os açúcares e ácidos. Esta variável também influencia o rendimento industrial, especialmente o peso final do produto processado (Souza et al., 2016).

4.2 PROSPECÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS E ANTIOXIDANTES DO FRUTO DA GABIROBA

Os resultados das análises de compostos bioativos e atividade antioxidante do fruto da gabioba apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Compostos bioativos e capacidade antioxidante do fruto da gabiroba (*Campomanesia cambessedea*).

Análise	Médias ± DP
Vitamina C (mg de ácido ascórbico/100g)	51,20±2,3
DPPH (g fruta / g DPPH)	15,35 ±0,56
FRAP (µM sulfato ferroso/g de fruta)	nq*
Compostos Fenólicos Totais (mg EAG/ 100g de amostra)	153,17±0,19
Licopeno (µg/100mL)	nd*
β-caroteno(µg/ 100ml)	38,8 ±1,01 x 10 ⁻⁴
Clorofila (µg de clorofila/ 100 g de amostra)	1,39. 10 ⁻¹ ±3,7 x 10 ⁻⁶

*Resultados expressos em média ± desvio padrão (n = 3). DP: Desvio Padrão; nd : não detectado; nq: não quantificado

O teor de ácido ascórbico encontrado foi de 51,20±2,3mg/100 g de polpa. Esse teor pode ser utilizado como um índice de qualidade dos alimentos, porque varia no produto de acordo com as condições de cultivo, armazenamento e processamento (SILVA et al., 2009). O Ministério da Saúde recomenda a ingestão diária de 60 mg de vitamina C para adultos (BRASIL, 2003). Nesse contexto, uma porção de aproximadamente 120 gramas de gabiroba atende exclusivamente a toda a recomendação diária para ingestão desse nutriente.

Os resultados para atividade antioxidante (AAT), expressos na capacidade de reduzir em 50% o radical DPPH (EC₅₀). O fruto da gabiroba possui uma atividade antioxidante de 15,35 ±0,56 (g fruta / g DPPH) pelo método de DPPH (Tabela 4). A atividade oxidante da gabiroba é maior que a de outros frutos que são considerados boas fontes de antioxidantes, como a acerola 49,2 (g fruta / g DPPH) e camu-camu 42,6 (g fruta / g DPPH). Maiores valores de EC₅₀ correspondem a menor atividade antioxidante. (RUFINO et al. 2010).

O conteúdo de compostos fenólicos totais presentes no fruto da gabiroba foi 153,17±0,19 mg EAG/ 100g de fruto (Tabela 4), estando abaixo do valor encontrado por Haas (2011), 616,9 mg EAG/ 100g e por Lima et al. (2016), 229,37 mg EAG/ 100g. A redução do teor de compostos fenólicos totais pode ser principalmente devido à oxidação. Durante o processamento dos frutos ocorre a ruptura celular, através de cortes e esmagamento, levando ao aumento da tendência à oxidação não enzimática (LEONARSKI, 2017). A concentração de compostos fenólicos de um alimento também pode variar conforme as condições geográficas e ambientais da região de origem e os fatores fisiológicos e genéticos da planta (ALVES et al, 2013). Esses fatores podem explicar as diferenças observadas entre o teor de fenólicos desse estudo com os descritos na literatura.

Os compostos fenólicos são sintetizados em praticamente todos os tecidos vegetais, principalmente os flavonoides e os ácidos fenólicos, sendo metabólitos secundários. Possuem

propriedades biológicas com supostos benefícios à saúde, além de que as atividades antioxidantes associadas aos vegetais são em grande parte devido à presença de fenóis e flavonoides (PÉREZ-HERRERA et al., 2020). Portanto, a presença desses compostos fenólicos na gabiroba a torna uma fonte de compostos bioativos e agentes antioxidantes.

O fruto da gabiroba apresentou teor de β -caroteno igual a $38,8 \pm 1,01 \times 10^{-4} \mu\text{g}/100\text{ml}$ (Tabela 4). Dentre os carotenoides predominantes no fruto de gabiroba, 42% correspondem ao β -caroteno, precursor da vitamina A, seguido de 32% de β -criptoxantina e 19,12% α -caroteno. Dentre esses o β -caroteno é o mais abundante e importante em alimentos (LEONARSKI, 2017). As formas mais comuns de carotenoides encontradas nos alimentos são α e β -caroteno, além do licopeno e luteína. É importante mencionar que, além da sua atividade como pró-vitáminica A, os carotenoides estão relacionados com a prevenção de doenças cardíacas, prevenção de câncer e diminuição do risco de catarata (FERNANDES et al., 2007).

O teor de carotenoides nos alimentos pode ser influenciado por diversos fatores, como as etapas de produção de alimentos, a variedade/cultivar, localização geográfica, clima, temperatura, as estações do ano, condições de cultivo, além do manuseio pós-colheita e as condições de processamento e estocagem dos alimentos. Apesar dessas influências ainda não serem entendidas por completo, com as informações já disponíveis na literatura, pode-se delinear condições otimizadas de práticas de produção e de pós-colheita que favoreçam a biossíntese e a estabilidade desses compostos (BEMFEITO et al., 2020).

O valor encontrado para clorofila foi de $1,39 \cdot 10^{-1} \pm 3,7 \times 10^{-6} \mu\text{g}$ de clorofila/100g de fruto (Tabela 4), sendo este valor bem abaixo dos valores encontrados para β -caroteno, podendo-se deduzir que os frutos estavam maduros, pois segundo e Rodrigues et al. (2019), a clorofila é oxidada pelo etileno para formação do caroteno.

Durante o desenvolvimento do fruto a clorofila apresenta queda em sua concentração e quando comparada ao parâmetro de cor a^* nota-se um comportamento inverso, que indica perda da coloração verde da casca do fruto, resultante do processo de degradação da clorofila (OLIVEIRA et al., 2017). Mudanças na coloração, como degradação de clorofilas e síntese de pigmentos e degradação do amido e de compostos de parede celular levam a modificações na coloração e na textura dos frutos (OLIVEIRA et al., 2021)

Alguns fatores podem acelerar as modificações na coloração de frutos, atuando isoladamente ou em conjunto, dentre eles, presença de etileno, pH, influenciado pelo acúmulo de ácidos orgânicos nos vacúolos, sistemas oxidativos e clorofilases, degradação da membrana dos cloroplastos devido a fatores como a temperatura e a luz permitindo o contato entre enzimas e seus substratos culminando na degradação precoce das clorofilas (OLIVEIRA et al., 2017; OLIVEIRA et al., 2021).

4.2.1 Composição mineral do fruto integral gabioba

Os minerais desempenham diversas funções essenciais no corpo humano garantindo a regulação de processos enzimáticos e atuam como elementos estruturais; agindo sinergicamente com outros compostos na regulação do equilíbrio ácido - básico, do impulso nervoso e da atividade muscular (DAMASCENO et al., 2013). Entretanto, um dos grandes desafios da agricultura moderna, além de aumentar a produção mundial de alimentos, é fornecer boa parte dos minerais essenciais e nutrientes orgânicos para os seres humanos para a manutenção da saúde. O organismo humano precisa de aproximadamente 22 elementos minerais; alguns são necessários e essenciais em maiores quantidades como Ca, Mg, e K, mas outros, como Zn, Cu, I, Mn e Se, são necessários em pequenas quantidades porque concentrações mais elevadas podem ser tóxicos ao ser humano (GRUSAK; CAKMAK, 2009; WHITE; BROADLEY, 2009).

Em relação a deficiência na ingestão de minerais, incluindo Se, Zn, Ca e I, prejudicam a saúde de um grande número de pessoas no mundo, especialmente bebês e crianças em fase de desenvolvimento (GERNAND et al., 2016). Contudo, a ingestão excessiva de minerais também pode apresentar efeito deletério na fisiologia sistêmica, o que tem levado pesquisadores nos últimos anos a adquirir dados precisos sobre os requisitos mínimos e dosagens tóxicas dos minerais presentes nos alimentos. Contudo, a ingestão excessiva de minerais também pode apresentar efeito deletério na fisiologia sistêmica, o que tem levado pesquisadores nos últimos anos a adquirir dados precisos sobre os requisitos mínimos e dosagens tóxicas dos minerais presentes nos alimentos.

No que tange os minerais do fruto integral gabioba (Tabela 5), podemos verificar que o fruto integral apresenta elevada concentração de Magnésio (Mg) ($12,60 \mu\text{g g}^{-1}$). Entretanto, estresses abióticos, como altos níveis de sal, baixa disponibilidade de água e temperaturas extremas, podem modificar severamente a qualidade mineral e nutritiva dessas frutas altamente recomendadas para consumo humano (MARTÍNEZ-BALLESTA et al., 2010). Por exemplo, a ingestão alimentar recomendada (RDA) de magnésio para um adulto saudável é de aproximadamente 400 mg por dia, ou seja, para atender as quantidades mínimas preconizadas pela RDA seria necessário o consumo de aproximadamente 4000 gramas do fruto integral da gabioba, isso representa um valor extremamente alto, visto que o consumo de apenas 100 gramas de açai (*Euterpe oleracea*) corresponderia a aproximadamente 79% do total preconizado.

Tabela 5: Composição de minerais ($\mu\text{g g}^{-1}$) do fruto integral gabioba.

Mineral ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Fração integral da gabioba
Zinco	$0,12 \pm 0,014$
Ferro	$0,10 \pm 0,096$
Cobre	$0,07 \pm 0,053$
Alumínio	$0,04 \pm 0,040$
Magnésio	$12,60 \pm 1,49$
Manganês	$0,38 \pm 0,091$
Cromo	n.d.

Média \pm DP (n = 3). n.d: não detectado. Recommended Dietary Allowance (RDA) para adultos saudáveis (31 a 50 anos).

Os demais minerais presentes no fruto integral (casca, polpa e semente), zinco ($0,12 \mu\text{g g}^{-1}$), ferro ($0,10 \mu\text{g g}^{-1}$) e manganês ($0,38 \mu\text{g g}^{-1}$) apresentaram concentrações baixas. Seguindo o pensamento sobre a ingestão alimentar recomendada (RDA) agora para o zinco (11mg/dia), manganês (2.3mg/dia) e ferro (8mg/dia), cerca de 100 gramas do fruto integral corresponderia a ($0,012 \%$ para o zinco), ($0,038 \%$ para manganês) e ($0,01 \%$ para o ferro), respectivamente. Analisando o conteúdo mineral reportado no presente estudo podemos afirmar que tais resultados se encontram abaixo dos valores reportados na literatura (VALLILO et al., 2006; ALVES et al., 2013; EMBRAPA, 2015; BARBIERI et al., 2019). Essas diferenças encontradas entre os estudos quanto aos minerais do fruto integral, podem ser explicadas pelas diferenças dos metabolismos fisiológico e bioquímico, o que faz com que respondam de maneira diferente às condições edafoclimáticas da região (SILVA et al., 2009).

Levando em consideração os minerais relatados neste estudo, reforçamos que o conteúdo mineral da matriz alimentar pode apresentar variações quando liberado no lúmen intestinal após a digestão gastrointestinal para estar disponível para absorção intestinal (fração bioacessível) (ALMINGER et al., 2014). Logo, a ingestão dos macros e micro minerais são essenciais para o correto funcionamento do organismo humano, visto que ambos estão envolvidos em processos metabólicos e apresentam diversas funções fisiológica, principalmente na regulação e catalisação de importantes mecanismos celulares (BAILEY; WEST; BLACK, 2015).

4.2.2 Perfil de fenólicos nas frações polpa, casca, semente e fruto integral da gabioba

A Tabela 6 apresenta o perfil de fenólicos dos extratos obtidos das amostras de polpa, casca, semente e fruto integral da gabioba, além dos parâmetros de identificação, assim como os tempos de retenção, equação da curva e o coeficiente de determinação obtidos a

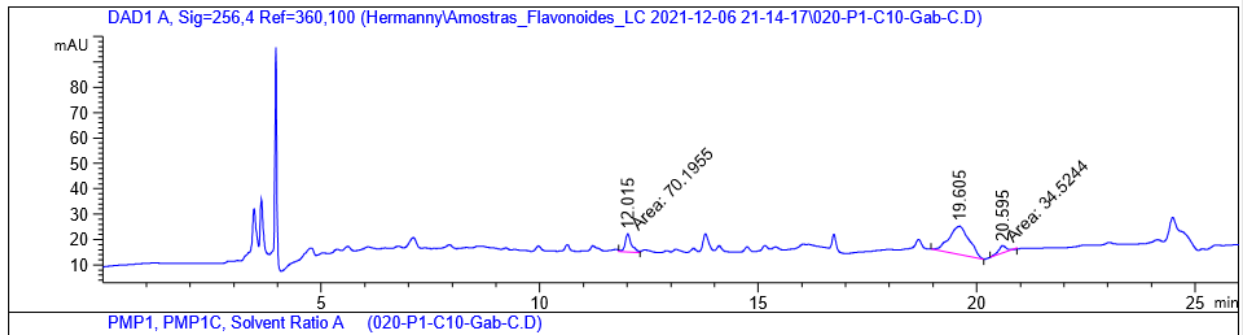
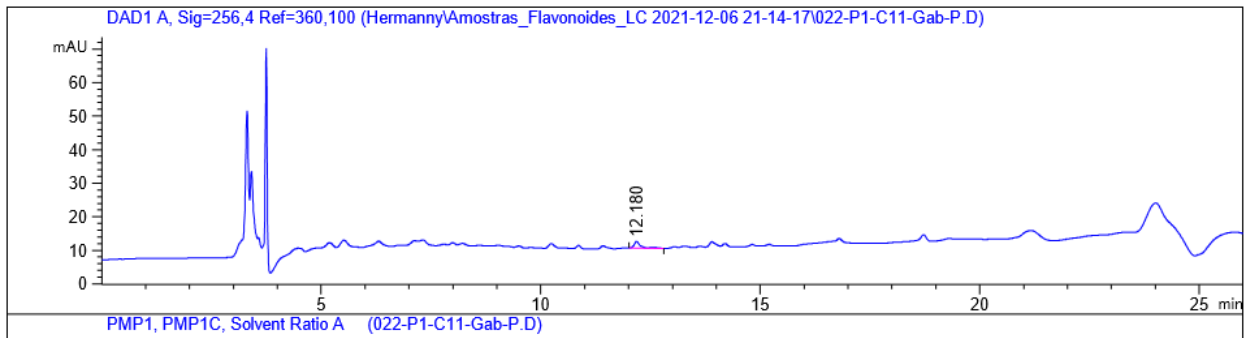
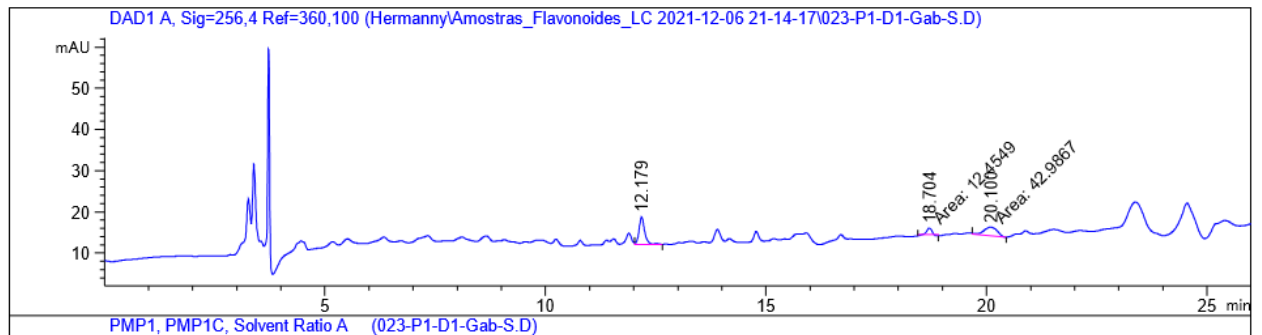
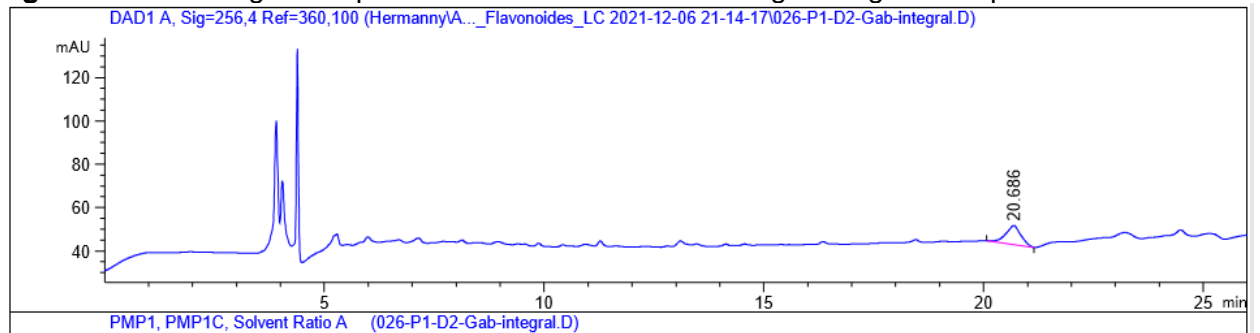
partir da análise dos compostos fenólicos.

Dentre os dez compostos fenólicos analisados (ácido cafeico, ácido clorogênico, ácido gálico, ácido elágico, catequina, naringina, rutina, quercetina, miricetina e kaempferol) apenas oito foram identificados nos extratos, sendo três ácidos fenólicos e cinco flavonoides (Tabela 6). O ácido elágico assim como o kaempferol não foram quantificados devido que seus resultados se encontravam abaixo do limite de detecção utilizado. Os flavonoides catequina e rutina e os ácidos fenólicos gálico e clorogênico foram os principais compostos quantificados nas frações da gabioba. Nas figuras 5, 6, 7 e 8 são apresentados os cromatogramas de flavonoides das frações casca, polpa e semente da gabioba e do fruto integral, respectivamente.

Tabela 6: Compostos fenólicos nas frações polpa, casca, semente e fruto integral do fruto gabioba.

Compostos fenó- licos ($\mu\text{g ml}^{-1}$)	Curva de calibração	TR (min)	R^2	Frações gabioba			
				Polpa	Casca	Semente	Fruto integral
Ácidos fenólicos							
Ácido cafeíco	$Y = 21,9230 x - 1,5455$	9,146	0,9995	$0,41 \pm 1,40$	$1,40 \pm 0,69$	$0,23 \pm 1,14$	$0,45 \pm 1,01$
Ácido clorogênico	$Y = 9,7667 x - 81,3380$	7,425	0,9996	$8,87 \pm 0,44$	$9,31 \pm 2,16$	$8,54 \pm 0,52$	$9,01 \pm 0,44$
Ácido gálico	$Y = 23,3620 x - 380,0811$	4,747	0,9998	$16,70 \pm 1,75$	$16,90 \pm 0,99$	$16,82 \pm 0,82$	$16,43 \pm 0,57$
Ácido elágico	$Y = 2,3253 x + 31,2310$	13,377	0,9990	Traços	Traços	Traços	Traços
Flavonoides							
Catequina	$Y = 1,1187 x - 30,2940$	7,233	0,9996	$33,69 \pm 1,08$	$27,07 \pm 0,64$	$27,06 \pm 0,28$	$33,33 \pm 0,09$
Naringina	$Y = 11,2570 x - 3,8946$	13,797	0,9998	$0,65 \pm 0,39$	$1,42 \pm 0,91$	$0,84 \pm 1,33$	$0,72 \pm 1,06$
Rutina	$Y = 11,9000 x - 80,1050$	12,861	0,9996	$8,58 \pm 0,34$	$13,94 \pm 1,78$	$11,68 \pm 1,56$	$9,14 \pm 1,73$
Quercitina	$Y = 16,8170 x - 13,4760$	17,623	0,9998	$2,90 \pm 1,09$	$21,76 \pm 0,32$	$2,76 \pm 0,44$	$3,70 \pm 0,37$
Miricetina	$Y = 7,3194 x + 33,9227$	22,261	0,9993	$9,27 \pm 0,77$	$5,18 \pm 0,66$	$1,24 \pm 0,92$	$23,90 \pm 1,11$
Kaempferol	$Y = 7,7914 x + 141,0400$	15,160	0,9992	Traços	Traços	Traços	Traços

Média \pm DP (n = 3). R = Coeficiente de determinação. Traços: Abaixo do limite de detecção.

Figura 5 - Cromatograma típico de flavonoides da casca de gabioba por HPLC-RID.**Figura 6** - Cromatograma típico de flavonoides da polpa de gabioba por HPLC-RID.**Figura 7** - Cromatograma típico de flavonoides da semente de gabioba por HPLC-RID.**Figura 8** - Cromatograma típico de flavonoides do fruto integral da gabioba por HPLC-RID.

A catequina foi o principal fenólico presente em todas as frações da gabioba (33,69 $\mu\text{g ml}^{-1}$ para a polpa, 27,07 $\mu\text{g ml}^{-1}$ para a casca, 27,06 $\mu\text{g ml}^{-1}$ para a semente e 33,33 $\mu\text{g ml}^{-1}$ para a fração fruto integral). Analisando a concentração deste flavonoide, é possível notar que a catequina se encontra majoritariamente presente em todas as frações da gabioba. Este flavonoide é extensivamente investigado em estudos clínicos, tanto *in vitro* quanto *in vivo*,

uma vez que o mesmo está diretamente correlacionado a proteção contra doenças degenerativas, cardiovasculares e atuam como moduladores imunológicos na disfunção imunológica causada por tumores ou por tratamento carcinogênico (STEIN et al., 1999; GADKARI; BALARAMAN, 2015).

Corroborando com os resultados deste estudo, a maioria dos trabalhos que analisaram o perfil fenólico da gabiroba reportaram a catequina (ARCARI et al., 2020) e ácido gálico (SANT'ANNA et al., 2017) como os principais fenólicos em termos quantitativos, demonstrando assim haver uma uniformidade dos dados.

Logo, a atividade antioxidante dos compostos fenólicos está diretamente correlacionada às suas estruturas químicas e a capacidade em neutralizar radicais livres (OLSZOWY et al., 2019), assim os perfis fenólicos das frações da gabiroba podem ter sido responsáveis pela alta atividade antioxidante exibida pelos extratos. De acordo com Lima et al., (2018) extratos que apresentam uma grande variedade de flavonoides, atuam na capacidade de doação de átomos de hidrogênio a radicais livres com o objetivo de interromper reações em cadeia.

Por exemplo, a catequina e seus epímeros, principal flavonoide encontrado nas frações da gabiroba, é um polifenol que oxida facilmente, ou seja, quando ela está presente no organismo e encontra um radical livre, logo reagirá com o mesmo evitando a oxidação de células sadias, nesse sentido, a taxa de reação com os radicais livres e a estabilidade dos radicais antioxidantes resultantes contribuem para a reatividade do antioxidante. Essa interação entre a catequina e a alta atividade antioxidante se dá principalmente devido ao seu grupo galato na posição 3 do anel C e também por causa de um grupo hidroxila na posição 5 do anel B (GUO et al., 1999; ANANINGSIH et al., 2013). Estas características estruturais são necessárias para se atingir o potencial máximo de neutralização de radicais para os flavonoides (RICE-EVANS et al., 1996).

Por outro lado, a atividade antioxidante dos ácidos fenólicos depende do número de grupamentos hidroxila sem impedimento estérico disponíveis na molécula. Dessa forma, o composto é capaz de doar um átomo de hidrogênio para a estabilização de radicais livres.

O ácido gálico, presente nas frações da gabiroba (polpa, casca, semente e fruto integral) contém três grupos hidroxila disponíveis em sua estrutura, o que contribui para uma maior atividade antioxidante (CHEN et al., 2017; RICE-EVANS et al., 1996). Diversos autores já reportaram a ação farmacológica anteriormente do ácido gálico. Fahmy et al. (2016) reportaram os efeitos de extratos fenólicos ricos em ácido gálico, obtidos a partir de *Terminalia muelleri* contra danos hepáticos, sendo capaz de reduzir a elevação de tetracloreto de carbono uma hepatoxina presente em humanos e animais que gera radicais livres devido a sua conversão metabólica. Outro estudo que reporta resultados semelhantes publicado Al-Sayed et al., (2015), ao qual atribuíram a diminuição da peroxidação lipídica para um extrato fenólico rico em ácido gálico de *Bauhinia hookeri*.

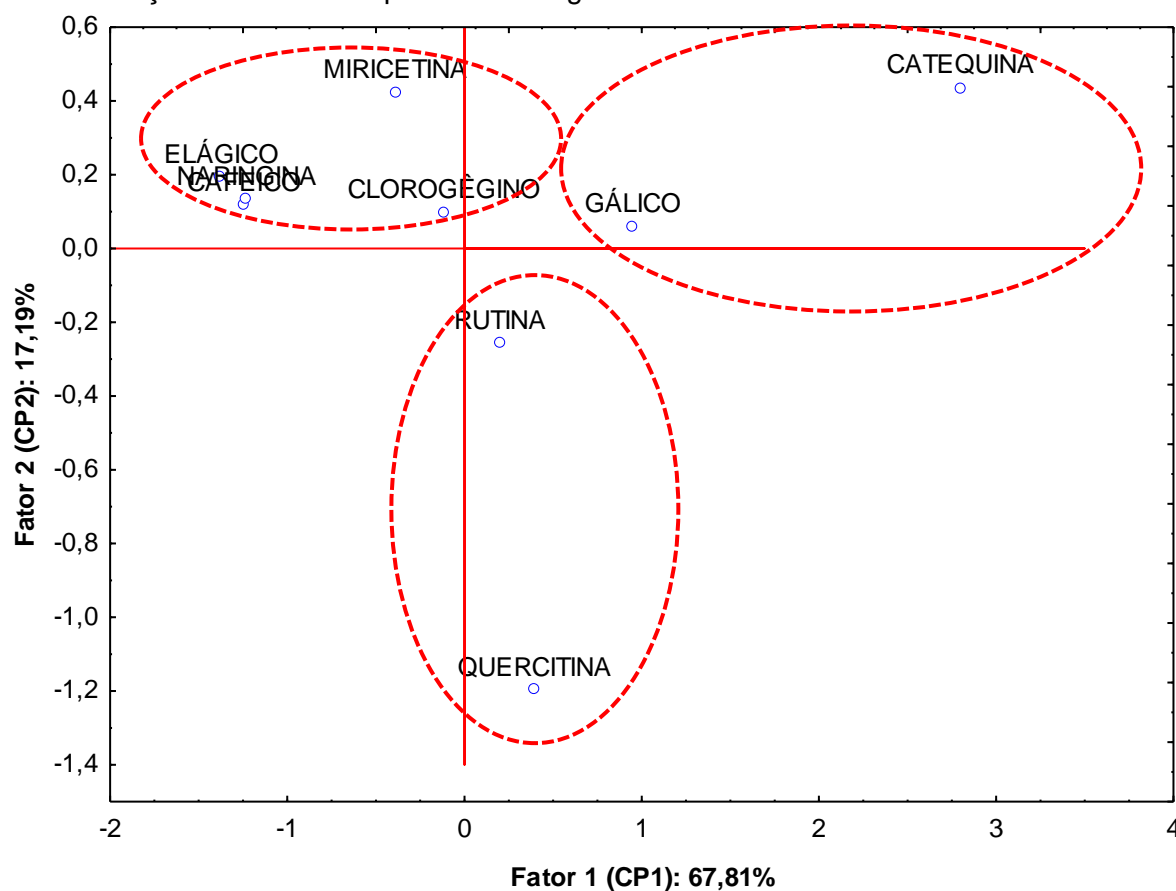
Nesse estudo, os principais ácidos fenólicos identificados foram o ácido gálico seguido pelo clorogênico (16,70 e 8,87 $\mu\text{g ml}^{-1}$ para a polpa, 16,90 e 9,31 $\mu\text{g ml}^{-1}$ para a casca, 16,82 e 8,54 $\mu\text{g ml}^{-1}$ para a semente e 16,43 e 9,01 $\mu\text{g ml}^{-1}$ para a fração fruto integral, respectivamente), logo, ao analisarmos a concentração dos ácidos fenólicos, é possível notar que o ácido gálico encontra-se majoritariamente presente em todas as frações da gabioba.

Já o ácido clorogênico (CGA, 3-CQA) é o isômero mais abundante entre os isômeros do ácido cafeoilquínico (3-, 4- e 5-CQA), atualmente conhecido como 5-CQA de acordo com as diretrizes da IUPAC (PANICO et al., 1993). É um dos ácidos mais biodisponíveis entre os compostos fenólicos que podem ser encontrados naturalmente. O ácido clorogênico é um polifenol dietético importante e biologicamente ativo, estando associado a vários papéis metabólicos e terapêuticos, como atividade antioxidante, antibacteriana, cardioprotetora, antiinflamatória, neuroprotetora, antiobesidade, antiviral, antimicrobiana e um estimulador do sistema nervoso central (SNC) (NAVEED et al., 2018). Os resultados encontrados no presente estudo demonstram que as frações da gabioba são ricas em ácido clorogênico, apresentando resultados superiores aos encontrados para a goiaba amarela, acerola, jambolão e jabuticaba (BETTA et al., 2018), patawá (REZAIRE et al., 2014) e açaí (MATTA et al., 2020).

Outros compostos que merecem destaque e atenção são os flavonoides rutina e a miricetina (8,58 e 9,27 $\mu\text{g ml}^{-1}$ para a polpa, 13,94 e 5,18 $\mu\text{g ml}^{-1}$ para a casca, 11,68 e 1,24 $\mu\text{g ml}^{-1}$ para a semente e 9,14 e 23,90 $\mu\text{g ml}^{-1}$ para a fração fruto integral, respectivamente), pois tanto a rutina (quercetina-3-rutinosídeo) quanto a miricetina possuem várias atividades biológicas benéficas à saúde, incluindo efeitos antioxidantes e anticâncer (OLA et al., 2015; DEVI et al., 2015; TAHERI et al., 2020), antiinflamatórios (OH et al., 2020; CHEN et al., 2020) e anti-hipertensivos (GODSE et al., 2010; KAUR; MUTHURAMAN, 2016). Logo, as áreas de aplicação da rutina e miricetina não se restringem apenas à indústria farmacêutica. Também podem ser utilizadas, por exemplo, como estabilizadores, antioxidantes, conservantes de alimentos e absorvedores de UV nas indústrias de alimentos, para o preparo e enriquecimento de rações para animais e na indústria cosmética (PATEL; PATEL, 2019; SONG et al., 2021).

Com o intuito de agrupar os resultados obtidos e correlacionar com os acessos obtidos, foi feita uma análise dos componentes principais (PCA). O PCA considerou todas as variáveis analisadas em todos os acessos das frações da gabioba: ácido cafeíco, ácido clorogênico, ácido gálico, ácido elágico, catequina, naringina, rutina, quercetina, miricetina e kaempferol, que foram reduzidas a dois componentes. O primeiro componente principal (PC1) foi capaz de explicar 87,81% da variância total e o PC2 explicou 12,19 %, totalizando 85 % da variância total explicada pelos dois primeiros PCs (Figura 9).

Figura 9: Gráfico de dispersão (PC1 vs PC2) das principais classes de compostos fenólicos entre as frações obtidas a partir do fruto gabiroba.

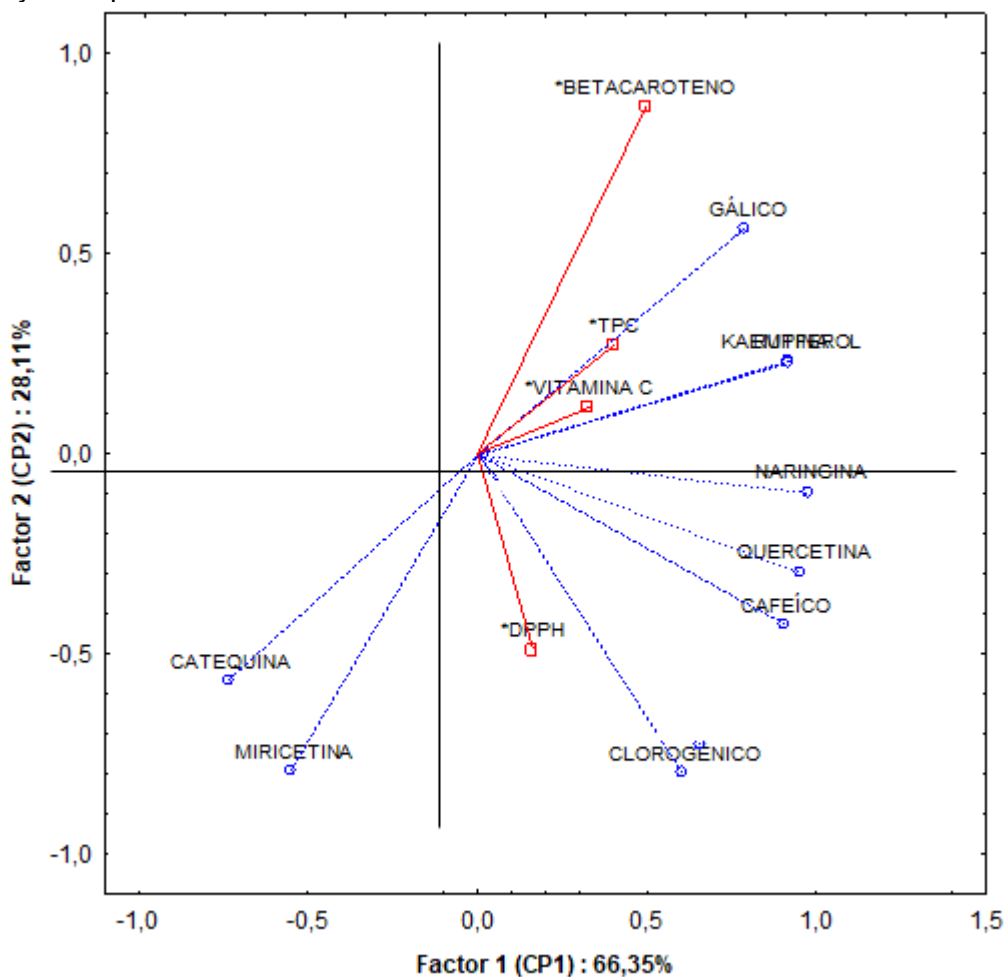


É possível verificar que os fenólicos individuais ácido gálico e catequina são correlacionados positivamente, o que indica que extratos ricos em ácido gálico tendem a apresentar também uma composição rica em catequina. No gráfico de dispersão da PCA (Figura 9) é possível verificar a formação de três grupos. O grupo do lado direito foi formado pela junção do ácido gálico e catequina que juntos desempenham funções como antimicrobiana, neuroprotetora e efeitos antioxidantes, enquanto outros dois grupos do lado esquerdo foram formados pelos demais fenólicos.

Uma análise exploratória foi realizada por meio dos componentes principais (PCA) para avaliar os dados dos compostos fenólicos individuais, fenóis totais, capacidade antioxidante pelo protocolo DPPH, vitamina C e β -caroteno. As análises de PCA foram aplicadas, após auto-escalamento, por meio do Software *Statistica 7.0*. O PC1 explicou até 66,35 % da variância total e PC2 explicou 28,11 %, totalizando 94,46 % (Figura 10). Isso implica dizer que todos os acessos que se encontram no primeiro quadrante do gráfico no plano fatorial correlacionaram positivamente para vitamina C, β -caroteno e compostos fenólicos totais. Por outro lado, os fenólicos naringina, quercetina, ácido cafeico e ácido clorogênico correlacionaram positivamente para o protocolo DPPH, sendo possível inferir que amostras que apresentem concentrações consideráveis desses fenóis consequentemente

apresentaram bons resultados na redução dos radicais livres (DPPH).

Figura 10: Gráfico de dispersão PC1 vs PC2 das variáveis analisadas nas frações da gabiroba com projeção no plano fatorial.



TPC: Compostos fenólicos totais.

