



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
ALIMENTOS

SILVANA MEDEIROS MORAES

**IOGURTE SABOR BETERRABA (*Beta vulgaris* L. var. *rubra*): COMPOSIÇÃO  
CENTESIMAL, DETERMINAÇÃO DE VIDA ÚTIL E AVALIAÇÃO SENSORIAL**

ALEGRE – ES

MARÇO – 2020

SILVANA MEDEIROS MORAES

**IOGURTE SABOR BETERRABA (*Beta vulgaris* L. var. *rubra*): COMPOSIÇÃO CENTESIMAL, DETERMINAÇÃO DE VIDA ÚTIL E AVALIAÇÃO SENSORIAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Suzana Maria Della Lucia

Coorientador: Prof. Tarcísio Lima Filho

ALEGRE – ES

MARÇO – 2020

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de  
Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

---

M827i Moraes, Silvana Medeiros, 1989-  
Iogurte sabor beterraba (*Beta vulgaris* L. var. rubra) :  
composição centesimal, determinação de vida útil e avaliação  
sensorial / Silvana Medeiros Moraes. - 2020.  
82 f. : il.

Orientadora: Suzana Maria Della Lucia.  
Coorientador: Tarcísio Lima Filho.  
Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de  
Alimentos) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de  
Ciências Agrárias e Engenharias.

1. Iogurte. 2. Produtos novos. 3. Lácteos. 4. Antioxidantes.  
I. Della Lucia, Suzana Maria. II. Lima Filho, Tarcísio. III.  
Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências  
Agrárias e Engenharias. IV. Título.

CDU: 664

---

**SILVANA MEDEIROS MORAES**

**“ IOGURTE SABOR BETERRABA (*Beta vulgaris* L. var. *rubra*):  
COMPOSIÇÃO CENTESIMAL, DETERMINAÇÃO DE VIDA ÚTIL E  
AVALIAÇÃO SENSORIAL”**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Aprovada em 13 de março de 2020.



Profª. Drª. Suzana Maria Della Lucia  
Universidade Federal de Espírito Santo-UFES  
Orientadora



Prof. Dr. Tarcísio Lima Filho  
Universidade Federal do Espírito Santo-UFES  
Coorientador



Profª. Drª. Daniela da Silva Oliveira  
Universidade Federal do Espírito Santo-UFES  
Examinadora

Aos meus pais, Maria e Leopoldo (*in memoriam*).

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida e por me guiar a cada segundo dos meus dias.

Aos meus pais, Maria e Leopoldo (*in memoriam*), por todo amor, e que, apesar de tantos obstáculos, sempre acreditaram na importância da educação em minha vida.

À Universidade Federal do Espírito Santo, por mais este título, e a todos os docentes e técnicos administrativos em educação que foram presentes nessa trajetória, desde a graduação.

À Prof<sup>a</sup>. Suzana Maria Della Lucia, por ser mais que orientadora, me incentivando nos momentos difíceis e sendo sempre tão disponível para que eu chegasse até aqui. Todo agradecimento é pouco!

Ao meu coorientador Prof. Tarcísio Lima filho, pela presença, disponibilidade e atenção comigo durante todo o desenvolvimento do projeto.

À Prof. Daniela da Silva Oliveira, pelas contribuições e participação na banca, pela parceria e compreensão em minhas ausências no trabalho.

À Prof<sup>a</sup>. Maria da Penha Píccolo, pela ajuda na formulação do iogurte.

À Prof<sup>a</sup>. Patrícia Campos Bernardes, pelo auxílio nas análises microbiológicas e na formulação do iogurte.

À Prof<sup>a</sup>. Pollyanna Ibrahim Silva, pela doação de reagentes e auxílio nas análises de atividade antioxidante.

Ao secretário do PCTA Antônio Raimundo de Paula, pela atenção com que nos trata e pelas palavras de incentivo que me ajudaram a seguir em frente.

Aos meus companheiros de trabalho Letícia, Maurício, Isabella, Raphael e Eduardo. Aos meus parceiros de mestrado, Letícyá, Solciaray, Krystal, Tarsila, Cristina, Leonardo, Jéssica, Lucas, Caroline, Bárbara e minha estagiária Camila, pela ajuda constante, paciência e amizade. Sem vocês teria sido impossível.

Às minhas irmãs Eliza, Cleuza e Cirlene, aos meus sobrinhos Ricardo e Isabella, por todos os momentos, me enchendo de alegria.

Ao meu namorado Sérgio, pelo incentivo e compreensão em minhas ausências.

Aos meus amigos de longa data, Jordana, Damiana, Marcela, Aurélia, Tatiana, Jaqueline, Ana Paula, Yuri, Fernanda, Magda e Patrícia, pela compreensão em todos os momentos em precisei me ausentar, por me ouvir e incentivar.

À todos os avaliadores e ajudantes que participaram das análises sensoriais, pelo carinho e boa vontade para finalizar as análises. Meu muito obrigada!

*Não andem ansiosos por coisa alguma, mas em tudo, pela oração e súplicas, e com ação de graças, apresentem seus pedidos a Deus. E a paz de Deus, que excede todo o entendimento, guardará o coração e a mente de vocês em Cristo Jesus.*

*Filipenses 4:6-7*



## **BIOGRAFIA**

SILVANA MEDEIROS MORAES, filha de Leopoldo Fosse Moraes e Maria Medeiros Moraes, nasceu na cidade de Alegre – ES, no dia 18 de julho de 1989.

Cursou o ensino fundamental na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio de Jerônimo Monteiro – ES. Em 2004, ingressou na Escola Agrotécnica Federal de Alegre – ES, onde estudou o ensino médio juntamente com o curso Técnico em Agroindústria.

Em março de 2010 deu início à graduação em Nutrição na Universidade Federal do Espírito Santo. No período de agosto de 2013 a janeiro de 2015, realizou graduação sanduíche na Dublin Business School, localizada em Dublin, na Irlanda. Posteriormente, retornou ao Brasil para finalizar a graduação em junho de 2016.

Em 05 de setembro do mesmo ano, foi empossada na Universidade Federal do Espírito Santo como Técnica em Nutrição e Dietética, onde é Servidora Pública até a presente data.

Em março de 2018, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Espírito Santo e submeteu-se à defesa em março de 2020.

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 3.1.1 – Derivação da espécie <i>Beta vulgaris</i> L. nas quatro principais espécies.....   | 5  |
| Figura 3.1.3 – Estrutura química da betanina.....   | 8  |
| Figura 4.1 – Fluxograma de produção de iogurte batido com adição de beterraba.....  | 19 |
| Figura 4.2 - Ficha apresentada no teste de aceitação e intenção de compra para determinação da amostra controle.....                          | 21 |
| Figura 4.4 - Ficha apresentada na análise sensorial para determinação do LAC e LRH.....   | 23 |
| Figura 4.7 – Panfleto com informações sobre o iogurte que foi apresentado aos consumidores no teste com informação.....                       | 28 |
| Figura 5.2.1 – Perfil demográfico dos 87 consumidores que gostavam de beterraba.....  | 31 |
| Figura 5.2.2 – Perfil de comportamento dos 87 consumidores que gostavam de beterraba.....   | 32 |
| Figura 5.2.3 – Perfil demográfico dos 76 consumidores que não gostavam de beterraba.....  | 34 |
| Figura 5.2.4 – Perfil de comportamento dos 76 consumidores que não gostavam de beterraba.....   | 35 |
| Figura 5.3.1 – Amostras de iogurte com beterraba apresentadas aos consumidores para determinação do LAC e do LRH.....                         | 37 |
| Figura 5.3.2 – Valores t calculados e notas hedônicas médias em função das concentrações de beterraba nas amostras estímulo do grupo GB.....  | 37 |
| Figura 5.3.3 – Valores t calculados e notas hedônicas médias em função das concentrações de beterraba nas amostras estímulo do grupo NGB..... | 38 |
| Figura 5.5.2.2 – Amostras de iogurte em T0 (zero dia) e T40 (quarenta dias).....  | 45 |

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 3.1.2 – Quantidade de elementos contida em cem gramas da parte comestível da beterraba hortícola.....        | 7  |
| Tabela 5.1 - Médias hedônicas de aceitação e de intenção de compra das amostras.....                                | 29 |
| Tabela 5.3.1 - Modelos ajustados e seus respectivos coeficientes de determinação do grupo GB.....                   | 38 |
| Tabela 5.3.2 - Modelos ajustados e seus respectivos coeficientes de determinação do grupo NGB.....                  | 39 |
| Tabela 5.4 – Composição centesimal do iogurte com 6,71% e 0% de beterraba.....                                      | 41 |
| Tabela 5.5.2.1 – Médias de pH e acidez titulável nos tempos T0, T20 e T40.....                                      | 43 |
| Tabela 5.5.2.2 – Médias das coordenadas L*, a* e b* e $\Delta E$ .....  | 44 |
| Tabela 5.5.3 – Atividade antioxidante em $\mu M$ trolox/g de iogurte em base seca.....                              | 46 |
| Tabela 5.5.4 – Médias dos atributos avaliados nas análises sensoriais em T0 e T40.....                              | 48 |
| Tabela 5.6 – Médias hedônicas e de intenção de compra dos grupos GB e NGB para os testes cego e com informação..... | 49 |

## SUMÁRIO

|  |     |
|--|-----|
| RESUMO.....  | xiv |
| ABSTRACT .....   | xvi |
| 1. INTRODUÇÃO .....  | 1   |
| 2. OBJETIVOS.....  | 4   |
| 2.1 Geral .....  | 4   |
| 2.2 Específicos.....   | 4   |
| 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....   | 5   |
| 3.1 A beterraba ( <i>Beta vulgaris</i> L.) .....   | 5   |
| 3.1.1 Classificação taxonômica .....   | 5   |
| 3.1.2 Composição nutricional e atividade antioxidante .....  | 6   |
| 3.1.3 Betalaínas.....  | 7   |
| 3.1.4 Formas de utilização da beterraba no desenvolvimento de novos produtos .....   | 10  |
| 3.1.5 Limitações da utilização da beterraba.....   | 12  |
| 3.2 Iogurte.....   | 13  |
| 3.3 Avaliação sensorial .....  | 16  |
| 4 MATERIAL E MÉTODOS.....  | 18  |
| 4.1 Desenvolvimento da formulação .....  | 19  |
| 4.2 Determinação da formulação controle do iogurte de beterraba .....  | 20  |
| 4.3 Questionário demográfico e comportamental para o estudo com iogurtes .....   | 22  |
| 4.4 Determinação do Limiar de Aceitação Comprometida (LAC) e Limiar de Rejeição Hedônica (LRH) para a concentração de beterraba no iogurte ..... | 22  |
| 4.5 Análise centesimal .....   | 24  |
| 4.6 Determinação da vida útil.....   | 25  |
| 4.6.1 Análises microbiológicas.....  | 25  |
| 4.6.2 Análises físico-químicas .....   | 26  |
| 4.6.2.1 Acidez titulável e pH .....  | 26  |

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 4.6.2.2 | Análise colorimétrica.....   | 26 |
| 4.6.3   | Avaliação da capacidade antioxidante.....  | 27 |
| 4.6.4   | Análise sensorial.....   | 27 |
| 4.7     | Estudo do efeito da informação apresentada no momento da análise sobre a aceitação e intenção de compra do consumidor..... | 28 |
| 5       | RESULTADOS E DISCUSSÃO.....  | 29 |
| 5.1     | Determinação da formulação controle do iogurte de beterraba .....  | 29 |
| 5.2     | Questionário demográfico e comportamental para o estudo com iogurtes .....   | 31 |
| 5.3     | Determinação do LAC e do LRH para a concentração de beterraba no iogurte .....   | 36 |
| 5.4     | Composição centesimal .....  | 40 |
| 5.5     | Determinação da vida útil.....   | 42 |
| 5.5.1   | Análises microbiológicas.....  | 42 |
| 5.5.2   | Análises físico-químicas .....   | 43 |
| 5.5.2.1 | Acidez titulável e pH .....  | 43 |
| 5.5.2.2 | Análises colorimétricas .....  | 44 |
| 5.5.3   | Avaliação da capacidade antioxidante.....  | 46 |
| 5.5.4   | Análise sensorial.....   | 47 |
| 5.6     | Estudo do efeito da informação contida na embalagem sobre a aceitação do consumidor .....                                  | 48 |
| 6       | CONCLUSÃO.....   | 52 |
| 7       | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....   | 54 |
|         | APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO .....  | 61 |
|         | ANEXO A - QUESTIONÁRIO DEMOGRÁFICO E COMPORTAMENTAL PARA O ESTUDO COM IOGURTES .....                                       | 64 |

## RESUMO

MEDEIROS MORAES, SILVANA. **Iogurte sabor beterraba (*Beta vulgaris* L. var. *rubra*): composição centesimal, determinação de vida útil e avaliação sensorial.** 2020. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre – ES. Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Suzana Maria Della Lucia. Coorientador: Prof. Dr. Tarcísio Lima Filho.

A beterraba (*Beta vulgaris* L. var. *rubra*) é uma das hortaliças mais cultivadas no Brasil. Ela é fonte de vitaminas, minerais e é uma das mais ricas e acessíveis fontes de betalaínas, pigmentos nitrogenados responsáveis por sua coloração púrpura e atividade antioxidante. O conteúdo médio de betalaínas neste alimento tem sido estimado em 120 mg/100g em peso fresco. As formas de industrialização da beterraba são limitadas, o que dificulta a utilização do excesso de produção nacional. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi desenvolver um iogurte do tipo batido, sabor beterraba, e estudar seu processamento, visando desenvolver um produto seguro microbiologicamente, aceitável sensorialmente e com bom aspecto nutricional. Para a determinação da formulação controle a ser utilizada na metodologia dos limiares hedônicos, foi realizado teste de aceitação (n=100) por escala hedônica de nove pontos e de intenção de compra de cinco pontos, utilizando as concentrações de (F) 0%, 5%, 10%, 15%, 20% e 24% de beterraba. A formulação escolhida foi F5%. Para a determinação do LAC (limiar de aceitação comprometida) e LRH (limiar de rejeição hedônica), os consumidores (n=163) foram divididos entre os grupos “gosta de beterraba” (GB) (n=87) e “não gosta de beterraba” (NGB) (n=76). Foi encontrado LAC=6,71% e LRH=20,14% de adição de beterraba para GB e LAC=7,15% e LRH=10,27% para NGB. Foi escolhida a concentração de 6,71% de adição para as próximas análises. Na composição centesimal, não houve diferença significativa para umidade, cinzas, lipídeos e carboidratos totais em relação à F0%, sendo que F6,71% apresentou mais fibras e menos proteínas ( $p \leq 0,05$ ). A vida útil do iogurte de beterraba foi avaliada por meio de análises microbiológicas (coliformes 30°C e 45°C, bolores e leveduras), pH (pHmetro), acidez titulável (%ácido láctico) e cor (colorímetro) nos tempos 0 (T0), 20 (T20) e 40 (T40) dias de armazenamento a 5 °C. Foram avaliadas também sua atividade antioxidante (DPPH e ABTS) e características sensoriais (aceitação e intenção de compra) nos tempos 0 (T0) e 40 (T40). O iogurte com 6,71% de beterraba foi capaz de alcançar os 40 dias avaliados com um perfil microbiológico seguro tanto para coliformes, quanto para bolores e leveduras. Sua acidez estava dentro dos padrões exigidos pela legislação, a cor sofreu uma perda de intensidade, mas que permaneceu aceitável pela análise sensorial em T40. Foi detectada atividade antioxidante até o fim da vida útil avaliada. Não foram encontradas alterações sensoriais que pudessem causar percepções negativas, sendo que os atributos sabor e impressão global tiveram médias de aceitação maiores em T40. A intenção de compra foi maior que 4 (provavelmente compraria), em T40. Analisando a influência das informações sobre a avaliação sensorial do iogurte, as médias foram maiores tanto para GB (n=64) quanto para NGB (n=50) no teste com informação para sabor, consistência, impressão global e intenção de compra. Para os atributos cor e aroma, no mesmo teste, não houve diferença ( $p > 0,05$ ) somente no grupo NGB. O iogurte com

6,71% de beterraba apresentou uma vida útil de 40 dias. As informações fornecidas a respeito do iogurte exerceram influência positiva sobre as notas de aceitação e intenção de compra dos consumidores.

**Palavras-chave: Limiares hedônicos, Características não sensoriais, Betalaína, Laticínio, Vida útil.**

## ABSTRACT

MEDEIROS MORAES, SILVANA. **Beet (*Beta vulgaris* L. var. *rubra*) yogurt: centesimal composition, determination of shelf life and sensory acceptance.**

2020. Dissertation (Master in Food Science and Technology) - Federal University of Espírito Santo, Alegre - ES. Advisor: Prof. Dr. Suzana Maria Della Lucia. Co-advisor: Prof. Dr. Tarcísio Lima Filho.

Beet (*Beta vulgaris* L. var. *rubra*) is one of the most cultivated vegetables in Brazil. It is a source of vitamins, minerals and is one of the richest and most accessible sources of betalains, nitrogenous pigments responsible for its purple color and antioxidant activity. The average content of betalains in this food has been estimated at 120 mg / 100g in fresh weight. The forms of industrialization of beet are limited, which makes it difficult to use the national excess of production. Thus, the objective of this study was to develop a beet drinkable yogurt and study its processing, aiming at developing a microbiologically safe product, sensory acceptable and with good nutritional aspect. To determine the control formulation that would be used in the hedonic threshold methodology, a 9-point hedonic scale acceptance test (n=100) and a 5-point purchase intention scale were performed, using the concentrations of (F) 0%, 5%, 10%, 15%, 20% and 24% of beet. The formulation F5% was chosen. To determine the CAT (compromised acceptance threshold) and RT (rejection threshold), consumers (n = 163) were divided into two groups: "like beet" (LB) (n = 87) and "dislike beet" (DB) (n=76). CAT=6.71% and RT=20.14% of beet addition were found for LB and CAT=7.15% and RT=10.27% for DB. The addition of 6.71% was chosen for the next analyses. In the centesimal analysis, there was no significant difference for moisture, ash and lipids, in relation to F0%. Furthermore, F6.71% showed more fibers, carbohydrates and less proteins (p ≤0.05). The shelf life of the beet yogurt was evaluated through microbiological analysis (coliforms 30°C and 45°C, molds and yeasts), pH (pHmeter), titratable acidity (% lactic acid) and color (colorimeter), at times 0 (T0), 20 (T20) and 40 (T40) storage days at 5°C. It was evaluated as well, the antioxidant activity (DPPH and ABTS) and its sensory aspect (acceptance and purchase intention) at times 0 (T0) and 40 (T40) storage days. Yogurt with 6.71% of beet was able to reach the 40 days evaluated with a safe microbiological profile for both coliforms, molds and yeasts. Its acidity was within the standards required by law, the color suffered a loss of intensity, but it remained acceptable for sensory analysis at T40. Antioxidant activity was detected until the end of the evaluated shelf life. No sensory changes were found that could cause negative perceptions, and the flavor and global impression attributes had higher acceptance averages at T40. The purchase intention was greater than 4 (probably would buy) at T40. Analyzing the influence of information on sensory evaluation of the yogurt, the averages were higher for both LB (n = 64) and DB (n = 50) in the test with information for flavor, consistency, global impression and purchase intention. For the color and aroma attributes, in the same test, there was no difference (p> 0.05) only in the DB group. Yogurt with 6.71% of beet



had a shelf life of 40 days. Information about the yogurt had a positive influence on consumers' acceptance and purchase intention.

**Keywords: Hedonic Thresholds, Non-sensory factors, Betalains, Dairy, Shelf life.**

## 1. INTRODUÇÃO

A beterraba (*Beta vulgaris* L. var. *rubra*), também conhecida como beterraba vermelha, hortícola ou de mesa, é uma planta herbácea, perene e bianual, pertencente à família Quenopodiaceae (TIVELLI *et al.*, 2011). Ela é uma das mais ricas e acessíveis fontes de betalaínas, pigmentos nitrogenados hidrossolúveis sintetizados pelo metabolismo secundário da planta e que são responsáveis por sua coloração púrpura. O conteúdo médio de betalaínas presente na beterraba vermelha tem sido estimado em 120 mg/100g em peso fresco (NEMZER *et al.*, 2011; KLUGE; PRECZENHAK, 2016). Além de sua capacidade colorante, este pigmento possui várias atividades biológicas importantes, sendo antioxidante, anti-inflamatório, hepatoprotetor e antitumoral (GEORGIEV *et al.*, 2010; CLIFFORD *et al.*, 2016).

Estudos demonstram os benefícios da utilização da beterraba *in natura* como suplemento alimentar para praticantes de atividades físicas. O nitrato presente na beterraba é convertido em nitrito e em seguida reduzido a óxido nítrico, que é vaso dilatador, aumentando a perfusão de oxigênio nos músculos esqueléticos. A beterraba, ainda, aumenta a oferta de glicose e micronutrientes como potássio, sódio, magnésio e ácido ascórbico, podendo promover a redução da pressão arterial, de doenças tromboembólicas e dislipidemias (WYLIE *et al.*, 2013; CLIFFORD *et al.*, 2016; CLOSE *et al.*, 2016; WYLIE *et al.*, 2016).

Além do consumo da beterraba em sua forma *in natura*, é possível observar seu beneficiamento nas indústrias de conservas, alimentos infantis, compostos antioxidantes em suplementos para atletas, fortificantes nutricionais de alimentos processados e como corantes em sopas desidratadas, iogurtes e *catchups*. Indústrias de *snacks* e sucos funcionais também têm aumentado a procura pelo produto (HORTIFRUTI BRASIL, 2018). A biodisponibilidade das betalaínas é considerada alta em humanos. Isso é devido ao fato dessas substâncias permanecerem estáveis no trato gastrointestinal, sem perdas significativas de suas propriedades antioxidantes, o que aumenta seu valor como um aditivo alimentar saudável (GEORGIEV *et al.*, 2010; KLUGE; PRECZENHAK, 2016).

A formação do hábito alimentar é um processo complexo, sendo que grande parte da população almeja melhorar sua qualidade de vida em relação à saúde. A reformulação de produtos lácteos é importante, pois os alimentos industrializados fazem parte da rotina dessas pessoas. Porém, essa mudança no padrão alimentar

dos consumidores representa um desafio para a Ciência e Tecnologia de Alimentos, uma vez que o desenvolvimento de produtos alimentícios com menor teor de aditivos artificiais pode acarretar em menor vida útil dos mesmos.

De acordo com a Instrução Normativa Nº 46 de 23 de outubro 2007, o iogurte é um produto adicionado ou não de outras substâncias alimentícias, obtido por coagulação e diminuição do pH do leite, podendo ser adicionado ou não de outros produtos lácteos. Sua fermentação é realizada pelos cultivos protosimbióticos de *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus*, aos quais se podem acompanhar, de forma complementar, outras bactérias ácido-lácticas. Deve apresentar um teor mínimo de 2,9 g/100g de proteína láctea, admitindo adição de até 30% de polpas e preparados de frutas ou outros (BRASIL, 2007).

