

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ALIMENTOS
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS

THIAGO RODRIGUES DA SILVA SANTANA

**BEBIDA CARBONATADA *LIGHT* SABOR MELANCIA COM
HORTELÃ**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

LONDRINA
2021

THIAGO RODRIGUES DA SILVA SANTANA

**BEBIDA CARBONATADA *LIGHT* SABOR MELANCIA COM
HORTELÃ**

Light watermelon carbonated drink with mint

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos do Curso Superior em Tecnologia em Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR campus Londrina.

Orientador(a): Prof.(a) Dr(a). Lyssa Setsuko Sakanaka

LONDRINA
2021



Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es).

Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

TERMO DE APROVAÇÃO

BEBIDA CARBONATADA *LIGHT* SABOR MELANCIA COM HORTELÃ

THIAGO RODRIGUES DA SILVA SANTANA

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 12 de maio de 2021 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos e foi avaliado pelos seguintes professores:

Profa. Dr(a). Lyssa Setsuko Sakanaka
Prof.(a) Orientador(a)

Profa. Dr(a). Lúcia Felicidade Dias
Professora Avaliadora 1

Profa. Dr(a). Marianne Ayumi Shirai
Professora Avaliadora 2

Dedico este trabalho à minha família e amigos por me apoiarem durante a graduação, e em especial à minha esposa quem me deu total apoio e amparo para que eu pudesse concluir o curso de graduação em Tecnologia em Alimentos.

AGRADECIMENTOS

Certamente estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas de que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Agradeço à minha orientadora Prof. (a) Dr (a). Lyssa Setsuko Sakanaka, pela sabedoria com que me guiou durante o desenvolvimento deste trabalho.

Ao corpo docente do curso de tecnologia em alimentos que contribuíram para o meu desenvolvimento acadêmico e pessoal, em especial aos docentes Dr. Alexandre Rodrigo Coelho, Dra. Caroline Maria Calliari, Dr. Cláudio Takeo Ueno, Dra. Marianne Ayumi Shirai, Dra. Margarida Masami Yamaguchi, e Dra. Mayka Reghiany Pedrão que contribuíram com o desenvolvimento dessa pesquisa.

À colega Dra. Talita Kato e ao técnico Juliano Daniels pela ajuda e incentivo na realização desse trabalho.

Aos meus colegas de sala.

Aos membros da Igreja Evangélica Assembleia de Deus que se voluntariaram para a análise sensorial.

Ao Laboratório Multiusuários da Universidade Tecnológica Federal do Paraná do câmpus Londrina (LabMult-LD), pelas análises realizadas.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná pelo apoio financeiro, na forma de uma bolsa de TCC, que contribuiu para a realização desse projeto de pesquisa.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento à minha família e em especial à minha esposa Francine Alexsandra Chaves Santana, pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

À Deus, responsável pela força necessária para que possa seguir meu caminho.

“Descobrir consiste em olhar para o que
todo mundo está vendo e pensar uma
coisa diferente”.
(Roger Von Oech)

RESUMO

Tendo em vista o aumento de doenças relacionadas ao alto consumo de alimentos ricos em açúcares, o consumidor tem buscado alternativas mais saudáveis, dando preferência aos alimentos *light* e *diet*. Além disso há uma busca constante por uma maior diversidade de alimentos e sabores, portanto a indústria tem desenvolvido tecnologias para atender o seu público, e a indústria de refrigerantes tem desenvolvido bebidas adoçadas com edulcorantes com baixo ou sem nenhum valor calórico, e aumentado a diversidade de sabores existentes no mercado. Neste aspecto, este projeto teve como objetivo desenvolver uma bebida carbonatada *light* sabor melancia e hortelã, utilizando suco de melancia concentrada e óleo essencial de hortelã como aromatizante. O suco de melancia foi extraído e crioconcentrado por duas vezes, caracterizado físico-quimicamente e congelado até uso. A elaboração das bebidas envolveu o preparo do xarope simples, e posterior adição dos outros ingredientes, para depois ser carbonatada. Foram desenvolvidas duas bebidas carbonatadas, uma contendo açúcar e outra eritritol. As bebidas foram submetidas às análises físico-químicas e microbiológicas antes de serem avaliadas sensorialmente por consumidores não treinados, em um teste de aceitação e intenção de compra. Os resultados da análise físico-química das bebidas resultaram em pH 3,63 e 3,60, 11,2 °Brix e 13,9 °Brix, 0,69 g e 0,59 de ácido cítrico por 100 mL de bebida e 2,49 g e 1,37 g de açúcares redutores por 100 mL de bebida, para a bebida carbonatada contendo açúcar e eritritol, respectivamente. Ambas as amostras se apresentaram dentro dos parâmetros da legislação em termos microbiológicos para bebidas carbonatadas. Os resultados da análise sensorial mostraram que ambas as bebidas apresentaram boa aceitação, situando-se entre os termos hedônicos “Não gostei nem Desgostei” e “Gostei extremamente”, sendo a bebida carbonatada contendo eritritol mais aceita pelos provadores. A bebida carbonatada contendo eritritol apresentou índice de aceitabilidade de 87,09%, além de possui baixo valor calórico (39,8 kcal) quando comparada com a bebida contendo açúcar (89,6 kcal), sendo uma alternativa interessante para indivíduos que optam por uma dieta com redução de açúcares.

Palavras-chave: suco de melancia crioconcentrado. Eritritol. Açúcares redutores. Teste de Aceitação.

ABSTRACT

In view of the increase in diseases related to high consumption of foods rich in sugars, consumers have been looking for healthier alternatives, giving preference to light and diet foods. In addition, there is a constant search for a greater diversity of foods and flavors, so the industry has been developing technologies to meet its public interest, as does the soft drink industry, which has been developing drinks with sweeteners with low or no caloric value and has increased the diversity of flavors on the market. Therefore, this project aimed to develop a light carbonated watermelon drink with mint flavor, using concentrated watermelon juice and mint essential oil as a flavoring. The watermelon juice was extracted and crioconcentrated twice, chemically characterized and frozen until use. The development of the beverages involved the preparation of the basic syrup, and the subsequent addition of the other ingredients, before being carbonated and resulted in two formulations, one containing sugar and the other erythritol. The drinks were subjected to physical-chemical and microbiological analyses before being subjected to a sensorial evaluation by a not trained panel involving an acceptance test and purchase intention. The results of physical-chemical analysis of carbonated drinks showed pH of 3.63 and 3.60, 11.2 °Brix and 13.9 °Brix, 0.69 g and 0.59 of citric acid per 100 mL of drink, 2.49 g and 1.37 g of reduced sugar per 100 mL of drink, for the sample containing sugar and erythritol, respectively. Both samples presented in accordance to Brazilian legislation in terms of microbiological parameters. The results of the sensory analysis showed that both drinks were well accepted, classified between the hedonic scale of "I didn't like or disliked" and "I liked it extremely", being the carbonated drink containing erythritol more accepted by the panel. The carbonated drink containing erythritol showed acceptability index of 87.09%, and a low caloric value (39.8 kcal) when compared to the drink containing sugar (89.6 kcal), being an interesting alternative for individuals who will to follow a sugar-reduced diet.

Keywords: crioconcentrated watermelon juice. Erythritol. Reduced sugar. Acceptance test.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fluxograma da elaboração da bebida carbonatada.....	19
Figura 2 – Gráfico 1a – Frequência no consumo de refrigerante.....	32
Figura 3 – Gráfico 1b – Escolaridade dos avaliadores.....	32
Figura 4 – Gráfico 1c – Distribuição dos avaliadores por gênero.....	33
Figura 5 – Gráfico 1d – Faixa etária dos participantes.....	33
Figura 6 – Gráfico 1e – Sabores preferidos de refrigerante.....	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Edulcorantes mais utilizados e seus limites máximos permitidos para a produção de produtos alimentícios no Brasil	08
Tabela 2 - Composição química da melancia em 100 g de polpa	12
Tabela 3 – Formulação das bebidas.....	20
Tabela 4 – Resultados das análises durante a crioconcentração do suco de melancia.....	26
Tabela 5 – Resultados de acidez, pH, sólidos solúveis e açúcares redutores do suco concentrado de melancia.....	27
Tabela 6 - Resultados de acidez total, pH, sólidos solúveis totais e açúcares redutores nas bebidas carbonatadas.....	27
Tabela 7 - Resultados e parâmetros da cor das bebidas carbonatadas.....	29
Tabela 8 - Resultados das notas atribuídas pelos consumidores para cada atributo sensorial das bebidas carbonatadas.....	31

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	4
2 OBJETIVO	5
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
3 REFRIGERANTES	6
3.1 ÁGUA	6
3.2 EDULCORANTES	6
3.2.1 Eritritol	8
3.3 SUCO CONCENTRADO	9
3.3.1 Crioconcentração	9
3.3.2 Melancia	12
3.4 GÁS CARBÔNICO	13
3.5 ACIDULANTES	13
3.6 ANTIOXIDANTES	14
3.7 AROMATIZANTES	14
3.7.1 Hortelã (Menta)	15
3.8 CONSERVANTES	16
3.9 CORANTES	16
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	17
4.1 MATERIAL EM ESTUDO	17
4.2 ELABORAÇÃO DO SUCO DE MELANCIA CRIOCONCENTRADO	17
4.3 PROCESSAMENTO DA BEBIDA CARBONATADA	18
4.4. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	20
4.4.1 Sólidos Solúveis Totais	20
4.4.2 Açúcares redutores	21
4.4.3 Acidez titulável	21
4.4.4 Análise de pH	22
4.4.5 Cor	22
4.4.6 Volume de gás carbônico dissolvido na bebida	22
4.5 CONTAGEM DE BOLORES E LEVEDURAS	23
4.6 DETERMINAÇÃO DE VALOR CALÓRICO DAS BEBIDAS	23
4.7 ANÁLISE SENSORIAL	23
4.7.1 Teste de Aceitação por escala hedônica	24
4.8 TRATAMENTO DOS DADOS	25
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	26
5.1 PROCESSO DE CRIOCONCENTRAÇÃO	26
5.2 ANÁLISES DAS BEBIDAS CARBONATADAS	27
5.3 ANÁLISES DE COR DAS BEBIDAS CARBONATADAS	27
5.4 ANÁLISES DA CARBONATAÇÃO DAS BEBIDAS	29
5.5 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA	30
5.6 VALOR CALÓRICO	30
5.7 ANÁLISE SENSORIAL	30
6 CONCLUSÃO	35
REFERÊNCIAS	36
APÊNDICE	41
ANEXO	47

1 INTRODUÇÃO

Considerando a gravidade de determinadas doenças causadas pelo consumo de produtos ricos em açúcares, e o refrigerante ser apontado por diversos estudos como um produto que tem contribuído para o surgimento dessas doenças; o consumidor tem se tornado mais exigente na composição deste produto e na sua qualidade sensorial. Para tanto, o mercado tem buscado atender essa demanda desenvolvendo produtos com baixa ou sem nenhuma quantidade de açúcar (light e/ou diet) em sua composição (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2018).

A indústria de refrigerantes tem buscado formas de substituir o açúcar por edulcorantes sem que a qualidade sensorial do produto seja alterada, buscando assim agradar o consumidor oferecendo um produto menos calórico (RIBEIRO, 2011). Um edulcorante com alto potencial na indústria de alimentos e bebidas é o eritritol, visto que além de ser uma substância não calórica, não possui sabor residual, sendo semelhante à sacarose (BOESTEN et al., 2013).

O mercado consumidor, além de buscar produtos mais saudáveis, tem incentivado maior diversidade de produtos. No caso dos refrigerantes, a busca por produtos com sabores diferentes tem se intensificado, e a indústria tem lançado constantemente sabores diferentes para agradar ao público consumidor (CELESTINO, 2010).