Os valores Eigen da matriz de correlação para PC1 e PC2, foram $> 1,0$. Esses números representam contribuições significativas das variáveis individuais dos fenólicos para a variabilidade total explicada pelos PCs gerados. Como já mencionado anteriormente o primeiro componente principal (PC1) descreve 66,35 % da variância total. Os compostos bioativos: ácido clorogênico e naringina são as variáveis dominantes neste PC (pontuação melhor que 0,88), causando maior variabilidade entre essas amostras. O segundo componente principal (PC2) representa 28,11 % da variância total, e o flavonoide rutina, quando correlacionado com o ácido cafeico a partir da correlação de Pearson, apresenta uma pontuação de 0,73, sendo as variáveis dominantes nesta análise. Esses resultados são confirmados quando fazemos um comparativo com a correlação de *Pearson*, visto que os fenólicos naringina, quercetina, ácido cafeico e ácido clorogênico apresentam interação forte quando correlacionados ($> 0,80$), o que implica dizer que um fenólico colabora para o pleno desenvolvimento das atividades metabólicas do outro.

A presença de diferentes compostos fenólicos nas frações da gabiroba ressalta a importância da incorporação desse fruto na dieta, pois além de gerar renda as comunidades ao qual esses frutos estão inseridos, podem trazer diversos benefícios para a saúde, como indicado em vários estudos reportados anteriormente. Uma vez que a polpa e as demais frações analisadas separadamente, apresentaram resultados importantes e pouco reportados nas bases de dados especializadas. Ressaltamos que subprodutos de frutas exóticas como os da gabiroba, como a casca e semente, têm sido tradicionalmente usados para alimentar o gado e como matéria-prima e na geração de energia. No entanto, vários estudos relataram uma alta atividade antioxidante em extratos obtidos a partir desse subproduto, indicando que eles podem funcionar como antioxidantes naturais e fontes funcionais de ingredientes alimentares na alimentação humana.

4.2.3 Ácidos orgânicos nas frações polpa, casca, semente e fruto integral da gabiroba

Os ácidos orgânicos podem contribuir para as qualidades organolépticas de alimentos (LIU et al., 2019). Qualidades como sensorial, capacidade antioxidante, atividades antimicrobianas, pH e cor, dependem da quantidade e dos tipos de ácidos orgânicos disponíveis (TSEGAY, 2020).

Além disso, os ácidos orgânicos, demonstram atividades benéficas a saúde, podendo controlar os níveis de glicose no sangue, regular as anormalidades lipídicas (LIU et al., 2019). e têm-se mostrado promissores como alternativas antibióticas (DITTOE; RICKE; KIESS, 2018).

Os ácidos orgânicos fornecem diferentes propriedades sensoriais. Os ácidos málico, cítrico e láctico são os principais responsáveis pelo sabor azedo. Já o sabor cítrico é proveniente do ácido tartárico e também do ácido cítrico (TSEGAY, 2020).

O ácido málico é um componente natural encontrado em frutas e em células do corpo, atua estimulando o metabolismo para aumentar a produção de energia e é um ácido fraco. O ácido cítrico também é um ácido fraco, embora trabalhe como conservante natural, sendo comumente adicionado a alimentos e bebidas para conferir o sabor ácido (XIE et al., 2011; BACCICHET et al., 2021). O ácido tartárico, é considerado um ácido forte, atua influenciando diretamente o pH e é resistente a respiração oxidativa (RIZZON; SGANZERLA, 2007; UMER et al., 2020; BACCICHET et al., 2022).

Os ácidos orgânicos cítrico, málico e tartárico (Tabela 7), foram os principais compostos quantificados nas frações da gabiroba.

Analisando de forma separada, o ácido orgânico mais abundante nas amostras, e que estava presente em todas elas, foi o ácido málico, com valores variando de 72,99, 81,56 e 85,01 mg L⁻¹, para as frações polpa, casca e semente, respectivamente. Os demais ácidos,

como o tartárico e o cítrico, foram detectados em concentrações menores. Sendo que o ácido tartárico apresentou pequenas oscilações entre as frações de estudo estando entre 38,65, 32,21, 35,31, 35,82 mg L⁻¹ para as frações polpa, casca, semente e fruto integral, respectivamente (Tabela 7). Vale ressaltar que o teor dos ácidos cítrico e tartárico foram superiores aos reportados para a polpa de acerola *in natura*. Entretanto, ao avaliarmos os mesmos ácidos orgânicos identificados no presente estudo em comparação com os resultados obtidos para as frações do fruto açaí e caju, os valores reportados para a gabiroba se mostram inferiores aos reportados (SCHERER et al., 2008).

Nas figuras 11, 12, 13 e 14 são apresentados os cromatogramas de ácidos orgânicos das frações casca, polpa e semente da gabiroba e do fruto integral, respectivamente.

Tabela 7: Ácidos orgânicos nas frações polpa, casca, semente e fruto integral do fruto gabiroba.

Ácidos Orgânicos (mg L ⁻¹)	RT	Curva de calibração	R ²	Frações gabiroba			
				Polpa	Casca	Semente	Fruto integral
Cítrico	11,84	Y = 1,20052 x + 6,62171	0,99914	52,82 ±	54,90 ±	102,62 ±	52,74 ±
				0,32	0,06	0,10	0,05
Málico	14,04	Y = 9,03092 x + 3,17677	0,99935	72,99 ±	81,56 ±	85,01 ±	78,07 ±
				0,14	0,11	0,05	0,12
Tartárico	12,53	Y = 1,70346 x + 3,66764	0,99964	38,65 ±	31,21 ±	35,31 ±	35,82 ±
				0,08	0,27	0,18	0,09

Média ± DP (n = 3). RT = Tempo de retenção em minutos. R = Coeficiente de determinação.

Figura 11 - Cromatograma típico de ácidos orgânicos da casca da gabiroba por HPLC-RID.

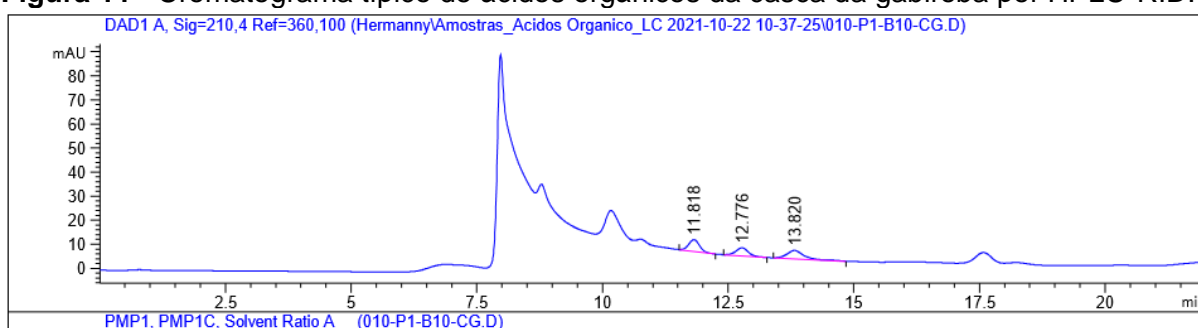
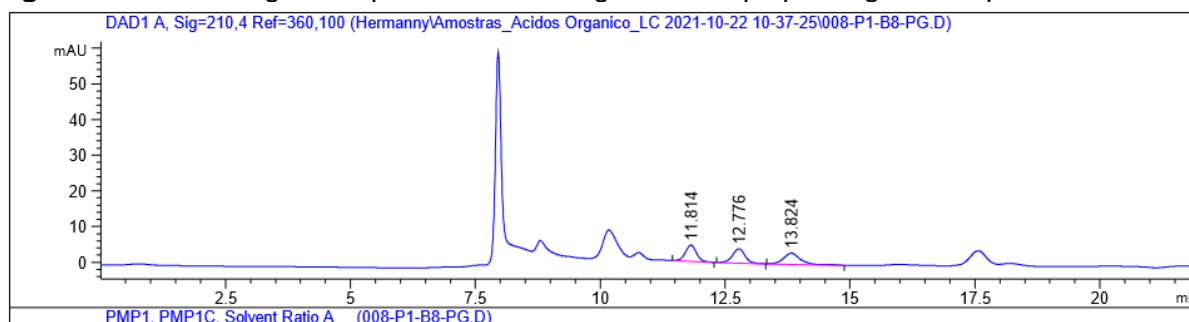
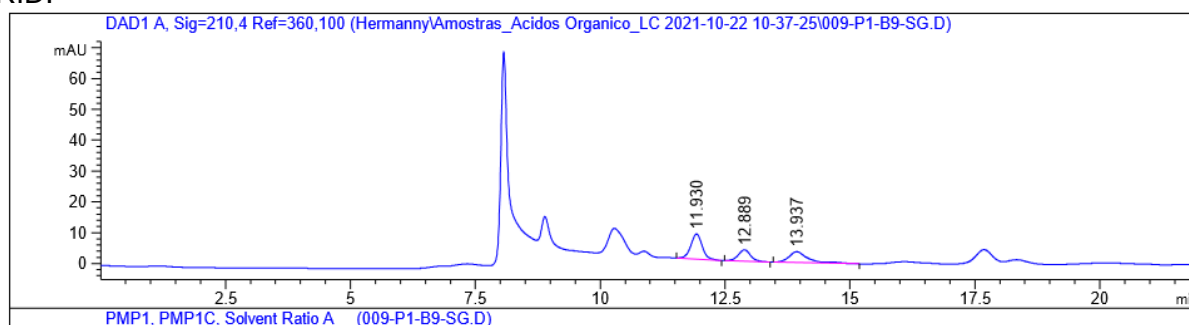
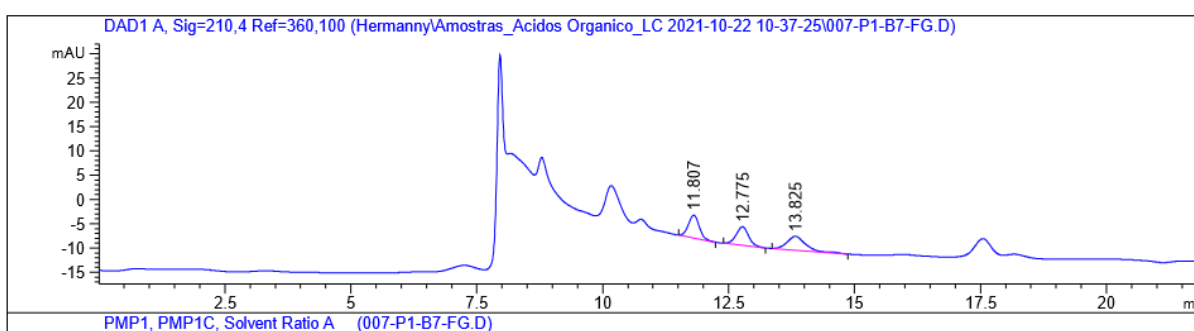


Figura 12 - Cromatograma típico de ácidos orgânicos da polpa da gabioba por HPLC-RID.**Figura 13** - Cromatograma típico de ácidos orgânicos da semente da gabioba por HPLC-RID.**Figura 14** - Cromatograma típico de ácidos orgânicos do fruto integral da gabioba por HPLC-RID.

4.3 APROVEITAMENTO INTEGRAL DOS FRUTOS NA FORMA DE DOCE EM MASSA

Quanto à coloração, observou-se influência significativa das interações entre as fontes de variação sobre o parâmetro a^* , b^* e L das formulações de maneira geral. Apesar de todas as formulações diferirem significativamente entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey, as formulações com maiores quantidades de ácido cítrico (Formulações 1, 3 e 5) apresentaram coloração mais clara quando comparada às demais (Tabela 8).

As formulações com menores quantidades de ácido (Formulações 2 e 4) apresentaram menor tendência à cor vermelha. Os doces de gabioba apresentaram cor com maior tendência ao amarelo, indicada pelos valores obtidos de b^* (3,03 a 8,68), sendo que, formulações com menor razão polpa/açúcar (Formulações 8 e 10) apresentaram cor com

maior tendência ao amarelo (Tabela 8). As formulações com menor razão polpa/açúcar possuem coloração mais intensa e escura, quando comparadas com às demais formulações, devido às concentrações de açúcar, sofrendo mais os efeitos das reações que ocorrem durante o aquecimento, como a reação de Maillard (CURI et al., 2020).

A cor de produtos processados, de maneira geral, expressa pelos parâmetros de colorimetria, evidencia o índice de transformação natural dos alimentos frescos, assim como as mudanças ocorridas no processo industrial, devido ao escurecimento não enzimático, à reação de Maillard e aos processos de caramelização e destruição de pigmentos (LEMOS et al., 2019). Essas transformações podem ser percebidas quando comparado os valores de colorimetria para os doces de gabioba obtidos nesse estudo com os valores encontrados para a polpa de gabioba na literatura. Egea (2014), obteve valores para a polpa de gabioba de, $a^* = 12,68$; $b^* = 41,53$ e $L^* = 57,56$; Santos et al., (2013a) encontrou valores de $a^* = 13,75$; $b^* = 42,79$ e $L^* = 43,53$, evidenciando que a polpa de gabioba apresenta coloração mais clara e com cores mais intensas tendendo para o amarelo do que os doces do mesmo fruto.

Todas as fontes de variação exerceram influência significativa ($p \leq 0,05$) em relação ao pH dos doces. As formulações com menores quantidades de albedo e maiores quantidades de ácido cítrico apresentaram menores valores de pH (Tabela 8). Para acidez titulável somente a variação de ácido cítrico e as interações entre as fontes de variação exerceram influência significativa ($p \leq 0,05$). Formulações com maiores quantidades de ácido cítrico e maior razão polpa/açúcar obtiveram maiores valores de acidez titulável, fato esse que pode ser justificado, além da adição de ácido cítrico, pela acidez da própria polpa de gabioba (Tabela 3).

O teor de sólidos solúveis nas formulações variou entre 70% e 80% (Tabela 12) caracterizando-os, assim, como doce em massa conforme descreve a Resolução nº 9 de 1978, aprovada pela Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (BRASIL, 1978). Todas as fontes de variação exerceram influência significativa ($p \leq 0,05$) em relação aos sólidos solúveis dos doces. Os doces de gabioba com menor razão polpa/açúcar (maior quantidade de açúcar) e maiores quantidades de albedo e ácido apresentaram maior teor de sólidos solúveis. Esse alto valor pode ser explicado pois, o teor de sólidos solúveis representa majoritariamente a concentração de açúcares, ácidos orgânicos (COSTA et al., 2018) e pectinas presentes nas frutas e produtos de frutas, como geleias e doces (MENIN, 2019). A Tabela 8 apresenta os resultados encontrados nas análises de cor, pH, sólidos solúveis e acidez das formulações do doce em massa.

Tabela 8. Cor, pH, sólidos solúveis e acidez das formulações de doce em massa de gabiroba (*Campomanesia cambessedeanana*).

Parâmetro	a	b	L	pH	SS (%)	AcT (% v/m)
Formulação						
1	3,44 ^{de}	3,66 ^f	26,6 ^{gh}	4,6 ^d	72 ^{bc}	14,5 ^{ef}
2	1,67 ^{ab}	3,43 ^c	11,04 ^a	5,3 ^g	70 ^{ab}	4,14 ^{ab}
3	3,57 ^{de}	7,51 ⁱ	26,95 ^h	4,4 ^b	80 ^e	13,7 ^e
4	1,45 ^a	3,03 ^a	23,86 ^e	5,4 ^h	73 ^{cd}	4,2 ^{ab}
5	2,54 ^c	5,84 ^g	26,85 ^h	4,7 ^e	70 ^{ab}	15,1 ^f
6	2,05 ^{bc}	3,30 ^b	12,93 ^b	5,1 ^f	72 ^{bc}	4,9 ^b
7	2,33 ^c	5,27 ^{ev}	25,22 ^f	4,2 ^a	75 ^d	13,9 ^e
8	3,83 ^e	8,68 ^{kv}	25,86 ^{fg}	5,1 ^f	80 ^e	3,15 ^a
9	2,05 ^c	4,82 ^d	17,5 ^c	4,6 ^d	69,6 ^a	7,8 ^c
10	3,11 ^d	7,74 ^j	22,31 ^d	4,5 ^c	70 ^{ab}	8,9 ^{cd}
11	3,05 ^d	7,14 ^h	26,84 ^h	4,5 ^c	70 ^{ab}	9,2 ^d

Nota: Médias seguidas de mesma letra na mesma linha não apresentaram diferenças estatísticas a um nível de 5% de significância segundo o teste de Tukey. AcT- Acidez Titulável; SS - Sólidos Solúveis;

Em relação aos açúcares totais, nenhuma das causas de variação exerceram influência significativa ($p \leq 0,05$) sobre essa variável, porém suas interações exerceram. As formulações com menores razões polpa/açúcar, maiores quantidades de ácido e maiores quantidades de albedo obtiveram as maiores concentrações de açúcares totais (Tabela 9). Nesse contexto, destaca-se que as formulações mais ácidas neste processo tendem a reduzir o tempo de gelificação e o tempo para atingir a concentração desejada, minimizando estas reações hidrolíticas. O açúcar age como um conservante, reprimindo o crescimento microbiano, pelo fato de aumentar a pressão osmótica, com a conseqüente redução da atividade de água, melhorando a aparência, o sabor e o rendimento. A padronização deste parâmetro é importante no controle de qualidade de doces (BOLZAN e PEREIRA, 2017).

A variação de ácido cítrico e as interações entre as fontes de variação exerceram influência significativa ($p \leq 0,05$) sobre os açúcares redutores. Os doces com maiores quantidades de ácido cítrico apresentaram maior teor de açúcares redutores. Durante a cocção, a sacarose em meio ácido sofre hidrólise, sendo desdobrada parcialmente em açúcares redutores, tais como a glicose e a frutose. Adicionalmente, os açúcares redutores apresentam grande importância na elaboração de geleias, pois conferem brilho ao produto e podem reduzir e/ou atrasar a cristalização da sacarose, refletindo na redução do nível de doçura das mesmas (LEONARSKI, 2017).

Na avaliação do teor de vitamina C nos doces de gabiroba, observou-se influência significativa somente das interações entre as fontes de variação ($p \leq 0,05$). As formulações com maior quantidade de ácido cítrico, menor quantidade de albedo e menor razão polpa/açúcar obtiveram maiores teores de vitamina C (Tabela 9). As formulações com menor razão polpa/açúcar possuem uma maior quantidade de açúcar, sendo necessário então menor tempo de cocção para atingirem o teor de sólidos solúveis requerido, podendo justificar então o maior teor de vitamina C, dada a sua sensibilidade para degradação durante o aquecimento. A identificação de elevados teores de açúcares implica em menor tempo de

evaporação da água e gasto de energia e maior rendimento do produto (SOUZA et al., 2019). A perda de vitamina C é maior em geleias preparadas convencionalmente devido a um maior tempo de processamento (SANTOS et al., 2013b). Nesse sentido, Mrkokic et al., (2019), constataram que longos períodos de cozimento de geleias e o armazenamento à temperatura ambiente levaram a uma clara redução do conteúdo de ácido ascórbico.

Na Tabela 9 observa-se que houve grande variabilidade nos teores de vitamina C entre as formulações. A distinção de valores de vitamina C entre as formulações de geleias e doces acontece porque a vitamina C é muito instável, podendo, desta forma, ocorrer alta degradação durante a produção, visto que são necessárias etapas, como fragmentação, homogeneização e concentração, em elevada temperatura até níveis altos de sólidos solúveis ou completo tratamento térmico de pasteurização (LEMOS et al., 2019). Além das etapas do processamento, fatores intrínsecos como pH, composição da matriz alimentar, concentração de ácido ascórbico, temperatura, acessibilidade ao oxigênio, luz e teor de umidade ou atividade de água também influenciam no teor de vitamina C (ABE-MATSUMOTO, ARAUJO e MEDEIROS, 2019). Leonarski (2017) verificou elevada perda de vitamina C pela cocção da geleia, quando comparado ao teor contido na polpa de gabioba, sendo que estas perdas de vitamina C variaram de 62,54% a 64,66%.

A presença de ácidos orgânicos, principalmente ácido ascórbico, pode contribuir para a proteção dos carotenoides em doces e geleias. Para os valores de Licopeno encontrados nas formulações, somente as interações entre as fontes de variação exerceram influência significativa ($p \leq 0,05$). Os doces que possuíam menor razão polpa/açúcar e maior quantidade de albedo apresentaram maiores concentrações de licopeno (Tabela 9). Ao contrário do que se acredita, os produtos derivados de frutos, como molhos, sucos, pastas, doces e geleias, contêm teor de licopeno maior que o fruto in natura devido a etapa de concentração durante o seu processamento (LEMOS JÚNIOR, BRUNELLI e LEMOS, 2011). O aumento do teor de licopeno nesses produtos ocorre devido à ação da temperatura que provoca a ruptura das paredes celulares, liberando-o dos cromoplastos, disponibilizando o licopeno livre (CORREIA, et al., 2008).

Todas as fontes de variação exerceram influência significativa ($p \leq 0,05$) sobre o rendimento das formulações. As formulações que possuíam a menor razão polpa/açúcar foram as que tiveram o melhor rendimento (Tabela 9). Esse maior rendimento pode ser explicado pelo fato de as formulações terem maior quantidade de açúcar, conseqüentemente maior teor de sólidos solúveis, necessitando de menor tempo de cocção para atingir o percentual necessário, e tendo menor evaporação durante o processamento. Silva et. al. (2012) afirmaram que a quantidade de açúcar influencia o rendimento de conservas de banana, e quanto maior a quantidade de açúcar presente nas conservas, maior o rendimento pois, o tempo de gelificação é inversamente proporcional à concentração de açúcar.

Todas as causas de variação exerceram influência significativa ($p \leq 0,05$) em relação ao teor de cinzas. A porcentagem de cinzas dos doces variou de 0,05% a 0,9%, sendo que a formulação com maior razão polpa/açúcar e menores quantidades de albedo e ácido obteve o maior valor em relação às cinzas, fato esse que deve ter ocorrido pela migração do teor de cinzas da polpa para a formulação do doce, não havendo degradação do conteúdo mineral durante o processamento (Tabela 9). Sousa et al. (2020) afirmaram que o maior conteúdo de cinzas encontrado em amostras de geleias light e diet de buriti podem estar relacionados com a maior concentração de polpa. O teor de cinzas depende do tipo de solo em que a frutífera foi cultivada e da composição do mesmo (LEMOS et al., 2019).

Tabela 9. Açúcares totais, açúcares redutores, vitamina C, licopeno, rendimento e teor de cinzas das formulações de doce em massa de gabioba (*Campomanesia cambessedeanana*).

Parâmetro	AT (%)	AR (%)	VitC (mg/100g)	Licopeno ($\mu\text{g}/100\text{mL}$)	Rendimento (%)	Cinzas (%)
Formulação						
1	70,3 ^c	13,1 ^e	34,6 ^e	5,07 ^e	53,7 ^b	0,10 ^c
2	69,6 ^{bc}	6,0 ^{ab}	33,1 ^a	11,23 ^k	57,8 ^c	0,19 ⁱ
3	66,1 ^{bc}	26,3 ^f	34,4 ^d	5,74 ^h	67,3 ^d	0,12 ^d
4	62,7 ^{abc}	6,2 ^{ab}	34,1 ^c	7,43 ⁱ	54,1 ^b	0,05 ^a
5	59,2 ^{ab}	14,8 ^e	51,4 ^g	5,23 ^f	51,2 ^a	0,05 ^a
6	59,1 ^{ab}	8,2 ^c	34,4 ^d	4,07 ^d	53,6 ^b	0,90 ^j
7	70,9 ^c	14,8 ^e	51,8 ^h	2,22 ^b	71,5 ^f	0,12 ^e
8	66,5 ^{abc}	4,9 ^a	34,4 ^d	5,61 ^g	69,8 ^e	0,07 ^b
9	56,7 ^a	7,50 ^{bc}	50,0 ^f	2,97 ^c	70,0 ^e	0,16 ^g
10	62,1 ^{abc}	7,38 ^{bc}	34,4 ^d	2,11 ^a	70,4 ^e	0,18 ^h
11	57,5 ^a	10,2 ^d	33,9 ^b	9,37 ^j	69,9 ^e	0,15 ^f

Nota: Médias seguidas de mesma letra na mesma linha não apresentaram diferenças estatísticas a um nível de 5% de significância segundo o teste de Tukey. AT- Açúcares Totais; AR - Açúcares redutores; VitC – Vitamina C

Somente as interações entre as fontes de variação exerceram influência significativa ($p \leq 0,05$) em relação aos lipídeos. As amostras contendo maior razão polpa/açúcar obtiveram maior teor de lipídeos (Tabela 10), fato que pode ser explicado pela presença de maior quantidade de polpa, conseqüentemente, maior quantidade de lipídeos pertencentes ao fruto. Esse resultado corrobora com o encontrado por Sousa et al. (2020), em que geleias com maior quantidade de polpa e menor quantidade de açúcar obtiveram maiores quantidades de lipídeos. A porcentagem de lipídeos nos doces variou entre 0,19% (formulação 3) e 0,53% (formulação 1), tendo uma diminuição no teor de lipídeos quando comparado à polpa (Tabela 3). Freitas (2008) encontrou um teor de lipídeos de 0,12g/100g em geleia de gabioba, já Leonarski (2017) obteve valores de lipídeos para geleias de gabioba entre 0,56 e 0,58%, observando redução do teor de lipídeos durante o processamento da geleia, o que pode ter ocorrido pela diluição da polpa na preparação da geleia, ou em virtude da oxidação, a qual ocorre na presença de oxigênio e luz.

Para o teor de umidade, somente as interações entre as fontes de variação exerceram influência significativa ($p \leq 0,05$). Os doces contendo maior razão polpa/açúcar e menores

quantidades de albedo e ácido cítrico obtiveram os maiores valores para umidade (Tabela 10). As formulações com menores teores de umidade foram as que apresentaram também maior teor de sólidos solúveis. Barros et al. (2019) verificaram que o aumento da porcentagem de polpa proporcionou aumento no teor de umidade em geleias de kiwi com chá de capim-limão.

É importante destacar também que o teor de umidade está diretamente relacionado com a conservação do produto durante o armazenamento (OLIVEIRA et al., 2014). Valores reduzidos de umidade indicam maior estabilidade do produto durante o armazenamento, já que alimentos com um teor de umidade superior a 20% e maior atividade de água estão sujeitos a processos de deterioração causado por bolores e leveduras (BARROS et al., 2019).

A consistência de geleias e doces é consequência de um equilíbrio entre dois fatores da estrutura, ou seja, a continuidade, ligada à concentração de pectina, e a rigidez, relacionada à concentração de açúcar e ácido (CAETANO, DAIUTO E VIEITES, 2012). A pectina constitui-se em um coloide por excelência, e em função de seu caráter hidrofílico, devido à presença de grupos polares, envolve grande quantidade de água, produzindo uma solução viscosa. Em função dessa capacidade, a pectina é amplamente utilizada no preparo de geleias, doces de frutas, produtos de confeitaria, sucos de frutas e em outros ramos da indústria de alimentos. Na produção de doces e geleias a textura é fundamental para fabricação de um produto de qualidade (LEMOS et al., 2019).

Quanto aos parâmetros de textura é possível defini-los quanto a dureza, que está relacionada com a força física da primeira mordida, ou seja, à força máxima aplicada no primeiro ciclo da compressão da amostra (MENIN, 2019). A dureza mede a força necessária para obter uma determinada deformação (DIAS et al., 2018). Todas as causas de variação exerceram influência significativa ($p \leq 0,05$) em relação à dureza dos doces. Maiores teores de albedo resultaram em formulações mais duras (Tabela 10). A formulação 2, por exemplo, possui a maior razão polpa/açúcar e maior concentração de albedo, o que pode ter influenciado diretamente ao alto valor de dureza encontrado. Segundo Oliveira et al., (2014) a firmeza do produto depende da porcentagem de pectina utilizada na formulação de geleias e doces e da concentração do produto durante a etapa de cocção, encontrando valor para extrusão de geleia de fruta de aproximadamente 33 N.

O atributo de adesividade é tido como uma força negativa, resultante do trabalho necessário para superar a atração entre a amostra e a sonda. É uma característica de superfície que depende da combinação das forças de adesão e coesão (MENIN, 2019); mede a quantidade de força para simular o trabalho necessário para superar as forças de atração entre a superfície do alimento e a superfície em contato com ela (DIAS et al., 2018).

A adesividade do doce de gabioba variou entre -1,57 N (Formulação 2) e -0,07 N (Formulação 4 e 9). As formulações com maiores razões polpa/açúcar e quantidades superiores de ácido cítrico obtiveram os maiores valores para adesividade (Tabela 10).

Oliveira, et al., (2014) encontraram valores de adesividade para geleias de frutas variando entre -1,88 a -9,5 N.

Formulações com maior razão polpa/açúcar possuem maiores quantidades de ácidos orgânicos provenientes do fruto, que influenciam diretamente no teor de sólidos solúveis do produto. O aumento no teor de sólidos solúveis provoca aumento na adesividade, já que esse fato indica evaporação de água e conseqüentemente a hidrólise da pectina (SOARES JÚNIOR et al. 2003). Existem vários fatores que podem influenciar a textura final dos produtos, entre eles: quantidade de açúcar, pH, acidez e pectina solúvel presentes (DIAS et al., 2018).

Tabela 10. Lipídeos, umidade e parâmetros de textura das formulações de doce em massa de gabirola (*Campomanesia cambessedeano*).

Parâmetro	LIP.(%)	UMI (%)	DUR (N)	ADES (N)
Formulação				
1	0,53 ^j	15,6 ^g	1,17 ⁱ	-0,16 ^b
2	0,44 ^g	13,2 ^f	33,66 ^k	-1,57 ^a
3	0,19 ^a	11,3 ^b	0,146 ^c	-0,09 ^h
4	0,45 ^h	18,3 ^j	0,094 ^a	-0,07 ⁱ
5	0,32 ^d	16,0 ^h	0,47 ^g	-0,12 ^h
6	0,38 ^f	22,2 ^k	0,27 ^d	-0,13 ^g
7	0,5 ⁱ	9,6 ^a	0,43 ^f	-0,16 ^c
8	0,22 ^b	12,7 ^d	1,41 ⁱ	-0,136 ^f
9	0,25 ^c	17,4 ⁱ	0,102 ^b	-0,07 ^j
10	0,45 ^h	13,1 ^e	0,3526 ^d	-0,152 ^e
11	0,36 ^e	11,73 ^c	0,6218 ^h	-0,159 ^d

Nota: Médias seguidas de mesma letra na mesma linha não apresentaram diferenças estatísticas a um nível de 5% de significância segundo o teste de Tukey. LIP – Lipídeos; UMI – umidade; DUR – Dureza; ADES – Adesividade

4.3.1 Análises microbiológicas

Os dados microbiológicos das amostras de doce de gabirola, não detectaram presença de *Salmonella* sp., coliformes totais a 35°C e termotolerantes e *Staphylococcus* coagulase positiva, além de valores para bolores e leveduras dentro dos limites estabelecidos pela legislação vigente, RDC nº 331 de 23 de dezembro de 2019 (BRASIL, 2019).

Os resultados mostraram que não foram detectados nos doces ocorrência de microrganismos patogênicos ou deteriorantes que possam comprometer a qualidade e estabilidade do produto sendo, portanto, seguros para o consumo humano. Para bolores e leveduras todas as formulações tiveram resultado $< 10^4$ UFC.g⁻¹; para *Salmonella* sp. não foi detectada a presença do microrganismo em todas as formulações; para a análise de Estafilococos coagulase positiva todas as formulações tiveram resultado < 10 UFC.g⁻¹ e; por fim, todas as amostras apresentaram resultado < 3 NMP.g⁻¹ para coliformes totais. Através das boas práticas de fabricação aplicadas no desenvolvimento do produto, bem como pela

efetividade do tratamento térmico aplicado, baixa atividade de água, baixo pH e alta concentração de açúcar, foi possível obter um produto seguro e de qualidade.

4.3.2 Análise sensorial

Um total de trinta e seis (36) provadores realizaram a análise sensorial, sendo que 47,22% eram do sexo masculino e 52,77% do sexo feminino. A faixa etária de 16 a 25 anos correspondeu a 86,11% dos provadores; 11,11% dos provadores possuíam entre 26 e 35 anos e 2,77% tinham mais de 50 anos. Os provadores foram questionados sobre o conhecimento do fruto da gabiroba e, 25% relataram conhecer o fruto, mas nunca ter consumido, 30,55% relataram não conhecerem o fruto, 22,22% já o consumiram anteriormente.

A Tabela 11 traz os resultados do teste de Tukey para as médias obtidas em cada atributo sensorial de cada formulação.

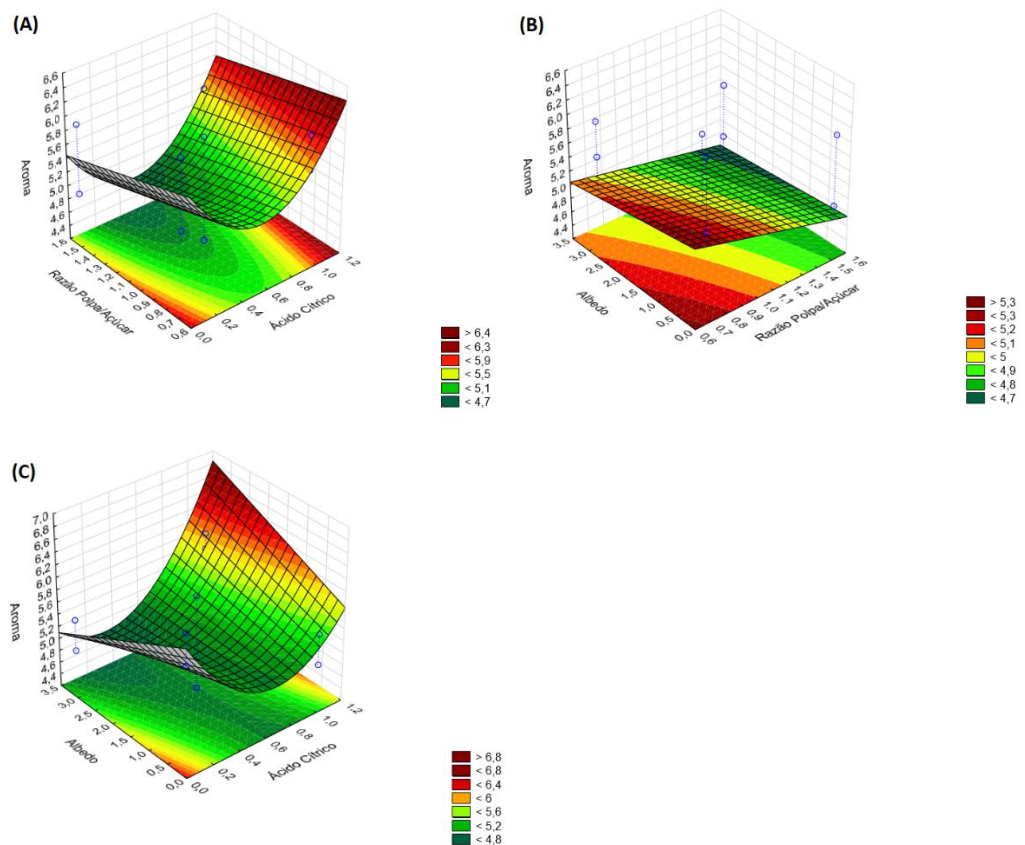
Tabela 11: Teste de Tukey aplicado as médias obtidas na análise sensorial

Amostra	Atributos					
	Aroma	Sabor	Textura	Impressão Global	Frequência de consumo	Intenção de Compra
1	5,75 ^d	4,50 ^c	3,50 ^d	4,00 ^c	3,00 ^c	1,50 ^b
2	5,50 ^c	3,00 ^a	2,50 ^b	3,00 ^a	2,00 ^a	1,00 ^a
3	6,00 ^e	3,50 ^b	2,00 ^a	3,50 ^b	3,00 ^c	2,00 ^c
4	5,00 ^b	4,50 ^c	7,00^g	3,50 ^b	2,00 ^a	1,00 ^a
5	5,00 ^b	5,50 ^e	7,00^g	5,00 ^e	3,00 ^c	2,50 ^d
6	6,00 ^e	6,50 ^g	4,50 ^f	5,50 ^f	3,50 ^d	3,00^e
7	5,50 ^c	5,00 ^d	2,50 ^b	4,00 ^c	3,00 ^c	2,00 ^c
8	6,50^f	7,00^h	7,00^g	6,50^g	4,00^e	3,00^e
9	6,00 ^e	5,50 ^e	4,50 ^f	5,00 ^e	4,00 ^e	2,50 ^d
10	4,50 ^a	6,00 ^f	3,00 ^c	4,50 ^d	2,50 ^b	2,00 ^c
11	4,50 ^a	6,00 ^f	4,00 ^e	4,00 ^c	2,00 ^a	1,00 ^a

Nota: Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna não apresentaram diferenças estatísticas a um nível de 5% de significância segundo o teste de Tukey.