A Agripoint (2019), empresa que presta serviços de informação no agronegócio, publicou as cinco principais tendências que moldarão a indústria de lácteos. Entre elas, está a experimentação de sabor e a redução em açúcar. Segundo eles, as demandas crescentes entre os consumidores, particularmente da geração mais jovem, por sabores novos e interessantes, devem impactar as inovações dos produtos lácteos. Eles apontam um indicativo de consumo "aventureiro", já que mudanças globais como o multiculturalismo estão abrindo as possibilidades para os produtos lácteos. Eles apontam ainda que, com o setor alternativo de lácteos à base de vegetais não convencionais crescendo rapidamente, a concorrência é maior do que nunca e as empresas de lácteos têm que inovar e experimentar sabores para se destacar.

O sabor de iogurte mais consumido pela população é o de morango (BLUMER *et al.*, 2017). Dados da Central de Abastecimento (CEASA, 2020) mostram que o preço da beterraba por quilograma é consideravelmente menor que o do morango, fazendo com que a beterraba possa ser uma opção de ingrediente mais barata para a produção de iogurtes.

A beterraba hortícola é um alimento suscetível às variações climáticas e não existem negociações com o mercado externo para escoar o excesso de produção nacional. Devido a isso, torna-se de suma importância aumentar as opções de industrialização, possibilitando o processamento das unidades que não se enquadram dentro do padrão comercial em sua forma *in natura*, mas são próprias para o consumo.

Além do mais, o beneficiamento da beterraba diversifica a oferta deste rico alimento no mercado de mesa (HORTIFRUTI BRASIL, 2018).

A beterraba apresenta um odor característico terroso, causado pela presença de derivados pirazínicos e geosmina (BACH *et al.*, 2015). Isso faz com que ela não seja aceita sensorialmente por todas as pessoas, em sua forma *in natura* ou cozida, como é mais comumente consumida. Quando incorporada a outros ingredientes, como no iogurte, suas características sensoriais podem ser mascaradas ou alteradas, aumentando sua aceitação e consumo. Dessa forma, se torna importante a avaliação do efeito da informação contida na embalagem, sobre a presença de beterraba no iogurte como um sabor, e não como um corante.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Desenvolver um iogurte do tipo batido, sabor beterraba, e estudar seu processamento, visando desenvolver um produto seguro microbiologicamente, aceitável sensorialmente e com bom aspecto nutricional.

### **2.2 Específicos**

- Desenvolver uma formulação controle de iogurte, testando diferentes concentrações de beterraba;
- Determinar a concentração de beterraba final por meio da metodologia dos limiares hedônicos;
- Avaliar a composição centesimal do iogurte que teve a concentração de beterraba determinada pela metodologia dos limiares hedônicos;
- Analisar a vida útil da formulação encontrada por meio de análises microbiológicas, físico-químicas, atividade antioxidante e sensoriais;
- Avaliar a influência de informações sobre o iogurte de beterraba na aceitação e na intenção de compra dos consumidores.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 A beterraba (*Beta vulgaris* L.)

##### 3.1.1 Classificação taxonômica

A beterraba, cuja denominação da espécie é *Beta vulgaris* L., é uma planta herbácea, perene e bianual, pertencente à família Quenopodiaceae (TIVELLI *et al.*, 2011). As plantas perenes bianuais, na área da botânica, são aquelas que possuem um ciclo de vida longo, de mais de dois anos e cujas folhas não caem, podendo florescer todos os anos, ou de dois em dois anos (LÉXICO, 2020).

A beterraba apresenta diferentes biótipos, sendo três deles de importância econômica significativa: a beterraba açucareira, a forrageira e a hortícola. A do tipo açucareira (*Beta vulgaris altissima*) apresenta raízes brancas/amareladas e com grande teor de sacarose, sendo produzida principalmente na Europa e Rússia, destinada à extração de açúcar. A beterraba forrageira (*Beta vulgaris crassa*) é produzida na Europa com a função de alimentação animal. Por sua vez, o biótipo produzido no Brasil é a beterraba hortícola, também conhecida como beterraba vermelha ou de mesa (*Beta vulgaris* L. ssp. *esculenta* var. *rubra*). Enquanto *Beta vulgaris crassa*, *Beta vulgaris altissima* e *Beta vulgaris esculenta* apresentam raízes tuberosas carnudas, *Beta vulgaris cicla* apresenta somente folhas, sendo conhecida comercialmente como acelga (TIVELLI *et al.*, 2011; BLÁZOVICS *et al.*, 2012; NINFALI; ANGELINO, 2013). A forma primitiva da qual se derivou a beterraba cultivada corresponde à *Beta vulgaris perennis* (Figura 3.1.1).

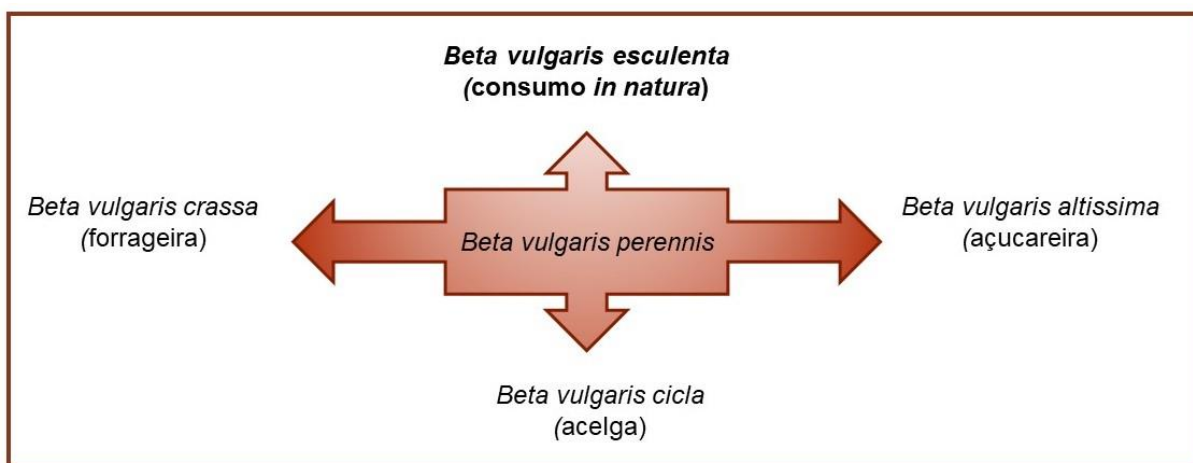


Figura 3.1.1 – Derivação da espécie *Beta vulgaris* L. nas quatro principais espécies.

Fonte: Adaptado de: CASSERES (1981) *apud* TIVELLI *et al.* (2011).

Mundialmente, a beterraba é mais cultivada na América do Norte, América Central e Inglaterra (GENGATHARAN; DYKES; CHOO, 2015). No Brasil, os estados que concentram as maiores produções de beterraba são São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Bahia e Goiás, sendo responsáveis por 87% da comercialização nos Ceasas nacionais. Devido ao clima frio, os três primeiros estados têm maior produção (HORTIFRUTI BRASIL, 2018).

A cultura da beterraba é considerada rentável, pois mesmo que seja necessário um clima ameno para seu desenvolvimento, seu período de comercialização é ampliado devido à maior durabilidade da hortaliça (HORTIFRUTI BRASIL, 2018). Sua colheita depende do clima e do solo e é feita em até 90 dias, apresentando 150 gramas aproximadamente, sendo o tamanho comercial mais aceito (TIVELLI *et al.*, 2011).

### **3.1.2 Composição nutricional e atividade antioxidante**

Devido às suas propriedades nutricionais, vários autores têm se referido à beterraba como um alimento funcional. Além de suas raízes tuberosas (botanicamente conhecidas por hipocótilo), as folhas da beterraba possuem um alto valor nutricional e podem ser igualmente consumidas (Tabela 3.1.2) (TIVELLI *et al.*, 2011).

Seus níveis de potássio, sódio, magnésio e ácido ascórbico promovem a redução da pressão arterial, de doenças tromboembólicas e dislipidemias. O nitrato presente na beterraba é convertido em nitrito e em seguida reduzido a óxido nítrico, sendo esse vasodilatador, aumentando a perfusão de oxigênio nos músculos esqueléticos (WYLIE *et al.*, 2013; CLIFFORD *et al.*, 2016; CLOSE *et al.*, 2016; WYLIE *et al.*, 2016).

Suas sementes, folhas e raízes são ricas em compostos fenólicos, cuja concentração depende de seu estágio de maturação. Esses compostos são representados por diferentes tipos de moléculas, como os ácidos fenólicos, flavonoides e as amidas fenólicas, incluindo as betalaínas (LUNDBERG; GOVONI, 2004). A beterraba possui o maior conteúdo fenólico em comparação com outras sementes e vegetais que também possuem betalaína em sua composição, como a pitaya (*Hylocereus undatus*). Além disso, ela é um dos vegetais com maior capacidade antioxidante disponível no mercado (KANNER; HAREL; GRANIT, 2001; KUMAR; BROOKS, 2018).

Tabela 3.1.2 – Quantidade de elementos contida em cem gramas da parte comestível da beterraba hortícola.

| <b>Componente</b>       | <b>Parte aérea</b> | <b>Raiz</b> |
|-------------------------|--------------------|-------------|
| Água (%)                | 90,9               | 87,3        |
| Valor energético (kcal) | 24                 | 43          |
| Proteínas (g)           | 2,2                | 1,6         |
| Lipídios (g)            | 0,3                | 0,1         |
| Carboidratos totais (g) | 4,6                | 9,9         |
| Fibras (g)              | 1,3                | 0,8         |
| Cinzas (g)              | 2                  | 1,1         |
| Cálcio (mg)             | 119                | 16          |
| Fósforo (mg)            | 40                 | 33          |
| Ferro (mg)              | 3,3                | 0,7         |
| Sódio (mg)              | 130                | 60          |
| Potássio (mg)           | 570                | 335         |
| Vitamina A (U.I.)       | 6100               | 20          |
| Tiamina (mg)            | 0,1                | 0,3         |
| Riboflavina (mg)        | 0,22               | 0,05        |
| Niacina (mg)            | 0,4                | 0,4         |
| Ácido ascórbico (mg)    | 30                 | 10          |

Fonte: TRANI *et al.* (1993) *apud* TIVELLI *et al.* (2011).

### 3.1.3 Betalaínas

As betalaínas são pigmentos nitrogenados hidrossolúveis, sintetizados pelo metabolismo secundário da planta, sendo responsável por sua coloração púrpura. As betalaínas se dividem em dois grupos: as betacianinas, de cor vermelho-violeta, e as betaxantinas, de cor amarela. A principal betacianina presente na raiz é a betanina (betanidina 5-O- $\beta$ -glucosídeo), que contém um grupamento amina cíclico e um anel fenólico (Figura 3.1.3), sendo ambos excelentes doadores de elétrons, o que a faz ter ação antioxidante (KANNER; HAREL; GRANIT, 2001). O conteúdo médio de betalaínas presente na beterraba vermelha tem sido estimado em 1000 mg/100g em



base seca e 120 mg/100g em peso fresco, o que a torna uma das mais ricas e acessíveis fontes desse pigmento (NEMZER *et al.*, 2011; KLUGE; PRECZENHAK, 2016).

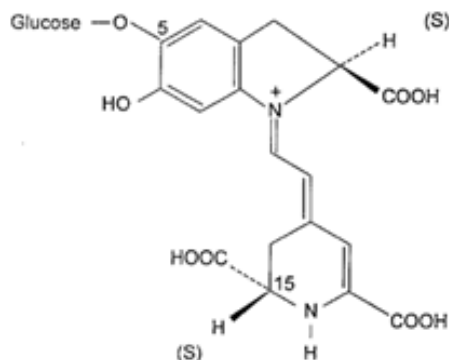


Figura 3.1.3 – Estrutura química da betanina.

Fonte: Adaptado de: KANNER; HAREL; GRANIT (2001).

Na farmacologia moderna, as betalaínas têm sido os compostos ativos mais estudados da beterraba. Elas têm sido relacionadas à proteção contra o estresse oxidativo, inflamações, tumores (NINFALI; ANGELINO, 2013), atividade antimicrobiana e efeitos antivirais (STRACK; VOGT; SCHLIEMANN, 2003). Além disso, elas são mais hidrossolúveis e têm poder corante três vezes maior do que as antocianinas (MEREDDY *et al.*, 2017).

Kanner, Harel e Granit (2001) avaliaram as betalaínas presentes na beterraba em relação à sua capacidade antioxidante e sua biodisponibilidade em humanos. Eles verificaram que a betanina e a betanidina foram capazes de impedir a peroxidação lipídica e a decomposição do grupo heme em concentrações muito pequenas (< 2,5 µM trolox/g em base seca). Durante essa reação, a betanidina foi completamente quebrada, mas a betanina permaneceu inalterada em sua absorção. A biodisponibilidade da betanina em humanos foi demonstrada com quatro voluntários que consumiram 300 mL de suco de beterraba, contendo 120 mg desse antioxidante. Esses compostos foram absorvidos pelas células intestinais e identificados na urina após 2 a 4 horas. A quantidade calculada de betaninas encontradas na urina foi de 0,5% a 0,9% da ingerida. Dessa forma, eles concluíram que os produtos com beterraba, usados diariamente na dieta, podem fornecer proteção contra certos distúrbios relacionados ao estresse oxidativo.

Sawicki, Baczek e Wiczowski (2016), em um estudo mais detalhado, avaliaram o teor de betalaínas de treze diferentes variedades de *Beta vulgaris* L., em sete diferentes partes da raiz (pele e seis anéis internos). Os compostos encontrados podem ser vistos no Quadro 3.1.3.

Quadro 3.1.3 – Denominação dos diferentes tipos de betacianinas e betaxantinas presentes na beterraba

| Betacianinas e seus derivados               | Betaxantinas                                 |
|---|--|
| Prebetanina                                 | Glutamina-betaxantina (vulgaxantina I)       |
| betanidina 5-O- $\beta$ -glucoside/Betanina | Valina-betaxantina                           |
| Isoprebetanina                              | Leucina-betaxantina (vulgaxantina IV)        |
| Betanidina                                  | Asparagina-betaxantina (vulgaxantina III)    |
| Isobetanina                                 | Fenilalanina-isobetaxantina                  |
| 17-Decarboxi-neobetanina                    | Triptofano-betaxantina                       |
| 17-Decarboxi-betanidina/isobetanidina       | Tiramina-betaxantina (miraxantina III)       |
| Neobetanina                                 | 3-Metoxitiramina-betaxantina                 |
| 15-Decarboxi-betanidina/isobetanidina       | Fenilalanina-betaxantina                     |
| 17-Decarboxi-betanina                       | Treonina-betaxantina                         |
| 17-Decarboxi-isobetanina                    | Ácido aspártico-betaxantina (miraxantina II) |
| 2-Decarboxi-neobetanina                     | $\gamma$ -ácido-aminobutírico-betaxantina    |
| 2,17-Bidecarboxi-betanina/isobetanina       |  |
| 2,17-Bidecarboxi-neobetanina                |  |
| 6'-O-Feruloil-betanina                      |  |
| 6'-O-Feruloil-isobetanina                   |  |
| 2-Decarboxi-isobetanina                     |  |
| 2-Decarboxi-betanina                        |  |

Fonte: SAWICKI, BACZEK e WICZKOWSKI (2016), com adaptações.

Apesar de tantos benefícios e aplicações, a beterraba ainda é pouco consumida e explorada em escala global (MEREDDY *et al.*, 2017).

### **3.1.4 Formas de utilização da beterraba no desenvolvimento de novos produtos**

A beterraba tem sido utilizada em diferentes produtos, como bolos (RANAWANA *et al.*, 2018), emulsificante natural (RALLA *et al.*, 2017), extrato funcional concentrado com redução de sais e nitratos (MEREDDY *et al.*, 2017), sucos, picles, alimentos infantis, antioxidantes em suplementos para atletas e também como corantes em sopas desidratadas, iogurtes, *catchups* e *snacks* (HORTIFRUTI BRASIL, 2018).

A oxidação é um grande problema em alimentos processados e que afeta suas características físico-químicas, vida útil e propriedades nutricionais. Os antioxidantes naturais podem ser uma alternativa viável em comparação aos tipos sintéticos, melhorando as propriedades antioxidantes dos produtos processados de forma segura e os deixando mais saudáveis (RANAWANA *et al.*, 2018).

Ranawana e colaboradores (2018) realizaram um estudo a fim de verificar o efeito singular e combinado da beterraba e do chocolate, sobre a estabilidade oxidativa de um alimento processado com alto teor de gorduras e proteínas (bolo tipo esponja), durante seu armazenamento e digestão gastrointestinal. A beterraba aumentou significativamente a capacidade antioxidante e o perfil de polifenóis dos bolos, tendo um resultado ainda mais positivo com a adição do chocolate. A beterraba também aumentou consideravelmente a estabilidade oxidativa e a vida útil dos bolos esponja, sendo esses efeitos também aumentados com a combinação do chocolate. No entanto, os benefícios em relação à capacidade antioxidante de ambos, beterraba e chocolate, foram mais manifestados no alimento do que durante a digestão.

Devido à demanda crescente dos consumidores por produtos naturais, os emulsificantes naturais têm se tornado mais atrativos para a indústria de alimentos (MCCLEMENTS; GUMUS, 2016). Os emulsificantes normalmente utilizados em cadeias de produção são polissacarídeos, proteínas e fosfolipídeos. Porém, os polissacarídeos exibem uma baixa atividade de superfície e requerem uma alta relação óleo/emulsificante, enquanto os fosfolipídeos constroem apenas uma fina membrana, fazendo com que as emulsões sejam propensas a coalescer durante o armazenamento. As propriedades emulsificantes das proteínas dependem fortemente do pH, temperatura e da força iônica, devido às suas propriedades poli eletrolíticas e sua estrutura tridimensional (PIORKOWSKI; MCCLEMENTS, 2014; OZTURK; MCCLEMENTS, 2016).

Conseqüentemente, a indústria de alimentos tem a necessidade de encontrar emulsificantes naturais, com excelente capacidade de estabilizar dispersões alimentares. Alguns estudos têm focado em outro grupo com alto potencial de superfície, as saponinas. Nesse contexto, surgem estudos com o objetivo de quantificar e analisar o perfil de triterpeno saponina no extrato de *Beta vulgaris* L. (MROCZEK *et al*, 2012; MIKOŁAJCZYK-BATOR *et al*, 2016).

Os triterpenoides pentacíclicos do tipo oleanano são compostos comumente encontrados em muitas plantas na forma de ácido livre ou mais frequentemente como aglicona de saponina (SPRAG; LIGHT; VAN STADEN, 2004; CHOŁUJ; JANISZOWSKA, 2005). Eles participam do mecanismo de defesa e proteção das plantas, assim como nas interações ambientais (SZAKIEL; PAĆZKOWSKI, 2011).

Ralla *et al.* (2017) compararam a capacidade emulsificante e propriedade interfacial do extrato de *Beta vulgaris* L. com o extrato de *Quillaja*, outro emulsificante natural largamente utilizado na indústria. Eles encontraram que o extrato de beterraba foi capaz de exercer uma alta atividade de superfície, por formar uma emulsão com gotículas menores e, conseqüentemente, com menor tensão interfacial.

Além disso, as betalaínas extraídas da beterraba têm muitas aplicações como corante natural nas indústrias de alimentos, farmacêutica e de cosméticos. Esse pigmento é mais solúvel e possui poder corante três vezes maior que as antocianinas (MEREDDY *et al.*, 2017). Com essa finalidade, a difusão contínua com subsequente tratamento enzimático é uma técnica normalmente utilizada para realizar a separação e purificação das betalaínas do extrato da beterraba. Porém, o extrato de betalaína produzido por este método contém altas concentração de sais, açúcares e outras impurezas como as proteínas. Neste contexto, Mereddy e colaboradores (2017) utilizaram a tecnologia de separação por membrana para separar e concentrar as betalaínas. A microfiltração do suco de beterraba ajudou a reduzir 99% da turbidez, 96% dos sais e 47% dos sólidos dissolvidos no meio.

A satisfação dos consumidores não é alcançada somente por meio das características sensoriais dos alimentos, mas também por seus efeitos na saúde e sua habilidade de promover a longevidade dos indivíduos. Além do mais, o interesse dos consumidores por alimentos saudáveis, ingredientes bioativos, alimentos funcionais e os então chamados “super foods”, tem feito com que os produtos com esses apelos ganhem a liderança do mercado (MARTINS *et al.*, 2017). Boas tecnologias de

processamento que diversificam e agregam valor aos produtos podem minimizar o desperdício e contribuir para a economia dos países onde a beterraba é produzida (MEREDDY *et al.*, 2017).

Portanto, a utilização da beterraba em produtos industrializados se torna interessante, devido às suas propriedades nutricionais e tecnológicas, podendo ser utilizada além de corante, como emulsificante e antioxidante.

### **3.1.5 Limitações da utilização da beterraba**

Uma das principais limitações da utilização da beterraba é seu aroma e sabor terrosos, nem sempre aceitos sensorialmente pelos consumidores, o que é causado por um álcool bi cíclico volátil (*trans*-1,10-dimetil-*trans*-(9)-decalol), chamado geosmina. Essa substância também é responsável por causar as mesmas características em água, peixes, feijões desidratados e vinho (LU *et al.*, 2003; BACH *et al.*, 2015). Muitos seres são capazes de produzir este composto, como os *actinomicetos*, algas azuis, certos fungos e a mixobactéria *Nanocystis exedens* (JENKINS; THOMAS, 1968; MEDSKER; TABACHEK; YURKOWSKI, 1976; GERBER, 1979; LU *et al.*, 2003;).

Durante muito tempo, acreditou-se que a geosmina presente na beterraba tinha origem dos micro-organismos presentes na terra em que era cultivada, sendo absorvida pela planta. Porém, Lu e colaboradores (2003), em seu estudo com produção de beterrabas, utilizaram sementes e solo estéreis para verificar a presença da geosmina na planta. Eles analisaram raízes da beterraba madura e encontraram que a pele continha seis vezes mais geosmina em comparação com o corpo e o núcleo. Dessa forma, eles concluíram que a beterraba é capaz de produzir a geosmina endogenamente.