Considerando os sabores de refrigerantes disponíveis no mercado e o consumo de algumas frutas que são bem aceitas pelo mercado brasileiro, observa-se a possibilidade do desenvolvimento de um refrigerante sabor melancia e hortelã, visto que o refrigerante e a melancia são amplamente consumidos no verão e a hortelã proporciona uma maior sensação refrescante ao consumidor.

A melancia é uma fruta rica em minerais, como potássio, ferro, zinco, cálcio, magnésio e vitamina C (EMBRAPA, 2020). Além disso, a fruta é rica em licopeno, antioxidante que auxilia no combate a doenças, como o câncer (GIOVANNUCCI, 1999).

Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo produzir uma bebida não alcoólica carbonatada *light*, sabor melancia com hortelã, e avaliar as suas características físico-químicas, microbiológicas e aceitação sensorial.

2 OBJETIVO

Elaborar uma bebida não alcoólica carbonatada *light* sabor melancia com hortelã.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Extrair e crioconcentrar suco de melancia;
- Caracterizar o suco de melancia quanto ao pH, cor, açúcares redutores, acidez titulável e sólidos solúveis totais;
- Definir uma formulação de bebida carbonatada em termos de características físico-químicas próprias de bebidas carbonatadas e sensorialmente agradável, segundo equipe de pesquisa;
- Analisar as características físico-químicas e microbiológica da bebida pronta;
- Aplicar um teste de aceitação sensorial das bebidas carbonatadas com açúcar ou eritritol com consumidores de refrigerantes não treinados;
- Avaliar os resultados e tratar os dados estatisticamente.

3 REFRIGERANTES

A legislação brasileira define refrigerante como “bebida gaseificada, obtida pela dissolução, em água potável, de suco ou extrato vegetal de sua origem, adicionada de açúcar ou edulcorantes, onde deverá ser obrigatoriamente saturado de dióxido de carbono, industrialmente puro” (BRASIL, 2009).

A elaboração do refrigerante consiste na mistura de água com açúcar, ou edulcorantes, a qual é aquecida a uma temperatura de 82°C (mistura denominada de xarope simples), sendo que, durante esse processo, adiciona-se carvão ativado em pó para remover o sabor estranho e promover a clarificação. Após esta etapa, a solução é filtrada e resfriada em um trocador de calor. No xarope simples são adicionados, de forma lenta e gradual, outros ingredientes como aromas, sucos naturais, extratos vegetais, antioxidantes, acidulantes, corantes e conservantes, formando a mistura denominada de xarope composto. Em seguida, o xarope composto é transportado em tubos de aço-inox, a um misturador por meio de bombas de pressão, onde é diluído, homogeneizado com água potável e dióxido de carbono gasoso ($\text{CO}_2(\text{g})$). Após a diluição, o xarope é enviado à enchedora, onde ocorre o envase (ROCHA et al., 2004).

Os principais ingredientes dos refrigerantes à base de frutas são água, açúcar ou edulcorantes, suco concentrado da fruta, gás carbônico (CO_2) e aditivos (acidulante, antioxidante, aromas, conservante e corante). Esses ingredientes estão sob rigoroso controle legislativo no que diz respeito à permissão e quantidade de seu uso (CELESTINO, 2010).

3.1 ÁGUA

A água é a matéria-prima de maior quantidade no refrigerante, sendo assim, a mesma é submetida a um controle rigoroso de tratamento, de modo a manter as características físico-químicas e microbiológicas adequadas, conforme estabelecido

na Portaria nº518 de 25 de março de 2004 do Ministério da Saúde, para a água a ser utilizada na produção de refrigerantes (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2004).

A água é fundamental no balanço químico dos refrigerantes pois é o veículo de dissociação do açúcar, edulcorantes, conservantes, ácidos, antioxidantes, essências, corantes e gás carbônico; dessa forma, não deve contribuir com substâncias que possam alterar a aparência, sabor e a estabilidade do produto final (CELESTINO, 2010).

Uma das impurezas, que podem estar na água, e causam problemas na qualidade e estabilidade do produto final, são as partículas suspensas (complexos de hidróxidos inorgânicos e/ou silicatos e/ou detritos orgânicos). Caso estejam presentes na água, essas partículas podem causar instabilidade na bebida levando à perda de carbonatação, variação no volume durante o enchimento e produção de espuma. Outras impurezas prejudiciais são os bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos de metais alcalino-terrosos e alcalinos, principalmente de cálcio, magnésio, potássio e sódio. Estas impurezas conferem à água uma alta alcalinidade fazendo assim com que ocorra um tamponamento de acidez, gerando uma alteração do sabor no produto final (TAYLOR, 2005).

Tanto a filtração quanto o controle da alcalinidade da água são processos essenciais na produção de refrigerantes, sendo o método de cloração um dos mais empregados para a eliminação de microrganismos. Uma vez utilizado o método de cloração na água, deve-se haver a eliminação do cloro para não alterar a qualidade do produto final (@LIMENTUS – ALIMENTOS E NOVAS TECNOLOGIAS NA UFRGS, 2017).

3.2 EDULCORANTES

Os edulcorantes são substâncias naturais ou artificiais, diferentes dos açúcares, que conferem sabor doce aos alimentos. Os edulcorantes possuem grande poder adoçante e possuem pouca, ou nenhuma, caloria e o limite máximo aceitável em produtos alimentícios varia de acordo com o edulcorante utilizado e é estabelecido por lei (ANVISA, 2001).

Na Tabela 1 estão apresentados os principais edulcorantes utilizados na produção de alimentos, contendo informações sobre o seu poder adoçante, quando comparado à sacarose, e o limite máximo aceitável na preparação de produtos alimentícios.

Tabela 1 - Edulcorantes mais utilizados e seus limites máximos permitidos para a produção de produtos alimentícios no Brasil

Edulcorante	Poder adoçante	Limites máximos* (g/100 g)
Sacarina	500 vezes superior à sacarose	0,022
Ciclamato	40 vezes superior à sacarose	0,097
Aspartame	200 vezes superior à sacarose	0,056
Acesulfame	200 vezes superior à sacarose	0,026
Esteviosídeo	300 vezes superior à sacarose	0,045
Sucralose	600 vezes superior à sacarose	0,019
Xilitol	Equivalente à sacarose	Não estabelecido
Eritritol	70% em relação à sacarose	Não estabelecido

***Definidos pela RDC nº 3/ 2001 (ANVISA)**

Fonte: Autoria própria (2021).

3.2.1 Eritritol

Um edulcorante com alto potencial na indústria de alimentos é o eritritol, visto que é uma substância que ocorre naturalmente e é amplamente distribuída na natureza. É encontrado como um metabolito ou composto de armazenamento em algas e fungos e é também um componente de diversas frutas, tais como os melões, uvas e peras, além de alimentos fermentados (molho de soja), bebidas (vinhos e cervejas) e no missô, um fermentado de soja de origem asiática. Industrialmente, o eritritol é obtido por processo fermentativo, não é obtido por síntese química e considerado natural (MOON et al., 2010).

O eritritol possui um grau de doçura de cerca de 60 a 80% da sacarose. Mais de 90% do eritritol ingerido não é metabolizado pelo organismo, indicando que essa substância não é utilizada para a produção de energia, e é excretada pelos rins de forma inalterada. Além disso, não influencia nos níveis de glicose e insulina no sangue, não causa cáries e é seguro para os diabéticos (BOESTEN et al., 2013).

Possui cor branca, é não-higroscópico e tem aspecto semelhante ao da sacarose, mas apresenta-se bastante solúvel em água. É um edulcorante não calórico e possui elevada tolerância digestiva. É muito utilizado como um substituto de sacarose em produtos de panificação, como bolos e biscoitos. Possui boa estabilidade durante o cozimento (LAGUNA et al., 2013).

3.3 SUCO CONCENTRADO

Os sucos concentrados normalmente são produzidos para a indústria de bebidas, no qual se remove a água por meio de evaporação a vácuo, fazendo assim com que possua uma concentração de quatro a dez vezes maior que o suco natural (VENTURINI, 2010).

Alternativas podem ser empregadas para a concentração do suco, tais como a crioconcentração ou osmose reversa. Esses dois métodos de concentração de suco são mais caros, porém permitem a obtenção de produtos de melhor qualidade sensorial e nutricional em relação ao processo convencional de evaporação, pelo fato de a concentração ocorrer em temperatura ambiente ou negativas (VENTURINI, 2010).

De acordo com o Decreto nº 6.871 estabelecido pelo Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento; o suco concentrado deve apresentar as mesmas características do suco integral quando diluído em água (BRASIL, 2009). Este produto traz diversas vantagens para a indústria de bebidas, tais como, facilidade no armazenamento e conservação, pois possui o volume reduzido, sendo assim, confere maior autenticidade do aroma da fruta (VENTURINI, 2010).

3.3.1 Crioconcentração

O processo de crioconcentração é um caso particular do processo de cristalização, e envolve, primeiramente a cristalização da água de uma mistura e, em seguida, os cristais de gelo formados são separados da fase líquida concentrada.

Este processo, aplicado a sistemas aquosos como sucos de frutas, que figuram entre os principais alimentos concentrados, desperta interesse na indústria de alimentos, por excluir plenamente perdas de aroma por evaporação e não modificar apreciavelmente a cor e o valor nutricional do alimento, resultando em um produto de melhor qualidade (SILVA, 2003). Quando comparada com tecnologias de evaporação, a alternativa da crioconcentração também apresenta vantagem da eficiência operacional e economia de capital (AHMED, 2004).

O suco é colocado em condições de temperatura para que só a água cristalize. Os produtos obtidos nesse processamento são de alta qualidade, porque não sofrem influência do calor (SPOTO, 2006) e não é necessário utilizar baixas pressões (AIDER; HALLEUX, 2009). A retirada parcial de água é um processo empregado para aumentar a estabilidade do alimento ao reduzir sua atividade de água e o volume e massa do alimento. Como resultado, há economia de energia e custos em demais operações como armazenamento, transporte e distribuição (MCLELLAN; PADILLA-ZAKOUR, 2004; FELLOWS, 2006). O emprego de calor, embora apresente maior eficiência de retirada de água, leva a uma perda de compostos mais voláteis, alterando as características sensoriais do produto (FELLOWS, 2006).

Porém, para alimentos mais concentrados a remoção dos cristais de gelo torna-se mais difícil, a menos que seja possível a lavagem dos mesmos para evitar perdas de produto. É importante considerar a temperatura em que a água do produto congela, e assim, a concentração deverá ser feita em temperatura superior a esta (DEGÁSPARI et al., 2002).

Esta técnica é possível pois durante o congelamento a água transforma-se em gelo puro, aumentando a concentração dos solutos na fase líquida devido à quantidade decrescente de água disponível como solvente (HORVÁTH- KERKAI, 2006; REID; FENNEMA, 2010). Devido a essa característica, os alimentos não congelam a uma temperatura fixa e sim em uma faixa de temperatura. A maioria dos alimentos começa a congelar na temperatura de $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$, sendo que a maior mudança de fase ocorre na faixa de $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. É considerado o congelamento completo dos alimentos somente em temperaturas abaixo de $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ (SINGH; SARKAR, 2005).

Aider e Halleux (2008) utilizaram a técnica de crioconcentração para concentrar os sucos de cereja e de damasco. Foi observado no estudo destes autores que a técnica pode ser utilizada repetidamente para aumentar gradativamente o teor de sólidos totais do suco e que as temperaturas de congelamento (-10 °C e -20 °C) não influenciaram na eficiência do processo. O uso da crioconcentração, em produtos alimentícios, tem sido objeto de diversos estudos, tais como de Aider, Halleux e Akbache (2009) e Sanchez et al. (2011a) que crioconcentraram soro de leite, e Wiecheteck et al. (2005) empregaram a técnica em suco de maçã para a produção de sidra. Jabade e Rane (2005) usaram em soluções de cana-de-açúcar, Hernandez et al. (2009) em sucos de maçã e pêra, Sanchez et al. (2010) em suco de laranja e Sanchez et al. (2011b) em produtos lácteos.

