

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
CAMPUS LIMOEIRO DO NORTE
MESTRADO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

JÉSSICA JANINE SOUSA BARRETO

BEBIDA POTENCIALMENTE FUNCIONAL À BASE DE LIMÃO E GENGIBRE
ADOÇADA COM MEL UTILIZANDO POLISSACARÍDEO COMO
ESTABILIZANTE NATURAL

LIMOEIRO DO NORTE - CE

2021

JÉSSICA JANINE SOUSA BARRETO

BEBIDA POTENCIALMENTE FUNCIONAL À BASE DE LIMÃO E GENGIBRE
ADOÇADA COM MEL UTILIZANDO POLISSACARÍDEO COMO ESTABILIZANTE
NATURAL

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - *Campus* Limoeiro do Norte, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof.^a Dra. Renata Chastinet Braga.

Coorientadora: Prof.^a Dra. Virna Luiza de Farias.

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA IFCE
CAMPUS LIMOEIRO DO NORTE**

DIS
P000g

Barreto, Jéssica Janine Sousa.

Bebida potencialmente funcional à base de limão e gengibre adoçada com mel utilizando polissacarídeo como estabilizante natural/ Jéssica Janine Sousa Barreto. – Limoeiro do Norte, 2021.

59 fls.

Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, *Campus* Limoeiro do Norte, 2021.

"Orientação: Prof.^a D. Sc. Renata Chastinet Braga".

"Coorientação: Prof.^a D. Sc. Virna Luiza de Farias".

Referências.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
Rua Estevão Remígio de Freitas, 1145 - Bairro Centro - CEP 62930-000 - Limoeiro do Norte - CE - www.ifce.edu.br

ANEXO

JÉSSICA JANINE SOUSA BARRETO

BEBIDA POTENCIALMENTE FUNCIONAL À BASE DE LIMÃO E GENGIBRE ADOÇADA COM MEL UTILIZANDO POLISSACARÍDEO COMO ESTABILIZANTE NATURAL

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará Campus Limoeiro do Norte como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Aprovado em: 16/08/2021.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Renata Chastinet Braga (Orientadora)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – campus Limoeiro do Norte

Profa. Dra. Vima Luiza de Farias (Coorientadora)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – campus Limoeiro do Norte

Profa. Dra. Mayara Salgado Silva (Membra Interna)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – campus Limoeiro do Norte

Profa. Dra. Nayara Coriolano de Aquino (Suplente Externa)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – campus Limoeiro do Norte

Profa. Dra. Antônia Ariana Camelo Passos (Membra Externa)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – campus Sobral



Documento assinado eletronicamente por **Mayara Salgado Silva, Professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico**, em 20/04/2022, às 14:01, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Virna Luiza de Farias, Professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico**, em 20/04/2022, às 16:31, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Renata Chastinet Braga, Professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico**, em 20/04/2022, às 16:50, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **ANTONIA ARIANA CAMELO PASSOS, Usuário Externo**, em 21/04/2022, às 09:49, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Nayara Coriolano de Aquino, Professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico**, em 25/04/2022, às 07:34, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade do documento pode ser conferida no site https://sei.ifce.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0 informando o código verificador **3635671** e o código CRC **5D21F3CB**.

A Deus, por me dar força para alcançar essa vitória.

Ao meu companheiro Ronaldo e à minha mãe Gizeuda, pelo apoio e amor.

Ao meu pai, Antônio Barreto da Silva (*in memorian*), que não está mais entre nós. Te amo, pai.

À minha orientadora, prof.^a Dra. Renata Chastinet, e a todos que fizeram parte deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida, pela saúde, sabedoria e coragem para chegar até aqui e concluir mais uma etapa acadêmica.

Ao meu companheiro, Ronaldo de Oliveira, por todo apoio; por me incentivar a seguir em frente. Muito obrigada.

À minha mãe, Maria Gizeuda, por ter me dado a oportunidade de estudar e pelo exemplo de vida. Meus sinceros agradecimentos. O meu amor por você é incondicional.

Ao meu pai, Antônio Barreto (*in memorian*), que não pôde estar conosco nesse momento tão importante, mas continua sendo minha força. Sua lembrança me faz persistir.

À minha orientadora, Prof^a. Dra. Renata Chastinet, pela oportunidade de realizar este trabalho, pela confiança e por me atender com paciência sempre que necessário. Muito obrigada por toda atenção, conversas e ensinamentos durante toda essa trajetória. É uma honra tê-la como orientadora, você é um exemplo a ser seguido. Obrigada por tudo!

À Prof^a. Dra. Virna Luiza, pela coorientação. Agradeço pelo auxílio nas análises, na escrita e pela disponibilidade.

À minha família. É muito bom saber que posso contar com vocês em todos os momentos. Amo vocês!

Aos bolsistas Daniela Nogueira, Tatiana Carneiro e João Hermeto, por toda a ajuda. Obrigada por fazerem parte da realização deste trabalho. Em especial à minha amiga e conterrânea Daniela, por toda dedicação, companheirismo e por abraçar este projeto. Obrigada por tudo!

Quero agradecer também à minha turma de mestrado, em especial a Patrícia Chaves e Andreza Marta, por todo o tempo juntas, pela ajuda nos trabalhos, análises e pela disponibilidade de um local em suas casas quando precisei. Levo vocês no meu coração!

Agradeço também ao Instituto Federal do Ceará, *campus* Limoeiro do Norte, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPQ.

E, por fim, a todos os professores do Curso de Mestrado em Tecnologia de Alimentos, muito obrigada por transmitirem seus conhecimentos e experiências.

“Já experimentou acreditar em você? Tente...
você não faz ideia do que é capaz.”

(Rogério Stankevicz)

RESUMO

As bebidas funcionais são, em sua maioria, compostas por alimentos *in natura* de origem vegetal, por possuírem boas fontes de bioativos e outros compostos que podem oferecer algum benefício à saúde, de forma natural ou com aditivos. Diante do exposto, elaborou-se uma bebida com quatro ingredientes: gengibre, que é um alimento com propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias; limão, que é bastante consumido por suas características sensoriais e por ser fonte de vitamina C; mel, que possui grande valor nutritivo, energético e alta aceitabilidade; e um polissacarídeo vegetal, que pode ser usado como estabilizante natural. O presente estudo teve como objetivo utilizar a xiloglucana de *Tamarindus indica* como estabilizante em uma bebida natural à base de limão. O preparo das bebidas foi realizado posteriormente por meio do delineamento experimental. Foi realizada a caracterização física e físico-química das bebidas com análises de pH, acidez total titulável, sólidos solúveis e vitamina C. Assim, avaliou-se o poder estabilizante, RATIO (°Brix/Acidez), cor e antioxidantes. Os resultados indicam que só foi possível gerar gráfico de superfície resposta nas análises de acidez e estabilidade. De acordo com o delineamento experimental, as formulações com resposta satisfatória de acordo com a estabilidade foram aquelas com maior quantidade de polissacarídeo sem gengibre, com maior quantidade de gengibre e sem polissacarídeo, e as amostras sem os ingredientes citados. Pode-se concluir que a utilização de polissacarídeo natural e gengibre adicionado separadamente em bebida sabor limão é capaz de melhorar a estabilidade do produto.

Palavras-chave: Bebida funcional. Polissacarídeo. Estabilidade. Limão.

ABSTRACT

Functional drinks are mostly composed of foods *in natura* of plant origin, as they have good sources of bioactives and other compounds that may offer some health benefit, naturally or with additives. In this context, a drink was prepared with four ingredients: ginger, which is a food with antioxidant and anti-inflammatory properties; lemon, which is widely consumed for its sensory characteristics and for being a source of vitamin C; honey, which has great nutritional and energetic value and high acceptability; and a vegetable polysaccharide, which can be used as a natural stabilizer. The present study aimed to use *Tamarindus indica* xyloglucan as a stabilizer in a natural lemon-based drink. The preparation of drinks was carried out later through the experimental design. The physical and physicochemical characterization of the beverages was carried out with analyzes of pH, total titratable acidity, soluble solids and vitamin C. Thus, the stabilizing power, RATIO (°Brix/Acidity), color and antioxidants were evaluated. The results indicate that it was only possible to generate a surface response graph in the acidity and stability analyses. According to the experimental design, the formulations with a satisfactory response according to stability were those with the highest amount of polysaccharide without ginger, with the highest amount of ginger and without polysaccharide, and the samples without the aforementioned ingredients. It can be concluded that the use of natural polysaccharide and ginger added separately in lemon flavored drink is able to improve the stability of the product.

Keywords: Functional drink. Polysaccharide. Stability. Lemon.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura das xiloglucanas.....	17
Figura 2 - Árvore de tamarindeiro.....	18
Figura 3 - Fluxograma de extração da xiloglucana das sementes de <i>Tamarindos indica</i>	25
Figura 4 - Ingredientes das formulações das bebidas.....	26
Figura 5 - Bebidas.....	27
Figura 6 - Diagrama de cromaticidade.....	29
Figura 7 - Diagrama de Pareto de efeitos padronizados: variável Sólidos Solúveis.....	40
Figura 8 - Diagrama de Pareto de efeitos padronizados: variável Vitamina C.....	41
Figura 9 - Diagrama de Pareto de efeitos padronizados: variável pH.....	41
Figura 10 - Diagrama de Pareto de efeitos padronizados: variável L*.....	42
Figura 11 - Diagrama de Pareto de efeitos padronizados: variável a*.....	43
Figura 12 - Diagrama de Pareto de efeitos padronizados: variável b*.....	43
Figura 13 - Diagrama de Pareto de efeitos padronizados: variável C*.....	44
Figura 14 - Diagrama de Pareto de efeitos padronizados: variável h*.....	44
Figura 15 - Diagrama de Pareto de efeitos padronizados: variável Antioxidantes	45
Figura 16 - Diagrama de Pareto de efeitos padronizados: variável Acidez.....	47
Figura 17 - Superfície de resposta para a variável dependente Acidez das formulações das bebidas de limão com diferentes percentuais de gengibre e polissacarídeo.....	48
Figura 18 - Diagrama de Pareto referente ao teste do experimento segundo o modelo para a variável precipitação (%)	49
Figura 19 - Superfície de resposta para a variável dependente Precipitação em porcentagem das formulações de bebidas com diferentes percentuais de gengibre e polissacarídeo	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Percentuais utilizados para a formulação das bebidas.....	26
Tabela 2 - Planejamento experimental com valores reais e codificados para cada ensaio.....	27
Tabela 3 - Parâmetros das análises físico-químicas das formulações das bebidas de limão adoçadas com mel.....	33
Tabela 4 - Parâmetros da análise de cor das formulações das bebidas de limão adoçadas com mel.. ..	38
Tabela 5 - Parâmetros da análise de antioxidantes das formulações das bebidas de limão adoçadas com mel.....	39
Tabela 6 - Parâmetros da análise de estabilidade e antioxidantes.....	46
Tabela 7 - Coeficientes de regressão para análises de acidez e estabilidade das bebidas de sabor limão com diferentes concentrações de gengibre e polissacarídeo.....	46
Tabela 8 - Composição das bebidas de limão.....	51

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo geral.....	14
2.2 Objetivos específicos.....	14
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
3.1 Polissacarídeos	15
3.2 Xiloglucana.....	16
3.3 Gengibre	18
3.4 Limão	20
3.4 Mel de <i>Apis melífera</i>	20
3.5 Mel em bebidas	22
3.6 Produção de bebidas funcionais	22
3.7 Antioxidantes	22
4 MATERIAIS E MÉTODOS	24
4.1 Tipo de estudo	24
4.2 Extração da xiloglucana.....	24
4.4 Delineamento experimental	27
4.5 Caracterização das bebidas	28
4.5.1 Análises físicas e físico-químicas.....	28
4.5.2 Análise de cor	28
4.5.3 Antioxidantes.....	29
4.8 Análise estatística.....	30
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
5.1 Rendimento do polissacarídeo	31
5.2 Bebidas.....	31
5.3 Análises físicas e físico-químicas	31
5.3.1 Sólidos solúveis	31
5.3.2 Vitamina C.....	34
5.3.3 pH	34
5.3.4 Acidez.....	35
5.3.5 RATIO (SS/ATT).....	36
5.4 Cor.....	36
5.5 Antioxidante.....	37

5.6 Delineamento experimental	40
5.7 Bebidas escolhidas a partir do delineamento experimental	50
6 CONCLUSÃO.....	52
REFERÊNCIAS.....	53

1 INTRODUÇÃO

Os alimentos *in natura*, principalmente os de origem vegetal, são boas fontes de bioativos (MOLINA; MORENO; VIGUERA, 2009). As dietas ricas em frutas e legumes têm um impacto positivo no bem-estar e na saúde e, por isso, o consumo desses alimentos tem reduzido o risco e aumentado a prevenção de doenças (VILAPLANA et al., 2015), e muitos deles são utilizados em bebidas. As bebidas comerciais utilizando vegetais são ricas em polifenóis e outros compostos (MOLINA; MORENO; VIGUERA, 2009), que apresentam características funcionais, podendo ser adicionados em bebidas funcionais.

Nesse sentido, bebidas funcionais são aquelas que, além da nutrição, podem oferecer algum benefício à saúde, podendo ser em forma de chás e sucos. Elas contêm antioxidantes na forma natural e podem ser adicionadas de substâncias nutrientes, como leite, cálcio, proteína de soja isolada, fibras, prebióticos, probióticos, polifenóis, vitaminas, minerais e outros ingredientes que conferem benefícios específicos e que devem ser declarados no produto (DIONISIO et al., 2016).

Diante do exposto, pensou-se em uma bebida funcional utilizando gengibre, limão e mel, estabilizada com polissacarídeos, por esses apresentarem uma proposta de sinergia, como descrito a seguir.

O gengibre é um alimento que tem em sua composição vários compostos com propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias, como o gingerol e o shogaol. Tem a capacidade de eliminar ou estabilizar radicais livres. O gengibre é considerado um anti-inflamatório por possuir o 6-gingerol e o 6-paranol, que possuem alta atividade anti-inflamatória (VIEIRA et al., 2014). Para a indústria, o gengibre tem grande importância para a produção de bebidas, perfumes, produtos de confeitaria e uso popular medicinal (SOUZA et al., 2019).

O limão é um alimento rico em antioxidantes bastante consumido devido a suas características sensoriais e por ser fonte de vitamina C, ácido fólico, niacina e piridoxina. Para a conservação desse suco, muitas vezes são utilizados tratamentos térmicos que degradam o aroma e o sabor das frutas e os compostos bioativos, ou é feita a adição de conservantes sintéticos (PEDRÃO et al., 1999).

Quanto ao mel de *Apis mellífera*, esse é um produto de origem animal característico por possuir um grande valor nutritivo, energético e de alta aceitabilidade por parte do consumidor (RACOWSKI et al., 2007). Além das inúmeras utilizações do mel, esse vem sendo adicionado a produtos como um ingrediente principalmente devido às suas qualidades nutricionais e terapêuticas (SOUZA et al., 2016). Esses fatores têm proporcionado a incorporação de mel de

abelha em várias formulações alimentícias, visto a sua importância nutricional e fonte natural adoçante (XAVIER et al., 2019).