Outro fator que limita a utilização da beterraba em alimentos processados é a baixa estabilidade das betalaínas à alta temperatura, íons metálicos, atividades enzimáticas, exposição a luz, acidez e oxigênio. Ao longo do processamento, podem ser realizadas etapas como a separação da casca, corte, trituração, tratamento térmico, fermentação, entre outros, fazendo com que o tecido do vegetal fique exposto a esses agentes deteriorantes (KLUGE; PRECZENHAK, 2016; SAWICKI; WICZKOWSKI, 2018). Apesar disso, as betalaínas possuem capacidade antioxidante 1,5 a 2,0 vezes maior que as antocianinas, quando analisadas em pH 3,0 a 7,0, sendo

que sua estabilidade e capacidade antioxidante são mantidas nesta faixa de pH (BORKOWSKI *et al.*, 2005 *apud* KLUGE; PRECZENHAK, 2016).

Sawicki e Wiczowski (2018) investigaram o impacto da fervura e da fermentação espontânea sobre o conteúdo e atividade antioxidante de vinte e dois diferentes tipos de betalaínas. Entre esses, os tipos mais encontrados nos produtos finais foram a betanina, isobetanina, betanidina e vulgaxantina I. A fervura e a fermentação reduziram os teores de betalaínas por volta de 51-61% e 61-88%, respectivamente. Porém, esta diminuição foi limitada quando a pele da beterraba foi mantida. Geralmente, o tratamento aplicado manteve e/ou diminuiu a capacidade antioxidante dos produtos de beterraba obtidos. Os resultados encontrados nesse estudo indicam que os produtos derivados da beterraba são uma fonte valiosa de betalaínas, sendo o seu perfil, conteúdo e capacidade antioxidante dependentes do tratamento e processo aplicado.

### **3.2 Iogurte**

O iogurte tem sido parte da dieta humana por muitos milênios e recebe diferentes denominações pelo mundo. Acredita-se que a palavra “iogurte” tem origem na palavra turca “yogurtmak,” que significa engrossar ou coagular. As referências das propriedades de promoção à saúde do iogurte são datadas de antes de 6000 A.C. nos manuscritos indianos. Mas foi no século XX que um estudante de medicina búlgaro, Stamen Grigorov, atribuiu seus benefícios às bactérias ácido-láticas (FISBERG e MACHADO, 2015).

Nos países ocidentais, basicamente o seu consumo era devido às prescrições médicas, em razão da reputação do seu valor terapêutico. Hoje, o produto, além de não ter perdido essa característica dietética, é consumido como sobremesa, complementando refeições rápidas, e mesmo por prazer. Isso é devido não só à sua apresentação, sabor e aspecto agradáveis, como também em razão do conhecimento de seu valor nutritivo (FERREIRA, 2008).

O iogurte é uma excelente fonte de proteínas, cálcio, potássio, fósforo e vitaminas B2 e B12. É um ótimo veículo de fortificação, podendo ser adicionado de probióticos, fibras, vitaminas e minerais. Ele é também facilmente modificado por edulcorantes, frutas e outros vegetais para alterar sua consistência, sabor e aroma

(FISBERG; MACHADO, 2015). Além disso, a produção de iogurtes com redução no teor de açúcares é uma exigência do mercado (CHOLLET *et al.*, 2013).

Segundo a legislação brasileira, o iogurte é um produto lácteo cuja fermentação é realizada pelos cultivos protosimbióticos de *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, aos quais se podem acompanhar, de forma complementar, outras bactérias ácido-lácticas. Deve apresentar um teor mínimo de 2,9 g/100g de proteína láctea, admitindo adição de até 30% de polpas e preparados de frutas, ou outros (BRASIL, 2007).

O processo de fermentação pelo qual o leite é submetido, antes de se tornar iogurte, é responsável por modificações nos carboidratos, proteínas e lipídeos. Isso leva a um produto com sabor e aroma ácidos, de melhor aparência, consistência e digestibilidade. A lactose, ao ser utilizada como substrato para a fermentação, é transformada em ácido láctico e uma série de outros compostos, o que contribui para o aroma característico. Com a formação do ácido láctico e conseqüente diminuição do pH do meio, o desenvolvimento de micro-organismos indesejáveis é retardado, o cálcio e o fósforo presente no leite são convertidos a suas formas solúveis e a proteína, agora sem o cálcio, é melhor digerida por enzimas proteolíticas, melhorando sua digestibilidade e biodisponibilidade (ATAMIAN *et al.*, 2014; FISBERG; MACHADO, 2015).

O iogurte, de acordo com a textura, é classificado como iogurte de massa firme, de massa batida e textura líquida, conhecidos, respectivamente, como iogurte tradicional, batido e líquido. O iogurte tradicional adquire a consistência de pudim, devido principalmente ao fato de a massa manter-se íntegra e por ser já incubado no envase. O iogurte batido resulta num produto com textura menos firme que a anterior, pelo fato de ele ser incubado em uma fermentadeira, seguindo-se à quebra da massa para envase. Este método resulta em um número muito grande de tipos de iogurte, variando-se para tal a quantidade de sólidos totais do substrato, adição de frutas e condições da massa no momento de sua quebra. O iogurte líquido, por sua vez, tem seu processo de fermentação realizado em tanques, com maior agitação, gerando a fluidez do produto final. (FERREIRA, 2008).

A presença ou não do sabor adicionado também colabora para a diferenciação do iogurte. Nesta categoria, o iogurte classifica-se em três tipos: natural, com frutas

ou aromatizado, de acordo com a ausência de sabor, presença de fruta, ou de aromatizantes, respectivamente (FERREIRA, 2008).

O iogurte com sabor envolve tanto a adição de polpa e pedaços de fruta quanto a adição de corantes, extratos aromáticos e “flavorizantes”. A fruta ou polpa pode ser adicionada antes, durante ou após a incubação. Isso depende do tipo e método empregados no preparo do iogurte. No tipo “sundae”, a fruta preparada é colocada no fundo da embalagem e só então a mistura já inoculada é adicionada ao envase, sendo então levada para câmara de incubação. No iogurte batido ou suíço, a fruta pode ser adicionada ao iogurte refrigerado no momento da quebra da massa ou mesmo na fase final da incubação. O preparo da fruta ou outro vegetal a ser adicionado deve envolver um tratamento térmico que visa à destruição de leveduras, bolores e micro-organismos patogênicos (FERREIRA, 2008).

No iogurte, como nos outros produtos lácteos fermentados, geralmente há adição de aromatizantes e corantes artificiais para reforçar a fruta natural ou o extrato. Existe no mercado grande variedade de aromatizantes, corantes e outros aditivos destinados a intensificar tanto a cor de uma fruta adicionada quanto o seu sabor. A escolha do sabor, aroma e cor para adição em produtos fermentados está ligada à demanda do consumidor e às restrições legais (BRASIL, 2007). Em alguns países só é permitida a adição da fruta ou seu extrato natural (FERREIRA, 2008).

Devido à tendência crescente dos produtos indulgentes, o mercado global de iogurtes está expandindo os produtos denominados “clean-label” e as variedades de sabores de iogurtes. Além de sabor, aroma e textura, os consumidores têm procurado por produtos que possam ser inseridos em uma dieta balanceada (MORDOR INTELLIGENCE, 2020).

Em seu sentido mais literal, indulgência é uma palavra que se refere ao perdão de erros e/ou a abstenção da culpa. O contexto de seu significado tem crescido e ganhado força dentro do setor de alimentação. Hoje, ele é utilizado para indicar o prazer das refeições, aqueles momentos onde o consumidor reage muito mais devido a questões emocionais e sentimentais do que à sua razão (“eu consumo porque eu mereço!”). Os termos “indulgência” e “saudabilidade” são duas tendências do setor de alimentação que muitas vezes são considerados opostos. Porém, não é porque um produto é indulgente que ele não possa ser saudável (SEBRAE, 2017).



O termo “clean-label”, ou no português, “rótulo-limpo”, tem sido muito utilizado tanto por pesquisadores quanto por indústrias de alimentos para designar seus produtos, porém, não existe uma definição clara sobre este termo. Esta designação tem sido utilizada para definir várias características que o produto “clean-label” pode ter, como: lista de ingredientes curta e simples, ingredientes orgânicos, livre de ingredientes artificiais e/ou químicos e, ainda, que contenha somente ingredientes que são utilizados na cozinha dos consumidores (ASIOLI *et al.*, 2017).

As pesquisas de aceitação e intenção de compra de iogurte sabor beterraba são escassas. Dessa forma, torna-se importante o estudo sobre a influência da informação a respeito da presença de beterraba no iogurte, assim como a determinação da concentração a ser adicionada que é tolerada sensorialmente pelos consumidores.

### **3.3 Avaliação sensorial**

A avaliação sensorial compreende um conjunto de técnicas utilizadas para medir, de forma precisa, as respostas humanas aos alimentos. Além disso, ela também visa minimizar os efeitos dos potenciais preconceitos sobre as identidades de marcas e outras influências que as informações exercem sobre a percepção do consumidor (LAWLESS; HEYMANN, 2010).

A análise sensorial é utilizada para evocar, medir, analisar e interpretar as reações às características dos alimentos e a forma como são percebidos pelos sentidos da visão, olfato, paladar, tato e audição. É uma ciência que objetiva, entre outras coisas, estudar as percepções, sensações e reações do consumidor, incluindo sua aceitação ou rejeição (DELLA LUCIA; MINIM; CARNEIRO, 2018).

Os testes de aceitação são usados quando o objetivo é avaliar se os consumidores gostam ou desgostam do produto. As escalas utilizadas nestes testes podem ser balanceadas ou não balanceadas, sendo a escala hedônica uma das mais empregadas. Nela, o consumidor expressa sua aceitação pelo produto, seguindo uma escala previamente estabelecida que varia gradativamente, com base nos atributos “gosta” e “desgosta” (REIS; MINIM, 2018).

As características não sensoriais envolvidas no processo de intenção de compra, escolha e aceitação do alimento podem ser divididas entre as características do próprio alimento e as características do consumidor. As características não

sensoriais relacionadas ao alimento são: conveniência, utilidade e praticidade; preço; origem e tecnologia de produção do alimento; estabilidade, segurança e valor nutritivo; marca, entre outras. Em relação às características não sensoriais relacionadas ao consumidor, podem ser listados: conceitos étnicos, culturais e religiosos; preocupação com a saúde; idade; sexo; renda familiar; influências contextuais e fatores sociais (DELLA LUCIA *et al.*, 2018).

Para se realizar o estudo da influência de características não sensoriais sobre o comportamento do consumidor, é interessante que se proceda a testes sensoriais que envolvam diferentes sessões de aceitação: teste cego e teste com informação. No teste cego, os consumidores provam as amostras sem obter qualquer informação prévia sobre a característica não sensorial em avaliação, e cada amostra é codificada com um número de três dígitos. No teste com informação, avalia-se a aceitação das amostras servidas juntamente com a respectiva informação da característica não sensorial, em que é solicitado ao consumidor que julgue a amostra, atentando para o fato de que ela é proveniente de um produto contendo a característica não sensorial em estudo. Em todas as sessões, o avaliador recebe uma ficha para cada amostra, em que lhe é solicitado que indique em uma escala hedônica (normalmente de nove pontos) a sua aceitação em relação ao produto ou à característica não sensorial em estudo (DELLA LUCIA *et al.*, 2018).

Durante o desenvolvimento de um novo produto, que tem como objetivo a utilização de um ingrediente que não é comum para os consumidores, torna-se necessária a verificação da quantidade que esse ingrediente pode ser adicionado, para que o produto seja aceito no mercado.

Para esta finalidade, a utilização da metodologia dos limiares hedônicos torna-se interessante. Nela, os consumidores são submetidos a testes de aceitação com escala hedônica de nove pontos. Eles recebem duas amostras, sendo uma a amostra controle, de intensidade de estímulo fixa, e outra, a amostra estímulo. A amostra estímulo contém, como o próprio nome diz, a intensidade do estímulo a ser avaliado, podendo ser a concentração de algum ingrediente, níveis de algum tratamento, como radiação, secagem, temperatura, entre outros. A amostra estímulo é servida em ordem de intensidade crescente ou decrescente, dependendo do objetivo do estudo, ao longo das sessões de aceitação. O cálculo para a determinação das intensidades das amostras estímulo é feito de forma que as intensidades tenham intervalos iguais,

em progressão ou regressão aritmética. Normalmente são calculadas cinco intensidades, sendo que cada par de amostra controle e estímulo servido é considerado como uma sessão. Na primeira sessão, são servidas a amostra controle e a amostra estímulo com menor (ou maior) intensidade, como a concentração de beterraba, por exemplo. Na última sessão, são servidas a amostra controle e a amostra estímulo com maior (ou menor) intensidade. A ordem das amostras dentro de cada sessão é aleatorizada (LIMA FILHO *et al.*, 2015).

Esta metodologia visa determinar o Limiar de Aceitação Comprometida (LAC) e o Limiar de Rejeição Hedônica (LRH). O LAC indica a intensidade do estímulo na qual a aceitação sensorial do produto passa a ser significativamente alterada, e o Limiar de Rejeição Hedônica (LRH) se refere ao ponto de transição entre aceitação e rejeição sensorial pelos consumidores, ocasionado pela variação da intensidade do estímulo em estudo. A determinação do LAC e do LRH é feita por meio do ajuste de um modelo de regressão aos dados experimentais, que são obtidos pelas notas hedônicas recebidas nos testes de aceitação sensorial (LIMA FILHO *et al.*, 2015).

Os limiares hedônicos possuem inúmeras aplicações, incluindo a facilidade no controle de qualidade, auxílio na determinação de formulações, melhoria no controle da vida útil dos produtos, redução de custos de produção, além de tornar os alimentos mais saudáveis sem comprometer a aceitação sensorial ou resultar em rejeição do produto (LIMA FILHO *et al.*, 2015).

Dessa forma, para que se estude a adição de beterraba ao iogurte, é importante a aplicação de diferentes testes de análise sensorial. Assim, se avalia a aceitação deste produto com diferentes concentrações de adição de beterraba pelos consumidores.

#### **4 MATERIAL E MÉTODOS**

Todas as análises foram desenvolvidas nos laboratórios da Universidade Federal do Espírito Santo, *campus* Sul Capixaba, Alegre – ES. O estudo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal do Espírito Santo, *campus* Sul Capixaba – ES, e aprovado sob parecer nº 3.220.448. A beterraba, o açúcar, o leite pasteurizado, o leite em pó e a cultura de bactérias lácticas foram adquiridos no comércio do município de Alegre – ES.

#### 4.1 Desenvolvimento da formulação

O iogurte foi desenvolvido segundo Ferreira (2008), com adaptações (Figura 4.1), sendo que o teor de açúcar foi reduzido em 50% em relação à formulação original.



Figura 4.1 – Fluxograma de produção de iogurte batido com adição de beterraba.

Fonte: Ferreira (2008), com adaptações.

O leite pasteurizado, o açúcar e o leite em pó foram homogeneizados e pasteurizados a 83 °C por 20 minutos em panela de aço inoxidável. Em seguida, foi feito o resfriamento em temperatura ambiente até a mistura atingir 43 °C. Nesta temperatura, foram adicionadas duas cápsulas de cultura *starter* contendo as culturas protossimbióticas de *Lactobacillus bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus* na proporção 1:1 (Rica Nata<sup>®</sup>), para cada litro de leite utilizado. Em seguida, a mistura foi incubada em estufa B.O.D. a 43 °C, até atingir acidez de 0,65 a 0,70% de ácido láctico (4 horas, aproximadamente). A acidez do iogurte durante a fermentação foi controlada por meio de análise titulométrica, tendo sua acidez expressa em % de ácido láctico, seguindo a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

Ao se atingir a acidez desejada, o coalho formado na fase de incubação foi refrigerado a 5 °C por 18 a 24 horas, para que o iogurte adquirisse as características sensoriais próprias do produto. A quebra do coalho foi realizada a 5 °C, temperatura em que estava sob refrigeração, utilizando mixer (Wallita<sup>®</sup>). A utilização de baixa temperatura nesta fase é importante para que as micelas de caseína reabsorvam o soro liberado pela agitação, evitando a sinérese (FERREIRA, 2008).

Para ser adicionada ao iogurte, a beterraba foi sanitizada com solução de hipoclorito de sódio a 200 ppm por 15 minutos e, em seguida, descascada. Para cada 100g de beterraba foram adicionados 40 mL de água filtrada, sendo então triturada em liquidificador (Britânia® 600 w). Em seguida, a beterraba triturada foi submetida à fervura por 3 minutos, para que sua segurança microbiológica fosse mantida. Finalmente, o preparado de beterraba foi armazenado em embalagem de polipropileno fosco a 5 °C, até o momento da adição no iogurte.

#### **4.2 Determinação da formulação controle do iogurte de beterraba**

De acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados (BRASIL, 2007), pode-se adicionar até 30% de ingredientes não lácteos na formulação. Dessa forma, foram preparadas formulações com 0% (F0), 5% (F5), 10% (F10), 15% (F15), 20% (F20) e 24% (F24) de beterraba, levando em consideração a quantidade de açúcar adicionado ao iogurte (6%). Como não é comum o iogurte sabor beterraba no mercado, a formulação F0 foi utilizada para servir de parâmetro de escolha da formulação controle, uma vez que os consumidores estão mais familiarizados com o iogurte sem adição de sabor do que com beterraba. Além disso, com a formulação F0 foi possível ver a aceitação dos consumidores por um iogurte com 6% de açúcar de adição.

A formulação controle do iogurte de beterraba foi determinada por meio de teste de aceitação por escala hedônica de nove pontos (9 = gostei extremamente; 5 = indiferente e 1 = desgostei extremamente). Os atributos avaliados foram cor, aroma, sabor, consistência e impressão global. Foi avaliada também a intenção de compra do consumidor em escala de cinco pontos (5 = certamente compraria a 1 = certamente não compraria) (DUTCOSKY, 2011) (Figura 4.2). Esta etapa teve o objetivo de verificar a formulação de iogurte de beterraba mais aceita, a fim de ser utilizada na metodologia dos limiares hedônicos (tópico 4.4), como formulação controle.

Participaram do teste 100 consumidores de iogurte, entre eles 50 homens e 50 mulheres, de 18 a 58 anos, sendo que 80% tinham até 25 anos de idade. Todos eram alunos ou servidores da UFES, *campus* Sul Capixaba. As amostras foram apresentadas em uma sessão, de forma monádica, em ordem aleatória, com codificação de três dígitos que não fizessem referência à amostra, juntamente com um copo de água e a ficha para avaliação do produto. O teste foi conduzido no

Laboratório de Análise Sensorial em cabines individuais, sob iluminação branca. Todos os avaliadores assinaram voluntariamente o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE, APÊNDICE A). Foram excluídos os participantes menores de 18 anos, que não desejaram assinar o TCLE, que desistiram de participar ou que apresentavam anosmia, intolerância à lactose e/ou alergias a algum constituinte do produto.

Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_

Por favor, anote o código da amostra, prove-a e indique o quanto você gostou ou desgostou do produto quanto aos atributos de cor, aroma, sabor, consistência e impressão global (o produto como um todo). Anote no espaço de cada atributo o número referente à resposta que melhor reflita seu julgamento.

Código da amostra: \_\_\_\_\_

9 - Gostei extremamente  
8 - Gostei muito  
7 - Gostei moderadamente  
6 - Gostei ligeiramente  
5 - Indiferente  
4 - Desgostei ligeiramente  
3 - Desgostei moderadamente  
2 - Desgostei muito  
1 - Desgostei extremamente

|                  |  |
|------------------|--|
| Cor              |  |
| Aroma            |  |
| Sabor            |  |
| Consistência     |  |
| Impressão global |  |

Por favor, marque a resposta que melhor corresponde à sua intenção de compra:

( ) Definitivamente compraria  
( ) Provavelmente compraria  
( ) Talvez compraria / Talvez não compraria  
( ) Provavelmente não compraria  
( ) Definitivamente não compraria

Comentários: \_\_\_\_\_

Figura 4.2 - Ficha apresentada no teste de aceitação e intenção de compra para determinação da amostra controle.

Fonte: Baseado em: REIS e MINIM (2018)

Para a análise estatística, os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) seguido do teste de Tukey ( $p = 0,05$ ), com auxílio do software SAS 9.1 (*Statistical Analysis System*).

### **4.3 Questionário demográfico e comportamental para o estudo com iogurtes**

Devido ao seu aroma e sabor terrosos (BACH *et al.*, 2015), a beterraba divide opiniões quanto à sua aceitação. Devido a isso, aplicou-se um questionário (Anexo A) aos consumidores de iogurte contendo perguntas a respeito de seu comportamento sobre o consumo de iogurte e de beterraba. Responderam a este questionário 163 consumidores de iogurte, que foram divididos em dois grupos: os que gostam de beterraba (GB) e os que não gostam de beterraba (NGB). Deste total de 163 consumidores, 87 gostavam de beterraba e 76 consumidores não gostavam de beterraba. Esses grupos foram utilizados em dois momentos, sendo o primeiro momento, a determinação dos limiares hedônicos (tópico 4.4) e o segundo momento, o estudo do efeito da informação a respeito do iogurte de beterraba sobre a aceitação e a intenção de compra dos consumidores (tópico 4.7). Devido à dificuldade de retorno das pessoas em todas as análises, o estudo do efeito da informação a respeito do iogurte de beterraba foi feito com 114 dos 163 consumidores que responderam ao questionário inicialmente.

A análise dos dados foi feita através de estatística descritiva, por meio de histogramas, utilizando o software Excel 2016 (Microsoft®).

### **4.4 Determinação do Limiar de Aceitação Comprometida (LAC) e do Limiar de Rejeição Hedônica (LRH) para a concentração de beterraba no iogurte**

Para estabelecer a concentração máxima de beterraba que pode ser adicionada ao iogurte, aplicou-se a metodologia dos Limiares Hedônicos, com a qual se determinam o Limiar de Aceitação Comprometida (LAC), que indica a intensidade do estímulo na qual a aceitação sensorial do produto passa a ser significativamente alterada, e o Limiar de Rejeição Hedônica (LRH), que se refere ao ponto de transição entre aceitação e rejeição sensorial pelos consumidores, ocasionado pela concentração de beterraba no iogurte (LIMA FILHO *et al.*, 2015).

Nesta metodologia, os consumidores realizaram sessões de teste de aceitação, onde, em cada sessão, foram servidas duas amostras, das quais uma era a amostra controle e a outra era uma das amostras estímulo. A amostra controle possui intensidade de estímulo fixa e amostra estímulo contém, como o próprio nome diz, a intensidade do estímulo a ser avaliado, sendo o estímulo a concentração de beterraba adicionada ao iogurte. A amostra controle foi determinada de acordo com o item 4.2 e

as amostras estímulo foram calculadas para que tivessem intervalos de concentração de beterraba iguais, em progressão aritmética, entre 5,5% e 24% (LIMA FILHO *et al.*, 2015). Dessa forma, as concentrações das amostras estímulo foram 5,5%, 10,125%, 14,75%, 19,375% e 24% de beterraba, totalizando cinco amostras estímulo de iogurte e, portanto, cinco sessões.