Para o aroma, somente as interações entre as fontes de variação exerceram influência significativa ($p \leq 0,05$). Na Figura 15 apresenta-se o comportamento do atributo aroma das formulações, no qual as maiores notas foram para as menores concentrações de ácido, albedo e razão polpa/açúcar. Esse fato corrobora com os resultados encontrados através do teste de médias (Tabela 11), onde pôde-se notar que no atributo aroma, as médias das onze formulações ficaram entre 4,5- “desgostei ligeiramente” (Formulação 10 e 11) e 6,5 – “gostei ligeiramente” - (Formulação 8). O desconhecimento do sabor e aroma peculiar de frutos exóticos pode ser um fator que influencia na aceitação sensorial de industrializados saborizados (PERFEITO, CORRÊA & PEIXOTO 2017), explicando o fato da preferência dos provadores por doces de gabiroba com menor razão polpa/açúcar.

Figura 15. Superfície de resposta do atributo aroma em função da razão polpa/açúcar x ácido cítrico (A), albedo x razão polpa/açúcar (B), albedo x ácido cítrico (C);



Para o sabor, somente a variação de albedo e as interações entre as fontes de variação exerceram influência significativa ($p \leq 0,05$). Na Figura 16, observa-se que as maiores notas foram atribuídas às formulações com menores concentrações de albedo, ácido cítrico e razão polpa/açúcar (maior quantidade de açúcar). Através da análise da Figura 17 constata-se que a concentração de albedo teve maior influência em relação ao sabor, sendo que, quanto maior a concentração de albedo menor foi a nota obtida nesse parâmetro. Esses parâmetros são encontrados na formulação 8, com média na análise sensorial de 7,0 (Tabela 11).

Tirekí (2017) relatou que existe uma relação inversa entre o sabor e a firmeza de géis e que geleias com maiores quantidades de pectina apresentaram sabor mais frutado, ácido e doce quando comparadas às geleias sem pectina. Os ácidos impactam no sabor ácido e na doçura dos doces por meio da inversão do açúcar (TIREKÍ, 2017). Os açúcares redutores, como a frutose por exemplo, são preferidos em uso industrial por serem mais doces e não cristalizarem facilmente. (RAMESH, 2017). O resultado do presente trabalho sugere que os provadores preferiram formulações menos ácidas e com sabor doce, porém não tão intenso apesar da maior quantidade de açúcar (sacarose), devido à ausência do ácido cítrico e albedo.

Figura 16. Superfície de resposta do atributo sabor em função da razão polpa/açúcar x ácido cítrico (A), albedo x razão polpa/açúcar (B), albedo x ácido cítrico (C)

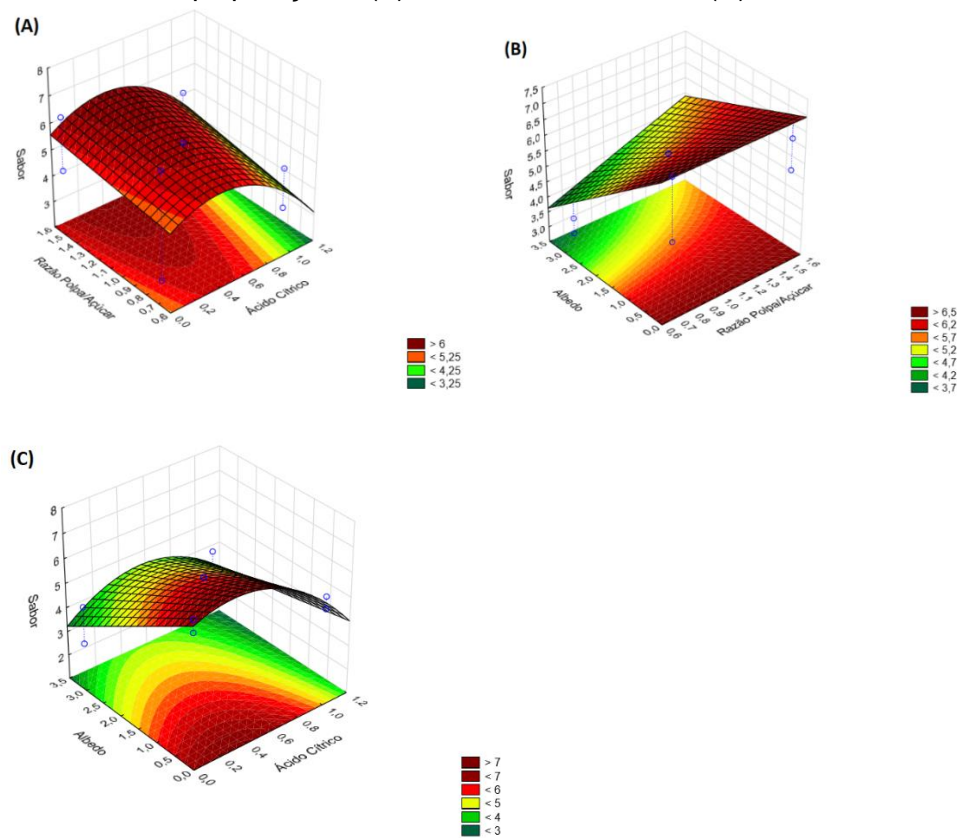
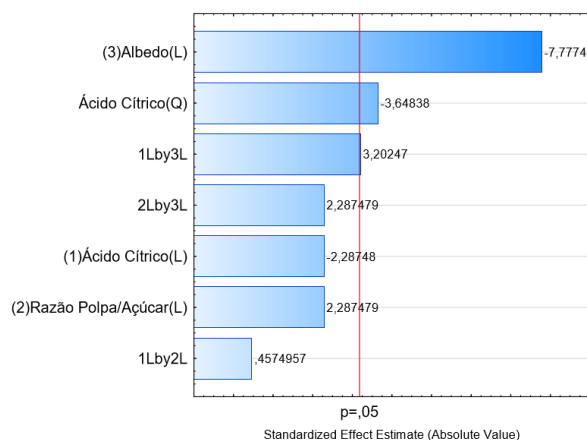


Figura 17. Gráfico de Pareto para análise de sabor do doce de gabirola

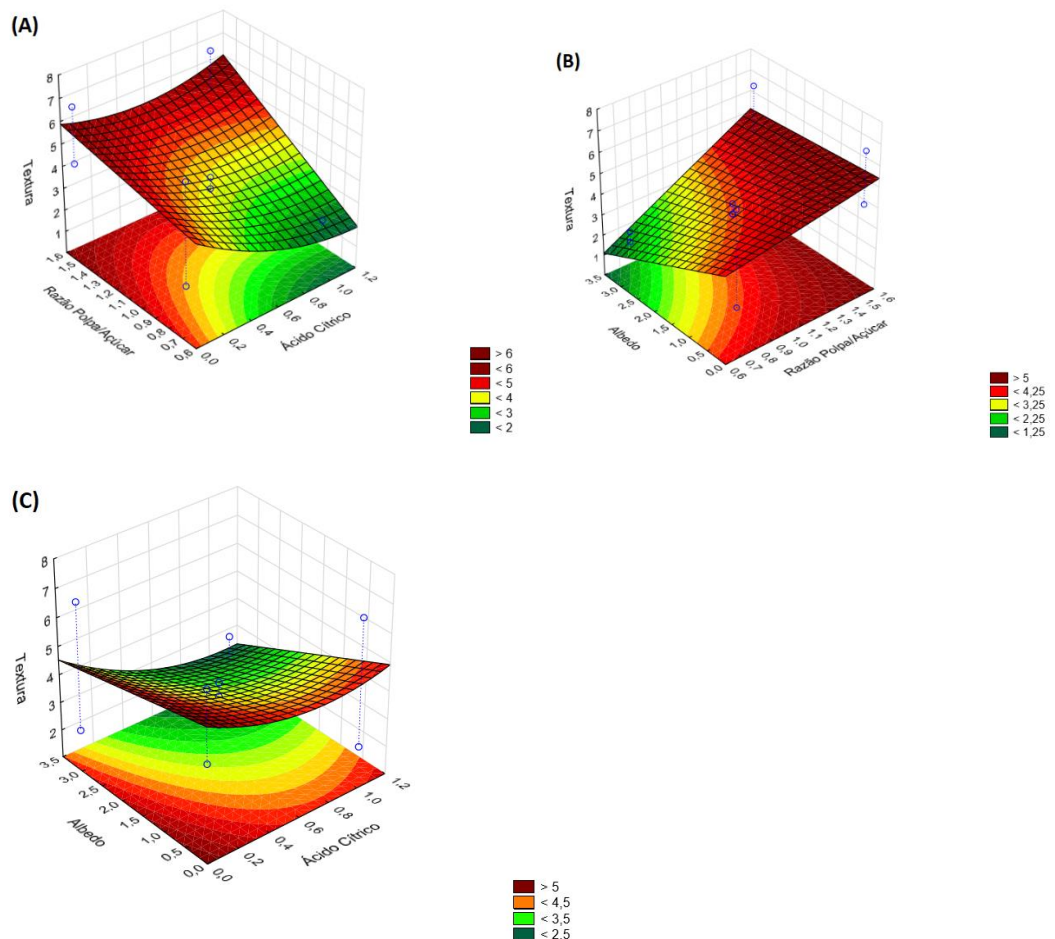


Somente as interações entre as fontes de variação exerceram influência significativa ($p \leq 0,05$) para a textura. Na Figura 18 observa-se que quantidades menores de albedo e ácido cítrico e maiores razão de polpa/açúcar obtiveram notas maiores. No teste de médias, para textura houve variação das notas entre 2,00 – “desgostei muito” (Formulação 3) e 7,00 – “gostei moderadamente” (Formulação 4, 5 e 8). Apesar das menores quantidades de albedo

e ácido, as formulações com maiores médias podem ter atingido uma textura adequada e agradável aos provadores devido à proporção de polpa e açúcar presente na formulação. Segundo Ferreira (2018) o açúcar também auxilia na formação do gel, conferindo textura característica de geleia. A pectina presente no próprio fruto de gabioba (BARBIERI et al., 2019), e conseqüentemente na polpa, pode ter contribuído também para a textura do doce. A polpa utilizada para a produção dos doces é do fruto integral e, cascas de frutos contém maiores teores de acidez, de fibra alimentar e de compostos bioativos que a polpa. A adição de níveis elevados de fibra pode aumentar a capacidade de retenção de água, formando um gel muito viscoso e de textura firme (TEIXEIRA & NOVELLO, 2020).

Quando comparadas as tendências das médias de dureza e textura é possível observar que formulações com maiores quantidades de albedo e menor razão polpa/açúcar obtiveram maiores valores de dureza e menores notas em relação à textura, demonstrando novamente a preferência dos provadores pelos doces com textura menos dura.

Figura 18. Superfície de resposta do atributo textura em função da razão polpa/açúcar x ácido cítrico (A), albedo x razão polpa/açúcar (B), albedo x ácido cítrico (C).



Em relação à impressão global somente as interações entre as fontes de variação exerceram influência significativa ($p \leq 0,05$). Através do teste de Tukey (Tabela 11), observa-se que as médias de todas as formulações variaram entre 3,0 – “desgostei moderadamente”

(Formulação 2) e 6,5 (Formulação 8), indicando a faixa de aceitação entre “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”. Na Figura 19 foi observado que, quanto à impressão global, as formulações otimizadas são as que tiveram menores quantidades de ácido, albedo e razão polpa/açúcar, mostrando a preferência dos provadores por alimentos menos ácidos e mais doces. Os resultados obtidos pela análise de superfície de resposta corroboram com aqueles encontrados pelo teste de médias, já que a Formulação 8 apresenta tais características.

Através da análise da Figura 20 constata-se que a concentração de albedo teve maior influência em relação à impressão global, sendo que, quanto maior a concentração de albedo menor foi a nota obtida nesse quesito. A interação entre albedo e ácido cítrico também teve influência significativa na análise da impressão global. De acordo com a análise de variância dos parâmetros da análise sensorial o albedo teve influência significativa somente no sabor, podendo-se inferir, portanto, que o sabor seja um atributo de grande relevância para a impressão global do produto.

Figura 19. Superfície de resposta do atributo impressão global em função do ácido cítrico x razão polpa/açúcar (A), albedo x razão polpa/açúcar (B), albedo x ácido cítrico (C)

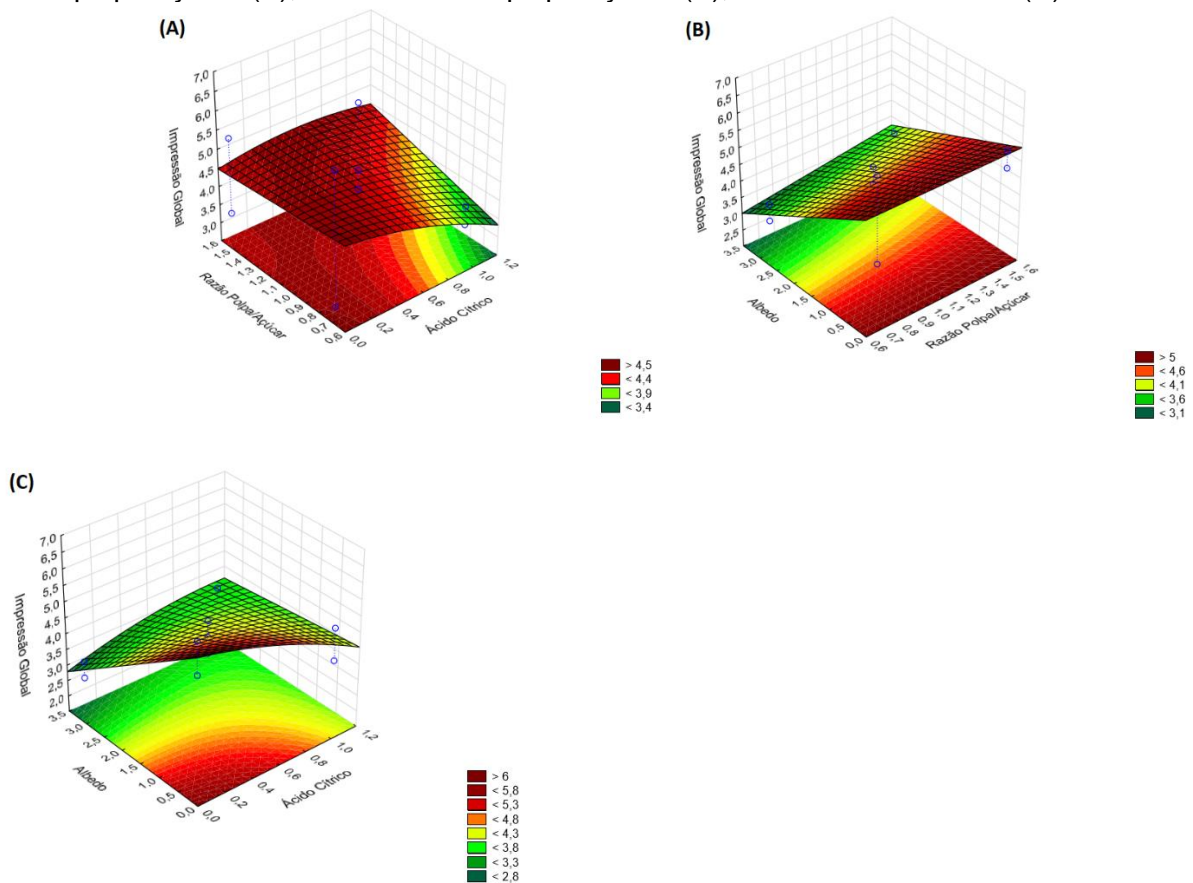
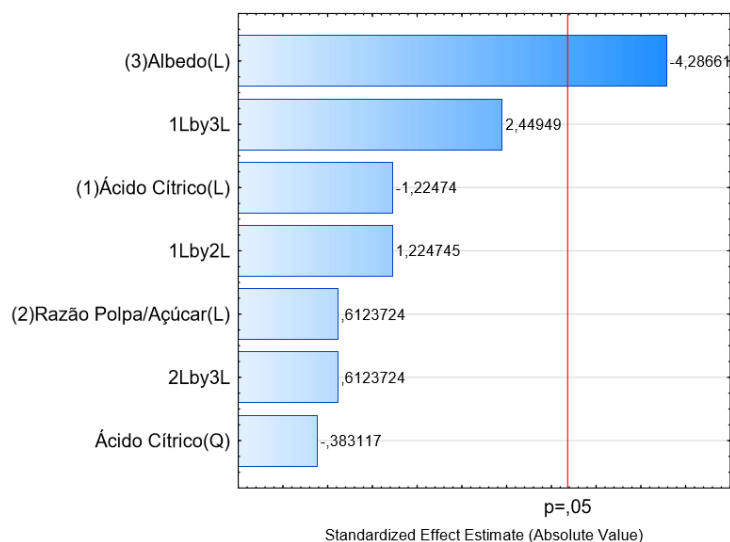


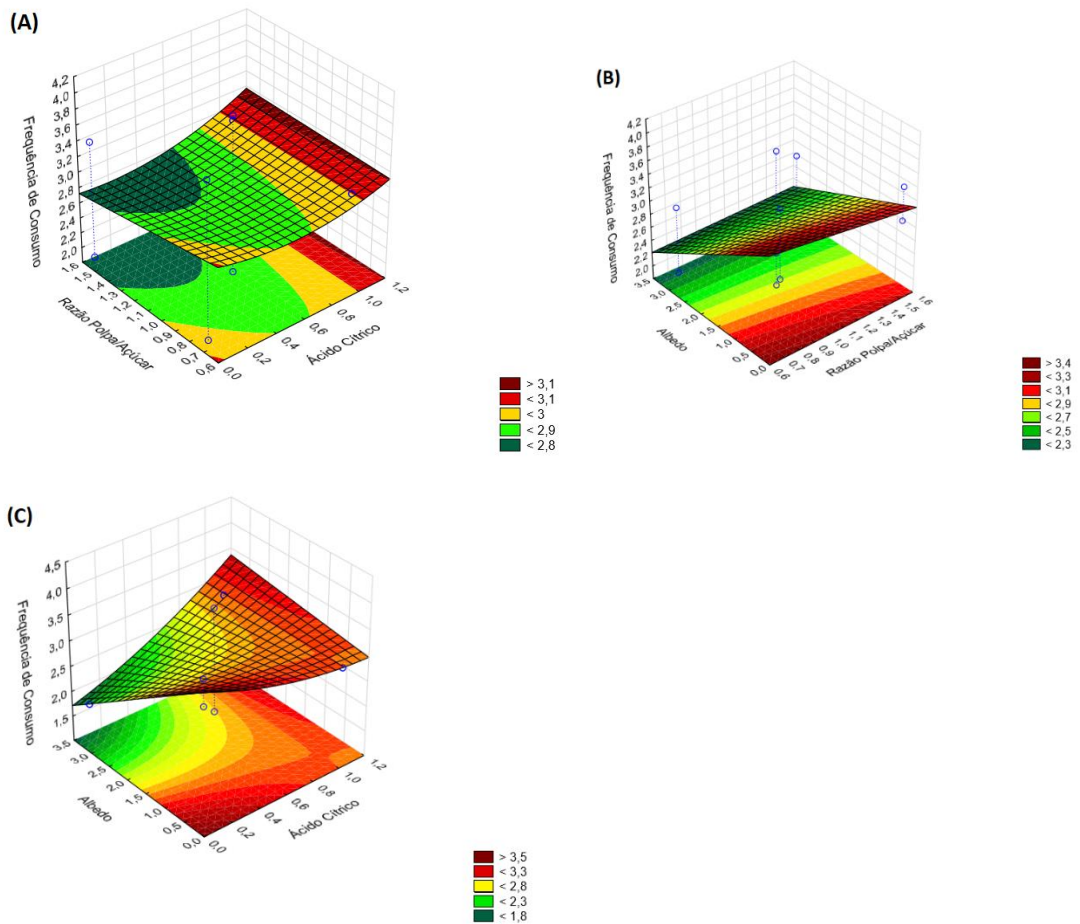
Figura 20. Gráfico de Pareto para análise da impressão global no doce de gabioba.



Somente as interações entre as fontes de variação exerceram influência significativa ($p \leq 0,05$) em relação a atitude do consumidor quanto à frequência de consumo, obtendo-se notas através do teste de médias, que variaram entre 2 – “comeria isso se não pudesse escolher outro alimento” (Formulações 2 e 4) e 4,0 – “comeria ocasionalmente” (Formulação 8). Na Figura 21 observa-se que a região ótima quanto à atitude do consumidor foi obtida nas formulações com menores quantidades de albedo, ácido cítrico e razão polpa/açúcar, características encontradas na formulação 8, corroborando com o resultando encontrado em relação à impressão global do produto.

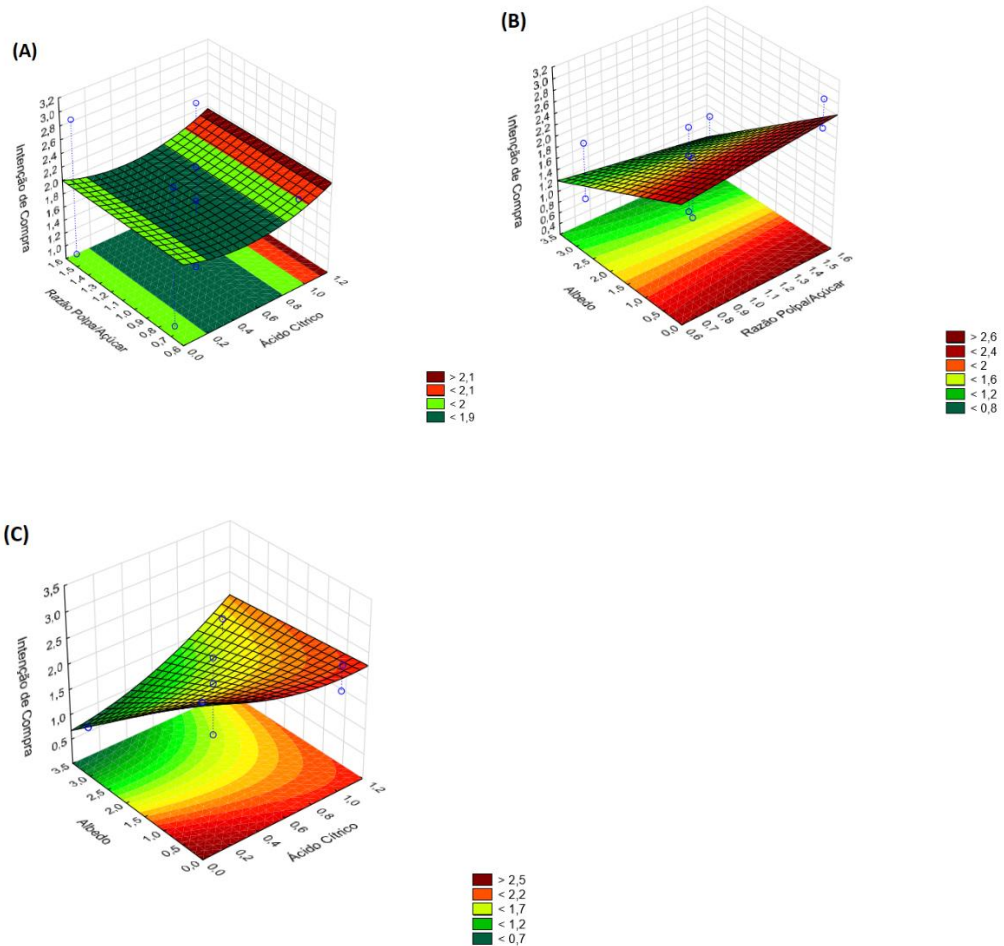
O resultado sobre a baixa frequência de consumo dos doces de gabioba pode ser explicado devido ao fato de que 55,55% dos provadores nunca haviam consumido o fruto anteriormente. Dados sobre o perfil nutricional de frutos exóticos, além de incentivar o seu consumo, podem servir como base para a utilização destes frutos como matérias-primas na produção de derivados alimentícios, além de promover o desenvolvimento local, fomentar a economia e romper a barreira da sazonalidade, disponibilizando o fruto durante todo o ano. Nesse sentido, doces e geleias são feitos para preservar os frutos para que possam ser consumidos quando estão fora de época e, quando bem processados, retêm, em grande parte, suas características nutricionais e sensoriais por períodos mais longos, tornando o transporte, armazenamento e comercialização mais fáceis.

Figura 21. Superfície de resposta da frequência de consumo (atitude) em função da razão polpa/açúcar x ácido cítrico (A), albedo x razão polpa/açúcar (B), albedo x ácido cítrico (C)



Quanto à intenção de compra, somente as interações entre as fontes de variação exerceram influência significativa ($p \leq 0,05$). Através do exposto na Figura 22 podemos concluir que as formulações com menores quantidades de albedo obtiveram uma melhor intenção de compra do produto, corroborando com a preferência do consumidor para textura (Figura 18) e sabor (Figura 16). Esse resultado sugere que seja analisado o teor de pectina no fruto da gabioba, para averiguar se a pectina presente naturalmente no fruto é realmente suficiente para a formação do gel, podendo-se assim ter uma mudança na formulação de doces de frutos.

Figura 22. Superfície de resposta da intenção de compra em função da razão polpa/açúcar x ácido cítrico (A), albedo x razão polpa/açúcar (B), albedo x ácido cítrico (C)



Em todos os atributos analisados pelo teste de médias, destacou-se a formulação 8, obtendo médias de 6,50 (gostei moderadamente) em aroma; 7,00 (gostei moderadamente) em sabor; 7,00 (gostei moderadamente) em textura; 6,5 (gostei moderadamente) em impressão global; 4,00 (desgostei ligeiramente) em atitude e 3,00 (desgostei moderadamente) em intenção de compra, sendo, portanto, a formulação mais apreciada pelos provadores. Desta maneira, a formulação 8 foi armazenada por 150 dias para o acompanhamento da estabilidade físico-química dos doces.

4.4 ESTABILIDADE FÍSICO-QUÍMICA DO DOCE DE GABIROBA

A partir do acompanhamento da estabilidade do doce armazenado durante 150 dias é possível observar que o tempo de armazenamento influenciou significativamente ($p < 0,05$) todos as variáveis físico-químicas e físicas analisadas. A temperatura influenciou nas variáveis A_w , sólidos solúveis, licopeno, compostos fenólicos, cor (L^* e Hue), adesividade e dureza e os teores de açúcares (sacarose, glicose e frutose). As embalagens utilizadas influenciaram as variáveis Acidez titulável, A_w , sólidos solúveis, licopeno, compostos fenólicos

e cor (L^* e Hue), teores de açúcares (sacarose, glicose e frutose), não exercendo influência nas variáveis de textura dos doces. Todas as variáveis, exceto o parâmetro L^* , foram influenciados pela interação entre temperatura e tempo.

Os valores de pH dos doces nas embalagens de polipropileno e polietileno apresentaram um acréscimo entre os 30 e 90 dias de armazenamento (Figura 23), retornando a valores próximos aos iniciais ao fim do armazenamento, corroborando com o decréscimo acentuado da acidez observada a partir dos 30 dias de armazenamento (Figura 24), seguindo comportamento de decréscimo até os 150 dias.

Os valores de Acidez corroboram com os encontrados por Freitas et al. (2008) e Cândido et al. (2009) em seus estudos avaliando a estabilidade durante 180 dias de geleia de Gabiroba e doce em pasta de Gabiroba, respectivamente. No estudo da geleia de Gabiroba, a formulação que apresentou o mesmo comportamento também não apresentava ácido cítrico como ingrediente.

Ressalta-se que os valores finais de pH (Figura 23) se apresentaram iguais ou abaixo de 4,5, a partir desse valor pH torna-se propício o desenvolvimento de esporos de *Clostridium botulinum* (GODOY et al., 2005).

Figura 23. Valores médios de pH do doce de Gabiroba durante o armazenamento. (A) embalagem polipropileno e (B) embalagem polietileno.

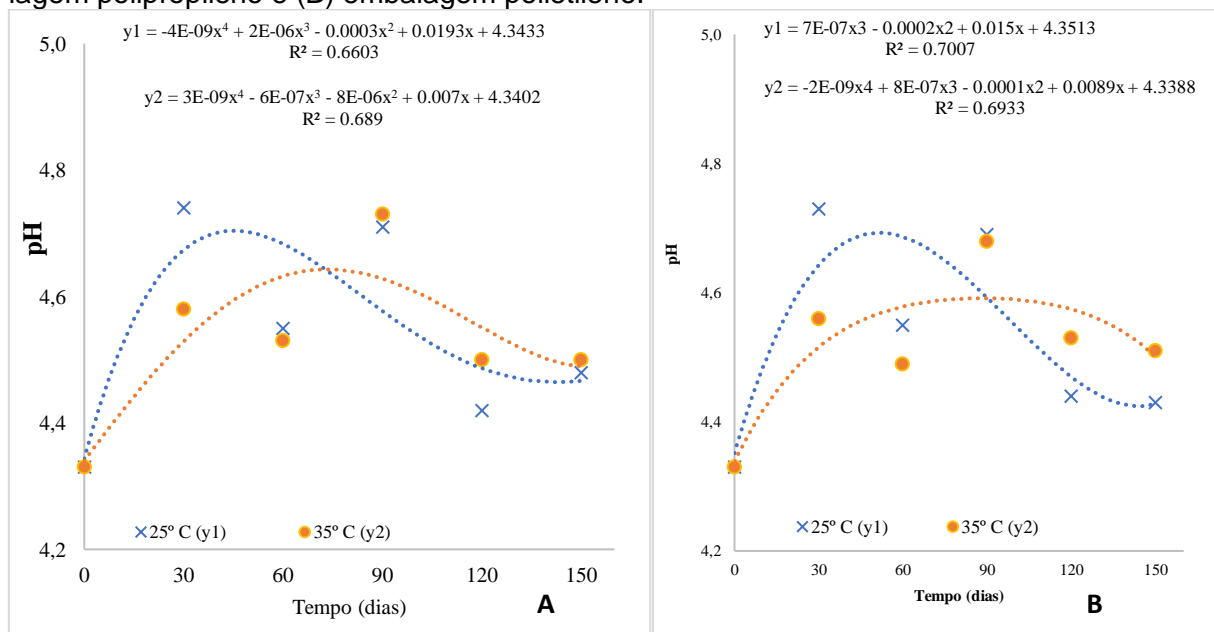
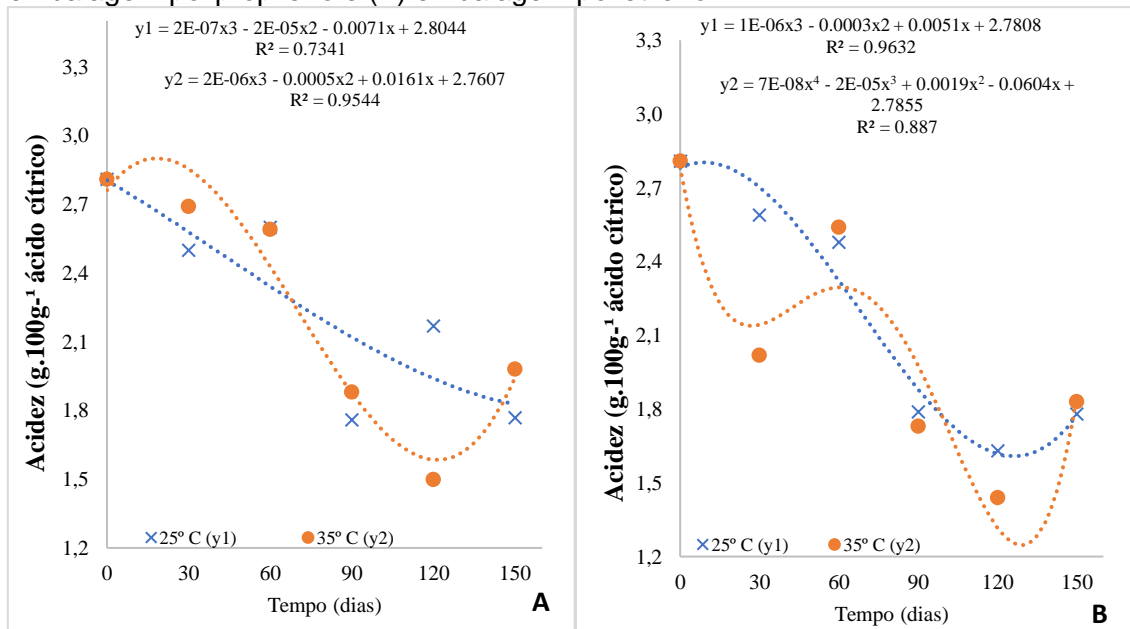


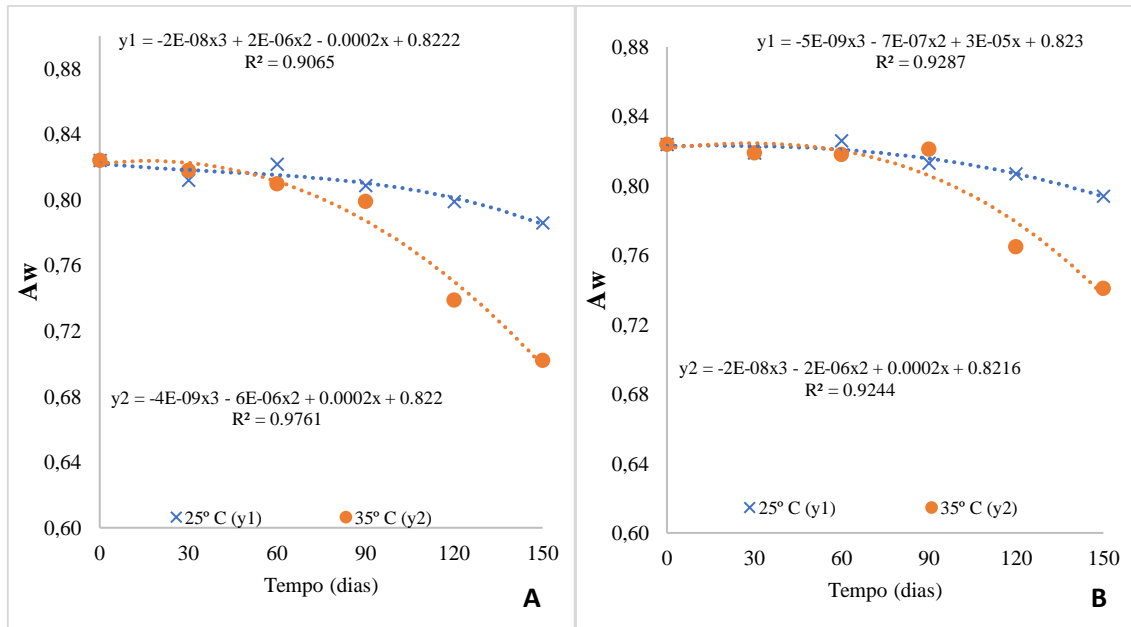
Figura 24. Valores médios de Acidez do doce de Gabiroba durante o armazenamento. (A) embalagem polipropileno e (B) embalagem polietileno.