Finalmente, os polissacarídeos são biopolímeros que comportam em sua estrutura milhares de monossacarídeos. São encontrados na natureza, podendo ser obtidos a partir de sementes de vegetais, caules, raízes, tubérculos, exercendo funções como reserva de energia, característica das galactomananas e do amido, ou como as pectinas e a celulose, compondo a parede celular de tecidos vegetais, mantendo a estrutura e força desses componentes (TONELI et al., 2005). Estudos realizados com polissacarídeos vegetais têm mostrado serem partículas promissoras devido à sua composição monossacarídica, conformação da estrutura, tipos de ramificações e massa molecular (SOARES, 2019). O Brasil importa os polissacarídeos que são usados comercialmente, apesar de possuir plantas que têm esses compostos e que deveriam ser explorados (CUNHA; PAULA; FEITOSA, 2009).

Dentre os polissacarídeos disponíveis na natureza, a aplicação de polissacarídeos da semente de tamarindo (*Tamarindos indica*) é uma ótima opção para adição como estabilizante de bebidas naturais, sendo uma alternativa para a obtenção de bebidas mais estáveis e auxiliando na redução de estabilizantes sintéticos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Utilizar a xiloglucana da *Tamarindos indica* como estabilizante em uma bebida natural à base de limão, gengibre e mel.

2.2 Objetivos específicos

- i. Extrair a xiloglucana presente nas sementes da *Tamarindos indica*;
- ii. Preparar formulações de bebidas com diferentes concentrações de polissacarídeo e gengibre;
- iii. Caracterizar as bebidas através de análises físicas e físico-químicas: estabilidade física, antioxidantes, cor, pH, acidez, sólidos solúveis e vitamina C;
- iv. Selecionar, por meio de delineamento experimental e superfície de resposta, a formulação da bebida com melhor estabilidade.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Polissacarídeos

Os polissacarídeos são biopolímeros de cadeias longas, formados através da ligação de monossacarídeos unidos por ligações covalentes. Apresentam características diferentes, de acordo com a conformação da cadeia, presença e abundância das ramificações, grau de polimerização e etc. Essas características estruturais lhe conferem grande diversidade quando estão em meio aquoso (GALVÁN, 2017).

Quanto à sua estrutura química, podem ser classificados em dois grupos: os homopolissacarídeos, que são compostos por um conjunto de um único monossacarídeo, ou os heteropolissacarídeos, compostos de diferentes monossacarídeos apresentando composição mais complexa (MAUGERI FILHO; GOLDBECK, 2019).

Os polissacarídeos são considerados polímeros de origem natural. Os polímeros de açúcares simples apresentam três funções principais: reserva energética; componentes estruturais de parede celular, tanto em bactérias como em plantas; e atuam no reconhecimento extracelular que se liga a outras proteínas (CARVALHO, 2018).

Os biopolímeros são encontrados na natureza, podendo ser obtidos a partir de sementes, caules, raízes e tubérculos, exercendo funções como reserva de energia, característica das galactomananas, xiloglucanas e do amido, ou como as pectinas, compondo a parede celular de tecidos vegetais, mantendo a estrutura e força desses componentes (TONELI et al., 2005).

Os polissacarídeos extraídos de diferentes fontes naturais são atóxicos, podem estar presentes em diferentes frutas, sementes, plantas, algas e cogumelos, muitas ainda não estudadas. Esses polissacarídeos apresentam atividades promissoras em funções anti-inflamatórias, antitumorais e imunomoduladoras (SEKO et al., 2020).

Os polímeros presentes na parede celular das sementes são agregados a um compartimento celular específico e têm solubilidade em água bastante diferenciada. Para sua síntese, é necessário um alto custo energético, para que ocorram funções normais, como montagem na parede celular. Esses fatores concedem às sementes atributos como dureza e expansão celular (AZERO; ANDRADE, 1999).

As sementes têm sido exploradas pela indústria de alimentos, desempenhando um papel importante na alimentação humana devido à sua composição. Estão presentes em abundância na natureza e são de fácil colheita. Esses produtos naturais são importantes para exportação e investimentos científicos (OLIVEIRA et al., 2012).

Os polissacarídeos naturais apresentam baixo custo e não causam danos ao meio ambiente, além de serem encontrados em abundância na natureza. Essas características conferem aos mesmos possibilidades de aplicabilidade na indústria. Esses polímeros apresentam atividades potenciais com aplicações em diversas áreas de alimentos, biomedicina e farmacêutica (SILVA; BESSA; SILVA, 2017).

Na alimentação, os polissacarídeos podem ser utilizados de forma *in natura*. Além disso, têm ampla utilização na fabricação de produtos têxteis, papel, madeira para construção, revestimentos industriais, cosméticos, etc. Para sua utilização, sua cadeia pode sofrer modificações de modo a adaptá-los para usos específicos (FERREIRA; ROCHA; SILVA, 2009).

A indústria química tem mostrado interesse nas fontes de matérias-primas renováveis, e, conseqüentemente, nessas substâncias com maior valor agregado (FERREIRA; ROCHA; SILVA, 2009). Estudos demonstram que alguns polissacarídeos possuem atividades biológicas como: antibacterianas, antioxidantes, antitumorais e antiproliferativas, sendo sua estrutura diversificada responsável por muitas dessas ações (PICASSO, 2017).

Os polissacarídeos vegetais apresentam capacidade de estabilizar soluções e possuem a versatilidade de estabilizar emulsões, devido às propriedades de absorção de água e formação de soluções viscosas, podendo ainda substituir gorduras, mantendo as características de palatabilidade do produto. Além de estabilizantes em alimentos, são utilizados também como fonte de fibra alimentar (PASSOS et al., 2020).

Os polissacarídeos usados comercialmente no Brasil são, em sua maioria, importados, sendo que o país possui plantas com esses compostos que poderiam ser utilizados (CUNHA; PAULA; FEITOSA, 2009).

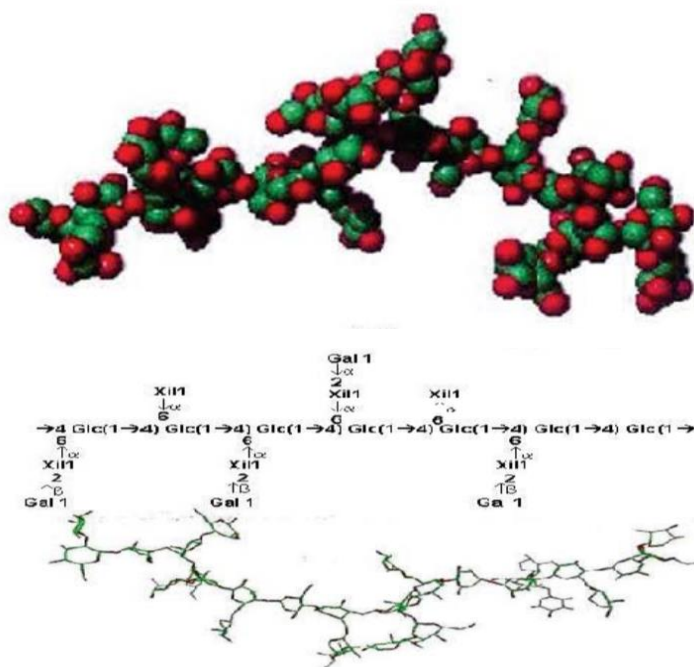
3.2 Xiloglucana

As xiloglucanas são encontradas na parede celular primária de plantas com embrião de dois cotilédones, e algumas de um cotilédone, fornecendo a essas sementes reserva de energia. Trazem em sua estrutura glicose na cadeia principal e são ramificadas com xiloses, galactose e fucose em proporções variáveis (KAI, 2009).

É um polissacarídeo ramificado presente na parede celular de vegetais, sendo formado por uma cadeia principal composta por glucoses por meio de ligações β , 1-4 com ramificações laterais de xilose, xilose-galactose ou xilose-galactose-fucose, como pode ser visto na Figura 1. Pode ser acumulado na célula vegetal como a principal fonte de reserva de

carboidratos. As xiloglucanas são importantes como produtos biotecnológicos (OLIVEIRA JUNIOR; BRAGA; BUCKERIDGE, 2006).

Figura 1 - Estrutura das xiloglucanas



Fonte: Santos (2017).

Esses polímeros são encontrados em paredes celulares de plantas mais altas, como é o caso do tamarineiro. A disponibilidade desse polissacarídeo nas sementes em quantidade e pureza permitiu o grande número de aplicações comerciais e farmacológicas, sendo amplamente utilizado como espessante, agente de gelagem e estabilizador de preparações na indústria alimentícia, principalmente no Japão e em outros países asiáticos (MKEDDER et al., 2013).

O tamarindeiro (*Tamarindus indica* L) pertence à família *Leguminosae*, e é uma árvore frutífera bastante decorativa, podendo alcançar até 25 metros de altura. Seu fruto é uma vargem de 5 a 10 centímetros de comprimento, com casca lenhosa e quebradiça. Suas sementes são envolvidas por uma polpa parda e ácida (GURJÃO et al., 2006).

A árvore de tamarindeiro (Figura 2) não é nativa do Nordeste, mas é considerada uma planta frutífera típica da região. Tem um poder econômico importante, pois se desenvolve em larga escala nas regiões tropicais e subtropicais, sendo uma cultura ideal para as regiões semiáridas, especialmente em áreas com seca de até cinco a seis meses, condição típica do baixo do Jaguaribe (SOUSA, 2010).

Figura 2 - Árvore de tamarindeiro



Fonte: Maia (2018).

As sementes de tamarindo são fontes de xiloglucana, sendo indicada sua utilização comercialmente, devido à capacidade de produzir soluções com alta viscosidade e estabilidade (KAI, 2009).

A xiloglucana extraída da semente da tamarindo é um polissacarídeo de reserva, com uma facilidade maior de extração, se comparada com os de parede celular. Ela é encontrada em grandes quantidades, obtida através de extração aquosa, com alto rendimento, formando soluções viscosas. Em baixas temperaturas, a cadeia polimérica das xiloglucanas permanece solúvel em água (SAKAKIBARA, 2018).

Os biopolímeros extraídos a partir das sementes de tamarindo podem ser amplamente utilizados pela indústria alimentar, médica e farmacêutica, além de processos biotecnológicos, devido à sua capacidade estabilizante, retenção de água, resistência a calor, sal e pH, tendo uma maior intensificação no processamento alimentos (SANTOS, 2014).

3.3 Gengibre

O gengibre pertence à família das *Zingiberacea*, e é uma planta utilizada como condimento, erva medicinal e aromática desde a antiguidade (NAKAO et al., 2020).

É nativa de partes mais quentes da Ásia e foi cultivada no Oriente Médio para usos medicinais e culinários. Esse alimento é usado contra enjoos, diabetes, infecções e etc. O gengibre fresco é usado por via oral no tratamento de várias doenças bacterianas, devido à sua ação bactericida (PINHA et al., 2019).

É uma das plantas mais utilizadas na fitoterapia, cujos benefícios foram descobertos no início dos anos 70, quando foi então identificada como uma planta com perfil terapêutico e menos efeitos colaterais. É uma excelente fonte de vários compostos fenólicos bioativos e desempenha uma importante função como antioxidante e anti-inflamatório (CONCEIÇÃO, 2019).

Popularmente, o gengibre é reconhecido por várias propriedades farmacológicas, sendo comumente utilizado para tratamento de resfriados, gripes e má digestão. As principais propriedades farmacológicas são combater problemas gastrointestinais, quimioterápica, antimicrobiana, anti-inflamatória, diurética, antipirética, antioxidante, minimização e controle da glicemia (SOUZA, 2019).

Possui propriedades funcionais, como anti-inflamatórias, antieméticas, hipoglicêmicas, antibacterianas, entre outras. Seu uso se estende à culinária, como condimento (VIEIRA et al., 2014).

O gengibre tem em sua composição vários compostos fitoquímicos com propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias, como o gingerol e o shogaol, além de capacidade de eliminar ou estabilizar radicais livres (VIEIRA et al., 2014). Para a indústria, a cultura do gengibre tem grande importância para a produção de bebidas, perfumes, produtos de confeitaria e uso popular medicinal (SOUZA et al., 2019).

A atividade antioxidante presente no gengibre ocorre devido aos seus componentes, que têm a capacidade de estabilizar os radicais livres de oxigênio, responsáveis pelo *stress* oxidativo. Ele também diminui níveis séricos de glicose, colesterol total e triglicerídeos (CONCEIÇÃO, 2019).

Finalmente, o gengibre foi uma planta utilizada na culinária da China durante o tratamento do coronavírus, e é um dos produtos naturais mais consumidos para a prevenção da gripe suína. É um produto utilizado para aumentar o nível de imunidade do corpo, aliviar doenças gastrointestinais, curar tosse, gripe e inflamações. Os antioxidantes presentes no gengibre agem protegendo as células, criando uma barreira para que os radicais livres não as prejudiquem (SILVA et al., 2020).

3.4 Limão

As frutas cítricas, principalmente as laranjas, tangerinas, limões e limas, desempenham um papel importante na alimentação humana, sobretudo na forma de fruta fresca e suco (GONÇALVES et al., 2020). O Brasil vem se destacando como um produtor e exportador de frutas tropicais e subtropicais, destacando-se na citricultura de laranjas, tangerinas, limas e limões (PREVIDELI; ALMEIDA, 2020).

O Brasil tem 52.784 hectares de área colhida de limão, com produção de 1.481.322 toneladas de limões por hectare, sendo produzidas na região Nordeste 97.389 toneladas. Limoeiro do Norte é a região do vale do Jaguaribe que é destaque na produção de limão no Ceará, sendo que essa cidade produz quase o dobro de qualquer outra cidade do Ceará, tendo uma lavoura permanente (IBGE, 2017). Esses valores aumentam ano após ano, demonstrando que a cultura do limão em território brasileiro possui grandes perspectivas, garantindo lucro por hectare de limão produzido para os produtores.

O fruto do limoeiro possui uma casca fina e lisa, sendo que em torno de 45 a 50% representam o seu suco (SILVA et al., 2019). O limoeiro é uma frutífera e seus frutos têm ampla aceitação no mercado, pois podem ser usados em alimentos, fármacos, chás e refrigerantes. O limão não possui entressafra, pois está disponível o ano todo, entretanto apresenta preço elevado nos meses de outubro e novembro, necessitando que haja uma disponibilidade maior de suco nessa época. Para produção e conservação do suco de limão, as indústrias utilizam conservantes ou tratamentos térmicos que degradam o aroma e o sabor da fruta (PEDRÃO et al., 1999).

O limão (*Citrus limon* L.) é uma fruta rica em compostos, como ácido cítrico, vitamina C, fibras e potássio, sendo comumente utilizado para a fabricação de sucos e outros produtos (REDA et al., 2005).

O suco de limão pode ser utilizado na culinária, na limpeza, no preparo de alimentos e de bebidas. Além disso, também pode ser utilizado na produção de suco concentrado, em que 40% a 50% do fruto vão para a indústria, enquanto o restante é resíduo industrial, que contém pectina, vitamina C e fibras, podendo ser destinado para as indústrias alimentícias, farmacêuticas e de rações (SEBRAE, 2016).

3.4 Mel de *Apis melífera*

O mel é um alimento proveniente das abelhas e algumas vespas. A abelha *Apis melífera* é considerada como principal produtora do mel, apesar da grande diversidade de

espécies de abelhas existentes e que produzem mel de boa qualidade, como as abelhas sem ferrão (SILVA; LIMA; COSTA, 2020).

O mel de *Apis melífera* é um produto de origem animal característico por possuir um grande valor nutritivo, energético e de alta aceitabilidade por parte dos consumidores (RACOWSKI et al., 2007). Tem sido apresentado no mercado por meio de duas aplicações: o mel de mesa, que é consumido *in natura* e que ajuda na manutenção da microbiota intestinal, sendo um alimento com ação prebiótica; e o mel industrial, utilizado na fabricação de cosméticos, biscoitos, no processamento de bebidas e outros alimentos industrializados, o qual, além de promover sabor e doçura, contribui para a textura (SOUSA et al., 2016).