As amostras foram servidas em concentração crescente de beterraba ao longo das sessões de aceitação, ou seja, na primeira sessão foram servidas a amostra controle e a amostra estímulo com menor concentração de beterraba e, na última sessão, foram servidas a amostra controle e a amostra estímulo com maior concentração de beterraba. A ordem das amostras dentro de cada sessão foi aleatorizada.

Foi solicitado aos consumidores que atribuíssem a nota de aceitação que melhor refletisse sua avaliação, para cada uma das duas amostras, em cada sessão. Para tanto, os consumidores provaram as amostras da esquerda para direita e responderam em ficha com escala hedônica de nove pontos, variando de 1 = “desgostei extremamente” a 9 = “gostei extremamente” (Figura 4.4).

|   |                |
|---|----------------|
| <b>Nome:</b> _____  |                |
| Por favor, escreva o código das amostras, prove da esquerda para a direita e anote no espaço o número referente à resposta que melhor reflita seu julgamento. Enxágue a boca entre as amostras. |                |
| 9 - Gostei extremamente   |                |
| 8 - Gostei muito  | Amostra: _____ |
| 7 - Gostei moderadamente  | Nota: _____    |
| 6 - Gostei ligeiramente   |                |
| 5 - Indiferente   |                |
| 4 - Desgostei ligeiramente  | Amostra: _____ |
| 3 - Desgostei moderadamente   | Nota: _____    |
| 2 - Desgostei muito   |                |
| 1 - Desgostei extremamente  |                |

Figura 4.4 - Ficha apresentada na análise sensorial para determinação do LAC e LRH.

Fonte: Baseado em: REIS e MINIM (2018)

Para a análise estatística dos dados e determinação do LAC, para cada sessão, foi realizado o teste t para amostras pareadas com a nota hedônica da amostra controle (NHAC) e a nota hedônica da amostra estímulo (NHAE) (diferença: NHAC -



NHAE). Com os valores t obtidos, foi elaborado um gráfico do valor t de cada sessão em função da concentração de beterraba das amostras estímulo.

Para determinar a concentração em que começa a ocorrer diferença significativa na aceitação entre as amostras, foi ajustado um modelo de regressão aos dados experimentais, tendo y em função de x. Assim, o y da equação modelo foi substituído pelo valor de t tabelado encontrado. Para a seleção do modelo que melhor se ajustou aos dados, foram avaliados a significância dos parâmetros da regressão e o coeficiente de determinação  $R^2$  (SQregressão/SQtotal).

Para determinação do LRH, no mesmo gráfico de determinação do LAC, foi inserido um segundo eixo, referente à nota hedônica média das amostras estímulo. Foi ajustado um modelo de regressão aos dados experimentais do segundo eixo. Por meio da equação do modelo, o LRH foi calculado, sendo a concentração de adição de beterraba correspondente ao ponto no qual a nota hedônica média passa a ser igual a 5, ou seja, o ponto a partir do qual ocorre rejeição sensorial do iogurte. Considera-se a nota 5 (“indiferente”) como rejeição, pois o consumidor indiferente ao produto dificilmente o comprará (DELLA LUCIA *et al.*, 2013; DELLA LUCIA *et al.*, 2014).

Os testes t e o ajustamento do modelo foram realizados utilizando um nível de 5% de significância, com auxílio do software Excel 2016 (Microsoft®).

Participaram desta análise 87 consumidores do grupo GB, entre eles 48 mulheres, 39 homens, na faixa etária entre 18 e 57 anos, sendo 80% deles com até 25 anos. Em relação ao grupo NGB, dos 76 consumidores que participaram, 46 eram mulheres, 30 homens, entre 18 e 50 anos, sendo 88% deles com até 25 anos. No total, 163 consumidores de iogurte fizeram parte desta análise. A partir da determinação do LAC e do LRH para cada um dos dois grupos de consumidores, foi escolhida uma formulação final de iogurte de beterraba, a qual foi analisada nos testes subsequentes.

#### **4.5 Análise centesimal**

As análises de composição centesimal foram realizadas no iogurte de beterraba, cuja concentração foi determinada no tópico 4.4 e na formulação sem adição de beterraba (F0). A formulação F0 foi utilizada a fim de comparação, para verificar o efeito da beterraba na composição do iogurte. Foram feitas análises de umidade em estufa a 105 °C, lípidos pelo método de Gerber, nitrogênio bruto por Kjeldahl com

fator de 6,23 para produtos lácteos, e resíduo mineral (cinzas), utilizando mufla a 550 °C, de acordo com Instituto Adolfo Lutz (2008). O teor de fibra bruta foi quantificado pelo método Ba 6a-05 da AOAC (2009) no preparado de beterraba e, posteriormente, foi calculado o teor de fibra presente no iogurte. Todas as análises foram feitas em três repetições e em triplicata. Carboidratos totais foram calculados por diferença: 100 – (umidade + proteínas + extrato etéreo + cinzas + fibra bruta). Os resultados foram submetidos ao teste F, com auxílio do software Microsoft Excel<sup>®</sup> 2016, considerando o valor de p significativo a 5%.

#### **4.6 Determinação da vida útil**

Uma pesquisa de mercado foi feita para verificar o prazo de validade de iogurte batido que é utilizado pelas marcas mais vendidas na região. Foi encontrado que o prazo de validade mais utilizado pelos laticínios é de 40 dias, sendo esse o período máximo adotado para realização das análises de determinação de vida útil do iogurte de beterraba.

O estudo da vida útil foi feito no iogurte cuja concentração de beterraba foi determinada no tópico 4.4. Foram realizadas análises microbiológicas, físico-químicas, atividade antioxidante e sensoriais. O iogurte permaneceu armazenado a 5 °C durante 40 dias (T40). As amostras foram separadas em diferentes embalagens, que foram abertas somente no dia da análise, para cada tempo T0, T20 e T40 dias.

##### **4.6.1 Análises microbiológicas**

Para verificar se o produto estava dentro dos padrões exigidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2001), foram realizadas análises microbiológicas de coliformes por grama a 45 °C (termotolerantes), coliformes por grama a 35 °C (coliformes totais) e bolores e leveduras por grama, seguindo a metodologia da Instrução Normativa nº 62/03 do MAPA (BRASIL, 2003).

Coliformes por grama a 45 °C e 35 °C foram analisados por meio de teste presuntivo, com inoculação das amostras em caldo LST por 48 horas, em séries de três tubos (técnica de número mais provável). A confirmação foi feita por meio da observação da formação de gás nos tubos de Durham.

Bolores e leveduras por grama foram quantificados por meio da inoculação das amostras sobre a superfície de ágar batata glicose 2% (BDA) acidificado a pH 3,5 com

ácido tartárico 10%. Os resultados foram expressos em UFC/mL. As análises foram feitas nos tempos 0 (T0), 20 (T20) e 40 (T40) dias, em três repetições e em duplicata.

## **4.6.2 Análises físico-químicas**

### **4.6.2.1 Acidez titulável e pH**

Os valores de pH foram analisados por método potenciométrico em pHmetro digital. A acidez em gramas de ácido láctico foi determinada por titulação, com hidróxido de sódio a 0,1N, utilizando um potenciômetro digital para verificar o ponto de viragem da fenolftaleína (pH 8,3). As análises seguiram a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008) e foram feitas nos tempos 0 (T0), 20 (T20) e 40 (T40) dias, em três repetições e em triplicata. Os resultados foram avaliados seguindo as diretrizes da legislação (BRASIL, 2007).

### **4.6.2.2 Análise colorimétrica**

A análise colorimétrica foi realizada com o uso do equipamento Spectrophotometer CM-5 da Konica Minolta®, por meio de leitura direta de reflectância do sistema de coordenadas retangulares L\*, a\*, b\*, empregando-se a escala de cor CIELAB, com iluminante D65 e ângulo de observação de 10°. O coeficiente L\* (luminosidade) varia de 0 (preto) a 100 (branco), o a\* varia de verde (-60) a vermelho (+60) e o b\* varia do azul (-60) ao amarelo (+60).

A diferença global de cor foi calculada com base nos iogurtes produzidos no dia 0 (T0) e com 20 (T20) e 40 (T40) dias de armazenamento, mediante a Equação 1:

$$\Delta E = (\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})^{1/2} \quad \text{(Equação 1)}$$

O  $\Delta E$  é a diferença global de cor,  $\Delta L$  é a variação da coordenada L\* (L – L<sub>0</sub>),  $\Delta a$  é a variação da coordenada a\* (a – a<sub>0</sub>) e  $\Delta b$  é a variação da coordenada b\* (b – b<sub>0</sub>).

A diferença global de cor é classificada como imperceptível ( $\Delta E < 0,2$ ), muito pequena ( $0,2 \leq \Delta E < 0,5$ ), pequena ( $0,5 \leq \Delta E < 1,5$ ), distinguível ( $1,5 \leq \Delta E < 3,0$ ), facilmente distinguível ( $3,0 \leq \Delta E < 6,0$ ) e com grande diferença de cor ( $6,0 \leq \Delta E \leq 12,0$ ) (KONICA MINOLTA, 1998). As análises foram feitas nos tempos 0 (T0), 20 (T20) e 40 (T40) dias, em três repetições e em triplicata.

#### 4.6.3 Avaliação da capacidade antioxidante

As análises seguiram os métodos DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) e ABTS (2,2'-azino-bis[3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid]). Para a extração do pigmento que foi utilizado nas análises, centrifugou-se 2 g de iogurte com 10 mL de etanol 80% por 30 minutos a 5000 rpm em 11 °C. O sobrenadante foi filtrado em bomba à vácuo, transferido para um balão de 10 mL e então completado o volume com etanol 80%, quando necessário (PRUDENCIO *et al.*, 2008). O extrato foi utilizado em ambas as análises sem diluição.

Para a formação do radical ABTS<sup>+</sup>, uma solução aquosa de 7 mM de ABTS foi adicionada a uma solução de persulfato de potássio a 2,45 mM. A mistura foi mantida no escuro à temperatura ambiente durante 16 horas. A absorbância da mistura foi então ajustada para 0,700 ( $\pm$  0,04) em comprimento de onda de 734 nm com etanol 80%. A solução de radical ABTS<sup>+</sup> (3,5 mL) foi adicionada a 0,5 mL de extrato. Após a mistura reagir por 6 minutos, mediu-se a absorbância. O Trolox (ácido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcroman-2-carboxílico) foi utilizado como padrão antioxidante (0 - 150 mg/L) e os resultados foram expressos em equivalentes de Trolox ( $\mu$ mol Trolox/g) (RE *et al.*, 1999).

Para a análise pelo método DPPH, a absorbância da solução etanólica de DPPH a 1 mM foi ajustada para 0,700 em comprimento de onda de 515 nm. Em seguida, 0,5 mL do extrato foi adicionado a 3,5 mL da solução de radical DPPH. Após 10 minutos de reação no escuro, a absorbância foi lida a 515 nm. Os resultados foram expressos em equivalente de Trolox ( $\mu$ mol Trolox/g) (BRAND-WILLIAMS; CUVELIER; BERSET, 1995). As análises foram feitas nos tempos 0 (T0) e 40 (T40) dias, em duas repetições e em triplicata.

Os resultados foram submetidos ao teste F, com auxílio do software Microsoft Excel<sup>®</sup> 2010, considerando o valor de p significativo a 5%.

#### 4.6.4 Análise sensorial

Foram aplicados testes de aceitação com escala hedônica de 9 pontos e intenção de compra de 5 pontos, conforme descrito no tópico 4.2. Foram realizadas duas sessões, uma no tempo T0 e uma no tempo T40, com 96 consumidores que se dispuseram a voltar após 40 dias para finalizar a análise. Desse total de consumidores, 56 eram mulheres, 40 homens, entre 18 e 57 anos, sendo 74% com até 22 anos de

idade. Os dados foram avaliados por meio de teste F, a 5% de significância, utilizando o software Excel 2010 (Microsoft®).

#### 4.7 Estudo do efeito da informação apresentada no momento da análise sobre a aceitação e intenção de compra do consumidor

Participaram desta análise 64 consumidores do grupo GB, entre eles 36 mulheres, 28 homens, na faixa etária entre 18 e 57 anos, sendo 74% deles com até 22 anos. Em relação ao grupo NGB, dos 50 consumidores que participaram, 27 eram mulheres, 23 homens, entre 18 e 37 anos, sendo 78% deles com até 22 anos. No total, 114 consumidores de iogurte fizeram parte desta análise.

Foram aplicados testes de aceitação com escala hedônica de nove pontos e de intenção de compra, com escala de cinco pontos, conforme descrito no tópico 4.2. Os testes foram conduzidos em duas sessões e o iogurte utilizado para ambas as sessões foi a formulação encontrada no tópico 4.4. Na primeira sessão (teste cego), os consumidores provaram o iogurte sem receber nenhuma informação prévia sobre o produto. Na segunda sessão (teste com informação), antes de provarem a amostra, os consumidores receberam um panfleto (Figura 4.7) contendo informações sobre o iogurte de beterraba e um nome fictício para a bebida.



**Betgurt**

O Betgurt é um iogurte integral sabor beterraba. É um produto com redução de 50% do teor de açúcar em relação aos iogurtes batidos comerciais. Não apresenta aditivos como espessantes, acidulantes, conservantes, aromatizantes e corantes artificiais.

Sua cor rósea é devido ao pigmento natural da beterraba (betalaína) que, além de colorir, é antioxidante e anti-inflamatório, o que pode evitar a formação de tumores e proteger as células do fígado de substâncias tóxicas. Além dos nutrientes naturais do iogurte, o Betgurt apresenta fibras, magnésio, cálcio, manganês, fósforo, ferro, potássio, zinco e vitamina C provenientes da beterraba.

Valor nutricional referente a 1 copo de 200 mL.

| Nutriente           | Total  | %VD* |
|---------------------|--------|------|
| Calorias (kcal)     | 184,6  | 9,2  |
| Carboidratos (g)    | 24,0   | 8,0  |
| Proteínas (g)       | 7,66   | 10,2 |
| Gorduras totais (g) | 6,44   | 11,6 |
| Fibras (g)          | 0,12   | 0,5  |
| Magnésio (mg)       | 25,22  | 6,3  |
| Cálcio (mg)         | 288,42 | 28,8 |
| Manganês (mg)       | 0,17   | 7,4  |
| Fósforo (mg)        | 240,5  | 32,5 |
| Ferro (mg)          | 0,04   | 0,5  |
| Potássio (mg)       | 192,3  | 4,1  |
| Zinco (mg)          | 0,87   | 7,9  |
| Vitamina C (mg)     | 2,22   | 2,5  |
| Vitamina A (µg)     | 46,0   | 6,6  |
| Vitamina B1 (mg)    | 0,08   | 7,3  |
| Vitamina B2 (mg)    | 0,44   | 40,0 |

\* % Valores Diários com base em uma dieta de 2.000 kcal

**Ingredientes:** leite integral, beterraba, açúcar, leite em pó integral e fermento lácteo.

Figura 4.7 – Panfleto com informações sobre o iogurte que foi apresentado aos consumidores no teste com informação.

O panfleto foi confeccionado por meio do software Power Point (Microsoft®), utilizando os resultados das análises centesimais do iogurte de beterraba, a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011), a Resolução nº 360/03 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2003) e as informações das propriedades antioxidantes segundo Kanner, Harel e Granit (2001) e Ninfali e Angelino (2013).

Os dados foram avaliados por meio de teste t para amostras pareadas, com 5% de significância, utilizando o software Excel 2010 (Microsoft®).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Determinação da formulação controle do iogurte de beterraba

De acordo com as médias hedônicas obtidas (Tabela 5.1), a formulação F0 foi a que apresentou maior aceitação dos consumidores ( $p \leq 0,05$ ) para os atributos sabor (7,9), consistência (7,9) e impressão global (7,7), sendo todas referentes à “gostei moderadamente”. Sua média de 4,2 para intenção de compra também foi a maior média recebida ( $p \leq 0,05$ ), sendo referente à “provavelmente compraria”. Nota-se que, em relação à cor, a formulação F0 ficou com a menor média (7,1) quando comparada às outras formulações ( $p \leq 0,05$ ), sendo que todas as formulações receberam médias entre “gostei moderadamente” (7) e “gostei muito” (8). Quanto ao aroma, F5, F10 e F20 não diferiram entre si e nem de F0 ( $p > 0,05$ ), sendo que receberam médias entre “gostei ligeiramente” (6) e “gostei moderadamente” (7).

Tabela 5.1 - Médias hedônicas de aceitação e de intenção de compra das amostras.

| Amostra | Cor         | Aroma        | Sabor        | Consistência | Impressão Global | Intenção de compra |
|---------|-------------|--------------|--------------|--------------|------------------|--------------------|
| F0      | 7,1 ± 1,6 b | 6,9 ± 1,6 a  | 7,9 ± 1,1 a  | 7,9 ± 1,3 a  | 7,7 ± 1,1 a      | 4,2 ± 0,9 a        |
| F5      | 7,7 ± 1,2 a | 7,0 ± 1,3 a  | 7,0 ± 1,5 b  | 7,3 ± 1,3 b  | 7,1 ± 1,2 b      | 3,6 ± 1,0 b        |
| F10     | 7,8 ± 1,1 a | 6,7 ± 1,5 ab | 6,2 ± 2,0 c  | 6,6 ± 1,7 c  | 6,4 ± 1,8 c      | 3,1 ± 1,1 c        |
| F15     | 7,7 ± 1,4 a | 6,4 ± 1,6 b  | 5,3 ± 2,2 de | 6,1 ± 2,0 cd | 5,7 ± 2,0 d      | 2,7 ± 1,2 de       |
| F20     | 7,7 ± 1,3 a | 6,6 ± 1,6 ab | 5,8 ± 2,0 cd | 6,5 ± 1,9 cd | 6,2 ± 1,8 c      | 2,9 ± 1,2 cd       |
| F24     | 7,6 ± 1,4 a | 6,4 ± 1,7 b  | 5,7 ± 2,1 e  | 6,0 ± 1,9 d  | 5,7 ± 1,9 d      | 2,5 ± 1,1 e        |

Médias ± Desvio padrão

Letras iguais em uma mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

A maior aceitação e intenção de compra pela formulação F0 era esperada, uma vez que os consumidores são mais familiarizados com este produto do que com o iogurte de beterraba. O iogurte escolhido para ser utilizado na análise de

determinação dos limiares hedônicos, como formulação controle de iogurte de beterraba, foi o F5. Isso se justifica pelo fato de a formulação F5 ter tido médias hedônicas e de intenção de compra mais próximas às recebidas pela formulação F0, a qual foi a que apresentou maior aceitação para sabor, consistência e impressão global, além da intenção de compra, sendo F5 a segunda melhor nesses quesitos. Além disso, ela não diferiu da amostra F0 em relação à aceitação do aroma e obteve maior aceitação para cor, em relação à F0.

Como a indústria costuma utilizar a beterraba somente como corante, esta etapa foi necessária para verificar a aceitação dos consumidores por iogurtes com diferentes concentrações de beterraba. Além disso, por meio da avaliação da formulação F0, foi possível verificar a aceitação dos consumidores pelo iogurte com 6% de açúcar, já que a concentração normalmente disponível no mercado para iogurte batido é de 12% (FERREIRA, 2008).

Chollet e colaboradores (2013) investigaram qual o nível de redução de açúcar em iogurtes com sabor seria tolerado pelos consumidores. Eles foram submetidos a testes de aceitação por escala hedônica de 9 pontos e também tinham que avaliar em escala não estruturada o nível de dulçor dos iogurtes com 10%, 7% e 5% de adição de açúcar. O nível de 10% de açúcar foi utilizado pelos autores por ser a média de adição utilizada na Suíça, país de origem do estudo. No Brasil, a média de adição de açúcar é de 12% (FERREIRA, 2008). Os autores observaram que, para ambos os sabores avaliados, morango e café, os consumidores preferiram os iogurtes com 10% de adição de açúcar. Porém, os iogurtes com 7% também foram aceitos. Na escala não estruturada, o iogurte com 10% foi mais referido como “extremamente doce” em comparação com o de 7%. Por outro lado, o iogurte contendo 5% foi avaliado como “extremamente sem doce” pela maioria dos consumidores. Dessa forma, Chollet e colaboradores (2013) concluíram que os consumidores também aceitariam um iogurte com adição de 7% de açúcar, mas que 5% já seria uma redução excessiva em comparação com o de 10% de adição. Assim, no presente estudo, a média hedônica para sabor (7,9) recebida pela formulação F0 revelou que os consumidores aceitaram o iogurte com 6% de adição de açúcar.

A faixa de variação dos desvios padrão encontrados para todos os atributos e a intenção de compra, sendo a grande maioria maior que 1 e alguns até maior que 2, mostra que as notas tiveram grande variação entre os consumidores. Esses valores

demonstram que a opinião entre os avaliadores foi bastante discrepante e que, pode ser que o iogurte de beterraba formulado não atenda às exigências de toda a população. Dessa forma, é de grande importância a segmentação dos consumidores nas análises subsequentes em dois grupos: os que gostam de beterraba (GB) e os que não gostam de beterraba (NGB), facilitando o entendimento e o estudo do comportamento dos consumidores participantes.

## 5.2 Questionário demográfico e comportamental para o estudo com iogurtes

Avaliando os resultados encontrados, dos 87 consumidores que disseram gostar de beterraba (GB) (Figura 5.2.1), 55% eram do sexo feminino e 80% tinha entre 18 e 25 anos de idade. Em relação à escolaridade, 80% apresentava curso superior incompleto, tendo se declarado como estudantes.