A atividade de água (A_w) apresentou oscilações semelhantes para ambas as embalagens e temperaturas (Figura 25). Esta variável sofreu influência significativa do Tempo, Temperatura e Embalagem ($p \leq 0,05$) durante o armazenamento. Entre os 60 e 150 dias de avaliação de armazenamento houve um decréscimo desse parâmetro. Fato esse que pode estar relacionado à hidrólise de pectina e açúcares não redutores á redutores, resultando na evaporação de água e conseqüentemente no aumento no teor de sólidos solúveis, comportamento observado no presente estudo (Figura 26) (RIDEL et al., 2015; SOARES JUNIOR et al., 2003).

Durante o armazenamento os valores de A_w se apresentaram entre 0,70 a 0,82, valores abaixo dos limites de crescimento de principais patógenos alimentares e bolores e leveduras ($A_w \geq 0,85$), comumente relacionados a doces de frutas (BRASIL, 2019; MOURA et al., 2010; FRANCO; LANDGRAF, 2005). Esse resultado denota a possibilidade de não utilização de conservantes no preparo do doce de Gabiroba, pois a formulação utilizada durante o armazenamento não apresenta sequer ácido cítrico.

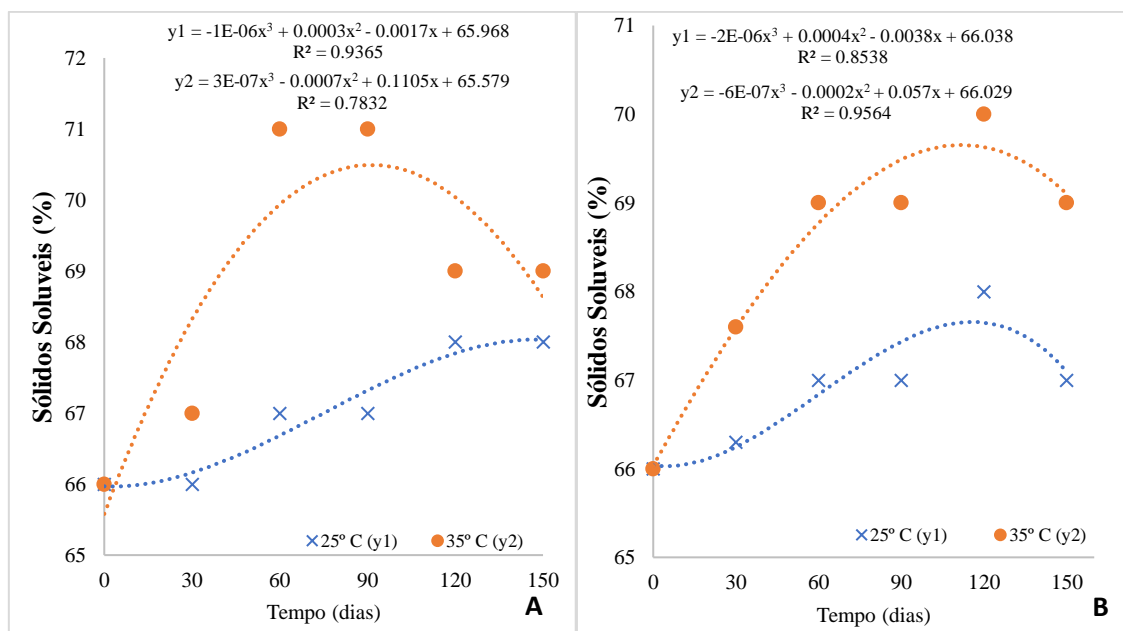
Figura 25. Valores médios de Atividade de água do doce de Gabiroba durante o armazenamento. (A) embalagem polipropileno e (B) embalagem polietileno.



O tempo, temperatura e a embalagem exerceram influência significativa ($p \leq 0,05$) sobre o teor de sólidos solúveis dos doces de Gabiroba durante o armazenamento. Os valores apresentaram um acréscimo aos 60 dias de armazenamento (Figura 26), mantendo-se acima dos valores iniciais até o final do armazenamento. Comportamento similar observado por Freitas et al. (2008) durante o armazenamento de geleia de Gabiroba sem ácido cítrico.

De acordo com a Resolução Normativa nº 9 de 1978 da ANVISA, o teor de sólidos solúveis do produto deve ser acima de 65° Brix para os doces em massa (BRASIL, 1978), sendo assim, é possível afirmar que o doce armazenado em ambas temperaturas e embalagens se apresentaram de acordo com a legislação durante os 150 dias de armazenamento.

Figura 26. Valores médios de Sólidos solúveis do doce de Gabiroba durante o armazenamento. (A) embalagem polipropileno e (B) embalagem polietileno.



Quanto aos valores encontrados para licopeno durante o armazenamento (Figura 27), nota-se uma degradação semelhante para ambas as embalagens na temperatura de 25° C. Já os valores para o doce armazenado a temperatura de 35° C na embalagem de polipropileno sofreram um acréscimo a partir de 90 dias armazenados.

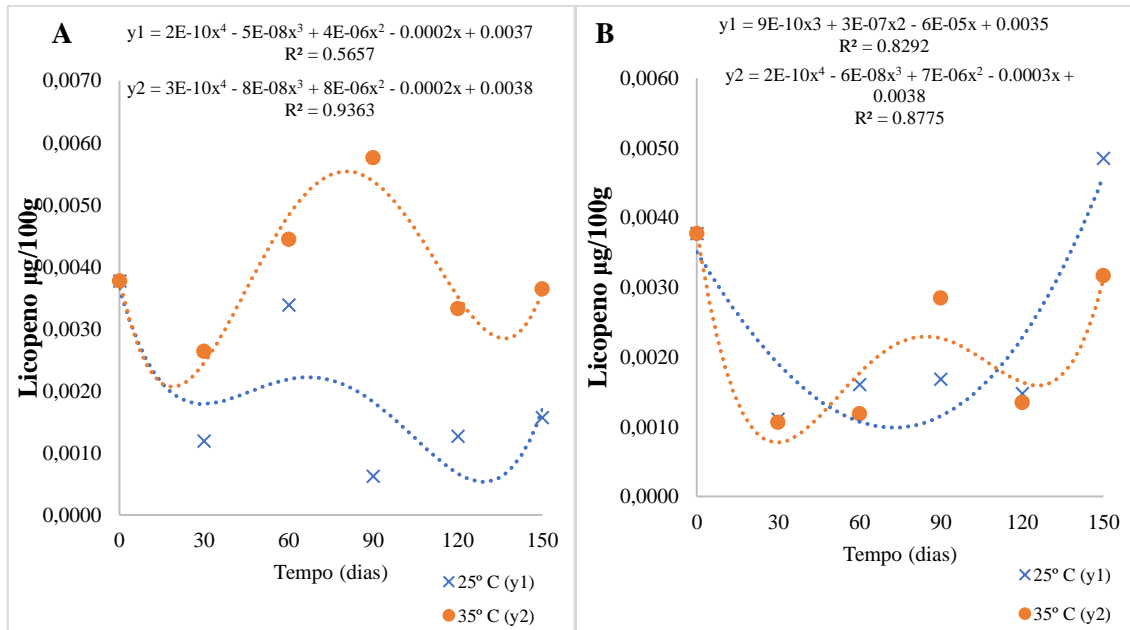
Conforme Costa e Costa (2003), o licopeno é um carotenoide responsável pela coloração avermelhada de frutas. É encontrado em plantas predominantemente na configuração trans-isômero, a forma termodinamicamente mais estável; porém são os compostos na forma cis-isômeros a forma mais bem absorvida pelo organismo humano (MORITZ; TRAMONTE, 2006).

Alguns estudos relataram que a aplicação de calor induz à isomerização do licopeno para a forma cis, aumentando sua biodisponibilidade e conseqüentemente sua absorção pelo organismo humano (ALVARENGA et al., 2017; JAYATHUNGE et al., 2017; RAO; AGARWAL, 2000).

Apesar dessa resistência ao calor, o licopeno pode se tornar bastante frágil no que diz respeito ao tipo de processamento e as condições de armazenamento, podendo vir acontecer sua oxidação ou isomerização, o que prejudica sua absorção (PELLISSARI; RONA; MATIOLI, 2008).

Os dados mostraram um baixo teor do carotenoide nos doces, e sua degradação tal pode ter ocorrido em função da cocção e movimentos no processo e ainda durante o armazenamento, além do que a formulação utilizada apresenta menor proporção de polpa utilizada na formulação (40/60 - polpa/açúcar).

Figura 27. Valores médios de Licopeno do doce de Gabiroba durante o armazenamento. (A) embalagem polipropileno e (B) embalagem polietileno.

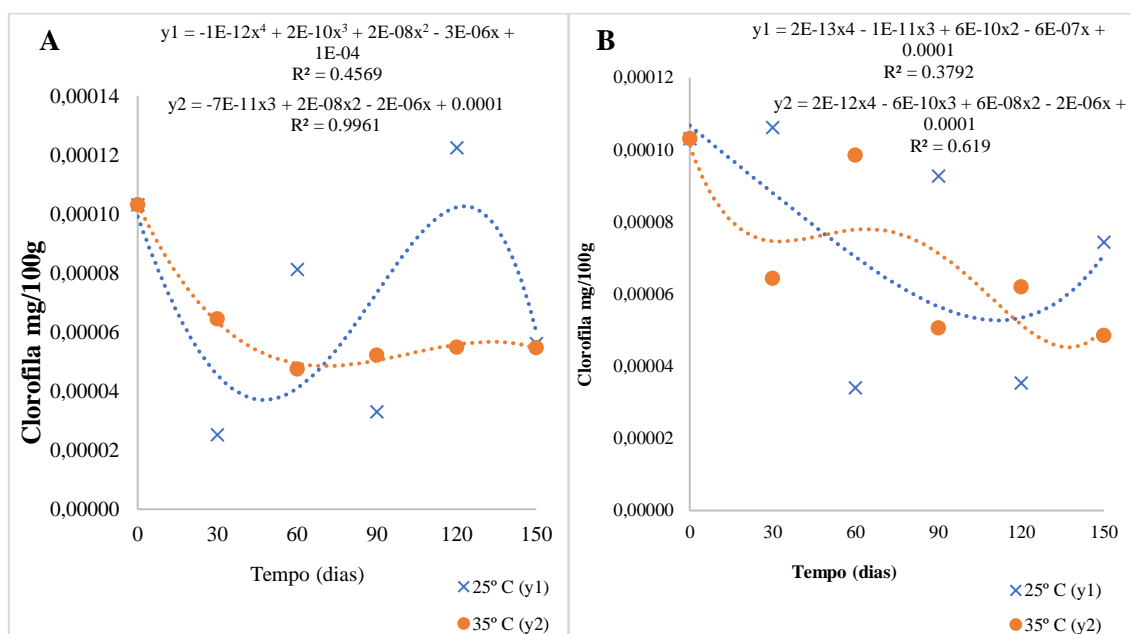


Todas as variáveis em estudo influenciaram ($p \leq 0,05$) na estabilidade da Clorofila durante os 150 dias de armazenamento. Houve uma oscilação dos valores durante o armazenamento (Figura 28), principalmente na temperatura de 25°C e embalagem de polietileno. Na temperatura de 25°C ocorreu um acréscimo aos 120 dias para embalagem de polipropileno e 150 dias para embalagem de polietileno.

Aos 30 dias de armazenamento foi registrado uma alta redução nesse parâmetro, neste mesmo tempo observou-se um aumento do pH, diminuição da atividade de água e acréscimo nos parâmetros de cor para luminosidade, tendendo a cor mais clara, pela degradação da clorofila.

A clorofila é sensível ao pH, enzimas, temperatura, luz e oxigênio, e apresentam maior ou menor influência na sua degradação de acordo com a atividade de água do alimento (HEATON; MARANGONI, 1996; BOHN, T.; WALCZYK, 2004). Diante disso, a constituição do alimento, as condições de processamento e o ambiente de armazenagem, influenciam grandemente na oscilação da degradação da clorofila em alimentos processados.

Figura 28. Valores médios de Clorofila do doce de Gabiroba durante o armazenamento. (A) embalagem polipropileno e (B) embalagem polietileno.



Com relação aos compostos fenólicos totais os resultados apresentaram oscilações tendendo ao decréscimo durante o armazenamento (Figura 29), principalmente nas geleias armazenadas em embalagens de polietileno, ressaltamos ainda que a partir do tempo 120 dias para embalagem de polietileno não foi possível a detecção dos compostos fenólicos nas amostras armazenadas a 25 °C. Esse resultado pode ser justificado devido à alta instabilidade do teor fenólico a temperaturas entre 20-40°C, provocando reações não-enzimáticas que acontecem quando estruturas celulares são interrompidas (KAMILOGLU et al., 2015). Outro fato que pode estar relacionado à oscilação no teor de compostos fenólicos totais ocorre durante o processamento, onde a concentração de fenóis pode ser modificada pela reação de escurecimento enzimático, devido à ação da enzima polifenoloxidase (PPO) e pela formação de precipitados (CLIFF et al., 1991).

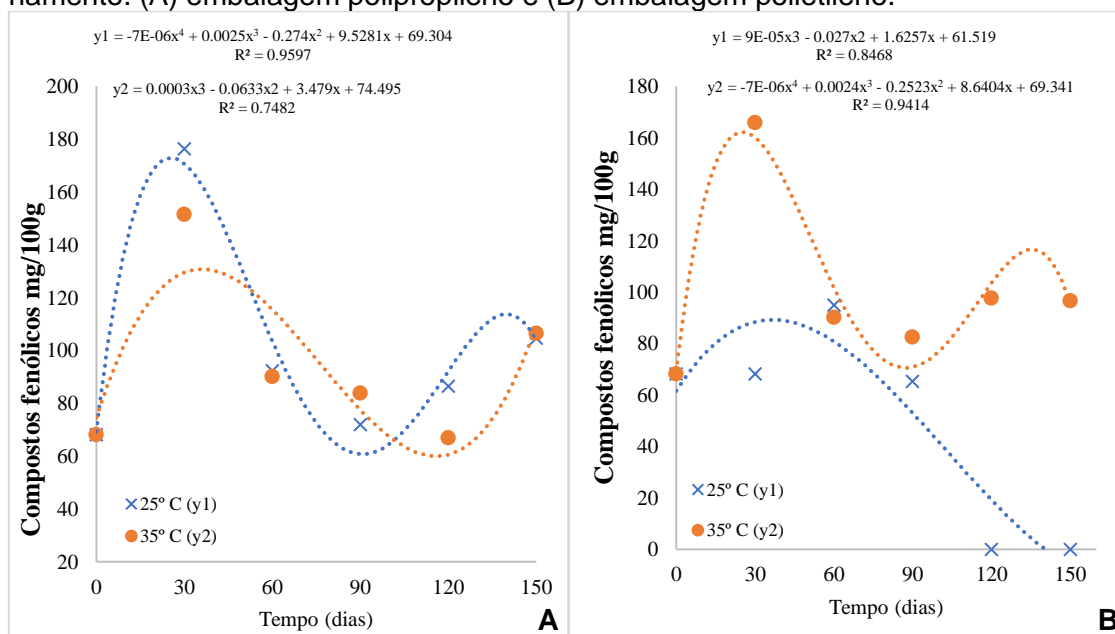
A redução do no teor de compostos fenólicos durante o armazenamento também foi observada por Yuyama et al., (2008) ao estudar a estabilidade geléia dietética de cubiu (*Solanum sessiliflorum Dunal*) durante 180 dias, por Souza et al., (2018) em geleias mistas de umbu e mangaba e Viana et al., (2015) em geleias de umbu-cajá.

Ainda assim, os resultados para teor de fenólicos nos doces foram altos (média 82,54mg/10g). Santos e colaboradores (2013) encontraram em gabiroba *in natura* a média de 131,90 no teor de compostos fenólicos. O método de cozimento e o tempo em que os alimentos ficam expostos a altas temperaturas afetam fortemente suas taxas de antioxidantes.

Tais resultados corroboram com Machado et al. (2019) que avaliaram formulações doce de pêsego durante 10 meses de armazenamento. Notaram ao fim que ocorreu uma redução no conteúdo de compostos fenólicos, durante o processo de elaboração doce e um decréscimo gradativo no conteúdo durante o período de estocagem, mas ao final deste

período ainda foi observado a presença destes compostos.

Figura 29. Valores médios de Compostos fenólicos do doce de Gabiroba durante o armazenamento. (A) embalagem polipropileno e (B) embalagem polietileno.



Os doces apresentaram alterações nos parâmetros de cor ao longo do tempo (Figuras 30, 31 e 32), mas apenas a variável Tempo exerceu influência significativa ($p < 0,05$) em todos os parâmetros de coloração durante os 150 dias de armazenamento (Tabela 19).

No que se refere ao parâmetro L^* , observou-se uma oscilação durante o armazenamento indicando uma tendência de os doces ficarem mais escuros no final do armazenamento. O ar e a temperatura são os principais responsáveis por alterações dos pigmentos e das vitaminas, e como foi possível observar nos resultados de clorofila, licopeno e compostos fenólicos houve uma degradação, que pode ter ocasionado o escurecimento dos doces (MARTINSEN et al., 2020; PRATI, 2014).

Tal comportamento foi reportado por Monteiro e Pires (2016) ao avaliarem geleia de murici armazenada em diferentes condições ambientais, apontando para o escurecimento com o decorrer dos dias de armazenamento. E ainda, por Oliveira et al. (2014) em seu estudo da estabilidade de geleias de umbu-cajá armazenadas em temperatura ambiente por 180 dias.

A cromaticidade e o ângulo hue reduziram com o armazenamento (Figuras 31 e 32), sendo influenciados significativamente pelo tempo, e hue pela temperatura e embalagem ($p < 0,05$).

Os valores encontrados para hue foram entre 95,05 a 66,30, onde de acordo com Canuto et al. (2010), o 0° representa vermelho puro, 90° o amarelo puro, 180° o verde puro e a 270° o azul puro. Portanto, os doces tenderam ao amarelo puro.

A cromaticidade indica saturação, portanto, quanto mais altos os valores de C^* , maior a saturação das cores perceptíveis. Cores neutras possuem baixa saturação, enquanto as

cores puras possuem alta saturação e, portanto, mais brilhantes na percepção humana (LAWLESS; HEYMAN, 1998; PATHARE; OPARA; AL-SAID, 2013).

Os doces obtiveram médias ao fim do armazenamento entre 10,7 e 7,46, de acordo com o sistema de cores Munsell, as cores apresentam saturação de 0 a 12 ou mais, quanto maior este valor, maior a concentração do pigmento, e mais “viva” é a cor (MINOLTA, 2007).

Figura 30. Valores médios de Luminosidade (L^*) do doce de Gabiroba durante o armazenamento. (A) embalagem polipropileno e (B) embalagem polietileno.

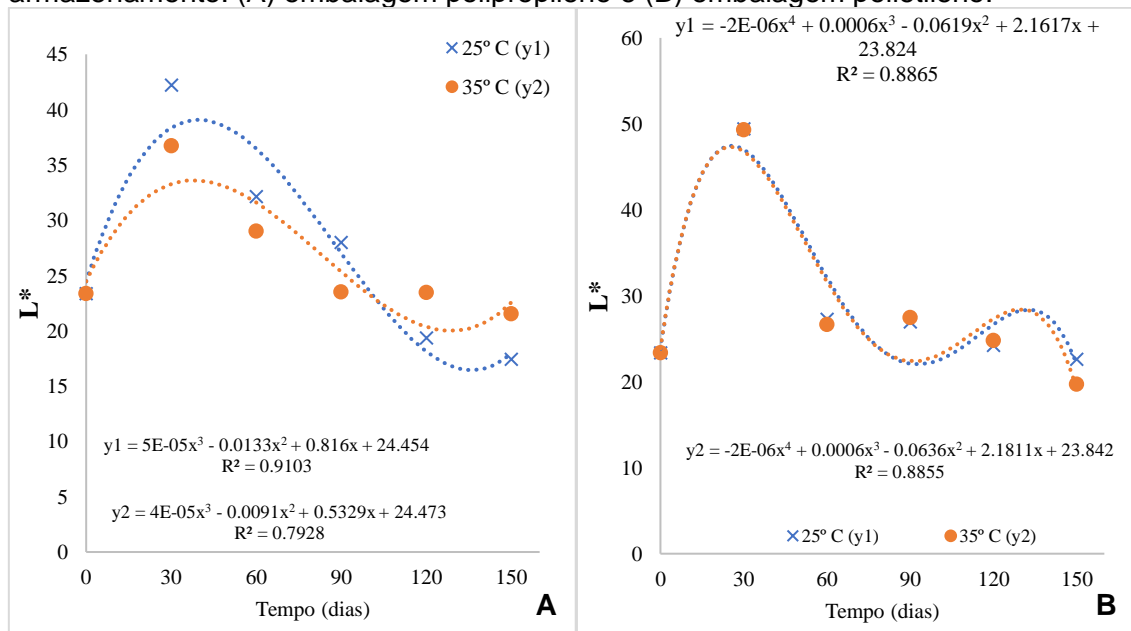


Figura 31. Valores médios de Cromaticidade do doce de Gabiroba durante o armazenamento. (A) embalagem polipropileno e (B) embalagem polietileno.

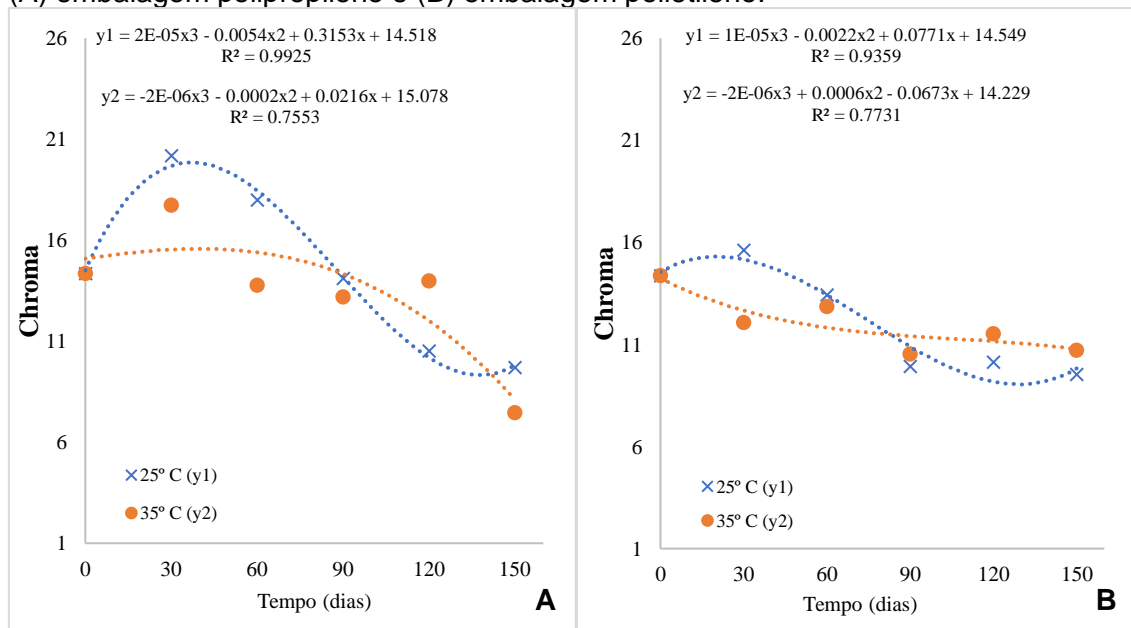
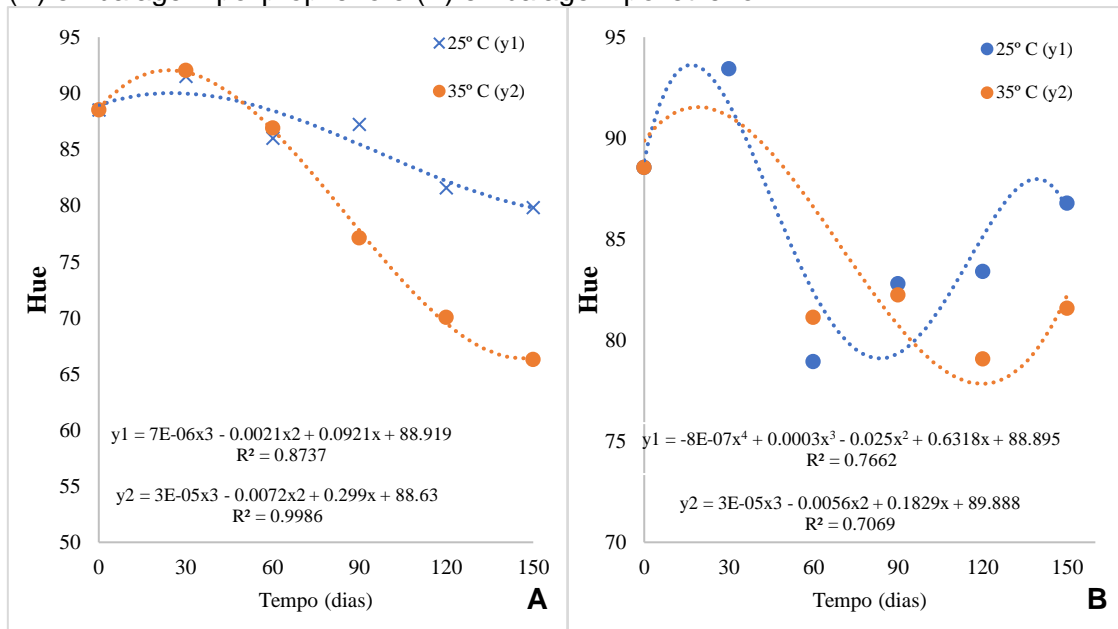


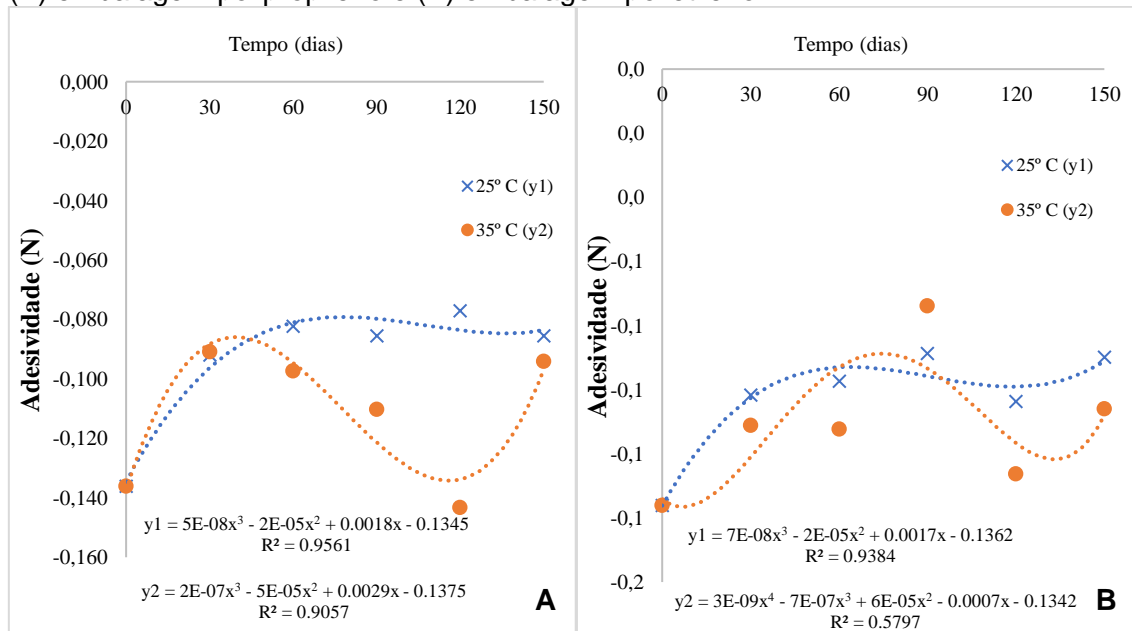
Figura 32. Valores médios do Ângulo hue do doce de Gabiroba durante o armazenamento. (A) embalagem polipropileno e (B) embalagem polietileno.



Analisando os dados de textura, os parâmetros Adesividade e Dureza sofreram influência significativa ($p \leq 0,05$) do Tempo e da Temperatura, mas não das Embalagens. Houve uma oscilação maior dos valores em ambas as embalagens a temperatura de 35°C aos 120 dias de armazenamento, demonstrando maiores valores nesse tempo.

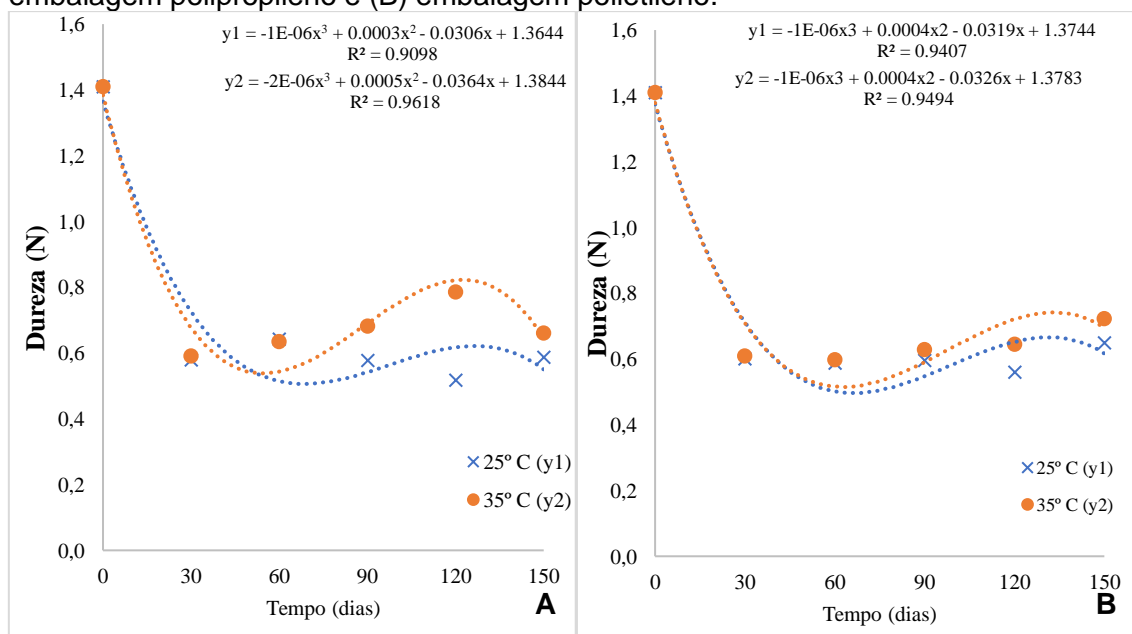
Adesividade é considerada a aderência entre o produto e a superfície, e está relacionada a estrutura molecular do produto (MUTLU et al., 2018). Dessa forma, observou-se um aumento da força nesse parâmetro no estudo (Figura 33), tal comportamento é reportado com o aumento do teor de sólidos solúveis, em consequência da hidrólise de açúcares e pectina e evaporação de água, comportamentos observados no estudo.

Figura 33. Valores médios de Adesividade do doce de Gabiroba durante o armazenamento. (A) embalagem polipropileno e (B) embalagem polietileno.



A dureza dos doces armazenados em ambas as embalagens apresentou redução durante tempo de armazenamento, está mais expressiva a partir dos 30 dias de armazenamento (Figura 34). Tal comportamento difere do observado por Brandão et al. (2020), Hurler et al. (2012) e Martins et al. (2011), que pode ser explicado a partir do exposto por Curi et al. (2018) que relatam que a adição de ácido cítrico é fator primordial na textura, em especial na firmeza de doces, visto que a formulação avaliada não apresenta ácido cítrico e pectina como ingredientes adicionados em sua formulação.

Figura 34. Valores médios de Dureza do doce de Gabiroba durante o armazenamento. (A) embalagem polipropileno e (B) embalagem polietileno.



Em relação aos carboidratos, glicose, frutose e sacarose, é possível observar que

todos os açúcares analisados sofreram influência significativa do tempo de armazenamento, temperatura, embalagem e suas interações ($p \leq 0,05$).

A glicose e a frutose sofreram um aumento da sua concentração durante o armazenamento, do tempo zero até 90 dias, em ambas as embalagens e temperaturas. Nos tempos de 120 e 150 dias de armazenamento ocorreram oscilações nas concentrações de glicose e frutose (Figuras 36 e 37). A concentração de sacarose durante o armazenamento apresentou pequenas oscilações, mas apresentando uma tendência ao seu decréscimo nas embalagens de polietileno de polipropileno em ambas as temperaturas (Figura 35). O decréscimo da concentração de sacarose durante o armazenamento pode ser confirmado pelos cromatogramas.

Na Figura 38 observamos o cromatograma do tempo zero do doce de gabirola, no qual o primeiro pico corresponde a sacarose, seguidos da glicose e frutose. Nas Figuras 39, 40, 41 e 42 são apresentados os cromatogramas dos doces armazenados nas embalagens de polipropileno e polietileno, nas temperaturas de 25°C e 35°C no tempo de 90 dias. Em todas as condições, com 90 dias de armazenamento, observamos uma diminuição da concentração da sacarose e aumento das concentrações de glicose e frutose, evidenciando a hidrólise da sacarose. Também pode ser observado que a temperatura teve uma maior influência na hidrólise da sacarose já que as amostras armazenadas na temperatura de 35°C apresentaram maiores concentrações de glicose e frutose (Figuras 39 e 40).

Esses resultados possivelmente são decorrentes da hidrólise da sacarose durante o armazenamento, levando à formação de glicose e frutose. Em condições de cozimento, a sacarose é submetida a um meio ácido, tanto pela acidez natural das frutas quanto pela adição de ácidos orgânicos (quando a fruta não for ácida). Nesse meio ácido, a sacarose sofre processo de hidrólise, onde ocorre a quebra de sua molécula e seu desdobramento parcial nos monossacarídeos glicose e frutose (RAMESH & ROSELL, 2017).

O processo de hidrólise da sacarose ocorre com a inversão da rotação óptica dos produtos da reação. A sacarose é dextrogira, mas o resultado da mistura de glicose e frutose é ligeiramente levogiro. A frutose levogira tem uma rotação maior que a glicose dextrogira (RAMESH & ROSELL, 2017). Esse processo, conhecido como inversão, evita a cristalização que pode vir a ocorrer durante o armazenamento de doces (TORREZAN, 2015). Por outro lado, esta nova mistura de sacarose, glicose e frutose têm maior solubilidade que a sacarose pura, indicando um menor grau de hidrólise neste processo, o que é desejável para estabilidade física do doce (AGUIAR et al., 2019).

A sacarose não tem influência na reação de escurecimento não-enzimático (Reação de Maillard), porém a glicose, além de conferir características como brilho, sabor doce suave e redução na formação de cristais, intensifica a reação de Maillard por ser um açúcar redutor (CARNEIRO et al., 2021).