O mel é produzido a partir das flores ou das secreções das plantas que as abelhas coletam e transformam dentro das colmeias. É utilizado tradicionalmente na medicina natural, tendo grande popularidade desde os tempos antigos em grande parte da civilização. É consumido mundialmente em diversos lugares, desde a mesa do indivíduo até as indústrias farmacêuticas e de cosméticos (XAVIER et al., 2019).

A composição do mel varia de acordo com a fonte floral usada na recolha do néctar, do clima, das condições ambientais e sazonais, bem como do seu manuseio e do processamento. Esse produto contém uma grande variedade de compostos fenólicos, sendo uma boa fonte de antioxidantes, o que o torna um bom aditivo alimentar, potenciando seu uso a nível medicinal (TOSI et al., 2004).

Os méis possuem hidrocarbonetos, açúcares simples, água, minerais e vitaminas do complexo B, vitaminas C, D e E, além de possuírem um teor considerável de antioxidantes. A quantidade de açúcares presente é responsável por sua qualidade, além de suas propriedades sensoriais importantes, como: viscosidade, higroscopicidade, granulação, valor energético e atividade antibacteriana. Devido às suas qualidades nutricionais e terapêuticas, o mel vem sendo adicionado a produtos como um ingrediente em várias formulações alimentícias, inclusive como adoçante natural (SOUSA et al., 2016; XAVIER et al., 2019).

Nos últimos anos, o consumo de mel tem aumentado significativamente no mundo, em virtude da busca pelo consumo de produtos naturais. Esse fator tem impulsionado uma melhoria na qualidade do mel produzido, visando à segurança alimentar através de um produto natural, livre de contaminantes e microrganismos e, dessa forma, levando à sua aceitação nos mercados internacionais (SILVA; LIMA; COSTA, 2020).

3.5 Mel em bebidas

Além das inúmeras utilizações do mel, ele vem sendo adicionado a produtos como um ingrediente (SOUSA et al., 2016). Assim, também pode ser adicionado aos sucos naturais, pois a população vem buscando produtos mais saudáveis, tornando possível a substituição do açúcar por produtos menos nocivos para adoçar néctares e sucos de frutas.

O mel de *Apis melífera*, com sua variedade de cores e sabores e seu baixo pH, é um produto interessante que pode ser utilizado na produção de bebidas com alta aceitação, podendo ser incorporado diretamente em muitas formulações (SANTOS et al., 2014).

O mel utilizado como adoçante natural agrega um rico valor nutricional ao produto, por possuir propriedades terapêuticas, por suas ações antibacteriana, antibiótica, anti-inflamatória, bioestimulante, energética, etc. (SILVA; BESSA; SILVA, 2017).

A adição de mel a néctar tem se mostrado em conformidade com a legislação, com valores de umidade, acidez, sólidos solúveis e parâmetros microbiológicos dentro dos permitidos, mostrando que o mesmo pode ser utilizado para consumo humano (SANTOS et al., 2014).

3.6 Produção de bebidas funcionais

O interesse pelo papel dos alimentos antioxidantes na saúde humana tem gerado estudos na área de ciência dos alimentos. As frutas são boas fontes desses bioativos, que estão presentes em sua composição em quantidade abundante (PEREIRA, 2014). As dietas ricas em frutas e legumes têm um impacto positivo no bem-estar e na saúde, e o consumo desses alimentos tem reduzido o risco de doenças (VILAPLANA et al., 2015).

As bebidas funcionais comerciais produzidas são ricas em polifenóis, com estratégias de marketing baseadas na capacidade antioxidante (PEREIRA, 2014). O crescente interesse em novas bebidas levou ao aumento da produção de sucos e outras bebidas não alcoólicas enriquecidas com frutas, como fontes naturais de nutrientes, cores e bioativos fitoquímicos (VILAPLANA et al., 2015).

3.7 Antioxidantes

Os compostos bioativos estão presentes em vegetais, frutas e hortaliças e são fontes naturais de um grande número de compostos fitoquímicos responsáveis pelas suas propriedades

bioativas e organoléticas. Estudos têm demonstrado os benefícios pelo consumo desses alimentos, dentre os quais a presença de componentes como a vitamina C, vitamina E e ação antioxidante (SANTOS et al., 2020).

O termo antioxidante pode ser definido como uma família heterogênea de moléculas naturais (OLIVEIRA et al., 2009). A busca por plantas com potenciais antioxidantes também é crescente por disporem de efeitos benéficos e ampla aplicação. Dentre os antioxidantes naturais, destacam-se os compostos fenólicos, tais como flavonoides, ácido ascórbico, ácidos fenólicos, antocianinas e taninos hidrolisáveis. Nos alimentos, são capazes de prevenir ou retardar grandemente a oxidação de materiais facilmente oxidáveis, aumentando o tempo de vida útil. No corpo humano, esses compostos têm a capacidade de impedir danos nas células, que poderiam acarretar doenças (SILVA; BESSA; SILVA, 2017).

Os benefícios de uma alimentação com forte presença de frutas, vegetais e seus derivados sempre foram evidentes para a sociedade, pois, além de não possuírem conservantes ou corantes químicos, esses alimentos são ricos em diversas vitaminas, minerais e até mesmo substâncias antioxidantes. Os antioxidantes contribuem na proteção oferecida por frutas e vegetais ao dano oxidativo. Os frutos, legumes, cereais, chás, café e cacau são fontes ricas em antioxidantes, tornando-se ótimos aliados naturais contra os efeitos nocivos provocados por radicais livres no organismo humano (LOPES, 2018).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

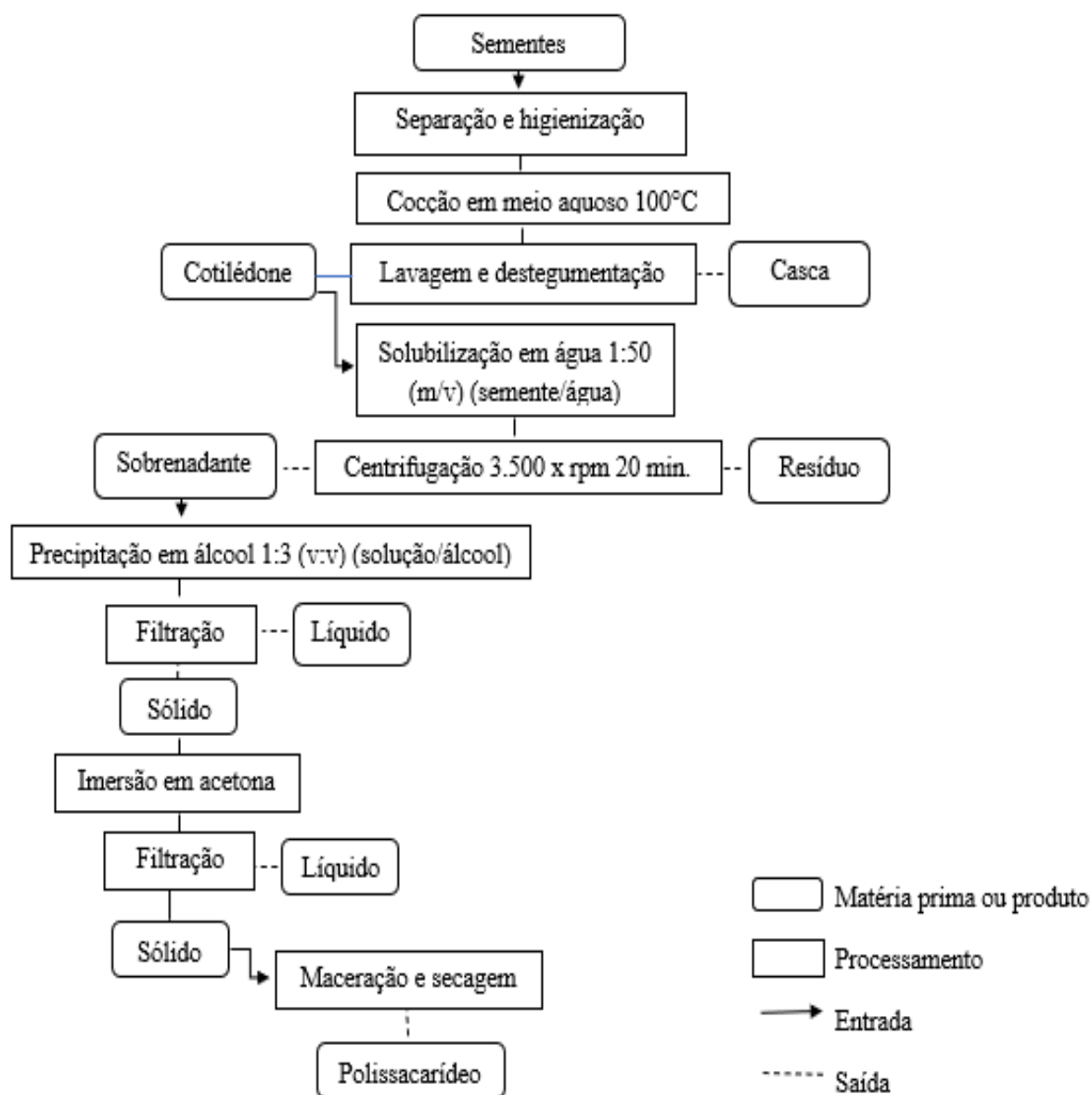
4.1 Tipo de estudo

Esta pesquisa é um estudo experimental e consiste na elaboração de um produto. O estudo foi caracterizado como experimental, descritivo e analítico.

4.2 Extração da xiloglucana

As sementes de *Tamarindus indica* foram adquiridas na cidade de Limoeiro do Norte - Ce através de uma empresa de polpa de frutas. A extração do polissacarídeo foi baseada nos procedimentos descritos por Santos (2017), no qual as sementes foram lavadas com água potável e submetidas à cocção com água destilada a uma temperatura de 100 °C em uma chapa aquecedora durante 30 minutos. Esse processo foi realizado três vezes, com o intuito de trocar a água e retirar as películas que se soltavam no momento da cocção, totalizando 90 minutos a 100 °C.

Ao finalizar a cocção, as sementes foram lavadas com água destilada e colocadas em uma peneira. Em seguida, foram separadas as cascas manualmente em temperatura ambiente, seguindo os requisitos de Boas Práticas de Higiene. As sementes foram liquidificadas com água destilada na proporção de 1:50 (m/v) (semente/água) por 10 minutos, até que se formasse uma solução viscosa; essa solução foi centrifugada a 3.500 rpm por 20 min e o sobrenadante foi transferido para uma proveta e precipitado em álcool etílico PA, em uma proporção de 1:3 (v/v) (solução: álcool). Filtrou-se o precipitado através de uma rede de nylon e depois ele foi desidratado em acetona PA e seco em ar quente a uma temperatura de 50 °C com o auxílio de almofariz e pistilo para atrito, até que todo o material se apresentasse seco e em forma de pó. O fluxograma na Figura 3 mostra a extração do polissacarídeo de sementes de *Tamarindus indica*.

Figura 3 - Fluxograma de extração da xiloglucana das sementes de *Tamarindos indica*

Fonte: Santos (2017).

O polissacarídeo extraído foi utilizado na produção dos sucos.

4.5 Preparo das bebidas

As formulações das bebidas foram compostas pelos ingredientes e proporções dispostos da Tabela 1.

Tabela 1 - Percentuais utilizados para a formulação das bebidas

Ingredientes	Quantidade utilizada (g/100g)
Água potável	Até 100
Mel	12,5
Suco de limão	7,5
Gengibre	*Quantidade delineamento
Polissacarídeo	*Quantidade delineamento

Fonte: Elaborada pela autora (2021).

Os limões e o gengibre *in natura* para a produção das bebidas foram adquiridos no comércio local da cidade de Limoeiro do Norte (Ceará, Brasil), e o mel foi disponibilizado pela UEPE - Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão *campus* Limoeiro do Norte (Figura 4).

Figura 4 - Ingredientes das formulações das bebidas



Fonte: Elaborada pela autora (2021).

Antes de iniciar a produção das bebidas, todos os equipamentos e utensílios foram higienizados com água clorada a 2,5% por 15 minutos. O gengibre sem casca, o mel, o suco do limão e o polissacarídeo foram liquidificados, coados para a retirada das partículas maiores e posteriormente envasados e refrigeradas na Planta de Frutos e de Hortaliças do Instituto Federal do Ceará - *campus* Limoeiro do Norte (Ceará, Brasil), como está disposto na Figura 5.

Figura 5: Bebidas



Fonte: Elaborada pela autora (2021).

4.4 Delineamento experimental

O delineamento experimental é uma técnica estatística que otimiza tempo e material. As concentrações de gengibre (X₁) e de xiloglucana (X₂) foram denominadas como as variáveis independentes no planejamento. Na Tabela 2 estão dispostas as variações e as variáveis independentes. No delineamento, foram realizados 11 experimentos, totalizando 11 testes para cada tipo bebida sabor limão.

Tabela 2 - Planejamento experimental com valores reais e codificados para cada ensaio

Formulações	Níveis das variáveis codificadas		Níveis das variáveis reais (%)	
	X ₁	X ₂	Gengibre	Polissacarídeo
1	-1	-1	1,00	0,25
2	-1	+1	1,00	0,75
3	+1	-1	3,00	0,25
4	+1	+1	3,00	0,75
5	-1,41	0	0,59	0,50
6	+1,41	0	3,40	0,50
7	0	-1,41	2,00	0,15
8	0	+1,41	2,00	0,5
9 (C)	0	0	2,00	0,50
10 (C)	0	0	2,00	0,50

11 (C)	0	0	2,00	0,50
--------	---	---	------	------

(C) = Ponto central.
 Fonte: Elaborada pela autora (2021).

Como resposta, foram avaliados a determinação de pH, acidez total titulável, sólidos solúveis, vitamina C, cor, estabilidade e atividade antioxidante para o modelo experimental proposto.