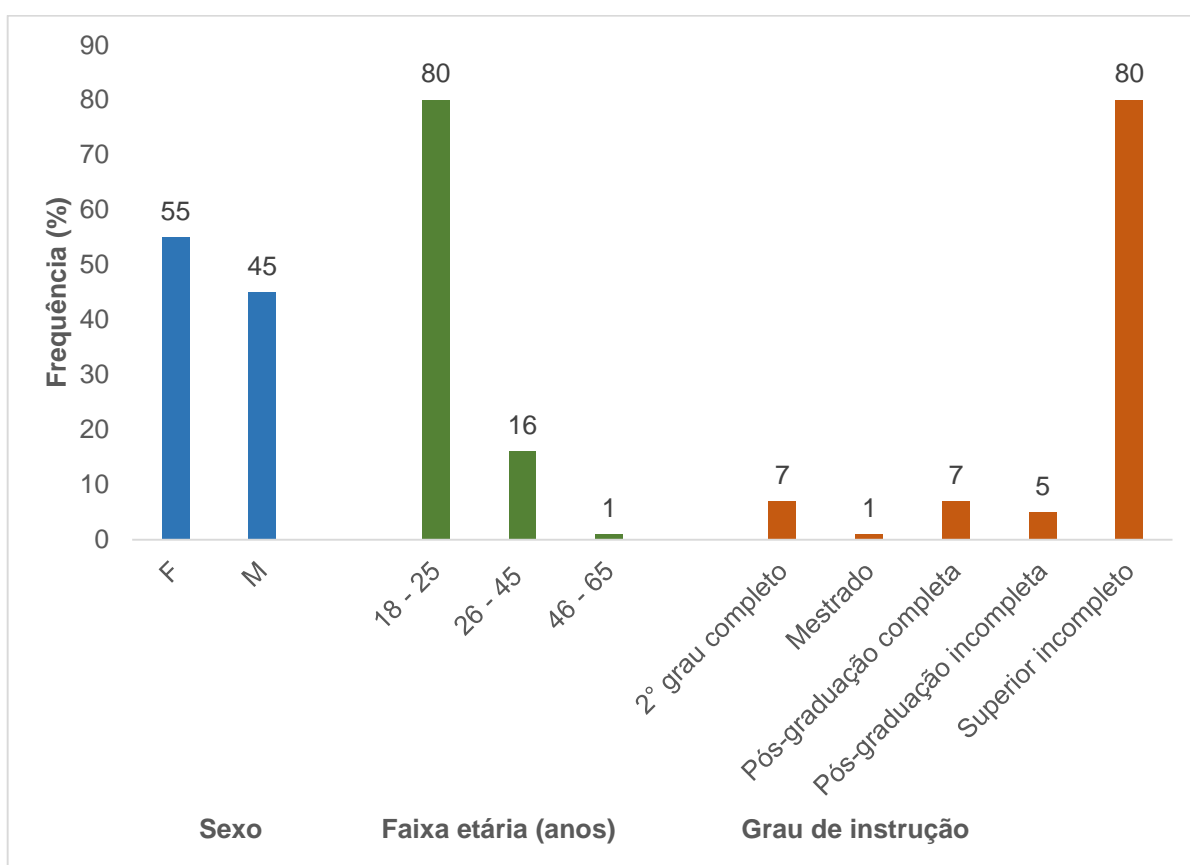
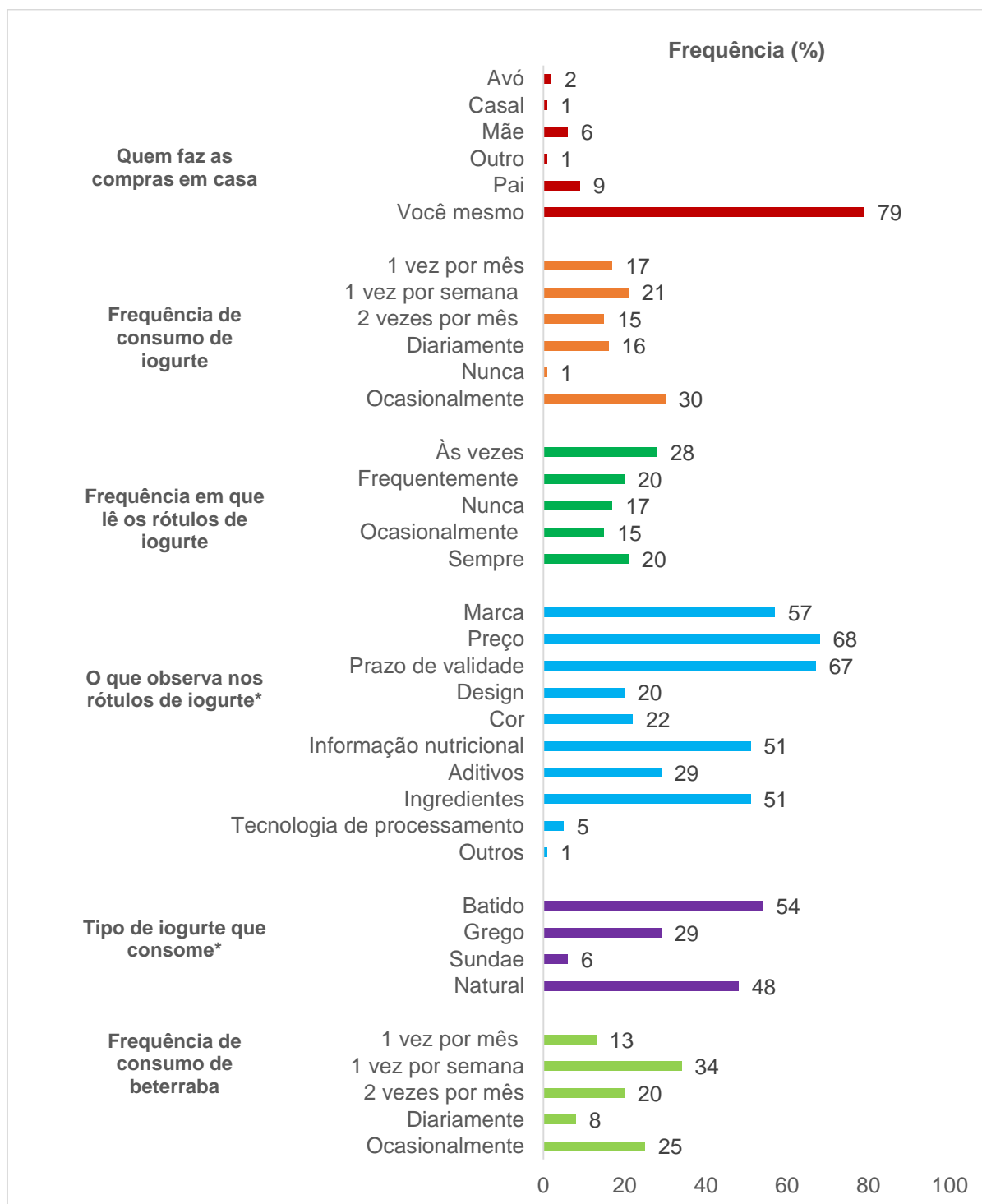


Figura 5.2.1 – Perfil demográfico dos 87 consumidores que gostavam de beterraba (GB).

Quando questionados sobre quem fazia as compras da casa (Figura 5.2.2),



79% disseram ser eles mesmos que compravam os alimentos que consumiam, 9% disseram ser o pai, 6% a mãe, 1% o casal, 1% outro e 1% não respondeu.



\* pergunta em que o consumidor poderia escolher mais de uma alternativa, por isso soma de frequência maior que 100%.

Figura 5.2.2 – Perfil de comportamento dos 87 consumidores que gostavam de beterraba (GB).

Em relação à frequência de consumo de iogurtes, 30% disseram consumir ocasionalmente, 21% uma vez por semana, 17% uma vez por mês, 16% diariamente, 15% duas vezes por mês e 1% disse nunca consumir. Foi questionado, também, se eles costumavam ler os rótulos dos iogurtes que consumiam e 28% disse ler às vezes, 20% liam sempre, 20% frequentemente, 17% nunca e 15% disseram ler os rótulos ocasionalmente (Figura 5.2.2).

Sobre quais informações os consumidores observam nos rótulos de iogurtes que consomem, 68% disse olhar o preço, 67% o prazo de validade, 57% a marca, 51% a informação nutricional e os ingredientes, 29% os aditivos utilizados, 22% a cor do rótulo, 20% o *design*, 5% a tecnologia de processamento e 1% disse observar outras informações. Em relação a qual tipo de iogurte costuma consumir, 54% consome iogurte do tipo batido, 48% iogurte natural, 29% grego e 6% sundae (Figura 5.2.2).

Ainda sobre os 87 consumidores que disseram gostar de beterraba, 94% consumia beterraba e 6% não consumia. Em relação à frequência de consumo de beterraba, 34% disseram consumir uma vez por semana, 25% consumiam ocasionalmente, 20% duas vezes por mês, 13% uma vez por mês e 8% consumiam beterraba diariamente (Figura 5.2.2).

Em relação aos 76 consumidores que disseram não gostar de beterraba (NGB), 61% era do sexo feminino, 39% do sexo masculino e 88% tinha entre 18 e 25 anos de idade. Quanto à escolaridade, 70% apresentava curso superior incompleto e 82% eram estudantes (Figura 5.2.3).

Ao serem questionados sobre quem fazia as compras em casa, 83% disseram ser eles mesmos, seguido de 7% a mãe e 7% o pai (Figura 5.2.4). Em relação à frequência de consumo de iogurte, 36% disseram consumir ocasionalmente, 20% uma vez por semana, 20% duas vezes por mês, 12% uma vez por mês, 9% diariamente e 3% nunca (Figura 5.2.4).

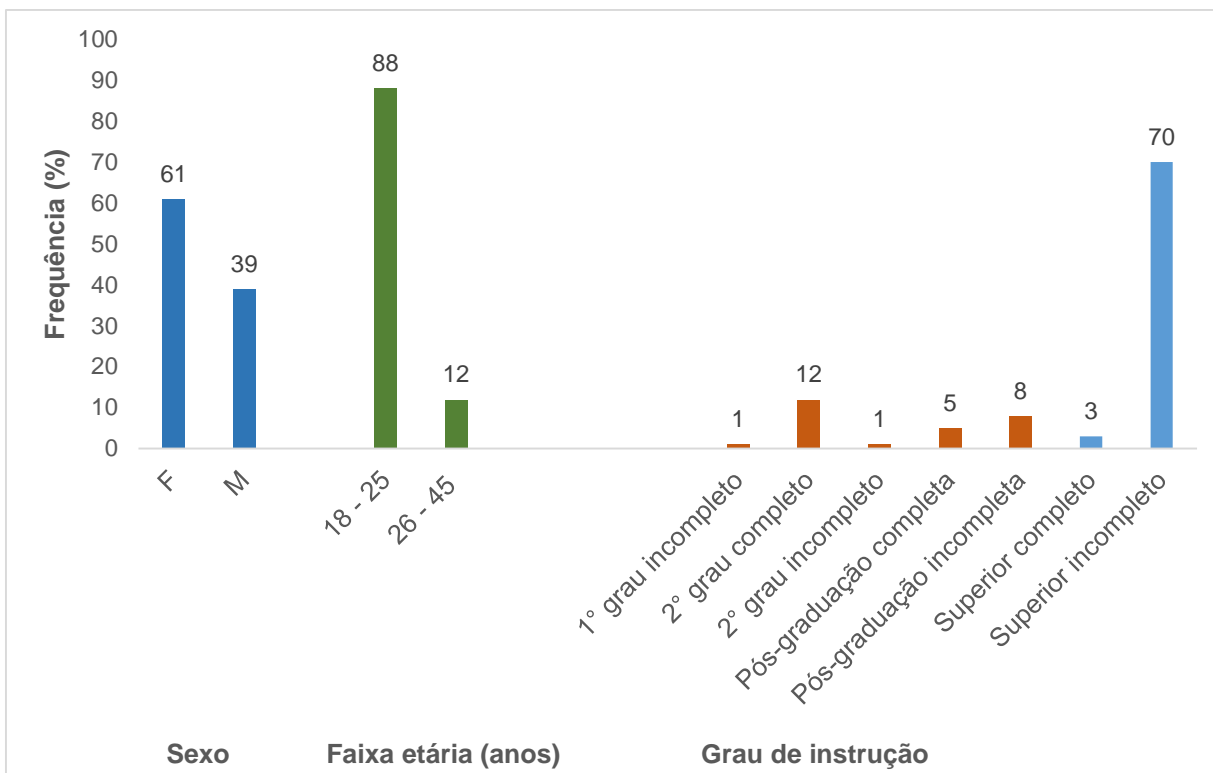
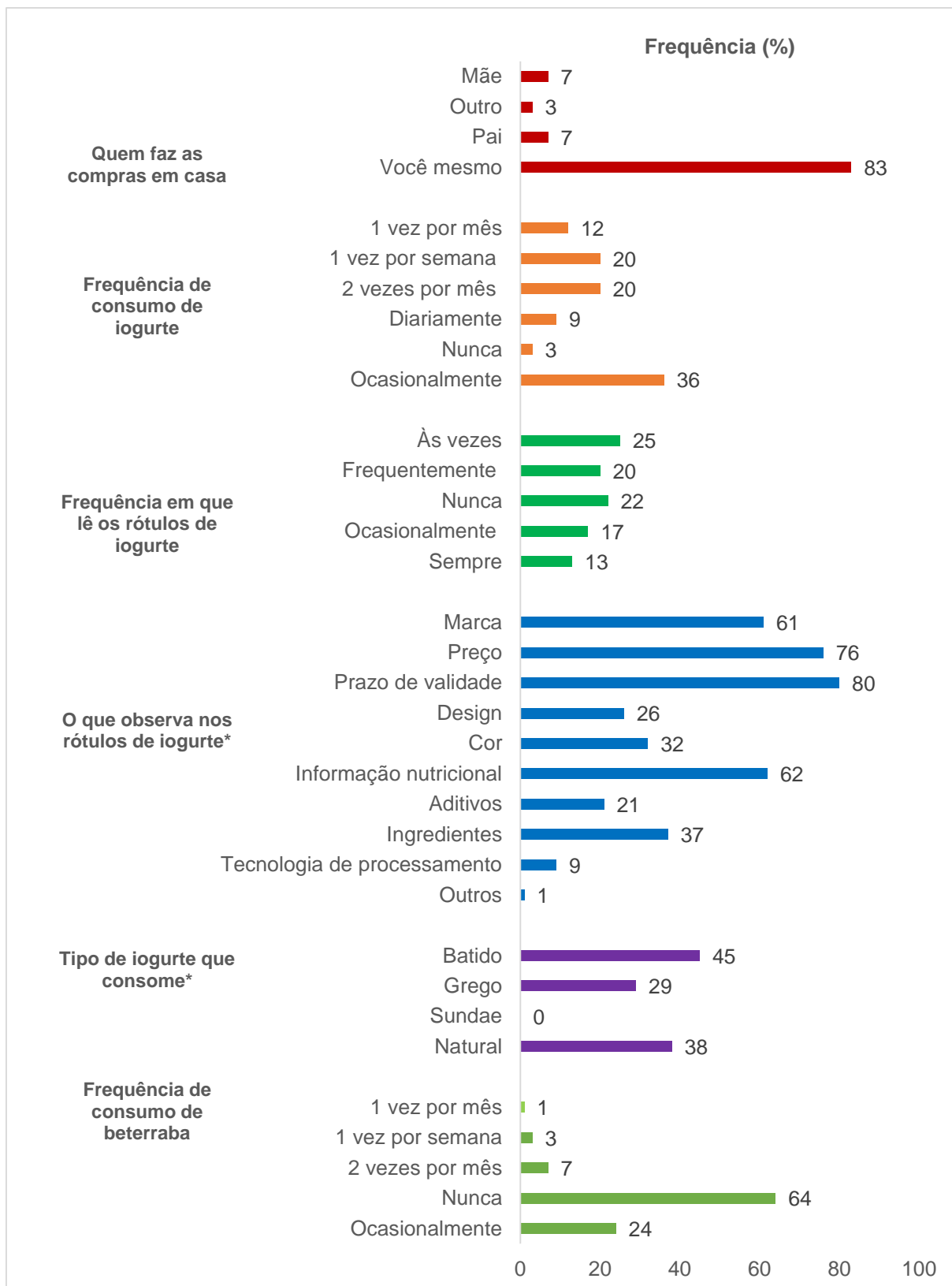


Figura 5.2.3 – Perfil demográfico dos 76 consumidores que não gostavam de beterraba (NGB).

Sobre o hábito de ler o rótulo dos iogurtes que consumiam, 25% disse ler o rótulo às vezes, 22% nunca liam, 20% liam frequentemente, 17% ocasionalmente, 13% sempre e 3% não responderam à pergunta. Quando questionados a respeito das informações que observam no rótulo de iogurte, 80% disse observar o prazo de validade, 76% o preço, 62% a informação nutricional, 61% a marca, 37% os ingredientes, 32% a cor do rótulo, 26% o *design*, 21% os aditivos, 9% a tecnologia de processamento e 1% disse observar outras informações. Em relação ao tipo de iogurte que costuma consumir, 45% disse consumir o iogurte do tipo batido, 38% iogurte natural, 29% iogurte grego e 3% não responderam (Figura 5.2.4).

Ainda sobre os 76 consumidores que disseram não gostar de beterraba, 79% também não consumiam beterraba e 21% disseram consumir, mesmo não gostando do alimento. Em relação à frequência do consumo de beterraba deste grupo, 64% disseram nunca consumir, 24% consumiam ocasionalmente, 7% duas vezes por mês, 3% uma vez por semana, 1% uma vez por mês e 1% não respondeu.



\* pergunta em que o consumidor poderia escolher mais de uma alternativa, por isso soma de frequência maior que 100%.

Figura 5.2.4 – Perfil de comportamento dos 76 consumidores que não gostavam de beterraba (NGB).

Comparando o comportamento de consumo dos dois grupos, é possível observar que a grande maioria dos consumidores é responsável por comprar seu próprio alimento, em ambos os grupos.

Em relação à frequência de consumo de iogurte, o termo “ocasionalmente” foi o mais citado em ambos os grupos, seguido de uma vez por semana e uma vez por mês no grupo GB, e uma vez por semana e duas vezes por mês no grupo NGB.

Quando questionados sobre a frequência em que lê os rótulos de iogurte, o termo mais frequente no grupo GB foi “às vezes” seguido de “sempre”. Já no grupo NGB o termo mais frequente também foi “às vezes”, porém seguido do termo “nunca”.

Em relação às informações que os consumidores observam nos rótulos de iogurte, preço e prazo de validade foram os termos mais frequentes em ambos os grupos, seguido de marca, informação nutricional e ingredientes no grupo GB e informação nutricional, marca e ingredientes no grupo NGB. Porém, em relação aos ingredientes, 51% dos consumidores que gostavam de beterraba escolheram esse termo, enquanto que apenas 37% dos consumidores que não gostavam de beterraba o escolheram. Ambos os grupos disseram ser o iogurte do tipo batido o que mais consumiam, seguido do iogurte natural.

Sobre o consumo de beterraba, o termo que apareceu com maior frequência no grupo GB foi “uma vez por semana”, seguido de ocasionalmente. Já no grupo NGB, o termo “nunca” apareceu com maioria absoluta, seguido de “ocasionalmente” com um número consideravelmente menor.

Todos os consumidores que disseram ter alguma doença como diabetes severa, intolerância e/ou alergia alimentar a algum componente do iogurte foram previamente excluídos da pesquisa.

### **5.3 Determinação do LAC e do LRH para a concentração de beterraba no iogurte**

Na Figura 5.3.1 podem ser observadas as amostras que foram avaliadas pelos consumidores para a determinação dos limiares hedônicos com suas respectivas concentrações de preparado de beterraba.

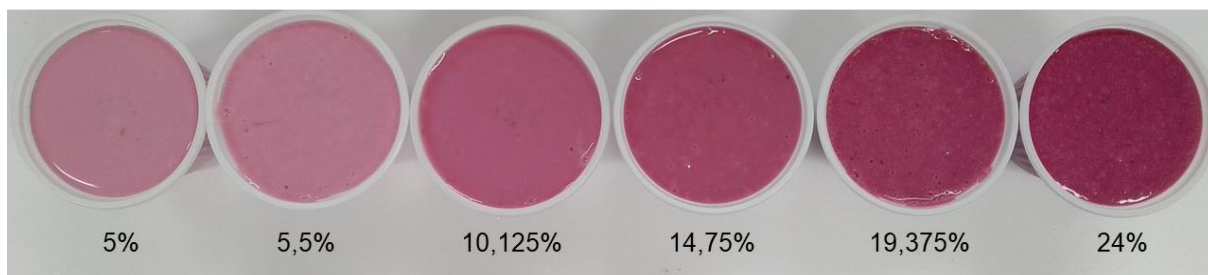


Figura 5.3.1 – Amostras de iogurte com beterraba apresentadas aos consumidores para determinação do LAC e do LRH.

5% = amostra controle

5,5%; 10,125%; 14,75%; 19,375% e 24% = amostras estímulo

Na Figura 5.3.2 encontram-se os valores t calculados (eixo Y1) e a nota hedônica média (eixo Y2) em função da concentração de beterraba das amostras estímulo (eixo X) do grupo de pessoas que disseram gostar de beterraba (GB).

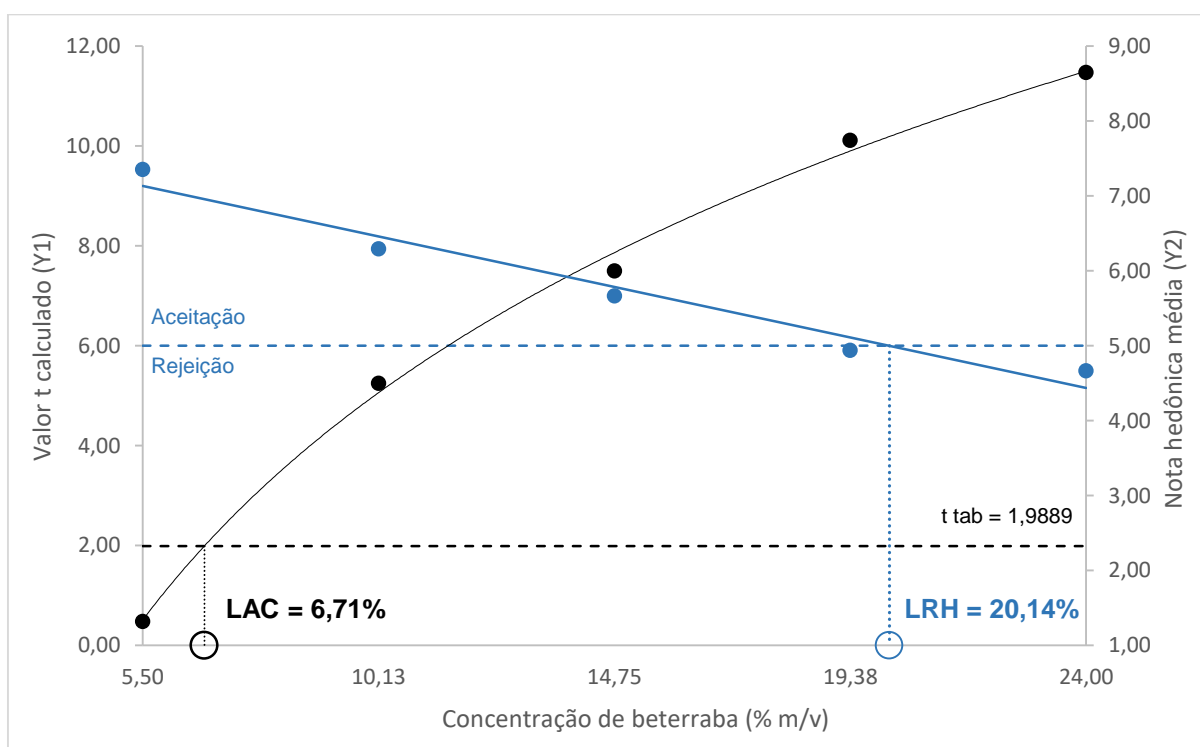


Figura 5.3.2 – Valores t calculados e notas hedônicas médias em função das concentrações de beterraba nas amostras estímulo do grupo GB.