Figura 35. Valores médios de sacarose do doce de Gabirola durante o armazenamento. (A) embalagem polipropileno e (B) embalagem polietileno

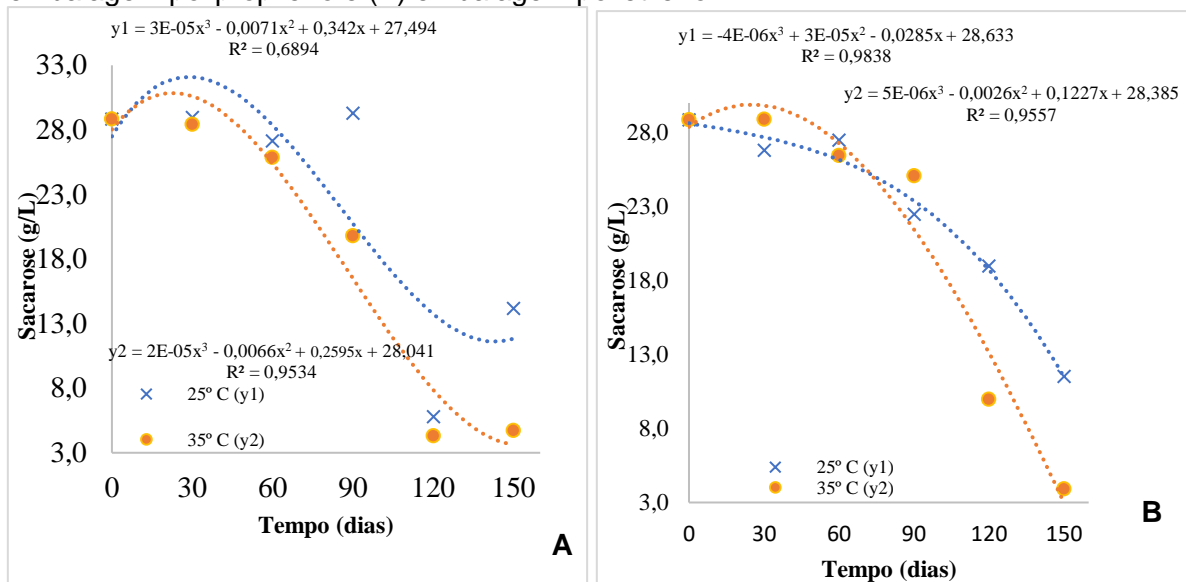


Figura 36. Valores médios de glicose do doce de Gabirola durante o armazenamento. (A) embalagem polipropileno e (B) embalagem polietileno

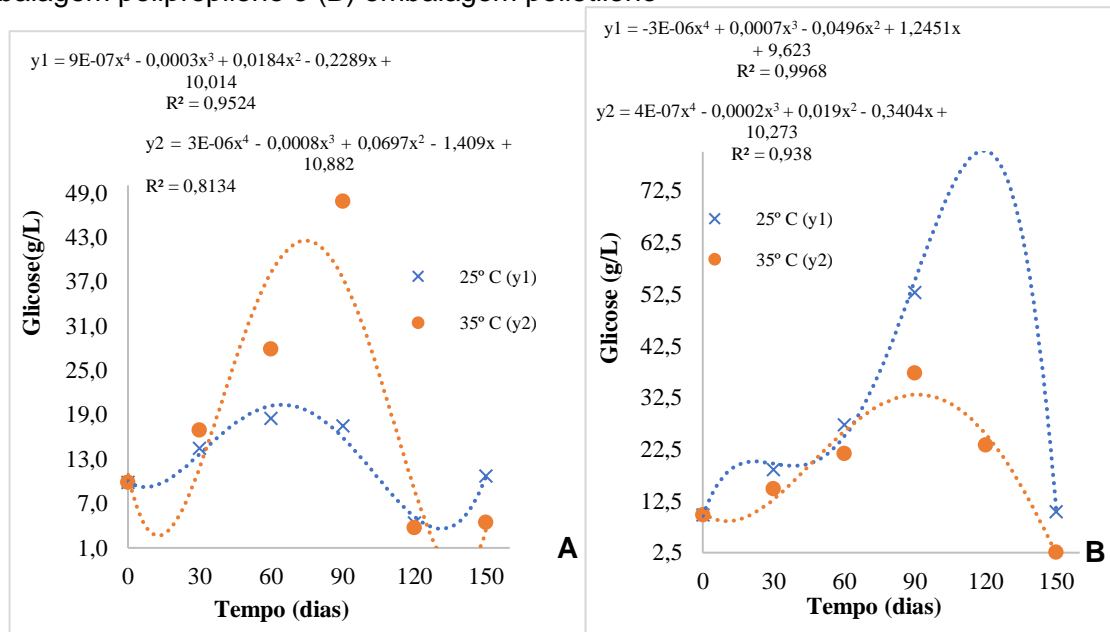


Figura 37. Valores médios de frutose do doce de Gabirola durante o armazenamento. (A) embalagem polipropileno e (B) embalagem polietileno

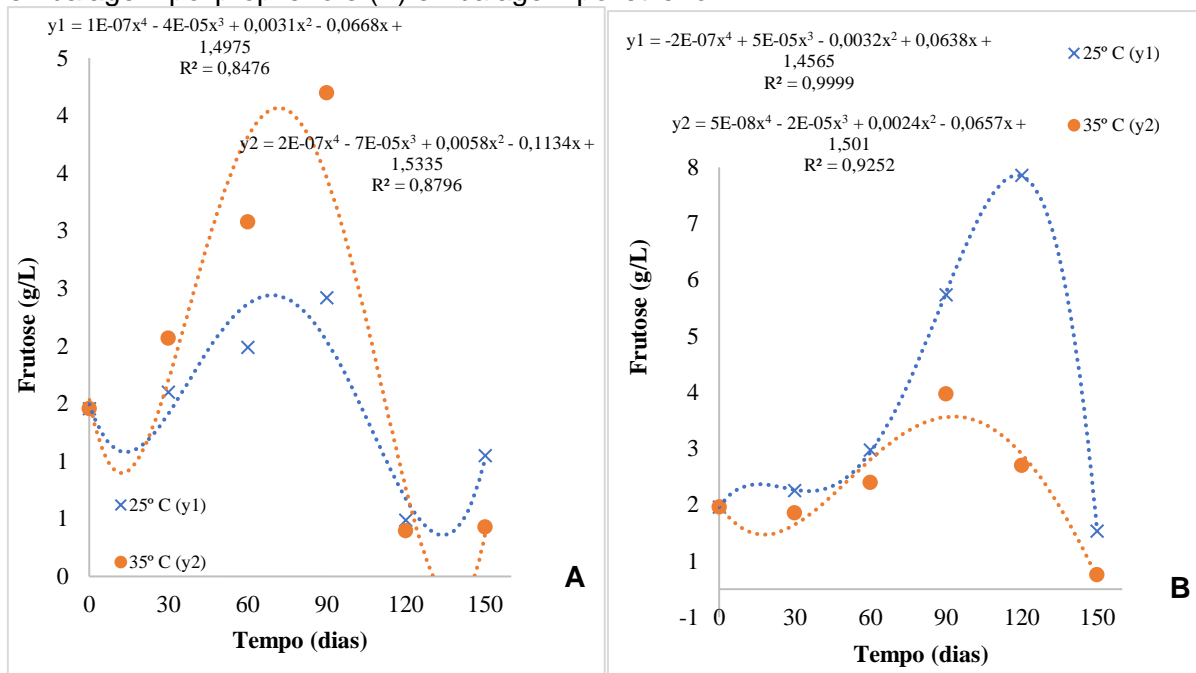


Figura 38 - Cromatograma típico de padrão de sacarose, glicose e frutose do doce de gabirola no tempo zero por HPLC-RID.

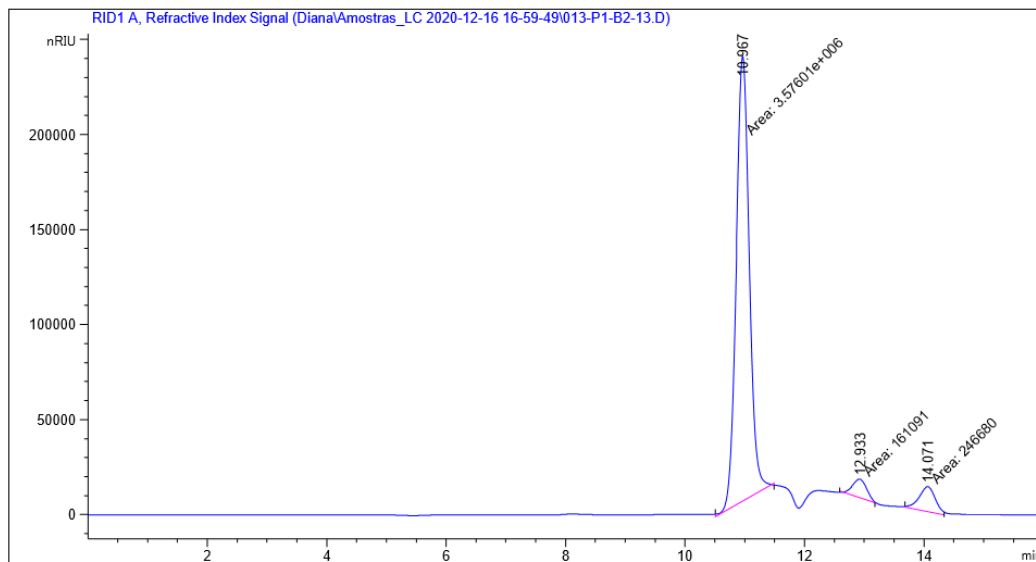


Figura 39 - Cromatograma típico de padrão de sacarose, glicose e frutose do doce de gabirola em embalagem de polipropileno com 90 dias de armazenamento a 35°C por HPLC-RID.

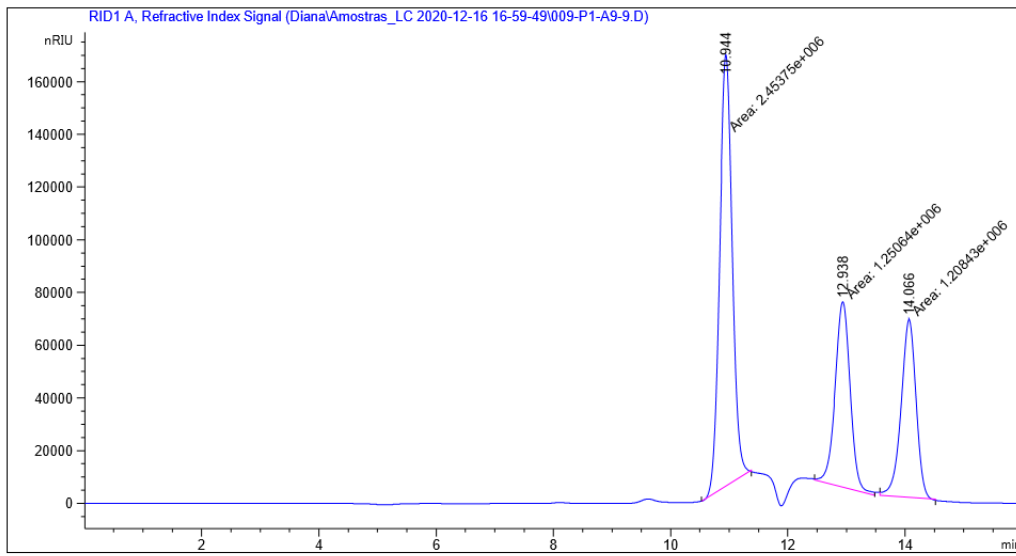


Figura 40 - Cromatograma típico de padrão de sacarose, glicose e frutose do doce de gabirola em embalagem de polietileno com 90 dias de armazenamento a 35°C por HPLC-RID.

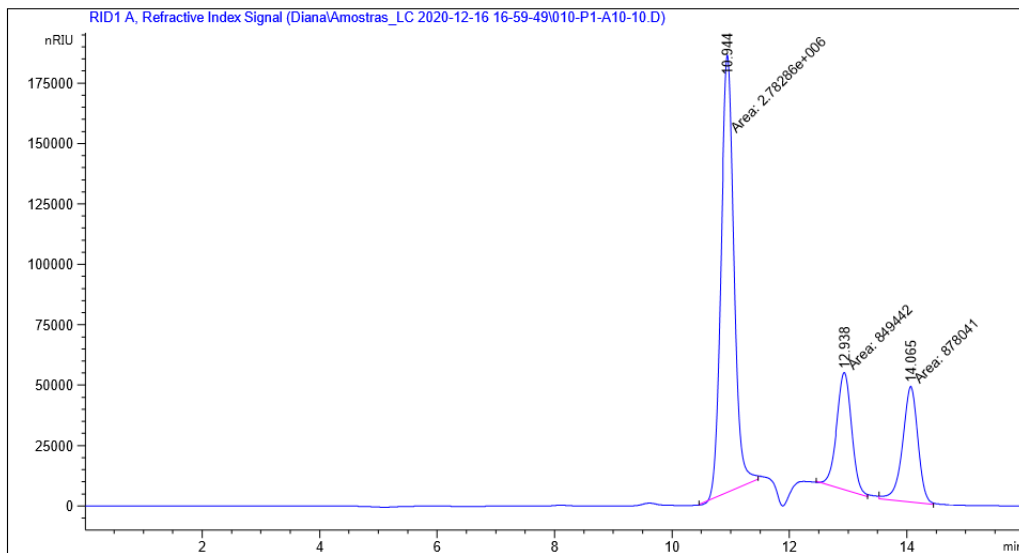


Figura 41 - Cromatograma típico de padrão de sacarose, glicose e frutose do doce de gabirola em embalagem de polipropileno com 90 dias de armazenamento a 25°C por HPLC-RID.

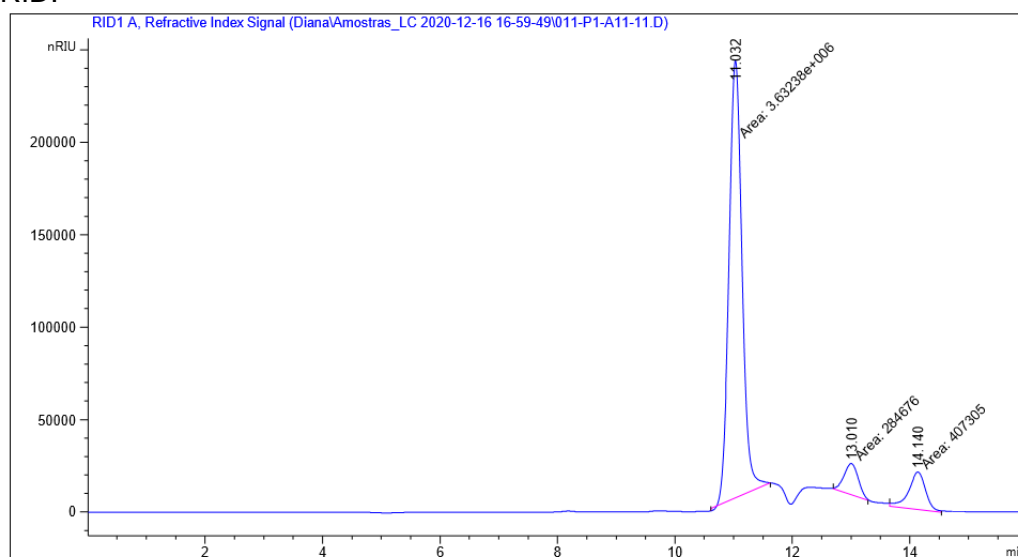
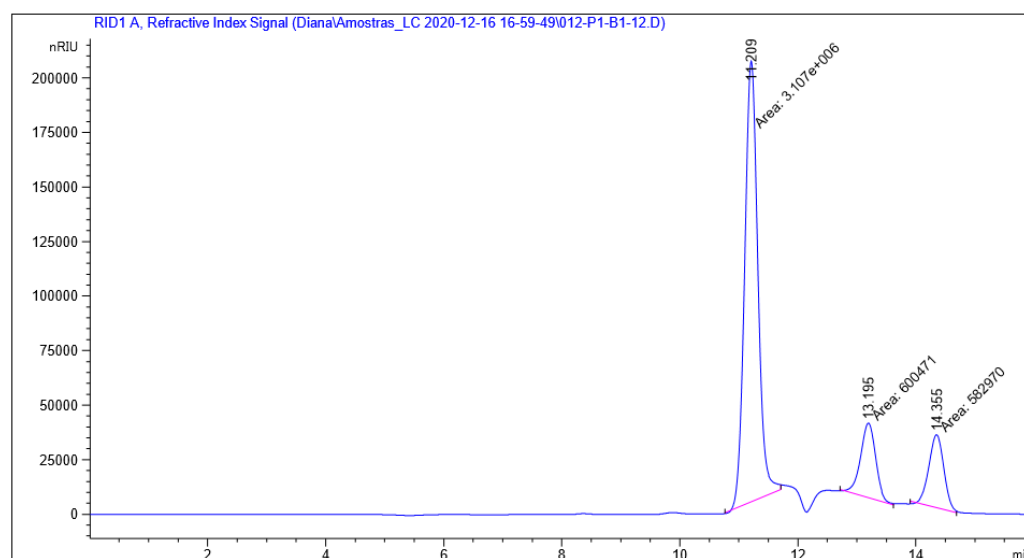


Figura 42 - Cromatograma típico de padrão de sacarose, glicose e frutose do doce de gabirola em embalagem de polietileno com 90 dias de armazenamento a 25°C por HPLC-RID.



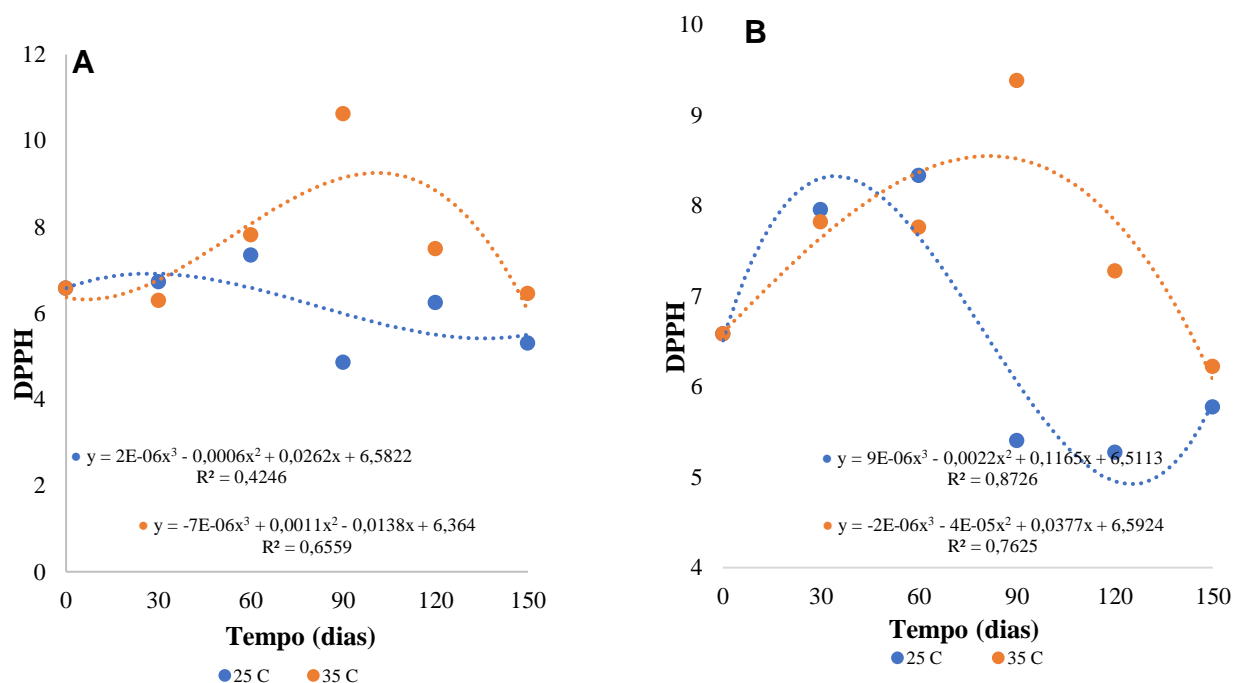
A maioria das espécies de frutíferas são ricas em compostos que apresentam atividade antioxidante. Nesse sentido, estudos têm demonstrado que o consumo de vegetais e frutas com alto teor de polifenóis reduz o risco de diversas doenças crônicas (KARASAWA & MOHAN, 2018). Logo, os compostos antioxidantes de vegetais e frutas, como compostos fenólicos, se destacam por possuírem atividades que desempenham um papel na proteção das macromoléculas celulares que sofrem danos induzidos por espécies reativas de oxigênio (ROS) e espécies reativas de nitrogênio (RNS) (CARDOSO et al., 2015; UMENO; BIJU; YOSHIDA, 2017).

Em relação ao efeito do processamento e do armazenamento na redução do radical DPPH (Figura 43), logo, nota-se que houve diferença significativa na atividade antioxidante

em relação as embalagens utilizadas em todos os tempos de armazenamento ($p \leq 0,05$), havendo oscilações durante o armazenamento e tendendo ao decréscimo nos tempos 90 e 120 dias, considerando que valores maiores de EC_{50} correspondem a menor atividade antioxidante, sendo assim a embalagem de polietileno a 25 °C apresentou maior atividade antioxidante. Essa condição nos permite ter um produto que, mesmo após o processamento e o armazenamento, ainda apresenta uma alta atividade antioxidante.

Assim, a presença de vários compostos antioxidantes em tecidos vegetais das frutas, torna-se relativamente difícil medir a atividade antioxidante de cada componente separadamente. O aumento da capacidade antioxidante também pode ter sua origem em produtos da reação de Maillard como os amino redutoras, que também apresentam efeitos antioxidantes (FENNEMA, 2000; DAMIANI et al., 2012). A redução ao final do armazenamento possivelmente poderia ser explicada pela degradação dos compostos fenólicos decorrente de temperaturas superiores a 20°C conforme estudo de Wicklund et al., (2005) sobre a capacidade antioxidante e a cor da geleia de morango durante o armazenamento. Dados que corroboram com os resultados aqui demonstrados são verificados por Fernandes et al., (2018), Rababah et al., (2011) e Lopes et al., (2016).

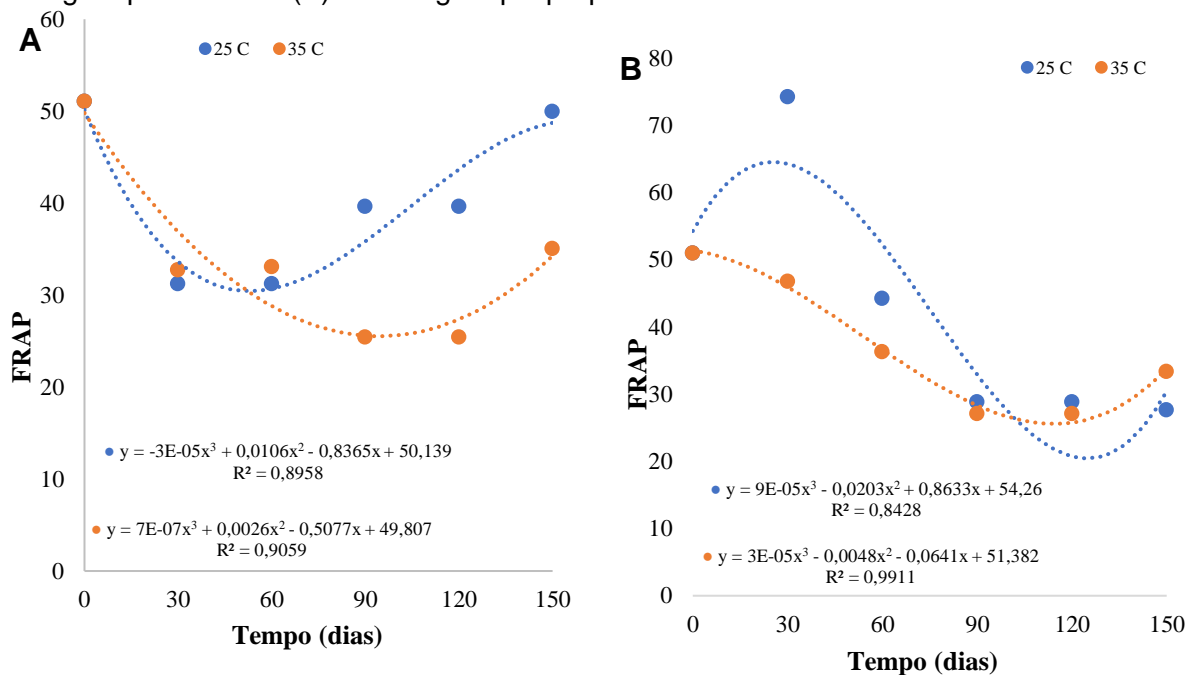
Figura 43 - Valores médios de DPPH da geleia de gabiropa durante o armazenamento. (A) embalagem polietileno e (B) embalagem polipropileno.



O ensaio antioxidante pelo método FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*) é o método de determinação do poder de redução do íon ferro. Baseia-se principalmente na capacidade de produção do íon Fe^{2+} formado a partir da redução do íon Fe^{3+} , presente no complexo 2,4,6tripiridil-s-triazina (TPTZ) (BENZIE & STRAIN, 1999). Ou seja, o complexo

$[\text{Fe}^{3+}(\text{TPTZ}_2)]^{3+}$ quando presente a uma substância antioxidante redutora e em um meio ácido, recebe um elétron e reduz-se a $[\text{Fe}^{2+}(\text{TPTZ}_2)]^{2+}$. O método FRAP mede a atividade antioxidante total da amostra a ser analisada, e de acordo com os resultados, quanto maior a intensidade da coloração e conseqüentemente da absorbância medida, maior será a capacidade redutora pela formação do complexo ferroso (BOROSKI et al., 2015). Analisando os gráficos para o radical FRAP (Figura 44) é possível verificar que as variáveis tempo e temperatura foram responsáveis por suas oscilações tendendo ao decréscimo ($p \leq 0,05$). Corroboram com esse resultado o estudo proposto por Kamiloglu et al. (2015), que analisaram a influência de diversos processamentos e condições de armazenamento na estabilidade de polifenóis em geleias e doces de cenoura preta.

Figura 44 - Valores médios de FRAP da geleia de gabiropa durante o armazenamento. (A) embalagem polietileno e (B) embalagem polipropileno.



O tempo de armazenamento foi a variável que mais influenciou de maneira negativa a estabilidade dos doces. Quanto maior o tempo transcorrido, pior foram as características físico-químicas das amostras. Os doces que estavam armazenados nas embalagens de polipropileno apresentaram melhores características físico-químicas com o decorrer dos meses.

4.5 TESTES ACELERADOS DE VIDA DE PRATELEIRA (TAVP)

O efeito da temperatura na constante de velocidade da reação se ajusta ao modelo de Arrhenius, sendo esse o modelo universalmente aceito para representar os efeitos das condições aceleradas de temperatura (AZEREDO; FARIA; BRITO, 2012), apresentando

valores de R^2 acima de 0,5 ao plotar, em escala linear a variável em função do tempo (Figuras 45, 46, 47, 48 e 49). As reações das variáveis apresentadas (acidez, sólidos solúveis, atividade de água, cor e hue) se ajustaram ao modelo cinético de ordem zero. O efeito da temperatura nas constantes de velocidade da reação das variáveis avaliadas, se ajustaram ao modelo de Arrhenius (Figuras 50, 51, 52, 53 e 54).

Figura 45. Modelo cinético da alteração na variável Acidez do doce de Gabiroba para as embalagens Polipropileno e Polietileno.

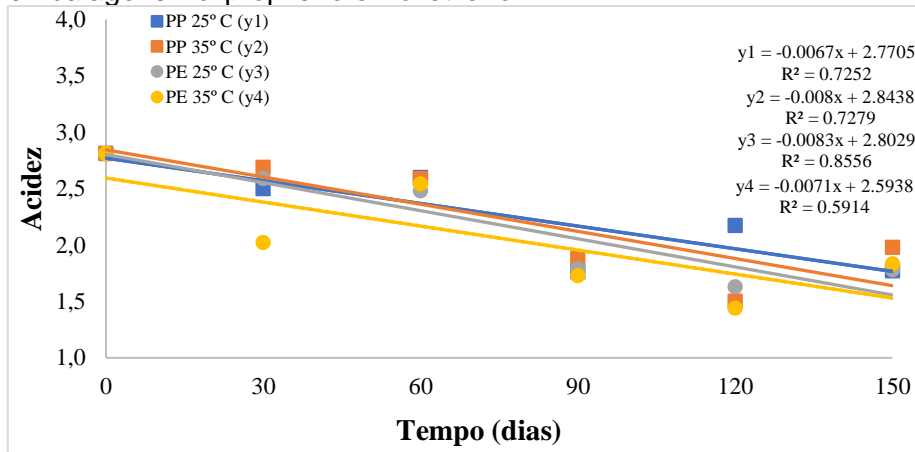


Figura 46. Modelo cinético da alteração na variável Sólidos solúveis do doce de Gabiroba para as embalagens Polipropileno e Polietileno.

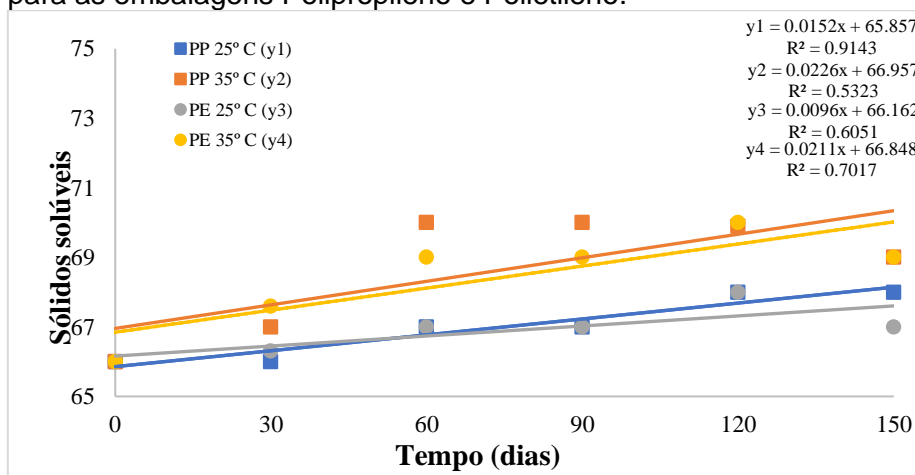


Figura 47. Modelo cinético da alteração na variável Atividade de água do doce de Gabiroba para as embalagens Polipropileno e Polietileno.

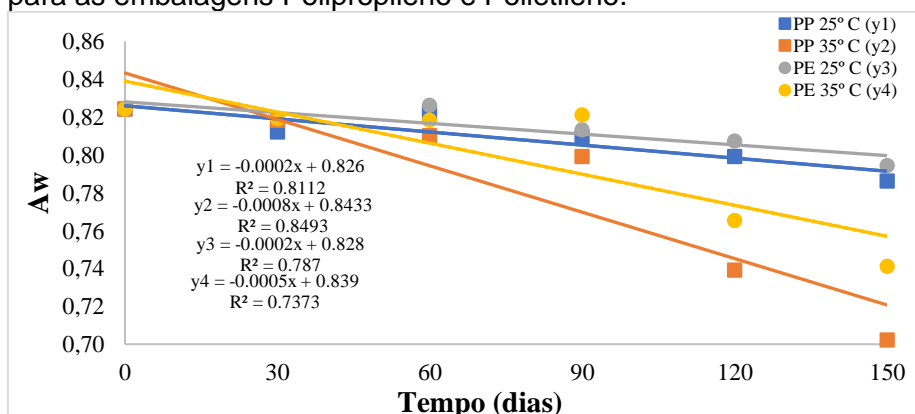


Figura 48. Modelo cinético da alteração na variável de cor Croma do doce de Gabiroba para as embalagens Polipropileno e Polietileno.

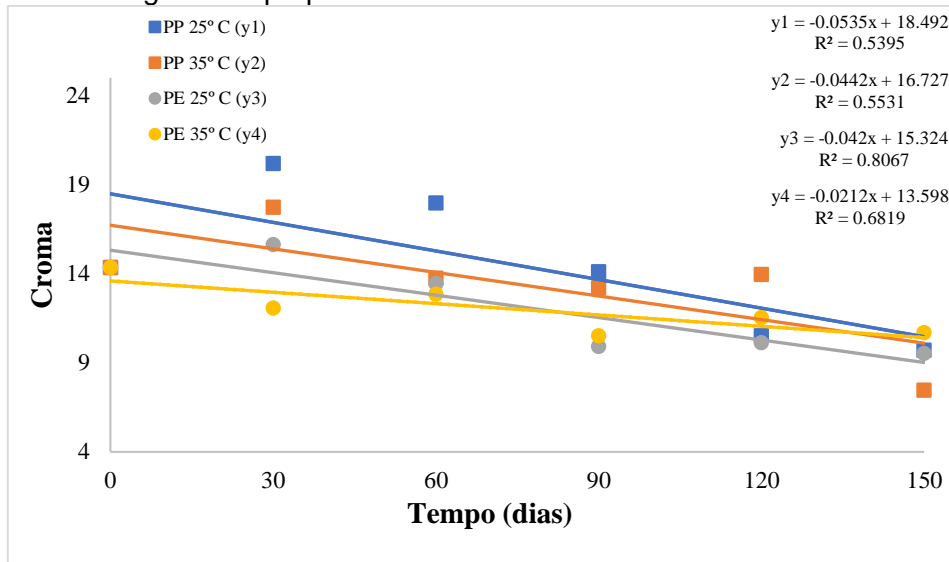


Figura 49. Modelo cinético da alteração na variável de cor Hue do doce de Gabiroba para as embalagens Polipropileno e Polietileno.

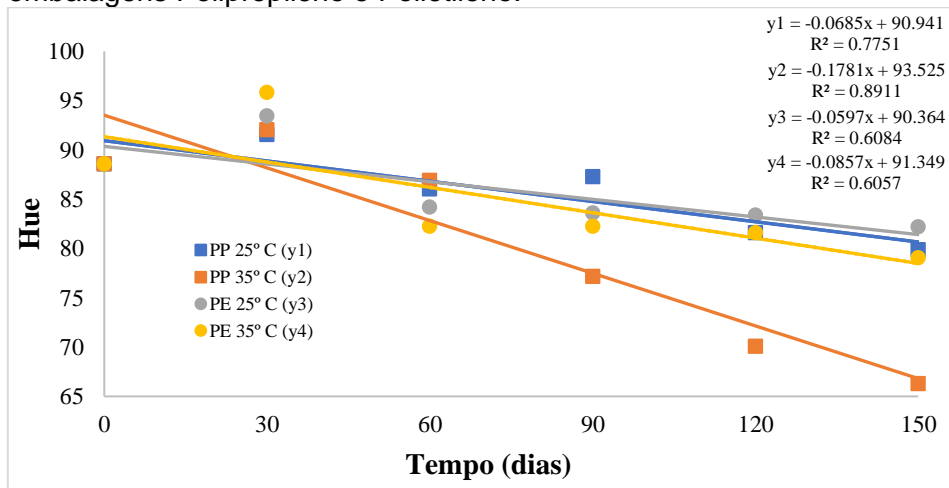


Figura 50. Gráficos de Arrhenius para Acidez em doces de Gabiroba. (A) embalagem polipropileno e (B) embalagem polietileno.