Um dos parâmetros utilizados para representar o processo de crioconcentração é a constante de partição efetiva (K) do soluto entre as fases sólida e líquida na interface gelo-líquido, conforme a Equação 1 (LIU; MIYAWAKI; HAYAKAWA, 1999).

$$K = \frac{C_s}{C_l} \quad (1)$$

Onde: C_s é a concentração de soluto na fase de gelo no limite e C_l é a concentração de soluto na fase líquida. Como o parâmetro K define a eficácia de congelamento progressivo da concentração, ele também pode ser experimentalmente determinado através do volume das frações obtidas, conforme a Equação 2 (LIU; MIYAWAKI; HAYAKAWA, 1999).

$$(1 - K) \ln \left(\frac{V_l}{V_0} \right) = \ln \left(\frac{C_0}{C_l} \right) \quad (2)$$

Onde: V_0 e V_1 , respectivamente, são os volumes de fase líquida, no início e em um tempo arbitrário e C_0 e C_1 , respectivamente, são as concentrações de soluto na fase líquida, no início e em um tempo arbitrário.

3.3.2 Melancia

A melancia (*Citrullus lanatus* Thumb. Mansf.) é uma planta originária das regiões tropicais da África Equatorial. Atualmente, no Brasil, é considerada uma das mais importantes olerícolas produzidas e comercializadas, sendo superada, apenas, pelas culturas de tomate, batata e cebola.

A melancia é consumida *in natura* ou em forma de suco e destaca-se por ser um alimento refrescante, depurativo e ligeiramente laxante. Além disso, a fruta é rica em licopeno, antioxidante que auxilia no combate a diversos tipos de câncer. Na Tabela 2, estão apresentados a composição química da fruta a cada 100 g de polpa.

Observa-se pela Tabela 2 que a polpa de melancia é bastante interessante do ponto de vista de minerais e vitaminas.

Tabela 2 – Composição química da melancia em 100 g de polpa

Composição	Conteúdo	Composição	Conteúdo
Água	92,6 g	Sódio	1,0 mg
Proteínas	0,5 g	Potássio	100,0 mg
Óleos	0,2 g	Vitamina A	590 UI
Carboidratos	6,4 g	Riboflavina	0,03 mg
Fibras	0,3 g	Tiamina	0,03 mg
Cálcio	7,0 mg	Niacina	0,2 mg
Fósforo	10,0 mg	Ácido ascórbico	7,0 mg
Ferro	0,5 mg	Energia	26,0 cal

Fonte: EGRAPI (1996).

3.4 GÁS CARBÔNICO

O CO₂ (g) é o único gás apropriado para a utilização em bebidas por apresentar características tais como: ser inerte, ser atóxico, praticamente não ter sabor, e estar disponível a um custo razoável. A carbonatação consiste na dissolução do CO₂ (g) no meio líquido, em níveis especificados obtidos pelo uso de carbonatadeiras.

A carbonatação além de conferir frescor à bebida, também visa proporcionar um alimento mais seguro, tendo em vista que o gás carbônico reage com a água formando o ácido carbônico, o qual contribui com a redução do pH e, conseqüentemente, com a inibição de microrganismos aeróbios (BARNABÉ, 2003).

3.5 ACIDULANTES

É importante a adição dos ácidos aos refrigerantes, pois reduz o pH, contribuindo para a preservação do alimento; além de propiciar um sabor típico à bebida. A função da utilização destes ácidos é a de neutralizar a doçura do açúcar e realçar o sabor do refrigerante. Além disso, os acidulantes apresentam a propriedade de saciar a sede, pois estimulam o fluxo da saliva na boca (O' DONNELL, 2005).

Os acidulantes podem ser inorgânicos e orgânicos, sintéticos ou naturais. Os ácidos mais utilizados são: fosfórico, cítrico, fumárico, málico e tartárico. Para as quatro primeiras substâncias, não estão estabelecidas concentrações máximas, já, para o ácido tartárico, o valor é de 0,5 g/100mL (ANVISA, 2007).

O ácido cítrico é o mais utilizado, para outros fins também, tais como aromatizante, agente tamponante e controlador de microrganismos (NAVARRO et al., 2011, VENTURINI FILHO, 2010).

3.6 ANTIOXIDANTES

Antioxidantes naturais e sintéticos são grupos de compostos utilizados como aditivos para evitar ou retardar as reações de oxidação em produtos alimentares. Compostos fenólicos, tais como propil, octil e dodecil de ésteres de ácido gálico, hidroxianisol de butila (BHA) e hidroxitolueno de butila (BHT) são os principais antioxidantes sintéticos, embora eles sejam substituídos por antioxidantes naturais, tais como ácido ascórbico e óleos essenciais (VENTURINI FILHO, 2010).

O antioxidante ácido ascórbico é o mais utilizado na fabricação de refrigerantes, pois é aceito em todos os refrigerantes, independente do sabor. O antioxidante tem a função de prolongar a vida útil do produto, protegendo os aldeídos, ésteres e outros componentes do sabor que são susceptíveis à oxidação, e que pode provocar a perda das características sensoriais, cor, sabor e aroma do produto durante o seu armazenamento.

O ácido ascórbico apresenta-se sob a forma de pó fino, branco e inodoro e de sabor fortemente ácido. Deve ser armazenado em temperatura ambiente. Quando preparado a solução de ácido ascórbico deve ser usada imediatamente, pois quando fica muito tempo exposto, o ácido ascórbico perde suas propriedades antioxidantes, pois sofre facilmente oxidação. Segundo Venturini (2010), 3,5 g de ácido ascórbico sequestra o oxigênio presente em 1 cm³ de espaço livre e sua solubilidade em água a 20°C é de 30 g/100 mL.

3.7 AROMATIZANTES

Para realçar o sabor da fruta utilizada na produção de refrigerantes, adicionam-se substâncias aromatizantes. Esses são classificados em: aroma natural, aroma natural reforçado, aroma reconstituído, aroma imitação e aroma artificial.

Um aroma consiste numa solução equilibrada de substâncias aromáticas, de modo a transmitir a informação certa aos receptores sensoriais do consumidor. Este equilíbrio é de extrema importância, uma vez que o "flavor" (aroma/sabor) oferecido

por uma bebida representa não apenas a identidade, mas também o caráter único da bebida (O'DONNELL, 2005).

Os aromatizantes não possuem qualquer limite máximo aceitável especificado, entretanto deve-se utilizar tal componente com moderação, pois o mesmo pode deixar um residual amargo no produto (ANVISA, 2007).

3.7.1 Hortelã (Menta)

Existem diversas espécies de menta, pois a polinização das várias espécies ocorre de forma cruzada, dando origem a novos híbridos. O gênero menta compreende cerca de 25 espécies diferentes de hortelãs e correlatos que pertencem à família *Labiatae*. Destacam-se pelo uso de chás, com efeito medicinal, sendo bastante conhecidos principalmente pelo seu sabor característico e aroma refrescante.

Dentre as mais populares destacam-se: a hortelã verde (*Mentha viridis*); o mentrasto (*Mentha rotundifolia*); a menta-do-levante (*Mentha citrata*); a hortelã-verde (*Mentha spicata*); poejo (*Mentha pulegium*); a hortelã-crespa (*Mentha crispa*); a hortelã-romana (*Balsamite*); a hortelã-pimenta que é a mais refrescante das hortelãs (*Mentha piperita*); e a menta-japonesa ou hortelã-doce (*Mentha arvensis*), rica em óleo essencial, cujo principal componente é o mentol (MAIA, 1958).

A menta também é utilizada em indústria de chicletes, de pasta de dente e farmacêuticas devido as suas propriedades medicinais, pois suas folhas possuem vitaminas A, B, C e minerais; como cálcio, fósforo, ferro e potássio; exercem ação tônica e estimulante sobre o aparelho digestivo, além de propriedades antissépticas e ligeiramente anestésicas (CORRÊA, 1994).

3.8 CONSERVANTES

Também são conhecidos como preservativos, usados para evitar a proliferação microbiológica dos alimentos. Controlar a proliferação de microrganismos garante que o produto final conserve a sua aparência e o sabor e protege os consumidores dos riscos provocados por bactérias, fungos e leveduras, responsáveis por diversas patologias e infecções (PETRUCI et al., 2011).

Os mais importantes conservantes que podem ser utilizados nas bebidas carbonatadas são sorbato de sódio, sorbato de potássio, ácido benzoico, benzoato de sódio, metabissulfito de sódio e metabisulfito de potássio. As concentrações máximas permitidas são, respectivamente: 0,03; 0,03; 0,05; 0,05; 0,004; 0,004 g/100mL (ANVISA, 2007).

3.9 CORANTES

Segundo a Resolução – CNNPA Nº 44 de 1977, corante é a substância ou a mistura de substâncias que possuem a propriedade de conferir ou intensificar a coloração do alimento.

Os corantes são classificados como: corante orgânico natural, corante orgânico sintético, corante artificial, corante orgânico sintético idêntico ao natural, corante inorgânico e caramelo (processo amônia).

Os corantes mais comuns, e que podem ser adicionados aos refrigerantes são tartrazina (amarelo), amarelo crepúsculo (alaranjado), vermelho 40, azul brilhante FCF, amaranto, bordeaux S (vermelho) e caramelo I, sendo as concentrações máximas, respectivamente, de 0,01; 0,01; 0,01; 0,01; 0,005; 0,005 g/100mL e sem teor máximo estabelecido (ANVISA, 2007).

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Trata-se de uma pesquisa experimental que avaliou as características físico-químicas, microbiológica e sensoriais da bebida carbonatada light sabor melancia com hortelã. As características físico-químicas e microbiológicas foram analisadas durante e após a confecção da bebida, já as análises sensoriais foram realizadas após a sua produção. A elaboração da bebida e as análises físico-químicas e microbiológicas foram realizadas na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Câmpus Londrina; e as análises sensoriais foram realizadas na Igreja Evangélica Assembleia de Deus, localizada na cidade de Londrina, PR.

4.1 MATERIAL EM ESTUDO

As melancias, os limões, o açúcar (Caravelas), o edulcorante eritritol (Della Terra), o óleo essencial de hortelã-pimenta (Rhr), o ácido cítrico grau alimentício (Duas Rodas Indústria Ltda) e os reagentes a serem utilizados na produção da bebida carbonatada, foram adquiridos no comércio local. A água filtrada utilizada na produção da bebida, foi captada da rede de abastecimento local. O gás carbônico utilizado na carbonatação, foi adquirido no comércio local, sendo armazenado em cilindro próprio (Inversa) e disponível no laboratório de Bebidas da UTFPR de Londrina.

4.2 ELABORAÇÃO DO SUCO DE MELANCIA CRIOCONCENTRADO

O processamento foi realizado no laboratório de vegetais e bebidas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná-Câmpus Londrina. As melancias foram levadas ao laboratório e em seguida foram higienizadas e cortadas em pequenos pedaços, eliminando a casca e outros resíduos.