4.5 Caracterização das bebidas

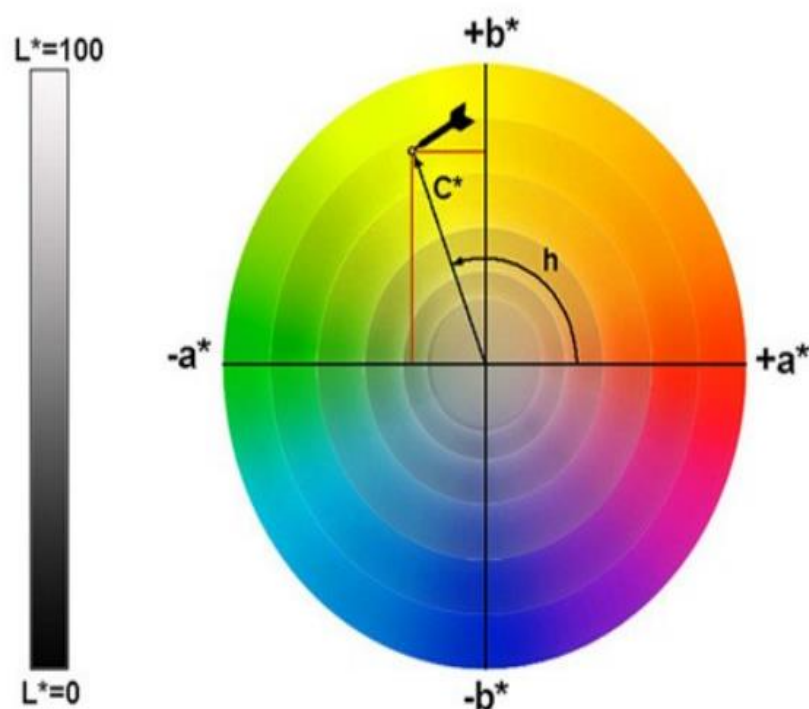
4.5.1 Análises físicas e físico-químicas

Foram realizadas as análises de determinação do pH em pHmetro de bancada, da marca HANNA Instruments, modelo HI2221, Woonsocket - USA, acidez total titulável por titulação com NaOH 0,1 N, sólidos solúveis em refratômetro com resultado expresso em °Brix, modelo Optronic Abbe Refractometer, à temperatura de 28 °C, e o resultado expresso em °Brix, vitamina C. Avaliou-se o poder estabilizante aplicando o valor da estabilidade pelo cálculo do percentual de suspensão $\% \text{ suspensão} = [(altura \text{ da proveta} - altura \text{ da suspensão})100] / 100$. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

4.5.2 Análise de cor

Foi realizada análise de cor com o colorímetro digital portátil MiniScan EZ (Hunterlab, EUA) sistema CIE Lab (Figura 6), fornecendo os dados de luminosidade (L^*) com variação de 0 preto e a 100 branco (a^* e b^*), variando do verde (-) a vermelho (+), do azul (-) a amarelo (+).

Figura 6 - Diagrama de cromaticidade



Fonte: Moura (2018).

A partir desses valores, foram calculados o croma (C^*), saturação e tonalidade (h^*), de acordo com as equações 1 e 2, respectivamente. O teste foi realizado também em triplicata (MOURA, 2018).

Equação 1 - Equação croma

$$C^* = \frac{(a^{*2} + b^{*2})^{1/2}}{L^{*1/3}}$$

Fonte: Sérgio (2016).

Equação 2 - Equação tonalidade

$$h^* = \tan^{-1} \left(\frac{b^*}{a^*} \right) + 180^\circ$$

Fonte: Sérgio (2016).

4.5.3 Antioxidantes

Para avaliar o potencial antioxidante, foi realizada a análise de captura do radical livre DPPH. O radical DPPH• também é estabilizado por reação com antioxidantes. Ao ser

capturado, produz um decréscimo na absorbância a 515 nm, passando da cor violeta-escura para a cor violeta-clara. O radical é obtido solubilizando o DPPH• em álcool metílico.

Em cubeta de vidro, foram adicionados 3,0 mL da solução de DPPH• e 30 µL de extrato (amostra) em ambiente escuro. A leitura de absorbância era feita a 515 nm, quando ocorria a estabilização da absorbância, utilizando álcool metílico como branco. O tempo de reação é estabelecido quando ocorre a estabilização do radical, de acordo com Rufino et al, (2007).

4.8 Análise estatística

No programa STATISTICA 7 foram inseridas as respostas obtidas no delineamento experimental, onde foram tratadas com a ferramenta “Experimental Design”. Para as respostas, foram analisados os coeficientes de regressão do modelo codificado e a ANOVA, a um nível de significância de 5%. Para respostas cujos valores de R^2 demonstraram bons resultados, foram gerados os modelos e as superfícies de resposta. Para as análises complementares, foi aplicada a ANOVA e, para comparação das médias, utilizou-se o teste de Tukey $p \leq 0,05$ por meio do programa STATISTICA 7.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Rendimento do polissacarídeo

O rendimento do polissacarídeo de *Tamarindos indica* foi de 31,88%, resultado superior ao encontrado por Santos (2017), que relata um rendimento de 28,9%, e inferior ao encontrado por Alves (2013), que, em um trabalho com extração de xiloglucana de sementes de *Tamarindo indica*, obteve rendimento de 37,4%. Todos os resultados apresentados correspondem com a literatura de acordo com Crisóstomo (2008), que estudou a extração de polissacarídeos de sementes e apresentou rendimento superior a 20%.

5.2 Bebidas

As bebidas de limão elaboradas após delineamento experimental foram envazadas em garrafas plásticas de 100 ml e armazenadas em ambiente refrigerado. Durante a preparação das bebidas, não foram utilizados aditivos químicos.

Os sucos de frutas cítricas, principalmente de laranja, são processados em várias indústrias de concentrados congelados e têm sido produtos de exportação do Brasil. O limoeiro é uma frutífera rentável e os frutos têm ampla aceitação no mercado, pois estão disponíveis no mercado o ano todo (PEDRÃO, 1999). As formulações elaboradas seguiram os padrões obedecidos para bebidas pela legislação brasileira (BRASIL, 2013). As análises foram feitas no dia seguinte à preparação do suco.

5.3 Análises físicas e físico-químicas

Estão dispostos na Tabela 3 os valores encontrados para os sólidos solúveis, acidez, pH, vitamina C e ratio nas bebidas.

5.3.1 Sólidos solúveis

Observou-se que o teor de sólidos solúveis encontrado nas bebidas de limão apresentou variação significativa entre as amostras analisadas, variando de 8,4 °Brix (formulação 4) a 11,7 °Brix (formulação 9). As amostras com 2% de gengibre apresentaram

maiores valores de sólidos solúveis, variando de 10,96 a 11,7 °Brix. Possivelmente, a adição de mais de 2% de gengibre provoca instabilidade nas bebidas, excedendo assim sua solubilidade. As amostras com 3,0 e 3,4 % de gengibre se mostram mais instáveis, o que possivelmente reduz sólidos solúveis. A adição de polissacarídeo pode ter aumentado os sólidos solúveis, pois observou-se uma tendência com maior percentual de polissacarídeo nesse parâmetro.

Tabela 3 - Parâmetros das análises físico-químicas das formulações das bebidas de limão adoçadas com mel

Formulação	Variáveis independentes %		Parâmetros				
	Gengibre	Polissacarídeo	Sólidos solúveis (°Brix)	Vitamina C (mg/100mL)	pH	Acidez (mg de ácido cítrico em 100mL)	Ratio
1	1,00	0,25	9,94 ± 0,53 c	4,18 ± 0,67ab	2,20 ± 0,00g	0,87 ± 0,02cd	11,46 ± 0,46c
2	1,00	0,75	10,44 ± 0,60 bc	2,98 ± 0,00bc	2,32 ± 0,04f	0,88 ± 0,01cd	11,91 ± 0,61bc
3	3,00	0,25	8,48 ± 0,38d	4,48 ± 0,00a	2,46 ± 0,05e	0,65 ± 0,04f	13,13 ± 1,02a
4	3,00	0,75	8,40 ± 0,55d	4,48 ± 0,00a	2,44 ± 0,05e	0,85 ± 0,04cd	9,84 ± 0,61d
5	0,59	0,50	9,75 ± 0,31c	1,79 ± 0,67 c	3,18 ± 0,04d	0,85 ± 0,00de	11,48± 0,36c
6	3,40	0,50	10,42 ± 0,39bc	2,09 ± 0,82 c	3,38 ± 0,04c	0,80 ± 0,00e	12,95 ± 0,48ab
7	2,00	0,15	9,86 ± 0,23 c	1,79 ± 0,67 c	3,40 ± 0,00bc	0,83 ± 0,01de	11,86 ± 0,36c
8	2,00	0,85	10,96 ± 0,21ab	1,79 ± 0,67 c	3,40 ± 0,00bc	0,90 ± 0,07bc	12,20 ± 0,26abc
9 (C)	2,00	0,50	11,70 ± 0,24a	2,39 ± 0,82 c	3,40 ± 0,00bc	0,94 ± 0,00ab	12,46 ± 0,26abc
10 (C)	2,00	0,50	11,06 ± 0,18ab	2,39 ± 0,82 c	3,46 ± 0,05ab	0,95 ± 0,03a	11,67 ± 0,33c
11 (C)	2,00	0,50	10,96 ± 0,15ab	2,24 ± 0,86 c	3,50 ± 0,00a	0,93 ± 0,01ab	11,84 ± 0,23c

Fonte: Elaborada pela autora (2021).

Tiencheu et al. (2021), ao analisarem bebidas de limão adicionadas de gengibre e adoçadas com mel, encontraram valores de sólidos solúveis inferiores variando de 1,068 °Brix a 2,61 °Brix. Isso se dá possivelmente devido a dois fatores: a utilização de uma quantidade maior do suco de limão, que variou de 5 ml a 50 ml, e de uma menor adição de mel – 10%. Fatores esses que vão influenciar diretamente na análise.

Na análise de suco de limão realizada por Silveira (2019), o teor de sólidos solúveis total encontrado foi aproximado ao das formulações 3 (8,48 °Brix) e 4 (8,40 °Brix), apresentando valor de 9,00 °Brix, valor inferior ao encontrado. Contudo, esse autor utilizou suco puro, sem adição de água ou mel.

A diferença entre os sucos indicados na literatura e o do presente trabalho está na composição incluindo gengibre e polissacarídeo, que devem aumentar a presença de açúcares dissolvidos no suco.

5.3.2 Vitamina C

Os valores de vitamina C mostraram diferença significativa entre as amostras, variando de 1,79 mg /100 mL (Formulações 5, 7 e 8) até 4,48 mg/100 mL (Formulações 3 e 4), amostras com maiores percentuais de gengibre. Esses são valores próximos aos encontrados por Tiencheu et al. (2021), quando avaliaram sucos mistos de frutas de limão com gengibre e mel variando de 5 mg/100 mL a 7 mg por 100 mL. A vitamina C é uma vitamina bastante estudada, sendo de suma importância para absorção do ferro, aumento da resistência a infecções e para manutenção do colágeno. A recomendação diária de vitamina C é em média 45 mg ao dia. Sendo assim, 100 ml de suco já atendem aproximadamente a 10% da necessidade diária.

Os sucos preparados nesta pesquisa colaborariam com 4 a 10% da recomendação diária de vitamina C em 100 mL.

5.3.3 pH

Em relação ao pH, as bebidas de limão apresentaram diferença significativa entre as formulações, variando de 2,18 (formulação 5) a 3,50 (formulação 11), valores semelhantes ao encontrados por Silva (2019) ao analisar bebidas mistas de limão e abacaxi, duas frutas de alta acidez. O pH é um parâmetro importante, pois ajuda a avaliar a qualidade do produto, de modo que os valores encontrados estão dentro do padrão exigido para consumo.

As bebidas apresentaram pH abaixo de 4, o que as classifica como um produto de acidez elevada. O pH baixo torna a bebida um ambiente não propício para algumas bactérias, ajudando assim na inibição bacteriana. Como o limão é fruto com características ácidas, então um baixo pH era esperado.

Os valores nesta pesquisa para o pH da bebida de limão se aproximam dos relatados por Tiencheu et al. (2021), que obtiveram valores variando de 3,4 a 3,6 ao avaliar uma bebida de limão e gengibre adoçada com mel, e do encontrado por Nascimento e Moraes (2019) em uma bebida mista de suco de limão, gengibre e chá verde, que foi de 3,7.

O pH dos sucos naturais ou concentrados depende diretamente do tipo de produto utilizado, variando de acordo com a fruta escolhida. O suco de limão apresenta pH 2,4. O pH é um fator muito importante que deve ser levado em consideração, pois tem influência na palatabilidade, desenvolvimento de microrganismos, entre outros (NASCIMENTO; MORAES, 2019).

5.3.4 Acidez

Os valores de acidez total titulável são um parâmetro importante no que diz respeito a bebidas, pois têm capacidade de influenciar o sabor, odor e estabilidade dos produtos. Assim, os resultados foram expressos em mg de ácido cítrico em 100 mL. Os valores de acidez total variaram de 0,65mg na formulação 3 mg a 0,95 mg na formulação 10, apresentando valores maiores que os encontrados por Leone, Ramos e Rocha (2019) em bebidas de limão e de abacaxi, que são frutas de acidez mais elevada, e os encontrados por Nascimento e Moraes (2019) em bebida mista de suco de limão, gengibre e chá verde, que foi de 0,3 mg. Valores semelhantes foram obtidos por Tiencheu et al. (2021) com 0,08 mg/100 mL.

O parâmetro acidez é importante, pois, através do mesmo, podemos avaliar o estado de conservação de um determinado alimento. No processo de decomposição de um alimento, ocorre alteração dos íons de hidrogênio, por consequência alterando sua acidez (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). O teor de acidez da bebida produzida está dentro dos parâmetros exigidos pela legislação para a maioria das bebidas com valores superiores a 0,31 mg/100 g (BRASIL, 1998).

A combinação envolvendo gengibre deve ter influenciado no aumento da acidez nas formulações.

5.3.5 RATIO (SS/ATT)

Os valores expressos da relação sólidos solúveis e acidez total então dispostos na Tabela 3. O resultado dessa relação dá uma boa ideia sobre o equilíbrio desses dois componentes, utilizado para avaliar sabor, sendo mais significativo do que usar esses parâmetros de forma isolada e estando diretamente relacionado ao sabor dos produtos (GOMES, 2017).

Os sabores dos sucos são determinados principalmente pelo balanço dos ácidos e açúcares através do ratio. No presente trabalho, foi possível verificar que os valores de ratio variaram de 9,84 (formulação 4) a 13,13 (formulação 3) nas 11 formulações avaliadas, valores inferiores ao que Gomes (2017) obteve, de 63,39 nas bebidas mistas de frutos tropicais em que utilizou os frutos abacaxi e acerola. Os valores baixos eram esperados, devido ao alto valor de acidez do limão.

5.4 Cor

Os valores referentes à avaliação colorimétrica realizada posteriormente à preparação das bebidas estão dispostos na Tabela 4. Posteriormente ao teste de Tukey, observou-se diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) em todos os parâmetros avaliados.

A escala de luminosidade varia de 0 (preto) a 100 (branco) para a luminosidade da bebida, influenciada de acordo com a quantidade de polissacarídeo e gengibre adicionada, de forma que maiores quantidades desses ingredientes influenciaram diretamente nesse parâmetro, variando de 63,01 na formulação 7 a 47,81 na formulação 3. De acordo com a diminuição da luminosidade, ocorre também redução da tonalidade esverdeada (a-) e dos traços amarelos (b+). Os valores de a* variam do verde negativo para o vermelho positivo.

As amostras tiveram valores negativos como esperado, pois, de acordo com os ingredientes, existe tendência para coloração esverdeada. O b* varia do amarelo positivo para o azul negativo. As formulações mostraram tendência para b+, partindo para o quadrante amarelo. Essa alteração pode se dar possivelmente devido à oxidação de carboidratos, resultando em tonalidade amarelada, o que pode não ser interessante para bebidas sabor limão, podendo assim influenciar na aceitação do produto.

Os valores de croma (C*) e hue (h*) das formulações variaram respectivamente de 10,81 na formulação 9 a 4,65 na formulação 1 e de 107,93 na formulação 1 a 97,50 na formulação 9. O Croma (C*) representa a saturação, distância do centro até o ponto da cor e o

hue (h^*) mostra qual o ângulo toma no espaço, estando diretamente ligada ao elemento corante. Quanto maior o Croma, maior a saturação e a percepção da cor (PATHARE; OPARA; AL-SAID, 2013).