A linha tracejada preta representa o valor t tabelado para diferença significativa quanto à aceitação ( $p = 0,05$ ) ( $t_{tab} = 1,9889$ ). A linha tracejada azul representa a nota hedônica média 5, referente ao termo hedônico “indiferente” (início da rejeição sensorial).

Para o conjunto de dados dos valores t calculados, o modelo que melhor se ajustou foi o logarítmico, enquanto para as notas hedônicas médias o modelo que melhor se ajustou foi o linear, possuindo estimativas dos parâmetros da regressão

significativos ( $p \leq 0,05$ ) e coeficientes de determinação ( $R^2$ ) superiores a 0,96 (Figura 5.3.2, Tabela 5.3.1).

Tabela 5.3.1 - Modelos ajustados e seus respectivos coeficientes de determinação do grupo GB

|                 | Modelo                         | $R^2$  |
|-----------------|--------------------------------|--------|
| Equação 2 (LAC) | $Y_1 = 7,4581 \ln(x) - 12,206$ | 0,9971 |
| Equação 3 (LRH) | $Y_2 = -0,1457x + 7,9346$      | 0,9635 |

$Y_1$  = valor t calculado;  $Y_2$  = nota hedônica média;  $X$  = concentração de beterraba (% m/v);  $R^2$  = coeficiente de determinação.

Na Figura 5.3.3, encontram-se os valores t calculados (eixo  $Y_1$ ) e a nota hedônica média (eixo  $Y_2$ ) em função da concentração de beterraba das amostras estímulo (eixo  $X$ ), do grupo de pessoas que disseram não gostar de beterraba.

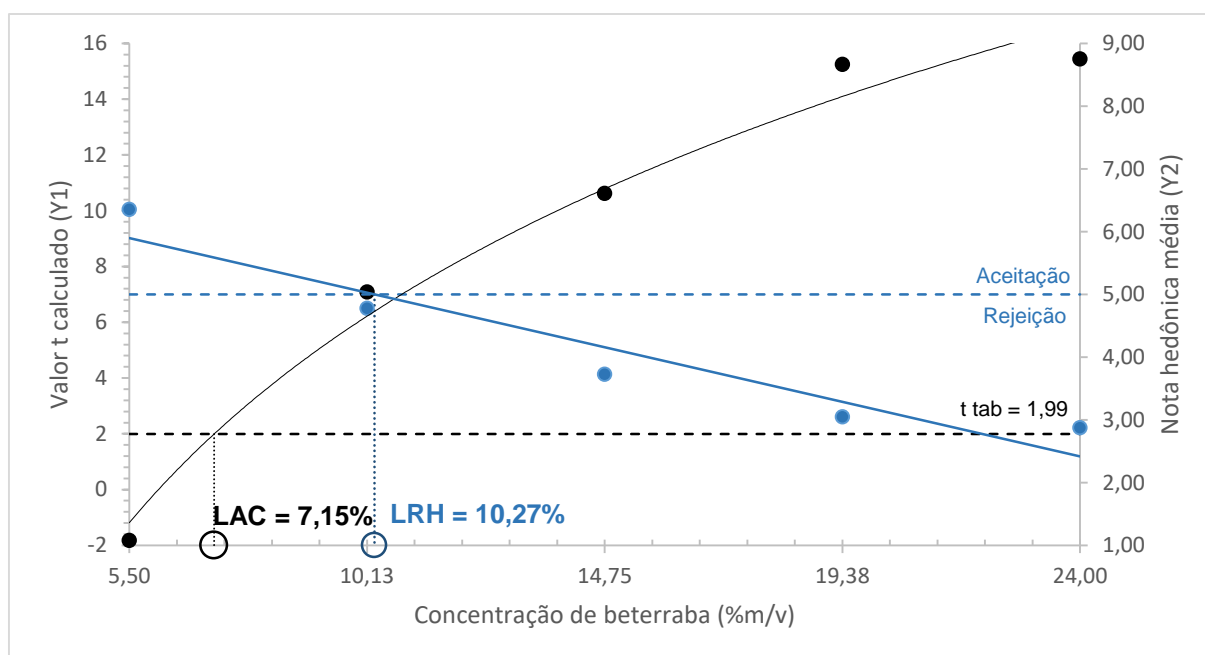


Figura 5.3.3 – Valores t calculados e notas hedônicas médias em função das concentrações de beterraba nas amostras estímulo do grupo NGB.

A linha tracejada preta representa o valor t tabelado para diferença significativa quanto à aceitação ( $p = 0,05$ ) ( $t_{tab} = 1,99$ ). A linha tracejada azul representa a nota hedônica média 5, referente ao termo hedônico “indiferente” (início da rejeição sensorial).

Para o conjunto de dados dos valores t calculados e para as notas hedônicas médias, os modelos que melhor se ajustaram também foram o logarítmico e o linear, respectivamente, possuindo estimativas dos parâmetros da regressão significativas

( $p \leq 0,05$ ) e coeficientes de determinação ( $R^2$ ) superiores a 0,91 (Figura 5.3.3, Tabela 5.3.2).

Tabela 5.3.2 - Modelos ajustados e seus respectivos coeficientes de determinação do grupo NGB

|                 | <b>Modelo</b>                  | <b>R<sup>2</sup></b> |
|-----------------|--------------------------------|----------------------|
| Equação 4 (LAC) | $Y_1 = 12,139 \ln(x) - 21,886$ | 0,9799               |
| Equação 5 (LRH) | $Y_2 = -0,1879x + 6,9299$      | 0,9123               |

$Y_1$  = valor t calculado;  $Y_2$  = nota hedônica média;  $X$  = concentração de beterraba (% m/v);  $R^2$  = coeficiente de determinação.

Para o grupo GB, ao substituir na Equação (2) (Tabela 5.3.1) o valor de  $Y_1$  por 1,9889, encontrou-se o LAC de 6,71%; já no grupo NGB, ao substituir na Equação (4) (Tabela 5.3.2) o valor de  $Y_1$  por 1,99, encontrou-se o LAC de 7,15%. Isto indica que a aceitação sensorial do iogurte de beterraba passa a ser comprometida quando a concentração de beterraba ultrapassa 6,71% para as pessoas que gostam de beterraba e 7,15% para as pessoas que não gostam de beterraba.

O LAC do grupo que não gosta de beterraba foi superior ao do grupo que diz gostar de beterraba. Isso pode ser explicado pelo fato de as pessoas que não gostam de beterraba terem uma baixa expectativa em relação ao produto e, ao o provarem, acabam atribuindo uma nota superior à dada pelas pessoas que dizem gostar de beterraba. A expectativa é uma hipótese formulada pelo consumidor a respeito de um produto, baseada em suas experiências que antecedem o ato de provar o mesmo (DELIZA; MACFIE, 1996; DELLA LUCIA, 2013).

No caso do iogurte de beterraba, como não existe este sabor no mercado, o consumidor não tem como ter uma opinião prévia do produto, o que pode fazer com que a memória que ele tem no momento da análise seja de aspectos separados: “iogurte” e “beterraba”. No questionário aplicado antes da análise sensorial de determinação dos limiares, uma justificativa constante entre os consumidores que não gostavam de beterraba era o seu “sabor de terra”. Sendo assim, pode ser que o iogurte de beterraba tenha superado as expectativas para este grupo de pessoas e, por isso, o LAC foi superior em relação ao grupo que diz gostar de beterraba.

Para verificar quando começa a ocorrer rejeição sensorial do iogurte de beterraba no grupo GB, substituiu-se na Equação 3 da reta o valor de  $Y_2$  por 5 (Tabela



5.3.1), e no grupo NGB, substituiu-se na Equação 5 da reta o valor de Y2 por 5 (Tabela 5.3.2). Dessa forma, encontrou-se o LRH de 20,14% no grupo que diz gostar de beterraba e LRH de 10,27% no grupo que não gosta de beterraba. Ou seja, a rejeição sensorial ocorre a partir de uma adição de 20,14% de beterraba no iogurte, para as pessoas que gostam de beterraba, e de 10,27% para as pessoas que não gostam de beterraba.

Comparando as notas hedônicas médias encontradas para cada grupo, observa-se que, no grupo GB as médias variaram ao redor de 8, para a amostra estímulo com 5,5% de beterraba, e entre 4 e 5 para a amostra estímulo com 24% de beterraba. No grupo NGB, as médias variaram ao redor de 7, para a amostra estímulo com 5,5% de beterraba, e 3 para a amostra estímulo com 24% de beterraba. Em relação às demais amostras estímulo (10,13%, 14,75% e 19,38% de beterraba) as notas hedônicas médias também foram maiores no grupo GB do que no grupo NGB. Esses valores encontrados fazem sentido, pois quando uma pessoa diz não gostar de determinado alimento, espera-se que ela irá suportar uma adição inferior deste alimento em um produto em relação às pessoas que gostam deste mesmo alimento.

Para a tomada de decisão em relação a qual limiar seria utilizado para as análises posteriores e, teoricamente, qual concentração de adição de beterraba seria utilizada no caso de o iogurte de beterraba ser comercializado, foram levadas em consideração as características heterogêneas da amostra de consumidores em estudo. Segundo Lima Filho e colaboradores (2015), a tomada de decisão avaliando a população total de consumidores pode acarretar na exclusão de alguns pequenos nichos da população. A separação dos grupos GB e NGB se fez importante para verificar a existência de diferentes limiares hedônicos entre os grupos.

Dessa forma, a concentração de beterraba no iogurte, mais prudente a ser escolhida, refere-se ao LAC do nicho de pessoas que gostam de beterraba, sendo 6,71%. Assim, essa concentração atende às exigências tanto do grupo que gosta quanto do grupo que não gosta de beterraba, já que este valor é menor que o LAC do grupo que não gosta de beterraba (7,15%).

#### **5.4 Composição centesimal**

Na Tabela 5.4 é mostrada a composição centesimal do iogurte de beterraba cuja concentração foi determinada no tópico 5.3 (6,71% de beterraba) e a formulação

sem adição de beterraba (0%), para fins de comparação. De acordo com a legislação brasileira, que regulamenta a identidade e qualidade de leites fermentados (BRASIL, 2007), o iogurte com 6,71% de adição de beterraba é considerado integral por apresentar de 3 a 5,9 g/100g de gordura (3,22%). Seu teor proteico de 3,83% foi consideravelmente superior ao teor mínimo que a legislação preconiza de 2,9 g/100g. Além disso, esse iogurte apresentou 80% de umidade, 0,89% de cinzas, 0,06% de fibras totais e 11,99% de carboidratos totais.

Tabela 5.4 – Composição centesimal do iogurte com 6,71% e 0% de beterraba.

| <b>Composição</b>   | <b>0%</b>    | <b>6,71%</b> | <b>p-valor</b> |
|---------------------|--------------|--------------|----------------|
| Umidade             | 79,67 ± 0,39 | 80,00 ± 0,52 | 0,14 ns        |
| Cinzas              | 0,88 ± 0,07  | 0,89 ± 0,06  | 0,74 ns        |
| Proteínas           | 4,66 ± 0,25  | 3,83 ± 0,07  | 5,56E-08       |
| Lípidios            | 3,56 ± 0,53  | 3,22 ± 0,44  | 0,16 ns        |
| Fibras totais       | 0,00 ± 0,0   | 0,06 ± 0,04  | 0,00           |
| Carboidratos totais | 11,23 ± 0,72 | 11,99 ± 0,73 | 0,05           |

ns = Diferença não significativa ( $p > 0,05$ ) entre as formulações pelo teste F da ANOVA.

Nyamete e Mongi (2017) desenvolveram um iogurte com beterraba em pó, a fim de promover sua biofortificação, com concentrações de 5%, 10% e 20% de adição. Eles encontraram valores superiores de umidade do que o encontrado neste estudo, em torno de 86%. Isso pode ser devido à forma como os autores adicionaram o pó de beterraba, sendo diluído em leite e, após, filtrado, em vez de adicionar o pó diretamente ao iogurte. Damunupola e colaboradores (2014) fizeram um estudo com iogurte de leite de cabra com adição de suco filtrado de beterraba. Eles também encontraram um aumento no teor de umidade do iogurte com 4% beterraba em comparação ao iogurte controle, assim como Nyamete e Mongi (2017).

Em relação à concentração de proteínas, Nyamete e Mongi (2017) encontraram um aumento diretamente proporcional à adição de pó de beterraba, sendo de 3,84% de proteína para a formulação com 5% de beterraba e 4,45% de proteína para a formulação com 20% de beterraba em pó. Damunupola e colaboradores (2014) não encontraram diferença significativa no teor de proteína entre os iogurtes controle e com 4% de adição de suco de beterraba. Esses valores diferem dos encontrados neste presente estudo, onde a adição de beterraba promoveu uma redução no teor proteico (3,83%) em comparação à formulação controle (4,66%).

Nyamete e Mongi (2017) encontraram valores inferiores de cinzas (0,13% a 0,16%) em relação aos valores encontrados neste estudo (0,89%). O teor de cinzas encontrado por Damunupola e colaboradores (2014) de 0,93% corrobora com o teor encontrado neste estudo, além de não ter diferido estatisticamente de seu iogurte controle com leite de cabra.

Em relação às fibras totais, a adição de beterraba promoveu um aumento deste componente (0,06%). A forma como a beterraba foi adicionada ao iogurte neste estudo, sem a filtração, pôde promover esse incremento, ao contrário do que foi feito por Damunupola e colaboradores (2014) e Nyamete e Mongi (2017). Porém, mesmo que tenha ocorrido um aumento significativo no teor de fibras, este produto com 6,71% de beterraba não pode ser considerado um alimento que contém fibras pela legislação brasileira (BRASIL, 2012), devido à baixa concentração. Dessa forma, a adição de outros ingredientes fonte de fibras juntamente com a beterraba, como a chia, por exemplo, pode ser interessante para aumentar o teor deste componente.

A adição de 6,71% de beterraba aumentou o teor de carboidratos totais do iogurte (11,99%) em comparação ao iogurte sem beterraba (11,23%). Isso pode ser devido ao fato de a beterraba conter aproximadamente 10% de carboidratos (TACO, 2011). Os iogurtes do tipo batido comercializados no Brasil apresentam em torno de 18% de carboidratos (PINHEIRO *et al.*, 2004), sendo uma concentração consideravelmente superior ao encontrado neste estudo (11,99%). Segundo a legislação brasileira (BRASIL, 2012), o iogurte deste estudo pode ter a alegação nutricional “reduzido em açúcar” no rótulo. Para ter essa alegação, o produto precisa ter uma redução mínima de 25%, sendo que o iogurte de beterraba teve uma redução de 33% no teor de carboidratos, devido à redução de 50% do açúcar de adição.

## **5.5 Determinação da vida útil**

### **5.5.1 Análises microbiológicas**

Não foi detectada formação de bolhas nos tubos de Durhan após 48 horas em nenhuma das diluições analisadas ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$ ) no teste presuntivo para coliformes a 30 °C e a 45 °C. O mesmo resultado foi encontrado nos tempos T0, T20 e T40 nas três repetições analisadas, não necessitando proceder o teste confirmativo.

Em relação à análise de bolores e leveduras, o iogurte também apresentou baixo crescimento, tanto na diluição  $10^{-2}$  quanto na  $10^{-3}$ . A legislação que regulamenta

o padrão de identidade e qualidade de leites fermentados diz que o produto pode conter até  $10^6$  UFC/g de produto (BRASIL, 2007), sendo que o iogurte de beterraba apresentou contagem máxima de  $1,2 \times 10^4$  UFC/g em T0,  $5 \times 10^3$  UFC/g em T20 e  $1,2 \times 10^4$  UFC/g em T40.

Dessa forma, o iogurte demonstrou permanecer em condições microbiológicas estáveis e seguras para consumo humano até o final do período de vida útil avaliado, de acordo com a RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária.

Esse resultado demonstra, também, que os tratamentos térmicos empregados tanto na produção do iogurte quanto no preparado de beterraba foram eficientes, o que possibilitou que o iogurte atingisse o mesmo período de vida útil que a maioria dos iogurtes comerciais. Além disso, a adição de 6,71% de beterraba não influenciou nos parâmetros microbiológicos do iogurte, na forma como foi empregada.

## 5.5.2 Análises físico-químicas

### 5.5.2.1 Acidez titulável e pH

A acidez do iogurte variou entre 0,82% em T0 e 0,94% de ácido láctico em T40 (Tabela 5.5.2.1). Os resultados encontrados para acidez mostram que o iogurte contendo 6,71% de beterraba atende às exigências da IN 46 de 2007 do MAPA (BRASIL, 2007), sendo que essa legislação determina que os leites fermentados devem apresentar no mínimo 0,6% e máximo de 1,5% de acidez expressa em ácido láctico.

Tabela 5.5.2.1 – Médias de pH e acidez titulável nos tempos T0, T20 e T40.

|               | T0          | T20         | T40         |
|---------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>Acidez</b> | 0,82 ± 0,01 | 0,92 ± 0,01 | 0,94 ± 0,03 |
| <b>pH</b>     | 4,80 ± 0,1  | 4,54 ± 0,1  | 4,53 ± 0,1  |

Médias ± desvio padrão; Acidez em % de ácido láctico

A mesma legislação determina ainda que os leites fermentados devem apresentar seus micro-organismos específicos de forma viável, até o fim de seu prazo de validade. Logo após a inoculação das culturas “starters” no iogurte, o *Streptococcus thermophilus* cresce primeiro, por ser capaz de utilizar a lactose em pH

mais neutro. Com o seu crescimento, o ácido láctico é acumulado no meio, abaixando parcialmente o pH e lançando ao meio algumas substâncias aminadas originadas da proteína do soro, que vão estimular o desenvolvimento do *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus*. Este, por sua vez, passa a crescer, abaixa ainda mais o pH e lança ao meio aminoácidos como glicina, histidina e valina, que estimulam o crescimento do *Streptococcus thermophilus*. Até este ponto se tem uma simbiose. No final do processo, tem-se um número bem maior de *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* que de *Streptococcus thermophilus*. A um pH de 4,3 ambas as bactérias passam a ser inibidas (FERREIRA, 2008).

O iogurte de beterraba apresentou pH de 4,53 em T40, sendo este um pH aceitável para manter a viabilidade das bactérias naturais do iogurte até o fim do prazo de validade estudado (BRASIL, 2007).

### 5.5.2.2 Análises colorimétricas

As análises de cor mostram que a coordenada L\*, que varia em uma escala de 0 (preto) a 100 (branco) e indica a luminosidade, apresentou uma média de 64,38 em T0, 66,34 em T20 e 67,42 em T40. Esses valores demonstram que o iogurte teve uma mudança de cor tendendo para o branco, ou seja, com maior luminosidade em T40 (Tabela 5.5.2.2).

A coordenada a\*, que varia de -60 (verde) a +60 (vermelho), apresentou médias de 26,41 em T0, 23,66 em T20 e 22,19 em T40. Esses valores se aproximam mais do vermelho, o que era esperado, devido à presença das betalaínas da beterraba. Mesmo que essas médias tenham diminuído ao longo do tempo, o valor encontrado em T40 ainda se aproxima mais do vermelho (Tabela 5.5.2.2).

Tabela 5.5.2.2 – Médias das coordenadas L\*, a\* e b\* e ΔE

|            | L*    | a*    | b*    | ΔE   |
|------------|-------|-------|-------|------|
| <b>T0</b>  | 64,38 | 26,41 | -0,38 |      |
| <b>T20</b> | 66,34 | 23,66 | -0,63 | 3,38 |
| <b>T40</b> | 67,42 | 22,19 | 0,73  | 5,32 |

L\*: luminosidade; a\*: intensidade de vermelho e verde; b\*: intensidade de amarelo e azul; ΔE: diferença global de cor tendo como referência os valores de L\*, a\* e b\* em T0.

A coordenada b\*, que varia de -60 (azul) a +60 (amarelo) apresentou médias de -0,38 em T0 e -0,63 em T20, valores esses que se aproximam mais do azul, e

depois, em T40, apresentou média de 0,73, se aproximando mais do amarelo (Tabela 5.5.2.2).

A diferença global de cor ( $\Delta E$ ) foi calculada em T20 e T40 levando em consideração as médias encontradas para  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  no iogurte recém produzido (T0). Foram encontrados valores de  $\Delta E = 3,38$  em T20 e  $\Delta E = 5,32$  em T40, sendo essas diferenças globais classificadas como “facilmente distinguível a olho nu”, segundo a classificação do próprio colorímetro (KONICA MINOLTA, 1998).

Na Figura 5.5.2.2 observa-se a cor do iogurte com 6,71% de beterraba, no dia em que foi produzido (T0) e no final do período de vida útil avaliado (T40). Ela demonstra que, mesmo que o iogurte tenha mudado de uma cor mais vívida para uma cor rósea clara, ele ainda apresentou uma cor que foi aceita pelos consumidores. Essa satisfação dos consumidores foi confirmada na análise sensorial, ao se observar os valores encontrados para o atributo cor, que é discutida no tópico 5.5.4.

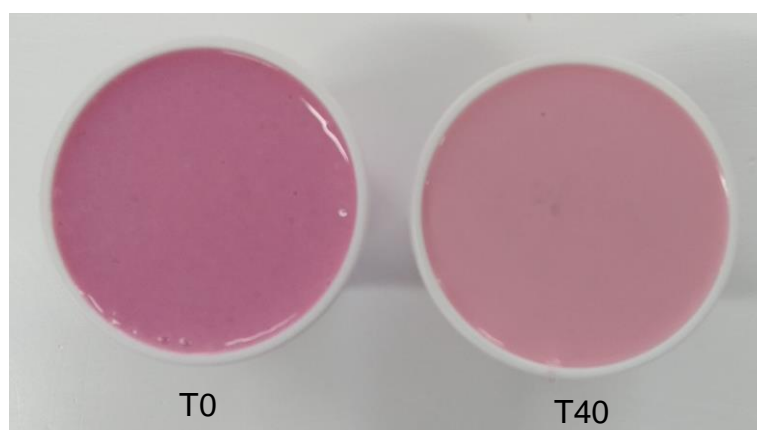


Figura 5.5.2.2 – Amostras de iogurte em T0 (zero dia) e T40 (quarenta dias).