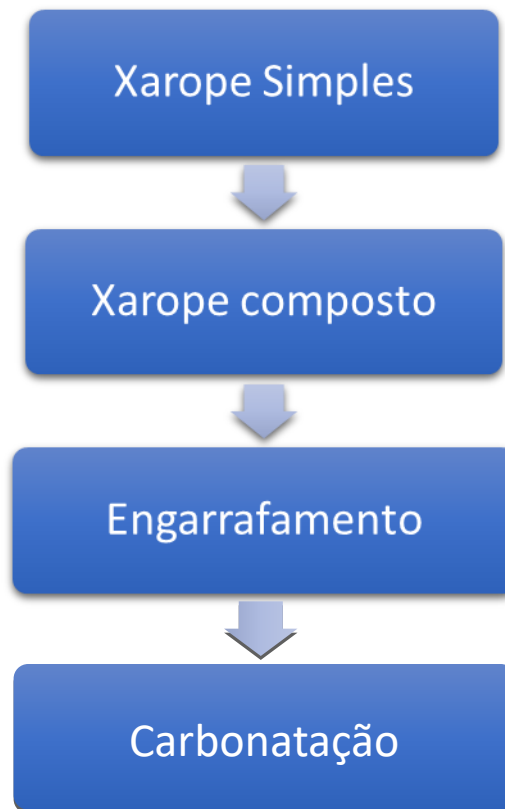
Os pedaços foram colocados em sacos de poliéster devidamente higienizados e por meio de força mecânica, o suco foi extraído. O suco extraído no

processo foi submetido ao processo de congelamento em formas retangulares com tampa e mantidas por aproximadamente 24 h em congelador à -5 °C. Após esse período, o suco congelado foi quebrado manualmente até obterem-se placas menores e foram acondicionadas em um saco de poliéster. O saco foi colocado no interior de uma centrífuga (marca Consul) e foi submetido à centrifugação por aproximadamente 2 min para a obtenção do suco concentrado.

No saco ficou retida a água congelada, que foi acondicionada em um béquer para o descongelamento a fim de determinar seu volume e a concentração de sólidos solúveis. O suco concentrado foi submetido à determinação do seu teor de sólidos solúveis (°Brix) e volume (mL) com o auxílio de uma proveta graduada. O suco concentrado foi novamente disposto em formas retangulares e congelado, repetindo as etapas do procedimento descrito. O processo foi repetido por duas vezes, e acondicionado em frascos de vidro estéreis, e mantidas em congelador até uso.

4.3 PROCESSAMENTO DA BEBIDA CARBONATADA

A sequência de etapas do processo de elaboração das bebidas carbonatadas pode ser visualizada na Figura 1.

Figura 1 - Fluxograma da elaboração da bebida carbonatada

Fonte: Autoria própria (2021).

Foram produzidas duas formulações, sendo a primeira adicionada de açúcar e a segunda, eritritol. Ambas as formulações foram estabelecidas respeitando a normativa que estipula o índice máximo aceitável de edulcorantes em alimentos e de acordo com a percepção sensorial da equipe de pesquisa. As formulações foram assim denominadas: bebida carbonatada A e B, sendo a amostra A adoçada com açúcar e a amostra B adoçada com eritritol, e para cada formulação foram produzidos 20 litros para as análises laboratoriais e sensoriais.

Para a preparação do xarope simples, o edulcorante foi dissolvido em água quente à uma temperatura de 85 °C em um recipiente de aço inoxidável, e agitada manualmente e lentamente para que ocorra a homogeneização durante 5 minutos. Em seguida, a mistura foi submetida ao resfriamento, realizada a filtração da solução para a eliminação de possíveis resíduos e o xarope simples foi transferido para o

recipiente de aço inoxidável para a preparação do xarope composto. O recipiente foi imerso em solução de álcool à $-20\pm -15^{\circ}\text{C}$ para resfriamento rápido da solução.

No recipiente de aço inoxidável contendo o xarope simples, foi adicionado suco de melancia crioconcentrado e o óleo essencial de hortelã, em concentrações conforme especificado na Tabela 3. Em seguida, foram adicionados o ácido cítrico e o suco de limão (previamente extraído e filtrado), que terão a função de acidulante e antioxidante, respectivamente.

Após a preparação do xarope composto, a solução foi mantida em a agitação manual por 15 minutos para a completa homogeneização dos componentes, sob temperatura baixa.

As formulações foram envasadas em garrafas PET, previamente higienizadas e carbonatadas utilizando-se um carbonatador para a injeção do gás carbônico na mistura.

Tabela 3 – Formulação das Bebidas

Bebida A	Bebida B
8% de açúcar	13% de eritritol
10% de suco crioconcentrado	10% de suco crioconcentrado
5% de suco de limão	5% de suco de limão
0,013% de óleo essencial de hortelã	0,013% de óleo essencial de hortelã
76,99% de Água	71,99% de Água
1g/L de ácido cítrico	1g/L de ácido cítrico

Fonte: Autoria própria (2021).

4.4. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

As análises físico-químicas do suco crioconcentrado consistiram na determinação de sólidos solúveis totais, açúcares redutores, acidez titulável e análise de pH. Para a bebida carbonatada, foram determinadas as análises de sólidos solúveis totais, açúcares redutores, acidez titulável, análise de pH, cor e volume de gás dissolvido na bebida. As análises físico-químicas foram realizadas no

laboratório de análises químicas na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Londrina, e foram realizadas em triplicata.

4.4.1 Sólidos Solúveis Totais

Foi utilizado o refratômetro modelo HI96801 (Hanna Instruments) para determinar os sólidos solúveis na amostra. Uma quantidade de amostra suficiente para cobrir o espelho do equipamento foi analisada na temperatura ambiente. O resultado foi expresso em °Brix, conforme a metodologia descrita no Manual de Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

4.4.2 Açúcares redutores

A amostra foi diluída convenientemente de maneira que a concentração de açúcares seja, no máximo de 500 mg/L de glicose, utilizada como curva padrão. Foi pipetado 1,0 mL da amostra em um tubo de ensaio e adicionado 2,0 mL do reagente Somogyi-Nelson I (SN-I). O mesmo foi agitado e aquecido em banho maria (em ebulição) por 6 minutos. Em seguida o tubo foi resfriado em banho de gelo por 5 minutos. Foi adicionado 2,0 mL de Somogyi-Nelson II (SN-II), foi agitado e deixado em repouso por 5 minutos à temperatura ambiente. Foi adicionado 25 mL de água destilada e foi feita a leitura da absorbância em espectrofotômetro a 540 nm, após zerar o aparelho com o branco, conforme metodologia descrita no Comunicado Técnico 86 da EMBRAPA (2013).

4.4.3 Acidez titulável

Foram diluídos 10 mililitros de amostra em 100 mililitros de água destilada e titulado com solução de NaOH 0,1N até o pH 8,2 (ponto de viragem da fenolftaleína).

O resultado foi expresso em % de ácido cítrico (m/v), conforme a metodologia descrita no Manual de Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

4.4.4 Análise de pH

Foi efetuada a análise do pH da bebida utilizando-se o equipamento potenciômetro de bancada modelo HI2221 (Hanna Instruments), o qual teve seu eletrodo imergido na amostra na temperatura de 25°C, conforme a metodologia descrita no Manual de Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

4.4.5 Cor

A cor das bebidas foi analisada usando-se um colorímetro C\$ 400 (Minolta), colocando-se o sensor do equipamento diretamente sobre a amostra dentro de um frasco apropriado. Foram coletados os parâmetros luminosidade (L^*), croma a^* e croma b^* . Os parâmetros Chroma (C^*) e Hue (h^*) foram calculados com base na metodologia CIELAB (FERREIRA e SPRICIGO, 2017), conforme Eq. 3 e 4:

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad [\text{Eq. 3}]$$

$$h^* = \arctan(b^*/a^*) \quad [\text{Eq. 4}]$$

4.4.6 Volume de gás carbônico dissolvido na bebida

Foi efetuada a medida da pressão interna com o auxílio de um manômetro próprio para garrafas. Em seguida, foi medida a temperatura da bebida com um termômetro. Com as duas variáveis, foi possível obter o volume de gás dissolvido existente na bebida conforme tabela comparativa (Anexo A).

4.5 CONTAGEM DE BOLORES E LEVEDURAS

A análise microbiológica foi realizada segundo as recomendações da Instrução Normativa nº331 de 23/12/2019 (BRASIL, 2019), que estabelece padrões microbiológicos para alimentos e bebidas. Para a contagem de bolores e leveduras, foram feitas diluições até 10^{-6} e distribuídos em placas de Petri contendo Ágar Batata Dextrose acidificada com ácido tartárico a 10% (pH=4,0). Após inoculação, as placas foram incubadas em estufa por 5 dias a 25°C. As unidades formadoras de colônias (UFC) foram calculadas de acordo com as diluições (ICMSF, 1978). Esta análise foi realizada em triplicata.

4.6 DETERMINAÇÃO DO VALOR CALÓRICO DAS BEBIDAS

O valor energético da bebida foi calculada utilizando o seguinte fator de conversão: carboidratos $4 \text{ kcal.g}^{-1} = 17 \text{ kJ.g}^{-1}$ (BRASIL, 2003).

4.7 ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial foi feita através da aplicação dos testes sensoriais afetivos envolvendo a opinião do consumidor final. A análise foi feita no salão de eventos da Igreja Evangélica Assembleia de Deus (conforme autorização emitida pelo pastor responsável), seguindo todas as diretrizes recomendadas pela Organização Mundial da Saúde para minimizar os riscos da COVID 19; e foram convidados 130 participantes voluntários e não treinados que gostem de consumir refrigerante e que estejam na igreja nos dias da análise sensorial.

Para o recrutamento, o pastor avisou os membros da igreja sobre a realização da pesquisa durante os cultos, e as análises ocorreram nos intervalos dos dias de culto, aproveitando as pessoas que já se encontravam na igreja, não havendo a necessidade de ressarcimento por deslocamento específico para a análise sensorial.

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos da UTFPR com o CAAE número: 38196820.4.0000.5547.

4.7.1 Teste de Aceitação por escala hedônica

Os participantes da pesquisa consistiram em pessoas frequentadoras da igreja mencionada, de todos os gêneros, entre 18 a 60 anos, sem problemas respiratórios e/ou gripe que possam interferir na análise sensorial, e por questões de saúde pública também não deveriam estar presentes nos cultos. Também não foi permitido a participação de pessoas com gastrites, diabéticas, e intolerantes ou que desenvolvam reações alérgicas aos componentes do produto, sendo estas informações esclarecidas antes da realização da análise sensorial e estão contidas no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A).

Conforme metodologia descrita por Stone e Sidel (1985), os participantes registraram as suas notas em fichas com escala hedônica estruturada de 9 pontos. A avaliação incluiu os seguintes parâmetros sensoriais: cor, aroma, sabor, espuma e impressão global (Apêndice B)

As amostras foram devidamente codificadas com algarismo de três dígitos e servidas à temperatura de 8-10°C individualmente, em copos descartáveis de 50 mL, juntamente com biscoitos embrulhados. Os resultados foram analisados por meio da análise de variância (ANOVA), a 5% de probabilidade. A elaboração das bebidas e preparo do teste foram efetuados seguindo as boas práticas de fabricação. Também as amostras foram servidas após comprovação do alimento ser seguro, o qual foi verificado por meio da realização de análises microbiológicas.

A intenção de compra do consumidor também foi avaliada, por meio de um questionário composto de uma escala de 5 pontos, que variou de: “eu certamente não compraria este produto” a “eu certamente compraria este produto” (MEILGAARD et al., 1999) (Apêndice B).

Como nos encontramos em situação de pandemia devido à COVID-19, na análise sensorial todas as precauções e boas práticas para evitar aglomerações, proporcionar distanciamento mínimo e higienização de canetas, carteiras e outros

materiais que foram utilizados pelos participantes, foram adotadas, com disposição também de álcool em gel ou álcool líquido 70%. O TCLE, as fichas de análise sensorial e a caneta foram fornecidas higienizadas dentro de sacos plásticos para cada participante, os quais a devolveram ao final do uso, sendo estas novamente higienizadas. As canetas foram reutilizadas, após higienização com álcool 70 e papel toalha.