5.5 Antioxidante

Os valores referentes à atividade antioxidante através do método de determinação, da atividade antioxidante total pela captura do radical livre DPPH• estão dispostos na Tabela 5, variando de 132,82 na formulação 11 a 594,99 na formulação 3. Dentre as amostras analisadas, a formulação 11 foi a que apresentou maior capacidade de estabilização do radical DPPH•, sendo necessárias menores quantidades de bebida em relação às demais formulações. As formulações analisadas apresentaram baixa atividade na estabilização do radical DPPH•, sendo interessante fazer análise de antioxidantes utilizando outras metodologias, pois, na amostra, pode haver outros compostos que não foram detectados pela análise realizada.

Tabela 4 - Parâmetros da análise de cor das formulações das bebidas de limão adoçadas com mel

Experimentos	Variáveis independentes		Parâmetros				
	Gengibre %	Polissacarídeo %	Cor				
			L*	a*	b*	C*	h*
1	1,00	0,25	47,09 ± 0,81cd	-1,43 ± 0,15ab	4,42 ± 0,34d	4,65 ± 0,34d	107,93± 1,93a
2	1,00	0,75	52,38 ± 0,99bc	-1,23 ± 0,26ab	4,78 ± 1,07cd	4,95±1,03cd	104,95±4,90abc
3	3,00	0,25	47,81 ± 3,63cd	-2,18 ± 0,22 d	7,50 ± 0,56b	7,82± 0,50b	106,34±4,90ab
4	3,00	0,75	42,73 ± 1,01d	-1,88 ± 0,15cd	10,70 ± 1,69a	10,87±1,64a	100,23±1,64cd
5	0,59	0,50	53,09 ± 0,65bc	-1,18 ± 0,65a	6,79 ± 0,59bc	6,90± 0,57bcd	99,94±1,66cd
6	3,40	0,50	55,55 ±2,48b	-1,16 ± 0,13a	6,34 ± 1,56bcd	6,45±1,56bcd	100,61±1,33cd
7	2,00	0,15	63,01 ± 2,03a	-1,36 ± 0,10ab	6,07 ± 0,88bcd	6,22±0,88bcd	102,75±1,14bc
8	2,00	0,85	56,95 ± 2,06ab	-1,25 ± 0,09ab	7,03 ± 1,23bc	7,15±1,22bc	100,27±1,19cd
9 (C)	2,00	0,50	56,10 ± 1,95b	-1,41 ± 0,02ab	10,72 ± 0,28a	10,81±0,28a	97,50±0,23d
10 (C)	2,00	0,50	52,33 ± 6,41bc	-1,54 ± 0,19bc	7,99 ± 1,20b	8,14±1,15b	101,22±2,93cd
11 (C)	2,00	0,50	51,29 ± 4,63bc	-1,47 ± 0,16ab	6,57 ± 1,35bcd	6,73±1,34bcd	102,90± 2,11bc

Fonte: Elaborada pela autora (2021).

Tabela 5 - Parâmetros da análise de antioxidantes das formulações das bebidas de limão adoçadas com mel

Experimentos	Variáveis independentes %		Parâmetro
	Gengibre	Polissacarídeo	Antioxidantes
			(EC50)
1	1,00	0,25	377,06
2	1,00	0,75	594,99
3	3,00	0,25	594,99
4	3,00	0,75	151,65
5	0,59	0,50	235,96
6	3,40	0,50	174,44
7	2,00	0,15	203,88
8	2,00	0,85	232,62
9 (C)	2,00	0,50	137,96
10 (C)	2,00	0,50	166,23
11 (C)	2,00	0,50	132,82

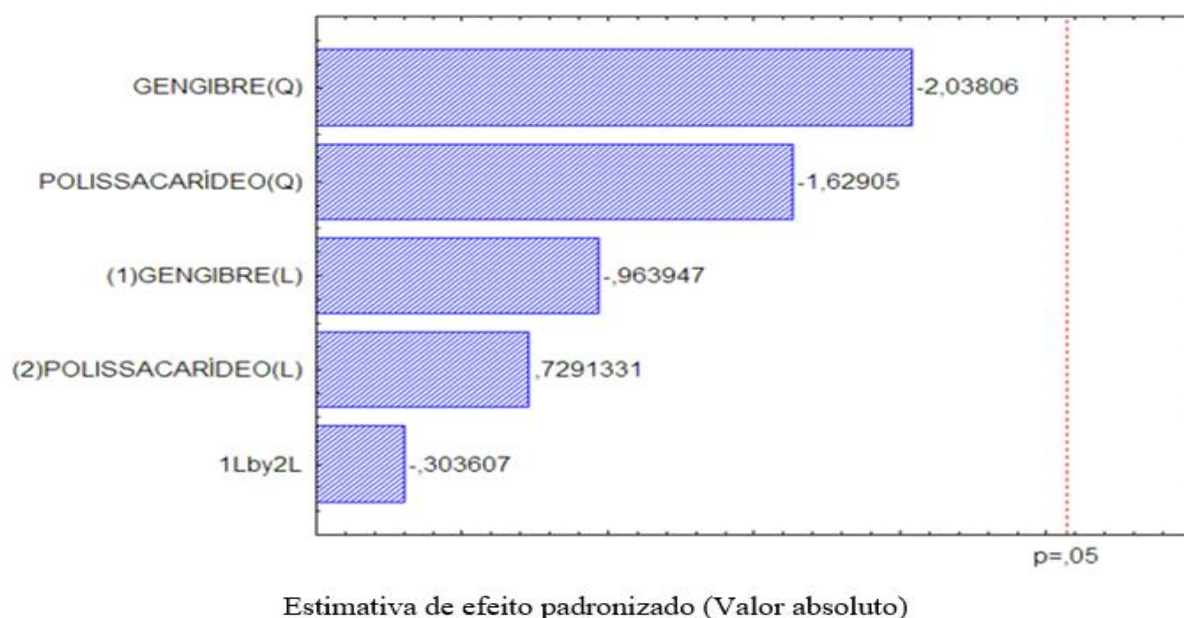
Fonte: Elaborada pela autora (2021).

5.6 Delineamento experimental

Todas as análises realizadas foram submetidas ao delineamento experimental para verificação de possíveis respostas para análises. Os valores médios observados de sólidos solúveis, vitamina C, pH, L*, a*, b*, C*, h* e RATIO se encontram nas figuras 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 14 respectivamente.

A partir do coeficiente de regressão R^2 , os modelos foram preditos com o intuito de analisar a interação entre as variáveis gengibre e polissacarídeo e as respostas obtidas no ensaio. Nenhum desses parâmetros mostrou-se significativo para essa resposta e nenhum dos resultados se mostrou possível de ser expresso através de superfície de resposta, devido à ausência de um modelo de regressão condizente, de determinação R^2 , que foi inferior a 75%.

Figura 7 - Diagrama de Pareto de efeitos padronizados: variável Sólidos Solúveis
Tabela de Pareto de efeitos padronizados; variável: sólidos solúveis 2 fatores, 1 blocos, 11 runs, MS residual =, 9123749; DV: sólidos solúveis.

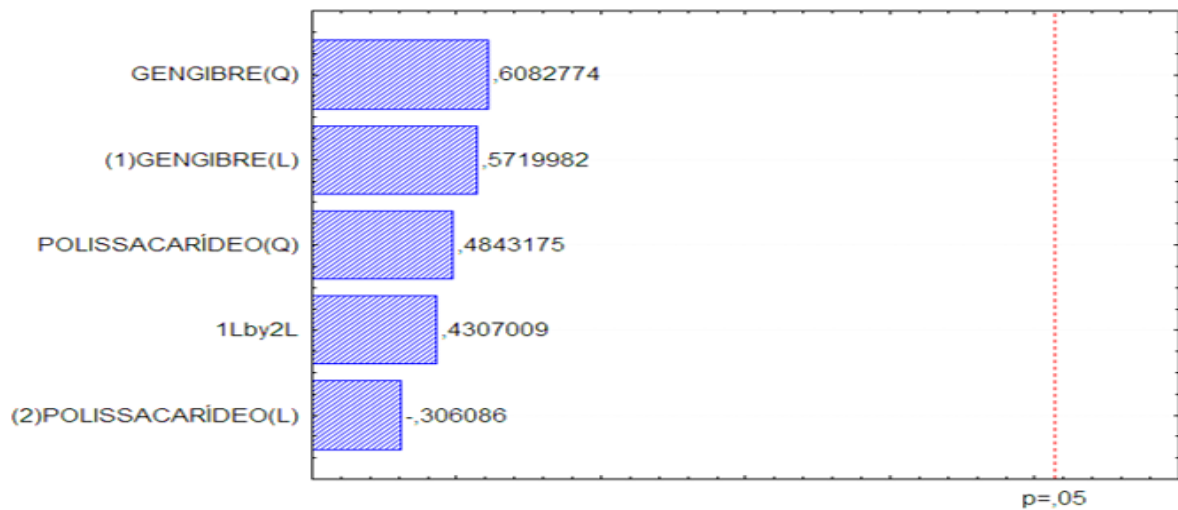


Fonte: Elaborada pela autora (2021).

Em relação às análises de sólidos solúveis na Figura 7, nenhum parâmetro analisado mostrou-se significativo para essa resposta. Apresentando coeficiente de regressão inferior a 75%, $R^2=0,57878$, portanto, é impossível gerar modelo de superfície resposta para essa bebida referente a essa variável, indicando não existir uma correlação identificável entre as variáveis e os sólidos solúveis.

Figura 8 - Diagrama de Pareto de efeitos padronizados: variável Vitamina C

Tabela de Pareto de efeitos padronizados; variável: Vitamina C 2 fatores, 1 blocos, 11 runs, MS residual =1,940666; DV: Vitamina C;



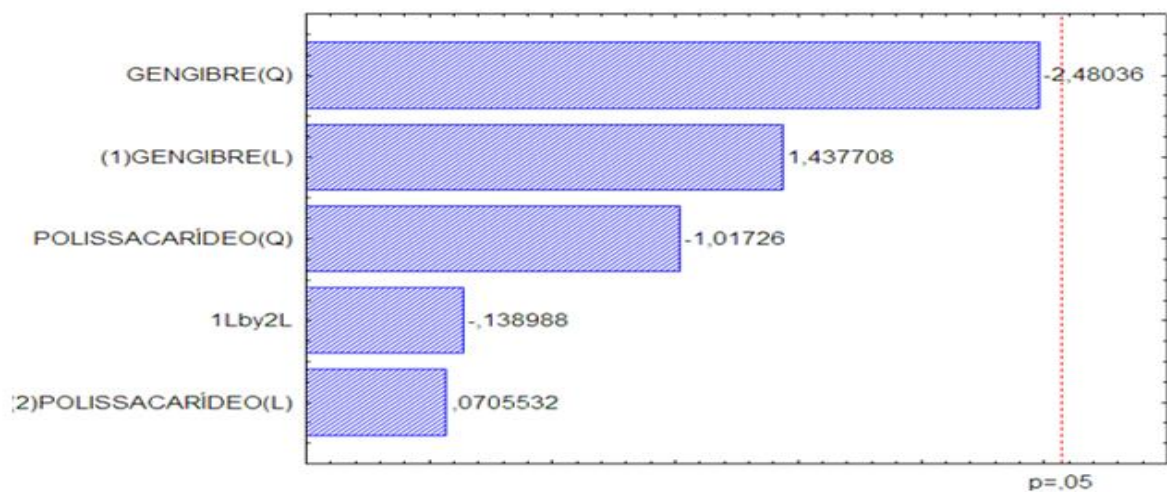
Estimativa de efeito padronizado (Valor absoluto)

Fonte: Elaborada pela autora (2021).

Na análise de vitamina C na Figura 8, os parâmetros analisados não foram significativos para essa resposta, obtendo-se $R^2=0,17714$. Assim, é impossível gerar modelo de superfície resposta para essa bebida, indicando que nem a adição do polissacarídeo nem a adição do gengibre influenciaram no teor de vitamina C.

Figura 9 - Diagrama de Pareto de efeitos padronizados: variável pH

Tabela de Pareto de efeitos padronizados; variável: pH 2 fatores, 1 blocos, 11 runs, MS residual =0,2536535; DV: pH.



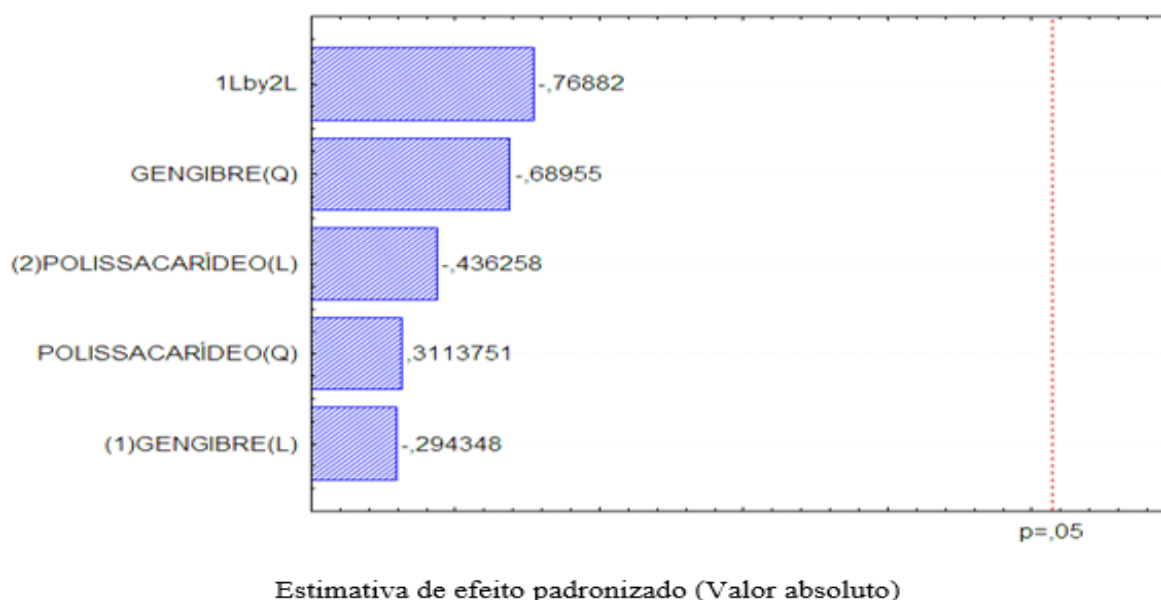
Estimativa de efeito padronizado (Valor absoluto)

Fonte: Elaborada pela autora (2021).

Para a resposta pH na Figura 9, o delineamento estatístico não apresentou diferença significativa em nenhum parâmetro analisado, com $R^2 = 0,62684$, mostrando que essas variáveis não interferem no que diz respeito às bebidas produzidas, em relação à mudança de pH.