As betalaínas, corantes naturais presentes na beterraba, são altamente susceptíveis à degradação por luz e oxigênio (KLUGE; PRECZENHAK, 2016; SAWICKI; WICZKOWSKI, 2018). Durante o armazenamento, o iogurte permaneceu contido em garrafas de polietileno fosco, próprias para iogurte, dentro da geladeira. Quando a geladeira é aberta, mesmo que o material da embalagem seja fosco, existe alguma incidência de luz sobre o produto.

Devido ao fato de a embalagem utilizada não ser à vácuo, existia também uma quantidade de oxigênio dentro dos frascos, o que pode ter levado à oxidação das

betalaínas e, conseqüentemente, diminuído sua intensidade de cor. Dessa forma, a interação com esses agentes pode ter levado à alteração visual de cor.

### 5.5.3 Avaliação da capacidade antioxidante

A atividade antioxidante encontrada para o iogurte com 6,71% de beterraba no método ABTS foi  $21,98 \pm 0,08 \mu\text{M}$  trolox/g bs no primeiro dia (T0) e  $14,61 \pm 0,27 \mu\text{M}$  trolox/g bs após 40 dias de armazenamento (T40). Mesmo que tenha ocorrido uma diminuição ( $p \leq 0,05$ ), ainda foi encontrada atividade antioxidante no fim do período avaliado. No método DPPH foram encontrados  $10,10 \pm 0,26 \mu\text{M}$  trolox/g bs em T0 e  $11,73 \pm 1,32 \mu\text{M}$  trolox/g bs em T40, sendo que não houve diferença significativa entre esses valores (Tabela 5.5.3).

Tabela 5.5.3 – Atividade antioxidante em  $\mu\text{M}$  trolox/g de iogurte em base seca

|             | <b>T0</b>        | <b>T40</b>       | <b>p-valor</b>    |
|-------------|------------------|------------------|-------------------|
| <b>ABTS</b> | $21,98 \pm 0,08$ | $14,61 \pm 0,27$ | 1,4E-06           |
| <b>DPPH</b> | $10,10 \pm 0,26$ | $11,73 \pm 1,32$ | 0,1 <sup>ns</sup> |

Médias  $\pm$  desvio padrão, ns = não significativo ( $p > 0,05$ ), T0 = 0 dia, T40 = 40 dias.

Sawicki, Baczek e Wiczowski (2016) avaliaram a capacidade antioxidante de diferentes partes e variedades de *Beta vulgaris* L. Eles encontraram valores de 21,37 a 51,29  $\mu\text{M}$  trolox/g bs por ABTS e de 20,40 a 54,78  $\mu\text{M}$  trolox/g bs por DPPH. Levando em consideração que esses autores avaliaram a beterraba pura e sem nenhum tratamento térmico, os valores encontrados no presente estudo mostram que o iogurte, mesmo com uma concentração de 6,71% de beterraba, apresentou atividade antioxidante satisfatória até o fim do período de vida útil avaliado.

O processamento pode ter um efeito significativo sobre o conteúdo de compostos fenólicos dos produtos à base de beterraba (KUMAR; BROOKS, 2018). Estudos têm demonstrado perdas de 49,9% após o processamento de geleia de beterraba e 25% após o processamento para produção de pickles (OKSUZ *et al.*, 2015; GULDIKEN *et al.*, 2016).

A alta concentração de lipídeos e proteínas em alimentos processados aumenta a sua susceptibilidade à oxidação, afetando suas características físico-químicas e vida útil (RANAWANA *et al.*, 2018). Os compostos antioxidantes são efetivos na proteção contra a deterioração provocada pela oxidação e podem reduzir

a formação de odores indesejáveis, escurecimento enzimático e perdas nutricionais dos alimentos, sendo todos esses fatores de importância comercial (SHAHIDI; ZHONG, 2010; KUMAR; BROOKS, 2018).

Alguns estudos demonstraram que a utilização da beterraba em produtos como maionese, pão, hambúrguer e bolo diminuiu a oxidação de lipídeos e proteínas, aumentando a capacidade antioxidante, a estabilidade oxidativa e a vida útil desses produtos (DUTHIE *et al.*, 2013; RAIKOS *et al.*, 2016; RANAWANA *et al.*, 2016; RANAWANA *et al.*, 2018). Além disso, Kanner, Harel e Granit (2001) demonstraram que a betanina e a betanidina, pigmentos do grupo das betalaínas, promovem a inibição da peroxidação lipídica em organismo humano, em níveis consideravelmente baixos (< 2,5 µM trolox/g bs). Não foram encontrados estudos, até a presente data, sobre a avaliação de atividade antioxidante em iogurte com beterraba.

#### **5.5.4 Análise sensorial**

Os atributos cor, aroma, consistência e intenção de compra não apresentaram diferença significativa entre T0 e T40 (Tabela 5.5.4). O atributo cor obteve médias de 8,3 em T0 e 8,4 em T40, próximas à “gostei muito” na escala hedônica. Mesmo que o iogurte tenha apresentado diferença visual de cor classificada como “facilmente distinguível a olho nu” nas análises colorimétricas entre T0 e T40 (Tópico 5.5.2.2), essa diferença não influenciou na aceitação do iogurte pelos consumidores, como mostra a análise sensorial.

O atributo aroma obteve médias de 7,5 em T0 e 7,7 em T40, próximas à “gostei moderadamente” na escala hedônica. O atributo consistência apresentou médias 8,0 em T0 e 8,2 em T40, sendo ambas as médias próximas à “gostei muito”. A intenção de compra permaneceu com médias próximas à “provavelmente compraria” em ambos os tempos, sendo 4,0 em T0 e 4,2 em T40.

As médias hedônicas dos atributos sabor e impressão global apresentaram diferença significativa entre o primeiro dia de fabricação (T0) e após 40 dias (T40). O atributo sabor obteve média de 7,5 em T0 e média de 7,9 em T40. O atributo impressão global obteve média de 7,7 em T0 e 8,1 em T40. Os valores de médias encontrados para esses atributos mostram que o iogurte teve sua aceitação aumentada após os 40 dias de armazenamento, melhorando seu sabor e impressão global.



Tabela 5.5.4 – Médias dos atributos avaliados nas análises sensoriais em T0 e T40.

| Atributo           | T0        | T40       | p-valor              |
|--------------------|-----------|-----------|----------------------|
| Cor                | 8,3 ± 0,8 | 8,4 ± 0,7 | 0,2655 <sup>ns</sup> |
| Aroma              | 7,5 ± 1,4 | 7,7 ± 1,3 | 0,1747 <sup>ns</sup> |
| Sabor              | 7,5 ± 1,5 | 7,9 ± 1,3 | 0,0303               |
| Consistência       | 8,0 ± 1,2 | 8,2 ± 1,1 | 0,1580 <sup>ns</sup> |
| Impressão global   | 7,7 ± 1,1 | 8,1 ± 1,0 | 0,0209               |
| Intenção de compra | 4,0 ± 0,9 | 4,2 ± 1,0 | 0,1092 <sup>ns</sup> |

Médias ± desvio padrão; ns = não significativo ( $p > 0,05$ ) pelo teste F; T0 = 0 dia, T40 = 40 dias

A análise sensorial de um produto é de suma importância para determinar sua vida útil. Durante o armazenamento, podem ocorrer reações químicas que alteram as características sensoriais do alimento. Além disso, as propriedades sensoriais dos produtos lácteos são amplamente dependentes do equilíbrio dos sabores derivados das proteínas, carboidratos e gorduras encontrados no leite. O sabor característico do iogurte é causado pelo ácido láctico, que é naturalmente produzido no processo de fermentação pela cultura “*starter*”. Outros componentes aromáticos como o acetaldeído, etanol, acetona, diacetil e 2-butanona desempenham um papel importante no sabor que é normalmente desejável no iogurte (OTT; FAY; CHAINTREAU, 1997). Diacetil e acetaldeído são os dois componentes causadores dos sabores mais proeminentes no iogurte, diferindo dos demais produtos lácteos fermentados (FARES *et al.*, 1998). Pode ser que esses componentes naturais do iogurte tenham se acentuado durante os quarenta dias de armazenamento, fazendo com que o sabor e a impressão global do produto obtivessem melhores médias hedônicas em T40 do que em T0.

Os valores encontrados nas análises sensoriais em T0 e no T40 demonstram que o iogurte com 6,71% de adição de beterraba foi capaz de se manter aceitável sensorialmente durante o período avaliado de 40 dias, para todos os atributos avaliados. Além disso, o sabor e impressão global foram ainda melhores no final do período avaliado, sendo o mesmo período de vida útil da maioria dos iogurtes comerciais.

## 5.6 Estudo do efeito da informação contida na embalagem sobre a aceitação do consumidor

Analisando os resultados encontrados no grupo que gosta de beterraba (Tabela

5.6), pode-se verificar que as médias hedônicas apresentaram diferença significativa para todos os atributos avaliados e para a intenção de compra, entre os testes cego e com informação. O atributo cor apresentou média de 8,4 no teste cego e de 8,6 no teste com informação. O atributo aroma apresentou média de 7,7 no teste cego e de 7,9 no teste com informação, sendo ambas próximas à “gostei muito”. O sabor obteve média de 7,9 no teste cego e 8,3 no teste com informação. O atributo consistência apresentou média de 8,2 no teste cego e 8,4 no teste com informação, sendo ambas as médias próximas à “gostei muito”. A impressão global obteve média 8,0 no teste cego e 8,3 no teste com informação, sendo classificadas como “gostei muito” (ou próximo) na escala hedônica. Quanto à intenção de compra, os consumidores que gostam de beterraba atribuíram uma média de 4,4 no teste cego e 4,6 no teste com informação.

Os resultados encontrados para o grupo GB mostram que o panfleto (Figura 4.7) influenciou positivamente na avaliação dos consumidores, uma vez que as médias de todos os atributos avaliados e também a intenção de compra foram maiores com a apresentação das informações a respeito do iogurte de beterraba.

Tabela 5.6 – Médias hedônicas e de intenção de compra dos grupos GB e NGB para os testes cego e com informação.

| Atributo           | GB (n=64)  |                |         | NGB (n=50) |                |           |
|--------------------|------------|----------------|---------|------------|----------------|-----------|
|                    | Teste cego | Com informação | p-valor | Teste cego | Com informação | p-valor   |
| Cor                | 8,4 ± 0,7  | 8,6 ± 0,6      | 0,0026  | 8,2 ± 1,0  | 8,3 ± 0,8      | 0,2566 ns |
| Aroma              | 7,7 ± 1,2  | 7,9 ± 1,2      | 0,028   | 7,1 ± 1,6  | 7,3 ± 1,5      | 0,0920 ns |
| Sabor              | 7,9 ± 1,1  | 8,3 ± 0,8      | 0,001   | 6,6 ± 1,8  | 7,3 ± 1,7      | 0,0015    |
| Consistência       | 8,2 ± 0,9  | 8,4 ± 0,8      | 0,035   | 7,5 ± 1,4  | 8,0 ± 1,0      | 0,00002   |
| Impressão global   | 8,0 ± 1,0  | 8,3 ± 0,6      | 0,0004  | 7,3 ± 1,3  | 7,8 ± 1,0      | 0,0002    |
| Intenção de compra | 4,4 ± 0,7  | 4,6 ± 0,6      | 0,0006  | 3,5 ± 1,0  | 4,0 ± 1,1      | 0,0001    |

Médias ± desvio padrão; ns = diferença não significativa ( $p > 0,05$ ) entre o teste cego e o com informação pelo teste t para amostras pareadas. GB = gosta de beterraba, NGB = não gosta de beterraba

Em relação ao grupo que não gosta de beterraba, os atributos cor e aroma não apresentaram diferença significativa entre os testes cego e com informação. O atributo cor apresentou médias próximas ao termo “gostei muito” em ambas as sessões. O atributo aroma apresentou médias próximas a “gostei moderadamente” nas sessões. Já para os atributos sabor, consistência, impressão global e intenção de compra foram encontradas diferenças significativas entre os testes. O sabor obteve média de 6,6 no

teste cego e 7,3 no teste com informação. O atributo consistência apresentou média de 7,5 no teste cego e 8,0 no teste com informação, sendo as médias próximas a “gostei moderadamente” e “gostei muito”, respectivamente. A impressão global obteve média 7,3 no teste cego, aumentando este valor para 7,8 no teste com informação, isto é, no teste na presença do panfleto, a média deste atributo aproximou-se mais do termo “gostei muito” na escala hedônica. Quanto à intenção de compra, os consumidores que não gostam de beterraba atribuíram uma média de 3,5 no teste cego e 4,0 no teste com informação, sendo este último referente à “provavelmente compraria” na escala de intenção de compra.

Fazendo uma comparação entre os grupos GB e NGB, percebe-se que a informação a respeito das características do produto exerceu uma influência positiva na aceitação dos consumidores pelo iogurte de beterraba, independente do nicho da população estudado. O sabor, a consistência, a impressão global e a intenção de compra apresentaram médias superiores após a apresentação das informações a respeito do iogurte, em ambos os grupos. Mesmo que os atributos cor e aroma não tenham apresentado diferença significativa entre as sessões no grupo NGB, a presença da informação sobre conter beterraba no produto não fez com que as médias reduzissem estatisticamente, permanecendo com valores por volta de 8 e 7, respectivamente.

A aceitação de um produto não é determinada somente por suas características sensoriais, mas também por fatores não sensoriais atrelados ao consumidor e ao próprio alimento. Os fatores não sensoriais relacionados ao consumidor são: idade, sexo, conceitos étnicos, culturais e religiosos, renda familiar, fatores sociais, preocupação com a saúde, entre outros. Os fatores não sensoriais atrelados ao alimento são: conveniência, utilidade e praticidade, preço, origem e tecnologia de produção do alimento, estabilidade, segurança e valor nutritivo, marca, entre outros (DELLA LUCIA *et al.* 2018).

Devido ao fato de a beterraba apresentar aroma e sabor terrosos, que são causados pela substância chamada geosmina (BACH *et al.*, 2015), acreditava-se que o iogurte seria recusado pelos consumidores que não gostam deste vegetal. Porém, os resultados encontrados em relação à aceitação sensorial nos testes cego e com informação mostram que esses consumidores foram influenciados positivamente quando apresentadas as informações sobre o produto.

O panfleto desenvolvido (Figura 4.7) mostra informações sobre o iogurte como a presença da beterraba, sua composição nutricional (macro nutrientes, micronutrientes e valor calórico), atividade antioxidante, diminuição da quantidade de açúcares de adição (sacarose) e os ingredientes utilizados na formulação do iogurte de beterraba. Além disso, o panfleto foi confeccionado com uma cor próxima à cor da beterraba e apresentava um nome fictício para o produto (Betgurt), acompanhado também de uma imagem de beterraba. Dessa forma, um fator que pode ter contribuído para o aumento das notas hedônicas e intenção de compra dos consumidores no teste com informação é a superação da expectativa gerada pelos consumidores em relação ao produto.

A expectativa possui um importante papel no comportamento do consumidor porque ela pode piorar ou melhorar a percepção sobre um produto mesmo antes de ele ser consumido. Ela está fortemente relacionada à satisfação ou ao descontentamento do consumidor e, por isso, é normalmente medida em termos do grau de disparidade entre os desempenhos esperados e observados do produto. A expectativa pode ser gerada pelas características não sensoriais ou extrínsecas ao alimento, como informações sobre origem, nome da marca, tecnologia de produção, informações nutricionais, preço, embalagem e rótulo. As características não sensoriais podem levar o consumidor a comprar o produto, mas as características sensoriais confirmam a aceitação e podem determinar a recompra (DELLA LUCIA *et al.*, 2018). Assim, quando os consumidores provaram o iogurte de beterraba na presença das informações disponibilizadas, este fenômeno pode ter influenciado positivamente na aceitação, aumentando as médias hedônicas recebidas.

Os laticínios que utilizam a beterraba têm como objetivo principal apenas intensificar a cor de outros ingredientes que são utilizados para conferir sabor aos iogurtes, como o morango, por exemplo. Devido à alta concentração de betalaínas na beterraba, essa quantidade de beterraba adicionada para conferir somente cor é muito baixa, não agregando valor nutricional e sabor ao produto. Além do mais, quando o corante de beterraba é utilizado, esse aparece somente na lista de ingredientes como um aditivo e no verso do rótulo, não chamando a atenção do consumidor sobre a utilização da beterraba no produto. Assim, o estudo da presença da beterraba no iogurte se torna importante para averiguar a reação dos consumidores em relação a este ingrediente.

Os resultados encontrados mostram que a apresentação da beterraba de forma clara no panfleto do produto não fez com que houvesse rejeição pelo iogurte. Além do mais, a utilização da beterraba com o objetivo de conferir, além de cor, sabor ao iogurte, aumentou a aceitação sensorial do produto tanto das pessoas que gostam de beterraba quanto das pessoas que não gostam de beterraba. Em relação à intenção de compra, mesmo que os consumidores que gostam de beterraba sejam mais propensos a comprar este produto, as informações sobre o iogurte de beterraba também aumentaram as notas de intenção de compra entre os consumidores que não gostam de beterraba. Esses dados mostram que o iogurte de beterraba pode ser uma alternativa de consumo para a faixa da população que não gosta de beterraba e tem seu consumo limitado em sua forma *in natura*.

## **6 CONCLUSÃO**

Os resultados encontrados neste estudo permitem concluir que a escolha da formulação F5 (5% de beterraba no iogurte) como amostra controle foi eficiente para determinar a concentração de preparado de beterraba a ser adicionada no iogurte, por meio da metodologia dos limiares hedônicos.

A concentração de preparado de beterraba referente ao LAC do grupo GB (6,71%), que foi escolhida para ser utilizada nas análises subsequentes, não influenciou negativamente na composição centesimal do iogurte, sendo que o produto permaneceu dentro das recomendações preconizadas pela legislação para iogurte batido.

A adição de 6,71% de preparado de beterraba ocasionou um leve aumento do teor de carboidratos totais do iogurte. Porém, com a redução de 50% no teor de sacarose adicionada, o produto pode ser denominado como “reduzido em açúcar” de acordo com a legislação brasileira. Mesmo que tenha ocorrido um incremento no teor de fibras, é interessante estudar a adição de outro componente, juntamente com a beterraba, a fim de aumentar o teor de fibras a valores que possibilitem o produto ter a alegação “rico em fibras” ou “fonte de fibras”.

A forma como o iogurte foi produzido e armazenado possibilitou que o produto apresentasse valores de pH e acidez aceitáveis pela legislação vigente e parâmetros microbiológicos estáveis durante os quarenta dias de armazenamento avaliados. Em relação à cor, as amostras de iogurte tornaram-se mais claras ao longo dos quarenta

dias. Porém, a análise sensorial demonstrou que essa mudança de cor não causou rejeição pelos consumidores, permanecendo com médias hedônicas acima de 8 (gostei muito) em T40. Além disso, as médias hedônicas encontradas na análise sensorial em T40 foram ainda melhores para sabor e impressão global do que em T0. A adição de 6,71% de beterraba, ainda, foi suficiente para que o iogurte apresentasse atividade antioxidante até os quarenta dias avaliados.

O estudo do efeito da informação a respeito do iogurte na aceitação e intenção de compra dos consumidores mostrou que as informações apresentadas promoveram um aumento na aceitação sensorial do produto, tanto do grupo GB quanto do grupo NGB. Em relação à intenção de compra, ambos os grupos tiveram aumento de suas médias após a apresentação das informações do iogurte, porém, os consumidores que gostam de beterraba foram mais propensos a comprar este produto do que os que não gostam de beterraba.

Este estudo mostrou que a beterraba pode ser utilizada como um sabor na fabricação de iogurtes, com uma concentração de até 6,71% de adição.

Frente a esses resultados, torna-se necessário um estudo mais detalhado em relação à forma com que o iogurte pode ser armazenado, para que não ocorra alteração de cor ou que esse efeito seja reduzido, como estudar o tipo de embalagem e/ou tecnologias de processamento empregadas. Além disso, torna-se importante a realização de estudos “in vivo” e/ou “in vitro”, a fim de se verificar a ação antioxidante do iogurte de beterraba também no organismo.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIPOINT. Milkpoint: Cinco principais tendências que moldarão a indústria de lácteos em 2019. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/noticias-e-mercado/giro-noticias/cinco-principais-tendencias-que-moldarao-a-industria-de-lacteos-em-2019-213003/>. Acesso em 13 jan. 2020.

AOAC – Association of Official Analytical Chemist. **Official Methods of Analysis**. 15<sup>o</sup> ed. Washington (DC): 1985, 1986.

ASIOLI, D.; ASCHEMANN-WITZEL, J.; CAPUTO, V.; VECCHIO, R.; ANNUNZIATA, A.; NAES, T.; VARELA, P. Making sense of the “clean label” trends: A review of consumer food choice behavior and discussion of industry implications. **Food Research International**. 2017.

ATAMIAN, S.; OLABI, A.; KEBBE BAGHDADI, O.; TOUFEILI, I. The characterization of the physicochemical and sensory properties of full-fat, reduced-fat and low-fat bovine, caprine, and ovine Greek yogurt (Labneh). **Food Science & Nutrition**, v. 2(2), p. 164–173, 2014.

BACH, V.; MIKKELSEN, L.; KIDMOSE, U.; EDELENBOS, M. Culinary preparation of beetroot (*Beta vulgaris* L.): the impact on sensory quality and appropriateness. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v. 95. p. 1852–1859, 2015.

BLÁZOVICS, A.; NYIRÁDY, P.; ROMICS, I.; SZÚCS, M.; HORVÁTH, A.; SZILVÁS, A.; SZÉKELY, E.; SZENTMIHÁLYI, K.; BEKŐ, G; SÁRDI, E. 2012. How Can Cancer-Associated Anemia Be Moderated with Nutritional Factors and How Do Beta Vulgaris L. Ssp. Esculenta Var. Rubra Modify the Transmethylation Reaction in Erythrocytes in Cancerous Patients?. **InTech**, Disponível em: <http://www.intechopen.com/books/anemia/how-can-cancer-associatedanemia-be-moderated-with-nutritional-factors-and-how-do-beta-vulgaris-l-ss>

BLUMER, Z. P.; ARIENE, V. D.; REGO, G. F.; AMARAL, R. Brasil Dairy Trends 2020. 1. ed. Campinas : ITAL, 2017.

BRAND-WILLIAMS; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. **LTW - Food Science and Technology**, v. 28, p. 25–30, 1995.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução-RDC nº 12, de 02 de janeiro de 200: Anexo - Regulamento Técnico Sobre os Padrões Microbiológicos para Alimentos, 2001.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução - RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados, 2003.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução da diretoria colegiada – RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Regulamento técnico Mercosul sobre informação nutricional, 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Portaria nº 46, de 23 de novembro de 2007: Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (PIQ) de leites fermentados, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003: Anexo I - Métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Relatório de produtos por UF. Brasília, DF, 2016.