4.8 TRATAMENTO DOS DADOS

Foi utilizado o software Excel disponibilizado pela Microsoft para o tratamento dos dados. Os dados foram avaliados por análise de variância (ANOVA) e a média dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey considerando nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foi analisado o processo de obtenção do suco crioconcentrado, da produção das bebidas carbonatadas além da análise da cor, das características microbiológicas e físico-químicas e da aceitação sensorial das duas bebidas carbonatadas, sendo cada uma destas etapas descritas a seguir.

5.1 PROCESSO DE CRIOCONCENTRAÇÃO

Na Tabela 4 são apresentados os valores de volume (L) e teor de sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix) ao longo dos dois processos de crioconcentração do suco de melancia.

Tabela 4 – Resultados das análises durante a crioconcentração do suco de melancia

Nº de Crioconcentrações	Volume de suco (L)	Teor de sólidos solúveis do suco ($^{\circ}$ Brix)	Volume do gelo (L)	Teor de sólidos solúveis do gelo ($^{\circ}$ Brix)
Inicial	5	6,00 \pm 0,04	-	-
1	3	15,20 \pm 0,03	1,6	0,8 \pm 0,01
2	2	26,10 \pm 0,02	0,7	0,9 \pm 0,02

Fonte: Autoria Própria (2021).

O suco de melancia integral apresentou um teor de sólidos inicial 6,00 \pm 0,04 $^{\circ}$ Brix. Após a primeira etapa de crioconcentração, o teor de sólidos solúveis totais foi de 15,20 \pm 0,03 $^{\circ}$ Brix, o que representou um aumento de aproximadamente 153,3%. Após a segunda etapa, o teor de sólidos aumentou para 26,10 \pm 0,02 $^{\circ}$ Brix, representando um aumento de 71,71% em relação à concentração anterior. Após esse número de crioconcentrações, o teor de sólidos solúveis totais permaneceu constante.

A comparação das médias obtidas para o teor de sólidos evidencia a influência significativa de todas as etapas do processo de crioconcentração sobre o parâmetro analisado.

Os parâmetros de pH, acidez, sólidos solúveis totais e açúcares redutores do suco crioconcentrado estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Resultados de acidez, pH, sólidos solúveis e açúcares redutores do suco concentrado de melancia

Parâmetros	Suco Crioconcentrado
% Acidez	1,02 ± 0,10
pH	5,5 ± 0,1
Sólidos Solúveis Totais (°Bx)	26,10 ± 0,02
Açúcares redutores (g/100 mL)	4,20 ± 0,04

Fonte: Autoria Própria (2021).

5.2 ANÁLISES DAS BEBIDAS CARBONATADAS

As análises para caracterização das bebidas carbonatadas estão apresentadas na Tabela 6. A acidez apresentada pela bebida foi de $10,81 \pm 0,16$ % para a bebida carbonatada contendo açúcar (amostra A) e $9,14 \pm 0,06$ % para a bebida carbonatada contendo eritritol (amostra B). O pH da bebida foi de $3,63 \pm 0,03$ para a amostra A e $3,60 \pm 0,02$ para a amostra B. O pH observado indica um produto ácido, valor característico para bebidas levemente carbonatadas a base de frutas, como os refrigerantes. Variações no pH irão influenciar na aceitabilidade da bebida pelo consumidor final. A análise de sólidos solúveis resultou em $11,2 \pm 0,01$ °Brix para a bebida contendo açúcar e de $13,9 \pm 0,01$ °Brix para a bebida contendo eritritol. Muito provavelmente este resultado reflete a influência do eritritol neste parâmetro, maior inclusive do que o açúcar da outra formulação. Em relação à acidez expressa em porcentagem de ácido cítrico na bebida, os resultados encontram-se de acordo com a legislação brasileira em vigor, que define o valor mínimo de 0,1 grama de ácido cítrico por 100 mL de refrigerante (BRASIL, 1998).

Os valores de açúcares redutores apresentam diferença significativa entre as amostras, sendo a bebida contendo açúcar a de maior valor. Isso se dá provavelmente pela hidrólise da sacarose em meio ácido, aumentando assim o

número de açúcares redutores na bebida, bem como pelo fato da outra amostra conter eritritol.

Tabela 6 – Resultados de acidez, pH, sólidos solúveis totais e açúcares redutores nas bebidas carbonatadas.

Parâmetros	Amostra A	Amostra B
Acidez (%)	10,81 ± 0,16 ^a	9,14 ± 0,06 ^b
Acidez em ácido cítrico (%)	0,69 ± 0,01 ^a	0,59 ± 0,00 ^b
pH	3,63 ± 0,03 ^a	3,60 ± 0,02 ^a
Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	11,2 ± 0,01 ^b	13,9 ± 0,01 ^a
Açúcares redutores (g/100 mL)	2,49 ± 0,05 ^a	1,37 ± 0,06 ^b

* Média e desvio-padrão. Letras minúsculas iguais na mesma linha indicam que não há diferença significativa ($p < 0,05$) pela análise de Tukey.

Fonte: Autoria Própria (2021).

5.3 ANÁLISES DE COR DAS BEBIDAS CARBONATADAS

A caracterização da cor das bebidas produzidas foi com base na metodologia CIELAB. O parâmetro L^* varia de 0 (preto) a 100 (branco), mas também é um indicativo de reflectância das amostras, no caso das amostras coloridas. Os refrigerantes de melancia apresentaram L^* entre 25-30, isto é, não refletem a luz tanto quanto uma amostra clara, o que é característico da cor vermelha escura predominante no suco de melancia. Observou-se que a bebida produzida com açúcar fez com que a luminosidade se deslocasse no sentido de menor intensidade (25,89), sendo que a bebida preparada com eritritol apresentou maior valor para luminosidade (28,86). Acredita-se que isso se deu devido à reação de caramelização que causa o escurecimento na bebida contendo açúcar, diminuindo o valor do parâmetro L^* . Os valores do croma a^* variaram significativamente ($p < 0,05$) ao passo que os valores de croma b^* , não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos. Acredita-se que isso se deu devido à reação de caramelização que acentua a tonalidade amarela e contribui para um menor valor de L^* e maiores valores do croma a^* (vermelho mais intenso) (Tabela 7).

Tabela 7 – Resultados dos parâmetros de cor das bebidas carbonatadas

Parâmetro	Amostra A	Amostra B
L*	25,89 ± 1,74 ^b	28,85 ± 1,33 ^a
a*	10,8 ± 0,46 ^a	9,61 ± 0,58 ^b
b*	11,19 ± 0,67 ^a	10,93 ± 0,44 ^a
C*	15,55 ± 0,77 ^a	14,56±0,71 ^a
h*	0,80° ± 0,02 ^b	0,85° ± 0,01 ^a

* Média e desvio-padrão. Letras minúsculas iguais na mesma linha indicam que não há diferença significativa ($p < 0,05$) pela análise de Tukey.

Fonte: Autoria própria (2021).

Em relação ao parâmetro croma (C*), que representa a intensidade de cor, não há diferença significativa entre as amostras, isto é, ambas apresentaram a mesma intensidade de cor. Em relação ao parâmetro hue (h*), que expressa a tonalidade da cor, a amostra contendo açúcar apresentou uma tonalidade de vermelho mais forte, caracterizada pelos valores próximos a 0 (cor vermelha púrpura) (LITTLE, 1975; FRANCIS, 1975; MCLELLAN et al., 1995; MASKAN, 2001).

Estes resultados indicam que há diferenças entre as amostras, muito provavelmente pela reação de caramelização do açúcar durante o processamento. Essa diferença de cor apontada instrumentalmente foi observada pelos provadores na análise sensorial (resultados apresentados no item 6.7).

5.4 ANÁLISES DA CARBONATAÇÃO DAS BEBIDAS

O volume de dióxido de carbono é definido como a quantidade de gás dissolvida em um volume de água sob pressão atmosférica (760 mm de Hg) a 15,5°C. De acordo com o Decreto n. 6.871, o dióxido de carbono deverá ser industrialmente puro e na quantidade mínima dissolvida de 1,0 volume (v) em refrigerante (BRASIL, 2009). Na bebida carbonatada contendo açúcar, o volume de gás carbônico após a elaboração do produto foi de 1,6 v e para a bebida elaborada com eritritol o volume de CO_{2(g)} dissolvido na bebida foi de 1,7 v. Ambas as bebidas se enquadraram dentro dos limites estabelecidos na legislação.

5.5 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

Os resultados da análise foram satisfatórios, uma que os valores encontrados estão dentro dos limites aceitáveis descritos na Resolução – RDC nº331 de 23/12/2019 (BRASIL, 2019) e conforme a Instrução Normativa (IN) 60/2019. Os valores encontrados foram na ordem de $1,00 \times 10^2$ UFC na bebida carbonatada contendo açúcar, e de $0,67 \times 10^2$ UFC, para a bebida carbonatada contendo eritritol.

5.6 VALOR CALÓRICO

O eritritol se mostrou um potencial edulcorante substituto da sacarose com baixo índice calórico. A bebida produzida com açúcar apresentou o valor energético de 89,6 kcal em uma porção de 200 mL (1 copo), enquanto a bebida produzida com o edulcorante eritritol apresentou o valor calórico de 39,8 kcal.

Tal diferença calórica se justifica pelo fato do edulcorante eritritol possuir apenas 0,24 calorias por grama, enquanto que o açúcar possui 4 calorias por grama. Como os edulcorantes são adicionados em grandes proporções nas bebidas carbonatadas como o refrigerante, a escolha do edulcorante é de suma importância para consumidores que querem, ou necessitem, consumir bebidas de baixo índice calórico.

5.7 ANÁLISE SENSORIAL

Os resultados das notas atribuídas para cada atributo sensorial analisado pelos consumidores não treinados estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 – Resultado das notas atribuídas pelos consumidores para cada atributo sensorial das bebidas carbonatadas

Parâmetros	Amostra A	Amostra B
Cor	7,35 ± 1,46 ^b	7,85 ± 1,30 ^a
Aroma	6,74 ± 1,34 ^b	8,03 ± 1,37 ^a
Sabor	6,85 ± 1,05 ^b	7,86 ± 1,17 ^a
Espuma	7,33 ± 1,00 ^b	8,13 ± 0,96 ^a
Impressão Global	6,94 ± 0,85 ^b	7,84 ± 0,98 ^a
Intenção de Compra	3,56 ± 0,65 ^b	4,40 ± 0,71 ^a

* Média e desvio-padrão. Letras minúsculas iguais na mesma linha indicam que não há diferença significativa ($p < 0,05$) pela análise de Tukey.

Fonte: Autoria própria (2021).

De uma maneira geral, as duas bebidas carbonatadas obtiveram boas avaliações, com notas acima de 6,0 para todos os atributos.

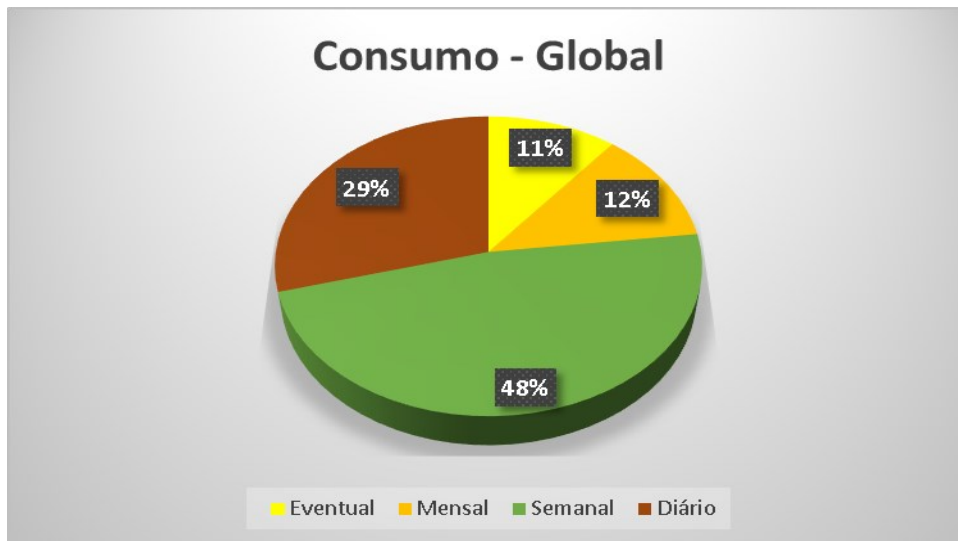
Com o intuito de verificar a aceitação das duas bebidas carbonatadas, por meio do uso do cálculo do índice de aceitabilidade, obteve-se um índice de 77,09% para a bebida produzida com açúcar, e 87,09 % para a bebida produzida com eritritol.