Figura 10 - Diagrama de Pareto de efeitos padronizados: variável L^*

Tabela de Pareto de efeitos padronizados; variável: L^* 2 fatores, 1 blocos, 11 runs, MS residual = 45,44787; DV: L^*

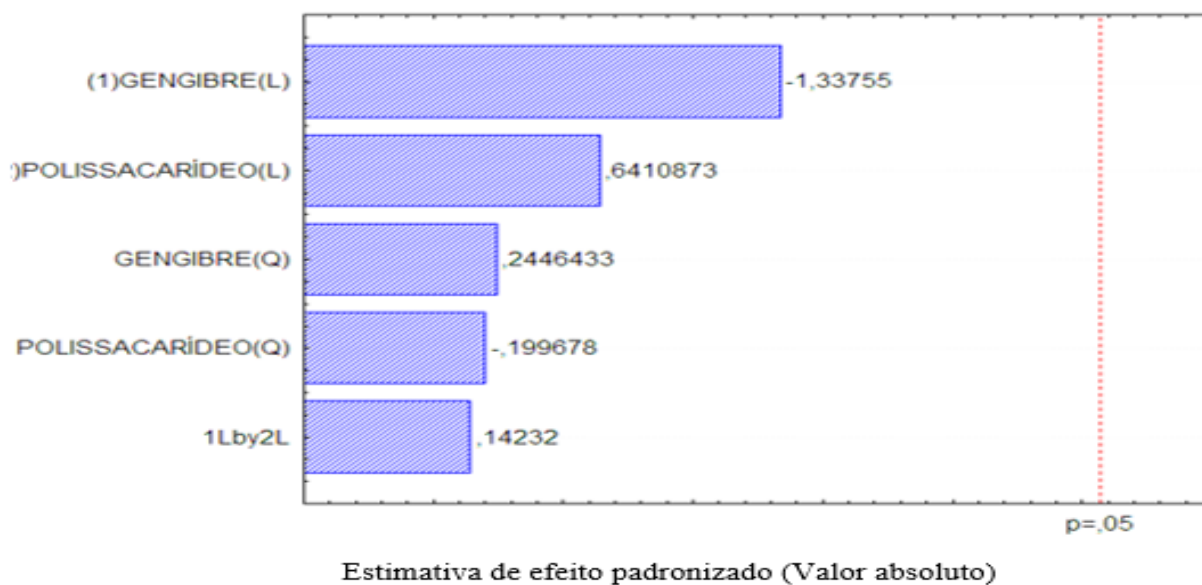


Fonte: Elaborada pela autora (2021).

A interação da quantidade de gengibre com o polissacarídeo não foi significativa no que diz respeito à luminosidade (L^*), na Figura 10, apresentando $R^2 = 0,24497$. Nenhuma das bebidas avaliadas apresentou resultados possíveis de serem expressos através de superfície resposta, devido à ausência de um modelo de regressão condizente, visto que o R^2 foi inferior a 75%.

Figura 11 - Diagrama de Pareto de efeitos padronizados: variável a*

Tabela de Pareto de efeitos padronizados; variável: a* 2 fatores, 1 blocos, 11 runs, MS residual =0,133498; DV: a*.

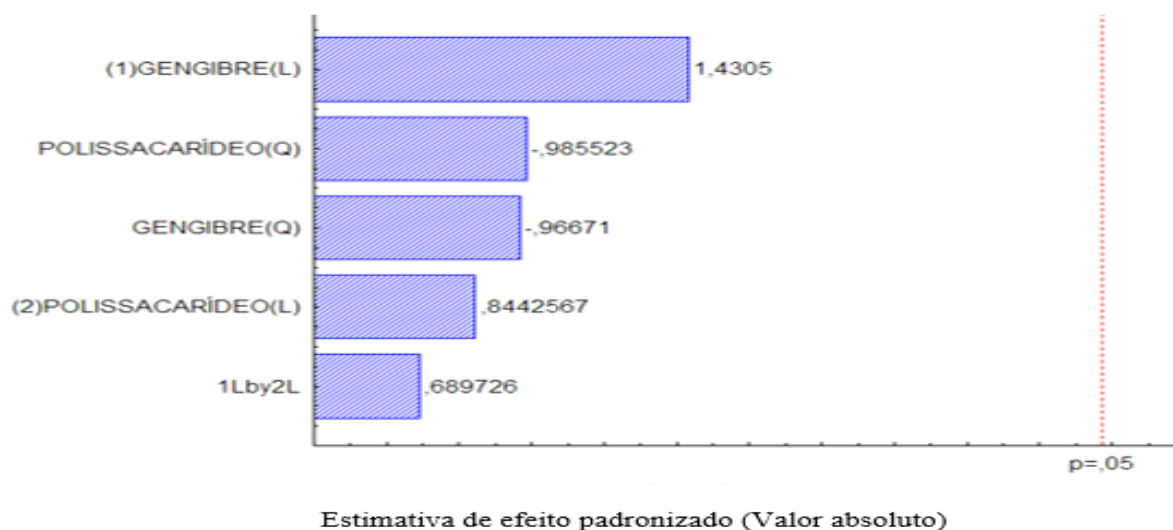


Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

O coeficiente de regressão da análise de a* na Figura 11 foi de $R^2 = 0,32113$, apresentando assim regressão inferior a 75%, sendo inviável expressar em superfície resposta.

Figura 12 - Diagrama de Pareto de efeitos padronizados: Variável b*

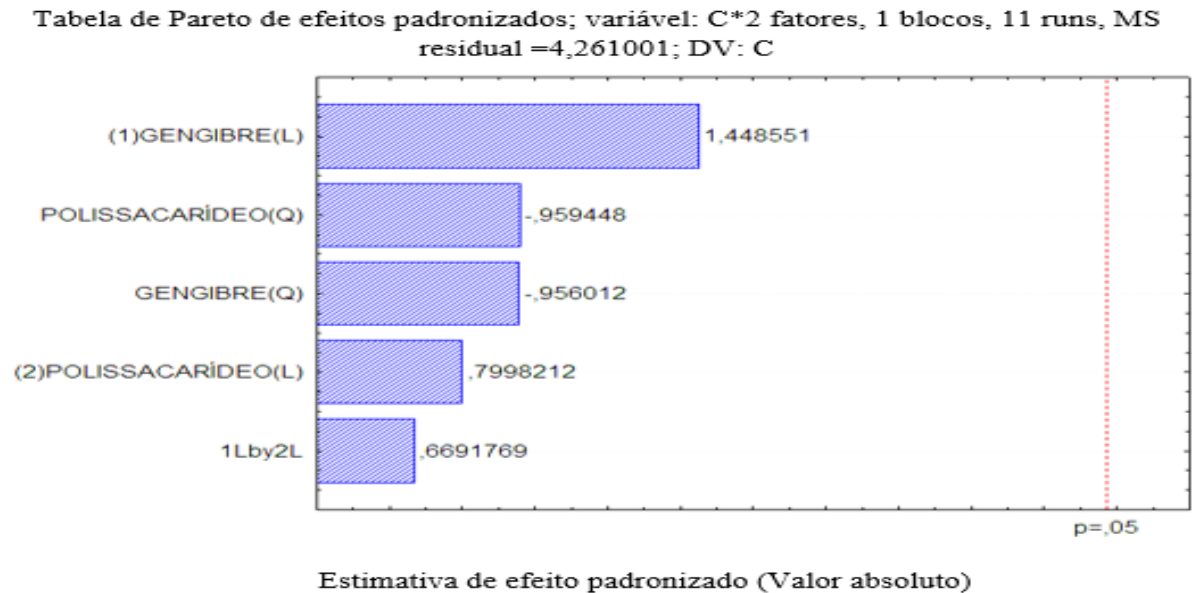
Tabela de Pareto de efeitos padronizados; variável: b* 2 fatores, 1 blocos, 11 runs, MS residual =3,066794; DV: b*.



Fonte: Elaborada pela autora (2021).

A análise de b^* na Figura 12 também apresentou coeficiente de regressão inferior a 75%, com $R^2=0,4864$.

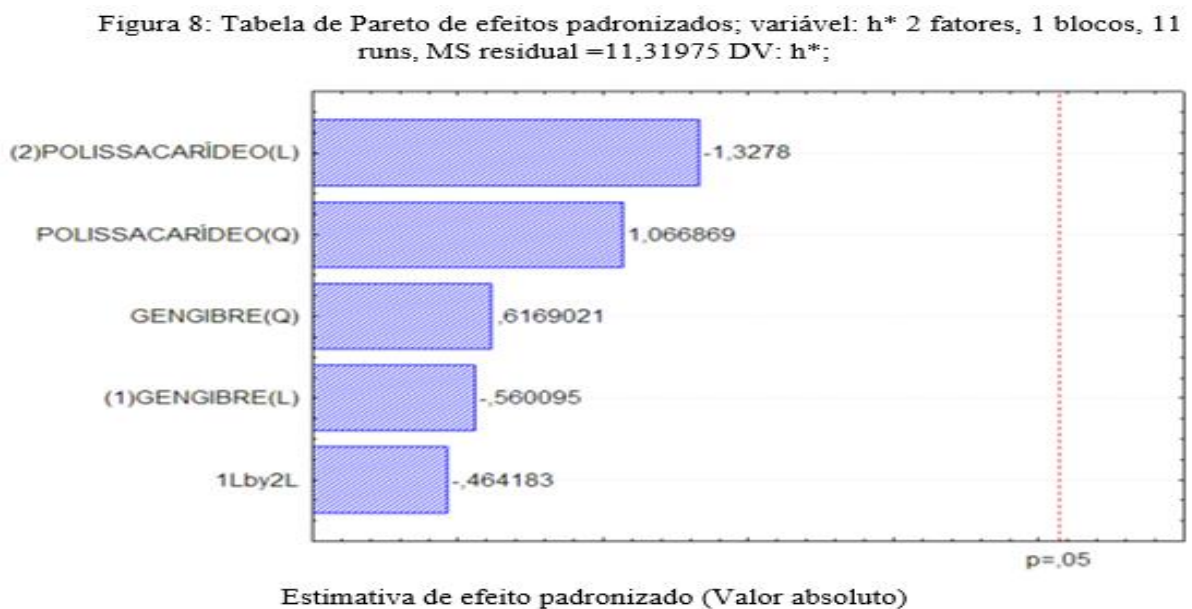
Figura 13 - Diagrama de Pareto de efeitos padronizados: variável C^*



Fonte: Elaborada pela autora (2021).

Na Figura 13, a análise que representa C^* em todas as leituras realizadas nas 11 amostras avaliadas não apresentou diferença significativa, com $R^2=0,48083$.

Figura 14 - Diagrama de Pareto de efeitos padronizados: variável h^*



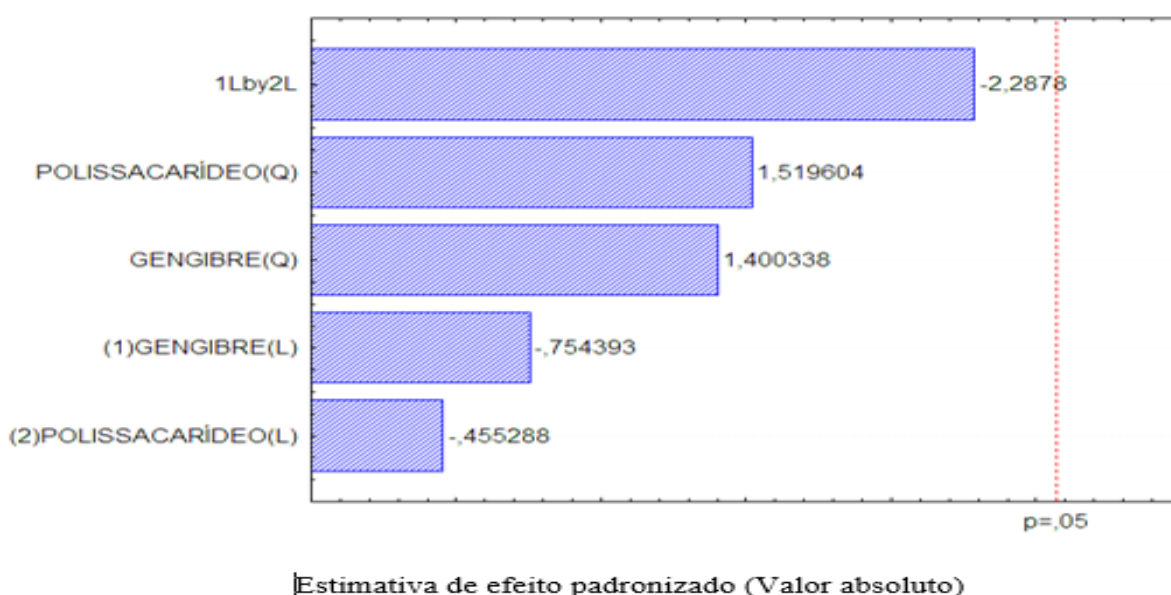
Fonte: Elaborada pela autora (2021).

Na análise de cor, o parâmetro h^* na Figura 14 não apresentou diferença significativa, com $R^2=0,41453$, mostrando que essas variáveis não interferem no que diz respeito às bebidas produzidas.

A análise de cor nas formulações indicou que as quantidades de polissacarídeo e gengibre não influíram de forma significativa na cor do suco.

Figura 15 - Diagrama de Pareto de efeitos padronizados: variável Antioxidantes

Tabela de Pareto de efeitos padronizados; variável: Antioxidantes s 2 fatores, 1 blocos, 1 runs, MS residual =20886,33; DV: h^* .



Fonte: Elaborada pela autora (2021).

A análise de antioxidantes na Figura 15, realizada nas 11 formulações de bebidas de limão, não teve diferença significativa, apresentando $R^2=0,65153$. Isso mostra que as quantidades de polissacarídeo e gengibre adicionadas na bebida não influenciam na quantidade de antioxidante presente nas amostras avaliadas pelo método DPPH. Levando em conta esse critério, não foi possível considerar o modelo válido para prever as variáveis dependentes para as reações de atividade antioxidante total usando a reação com DPPH, não tendo sido então gerados os gráficos de superfície de resposta.

Os valores médios das respostas observadas de acidez e estabilidade dispostos na Tabela 6 apresentam diferença estatística, mostrando correlação nas quantidades de polissacarídeo e gengibre adicionadas nas 11 formulações.

Tabela 6 - Parâmetros da análise de estabilidade e acidez

Experimentos	Variáveis independentes		Parâmetros	
	Gengibre %	Polissacarídeo %	Estabilidade (% de precipitação)	Acidez
1	1,00	0,25	1,56 ± 0,85e	0,87 ± 0,02cd
2	1,00	0,75	2,97 ± 1,23e	0,88 ± 0,01cd
3	3,00	0,25	5,12 ± 0,62d	0,65 ± 0,04f
4	3,00	0,75	12,89 ± 1,65a	0,85 ± 0,04cd
5	0,59	0,50	0,00 ± 0,00f	0,85 ± 0,00de
6	2,00	0,50	10,67 ± 0,88b	0,80 ± 0,00e
7	2,00	0,15	0,00 ± 0,00f	0,83 ± 0,01de
8	2,00	0,85	8,99 ± 0,77bc	0,90 ± 0,07bc
9 (C)	2,00	0,50	8,03 ± 0,58c	0,94 ± 0,00ab
10 (C)	2,00	0,50	8,28 ± 1,23 c	0,95 ± 0,03a
11 (C)	2,00	0,50	7,84 ± 0,31c	0,93 ± 0,01ab

Fonte: Elaborada pela autora (2021).

A Tabela 7 mostra os coeficientes de regressão para as respostas observadas.

Tabela 7 - Coeficientes de regressão para análises de acidez e estabilidade das bebidas de sabor limão com diferentes concentrações de gengibre e polissacarídeo

Variáveis	Acidez	Estabilidade
Média	0,94	8,04
Gengibre (L)	- 0,04	3,58
Gengibre (Q)	- 0,07	-1,17
Polissacarídeo (L)	0,04	2,75
Polissacarídeo (Q)	-0,05	-1,61
Gengibre (L) X Polissacarídeo (L)	0,05	1,59
R ² (%)	89,43	98,31

Variáveis em negrito são significativas (p<0,05).

Fonte: Elaborada pela autora (2021).