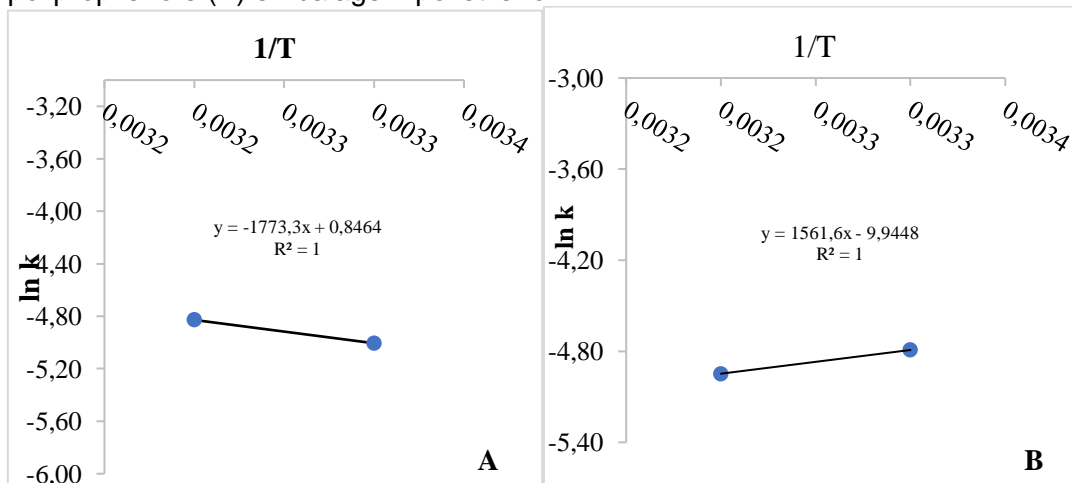


Figura 51. Gráficos de Arrhenius para Sólidos solúveis em doces de Gabiroba. (A) embalagem polipropileno e (B) embalagem polietileno

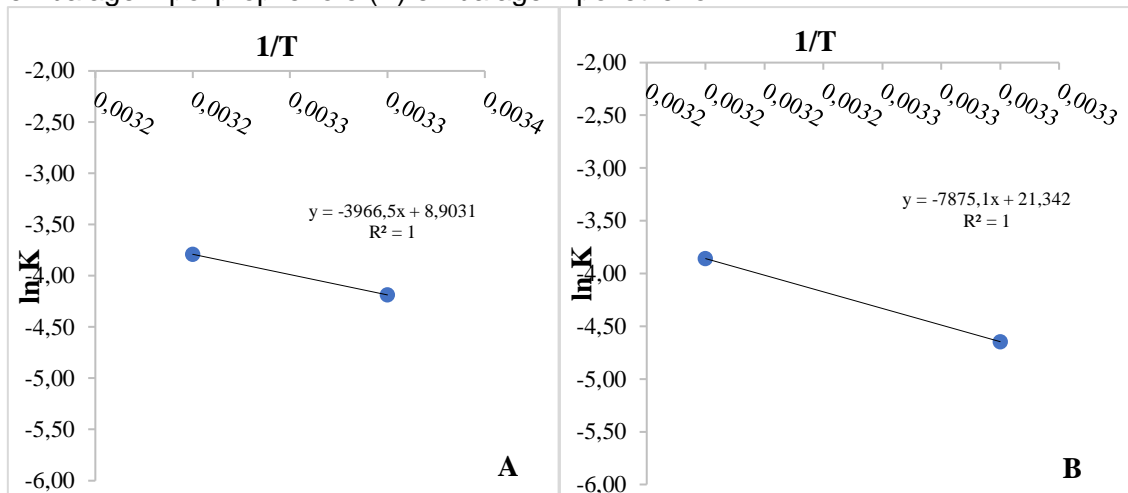


Figura 52. Gráficos de Arrhenius para Atividade de água em doces de Gabiroba. (A) embalagem polipropileno e (B) embalagem polietileno.

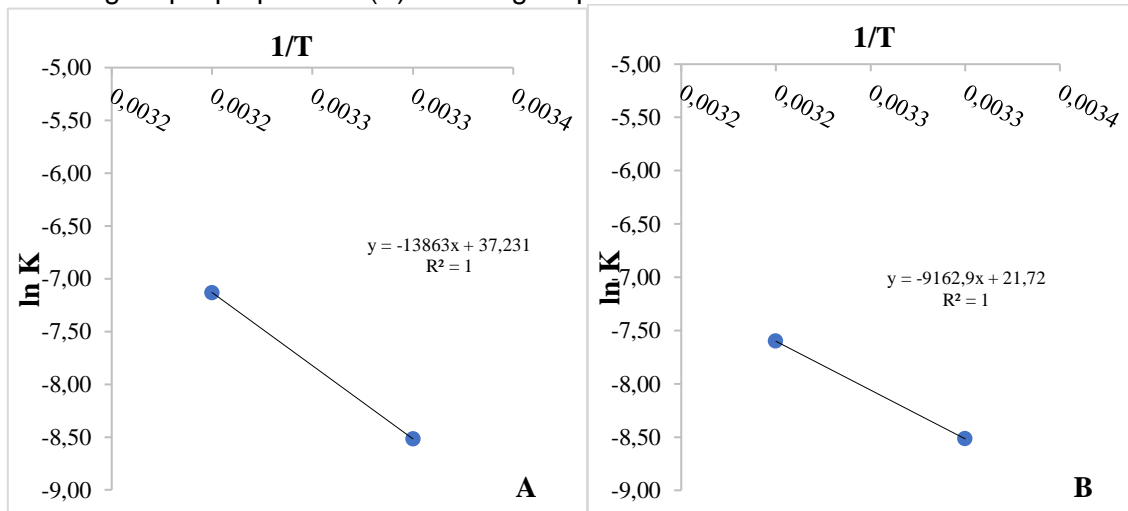


Figura 53. Gráficos de Arrhenius para Cromo em doces de Gabiroba. (A) embalagem polipropileno e (B) embalagem polietileno.

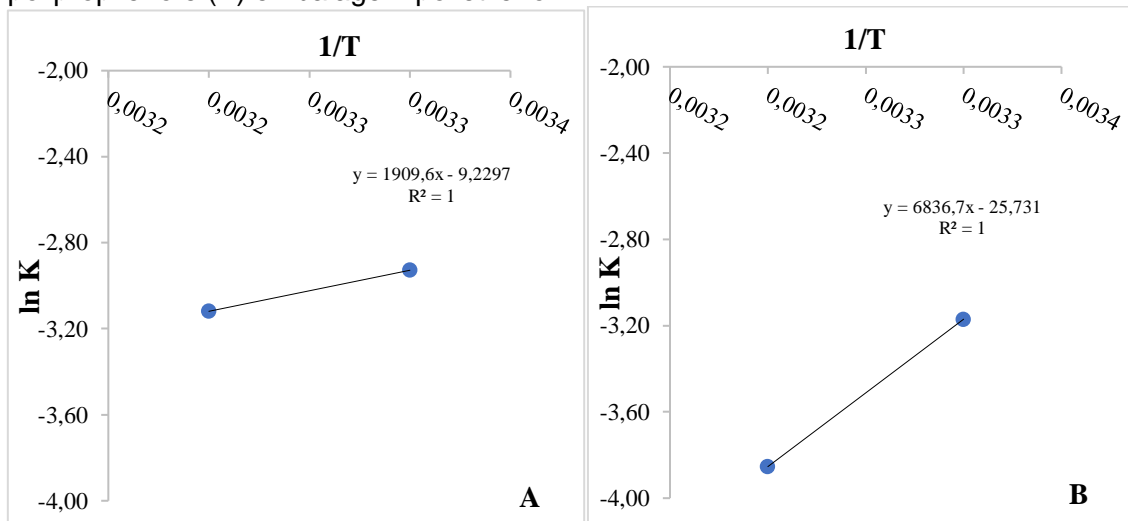
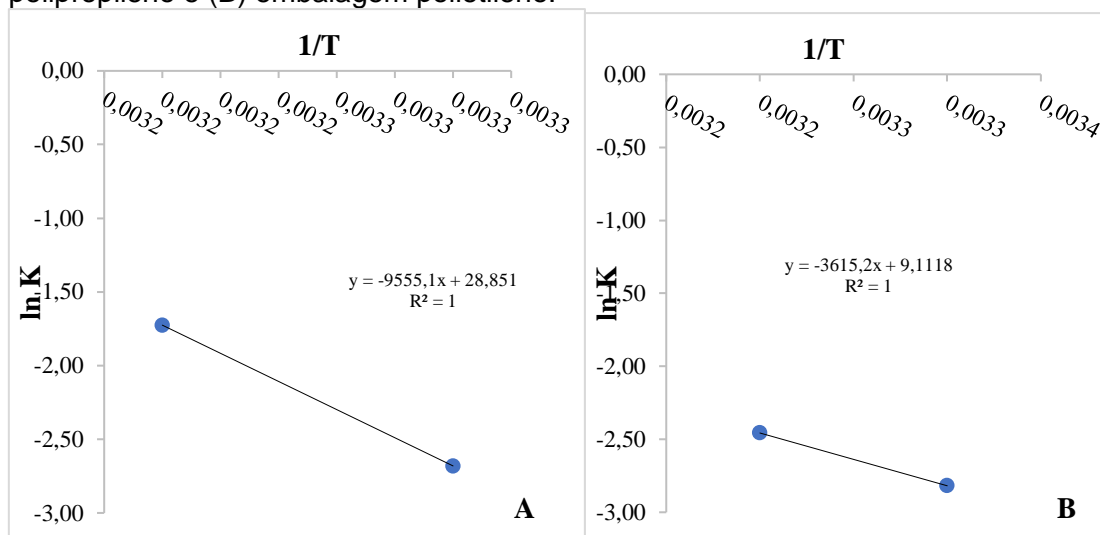


Figura 54. Gráficos de Arrhenius para Hue em doces de Gabiroba. (A) embalagem polipropileno e (B) embalagem polietileno.



Os valores da energia de ativação (E_a), Q_{10} e a estimativa de vida útil (dias) dos doces de Gabiroba para os atributos Acidez, sólidos solúveis, atividade de água, cor e hue, são apresentados na Tabela 12.

Tabela 12. Energia de ativação e estimativa da vida-de-prateleira do doce de Gabiroba.

Embalagem	Atributo	Energia de Ativação (E_a) kcal/mol	Q_{10}	Estimativa de vida útil (Dias)	
				T 25 °C	T 35 °C
Polipropileno	Acidez	3,52	1,0	70	72
	Sólidos solúveis	7,88	1,0	75	110
	Atividade de água	27,55	1,0	78	49
	Croma	49,55	0,99	80	65
	Hue	18,99	1,0	63	65
Polietileno	Acidez	3,10	1,0	80	94
	Sólidos solúveis	15,65	1,0	87	102
	Atividade de água	27,55	0,99	60	41
	Croma	13,58	0,99	84	85
	Hue	7,18	1,0	71	106

Energia de ativação é pode ser definida como a energia mínima necessária para iniciar uma reação química, variando seu valor de acordo com a reação avaliada (ATKINS E JONES, 2012). Portanto, quanto maior a energia de ativação, será mais difícil para a reação ocorrer, acontecendo de forma mais lenta. E quanto menor a energia de ativação, mais rápido ocorrerá uma reação.

Os doces armazenados em embalagem de polietileno apresentaram valores de energia de ativação menores do que os armazenados em embalagem de polipropileno para as variáveis Acidez, Croma e Hue, indicando uma maior velocidade das reações durante o armazenamento para estes parâmetros. Tal comportamento implica a uma menor vida útil dos

doces, como é possível observar quando a estimativa de vida útil destas variáveis é comparada entre as embalagens (Tabela 12).

Observa-se que as variáveis que apresentaram valores de Energia de ativação maiores a estimativa de vida útil foi maior, pois as reações acontecerão de forma mais lenta, e ocorrendo uma baixa degradação dos doces, aumento assim a vida útil.

De acordo com Labuza (1982), o valor de Q_{10} é uma forma alternativa de se expressar a dependência de uma alteração no alimento de acordo com mudanças de temperatura. Muito usado pela indústria de alimentos, o valor de Q_{10} é definido como o aumento da vida de prateleira resultante da redução da temperatura em 10°C. O Q_{10} encontrado para cada variável indica que a cada 10°C de diminuição da temperatura de armazenamento do doce em pasta o tempo de vida de prateleira é multiplicado pelo valor de Q_{10} (0,99 – 1,0). A partir dos valores encontrados foi possível estimar a vida útil dos doces nas temperaturas avaliadas e podem ser extrapoladas de acordo com as variáveis acidez, sólidos solúveis, atividade de água, cor e hue.

Os doces apresentaram uma estimativa de vida útil de 110 dias armazenados em embalagens de polipropileno e 106 dias armazenados em polietileno. A temperatura que demonstrou maior estabilidade quanto a estimativa de vida útil foi a 35°C. Demonstrando que a comercialização dos doces em regiões com temperaturas mais altas apresentarão uma maior vida útil, regiões estas que a gabioba frutifica.

Regiões que apresentam temperaturas mais elevadas (Norte, Nordeste e Centro-oeste) são as que apresentam maiores índices de insegurança alimentar nutricional (BEZERRA et al., 2020). Nesse sentido, os doces se mostram uma importante alternativa alimentar que pode contribuir para o acesso a dietas, compondo cardápios regionalizados, podendo ser fornecidas até mesmo na alimentação escolar. E ainda, geram renda a comunidade, agregam valor ao fruto nativo e valorizam a cultura regional.

5. CONCLUSÃO

O fruto da gabioba é um bom agente antioxidante e uma fonte de compostos bioativos (vitamina c, compostos fenólicos e ácidos orgânicos). A catequina e o ácido gálico estão majoritariamente presentes em todas as frações da gabioba. Os perfis fenólicos das frações da gabioba podem ter sido responsáveis pela alta atividade antioxidante exibida pelos extratos. Dessa maneira, a gabioba demonstrou ter potencial tecnológico para o seu aproveitamento integral na produção de produtos alimentícios como, por exemplo, doces e geleias.

Dentre as onze formulações de doces de gabioba testadas e analisadas, a formulação 8, menor razão polpa/açúcar e ausência de ácido cítrico e albedo, foi a que obteve melhores resultados sensoriais. Portanto, amostras dessa formulação foram armazenadas por 150 dias para o acompanhamento da estabilidade físico-química, utilizando duas embalagens diferentes (polipropileno e polietileno) e duas temperaturas de armazenamento (25°C e 35°C).

Os doces armazenados sofreram influência significativa tanto do tempo como da temperatura de armazenamento e das embalagens. O tempo de armazenamento influenciou significativamente todas as variáveis analisadas.

Os doces apresentaram uma estimativa de vida útil de 110 dias armazenados em embalagens de polipropileno e 106 dias armazenados em polietileno. A temperatura que demonstrou maior estabilidade quanto a estimativa de vida útil foi a 35°C.

REFERÊNCIAS

ABE-MATSUMOTO, L.T.; ARAUJO, Y.A.; MEDEIROS, M.L.; Stability of Vitamin C in Enriched Jelly. **Brazilian Journal of Analytical Chemistry**, v. 7, p. 1-6, 2019

ABE, S. Y.; SILVA, S. M.; POSSAMAI, J. C.; NAKASHIMA, T.; Prospecção fitoquímica, teor de flavonoides totais e capacidade antioxidante de *Campomanesia xanthocarpa* Mart. ex O. Berg (MYRTACEAE) ref-ISSN1808-0804 Vol.XI (2),01-14, 2014.

AGUIAR, A. O.; RODRIGUES, D.S.; SOUZA.; SOARES, C.A.S.; IBIAPINA, A.; FILHO, A.M.; OLIVEIRA, M.O.S.; MARTINS, G.A.S.; Use of Passion Fruit's Albedo as a Source of Pectin to Produce Araticum (*Annona crassiflora* Mart.) Preserves. **Chemical engineering transactions**. v. 75, p. 223-228, 2019.

ALMEIDA, M. M. B.; SOUSA, P. H. M.; ARRIAGA, A. M. C.; PRADO, G. M.; MAGALHÃES, C. E. C.; MAIA, G. A.; LEMOS, T. L. G. Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2.155-2.159, 2011.

ALMINGER, M.; AURA, A. M.; BOHN, T.; DUFOUR, C.; EL, S. N.; GOMES, A.; SANTOS, C. N. In vitro models for studying secondary plant metabolite digestion and bioaccessibility. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 13, n. 4, p. 413-436, 2014.

AL-SAYED, E., ABDEL-DAIM, M. M., KILANY, O. E., KARONEN, M., SINKKONEN, J. Protective role of polyphenols from *Bauhinia hookeri* against carbon tetrachloride-induced hepato-and nephrotoxicity in mice. **Renal Failure**, v. 37, n. 7, p. 1198-1207, 2015.

ALVARENGA, J.F.R. et al. Home cooking and ingredient synergism improve lycopene isomer production in Sofrito. **Food Research International**, 99: 851-861, 2017.

ALVES, A.M.; ALVES, M.S.O.; FERNANDES, T.O.; NAVES, R.V.; NAVES, M.M;V.; Physical and chemical characterization, total phenolics and antioxidant activity of the gabiropa pulp and residue . **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, v. 35, p. 837-844, 2013

ALVES, V. M.; SILVA, E. P.; SILVA, A. G. de M.; ASQUIERI, E. R.; DAMIANI, C. Gabiroba e Murici: Estudo do valor nutricional e antinutricional da casca, polpa e semente. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 5, e-152953260, 2020

AMARAL, S. C.; BARBIERI, S. F.; RUTHES, A. C.; BARK, J. M.; WINNISCHOFER, S. M. B.; SILVEIRA, J. L. M. Cytotoxic effect of crude and purified pectins from *campomanesia xanthocarpa* Berg on human glioblastoma cells. **Carbohydrate Polymers**, v. 224, n. 15, p. 115-140, 2019.

ANANINGSIH, V. K.; SHARMA, A.; ZHOU, W. Green tea catechins during food processing and storage: A review on stability and detection. **Food Research International**, v. 50, n. 2, p. 469-479, 2013.

ANDRADE, J.C.; Composição Nutricional de Frutos Não Convencionais da Família Myrtaceae. 103 p., 2019. Dissertação (Mestrado) – Curso de Química, Universidade Federal do Amazonas, Manaus – AM, 2019

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA – 2018. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2018.

AOAC, 2012. AOAC INTERNATIONAL Methods Committee Guidelines for Validation of

Microbiological Methods for Food and Environmental Surfaces. AOAC® Standards Development ©2012 AOAC INTERNATIONAL ALL RIGHTS RESERVED.

ATKINS, P.; JONES, L.. Princípios de Química: **questionando a vida moderna e o meio ambiente. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012. 1026 p.**

AZEREDO, H. M. C.; FARIA, J. A. F.; BRITO, E. S. Fundamentos de cinética de degradação e estimativa de vida de prateleira. In: Fundamentos de estabilidade de alimentos. / Henriette Monteiro Cordeiro de Azeredo (organizadora) – Brasília-DF: Embrapa, 328p. 2012.

BACCICHET, I.; CHIOZZOTTO, R.; BASSI, D.; GARDANA, C.; CIRILLI, M.; SPINARDI, A. Characterization of fruit quality traits for organic acids content and profile in a large peach germplasm collection. **Scientia Horticulturae**, v. 278, p. 109865, 2021.

BACCICHET, I.; CHIOZZOTTO, R.; SPINARDI, A.; GARDANA, C.; BASSI, D.; CIRILLI, M. Evaluation of a large apricot germplasm collection for fruit skin and flesh acidity and organic acids composition. **Scientia Horticulturae**, v. 294, p. 110780, 2022.

BAILEY, R. L.; WEST, J. R.; KEITH, P.; BLACK, R. E. The epidemiology of global micronutrient deficiencies. **Annals of Nutrition and Metabolism**, v. 66, n. Suppl. 2, p. 22-33, 2015.

BARBOSA-CÁNOVAS, G.V.; FONTANA JUNIOR.; A.J.; SCHIMIDT, T.P.L.; **Water Activity in Foods: Fundamentals and Applications**, Second Edition, John Wiley & Sons, Inc.; 2020.

BARBIERI, S. F.; AMARAL, S. C.; RUTHES, A. C.; PETKOWICZ, L. O.; KERKHOVEN, N. C.; SILVA, E. R. A.; SILVEIRA, J. L. M. Pectins from the pulp of gabioba (*campomanesia xanthocarpa* Berg): Structural characterization and rheological behavior. **Carbohydrate Polymers**, v. 214, n. 15, p. 250-258, 2019.

BARBIERI, S.F.; PETKOWICZ, C.L.O.; GODOY, R.C.B.; AZEREDO, H.C.M.; FRANCO, C.R.C.; SILVEIRA, J.L.M. Pulp and jam of gabioba (*Campomanesia xanthocarpa* Berg): Characterization and rheological properties. **Food chemistry**, v. 263, p. 292-299, 2018.

BARBIERI, S. F.; PETKOWICZ, C. L. O.; GODOY, R. C. B. G.; SASSAKI, G. L.; SANTANA FILHO, A. P.; SILVEIRA, J. L. M. Extraction, purification and structural characterization of a galactoglucomannan from the gabioba fruit (*campomanesia xanthocarpa* Berg), Myrtaceae family. **Carbohydrate Polymers**, v. 174, n. 15, p. 887-895, 2017.

BARROS, S.L.; SANTOS, N.C.; ALEMIDA, R.L.J.; SILVA, S.N.; NASCIMENTO, A.P.S.; ALMEIDA, R.D.; RIBEIRO, V.H.A.; SILVA, W.P.; GOMES, J.P.; SILVA, V.M.A.; PEREIRA, T.S.; SANTIAGO, A.M.; LUIZ, M.R.; Influence of Pulp, Sugar and Maltodextrin Addition in the Formulation of Kiwi Jellies With Lemon Grass Tea. **Journal of Agricultural Science**, n. 11, n. 15, p. 125-134, 2019

BATISTA-SILVA, W.; NASCIMENTO, V. L.; MEDEIROS, D. B.; NUNES-NESE, A.; RIBEIRO, D. M.; ZSÖGÖN, A.; ARAÚJO, W. L. Modifications in organic acid profiles during fruit development and ripening: correlation or causation? **Frontiers in Plant Science**, v. 9, p. 1689, 2018.

BECKER, M., CHAGAS, V., MARTY, J.-L., MENDES, T. M., & Nunes, G. Variabilidade química em frutos de palmeiras amazônicas: açai (*Euterpe oleracea* Mart.), buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) e inajá [*Maximiliana maripa* (Aubl.) Drude] (Arecaceae). *Boletim Do Museu Paraense Emílio Goeldi - Ciências Naturais*, 13(1), 67-77., 2020

BEKELE, M.; SATHEESH, N.; SADIK, J.A.; Screening of Ethiopian mango cultivars for suitability for preparing jam and determination of pectin, sugar, and acid effects on physico-chemical and sensory properties of mango jam. **Scientific African**. v. 7, 2020.

BEMFEITO, C.M.; RIBEIRO, A.P.L.; PEREIRA, R.C.; ANGELIS-PEREIRA, M.C. Carotenoides em alimentos: Fatores interferentes na biossíntese e estabilidade frente ao processamento. In: CORDEIRO, Carlos Alberto Martins. **Tecnologia de Alimentos**: tópicos físicos, químicos e biológicos. Belo Horizonte: Editora Científica, 2020. Cap. 35. p. 445-465.

BENZIE, I. F. F.; STRAIN, J. J. Ferric reducing/antioxidant power assay: direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version for simultaneous measurement of total antioxidant power and ascorbic acid concentration. **Methods in enzymology**, v. 299, p. 15-27, 1999.

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

BEZERRA, A.S.; COSTA, G.B.; KAUFMANN, A.I.; TRIVELLATO, C.; CUNHA, E.M. Orientação para aproveitamento integral de alimentos junto à população local e comunidade indígena do alto do rio Negro/Amazonas. **Revista Eletrônica de Extensão**, Florianópolis, v. 16, n. 34, p. 143-153, 01 jan. 2019.

BEZERRA, M.S.; JACOB, M.C.M.; FERREIRA, M.A.F.; VALE, D.; MIRABAL, I.R.B.; LYRA, C.O.. Insegurança alimentar e nutricional no Brasil e sua correlação com indicadores de vulnerabilidade. **Ciência & Saúde Coletiva**, [S.L.], v. 25, n. 10, p. 3833-3846, out. 2020. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1413-812320202510.35882018>.

BOHN, T.; WALCZYK, T. Determination of chlorophyll in plant samples by liquid chromatography using zinc-phthalocyanine as an internal standard. **Journal of Chromatography**, v. 1024, p. 123-128, 2004.

BOLZAN, A.B.; PERERIRA, E.A.; Preparation and characterization of a sweet creamy persimmon pudding with the addition of Brazilian pine seeds. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, e2016061, Campinas, 2017

BORGES, F.; ALMEIDA, D.; BOHÓRQUEZ, J. A. L. Representação da Amazônia brasileira na série "Amazônia sociedade Anônima S/A". **Revista Observatório**, v. 5, n. 6, p. 22-37, 2019.

BOROSKI, M., VISENTAINER, J. V., COTTICA, S. M., & MORAIS, D. R. Antioxidantes: princípios e métodos analíticos. **Curitiba: Appris**, v. 141, 2015.

BOX, G. E.; DRAPER, N. R. **Empirical model-building and response surfaces**. John Wiley & Sons, 1987.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. L. W. T. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT-Food science and Technology**, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)

BRANDÃO, T. M., VIEIRA, M. A., DE SIQUEIRA ELIAS, H. H., SCHIASSI, M. C. E. V., SANTOS, H. V., PEREIRA, P. A. P., ... BORGES, S. V. Efeito do tempo e da temperatura nas características físicas de doces mistos dietéticos e funcionais de frutas do cerrado. **Research, Society and Development**, 9(10), e8929109267-e8929109267, 2020.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Ministério da Saúde. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 272, de 22 de setembro de 2005. Aprova o regulamento técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 set. 2005a.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada-RDC nº 331, de 23 de dezembro de 2019. Dispõe sobre os padrões microbiológicos de alimentos e sua aplicação. **Diário Oficial da União**, Brasília-DF, 2019a

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução ANVISA/MS RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados. **Diário Oficial da União**, Brasília-DF, 26 dez. 2003.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (2012, novembro 12). Resolução no 54, de 12 de novembro de 2012. disposições sobre o Regulamento técnico de informação nutricional complementar. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 12 nov. 2012.

BRASIL. Lei Complementar nº 124 de 3 de janeiro de 2007. Institui e estabelece a composição, natureza jurídica, objetivos, área de competência e instrumentos de ação e dispõe sobre o Fundo de Desenvolvimento da Amazônia. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 4 de janeiro de 2007, Seção 1, p. 9.

BRASIL. Lei nº 1.806 de 6 de janeiro de 1953. Dispõe sobre o Plano de Valorização Econômica da Amazônia, cria superintendência da sua execução e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 7 de janeiro de 1953, Seção 1, p. 276.

BRASIL. Ministério da Saúde. Organização Pan-Americana da Saúde. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Caracterização do Estado da Arte em Biotecnologia Marinha no Brasil**. Ministério da Saúde, Organização Pan-Americana da Saúde, Ministério da Ciência e Tecnologia. – Brasília: Ministério da Saúde, 2010. 134 p.

BRASIL. Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998. **Regulamento técnico sobre a informação nutricional complementar**. Anvisa. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: abril 2020.

BRASIL. Resolução nº 8 de 06 de março de 2013. Dispõe sobre a aprovação de uso de aditivos alimentares para produtos de frutas e de vegetais e geleia de mocotó. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 06 de março de 2013.

BRASIL. Resolução Normativa nº 9 de 08 de dezembro de 1978. Regulamento técnico para padrões de identidade e qualidade de alimentos e bebidas. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 08 de dezembro de 1978.

BRASIL. Resolução RDC nº 269 de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteínas, vitaminas e minerais. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 23 de setembro de 2005b.

BRASIL. Resolução RDC nº 272 de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 23 de setembro de 2015.

CAETANO, P.K., DAIUTO, E.R., VIEITES, R.L.; Physicochemical and sensory characteristics of jam produced with acerola pulp and juice. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 15, n.3, p. 191-197, Campinas, 2012

CALLIGARIS, S.; MANZOCCO, L.; ANESE, M.; NICOLI, M.C.; Accelerated shelflife testing. **Food Quality And Shelf Life**, [S.L.], p. 359-392, 2019. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-817190-5.00012-4>.

CANDIDO, T. L.N.; FREITAS, J. B. de; SILVA, M. R. Efeito da adição de xarope de glicosenas propriedades físico-químicas e aceitabilidade do doce de gabioba. **Nutrire Rev. Soc. Bras. Aliment. Nutr.**, p. 1-10, 2009.

CARDOSO, A. L., DI PIETRO, P. F., VIEIRA, F. G. K., BOAVENTURA, B. C. B., DE LIZ, S., BORGES, G. D. S. C., ... & DA SILVA, E. L. (2015). Acute consumption of juçara juice (*Euterpe edulis*) and antioxidant activity in healthy individuals. **Journal of Functional Foods**, 17, 152-162. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.05.014>

CARDOSO, D.; SARKINKEN, T.; ALEXANDER, S.; AMORIM, A.M.; BITTRICH, V.; CELIS, M.; DALY, D.C.; FIASCHI, P.; FUNK, V.A.; GIACOMIN, L.L.; GOLDENBERG, R.; HEINDEN, G.; IGANCI, J.; KELLOFF, C.L.; KNAPP, S.K.; LIMA H.C.D.; MACHADO, A.F.P.; SANTOS, R.M.D.; MELLO-SILVA, R.; MICHELANGELO, F.A.; MITCHELL, J.; MOONLIGHT, P.; MORAES, P.L.R.D.; MORI, S.A.; NUNES, T.S.; PENNINGTON, T.D.; PIRAN, J.R.; PRANCE, G.T.; QUEIROZ, L.P.D.; RAPINI, A., RIINA, R.; RINCON, C.A.V.; ROQUE, N., SHIMIZU, G.; SOBRAL, M.; STEHMANN, J.R., STEVENS, W.D.; TAYLOR, C.M.; TROVÓ, M.; BERG, C.V.D.; WERFF, H.V.D., VIANA, P.L., ZARTMAN, C.E., FORZZA R.C.; Amazon plant diversity revealed by a taxonomically verified species list. **PNAS** Early Edition, v. 140, n. 40, p. 10695-10700, 2017.

CARNEIRO, L. C. M.; PINTO, C. B. dos A.; GOMES, E. R.; PAULA, I. L. de; POMBO, A. F. W.; STEPHANI, R.; CARVALHO, A. F.; PERRONE, Ítalo. The chemistry and technology of dulce de leche: a review. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 11, p. e155101119408, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i11.19408.

CECCHI, H. M. Método de análise. In: Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos. 2ª. ed. São Paulo: Editora da UNICAMP, 2003. p. 15-19.

CHAUDHRY, M.; M.A.; AMODIO, M.L.; BABELLAHI, F.; CHIARA, M.L.V.; RUBIO, J.M. COLELLI, G.. Hyperspectral imaging and multivariate accelerated shelf life testing (MASLT) approach for determining shelf life of rocket leaves. **Journal Of Food Engineering**, [S.L.], v. 238, p. 122-133, dez. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2018.06.017>.

CHEN, L. Y.; HUANG, C. N.; LIAO, C. K.; CHANG, H. M.; KUAN, Y. H.; TSENG, T. J.; LIN, H. C. Effects of rutin on wound healing in hyperglycemic rats. **Antioxidants**, v. 9, n. 11, p. 1122, 2020.

CLIFF, M.; DEVER, M. C.; GAYTON, R. Juice extraction process and apple cultivar influences on juice properties. **Journal of Food Science**, v. 56, n. 6, p. 1614-1617, 1991. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1991.tb08654.x>

COSTA, A. F. S.; COSTA, A. N. Tecnologias para produção de goiaba. Vitória, Espírito Santo: **Incaper**. 2003.

COSTA, E.; SANTOS, J.B.R.; PEREIRA, M.C.; MELLO, F, F.; Aspectos físico-químicos e funcionais de bebida látea fermentada com kefir enriquecida com amora-preta (*Rubus sp.*). **Anais do 10º Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNIPAMPA**, v. 10, n. 2, 2018

CORREIA, L. F. M.; FARAONI, A. S.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Efeitos do processamento industrial de alimentos sobre a estabilidade de vitaminas. **Alimentos e Nutrição** Araraquara, v. 19, n. 1, p. 83-95, 2008.

CRUZ-TIRADO, J. P.; OLIVEIRA, M.; JESUS FILHO, M.; GODOY, H.T.; MANUEL AMIGO, J.; BARBIN, D.F.. Shelf life estimation and kinetic degradation modeling of chia seeds (*Salvia hispanica*) using principal component analysis based on NIR-hyperspectral imaging. **Food Control**, v. 123, n. April 2020, 2021.

CURI, P. N.; CARVALHO, C. D. S.; SALGADO, D. L.; PIO, R.; SILVA, D. F. D.; PINHEIRO, A. C. M.; SOUZA, V. R. D. Characterization of different native american physalis species and evaluation of their processing potential as jelly in combination with brie-type cheese. **Food Science and Technology**, v. 38, n. 1, p. 112-119, 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-457x.01317>

CURI, P. N.; TAVARES, B.S.; ALMEIDA, A.B.; PIO, R.; PASQUAL, M.; PECHE, P.M.; SOUZA, V.R.; Characterization and influence of subtropical persimmon cultivars on juice and jelly characteristics. **Anais Academia Brasileira de Ciências**, v. 89, n.2 p. 1206-1220, 2020

DAMASCENO, N. R.; SALA-VILA, A.; COFÁN, M.; PÉREZ-HERAS, A. M.; FITÓ, M.; RUIZ-GUTIÉRREZ, V.; ROS, E. Mediterranean diet supplemented with nuts reduces waist circumference and shifts lipoprotein subfractions to a less atherogenic pattern in subjects at high cardiovascular risk. **Atherosclerosis**, v. 230, n. 2, p. 347-353, 2013.

DAMIANI, C., ASQUIERI, E. R., LAGE, M. E., OLIVEIRA, R. A. D., SILVA, F. A. D., PEREIRA, D. E. P., & VILAS BOAS, E. V. D. B. Study of the shelf-life of a mixed araçá (*Psidium guineensis Sw.*) and marolo (*Annona crassiflora Mart.*) jam. **Food Science and Technology**, v. 32, p. 334-343, 2012.

DAMIANI, C.; MARTINS, G.A.S.; BECKER, F. S.. **Aproveitamento de resíduos vegetais: potenciais e limitações**. Palmas: Eduft, 2020. 63 p

DEROSSI, A.; MASTRANDREA, L.; AMODIO, M.L.; CHIARA, M.L.V. de; COLELLI, G.; Application of multivariate accelerated test for the shelflife estimation of fresh-cut lettuce. **Journal Of Food Engineering**, [S.L.], v. 169, p. 122-130, jan. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2015.08.010>.

DEVI, K. P.; RAJAVEL, T.; HABTEMARIAM, S.; NABAVI, S. F.; NABAVI, S. M. Molecular mechanisms underlying anticancer effects of myricetin. **Life sciences**, v. 142, p. 19-25, 2015.

DIAS, I. P.; BARBIERI, S. F.; FETZER, D. E. L.; CORAZZA, M. L.; SILVEIRA, J. L. M. Effects of pressurized hot water extraction on the yield and chemical characterization of pectins from *Campomanesia xanthocarpa* Bert fruits. **Internacional Journal of Biological Macromolecules**, v. 146, n. 1, p. 431-443, 2020.

DIAS, R., CURI, P, N., PIO, R., BIANCHINI, F.G., SOUZA, V.R., Subtropical region cambuci accessions: characterization and jam processing potential. *Rev. Ciênc. Agron.* vol.49 no.2, Fortaleza, 2018

DITTOE, Dana K.; RICKE, Steven C.; KIESS, Aaron S.; Organic Acids and Potential for Modifying the Avian Gastrointestinal Tract and Reducing Pathogens and Disease. **Frontiers In Veterinary Science**, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 1-10, 6 set. 2018. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fvets.2018.00216>.

DOS SANTOS, B. W. C., FERREIRA, F. M., DE SOUZA, V. F., CLEMENT, C. R., & ROCHA, R. B. Análise discriminante das características físicas e químicas de frutos de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) do alto Rio Madeira, Rondônia, Brasil. **Científica**, v. 45, n. 2, p. 154-161, 2017.

EGEA, M; B.; Frutos nativos da floresta atlântica com potencial de maior utilização pela população e pela indústria: caracterização nutracêutica e aromática. 138 p., 2014. Tese (Doutorado) – Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR, 2014

EMBRAPA - Amazônia é berço de frutas nativas de alto potencial comercial, 2016. Disponível

em:<<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/14818376/amazonia-e-berco-de-frutas-nativas-de-alto-potencial-comercial#:~:text=na%20amaz%3%b4nia%20brasileira%20concentram%2dse%2044%25%20das%20500%20esp%3%a9cies,de%20frutas%20nativas%20do%20pa%3%ads.>>
Acessado em junho de 2020.