Foi observado uma maior aceitabilidade da bebida produzida com eritritol para os atributos cor, aroma, sabor e espuma. Na impressão global, houve diferença significativa entre as amostras, o que permite afirmar que a amostra produzida com eritritol foi melhor aceita que a amostra produzida com açúcar. Estes dados influenciaram significativamente a intenção de compra das amostras, e os participantes demonstram maior intenção de compra da bebida produzida com eritritol. Acredita-se que isso se dê pelo fato da amostra elaborada com eritritol apresentar uma maior refrescância, oriunda do edulcorante, uma vez que esta impressão foi apontada por alguns provadores.

Em relação ao perfil de provadores, 48% disseram consumir refrigerante semanalmente (Gráfico 1a). Em relação ao grau de escolaridade, 91% dos participantes possuem o Ensino Médio completo (Gráfico 1b). Desses provadores, 56,9% foram mulheres e 43,1% homens (Gráfico 1c), sendo a faixa etária proporcional entre os adultos (Gráfico 1d). Dos participantes, 31% indicaram preferir

refrigerante sabor Guaraná e 28% preferem refrigerante sabor Uva; e os demais sabores totalizam 41% da preferência dos participantes (Gráfico 1e).

Gráfico 1a – Frequência no consumo de refrigerante

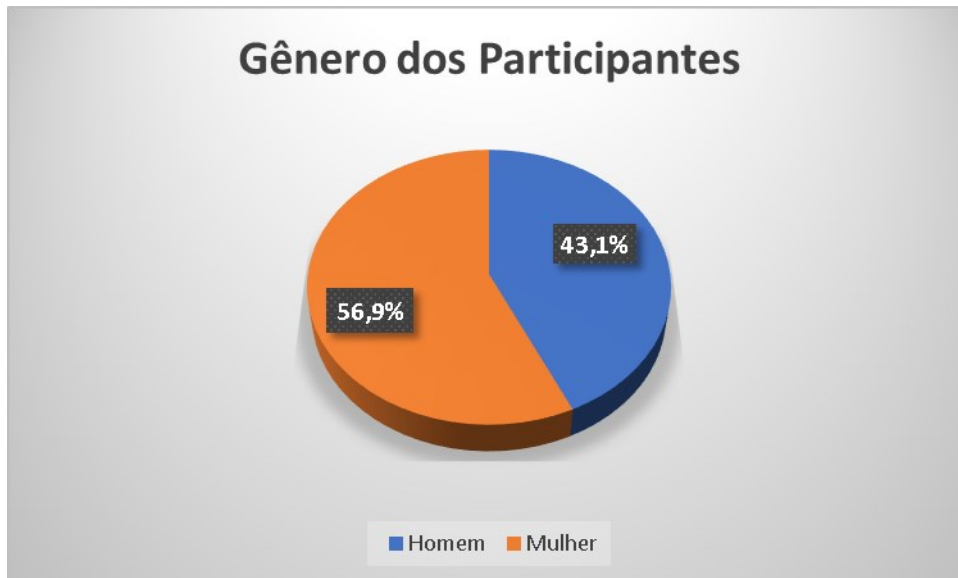


Fonte: Autoria própria (2021).

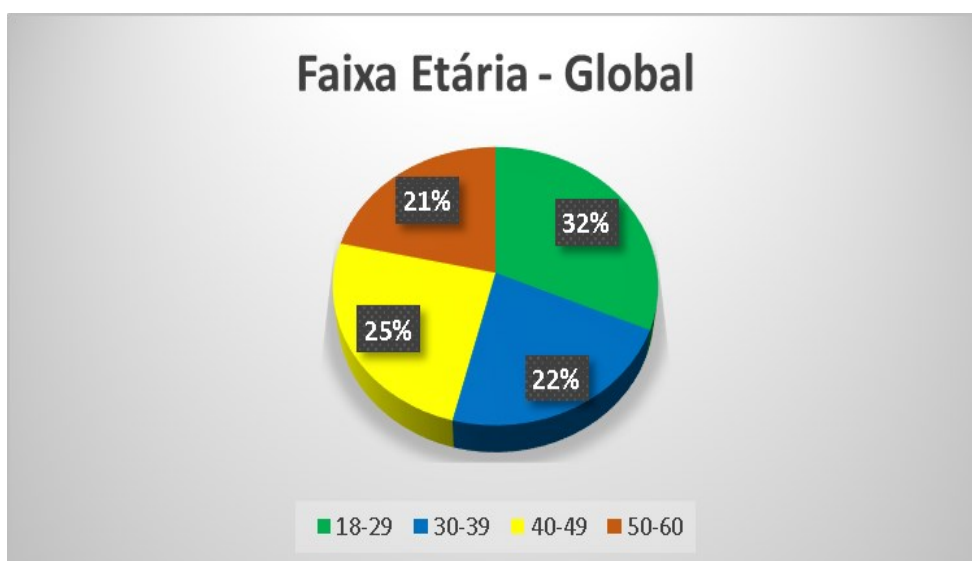
Gráfico 1b – Escolaridade dos avaliadores



Fonte: Autoria própria (2021).

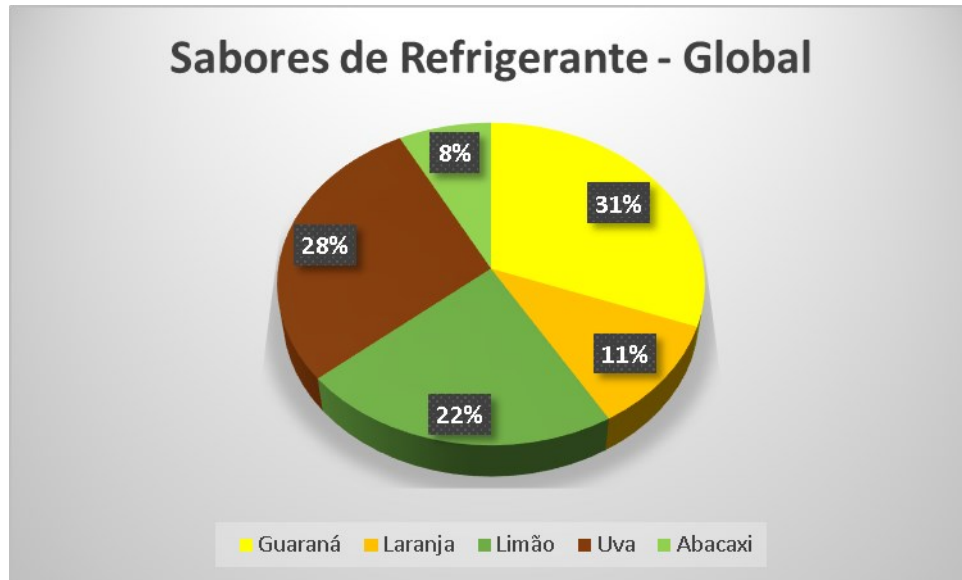
Gráfico 1c – Distribuição dos avaliadores por gênero

Fonte: Autoria própria (2021).

Gráfico 1d – Faixa Etária dos participantes

Fonte: Autoria própria (2021).

Gráfico 1e – Sabores preferidos de refrigerante



Fonte: Autoria própria (2021).

6 CONCLUSÃO

Foi possível obter um suco crioconcentrado de melancia com cor e aroma característico de melancia, evidenciando que o processo de crioconcentração embora seja mais caro para a indústria, obtêm-se um produto de melhor qualidade, quando comparado ao método convencional de concentração por aquecimento.

A bebida carbonatada contendo suco concentrado de melancia e óleo essencial de hortelã com açúcar, ou eritritol, apresentou-se com ótima aceitação pelos consumidores e atendeu às normas legais para bebidas carbonatadas leves.

A bebida adoçada com eritritol apresentou uma melhor aceitação quando comparada à bebida adoçada com o açúcar, obtendo maiores médias nas avaliações sensoriais de todos os atributos analisados.

Além da bebida light ter sido mais bem avaliada, ela apresentou um valor calórico muito inferior à bebida convencional, sendo uma alternativa para o consumidor que busca uma redução no consumo de açúcar.

Portanto, conclui-se que o eritritol é um potencial substituinte do açúcar em bebidas carbonatas, não apresentando sabor residual e sendo bem aceito pelos consumidores.

REFERÊNCIAS

@LIMENTUS – ALIMENTOS E NOVAS TECNOLOGIAS NA UFRGS. **Produção de refrigerantes**. Disponível em <<http://www.ufrgs.br/alimentus/disciplinas/tecnologia-de-alimentos-especiais/bebidas-carbonatadas/producao-de-bebidas-carbonatadas-refrigerantes>> Acesso em 25 set. 2017.

_____. **Tratamento d'água**. Disponível em <<http://www.ufrgs.br/alimentus/disciplinas/tecnologia-de-alimentos-especiais/bebidas-carbonatadas/tratamento-da-gua>> Acesso em 25 set. 2017.

_____. **Carbonatação**. Disponível em <<http://www.ufrgs.br/alimentus/disciplinas/tecnologia-de-alimentos-especiais/bebidas-carbonatadas/carbonatacao>> Acesso em 25 set. 2017.

AHMED, J. Rheological behaviour and colour changes of ginger paste during storage. **Int J Food Sci Tech**, v. 39, n. 3, p. 325- 330, 2004.

AIDER, M.; HALLEUX, D; AKBACHE, A. Whey cryoconcentration and impact on its composition. **J Food Eng**, v. 1, n. 82, p. 92-102, 2009.

AIDER, M. HALLEUX, D. Production of concentrated cherry and apricot juices by cryoconcentration technology. **LWT – Food Science and Technology**, v. 41, n. 10, p. 1768-1775, 2008.

BARNABÉ, D. **Refrigerantes de acerola produzidos a partir de suco desidratado e extrato seco da fruta: análise química, sensorial e econômica**. 2003. 151f. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Energia na Agricultura) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2003

Boesten DMPHJ, Berger A, de Cock P, Dong H, Hammock BD, et al. Multi- Targeted Mechanisms Underlying the Endothelial Protective Effects of the Diabetic-Safe Sweetener Erythritol. **PLoS ONE**; 8(6): e65741. Disponível em <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0065741>> Acesso em 3 mar. 2018.

BRASIL. MAPA. Decreto n. 6.871, de 4 de junho de 2009. Regulamenta a Lei n° 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. **Diário Oficial da União**, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília, DF, 4 jun. 2009.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Coordenação de Inspeção Vegetal. Serviço de Inspeção Vegetal. Portaria n° 544, de 16 de novembro de 1998. Aprova os regulamentos técnicos para fixação dos padrões de identidade e

qualidade, para refresco, refrigerante. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 nov. 1998.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n. 360, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, de 26 de dezembro de 2003. Seção 1, p. 28.

_____. Ministério da Saúde. Portaria nº 518 de 25 de março de 2004. Dispõe sobre os procedimentos e Responsabilidades Relativos ao Controle e Vigilância da Qualidade da Água para o Consumo Humano e seu Padrão de Portabilidade. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2004.