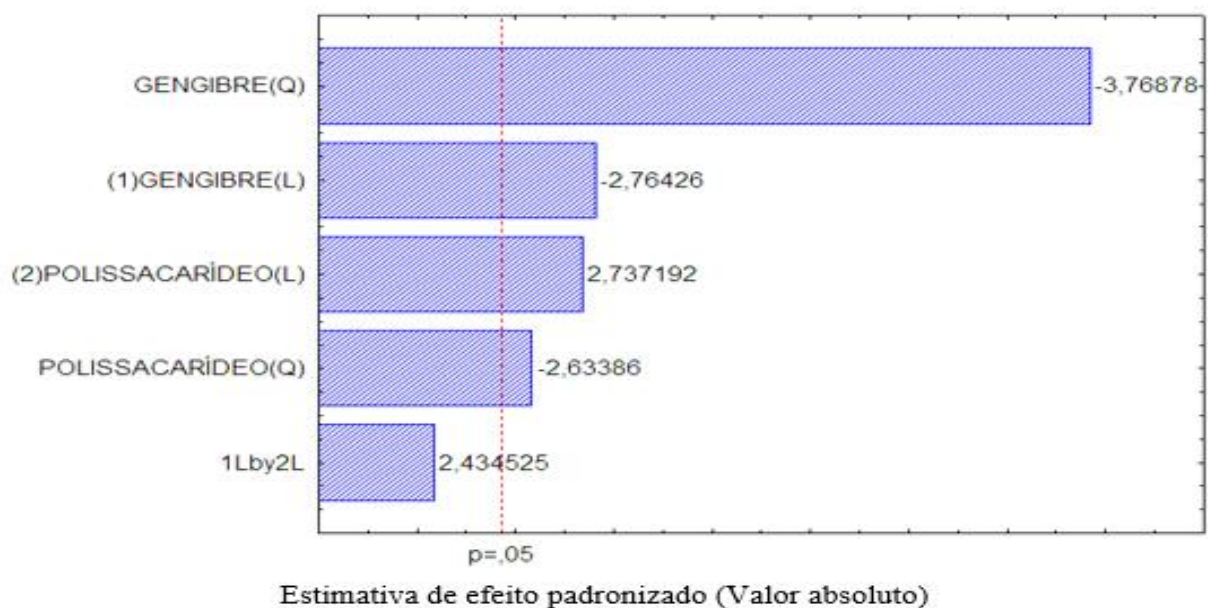
O coeficiente de regressão para as amostras analisadas, apresentando as formulações das bebidas sabor limão, permitiu observar que apenas a interação gengibre polissacarídeo da resposta acidez não se apresentou estatisticamente diferente. Os parâmetros

média, linear e quadrático mostraram-se significativos para a resposta (acidez): quanto maior a quantidade de gengibre, menor a acidez. Esse parâmetro mostrou-se negativo para essa resposta, sugerindo que esta afetou significativamente o teor de acidez nas bebidas estudadas e mostrando coeficiente de regressão acima de 75%, sendo possível de representar na superfície resposta.

O diagrama de Pareto apresentado na Figura 16 mostra a influência e a interação dos dois fatores (gengibre e polissacarídeo) na resposta de acidez, com $R^2=0,88304$.

Figura 16 - Diagrama de Pareto de efeitos padronizados: variável Acidez

Tabela de Pareto de efeitos padronizados; variável: Acidez 2 fatores, 1 blocos, 11 runs, MS residual =0,001615 DV: Acidez;



Fonte: Elaborada pela autora (2021).

A Equação 4 mostra o modelo codificado proposto para apresentar a resposta de acidez:

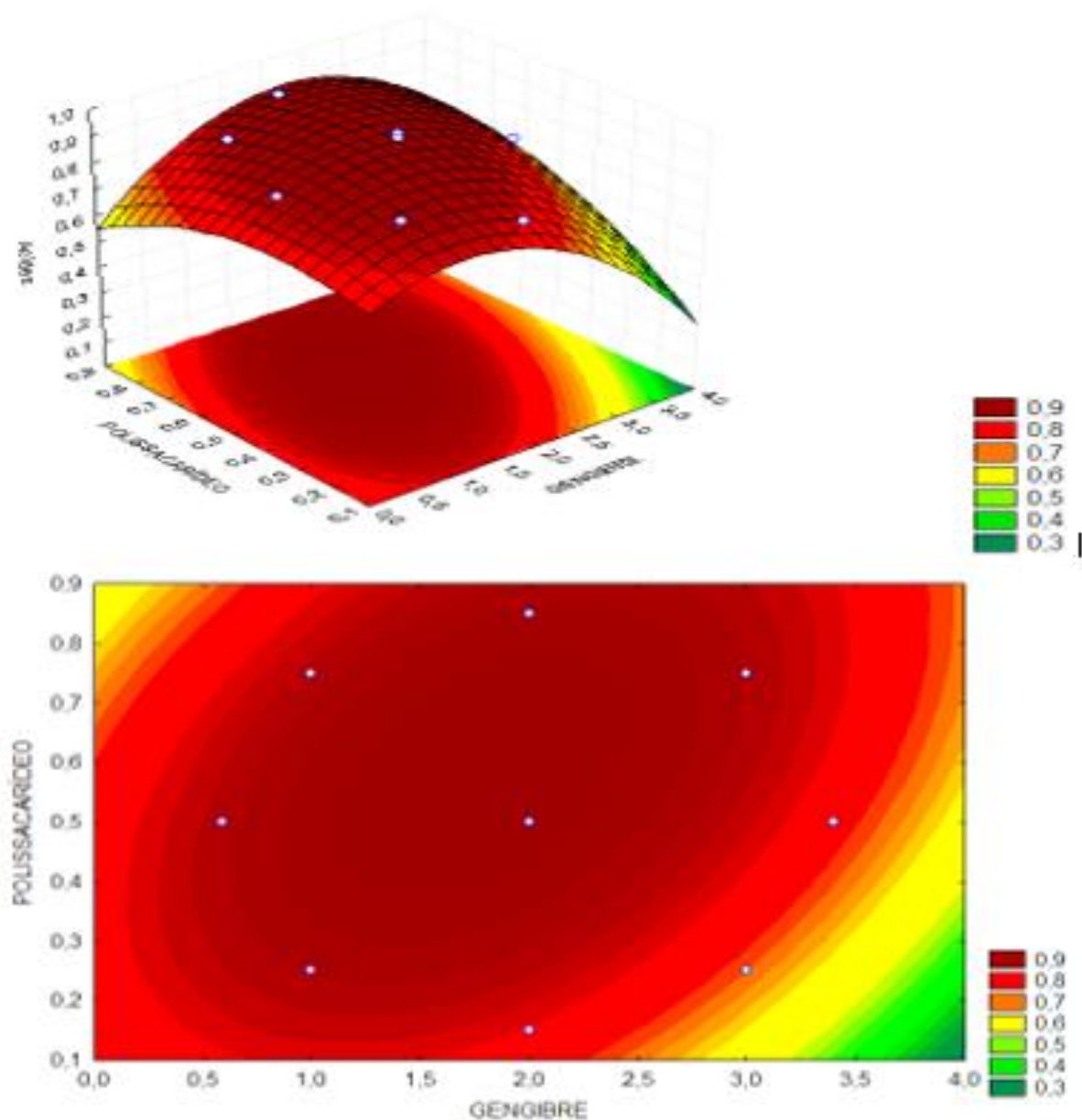
$Z = 6,825361139527 + 1,3027103776315 * x + 0,066478428577975 * x^2 + 5,1773116044316 * y - 7,421756048876 * y^2 + 19 * x * y + 0$ (4), onde Z representa a resposta acidez; x a concentração de Gengibre; e y a quantidade de polissacarídeo.

Maiores quantidades de gengibre mostram-se favoráveis com relação à resposta de acidez (Figura 17).

Figura 17 - Superfície de resposta para a variável dependente Acidez das formulações das bebidas de limão com diferentes percentuais de gengibre e polissacarídeo

Superfície ajustada; Variável: Acidez 2 fatores, 1 blocos, 11 runs, MS residual =0,0014852

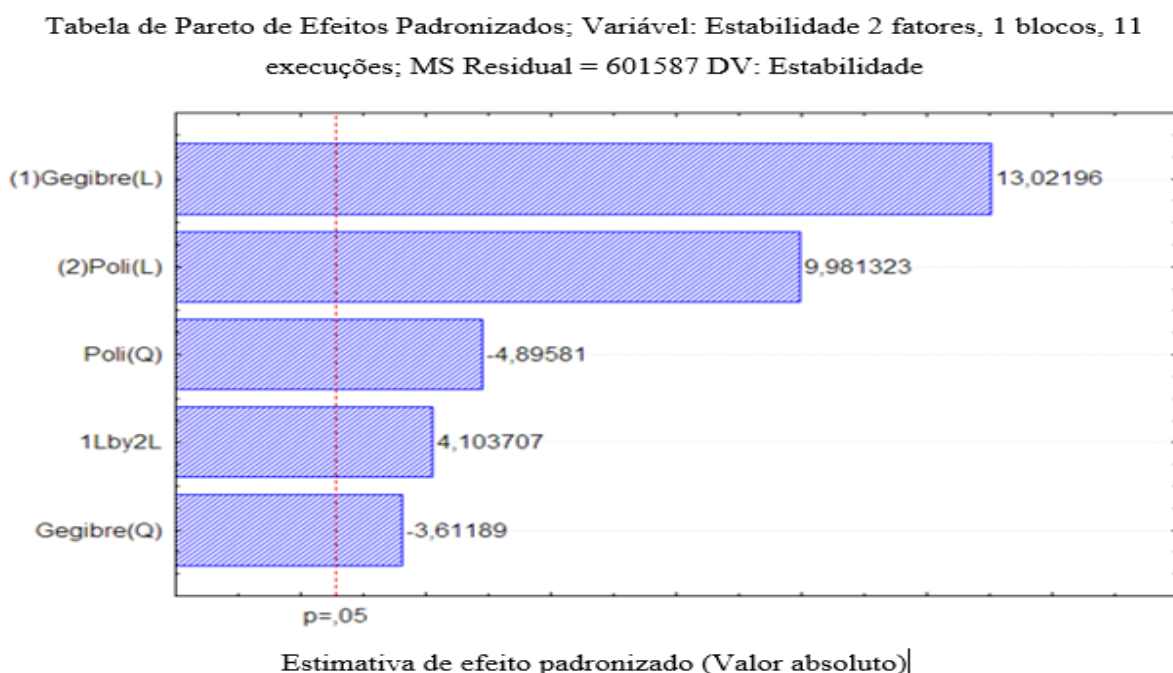
DV: Acidez



Fonte: Elaborada pela autora (2021).

A estabilidade apresentou coeficientes de regressão estatisticamente significativos ($p \leq 0,05$) para todas as análises realizadas: média, gengibre (L), gengibre (Q), polissacarídeo (L), polissacarídeo (Q) e gengibre (L) X polissacarídeo (L), mostrando resposta positiva. O diagrama de Pareto (Figura 18) mostra a influência desses fatores e a interação entre essas duas variáveis.

Figura 18 - Diagrama de Pareto referente ao teste do experimento segundo o modelo para a variável precipitação (%)



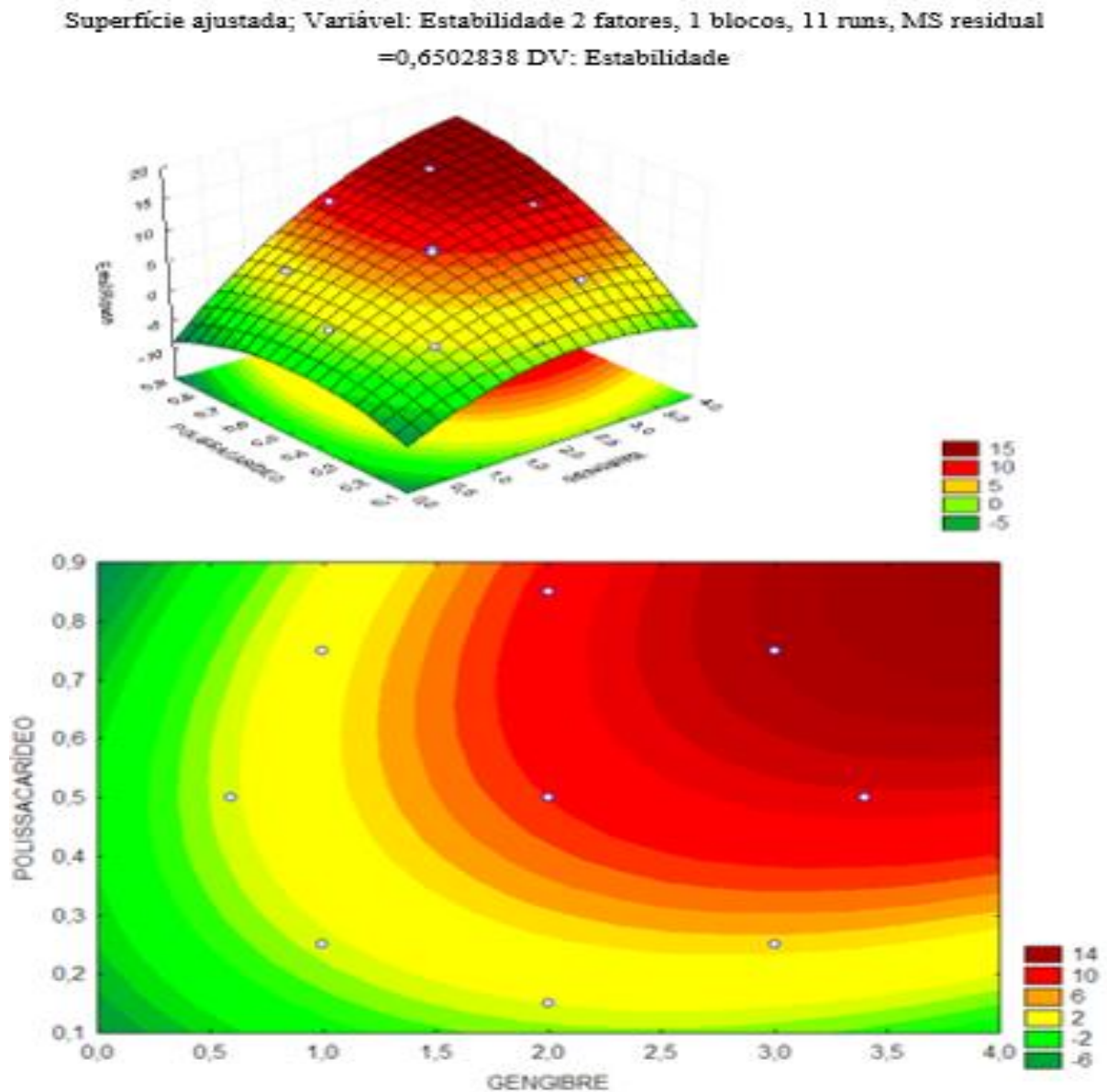
Fonte: Elaborada pela autora (2021).

Os valores de estabilidade apresentaram variação nas 11 formulações, mostrando correlação nas quantidades de polissacarídeo e gengibre adicionadas. Através dos resultados apresentados, foi possível se expressar através do gráfico de superfície resposta, pois mostraram coeficiente de regressão acima de 75%. O modelo codificado foi descrito através da equação 5: $Z = -9,3855529499428 + 5,0787738272635 * x - 1,1704824971263 * x^2 + 24,098675362027 * y - 25,825746069098 * y^2 + 6,36 * x * y + 0$ (5), onde Z representa a resposta de estabilidade; x a concentração de Gengibre; e y a quantidade de polissacarídeo.