EMBRAPA. **Valor nutricional da guabiroba – Folder**. Colombo-PR: Embrapa Florestas, 2015.

ENGEL, V. L.; POGGIANI, F. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais nativas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v.3, n.1, p.39-45, 1991.

ESCRICHE, I.; JUAN-BORRÁS, M.; Standardizing the analysis of phenolic profile in propolis. **Food Research International**, [s. l], v. 106, p. 834-841, abr. 2018.

ESKIN, M.; SHAHIDI, F. **Bioquímica de alimentos**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

FAHMY, N. M., AL-SAYED, E., ABDEL-DAIM, M. M., KARONEN, M., SINGAB, A. N. Protective effect of Terminalia muelleri against carbon tetrachloride-induced hepato and nephro-toxicity in mice and characterization of its bioactive constituents. **Pharmaceutical biology**, v. 54, n. 2, p. 303-313, 2016.

FENNEMA, E. **Gender Equity for Mathematics and Science**. Química de alimentos de Fennema. Artmed Editora. 2000.

FERNANDES, A.G.; MAIA, G.A.; SOUSA, P.H.M.; COSTA, J.M.C.; FIGUEIREDO, R. W.; PRADO, G.M. Comparação dos teores em vitamina c, carotenóides totais, antocianinas totais e fenólicos totais do suco tropical de goiaba nas diferentes etapas de produção e influência da armazenagem. **Alim. Nutr**, Araraquara, v. 18, n. 4, p. 431-438, dez. 2007.

FERNANDES, L.; CASAL, S.; PEREIRA, J. A.; PEREIRA, E. L.; SARAIVA, J. A.; RAMALHOSA, E. Effect of alginate coating on the physico-chemical and microbial quality of pansies (*Viola wittrockiana*) during storage. **Food science and biotechnology**, v. 27, n. 4, p. 987-996, 2018. <https://doi.org/10.1007/s10068-018-0326-0>

FERREIRA, D. F. Sistema para análise de variância para dados balanceados - SISVAR. Lavras: UFLA, 1999. 92 p.

FERREIRA, M.L.M.; Análise sensorial e avaliação da qualidade microbiológica de geleias de mangaba. 2018, Trabalho de conclusão de curso (Farmácia) Universidade Federal de Sergipe, Lagarto, 2018.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. Ed. Atheneu, São Paulo, 2005, 182 p.

FREITAS, J.B.; CÂNDIDO, T.L.N.; REIS SILVA, M.; Geleia de guabiroba: avaliação da aceitabilidade e características físicas e químicas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 38, n. 2, p. 87-94, Goiânia, 2008

GADKARI, P. V.; BALARAMAN, M. Catechins: Sources, extraction and encapsulation: A review. **Food and Bioproducts Processing**, v. 93, p. 122-138, 2015.

GANJE, M.; JAFARI, S.M.; DUSTI, A.; DEHNAD, D.; AMANJANI, M.; GHANBARI, V.; Modeling quality changes in tomato paste containing microencapsulated olive leaf extract by accelerated shelf-life testing. **Food And Bioproducts Processing**, [S.L.], v. 97, p. 12-19, jan. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fbp.2015.10.002>.

GARCIA, L. G. C.; GUIMARÃES, W. F.; RODOVALHO, E. C.; PERES, N. R. A. D. A.; BECKER, F. S.; DAMIANI, C. Geleia de buriti (*Mauritia flexuosa*): agregação de valor aos frutos do cerrado brasileiro. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.4316>

GERNAND, A. D.; SCHULZE, K. J.; STEWART, C. P.; WEST, K. P.; CHRISTIAN, P. Micronutrient deficiencies in pregnancy worldwide: health effects and prevention. **Nature Reviews Endocrinology**, v. 12, n. 5, p. 274-289, 2016.

GODOY, R. C. B.; MATOS, E. L. S.; SANTOS, A. P.; AMORIN, T. S. Estudo de compotas e doces cristalizados elaborados com diferentes albedos cítricos. **Bol. Cent. Pesqui. Process. Aliment.**, v. 23, n. 1, p. 95-108, 2005.

GODSE, S.; MOHAN, M.; KASTURE, V.; KASTURE, S. Effect of myricetin on blood pressure and metabolic alterations in fructose hypertensive rats. **Pharmaceutical biology**, v. 48, n. 5, p. 494-498, 2010.

GOLDONI, J.; GIACOBBO, C.L.; GALON, L.; ZARZZEKA, C.; UBERTI, A.; LUGARES, A.; Physicochemical characterization of fruits of *Campomanesia guazumifolia* (Cambess.) O. Berg (Myrtaceae). **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.41, e45923, 2019

GONÇALVES, N.M.; FERREIRA, I.M.; SILVA, A.M.O; CARVALHO, M.G.; logurte com geleia de cajá (*Spondias mombin* L.) adicionado de probióticos: avaliação microbiológica e aceitação sensorial. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 12, n. 1, 2018.

GREWAL, M.K.; CHANDRAPALA, J.; DONKOR, O.; APOSTOLOPOULOS, V.; VASILJEVIC, T.. Electrophoretic characterization of protein interactions suggesting limited feasibility of accelerated shelf-life testing of ultra-high temperature milk. **Journal Of Dairy Science**, [S.L.], v. 100, n. 1, p. 76-88, jan. 2017. American Dairy Science Association. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2016-11278>.

GRUSAK, M. A.; CAKMAK, I. 12 Methods to improve the crop-delivery of minerals to humans and livestock. **Plant nutritional genomics**, p. 265, 2009.

GRUTZMANN ARCARI, S.; ARENA, K., KOLLING, J.; ROCHA, P.; DUGO, P.; MONDELLO, L.; CACCIOLA, F. Polyphenolic compounds with biological activity in guabiroba fruits (*Campomanesia xanthocarpa* Berg.) by comprehensive two-dimensional liquid chromatography. **Electrophoresis**, v. 41, n. 20, p. 1784-1792, 2020.

HAAS, L.I.R. Caracterização físico-química, fitoquímica, atividade antioxidante in vitro e in vivo, e efeitos antiproliferativos de extratos dos frutos do araçá (*Psidium cattleianum* Sabine) e da guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa* O. Berg.). 2011. 107 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2011.

HEATON, J.W.; MARANGONI, A.G. Chlorophyll degradation in processed foods and senescent plant tissues. **Trends in Food Science and Technology**, v. 7, p. 8-15, 1996.
HOMMA, A. K. O. **Extrativismo vegetal na Amazônia: história, ecologia, economia e domesticação**. Brasília, DF: Embrapa, 2014.

HURLER, J., ENGESLAND, A., KERMANY, B. P., & ŠKALKO-BASNET, N. Improved Texture Analysis for Hydrogel Characterization: Gel Cohesiveness, Adhesiveness, and Hardness. **Journal of Applied Polymer Science**, 125, 180–188, 2012.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 4. ed. Brasília: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1018 p.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Amazônia Legal. 2020. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/todos-os-produtos-geociencias.html?c=2>> Acessado em junho de 2020.

JAYATHUNGE et al. Enhancing the lycopene in vitro bioaccessibility of tomato juice synergistically applying thermal and non-thermal processing Technologies. **Food Chemistry**, 221(15):698–705, 2017.

JOARDDER, M.U.H., MASUD, M.H.; **Food Preservation Techniques in Developing Countries: Challenges and Solutions**, Springer, Cham, 2019.

KAMILOGLU, S.; PASLI, A. A.; OZCELIK, B.; VAN CAMP, J.; CAPANOGLU, E. Influence of different processing and storage conditions on in vitro bioaccessibility of polyphenols in black carrot jams and marmalades. **Food chemistry**, v. 186, p. 74-82, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.12.046>

KARASAWA, M. M. G., & MOHAN, C. (2018). Fruits as prospective reserves of bioactive compounds: a review. **Natural products and bioprospecting**, 8(5), 335-346. <https://doi.org/10.1007/s13659-018-0186-6>

KAUR, S.; MUTHURAMAN, A. Therapeutic evaluation of rutin in two-kidney one-clip model of renovascular hypertension in rat. **Life sciences**, v. 150, p. 89-94, 2016.

KLEIN, M.P.; JONG, E.V.; RÉVILLION, J.P.P.; Utilização da α -galactosidase para prevenção da cristalização em doce de leite. **Revista Ciência Agrotecnológica**, v. 34, n. 6, p. 1530-1535, 2010.

KOLLING, J.; ROCHA, P. **Compostos fenólicos e atividade antiglicêmica do suco da guabiroba**. 2018. 41 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal de Santa Catarina, São Miguel do Oeste, 2018.

LABUZA, T. P.; RIBOH, D. Theory and application of Arrhenius kinetics to the prediction of nutrient losses in food. **Food Technology**, v. 36, n. 10, p. 66-74, 1982.

MIZRAHI, S. **Accelerated shelf life testing of foods**. [s.l.] Woodhead Publishing Limited, 2011.

LAMARÃO, C. V.; GOMES, M. L. S.; MARTINS, G. A. S.; ROLIM, C. S. S.; YAMAGUCHI, K. K. L.; BONATTO-SARAIVA, E. C.; Antioxidantes Inorgânicos em Frutos Amazônicos. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, p. 12237-12253, 2020.

LEMOS, D.M.; ROCHA, A.P.T.; GOUVEIA, J.P.G.; OLIVEIRA, E.N.A.; SOUSA, E.P.; SILVA, S.F.; Elaboration and characterization of jabuticaba and acerola prebiotic jelly. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 22, e2018098, Campinas, 2019

LEMOS JÚNIOR, H. P.; BRUNELLI, M. J.; LEMOS, A. L. A. Licopeno. Diagn Tratamento. São Paulo, v. 16, n.2, p.71-74, 2011.

LEONARSKI, E. Otimização de geleia de guabiroba (*campomanesia xanthocarpa*) adicionada de prebiótico. 2017. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) Universidade Federal da Fronteira do Sul, Laranjeiras do Sul, 2017.

LIMA, J. S. S.; CASTRO, J. M. C. de; SABINO, L. B. de S.; LIMA, A. C. S. de; TORRES, L. B. de V. Physicochemical properties of guabiroba (*campomanesia lineatifolia*) and myrtle (*blepharocalyx salicifolius*) native to the mountainous region of Ibiapaba–CE, Brazil,. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 3, p. 753-775, 2016.

LISBOA, G. N.; KINUPP, V. F.; BARROS, I. B. I. **Camponesia xanthocarpa – Gabiroba**. In: CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro. Brasília-DF: Ministério do Meio Ambiente, 2011.

LIU, Q.; TANG, G.; ZHAO, C.; GAN, R.; LI, H.. Antioxidant Activities, Phenolic Profiles, and Organic Acid Contents of Fruit Vinegars. **Antioxidants**, [S.L.], v. 8, n. 4, p. 78, 27 mar. 2019. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/antiox8040078>.

LOPES, M. L. M.; MIGUEL, M. A. L.; FIALHO, E.; VALENTE-MESQUITA, V. L. Grape juice obtained using steam extraction and other small-scale extraction methods: phenolic content, antioxidant capacity and stability during storage. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 51, n. 7, p. 1696-1702, 2016. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13144>

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 5ª ed. São Paulo: Instituto Plantarum, 2016.

MACHADO, M.I.R. et al. Avaliação de compostos bioativos em pessegada. **Segurança Alimentar E Nutricional**, v. 26, p. e019015-e019015, 2019.

MALTA, L. G.; TESSARO, E. P.; EBERLIN, M.; PASTORE, G. M.; LIU, R. H. Assessment of antioxidant and antiproliferative activities and the identification of phenolic compounds of exotic Brazilian fruits. **Food Research International**, v. 53, n. 1, p. 417-425, 2013.

MARTÍNEZ-BALLESTA, M. C.; DOMINGUEZ-PERLES, R.; MORENO, D. A.; MURIES, B.; ALCARAZ-LÓPEZ, C.; BASTÍAS, E.; CARVAJAL, M. J. A. F. S. D. Minerals in plant food: effect of agricultural practices and role in human health. A review. **Agronomy for sustainable development**, v. 30, n. 2, p. 295-309, 2010.

MARTINS, G. A. S., FERRUA, F. Q., MESQUITA, K. S., BORGES, S. V., & CARNEIRO, J. D. S. Estabilidade de doces em massa de banana prata. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, 70(3), 332-340, 2011

MARTINSEN, B. K., AABY, K., & SKREDE, G. (2020). Effect of temperature on stability of anthocyanins, ascorbic acid and color in strawberry and raspberry jams, **Food Chemistry**, 316, 126297.

MATOS, K.A.N.; LIMA, D.P.; BARBOSA, A.P.P; MERCADANTE, A.Z.; CHISTÉ, R, C.; Peels of tucumã (*Astrocaryum vulgare*) and peach palm (*Bactris gasipaes*) are by-products classified as very high carotenoid sources. **Food Chemistry**, v. 272, p. 216-22, 2019.

MATTA, F. V.; XIONG, J.; LILA, M. A.; WARD, N. I.; FELIPE-SOTELO, M.; ESPOSITO, D. Chemical composition and bioactive properties of commercial and non-commercial purple and white açai berries. **Foods**, v. 9, n. 10, p. 1481, 2020.

MELO, T.C.B.; CARVALHO, R.M.; LEITE, D.B.; BERNARDO, W.R.; SOUZA, W.L. Os benefícios do aproveitamento integral dos alimentos em uma Unidade de Alimentação e Nutrição. **Nutrição Brasil**, João Pessoa, v. 17, n. 2, p. 114-121, 01 jan. 2018.

MENDES, R. de M.; PINTO, E. G.; SOARES, D. B. S. Determination of gabioba bioactive compounds. **Revista Agrarian**, v. 11, n. 39, p. 68-72, 2018.

MENIN, D.; Desenvolvimento e caracterização de geleia de feijoa (*acca sellowiana*) com redução no teor de açúcar. 2019. Dissertação (Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2019.

MONTEIRO, D. C. B., & PIRES, C. R. F. (2016). Avaliação da estabilidade físico-química de geleias de murici armazenadas sob diferentes condições de temperatura e luminosidade.

Desafios, 3, 87-98.

MORITZ, B.; TRAMONTE, V.L.C. Biodisponibilidade do licopeno. **Revista de Nutrição**, 19(2):265–273, 2006.

MORZELLE, M. C.; BACHIEGA, P.; SOUZA, E. C.; VILAS BOAS, E. D. de B.; LAMOUNIER, M. L. Caracterização química e física de frutos de curriola, gabiroba e murici provenientes do cerrado brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 1, 2015.

MOURA, S.M. Estabilidade de acerola em pó oriunda de cultivo orgânico. 2010. 115p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 2010.

NAVEED, M.; HEJAZI, V.; ABBAS, M.; KAMBOH, A. A.; KHAN, G. J.; SHUMZAID, M.; XIAOHUI, Z. Chlorogenic acid (CGA): A pharmacological review and call for further research. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 97, p. 67-74, 201.

NAEEM, M.N.M.; FAIRRULNIZAL, M.N.M; NORHAYATI, M.K.; ZAITON, A.; NORLIZA, A.H.; SYURIAHTI, W.Z.W.; AZERULAZREE, J.M.; ASWIR, A.R.; RISIDAH, S.; The nutritional composition of fruit jamsin the Malaysian market. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 17, p. 89-96, 2017

NAGATA, M.; YAMASHITA, I. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. *Nippon. Shokuhin Kogyo Gakkaisk*, v.39, n.10, p.925-928, 1992.

NASCIMENTO, K. M.; TAVONE, L.A.S.; SANTOS, S. S.; PARAÍSO, C.M.; NASCIMENTOS, V.M.; SCAPIM, M.R.S; Avaliação sensorial da geleia de uva (*Vitis vinifera* L.) da variedade benitaka adicionada do resíduo da própria fruta. Encontro Internacional de Produção Científica - UNICESUMAR – Centro Universitário de Maringá, 2017

NEGRI, T. C.; BERNI, P. R.; A.; BRAZACA, S. G. C.; Valor nutricional de frutas nativas e exóticas do Brasil. *Biosaude*, v. 18, n. 2, p. 82 – 96, 2016

NETO, B. A. M.; CARVALHO, E. A.; PONTES, K. V.; BARRETO, W. S.; SACRAMENTO, C. K.; Chemical, physico-chemical and sensory characterization of mixed açai (*Euterpe oleracea*) and cocoa's honey (*Theobroma cacao*) jellies. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 2, 2013.

NETO, J.P.S.; SILVA, V.D.; SILVA, P.A.; SANTOS, Y.M.P.; MONTEIRO, P.H.S.; SILVA, L.A.S.G.; Características Físico-Químicas de Frutos de Mandacaru (*Cereus Jamacaru* P. Dc.) Cultivados no Sertão Alagoano. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 4, n. 1, p. 7741, 2019.

OH, J. H.; KARADENIZ, F.; LEE, J. I.; PARK, S. Y.; SEO, Y.; KONG, C. S. Anticatabolic and anti-inflammatory effects of myricetin 3-O-β-d-galactopyranoside in UVA-irradiated dermal cells via repression of MAPK/AP-1 and activation of TGFβ/Smad. **Molecules**, v. 25, n. 6, p. 1331, 2020.

OLA, M. S.; AHMED, M. M.; AHMAD, R.; ABUOHASHISH, H. M.; AL-REJAIE, S. S.; ALHOMIDA, A. S. Neuroprotective effects of rutin in streptozotocin-induced diabetic rat retina. **Journal of Molecular Neuroscience**, v. 56, n. 2, p. 440-448, 2015.

OLIVEIRA, C. D.; GOMES, B. A. F.; FURTADO, M. L. B.; BARBOSA, D. P.; BOAS, E. V. de B. V. Changes in physical and biochemical characteristics of *Cordia superba* fruits during maturation. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 10, p. e503101019203, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i10.19203.

OLIVEIRA, E.; MOSQUERA, D.J.C.; HEINZEN, A.S.; FREITAS, D.C.L.; HENDGES, M.V. , AMARANTE , C.V.T.; STEFFENS , C.A.; Armazenamento refrigerado de gabioba em diferentes embalagens. Revista da jornada da pós-graduação de pesquisa – CONGREGA, Urcamp, 2017.

OLIVEIRA, E. N. A. de; FEITOSA, B. F.; SOUZA, R. L. A de. **Tecnologia e processamento de frutas: doces, geleias e compotas**. Natal: Editora IFRN, 2018.

OLIVEIRA, E.N.A.; SANTOS, D.C.; ROCHA, A.P.T.; GOMES, J.P.; Desenvolvimento, caracterização e estabilidade de geleia tradicional de umbu-cajá. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 3, n. 3, p. 640-651, 2014.

OLIVEIRA, T.T.B.; MORAIS, R.A.; MARTINS, G.A.S.; MARSON, P.G.; TEIXEIRA, S.M.F.; Processing of fruits of the Cerrado in the form of integrals jellies. **Revista Agrarian**, v. 13, n. 47, p. 130-140, 2020

OLSZOWY, M. What is responsible for antioxidant properties of polyphenolic compounds from plants? **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 144, p. 135-143, 2019.

PANICO, R.; POWELL, W. H.; RICHER, J. C. **A guide to IUPAC Nomenclature of Organic Compounds**. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1993.

PATEL, K.; PATEL, D. K. The beneficial role of rutin, a naturally occurring flavonoid in health promotion and disease prevention: a systematic review and update. **Bioactive food as dietary interventions for arthritis and related inflammatory diseases**, p. 457-479, 2019

PAULL, R.; DUARTE, O. Tropical Fruits. 3. ed., v. 1. Barbados: University of the West Indies, Barbados, 2012.

PELISSARI, F.M.; RONA, M.S.S.; MATIOLI, G. O licopeno na prevenção de doenças. **Arq Mudi**. 12(1):5-11, 2008.

PEREIRA, A. C.; SANTOS, E. R. Frutas nativas do Tocantins com potencial de aproveitamento econômico. **Agri-enviromental Sciences**, v. 1, n. 1, 2015. p. 22-37

PEREIRA, T. C. **Sensores eletroquímicos baseados em polímeros molecularmente impressos sobre superfícies contendo grafeno e nanopartículas metálicas para a determinação de ácidos orgânicos na vinhaça de cana-de-açúcar**. 2019. 113 f. Tese (Doutorado) - Curso de Química, Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2019.

PÉREZ-HERRERA A.; MARTÍNEZ-GUTIÉRREZ, G. A.; LEÓN-MARTÍNEZ, F. M.; SÁNCHEZ-MEDINA, M. A. The effect of the presence of seeds on the nutraceutical, sensory and rheological properties of Physalis spp. Fruits jam: A comparative analysis. **Food Chemistry**, v. 302, n. 125141, 01 jan. 2020.

PERFEITO, D. G. A.; CORRÊA, I. M.; PEIXOTO, N. Elaboração de bebida com extrato hidrossolúvel de soja saborizada com frutos do cerrado. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 4, n. 1, p. 21-27, 2017.

PEREIRA, A. C.; SANTOS, E. R. Frutas nativas do Tocantins com potencial de aproveitamento econômico. **Agri-enviromental Sciences**, v. 1, n. 1, 2015. p. 22-37

PINELI, L.L.O.; MORETTI, C.L.; CHIARELLO, M.; MELO, L.; Influence of strawberry jam color and phenolic compounds on acceptance during storage. **Rev. Ceres, Viçosa**, v. 62, n.3, p. 233-240, 2015

POLESI, R. G.; ROLIM, R.; ZANETTI, C.; SANT'ANNA, V.; BIONDO, E.; Agrobiodiversidade e segurança alimentar no vale do taquari, rs: plantas alimentícias não convencionais e frutas nativas. **Revista Científica Rural**, v. 19, 2. 2, p. 118 – 135, 2017.

PORTAL FRUTÍFERAS. Guabiroba. Disponível em: <<https://www.frutiferas.com.br/guabiroba>> Acesso em: 14 de abril de 2020.

PRATI, P. TECNOLOGIA X ESTABILIDADE DOS ALIMENTOS. **Pesquisa & tecnologia**, v 11, n 1, 2014.

RABABAH, T. M.; AL-MAHASNEH, M. A.; KILANI, I.; YANG, W.; ALHAMAD, M. N.; EREIFEJ, K.; AL-U'DATT, M. Effect of jam processing and storage on total phenolics, antioxidant activity, and anthocyanins of different fruits. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 91, n. 6, p. 1096-1102, 2011. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4289>

RAMESH, R.; ROSELL, C.M.; **Microbial enzyme technology in food applications**. Boca Raton; CRC Press, 2017

RAO, A.V. et al. Lycopene content of tomatoes and tomato products and their contribution to dietary lycopene. **Food Research International**, 31(10):737–741, 1998.

REIS, A. F.; SCHMIELE, M. Características e potencialidades dos frutos do Cerrado na indústria de alimentos. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 22, e2017150, 2019.

REIS SILVA, M.; CAVALCANTE, D.B.L.L.; GEBRIM, G.S.; MARTINS, D.M.O.; Caracterização química e frutos nativos do cerrado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 6, p. 1790-1793, 2008.

REZAIRE, A.; ROBINSON, J. C.; BEREAU, D.; VERBAERE, A.; SOMMERER, N.; KHAN, M. K.; FILS-LYCAON, B. Amazonian palm *Oenocarpus bataua* (“patawa”): Chemical and biological antioxidant activity–Phytochemical composition. **Food chemistry**, v. 149, p. 62-70, 2014.

RICE-EVANS, C. A., MILLER, N. J., PAGANGA, G. Structure antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 20, n. 7, p. 933–956, 1996.

RIOS, M. N. S.; PASTORE JUNIOR, F. **Plantas da Amazônia: 450 espécies de uso geral**. Brasília, DF: Universidade de Brasília, 2011. 3140 p.

RODRIGUES, A. O.; LUCIO, E.C.B.; MELO, L.C.; CANHAMERO, M.; SILVA, F. C. Biopolímero desenvolvido a partir da farinha de arroz e sua aplicação como revestimento em frutos. **Revista Brasileira de Aplicações de Vácuo**, Campinas, v. 32, n. 2, p. 103-107, 18 out. 2019.

RODRIGUEZ-HUEZO, M.E.; PEDROZA-ISLAS, R.; PRADOBARRAGÁN, L.A.; BERISTAIN, C.I.; VERNON-CARTER, E.J. Microencapsulation by spray drying of multiple emulsions containing carotenoids. **Journal of Food Science**, volume 69, p.351-359, 2004.

RODRIGUES, V. N. Licor de guabiroba (*campomanesia xanthocarpa*): Análise mercadológica, desenvolvimento e caracterização físico-química e sensorial. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul-RS, 2017.

RODRIGUES, D. P.; MITTERER-DALTOÉ, M.L.; LIMA, V. A.; BARRETO-RODRIGUES, M.; PEREIRA, E. A. Simultaneous determination of organic acids and sugars in fruit juices by High performance liquid chromatography: characterization and differentiation of commercial juices

by principal component analysis. **Ciência Rural**, São Paulo, v. 51, n. 3, p. 1-10, 15 set. 2021. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20200629>.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; 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

RUFINO, M. D. S. M.; ALVES, R. E.; DE BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. D. G.; PÉREZ-JIMENEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. **Embrapa Agroindústria Tropical-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**. Comunidade tecnico 127, 2007.

RUFINO, M. D. S. M.; ALVES, R. E.; DE BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. D. G.; PÉREZ-JIMENEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pelo método de redução do ferro (FRAP). **Embrapa Agroindústria Tropical-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**. Comunidade tecnico 125, 2006.

SAMSON, R. A.; HOEKSTRA, E. S.; FRISVAD, J. C. Introduction to food-and airborne fungi. Centraalbureau voor Schimmelcultures (CBS), 2004.

SANT'ANNA, L. S.; MERLUGO, L.; EHLE, C. S.; LIMBERGER, J.; FERNANDES, M. B.; SANTOS, M. C.; MOREIRA, C. M. Chemical composition and hypotensive effect of *Campomanesia xanthocarpa*. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2017, 2017.

SANTOS, M. S. Impacto do processamento sobre as características físico-químicas, reológicas e funcionais de frutos da gabirobeira (*campomanesia xanthocarpa berg*). 2011. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba-PR, 2011.

SANTOS, M.S.; CORREIA, C.H.; PETKOWICZ, C.L.O.; CANDIDO, L.M.B.; Quantification of the major bioactive phytochemicals in the gabiroba (*Campomanesia xanthocarpa Berg*) juice. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.35, n. 4, p. 783-787, 2013a.

SANTOS, M.S.; LIMA, J.J.; PETKOWICZ, C.L.O.; CANDIDO, L.M.B. Chemical characterization and evaluation of the antioxidante potential of gabiroba jam (*Campomanesia xanthocarpa Berg*), **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.35, p. 73-82, 2013b.

SCHERER, R.; RYBKA, A. C. P.; GODOY, H. T. Determinação simultânea dos ácidos orgânicos tartárico, málico, ascórbico e cítrico em polpas de acerola, açaí e caju e avaliação da estabilidade em sucos de caju. **Química Nova**, v. 31, p. 1137-1140, 2008.

SCHERER, R.; RYBKA, A. C. P.; BALLUS, C. A.; MEINHART, A. D.; TEIXEIRA FILHO, J.; GODOY, H. T. Validation of a HPLC method for simultaneous determination of main organic acids in fruits and juices. **Food Chemistry**, v. 135, n. 1, p. 150-154, 2012.

SCHULZ, M.; CHIM, J.F.; Nutritional and bioactive value of *Rubus* berries. **Food Bioscience**, [s.l.], v. 31, p. 100438, out. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fbio.2019.100438>.

SILVA, A.B.; FILHA, I.G. A.; BENEVIDES, K.M.M.; SILVA, D.M.; RODRIGUES, P.M.A.; SILVA, S.C.; GARZÓN, M.I.CR.; Culture of people originating from the Amazon rainforest during pregnancy and the puerperium: a scope review from the point of view of food and nutrition security. **SAÚDE DEBATE**, Rio de Janeiro, v. 43, n. 123, p. 1219-1239, 2019a

SILVA, C. R. A.; SLVA, A. O.; JODAS, L.; SANTOS, R. F.; BARBOSA, S. Biotecnologia

- aplicada a produção de alimentos fermentados. **Revista Científica Unilago**, v. 1, n. 1, 2017.
- SILVA, D. L.; LEAL, G.F.; SOUSA, H.M.S.; PELUZIO, J.M.; MARTINS, G.A.S.; Elaboração e caracterização de doce dos frutos da gabiroba (camponesa cambodia) com substituição da pectina comercial por albedo de maracujá. XII Iberoamerican Congress of Food Engineering – CIBIA 2019, Faro – Portugal, 2019b
- SILVA, D. L. V. D.; ALVES, R. E.; FIGUEIREDO, R. W. D.; MACIEL, V. T.; FARIAS, J. M. D.; AQUINO, A. R. L. D. Características físicas, físico-químicas e sensoriais da água de frutos de coqueiro anão verde oriundo de produção convencional e orgânica. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, p. 1079-1084, 2009b.
- SILVA, E.P.; VILAS BOAS, E.V.B.; RODRIGUES, L.J.; SIQUEIRA, H.H.; Caracterização física, química e fisiológica de gabiroba (*Campomanesia pubescens*) durante o desenvolvimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 4, p. 803-809, Campinas, 2009
- SILVA et al. Teor de carotenoides em polpas de acerola congeladas. **Revista Verde** (Mossoró – RN - Brasil), v. 8, n. 1, p. 170 – 173, jan/mar de 2013.
- SILVA, I.G.; MARTINS, G.A.S.; BORGES, S.V.; MARQUES, G.R.; REGIS, I.S. Influence of passion fruit albedo, citric acid, and the pulp/sugar ratio on the quality of banana preserves. **Ciência Tecnologia Alimentos**, Campinas, 32(2): 267-273, abr.-jun. 2012.
- SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; GOMES, R. A. R.; OKAZAKI, M. M. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 5ª edição - São Paulo: Blucher, 2017. 560p.
- SILVA, R. L.; FERREIRA, S. R. S.; VITALI, L.; BLOCK, J. M. May the superfruit red guava and its processing waste be a potential ingredient in functional foods? **Food Research International**, v. 115, p. A451-459, 2019c.
- SOARES, C.M.S.; AGUIAR, A.O.; SILVA, R.R.; IBIAPINA, A.; SANTOS, A.L.; MARTONS, G.A.S.; Tipologia do consumidor de frutos do cerrado. *Desafios*, v. 6, n. especial, p. 134-139, 2019.
- SOARES JÚNIOR, A.M, MAIA, A.B.R.A, NELSON, D.L.; Estudo do efeito de algumas variáveis de fabricação no perfil textuométrico do doce de manga. **Rev Ciênc Tecnol Alim**. 2003; v. 23, n. 1, p. 76-80.
- SONG, X.; TAN, L.; WANG, M.; REN, C.; GUO, C.; YANG, B.; PEI, J. Myricetin: A review of the most recent research. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 134, p. 111017, 2021
- SOUSA, P.B.; MACHADO, M.R.G.; FILHO, J.M.M.; FEITOSA, I.S.C.; FILHO, A.F.; Conventional, light and diet buriti jelly: development, physical-chemical, microbiological and sensory characterization. **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 6, n. 4, p. 21272-21293, 2020.
- SOUZA, A. V.; VIEITES, R. L.; GOMES, E. P.; SILVA VIEIRA, M. R. Biochemical characterization of blackberry fruit (*Rubus* sp) and jellies. **Australian Journal of Crop Science**, v. 12, n. 4, p. 624, 2018. <https://doi.org/doi: 10.21475/ajcs.18.12.04.pne933>
- SOUZA, F. G. de, BARBOSA, F. da 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**, (January), 2016 78–88. <https://doi.org/10.18067/jbfs.v3i2.52>
- SOUZA, H.R.S., CARVALHO, M.G., SANTOS, A.M.; FERREIRA, I.M.; SILVA, A.M.O.;

Compostos bioativos e estabilidade de geleia mista de umbu (*spondias tuberosa* arr. c.) e mangaba (*hancornia speciosa* g.). **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 12, n. 2, 2018

SOUZA, J. L. C.; SILVA, L. B.; REGES, N. P. R.; MOTA, E. E. S.; LEONÍDIO, R. F. Caracterização física e química de gabioba e murici. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n.3, p. 782-800, 2019.

SOUZA, V. R.; PEREIRA, P. A. P.; QUEIROZ, F.; BORGES, S. V.; CARNEIRO, J. D. S. Determination of bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Cerrado Brazilian fruits. **Food Chemistry**, v. 134, n. 1, p. 381-386, 2012.

STEIN, J. H.; KEEVIL, J. G.; WIEBE, D. A.; AESCHLIMANN, S.; FOLTS, J. D. Purple grape juice improves endothelial function and reduces the susceptibility of LDL cholesterol to oxidation in patients with coronary artery disease. **Circulation**, v. 100, n. 10, p. 1050-1055, 1999.

STONE, H.; SIDEL, J. L. Sensory evaluation practices. 3. ed. New York: Academic Press. 2004. 408 p.

TAHERI, Y.; SULERIA, H. A. R.; MARTINS, N.; SYTAR, O.; BEYATLI, A.; YESKALIYEVA, B.; SHARIFI-RAD, J. Myricetin bioactive effects: Moving from preclinical evidence to potential clinical applications. **BMC Complementary Medicine and Therapies**, v. 20, n. 1, p. 1-14, 2020.

TELES, A. C. M.; PINTO, E. G.; SANTOS, J. R.; OLIVEIRA, C. F. D.; SOARES, D. S. B. Desenvolvimento e caracterização físico-química de geleia comum e extra de graviola com pimenta. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 1, p. 72-77, 2017.

TEIXEIRA, F. NOVELLO, D.; Physico-chemical, nutritional and sensory aspects of the addition of Citrus fruit byproducts in gelation products: a systematic review. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 3, e180932669, 2020

TEIXEIRA NETO, R. O.; VITALI, A. A.; QUAST, D. G. Reações de transformação e vida-de-prateleira de alimentos processados. **Manual Técnico**, v. 6, 2004.

TSEGAY, Z. T.; Total titratable acidity and organic acids of wines produced from cactus pear (*Opuntia-ficus-indica*) fruit and Lantana camara (*L. Camara*) fruit blended fermentation process employed response surface optimization. **Food Science & Nutrition**, [S.L.], v. 8, n. 8, p. 4449-4462, 2 jul. 2020. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/fsn3.1745>.

TIREKÍ, S.; Investigation of sensory and instrumental methods to predict shelf- life of jelly gums. THESIS (Degree of doctor of Philosophy in Food Engineering) Middle East Technical University, Turquia, 2017.

TORREZAN, R. **Doce em massa**. Brasília, DF : Embrapa, 2015.

TRÓPICOS.ORG. Specimen Country Map* - *Campomanesia* . Disponível em: < <http://legacy.tropicos.org/Name/40000188?tab=maps>> Acesso em: 12 de junho de 2020.

UMENO, A., BIJU, V., & YOSHIDA, Y. (2017). In vivo ROS production and use of oxidative stress-derived biomarkers to detect the onset of diseases such as Alzheimer's disease, Parkinson's disease, and diabetes. **Free radical research**, 51(4), 413-427. <https://doi.org/10.1080/10715762.2017.1315114>

UMER, M. J.; SAFDAR, L. B.; GEBREMESKEL, H.; ZHAO, S.; YUAN, P.; ZHU, H.; LIU, W. Identification of key gene networks controlling organic acid and sugar metabolism during

watermelon fruit development by integrating metabolic phenotypes and gene expression profiles. **Horticulture research**, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2020.

VAGULA, J. M.; VISENTAINER, J. V.; LOPES, A. P.; MAISTROVICZ, F. C.; ROTTA, E. M.; SUZUKI, R. M. Antioxidant activity of fifteen seeds from fruit processing residues by different methods. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 41, p. e35043, 2019.

VALLILO, M. I.; LAMARDO, L. C. A.; GABERLOTTI, M. L.; OLIVEIRA, E. D.; MORENO, P. R. H. Composição química dos frutos de *Campomanesia adamantium* (Cambessédes) O. Berg. **Food Science and Technology**, v. 26, p. 805-810, 2006.