_____. Ministério da Saúde. Resolução RDC n. 3, de 2 de janeiro de 2001. "Regulamento Técnico que aprova o uso de Aditivos Edulcorantes, Estabelecendo seus Limites Máximos para os Alimentos", constante do Anexo desta Resolução. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 05 de janeiro de 2001.

_____. Ministério da Saúde. Resolução RDC n. 5, de 15 de janeiro de 2007. "Regulamento técnico sobre atribuição de aditivos e seus limites máximos para a categoria de alimentos 16.2 Bebidas não alcoólicas, Subcategoria 16.2.2: Bebidas não alcoólicas gaseificadas e não gaseificadas", que consta como Anexo da presente Resolução. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 15 de janeiro de 2007.

_____. Resolução RDC n. 331, de 23 de dezembro de 2019. Estabelece os padrões microbiológicos de alimentos e sua aplicação. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 26 de dezembro de 2019.

CELESTINO, S. M. **Produção de refrigerantes de fruta**. Planaltina, DF: EMBRAPA, 2010. [27] f. Disponível em:
<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/881933/1/doc279.pdf>>.
Acesso em: 30 ago. 2020.

CORRÊA JÚNIOR, C. **Cultivo de plantas medicinais, condimentares e aromáticas**. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 162 p

DEGÁSPARI, C. H.; LEITE, B. Z.; D'ANDREA, B. I.; GUERRA, A. S. Obtenção de extrato de carqueja (*Baccharis articulata* (Lam.) Pers.) por diferentes processos de concentração. **Tuiuti: Ciência e cultura**, n.29, FACET 04, p. 119- 130, abr. 2002.

EMBRAPA. Cultivo de melancia. Disponível em
<http://www.cpatia.embrapa.br:8080/sistema_producao/spmelancia/quimica.htm>
Acesso em 24 ago. 2020.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do Processamento de Alimentos: Princípios e Prática**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

FERREIRA, M.D.; SPRICIGO, P. Colorimetria-Princípios e Aplicações na Agricultura. In : FERREIRA, M.D. Instrumentação pós-colheita em frutas e hortaliças. Brasília, DF: EMBRAPA, 2017. 284p. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1075734/instrumentacao-pos-colheita-em-frutas-e-hortalicas> > . Acesso em: 28 abr. 2021.

FRANCIS, F.J. The origin of tan-1 a/b. **Journal of Food Science**, v. 40, p. 412, 1975.

GIOVANNUCCI, E. Tomatoes, tomato-based products, lycopene, and cancer: review of the epidemiologic literature. **J Natl Cancer Inst** 1999; 91(4):317-31

HERNANDEZ, E.; RAVENTOS, M.; AULEDA, J. M.; IBARZ, A. Concentration of apple and pear juices in a multi-plate freeze concentrator. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v.10, p. 348–355, 2009.

HORVÁTH-KERKAI, E. Manufacturing fruit beverages. In: HUI, Y. H; BARTA, J; CANO, M. P; GUSEK, T; SIDHU, J. S; SINHA, N. **Handbook of Fruits and Fruit Processing**. Ames: Blackwell Publishing, 2006.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p. Disponível em: <http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosia_l_2008.pdf> Acesso em: 04 nov. 2017

JABADE, S. K.; RANE, M. V. Freeze concentration of sugarcane juice in a jaggery making process. **App Therm Eng**, v. 25, p. 2122-2137, 2005.

LAGUNA, L., PRIMO-MARTÍN, C., SALVADOR, A. AND SANZ, T. **Inulin and Erythritol as Sucrose Replacers in Short-dough Cookies: Sensory, Fracture, and Acoustic Properties**. *Journal of Food Science* 2013; 78: S777–S784.

LITTLE, A. Off on a tangent. **Journal of Food Science**, Chicago, v.40, p.410-411, 1975

LIU, L.; MIYAWAKI, O.; HAYAKAWA, K. Progressive Freeze-Concentration of Tomato Juice. **Food Sci Technol Int Res**. 5, p. 108-112, 1999.

MAIA, N. B. **Produção de óleo essencial de duas espécies de menta cultivadas em soluções nutritivas**. Piracicaba, 1958. 10 p.

MALDONADE, I.R. CARVALHO, P.G.B.; FERREIRA, N.A. MOULIN, B.S.F. **Protocolo para determinação de açúcares redutores pelo método de Semogyi-Nelson**. **Comunicado Técnico 86**, Embrapa, Brasília-DF, ISSN 1414.9850, 2013.

MASKAN, M. Kinetics of colour change of kiwifruits during hot air and microwave drying. **Journal of Food Engineering**, v.48, p.169-175, 2001.

MCLELLAN, M.R.; LIND, L.R.; KIME, R.W. Hue angle determinations and statistical analysis for multiquadrant hunter L, a, b data. **Journal of Food Quality**, v.18, n.3, p.235-240, 1995.

MCLELLAN, M. R.; PADILLA-ZAKOUR, O. I. Juice processing. In **Processing Fruits: Science and Technology**, 2nd edition, Chapter 4. BARRETT, D. M.; SOMOGYI, L.; RAMASWAMY, H. (Eds.). CRC Press. Boca Raton, FL. p.73-97, 2004.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, G. **Sensory Evaluation Techniques**. 3. ed. London: CRC, 281p. 1999.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Brasil assume meta para reduzir 144 mil toneladas de açúcar até 2022**. Disponível em: <<https://www.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/44777-brasil-assume-meta-para-reduzir-144-mil-toneladas-de-acucar-ate-2022>>. Acesso em 30 ago 2018.

MOON HJ, JEYA M, KIM IW, LEE JK. Biotechnological production of erythritol and its applications. **Applied Microbiology and Biotechnology**, 2010; 86: 1017–1025.

NAVARRO, A. A.; ROMERO, F.J.M.; HENS, G. A. Determination of antioxidant additives in foodstuffs by direct measurement of gold nanoparticle formation using resonance light scattering detection. **Analytica Chimica Acta**, V. 695, p.11-17. 2011.

O'DONNELL, K. Carbohydrate and intense sweeteners. In: ASHURST, P. **Chemistry and Technology of Soft drinks and Fruit juices problems solved**. 2. ed. Oxford: Blackwell Publishing Ltd, n.2, p.68-89, 2005.

PETRUCI, J. F. da S.; CARDOSO, A. A.; PEREIRA, E. A. Desenvolvimento e validação de método analítico para determinação de benzoato, sorbato, metil e propilparabenos 70 em produtos alimentícios utilizando a eletroforese capilar. **Química Nova**, v.34, n.7, p. 1177-1181. 2011.

PRADO, Mirian Souza. **Elaboração de um refrigerante sabor laranja com adição de isolado proteico de soro de leite**. 2013. 74 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia em Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2013.

REID, D. S; FENNEMA, O. R. Água e gelo. In: DAMODARAN, S; PARKIN, K. L; FENNEMA, O. R. **Química de Alimentos de Fennema**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

RIBEIRO, T. I. B. **Desenvolvimento de um novo conceito de refrigerante**. Dissertação (mestrado em Tecnologia e Segurança Alimentar – Qualidade Alimentar) – Faculdade de Ciência e Tecnologia - Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2011.

- ROCHA, C. D. et al. **Deterioração de refrigerantes por leveduras**. Visão Acadêmica, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 95-100, jul./dez. 2004.
- SANCHEZ, J.; HERNANDEZ, E.; AULEDA, J. M.; RAVENTOS, M. Freeze concentration of whey in a falling-film based pilot plant: process and characterization. **J Food Eng**, v. 103, p.147–155, 2011a.
- SANCHEZ, J.; HERNANDEZ, E.; AULEDA, J.M.; RAVENTOS, M. Freeze Concentration Technology Applied to Dairy Products. **Food Sci Technol Int**, v. 61, 2011b.
- SANCHEZ, J.; RUIZ, M.; RAVENTOS, M.; AULEDA, J. M.; HERNANDEZ, E. M. Progressive freeze concentration of orange juice in a pilot plant falling film. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 11, p. 644–651, 2010.
- SILVA, J. M. F. **Aperfeiçoamento tecnológico do processo de crioconcentração: modelagem e simulação**. Campinas, 187p. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Química, 2003.
- SINGH, R. P.; SARKAR, A. 2005. Thermal properties of frozen food. In: **Engineering Properties of Foods**, Edited by RAO, M. A.; RIZVI, S. S. H.; DATTA, A. K. Chapter 5, pp. 175-207.
- SPOTO, M. H. F. Conservação de frutas e hortaliças pelo calor, in: OETTERER, M.; REGITANO-D ARCE, M. A. B.; SPOTO, M. H. F. **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos**. São Paulo: Manole, 2006.
- STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. Orlando (EUA): Academic, 311p.1985.
- TAYLOR, B. **Chemistry and Technology of Soft drinks and Fruit juices problems solved**: Other beverage Ingredients. Blackwell Publishing Ltd,ed. 2, p. 90 – 128. 2005.
- VENTURINI Filho, W. G. **Bebidas não alcoólica: Ciência e tecnologia**. São Paulo: Editora Blucher, v.2, p. 177-196. 2010.
- WIECHETECK, F. V. B.; NOGUEIRA, A.; DRILLEAU, J.F.; WOSIACKI, G. **Efeito da crioconcentração sobre o teor de compostos fenólicos em mostos industriais de maçã**. UEPG – Ciências Exatas e da Terra, Agrárias e Engenharia, Ponta Grossa, v. 11, n. 1, p. 27-34, 2005.

APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Título da pesquisa: Bebida carbonatada light sabor melancia com hortelã.

Pesquisador(es), com endereços e telefones: Thiago Rodrigues da Silva Santana. Rua Antônio Horácio Ghiraldi, 119. Jardim Montecatini, CEP: 86030-534, Londrina, PR. Tel. (43) 99132-1460

Engenheiro ou médico ou orientador ou outro profissional responsável: Profa. Dra. Lyssa Setsuko Sakanaka (Orientadora). Av. Dos Pioneiros, 3131. Jd Morumbi, CEP 86036-370, Londrina, PR. Tel. (43) 3315-6153

Local de realização da pesquisa:
Salão de Eventos da Igreja Evangélica Assembleia de Deus

Endereço, telefone do local:
Rua Seikichi Yogi, 428. Residencial Vila Romana, CEP 86031-807, Londrina, PR. Tel. (43) 3325-6535

A) INFORMAÇÕES AO PARTICIPANTE

Você está sendo convidado(a) a participar, como voluntário(a) da análise sensorial de bebida carbonatada light sabor melancia com óleo essencial de hortelã. O refrigerante em sua composição padrão possui uma taxa de açúcar alta, visando garantir maior saudabilidade aos consumidores, está sendo formulado uma bebida carbonatada sem adição de açúcar, sendo substituído pelo edulcorante eritritol.

1. Apresentação da pesquisa

A população brasileira é grande consumidora de refrigerante e as indústrias de bebidas carbonatadas tem crescido no país. Considerando as altas taxas de açúcar presentes no refrigerante e o grande consumo dessa bebida pela população, existe a opção de produzir a bebida com edulcorante que proporciona maior saudabilidade ao consumidor.

2. Objetivos da pesquisa

Produzir uma bebida carbonatada light sabor melancia com hortelã e analisar suas características físico-químicas e aceitabilidade.

3. Participação na pesquisa

Você estará recebendo uma amostra de bebida carbonatada light e outra com açúcar, na temperatura entre 8-10°C, codificadas, sem identificação de qual amostra é qual, um copo de água, dois biscoitos água e sal e uma ficha de avaliação. Pedese que você atribua uma nota, de um a nove, dependendo de quanto gostou ou

desgostou de cada um dos atributos: cor, aroma, sabor, espuma e impressão global da bebida. Você será orientado a beber água e a comer um biscoito antes da ingestão de cada amostra, para que uma amostra não interfira na avaliação da outra. As amostras não devem ser comparadas. Também haverá um questionário com perguntas referentes ao seu consumo e preferência por refrigerante de fruta. Esta análise deverá durar uns 15 minutos.