O resultado obtido no planejamento experimental mostrou que as concentrações de gengibre e polissacarídeo foram variáveis importantes quanto à resposta de percentual (%) de sedimentação (estabilidade), podendo ser observadas nos gráficos de superfície resposta apresentadas na Figura 19. Observou-se que as amostras com máxima concentração de polissacarídeo e sem gengibre, máxima concentração de gengibre e sem polissacarídeo apresentam menor percentual (%) de precipitação. À medida que se adicionam os dois elementos, ocorre aumento no percentual de precipitado da bebida, proporcionando um aumento na separação de fases e interferindo diretamente na estabilidade do produto.

O modelo de superfície de resposta aponta para uma concentração de gengibre de 4% e 0,9% de polissacarídeo, como sendo a resposta com menor % de precipitação (Figura 19).

Figura 19 - Superfície de resposta para a variável dependente Precipitação em porcentagem das formulações de bebidas com diferentes percentuais de gengibre e polissacarídeo



Fonte: Elaborada pela autora (2021).

5.7 Bebidas escolhidas a partir do delineamento experimental

De acordo com o delineamento experimental, as formulações com resposta satisfatória de acordo com a estabilidade foram aquelas com maior quantidade de polissacarídeo sem gengibre, com maior quantidade de gengibre e sem polissacarídeo e as amostras sem os ingredientes citados. As formulações menos ácidas devem melhorar a palatabilidade, pois é um atributo importante relacionado ao sabor e aroma, sendo um parâmetro significativo para determinar a relação de doçura de um produto.

Na Tabela 8 estão dispostas as formulações escolhidas no delineamento experimental para realização de testes futuros.

Tabela 8 - Composição das bebidas de limão

Componentes	Formulação Polissacarídeo	Formulação Gengibre	Formulação Padrão
Água potável	Até 79,1%	Até 76%	Até 80%
Mel	12,5%	12,5%	12,5%
Suco de limão	7,5%	7,5%	7,5%
Gengibre	-	4%	-
Polissacarídeo	0,9%	-	-

Fonte: Elaborada pela autora (2021).

6 CONCLUSÃO

As xiloglucanas de *Tamarindus indica* possuem bom rendimento, sendo extraídas de fontes renováveis.

As bebidas de limão padronizadas com 12,5% de mel, 7,5% de limão e quantidade de água até 100%, ou realizando a adição a esses ingredientes de 4% de gengibre ou 0,9% de polissacarídeos, apresentam maior estabilidade e menor acidez.

Diante disso, pode-se concluir que a utilização de polissacarídeo natural e gengibre adicionado separadamente em bebida sabor limão podem melhorar a estabilidade do produto. Como perspectivas futuras, seria interessante continuar a investigação com as concentrações sugeridas e acompanhá-las por mais dias de armazenamento.

REFERÊNCIAS

- ALVES, R. C. **Caracterização de gomas extraídas de seis tipos de sementes de leguminosas**. 2013. 115p. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química. Florianópolis - Santa Catarina, 2013.
- AZERO, E G.; ANDRADE, C. T. Extração e caracterização da Galactomanana de sementes de *Caesalpinia pulcherrima*. **Polímeros**, São Carlos, v. 9, nº 2, p. 54-59, jun. 1999.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 29, de 13 de janeiro de 1998**. Aprova o regulamento técnico referente a alimentos para fins especiais, constante do anexo desta Portaria. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 15 jan. 1998.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Padrões de identidade e qualidade para as seguintes bebidas. **Instrução Normativa nº 17, de 19 jun. 2013**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 14, 20 jun. 2013. Seção I, p. 14.
- CARVALHO, L. P. **Nanotecnologia aplicada à dermocosmética**. 2018. 83p. Dissertação (Mestrado) – Mestrado Integrado em Ciências Farmacêutica. Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Lisboa, 2018.
- CONCEIÇÃO, K. P. **Efeito anti-inflamatório do gengibre**. Dissertação (Mestrado) – Ciências Farmacêuticas. Instituto Universitário Egas Moniz. Caparica, 2019.
- CRISÓSTOMO, C. V. **Polissacarídeo endospérmico de *Bauhinia pentrara*: caracterização e estudo de interação com lectinas**. Tese (Doutorado) – Ciências bioquímicas e biologia molecular. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.
- CUNHA, P. L. R. D.; PAULA, R. C. M. D.; FEITOSA, J. Polissacarídeos da biodiversidade brasileira: uma oportunidade de transformar conhecimento em valor econômico. **Química Nova**, v. 32, nº 3, p. 649-660, 2009.
- DIONISIO, A. P. et al. Estabilidade de uma bebida funcional de frutas tropicais e yacon (*Smallanthus sonchifolius*) durante o armazenamento sob refrigeração. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Fortaleza, p. 148-155, 2016.
- FERREIRA, V. F., ROCHA, D. R., SILVA, F. C. Potencialidades e oportunidades na química da sacarose e outros açúcares. **Química Nova**, v. 32, nº 3, p. 623-638, 2009.
- GALVÁN, Z. R. N. **Características estruturais e reológicas de dispersões aquosas de goma xantana sob influência de diferentes forças iônicas**. 2017, 110p. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2017.
- GOMES, J. S. **Desenvolvimento de bebida mista à base de frutos tropicais**. 2017. 94p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Engenharia de Alimentos. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2017.

GONÇALVES, J. K. M. et al. Estudo sensorial, físico-químico e quimiométrico de sucos de limão em pó/Sensory, physical-chemical and chemiometric study of powdered lemon juices. **Brazilian Applied Science Review**, v. 4, nº 3, p. 1319-1333, 2020.

GURJÃO, K. C. et al. Desenvolvimento de frutos e sementes de tamarindo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, nº 3, p. 351-354, 2006.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 1. ed. digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2017. Disponível em:
http://www.cnpmf.embrapa.br/Base_de_Dados/index_pdf/dados/brasil/limao/b1_limao.pdf
 Acesso em: 30 set. 2020.

KAI, K. C. **Extração e caracterização de xiloglucana de Tamarindus indica**. 2009. 76p. Monografia (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

LEONE, R. S.; RAMOS, A. M.; ROCHA, F. I. G. Avaliação de componentes bioativos em suco misto de frutas e hortaliça durante 100 dias de armazenamento. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, p. 1-10, 2019.

LOPES, K. M. M. **Variação circadiana da composição química e avaliação da atividade antioxidante e antimicrobiana do óleo essencial das folhas de limão taiti (*Citrus latifolia tanaka*)**. 2018. 40p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Licenciatura em Química. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Apodi, 2018.

MAIA, J. L. **Estudo do despulpamento de tamarindo (*Tamarindus indica* L.) e desenvolvimento de suco com acidez reduzida**. 2018. 65p. Dissertação do programa de (Pós-Graduação) Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

MAUGERI FILHO, F.; GOLDBECK, R. Produção de polissacarídeos. **Biotechnologia Industrial**. v. 3, nº 3, p. 219, 2019.

MKEDDER, I. et al. Preparation and enzymatic hydrolysis of nanoparticles made from single xyloglucan polysaccharide chain. **Carbohydrate polymers**, v. 94, nº 2, p. 934-939, 2013.

MOLINA, E. G.; A MORENO, D.; VIGUERA, C. G. A new drink rich in healthy bioactives combining lemon and pomegranate juices. **Food Chemistry**, Murcia, p. 1364-1372, 2009.

MOURA, J. N. M., **Bebida mista de caldo de cana e maracujá adicionada de farinha do albedo do maracujá como agente estabilizante**. 2018. 84p. Dissertação (Mestrado). Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará, Limoeiro do Norte, 2018.

NASCIMENTO, G. R.; MORAES, G. M. D. Elaboração de bebida mista potencialmente funcional de suco de limão, gengibre e chá verde. **PRPI**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Ceará. Sobral, 2019.

- NAKAO, A. et al. Atividade antimicrobiana dos óleos de gengibre e melaleuca frente *Candida albicans*. **Revista Científica UMC**, v. 5, nº 2, 2020.
- OLIVEIRA, A. C. et al. Fontes vegetais naturais de antioxidantes. **Química Nova**, v. 32, p. 689-702, 2009.
- OLIVEIRA, V. B. et al. Native foods from Brazilian biodiversity as a source of bioactive compounds. **Food Research International**. v. 48, p. 170-179, 2012.
- OLIVEIRA JUNIOR, C. J. F.; BRAGA, M. R.; BUCKERIDGE, M. S. Efeitos de oligossacarídeos de xiloglucano sobre o metabolismo extracelular de *Rudgea jasminoides* durante o crescimento. **Hoehnea**, v. 33, p. 239-246, 2006.
- PASSOS, A. A. C. **Galactomananas parcialmente hidrolisadas de sementes de sementes de *Adenantha pavonina* como estabilizante e fonte de fibra em mousse**. 2016. 87p. Dissertação (Mestrado). Tecnologia de Alimentos. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. Limoeiro do Norte, 2016.
- PASSOS, A. A. C. et al. Partially hydrolyzed galactomannan from *Adenantha pavonina* seeds used as stabilizer, fat substitute, and food fiber source for mousses. **Polymer Bulletin**. p. 1-23. 2020.
- PATHARE, P. B.; OPARA, U. L.; AL-SAID, F. A. Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review. **Food Bioprocess Technol**. v. 6, p. 36-60, 2013.
- PEDRÃO, M. R. et al. Estabilidade físico-química e sensorial do suco de limão Tahiti natural e adoçado, congelado. **Food Science and Technology**, v. 19, nº 2, p. 282-286, 1999.
- PEREIRA, A. C. D. S. **Desenvolvimento de sucos tropicais mistos com elevada capacidade antioxidante e avaliação in vivo**. 2014. 129p. Tese (Doutorado) – Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2014.
- PICASSO, R. S. **Caracterização estrutural e atividade citotóxica e imunomodulatória de um novo exopolissacarídeo extraído dos grãos de Kefir**. MS thesis. 2017. 93p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2017.
- PINHA, G. A. et al. O uso de plantas medicinais no município de três lagoas. **Revista Saúde e Meio Ambiente**, v. 9, nº 3, p. 24-33, 2019.
- PREVIDELI, F. D.; ALMEIDA, M. M. Y., O mercado “in natura” do limão Tahiti. **Revista Interface Tecnológica**, v. 17, nº 1, p. 409-416, 2020.
- RACOWSKI, I. et al. Ação Antimicrobiana do Mel em Leite Fermentado. **Revista Analytica**, São Paulo, v. 30, p. 106-114, nov. 2007.
- REDA, S. Y. et al. Caracterização dos óleos das sementes de limão rosa (*Citrus limonia Osbeck*) e limão siciliano (*Citrus limon*), um resíduo agroindustrial. **Food Science and Technology**. p. 672-676, 2005.

RUFINO, M. S. M. et al. Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. **EMBRAPA**, Fortaleza, 2007.

SAKAKIBARA, C. N. **Gelificação térmica da xiloglucana induzida por degalactosilação e por adição de sal cosmotrópico: aspectos cinéticos e estruturais**. 2018. 140p. Tese (Doutorado) - Pós-graduação em Química. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2018

SANTOS, D. C. et al. elaboração de bebida tipo néctar de graviola adoçada com mel de *Apis mellifera*. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, p. 216-225, dez. 2014.

SANTOS, J. et al. Avaliação dos compostos bioativos e ação antioxidante do iogurte de beterraba com limão. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, nº 5, p. 29301-29311, 2020.

SANTOS, N. L. **Produção e caracterização de filmes de xiloglucana de *Tamarindus indica*: aplicação em mamão (*Sunrise solo*) fracionado**. 2017. 117p. Dissertação (Mestrado) – Curso de Tecnologia em Alimentos Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - Campus Limoeiro do Norte, Limoeiro do Norte, 2017.

SEBRAE. **O cultivo e o mercado do limão**. 2016. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-cultivo-e-o-mercado-dolimao,9e7a9e665b182410VgnVCM100000b272010aRCRD>. Acesso em: 05 abr. 2020.

SEKO, G. H. et al., Efeitos de polissacarídeos do jambo no modelo tumoral sólido de Ehrlich em camundongos. **Infarma-Ciências Farmacêuticas**, v. 32, nº 1, p. 86-100, 2020.

SÉRGIO, C. S. **Avaliação do potencial do uso do leite de cabra na elaboração de leite fermentado adicionado de inulina**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Zootecnia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

SILVA, Á. G. F.; BESSA, M. M.; SILVA, J. R. Elaboração e caracterização físico-química e sensorial de iogurte light probiótico adoçado com mel. **Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes**. Juiz de Fora, v. 72, p.74-84, jun. 2017.

SILVA, C. M. et al. **Produção de Suco Concentrado de Limão**. 2019, 133p. (Graduação). Projeto do curso de Engenharia Química, Universidade Federal da Integração Latino-Americana. 2019.

SILVA, F. G. C. et al. Alimentos, nutracêuticos e plantas medicinais utilizados como prática complementar no enfrentamento dos sintomas do coronavírus (covid-19): uma revisão. **Scientific Electronic Library Online**, p. 1-58, 2020.

SILVA, M. D.; LIMA, A. P. O.; COSTA, C. O. Mel de abelhas na alimentação de estudantes e servidores do IF Baiano campus Governador Mangabeira. **Revista Mancambira**, v. 4, nº 1, jan/jun. 2020,

SILVEIRA, K. G. **Caracterização físico-química e bioacessibilidade de compostos fenólicos de sucos e cascas de laranja e limão**. 2019. 56p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2019.

SOARES, C. E. A. **Caracterização estrutural e potencial da galactomanana de *Adenantha pavonina* L. como matéria-prima para produção de filmes comestíveis bioativos.** 2009. 262p. Tese (Doutorado) – Curso de Bioquímica, da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

SOUSA, D. M. et al. Caracterização morfológica de frutos e sementes e desenvolvimento pós-seminal de *Tamarindus indica* L.-*Leguminosae*: caesalpinioideae. **Revista Árvore**, v. 34, nº 6, p. 1009-1015, 2010.

SOUSA, D. Q. de et al. Mel, fonte natural e alternativa saudável para substituição do açúcar no iogurte. In: XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2016, Gramados. **Anais...** Gramados: Faurgs, 2016.

SOUZA, J. P. et al. Breve relato sobre os efeitos terapêuticos do gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe). **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, v. 10, nº 1, p. 44-53, 2019.

SOUZA, W. B. **Bebida mista a base de água de coco, abacaxi, laranja e gengibre.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Agronomia, Universidade Federal Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2019.

TIENCHEU, B. et al. Nutritional, sensory, physico-chemical, phytochemical, microbiological and shelf-life studies of natural fruit juice formulated from orange (*Citrus sinensis*), lemon (*Citrus limon*), Honey and Ginger (*Zingiber officinale*). **Heliyon**, p. 11-11, 2021.

TONELI, J. T. C. L. et al. Estudo da reologia de polissacarídeos utilizados na Indústria de alimentos. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Especial**. v. 7, p. 181-204, Campina Grande, 2005.

TOSI, E. A. et al. Effect of honey high-temperature short-time heating on parameters related to quality, crystallization phenomena and fungal inhibition. **Food Science and Technology**, v. 37, nº 6, p. 669-678, 2004.

VIEIRA, N. A. et al. Efeito anti-inflamatório do gengibre e possível via de sinalização. **Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 35, nº 1, p. 149-162, 2014.

VILAPLANA, A. G. et al. Beverages of lemon juice and exotic noni and papaya with potential for anticholinergic effects. **Food Chemistry**, Spain, p. 16-21, 2015.

XAVIER, L. E. et al. Elaboração e avaliação da qualidade de bebida tipo *smoothie* adoçada com mel de abelhas. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 13, nº 3, p. 07-10, 2019.