VALSKO, J. J.; KRAHL, A.H.; PETINI-BENELLI, A.; CHIRON, G.; *Catasetum sophiae*, a new species of Orchidaceae (Catasetinae) from northern Brazil. **Phytotaxa**, v. 402, n. 2, p. 114, 24 2019. Magnolia Press. <http://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.402.2.5>.

VIANA, E. D. S.; MAMEDE, M. E. D. O.; REIS, R. C.; CARVALHO, L. D. D.; FONSECA, M. D. Desenvolvimento de geleia de umbu-cajá convencional e dietética. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 3, p. 708-717, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-018/14>
VIEIRA, E.L.; Apontamentos e práticas de fisiologia pós-colheita de frutos e hortaliças, UFRB, 2019.

VIEIRA, R. F.; COSTA, T. S. A.; SILVA, D. B.; FERREIRA, F. R.; SANO, S. M. **Frutas Nativas da Região Centro-Oeste do Brasil**. Brasília-DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006.

WATERHOUSE, A. L. Determination of total phenolics. **Current protocols in food analytical chemistry**, v. 6, n. 1, New York: John Wiley & Sons. 2002.

WHITE, P. J.; BROADLEY, M. R. Biofortification of crops with seven mineral elements often lacking in human diets—iron, zinc, copper, calcium, magnesium, selenium and iodine. **New Phytologist**, v. 182, n. 1, p. 49-84, 2009.

WICKLUND, T.; ROSENFELD, H. J.; MARTINSEN, B. K.; SUNDFØR, M. W.; LEA, P.; BRUUN, T.; HAFFNER, K. Antioxidant capacity and colour of strawberry jam as influenced by cultivar and storage conditions. **LWT-Food Science and Technology**, v. 38, n. 4, p. 387-391, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2004.06.017>

YULIARTI, O.; HOON, A.L.S.; CHONG, S.Y.; Influence of pH, pectin and Ca concentration on gelation properties of low-methoxyl pectin extracted from *Cyclea barbata* Miers. **Food Structure**, v. 11, p. 16-23, 2017

YUYAMA, L. K. O., PANTOJA, L., MAEDA, R. N., AGUIAR, J. P. L., & SILVA, S. B. D. Development and acceptability of a low calorie cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) jam. **Food Science and Technology**, v. 28, n. 4, p. 929-934, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000400026>

ZARDETTO, S., BARBANTI, D. (2020). Shelf-life assessment of fresh green pesto using an accelerated test approach. **Food Packaging and Shelf Life**, 25(July 2018), 100524. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2020.100524>

APÊNDICE A

FICHA DE ANÁLISE SENSORIAL TESTE DE ACEITAÇÃO

NOME: _____

____ Sexo: F() M()

Telefone: _____

Faixa etária: () 16 a 25 anos () 25 a 35 () 35 a 50 anos () mais de 50 anos;

1. Indique a frequência com que consome doces (goiabada, marmelada, etc):

- () Diariamente () 2 a 3 vezes semana () 1 vez semana
() Quinzenalmente () Mensalmente () Semestralmente

2. Marque com X na escala abaixo o quanto você gosta ou desgosta de doces:

- () Gosto muito () Gosto moderadamente () Gosto ligeiramente
() Nem gosto, nem des- () Desgosto ligeiramente () Desgosto moderadamente
gosto

3. Conhece ou já consumiu fruto Gabiroba?

- () Sim, conheço () Sim, já consumi
() Não conheço () Nunca consumi

4. Você está recebendo 05 amostras codificadas de doces formuladas com polpa de gabioba, açúcar, glutamato de sódio, albedo e ácido cítrico. Por favor, prove-as e avalie utilizando a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou da amostra.

9	Gostei extremamente
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 extremamente

Código da amostra	121	210	343	451	666
Aroma				113	
Sabor					
Textura					
Impressão global					

Comentários

5. Com base em sua opinião sobre estas amostras, indique na escala abaixo, sua atitude se encontrasse cada uma das amostras à venda. Se eu encontrasse esse produto eu:

CÓDIGO	121	210	343	451	666
NOTA DA ESCALA					

9	Comeria isso sempre que tivesse oportunidade.
8	Comeria isso muito frequentemente
7	Comeria isso frequentemente.
6	Comeria de vez em quando.
5	Comeria isso se tivesse acessível, mas não me esforçaria para isso.
4	Comeria ocasionalmente.
3	Não compraria, mas raramente comeria isso.
2	Comeria isso se não pudesse escolher outro alimento.
1	Comeria só se fosse forçado (a).

Comentários

6. Assinale com um "X" quanto a sua intenção de compra para cada produto.

Amostras

	121	210	343	451	666
5. Certamente compraria					
4. Provavelmente compraria					
3. Tenho dúvidas se compraria					
2. Provavelmente não compraria					
1. Certamente não compraria					

Comentários:

APÊNDICE B

Análise de variância da cor e rendimento do doce de gabioba.

Fontes de variação	Quadrado médio das variáveis				
	GL	a*	b*	L*	Rendimento
Ácido	2	0,536	3,3	63,763	118,465*
Albedo	2	0,0415	4,242	0,405	124,945*
Razão polpa/açúcar	2	0,248	7,509	0,128	294,957*
Ácido*Razão	0	0,536*	3,3*	63,763*	118,465*
Ácido*Albedo	0	0,536*	3,3*	63,763*	118,465*
Razão*Albedo	0	0,248*	7,509*	0,128*	294,958*
Ácido*Razão*Albedo	2	0,243	7,901	48,102	116,157*
Erro	2				
Total Corrigido	10				
CV %		22,52	28,08	20,89	0,42
Média Geral		2,6445	5,4927	22,36	62,66

*Significativo ao nível 5% pelo teste F

Análise de variância das variáveis físico-químicas (pH, acidez titulável, Sólidos solúveis e Licopeno) do doce de gabioba

Fontes de variação	Quadrado médio das variáveis				
	GL	pH	AcT	SS	Licopeno
Ácido	2	0,672*	105,315 *	18,887*	7,467
Albedo	2	0,132*	0,321	18,887*	10,626
Razão polpa/açúcar	2	0,149*	1,236	38,887*	1,671
Ácido*Razão	0	0,672*	105,315*	18,887*	7,467*
Ácido*Albedo	0	0,672*	105,315*	18,887*	7,467*
Razão*Albedo	0	0,149*	1,236*	38,887*	1,671*
Ácido*Razão*Albedo	2	0,119*	0,392	30,887*	1,233
Erro	2				
Total Corrigido	10				
CV %		1,21	8,11	0,32	71,53
Média Geral		4,7636	9,081	72,87	5,5494

*Significativo ao nível 5% pelo teste F; AcT- Acidez Titulável; SS - Sólidos Solúveis;

Análise de variância das variáveis físico-químicas (açúcar total, açúcar redutor, vitamina C e lipídeos) do doce de gabioba

Fontes de variação	Quadrado médio das variáveis				
	GL	AT	AR	VitC	Lipídeos
Ácido	2	54,819	132,171*	82,802	0
Albedo	2	60,759	17,766	81,002	0,003
Razão polpa/açúcar	2	79,899	18,696	0,94	0,007
Ácido*Razão	0	54,819*	132,171*	82,802*	0*
Ácido*Albedo	0	54,819*	132,171*	82,802*	0*
Razão*Albedo	0	79,899*	18,696*	0,94*	0,007*
Ácido*Razão*Albedo	2	65,019	19,191	0,91	0,029
Erro	2				
Total Corrigido	10				
CV %		4,58	14,69	23,61	26,94
Média Geral		63,7	10,8527	38,7727	0,3718

*Significativo ao nível 5% pelo teste F; AT- Açúcares Totais; AR - Açúcares redutores; VitC – Vitamina C

Análise de variância das variáveis físico-químicas (cinzas, umidade, dureza e adesividade) do doce de gabioba

Fontes de variação	Quadrado médio das variáveis				
	GL	Cinzas	UMI	DUR	ADES
Ácido	2	0,0434*	12,729	89,583*	0,198*
Albedo	2	0,0303*	0,984	86,593*	0,193*
Razão polpa/açúcar	2	0,024*	40,722	91,355*	0,216*
Ácido*Razão	0	0,043*	12,729*	89,583*	0,198*
Ácido*Albedo	0	0,043*	12,729*	89,583*	0,198*
Razão*Albedo	0	0,024*	40,722*	91,355*	0,216*
Ácido*Razão*Albedo	2	0,066*	0,956	90,383*	0,241*
Erro	2				
Total Corrigido	10				
CV %		8,04	20,33	7,38	13,63
Média Geral		0,19	14,6463	3,52	0,2306

*Significativo ao nível 5% pelo teste F; UMI – umidade; DUR – Dureza; ADES – Adesividade.

Análise de variância das variáveis da análise sensorial (aroma, sabor e textura) do doce de gabioba

Causas de variação	Quadrado médio das variáveis			
	GL	Aroma	Sabor	Textura
Ácido	2	0,5049	1,266	2,735
Albedo	2	0,5049	5,391*	2,735
Razão polpa/açúcar	2	0,661	1,266	4,485
Ácido*Razão	0	0,5049*	1,266*	2,735*
Ácido*Albedo	0	0,5049*	1,266*	2,735*
Razão*Albedo	0	0,661*	1,266*	4,485*
Ácido*Razão*Albedo	2	0,474	1,016	6,735
Erro	2			
Total Corrigido	10			
CV %		15,81	5,57	17,69
Média Geral		5,47	5,18	4,32

*Significativo ao nível 5% pelo teste F.

Análise de variância das variáveis da análise sensorial (impressão global, frequência de consumo e intenção de compra) do doce de gabioba

Causas de variação	Quadrado médio das variáveis			
	GL	IG	FC	IC
Ácido	2	0,267	0,027	0,03
Albedo	2	3,079	0,777	1,59
Razão polpa/açúcar	2	0,079	0,027	0,03
Ácido*Razão	0	0,267*	0,027*	0,03*
Ácido*Albedo	0	0,267*	0,027*	0,03*
Razão*Albedo	0	0,079*	0,027*	0,03*
Ácido*Razão*Albedo	2	0,267	0,027	0,093
Erro	2			
Total Corrigido	10			

CV %	11,34	35,78	39,08
Média Geral	4,41	2,91	1,95

*Significativo ao nível 5% pelo teste F; IG- Impressão Global; FC - Frequência de consumo; IC - Intenção de compra

Análise de variância das variáveis físico-químicas do doce de Gabiroba durante o armazenamento.

Causas de variação	Quadrado Médio das Variáveis							
	GL	pH	AcT	Aw	SS	Lico-peno	Clorofila	Compostos Fenólicos
Tempo (t)	5	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*
Temperatura(T)	1	0,9975	0,7012	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*
Embalagem (E)	1	0,5493	0,0099*	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*
t x T	5	0,0000*	0,0002*	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*
t x E	5	0,0569	0,4390	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*
T x E	1	0,9975	0,0016*	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*
t x T x E	1	0,3776	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*
Erro	48							
Total cor-rigido	71							
CV (%)		0,87	7,37	0,22	0	0	0	0
Média Geral		4,50	2,19	0,80	67,75	0,00263	0,0000662	82,54

*Significativo ao nível 5% pelo teste F; AcT- Acidez Titulável; Aw – Atividade de água; SS – Sólidos Solúveis.

Análise de variância da cor do doce de Gabiroba durante o armazenamento.

Causas de variação	Quadrado Médio das Variáveis					
	GL	L*	a*	b*	CROMA	HUE
Tempo (t)	5	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*
Temperatura (T)	1	0,0037*	0,0000*	0,0000*	0,3902	0,0000*
Embalagem (E)	1	0,0117*	0,0544*	0,0210*	0,1231	0,0000*
t x T	5	0,2147	0,0055*	0,0000*	0,0000*	0,0000*
t x E	5	0,0000*	0,0091*	0,0000*	0,0000*	0,0000*
T x E	1	0,01793*	0,0217*	0,1073	0,0000*	0,0000*
t x T x E	1	0,0000*	0,0000*	0,0001*	0,0010*	0,0000*
Erro	48					

Total corrigido	71					
CV (%)		7,42	26,18	12,05	13,12	1,54
Média Geral		27,3	1,05	4,84	13,24	84,23

*Significativo ao nível 5% pelo teste F.

Análise de variância de dureza e elasticidade do doce de Gabiroba durante o armazenamento.

Causas de variação	Quadrado Médio das Variáveis		
	GL	DUR	ADES
Tempo (t)	5	0,0000*	0,0000*
Temperatura (T)	1	0,0000*	0,0303*
Embalagem (E)	1	0,4516	0,6064
t x T	5	0,0000*	0,0130*
t x E	5	0,0001*	0,3556
T x E	1	0,00170*	0,9918
t x T x E	1	0,0020*	0,1619
Erro	48		
Total corrigido	71		
CV (%)		3,72	-24,20
Média Geral		0,75	-0,085

*Significativo ao nível 5% pelo teste F; DUR – Dureza; ADES – Adesividade.

Análise de variância de sacarose, glicose e frutose do doce de Gabiroba durante o armazenamento.

Causas de variação	Quadrado Médio das Variáveis			
	GL	Sacarose	Glicose	Frutose
Tempo (t)	5	0,0000*	0,0000*	0,0000*
Temperatura (T)	1	0,0000*	0,0000*	0,0000*
Embalagem (E)	1	0,0000*	0,0000*	0,0000*
t x T	5	0,0000*	0,0000*	0,0000*
t x E	5	0,0000*	0,0000*	0,0000*
T x E	1	0,0000*	0,0000*	0,0000*
t x T x E	5	0,0000*	0,0000*	0,0000*
Erro	0			
Total corrigido	23			
CV (%)		0	0	0
Média Geral		21,07	20,68	8,13

*Significativo ao nível 5% pelo teste F;

Descrição, tempo de retenção e detecção dos padrões de carboidratos utilizados nas análises.

Composto	Fórmula molecular	Pureza (%)	Marca	TR*	Deteção
Glicose	$C_6H_{12}O_6$	99,5	Sigma Aldrich®	12,85 ± 0,5	RID**
Frutose	$C_6H_{12}O_6$	99,0	Sigma Aldrich®	14,03 ± 0,5	RID**
Sacarose	$C_{12}H_{22}O_{11}$	99,5	Sigma Aldrich®	11,04 ± 0,5	RID**

* TR: Tempo de retenção; RID**: Detector Índice de Refração.

ANEXOS

SILVA, D. L.; LEAL, G. F. ; SOUSA, H. M. S. ; PELUZIO, J. M. ; MARTINS, G. A. S. . Elaboração e caracterização dos frutos da gabiroba (*Camponesia cambessedea*) com substituição da pectina comercial por albedo de maracujá. In: XII Iberoamerican Congress of Food Engineering CIBIA 2019, 2019, Faro. Book Abstracts, 2019.



DA SILVA, DIANA LOPES; SOUSA, HERMANNY MATOS SILVA; MARTINS, GLÊNDARA APARECIDA DE SOUZA; DA SILVA, JULIANA FONSECA MOREIRA; PELUZIO, JOENES MUCCI ; LEAL, GABRIELA FONSECA . CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DE FRUTOS DO CERRADO. DESAFIOS: REVISTA INTERDISCIPLINAR DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS, v. 6, p. 127-133, 2019.

CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DE FRUTOS DO CERRADO

Antioxidant capacity of Cerrado fruits

Capacidad antioxidante de frutos delCerrado



Revista
Desafios

Artigo Original
Original Article
Artículo Original

Diana Lopes da Silva¹, Hermannny Matos Silva Sousa², Glêndara Aparecida de Souza Martins³, Juliana Fonseca Moreira da Silva⁴, Joenes Mucci. Peluzio⁵, Gabriela Fonseca Leal⁶

¹Discente do Doutorado da Rede de Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal, *Laboratório de Cinética e Modelagem de Processos, Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Tocantins, Palmas -TO, Brasil*

²Discente do Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos, *Laboratório de Cinética e Modelagem de Processos, Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Tocantins, Palmas -TO, Brasil*³Docente do Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos, *Laboratório de Cinética e Modelagem de Processos, Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Tocantins, Palmas -TO,*

⁴Docente do Curso de Graduação em Medicina, *Laboratório de Microbiologia geral e Aplicada, Medicina, Universidade Federal do Tocantins, Palmas -TO,*

⁵Docente do Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos, *Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Tocantins, Palmas -TO*

⁶Discente do Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos, *Laboratório de Cinética e Modelagem de Processos, Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Tocantins, Palmas -TO, Brasil*

*Correspondência: *Laboratório de Cinética e Modelagem de Processos, Universidade Federal do Tocantins – Campus Palmas, Av. NS 15, 109 Norte, Palmas, Tocantins, Brasil. CEP: 77.010-090. e-mail: didilopess@uft.edu.br*

Artigo recebido em 08/05/2019 aprovado em 20/08/2019 publicado em 02/10/2019.

RESUMO

O Cerrado é um bioma que possui alta diversidade vegetal. Nos últimos anos houve um aumento nos estudos com frutos nativos, no entanto, informações sobre as características desses frutos ainda são limitadas ou inexistentes. Estudos clínicos e epidemiológicos têm mostrado evidências de que antioxidantes de cereais, frutas e vegetais são os principais fatores que contribuem para a redução de incidência de doenças crônicas e degenerativas encontradas em populações cujas dietas são altas na ingestão desses alimentos. Reconhece-se que os efeitos na saúde devido aos alimentos ingeridos estão geralmente associados a atividades antioxidantes. Os frutos podem ser uma fonte inesgotável de recursos nutricionais, pois possuem compostos bioativos. Esses compostos atuam como removedores de radicais livres ou quelantes de metais. A importante atividade antioxidante dos compostos fenólicos pode ser utilizada em alimentos processados como antioxidante natural. Serão apresentados o potencial e ação antioxidante oito frutos do Cerrado e seus principais compostos bioativos.

Palavras-chave: frutos, antioxidante, compostos bioativos

ALVES MORAIS, RÔMULO; LEONARDO DOS SANTOS, ANDRÉ ; MATOS SILVA SOUSA, HERMANNY ; MARIANE DA SILVA SOARES, CAMILA ; LOPES DA SILVA, DIANA ; APARECIDA DE SOUZA MARTINS, GLÊNDARA . DETERMINAÇÃO DOS COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS EM CASCAS DE FRUTAS ENCONTRADAS NO CERRADO BRASILEIRO. DESAFIOS: REVISTA INTERDISCIPLINAR DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS, v. 7, p. 26-33, 2020.

DETERMINAÇÃO DOS COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS EM CASCAS DE FRUTAS ENCONTRADAS NO CERRADO BRASILEIRO

Determination of total phenolic compounds in fruit shells found in brazilian cerrado

Determinación de total de compuestos fenólicos en conchas de frutas encontradas en cerrado brasileño



Revista
Desafios
Artigo Original
Original Article
Artículo Original

Rômulo Alves Morais^{*1,2}, André Leonardo dos Santos², Hermanny Matos Silva Sousa^{1,2}, Camila Mariane da Silva Soares^{1,2}, Diana Lopes da Silva^{1,3}, Glêndara Aparecida de Souza Martins^{1,2}

¹Laboratório de Cinética e Modelagem de Processos (LaCiMP) – Universidade Federal do Tocantins

²Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA -UFT) - Universidade Federal do Tocantins

³Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia (REDE BIONORTE) - Universidade Federal do Tocantins

*Correspondência: Laboratório de Cinética e Modelagem de Processos, Escola de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Tocantins, Quadra 109 Norte, Avenida NS 15, ALCNO-14, Plano Diretor Norte, Palmas – TO, CEP: 77001-090. e-mail: romuloitallo2505@gmail.com

Artigo recebido em 20/02/2020 aprovado em 23/03/2020 publicado em 26/03/2020.

RESUMO

O aumento da produção do setor agroindustrial, ao mesmo tempo em que proporciona benefícios econômicos e nutricionais ao homem, gera uma vasta quantidade de resíduos. Esses resíduos comumente descartados como casca, semente e talos contém uma grande quantidade de compostos bioativos como os compostos fenólicos. Nesse sentido o objetivo desse trabalho foi avaliar a eficácia de três soluções extratoras (água, etanol 80% e metanol 80%) e quantificar o teor de fenólicos totais em sete cascas de espécies de frutas exóticas brasileiras, guapeva (*Pouteria garâneriana*), jabolão (*Syzygium cumini*), pitaya (*Hylocereus costaricensis*), pupunha (*Bactris gasipaes*), oiti (*Licania tomentosa*), buriti (*Mauritia flexuosa*) e pitomba (*Talisia esculenta*), utilizando o método de Folin-Ciocalteu. A água mostrou-se a melhor solução extratora para as cascas analisadas. Os teores de compostos fenólicos variaram de 195,27 a 6,59 mg de EAG. 100g⁻¹ de casca para o extrato aquoso, de 155 a 47,67 mg de EAG. 100g⁻¹ de casca para as soluções etanólicas e de 192,57 a 1,35 mg de EAG. 100g⁻¹ de casca para as soluções metanólicas. Sendo que os melhores resultados foram atribuídos as cascas de pitomba, buriti e guapeva. As cascas avaliadas neste estudo, podem ser consideradas boas fontes de compostos fenólicos totais.

Palavras-chave: Folin-Ciocalteu, resíduos, compostos bioativos.

ABSTRACT

Increasing production in the agro-industrial sector, in addition to providing economic and nutritional benefits to man, generates a large amount of waste. These generally discarded wastes such as bark, seed and stem contain a large amount of bioactive compounds, such as phenolic compounds. In this sense, the objective of this work was to

MARQUES TENÓRIO PEREIRA, CECÍLIA; LOPES DA SILVA, DIANA ; FONSECA LEAL, GABRIELA ; DE SOUZA MARTINS, GLÊNDARA APARECIDA ; ROBERTA FREITAS,

CAROLINE . ANÁLISE SENSORIAL DESCRITIVA QUANTITATIVA DE GELEIA DE GABIROBA (*Camponesia cambessedean*). DESAFIOS: REVISTA INTERDISCIPLINAR DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS, v. 7, p. 3-10, 2020.

ANÁLISE SENSORIAL DESCRITIVA QUANTITATIVA DE GELEIA DE GABIROBA (*Camponesia cambessedean*)

Quantitative Descriptive Sensory Analysis of Gabiroba Jelly (Camponesia cambessedean)

Análisis Sensorial Descriptivo Cuantitativo dela Jalea de Gabiroba (Camponesia cambessedean)



Revista
Desafios

Artigo Original
Original Article
Artículo Original

Cecília Marques Tenório Pereira^{*1}, Diana Lopes da Silva², Gabriela Fonseca Leal², Glêndara Aparecida de Souza Martins², Caroline Roberta Freitas Pires¹

¹Laboratório de Tecnologia de Alimentos, Curso de Nutrição, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, Brasil.

²Laboratório de Cinética e Modelagem de Processos, Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, Brasil.

*Correspondência: Laboratório de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Tocantins, Av. NS 15, 109 Norte, Palmas, Tocantins, Brasil. CEP:77.010-090. e-mail cecilia.tenorio@mail.uft.edu.br

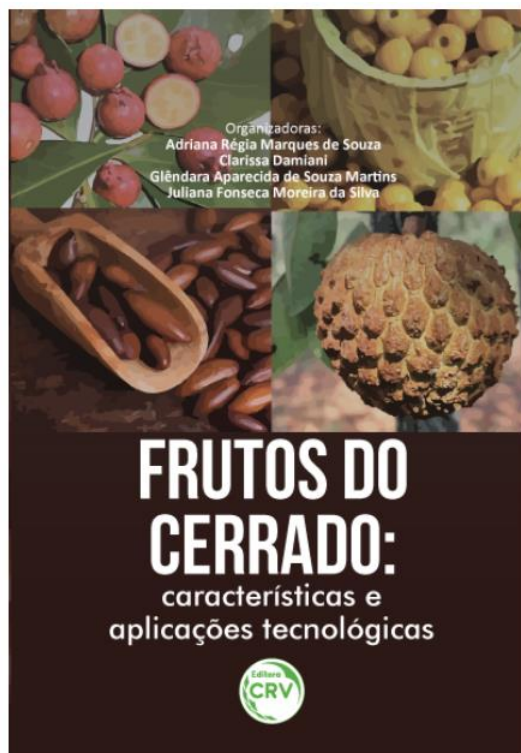
Artigo recebido em 03/12/2019 aprovado em 23/03/2020 publicado em 27/03/2020.

RESUMO

As frutas e vegetais são fontes de vitaminas antioxidantes (C e E), compostos fenólicos e carotenos, sendo a gabirola (*Camponesia cambessedean*) uma delas, podendo ser consumida na forma *in natura*, como polpa de fruta, e na forma processada como sorvetes, doces e geleias. O objetivo desse trabalho foi realizar o perfil sensorial da geleia de gabirola. Foram desenvolvidas 11 formulações, avaliadas quanto aos atributos: aparência, sabor, textura, impressão global e intenção de compra, e a partir da análise desses resultados, utilizou-se a melhor formulação para realizar a Análise Descritiva Quantitativa. A formulação 8, com razão polpa/açúcar 40/60, sem adição de ácido cítrico e pectina, apresentou valor significativamente maior que as demais amostras em relação a todos os atributos pelos testes sensoriais afetivos. A equipe sensorial definiu os termos descritivos e os materiais de referências para geleia de gabirola. A aplicação da Análise Descritiva Quantitativa na avaliação sensorial de geleia de gabirola mostrou que as amostras apresentam cor amarelo-amarronzada, brilho característico, corpo, aroma doce, sabor amargo e sabor de gabirola. Os atributos, sabor adstringente, aroma de gabirola e aroma ácido, apresentaram baixa intensidade.

Palavras-chave: *Camponesia cambessedean*. Análise Descritiva Quantitativa. Análise Sensorial

SILVA, D. L.; SOUSA, H. M. S.; MARTINS, G. A. S. . Gabiroba (*Campomanesia* spp. Myrta-ceae). In: Adriana Régia Marques de Souza; Clarissa Damiani; Glêndara Aparecida de Souza Martins; Juliana Fonseca Moreira da Silva. (Org.). Frutos do Cerrado: características e aplicações tecnológicas. 1ed.Curitiba: CRV, 2018, v. 01, p. 37-47.



GABIROBA (*Campomanesia* spp, Myrtaceae)

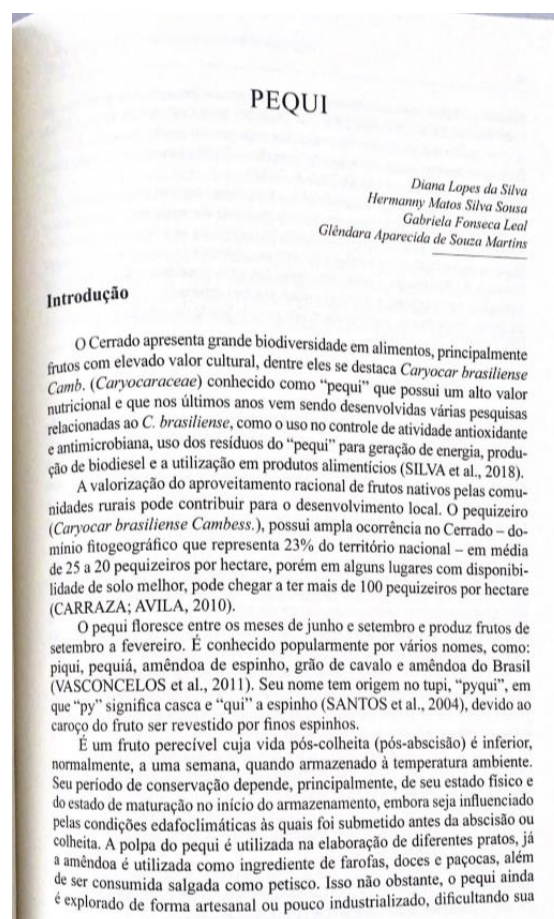
Diana Lopes da Silva
Hermanny Matos Silva Sousa
Glândara Aparecida de Souza Martins

O bioma Cerrado é considerado um hotspot de diversidade genética (CI, 2009). Cobrindo aproximadamente 22% do território brasileiro, esse bioma constitui um imensurável patrimônio de recursos naturais renováveis, com ênfase para as espécies frutíferas exóticas detentoras de características sensoriais peculiares e intensas. Estas características únicas creditam aos frutos um potencial de exploração nacional e internacional, despertando o interesse dos consumidores e contribuindo com a busca das indústrias por inovações que proporcionem um desenvolvimento competitivo (MORZELLE et al., 2014). Este é o segundo maior bioma do Brasil, mas foi rapidamente fragmentado nos últimos anos pela rápida expansão agrícola (CALAÇA; DIAS, 2010). Atualmente, o Cerrado é um dos biomas mais ameaçados do planeta. Tendo em vista a fragmentação da vegetação original do Cerrado, e considerando que muitas espécies de plantas nativas produzem frutos comestíveis ou frutos com características organolépticas promissoras e potencial de mercado, estudos são necessários para gerar informações para conservação, domesticação e melhoria da diversidade de espécies (ASSIS, 2013).

Os frutos nativos ocupam lugar de destaque no ecossistema do cerrado, sendo comercializados em feiras com grande aceitação popular. Esses frutos apresentam sabores *sui generis* e elevados teores de vitaminas, açúcares, proteínas e sais minerais e podem ser consumidas *in natura* ou em forma de sucos, geleias, doces, sorvetes, entre outros (AVIDOS et al., 2013).

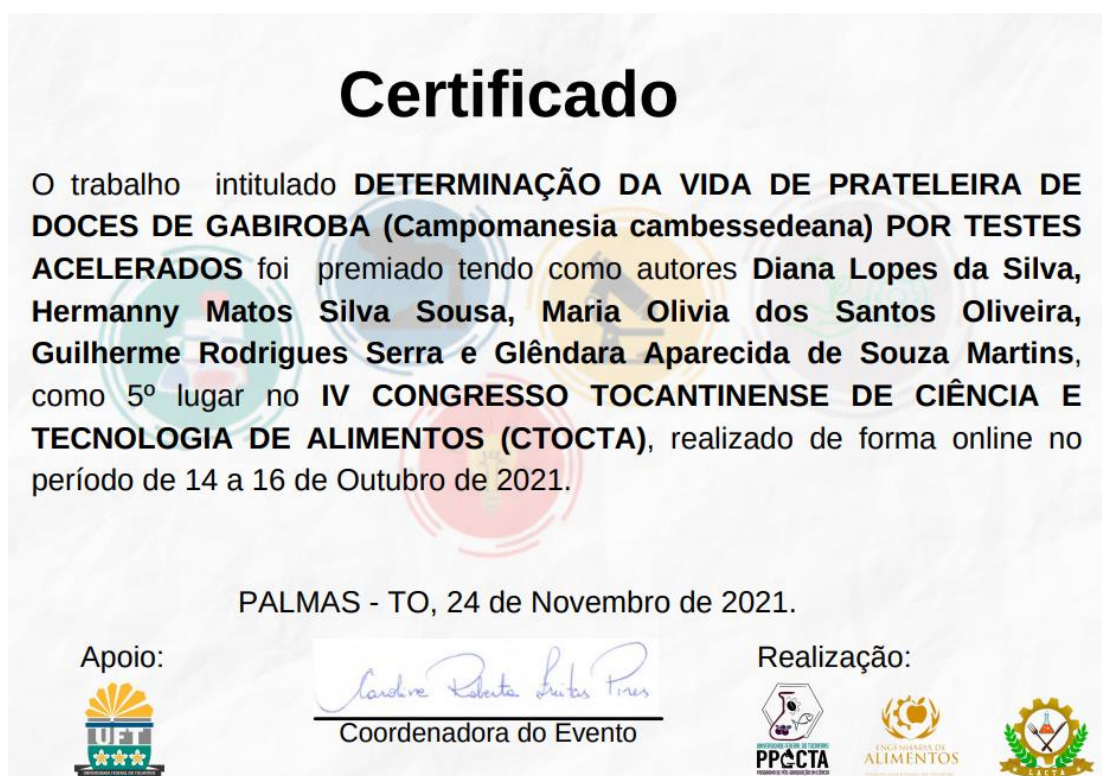
Sabe-se que muitos frutos exóticos deste bioma contêm açúcares, tais como frutose, glicose e sacarose, que fornecem energia e outras substâncias que não são definidas tradicionalmente como nutrientes, contudo podem ser biologicamente ativas, como os flavonoides, salicilatos e limonoides, e apresentam compostos conhecidos pela sua atividade antioxidante que ajudam a prevenir doenças (BATTINO et al., 2009; FU et al., 2011). Dentre eles, estão os compostos fenólicos, como os flavonoides e as antocianinas, e os carotenoides. Estudos recentes mostraram que compostos fenólicos das mais diversas fontes reduzem os níveis de peroxidação lipídica em tecidos como o do fígado, intestinos, rins e cérebro; demonstraram capacidade de aumentar

SILVA, D. L.; SOUSA, H. M. S. ; LEAL, G. F. ; MARTINS, G. A. S. . Pequi. In: Adriana Régia Marques de Souza; Clarissa Damiani; Glêndara Aparecida de Souza Martins; Juliana Fonseca Moreira da Silva. (Org.). Frutos do Cerrado: características e aplicações tecnológicas. 1ed. Curitiba: CRV, 2019, v. 1, p. 41.



SILVA, D. L.; SOUSA, H. M. S.; OLIVEIRA, M.O.S.; SERRA, G.R.; MARTINS, G. A. S.

DETERMINAÇÃO DA VIDA DE PRATELEIRA DE DOCES DE GABIROBA (*Campomanesia cambessedeana*) POR TESTES ACELERADOS. In: IV Congresso tocantinense de ciência de tecnologia de alimentos, 2021.



SILVA, D. L.; LEAL, G. F.; SOUSA, H. M. S. ; PEREIRA, C. M. T. ; SILVA, J. F. M. ; PELUZIO, JOENES MUCCI ; MARTINS, G. A. S. . OPTIMIZATION OF THE

PRESERVED PROCESSING OF ALL PARTS OF THE GABIROBA FRUIT (*CAMPOMANESIA ADAMANTIUM* (CAMBESS.) O. BERG) USING RESPONSE SURFACE METHODOLOGY. *ACTA SCIENTIARUM POLONORUM TECHNOLOGIA ALIMENTARIA* ^{JCR}, v. 20, p. 399-416, 2021.



www.food.actapol.net

pISSN 1644-0730

eISSN 1898-9594

<http://dx.doi.org/10.17306/J.AFS.2021.0891>

Acta Sci. Pol. Technol. Aliment. 20(4) 2021, 399–416

ORIGINAL PAPER

Received: 30.09.2021
Accepted: 22.03.2021

OPTIMIZATION OF THE PRESERVED PROCESSING OF ALL PARTS OF THE GABIROBA FRUIT (*CAMPOMANESIA ADAMANTIUM* (CAMBESS.) O. BERG) USING RESPONSE SURFACE METHODOLOGY

Diana Lopes Silva^{1✉}, Gabriela Fonseca Leal², Hermann Matos Silva Sousa²,
Cecilia Marques Tenório Pereira³, Juliana Fonseca Moreira Silva⁴,
Joenes Mucci Peluzio², Glêndara Aparecida de Souza Martins²

¹ Universidade Federal do Tocantins

Av. NS 15, 109 Norte, CEP 77010-090 Palmas, Tocantins, **Brasil**

² Laboratório de Cinética e Modelagem de Processos, Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Tocantins

Av. NS 15, 109 Norte, CEP 77010-090 Palmas, Tocantins, **Brasil**

³ Laboratório de Microbiologia Aplicada, Universidade Federal do Tocantins

Av. NS 15, 109 Norte, CEP 77010-090 Palmas, Tocantins, **Brasil**

⁴ Laboratório de Microbiologia Geral e Aplicada, Universidade Federal do Tocantins

Av. NS 15, 109 Norte, CEP 77010-090 Palmas, Tocantins, **Brasil**