4. Confidencialidade

Os dados obtidos na pesquisa, isto é, sua opinião a respeito da bebida, serão extremamente confidenciais e somente serão utilizados para o estudo. Nenhum dado pessoal será divulgado.

5. Desconfortos, Riscos e Benefícios

5a) Riscos: Os produtos terão assegurada sua qualidade microbiológica, antes de serem submetidos à análise sensorial. Portanto, os riscos estão relacionados à possibilidade de você não gostar do produto, se sentir constrangido em participar do teste e se engasgar durante a análise sensorial. Neste caso, você será orientado a tomar água para aliviar a acidez do produto ou a ingestão do biscoito salgado, e caso se sinta constrangido, poderá não responder às perguntas, ou você pode desistir da análise sensorial em qualquer momento, sem prejuízo à sua pessoa. Quanto ao risco relacionado à COVID-19, serão seguidas as diretrizes recomendadas pela OMS, como higienização do local e utensílios (caneta, bandejas, mesas, cadeiras) com álcool 70°, disponibilização de álcool em gel, controle do fluxo, manuseio de papel com luvas, e distanciamento entre os participantes, minimizando os riscos de contágio a doenças infectocontagiosas. Vale salientar que o local de realização da pesquisa é aberto e com boa ventilação.

5b) Benefícios: a participação não trará benefícios diretos aos participantes, mas a sua participação auxiliará no desenvolvimento de produtos que garantam maior saudabilidade ao público consumidor.

6. Critérios de inclusão e exclusão

6a) Inclusão: ter idade entre 18 e 60 anos, de ambos os gêneros, membros da Igreja Evangélica Assembleia de Deus e que gostem de refrigerantes e/ou bebidas carbonatadas sabor de fruta.

6b) Exclusão: caso você seja diabético, sofre de gastrite, alérgico e/ou intolerante a qualquer um dos ingredientes da formulação (açúcar, eritritol, ácido cítrico, suco de limão, gás carbônico, óleo essencial de hortelã), também não podem participar se apresentar algum tipo de problema de saúde que possa prejudicar a sua percepção sensorial e que possa interferir na análise sensorial do produto (rinite alérgica, resfriado, gripe e/ou uso de aparelhos que afetem percepção sensorial).

7. Direito de sair da pesquisa e a esclarecimentos durante o processo

Você tem o direito de esclarecimentos em qualquer etapa da pesquisa. Você é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não irá acarretar qualquer penalidade.

Você pode assinalar o campo a seguir, para receber o resultado desta pesquisa, caso seja de seu interesse:

() quero receber os resultados da pesquisa (email para envio : _____)

() não quero receber os resultados da pesquisa

8. Ressarcimento ou indenização

Você não será remunerado ou ressarcido por sua participação na análise sensorial, uma vez que esta será realizada nos dias de culto, e serão realizadas com as pessoas que já estiverem no local para atendimento aos cultos. No entanto, caso ocorram perdas ou danos comprovadamente decorrentes de sua participação na pesquisa, a indenização está prevista por lei.

ESCLARECIMENTOS SOBRE O COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA:

O Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos (CEP) é constituído por uma equipe de profissionais com formação multidisciplinar que está trabalhando para assegurar o respeito aos seus direitos como participante de pesquisa. Ele tem por objetivo avaliar se a pesquisa foi planejada e se será executada de forma ética. Se você considerar que a pesquisa não está sendo realizada da forma como você foi informado ou que você está sendo prejudicado de alguma forma, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR). Av. Sete de Setembro, 3165, Bloco N, Térreo, Bairro Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, telefone: (41) 3310-4494, e-mail: coep@utfpr.edu.br.

B) CONSENTIMENTO

Eu declaro ter conhecimento das informações contidas neste documento e ter recebido respostas claras às minhas questões a propósito da minha participação direta (ou indireta) na pesquisa e, adicionalmente, declaro ter compreendido o objetivo, a natureza, os riscos e benefícios deste estudo.

Após reflexão e um tempo razoável, eu decidi, livre e voluntariamente, participar deste estudo. Estou consciente que posso deixar o projeto a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

Nome completo: _____

RG: _____ Data de Nascimento: ___/___/___ Telefone: _____

Endereço: _____

CEP: _____ Cidade: _____ Estado: _____

Assinatura: _____ Data: ___/___/___

Eu declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

Assinatura pesquisador: _____ Data: ___/___/___

(ou seu representante)

Nome completo: _____

Para todas as questões relativas ao estudo ou para se retirar do mesmo, poderão se comunicar com _____, via e-mail: _____ ou telefone: _____.

APÊNDICE B
FICHA PARA AVALIAÇÃO SENSORIAL

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO

Nome: _____ Data: ____ / ____ / ____

Idade: 18-29 anos 30 a 39 anos 40 a 49 anos 50 a 60 anos

Gênero: feminino masculino outro

Escolaridade: ensino médio superior incompleto ensino superior completo.

Você gosta de refrigerante? sim não

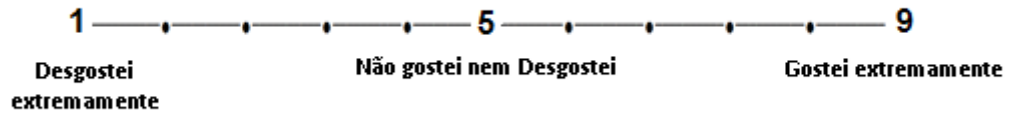
Você gosta de refrigerante de fruta? sim não Qual sabor? _____

Qual a frequência que você consome refrigerante de fruta?

diário semanal mensal eventualmente nunca

TESTE DE ACEITAÇÃO

Por favor, avalie a amostra e use a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou da bebida carbonatada light sabor melancia e hortelã



Amostra:

Amostra:

COR		
AROMA		
SABOR		
ESPUMA		
IMPRESSÃO GLOBAL		

Em relação à intenção de compra destas amostras, qual seria sua atitude:

- 5- Certamente compraria
- 4- Provavelmente compraria
- 3- Talvez compraria
- 2- Provavelmente não compraria
- 1- Certamente não compraria

Amostra	Intenção de Compra

Comentários:

ANEXO A

TABELA PARA DETERMINAÇÃO DO VOLUME DE GÁS CARBÔNICO NOS REFRIGERANTES

°C	pressão em lbs.																									
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
0,0	1,71	1,9	2,2	2,4	2,6	2,9	3,1	3,3	3,5	3,8	4,0	4,2	4,4	4,7	4,9	5,2	5,4	5,6	5,8	6,1	6,3	6,5	6,7	7,0	7,2	7,4
0,5	1,68	1,9	2,1	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,5	3,7	3,9	4,1	4,3	4,6	4,8	5,1	5,3	5,5	5,7	5,9	6,2	6,4	6,6	6,8	7,1	7,3
1,1	1,64	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,2	3,4	3,6	3,8	4,1	4,3	4,5	4,7	4,9	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2	6,5	6,7	7,0	7,2
1,7	1,61	1,8	2,0	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1	3,3	3,5	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,1	5,2	5,5	5,7	5,9	6,1	6,3	6,6	6,8	7,0
2,2	1,57	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,3	3,5	3,7	3,9	4,1	4,3	4,5	4,7	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2	6,4	6,6	6,9
2,8	1,54	1,7	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,9	5,1	5,3	5,5	5,7	5,9	6,1	6,3	6,5	6,7
3,3	1,51	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1	3,3	3,5	3,7	3,9	4,1	4,3	4,5	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2	6,4	6,6
3,9	1,47	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1	3,3	3,5	3,7	3,9	4,0	4,3	4,5	4,7	4,9	5,1	5,3	5,4	5,7	5,9	6,1	6,2	6,4
4,4	1,45	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,5	4,7	4,9	5,1	5,3	5,5	5,7	5,9	6,1	6,3
5,0	1,42	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	2,9	3,1	3,3	3,5	3,7	3,9	4,1	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2
5,5	1,40	1,6	1,8	2,0	2,1	2,3	2,6	2,8	2,9	3,1	3,3	3,5	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,7	4,9	5,1	5,3	5,5	5,7	5,9	6,1
6,1	1,37	1,6	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	3,9	4,1	4,3	4,5	4,7	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0
6,7	1,35	1,6	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,1	3,3	3,5	3,7	3,9	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,1	5,3	5,5	5,7	5,9
7,2	1,32	1,5	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,7	2,9	3,1	3,3	3,4	3,6	3,8	4,0	4,1	4,3	4,5	4,7	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6	5,7
7,8	1,29	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,3	2,5	2,7	2,8	3,0	3,2	3,4	3,5	3,7	3,9	4,0	4,2	4,4	4,6	4,7	4,9	5,1	5,3	5,4	5,6
8,3	1,26	1,4	1,6	1,8	1,9	2,1	2,3	2,4	2,6	2,8	2,9	3,1	3,3	3,5	3,6	3,8	4,0	4,1	4,3	4,5	4,6	4,8	5,0	5,2	5,3	5,5
8,9	1,24	1,4	1,6	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6	2,7	2,9	3,1	3,2	3,4	3,6	3,7	3,9	4,1	4,2	4,4	4,6	4,7	4,9	5,1	5,2	5,4
9,4	1,21	1,4	1,5	1,7	1,9	2,0	2,2	2,4	2,6	2,7	2,8	3,0	3,2	3,3	3,5	3,7	3,8	4,0	4,1	4,3	4,5	4,6	4,8	5,0	5,1	5,3
10,0	1,19	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0	2,2	2,3	2,5	2,6	2,8	2,9	3,1	3,3	3,4	3,6	3,7	3,9	4,0	4,2	4,4	4,5	4,7	4,9	5,0	5,2
10,5	1,17	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,1	2,3	2,4	2,6	2,7	2,9	3,1	3,2	3,4	3,5	3,7	3,8	4,0	4,2	4,3	4,5	4,6	4,8	5,0	5,1
11,1	1,15	1,3	1,5	1,6	1,8	1,9	2,1	2,2	2,4	2,5	2,7	2,8	3,0	3,2	3,3	3,5	3,6	3,8	3,9	4,1	4,2	4,4	4,5	4,7	4,9	5,0
11,7	1,13	1,3	1,4	1,6	1,7	1,9	2,0	2,2	2,3	2,5	2,6	2,8	2,9	3,1	3,3	3,4	3,6	3,7	3,8	4,0	4,2	4,3	4,4	4,6	4,8	4,9
12,2	1,11	1,3	1,4	1,6	1,7	1,9	2,0	2,2	2,3	2,4	2,6	2,7	2,9	3,0	3,2	3,3	3,5	3,6	3,8	3,9	4,1	4,2	4,4	4,5	4,7	4,8
12,8	1,10	1,2	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0	2,1	2,3	2,4	2,6	2,7	2,8	3,0	3,1	3,3	3,4	3,6	3,7	3,9	4,0	4,1	4,3	4,4	4,6	4,7
13,3	1,08	1,2	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,1	2,2	2,4	2,5	2,6	2,8	2,9	3,1	3,2	3,4	3,5	3,7	3,8	3,9	4,1	4,2	4,4	4,5	4,7
13,9	1,06	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,2	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,0	3,2	3,3	3,5	3,6	3,7	3,9	4,0	4,1	4,3	4,4	4,6
14,4	1,04	1,2	1,3	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,3	2,4	2,6	2,7	2,8	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7	3,8	3,9	4,1	4,2	4,4	4,5
15,0	1,02	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	1,8	2,0	2,1	2,2	2,4	2,5	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	3,3	3,5	3,6	3,7	3,9	4,0	4,2	4,3	4,4