CEASA. Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília. Disponível em <<http://www.ceasa.gov.br/>>. Acesso em: 17 fev. 2020.

CHOLLET, M.; GILLE, D.; SCHMID, A.; WALTHER, B.; PICCINALI, P. Acceptance of sugar reduction in flavored yogurt. **Journal of Dairy Science**. v. 96, p. 5501–5511, 2013.

CHOŁUJ, A.; JANISZOWSKA, W. Oleanolic acid derivatives and their pharmacological activity. **Herba Polonica**. v. 51, p. 66–76, 2005.

CLIFFORD, T.; BELL, O.; WEST, D. J.; HOWATSON, G.; STEVENSON, E. J. The effects of beetroot juice supplementation on indices of muscle damage following eccentric exercise. **European Journal of Applied Physiology**. v.116. p. 353–362, 2016.

CLOSE, G. L.; HAMILTON, D. L.; PHILP, A.; BURKE L. M.; MORTON, J. P. New strategies in sport nutrition to increase exercise performance. **Free Radical Biology and Medicine**. v. 98. p. 44–158, 2016.

DAMUNUPOLA, D.A.P.R.; WEERATHILAKE, W.A.D.V.; SUMANASEKARA, G.S. Evaluation of Quality Characteristics of Goat Milk Yogurt Incorporated with Beetroot Juice. **International Journal of Scientific and Research Publications**. v. 4, 2014.

DELIZA, R.; MACFIE, H.J.H. The generation of sensory expectation by external cues and its effect on sensory perception and hedonic ratings: a review. **Journal of Sensory Studies**. v. 11, p. 103-128 , 1996.

DELLA LUCIA, S. M.; MINIM, V. P. R.; CARNEIRO, J. D. S. Análise Sensorial de Alimentos. In: MINIM, V. P. R. **Análise sensorial: Estudos com consumidores**. 4. ed. Viçosa: Editora UFV, 2018. cap. 1, p. 13-48.

DELLA LUCIA, S. M.; MINIM, V. P. R.; SILVA, C. H. O.; MINIM, L. A. Características Não Sensoriais e o Comportamento do Consumidor; Conceitos e Métodos Estatísticos de Avaliação. In: MINIM, V. P. R. **Análise sensorial: Estudos com consumidores**. 4. ed. Viçosa: Editora UFV, 2018. cap. 7, p. 143-184.



DELLA LUCIA, S. M.; MINIM, V. P. R.; SILVA, C. H. O.; MINIM, L. A.; CIPRIANO, P. Ordered probit regression analysis of the effect of brand name on beer acceptance by consumers. **Food Science and Technology**. v. 33(3), p. 586-591, 2013.

DELLA LUCIA, S. M., MINIM, V. P. R., SILVA, C. H. O., MINIM, L. A., & CIPRIANO, P. Use of relative risk test to evaluate the influence of the brand on beer acceptability. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35(1), p. 267-276, 2014.

DUTHIE, G.; CAMPBELL, F.; BESTWICK, C.; STEPHEN, S.; RUSSELL, W. Antioxidant Effectiveness of Vegetable Powders on the Lipid and Protein Oxidative Stability of Cooked Turkey Meat Patties: Implications for Health. **Nutrients**. v. 5, p. 1241-1252, 2013.

FARES, K.; LANDY, P.; GUILARD, R.; VOILLEY, A. Physicochemical interactions between aroma compounds and milk proteins: Effect of water and protein modification. **Journal of Dairy Science**. v. 81(1), p. 82–91, 1998.

FERREIRA, C.L.L.F. Produtos Lácteos Fermentados. Aspectos Bioquímicos e Tecnológicos. 3ª ed. 112p, UFV. Viçosa, MG. 2008.

FISBERG, M.; MACHADO, R. History of yogurt and current patterns of consumption. **Nutrition Reviews**. v. 73, p. 4–7, 2015.

GENGATHARAN, A.; DYKES, G. A.; CHOO, W. S. Betalains: Natural plant pigments with potential application infunctional foods. **LWT - Food Science and Technology**. v. 64, p. 645-649, 2015.

GEORGIEV, V. G.; WEBER, J.; KNESCHKE, E. M.; DENEV, P. N.; BLEY, T.; PAVLOV, A. I. Antioxidant activity and phenolic content of betalain extracts from intact plants and hairy root cultures of the red beetroot *Beta vulgaris* cv. Detroit dark red. **Plant Foods for Human Nutrition**. v. 65, p. 65-11, 2010.

GERBER, N. N. Volatile substances from actinomycetes: their role in the odor pollution of water. **Critical Review in Microbiology**. v. 7, p. 191-214, 1979.

GULDIKEN, B.; TOYDEMIR, G.; MEMIS, K. N.; OKUR, S.; BOYACIOGLU, D.; CAPANOGLU, E. Home-Processed Red Beetroot (*Beta vulgaris* L.) Products: Changes in Antioxidant Properties and Bioaccessibility. *International Journal of Molecular Science*. v. 17, 2016.

HORTIFRUTI BRASIL. Piracicaba: CEPEA Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ano16, n.177, p.1-31, 2018.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4.ed. São Paulo, 2008.

KANNER, J.; HAREL, S.; GRANIT, R. Betalains - A New Class of Dietary Cationized Antioxidants. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**. v. 49, p. 5178-5185, 2001.

KLUGE, R. A.; PRECZENHAK, A. P. Betalaínas em beterraba minimamente processada: perdas e formas de preservação. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**. v. 17, p. 175-192, 2016.

KUMAR, S.; BROOKS, M. S. Use of Red Beet (*Beta vulgaris* L.) for Antimicrobial Applications-a Critical Review. **Food Bioprocess Technology**. v. 11, p. 17-42, 2018.

LAWLESS, H. T. & HEYMANN, H. Sensory evaluation of food: Principles and practices. 2ª ed. New York: Springer, 596p, 2010.

LÉXICO. Dicionário de Português Online. Disponível em: <https://www.lexico.pt/perene>. Acesso em: 30 jan. 2020

LIMA FILHO, T.; MINIM, V. P. R.; SILVA, R. C. S. N.; DELLA LUCIA, S. M.; MINIM, L. A. Methodology for determination of two new sensory thresholds: Compromised acceptance threshold and rejection threshold. **Food Research International**. v. 76, p. 561-566, 2015.

LU, G.; EDWARDS, C. G.; FELLMAN, J. K; MATTINSON, D. S.; NAVAZIO, J. Biosynthetic origin of geosmin in red beets (*Beta vulgaris* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 51, p. 1026–1029, 2003.

LUNDBERG, J. O.; GOVONI, M. Inorganic nitrate is a possible source for systemic generation of nitric oxide. **Free Radical Biology & Medicine**. v. 37, n.3, p. 395-400, 2004.

MARTINS, N.; RORIZ, C. L.; MORALES, P.; BARROS, L.; FERREIRA, I. C. F. R. Coloring attributes of betalains: a key emphasis on stability and future applications. **Food and Function**.v. 8, p. 1357–1372, 2017.

MCCLEMENTS, D. J.; GUMUS, C. E. Natural emulsifiers - biosurfactants, phospholipids, biopolymers, and colloidal particles: molecular and physicochemical basis of functional performance. **Advances in Colloid and Interface Science**. v. 234, p. 3–26, 2016.

MEDSKER, L. L.; JENKINS, D.; THOMAS, J. F. Odorous compounds in natural waters: an earthy-smelling compound associated with blue-green algae and actinomycetes. **Environmental Science & Technology**. v. 2, p. 461-464, 1968.

MEREDDY, R.; CHAN, A.; FANNING, K.; NIRMAL, N.; SULTANBAWA, Y. Betalain rich functional extract with reduced salts and nitrate content from red beetroot (*Beta vulgaris* L.) using membrane separation technology. **Food Chemistry**. v. 215, p. 311-317, 2017.

MIKOŁAJCZYK-BATOR, K.; BŁASZCZYK, A.; CZYZNIEJEWSKI, M.; KACHLICKI, P. Characterisation and identification of triterpene saponins in the roots of red beets (*Beta vulgaris* L.) using two HPLC–MS systems. **Food Chemistry**. v. 192, p. 979–990, 2016.

MINOLTA - KONICA MINOLTA SENSING, INC. Precise color communication: color control from feeling to instrumentation. Japan: Minolta Corporation Instrument Systems Division, 59 p. 1998.

MORDOR INTELLIGENCE. Yogurt market - growth, trends and forecasts (2020 - 2025). Disponível em: [https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/yogurt-market?gclid=CjwKCAiAmNbwBRBOEiwAqcwwpabgchSqeFnzrBHsYTopir2IHQN\\_J6BOYf0M0haWj-XZdG0lzIHNshoCivlQAvD\\_BwE](https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/yogurt-market?gclid=CjwKCAiAmNbwBRBOEiwAqcwwpabgchSqeFnzrBHsYTopir2IHQN_J6BOYf0M0haWj-XZdG0lzIHNshoCivlQAvD_BwE). Acesso em: 02 jan. 2020.

MROCZEK, A.; KAPUSTA, I.; JANDA, B.; JANISZOWSKA, W. Triterpene Saponin Content in the Roots of Red Beet (*Beta vulgaris* L.) Cultivars. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 60, p. 12397-12402, 2012.

NEMZER, B.; PIETRZKOWSKI, Z.; SPÓRNA, A.; STALICA, P.; THRESHER, W.; MICHAŁOWSKI, T.; WYBRANIEC, S. Betalainic and nutritional profiles of pigment-enriched red beet root (*Beta vulgaris* L.) dried extracts. **Food Chemistry**. v. 127. p. 42-53, 2011.

NINFALI, P.; ANGELINO, D. Nutritional and functional potential of *Beta vulgaris* cicla and rubra. **Fitoterapia**. v. 89. p. 188–199, 2013.

NYAMETE, F. A.; MONGI, R.J. Folate Contents, Nutritional Quality and Consumer Acceptability of Yogurt Fortified with Red Beetroot Extract. **Tanzania Journal of Agricultural Sciences**. v. 16, n. 2, p. 90-100, 2017.

OKSUZ, T.; SUREK, E.; TACER-CABA, Z.; NILUFER-ERDIL, D. Phenolic contents and antioxidant activities of persimmon and red beet jams produced by sucrose impregnation. **Food Science and Technology**. v. 3, p. 1–8, 2015.

OTT, A.; FAY, L. B.; CHAINTREAU, A. Determination and origin of the aroma impact compounds of yogurt flavor. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 45, p. 850–858, 1997.

OZTURK, B.; MCCLEMENTS, D. J. Progress in natural emulsifiers for utilization in food emulsions. **Current Opinion In Food Science**. v. 7, p. 1-6, 2016.

PINHEIRO, A. B. V. et al. Tabela para avaliação de consumo alimentar em medidas caseiras. 5. ed. São Paulo: Atheneu, 2004. 131 p.

PIORKOWSKI, D. T.; MCCLEMENTS, D. J. Beverage emulsions: recente developments in formulation, production, and applications. **Food Hydrocolloids**. v. 42, parte 1, p. 5-41, 2014.

PRUDENCIO, I. D.; PRUDENCIO, E. S.; GRIS, E. F.; TOMAZI, T.; BORDIGNON-LUIZ, M. T. Petit suisse manufactured with cheese whey retentate and application of betalains and anthocyanins. **LWT**. v.41(5), p. 905–910, 2008.

RALLA, T.; SALMINEN, H.; EDELMANN, M.; DAWID, C.; HOFMANN, T.; WEISS, J. Sugar Beet Extract (*Beta vulgaris* L.) as a New Natural Emulsifier: Emulsion Formation. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 65, p. 4153-4160, 2017.

RANAWANA, V.; MOYNIHAN, E.; CAMPBELL, F.; DUTHIE, G.; RAIKOS, V. Beetroot improves oxidative stability and functional properties of processed foods: singular and combined effects with chocolate. **Journal of Food Science and Technology**. v. 55, n.7, p. 2401-2409, 2018.

RANAWANA, V.; RAIKOS, V.; CAMPBELL, F.; BESTWICK, C.; NICOL, P.; MILNE, L.; DUTHIE, G. Breads Fortified with Freeze-Dried Vegetables: Quality and Nutritional Attributes. Part 1: Breads Containing Oil as an Ingredient. **Foods**. v. 5, p. 19, 2016.

RAIKOS, V.; MCDONAGH, A.; RANAWANA, V.; DUTHIE, G. Processed beetroot (*Beta vulgaris* L.) as a natural antioxidant in mayonnaise: Effects on physical stability, texture and sensory attributes. **Food Science and Human Wellness**. v. 5, p. 191–198, 2016.

RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICEEVANS, C. Antioxidant activity applying an improved abts radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 26, n. 9, p. 1231–1237, 1999.

REIS, C. R.; MINIM, V. P. R. Testes de Aceitação. In: MINIM, V. P. R. **Análise sensorial: Estudos com consumidores**. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2013. cap. 3, p. 65-81.

SAWICKI, T.; BACZEK, N.; WICZKOWSKI, W. Betalain profile, content and antioxidant capacity of red beetroot dependent on the genotype and root part. **Journal of Functional Foods**. v. 27, p. 249-261, 2016.

SAWICKI, T.; WICZKOWSKI, W. The effects of boiling and fermentation on betalain profiles and antioxidant capacities of red beetroot products. **Food Chemistry**. v. 259, p. 292–303, 2018.

Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE. **Os aspectos da indulgência no consumo de panificados e confeitaria**. Disponível em: [https://bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS\\_CHRONUS/bds/bds.nsf/cf9df998d82cf85090bd4918ae1fdb8f/\\$File/19205.pdf](https://bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/cf9df998d82cf85090bd4918ae1fdb8f/$File/19205.pdf). Acesso em: 17 fev. 2020.

SHAHIDI, F.; ZHONG, Y. Novel antioxidants in food quality preservation and health promotion. **European Journal of Lipid Science and Technology**. v. 112, p. 930–940, 2010.

SPRAG, S. G.; LIGHT, M. E.; VAN STADEN, J. Biological activities and distribution of plant saponins. **Journal of Ethnopharmacology**. v. 94, p. 219–243, 2004.

STATISTICAL ANALYSES SYSTEM. SAS/STATA software. Disponível em: [https://www.sas.com/en\\_us/software/stat.html](https://www.sas.com/en_us/software/stat.html).

STRACK, D.; VOGT, T.; SCHLIEMANN, W. Recent advances in betalain research. **Phytochemistry**. v. 62, p. 247-269, 2003.

TABACHEK, J. A. L.; YURKOWSKI, M. Isolation and identification of blue-green algae producing muddy odor metabolites, geosmin, and 2-methylisoborneol, in saline lakes in Manitoba. **Journal of the Fisheries Research Board of Canada**. v. 33, p. 25-35, 1976.

TACO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. 4. ed. rev. e ampl. Campinas: UNICAMP-NEPA, 2011. 161 p.

TIVELLI, S. W.; FACTOR, T. L.; TERAMOTO, J. R. S.; FABRI, E. G.; MORAES, A. R. A.; TRANI, P. E.; MAY, A. **Beterraba: do plantio à comercialização**. Campinas: IAC, 2011. 45p. (comunicado técnico, 10).

WYLIE, L. J.; BAILEY, S. J.; KELLY, J.; BLACKWELL, J. R.; VANHATALO, A.; JONES, A. M. Influence of beetroot juice supplementation on intermitente exercise performance. **European Journal of Applied Physiology**. v. 116. p.415–425, 2016.

WYLIE, L. J.; KELLY, J.; BAILEY, S. J.; BLACKWELL, J. R.; SKIBA, P. F.; WINYARD, P. G.; JEUKENDRUP, A. E.; VANHATALO, A.; JONES, A. M. Beetroot juice and exercise: pharmacodynamic and dose-response relationships. **Journal of Applied Physiology**. v. 115. p. 325–336, 2013.

## APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O(A) Sr.(a) \_\_\_\_\_ (Nome completo do participante), está sendo convidado(a) a participar da pesquisa intitulada “Iogurte com adição de beterraba: composição centesimal, caracterização físico-química, determinação de vida útil e aceitação sensorial”, sob a responsabilidade da Prof<sup>a</sup>. Suzana Maria Della Lucia.

#### JUSTIFICATIVA

A beterraba (*Beta vulgaris* L.) apresenta carboidratos, fibras, magnésio, manganês, potássio, folato, nitrato e é uma das mais ricas e acessíveis fontes de betalaínas. Além de sua capacidade corante, a betalaína é um pigmento antioxidante, anti-inflamatório, hepatoprotetor e antitumoral. A beterraba é utilizada em indústrias de conservas, alimentos infantis, compostos antioxidantes em suplementos para atletas, fortificantes nutricionais de alimentos processados e como corantes em sopas desidratadas, iogurtes, entre outros. O desenvolvimento de novos produtos lácteos é importante, visto que, grande parte da população almeja melhorar sua qualidade de vida em relação à saúde e os produtos industrializados fazem parte da rotina dessas pessoas. O aroma e sabor terrosos da beterraba são causados pelos derivados pirazínicos e geosmina. Esses podem ser mascarados ou alterados incorporando a hortaliça a outros ingredientes como no iogurte, o que também pode aumentar sua aceitação e consumo.

#### OBJETIVO(S) DA PESQUISA

O presente projeto tem como objetivo estudar o processamento de iogurte com beterraba, visando o desenvolvimento de um produto seguro microbiologicamente, aceitável sensorialmente e com melhor aspecto nutricional que iogurtes convencionais.

#### PROCEDIMENTOS

O(A) Sr.(a) só poderá participar da pesquisa se for consumidor(a) de iogurte e maior de 18 anos. O(A) Sr.(a) irá provar aproximadamente 50 mL de iogurte (o equivalente a um copinho de café) por sessão e informar o quanto gostou ou desgostou de cada amostra, dizer quais as características das amostras e sua intenção de compra do iogurte. Não é necessário beber todo o iogurte, apenas a quantidade que você achar necessário. O(A) Sr.(a) também será convidado a preencher um questionário.

#### DURAÇÃO E LOCAL DA PESQUISA

As análises durarão cerca de 10 minutos e ocorrerão no Laboratório de Análise Sensorial da Universidade Federal do Espírito Santo, em Alegre – ES.

#### RISCOS E DESCONFORTOS

O principal risco é você sentir algum tipo de desconforto durante as análises, como fadiga gustativa e náuseas, desconfortos gastrointestinais, alguma alergia e, ou intolerância relacionados à ingestão de iogurte. Para minimizar esses riscos, você terá total liberdade para determinar a quantidade que irá ingerir de cada amostra e terá a liberdade de parar as

avaliações no momento que quiser. O risco à sua saúde é minimizado, uma vez que não é empregado o uso de aditivos alimentícios ou fármacos prejudiciais à saúde na fabricação do iogurte. Caso você se sinta constrangido em responder às perguntas do questionário aplicado, você terá total liberdade de não preenchê-lo.

### **BENEFÍCIOS**

Participando da pesquisa você terá a oportunidade de conhecer novos produtos (no caso, o iogurte desenvolvido). Você também ficará familiarizado com procedimentos de análise sensorial de alimentos, aprendendo sobre estudos que envolvem o comportamento do consumidor.

### **ACOMPANHAMENTO E ASSISTÊNCIA**

Se você apresentar alguns dos efeitos adversos relacionados diretamente à pesquisa, receberá acompanhamento, assistência e orientação, conforme o caso. A ingestão das bebidas da pesquisa será suspensa e você poderá ser encaminhado ao médico da Secretaria de Saúde do município de Alegre. Você terá direito à assistência imediata, integral e gratuita por danos decorrentes da pesquisa.

### **GARANTIA DE RECUSA EM PARTICIPAR DA PESQUISA E/OU RETIRADA DE CONSENTIMENTO**

Você não é obrigado(a) a participar da pesquisa, podendo deixar de participar dela em qualquer momento de sua execução, sem que haja penalidades ou prejuízos decorrentes de sua recusa. Caso decida retirar seu consentimento, você não mais será contatado(a) pelos pesquisadores.

### **GARANTIA DE MANUTENÇÃO DO SIGILO E PRIVACIDADE**

Os pesquisadores se comprometem a resguardar sua identidade durante todas as fases da pesquisa, inclusive após publicação.

### **GARANTIA DE RESSARCIMENTO FINANCEIRO**

O ressarcimento financeiro ao participante da pesquisa não se aplica, visto que os consumidores não terão nenhum ônus ou gasto envolvido em sua participação. Os participantes serão abordados no Campus de Alegre, nos prédios de salas de aula e salas administrativas, próximos ao laboratório de análise, no período de expediente da Universidade.

### **GARANTIA DE INDENIZAÇÃO**

Será garantida a indenização do participante diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa.

### **ESCLARECIMENTO DE DÚVIDAS**

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa ou para relatar algum problema, o (a) Sr.(a) pode contatar a pesquisadora Suzana Maria Della Lucia, no telefone (28) 3552-8602, ou no Laboratório de Análise Sensorial, na UFES, campus de Alegre. O(A) Sr.(a) também pode contatar o Comitê de Ética em Pesquisa do Campus de Alegre da Universidade Federal do Espírito Santo (CEP/Alegre/UFES), por meio do telefone (28) 3552-8771, e-mail cep.alegre.ufes@gmail.com ou correio: Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, Prédio Administrativo do Campus de Alegre, Alto Universitário, s/n, caixa postal 16, Bairro Guararema, CEP 29.500-000, Alegre - ES, Brasil. O CEP/Alegre/UFES tem a função de analisar projetos de pesquisa visando à proteção dos participantes dentro de padrões éticos nacionais e internacionais. Seu horário de funcionamento é de segunda a sexta-feira, das 8h às 11h.

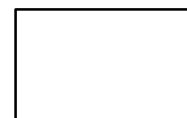
Declaro que fui verbalmente informado e esclarecido sobre o presente documento, entendendo todos os termos acima expostos, e que voluntariamente aceito participar deste

estudo. Também declaro ter recebido uma via deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, de igual teor, assinada pelo(a) pesquisador(a) principal ou seu representante, rubricada em todas as páginas.

Alegre, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Participante da pesquisa



Na qualidade de pesquisador responsável pela pesquisa “Iogurte com adição de beterraba: composição centesimal, caracterização físico-química, determinação de vida útil e aceitação sensorial”, eu, Suzana Maria Della Lucia, declaro ter cumprido as exigências do(s) item(s) IV.3 e IV.4 (se pertinente), da Resolução CNS 466/12, a qual estabelece diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos.

\_\_\_\_\_  
Pesquisadora: Suzana Maria Della Lucia



## ANEXO A - QUESTIONÁRIO DEMOGRÁFICO E COMPORTAMENTAL PARA O ESTUDO COM IOGURTES

O laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Engenharia de Alimentos / CCAE-UFES está realizando um estudo com iogurtes. Se você deseja participar desse estudo, por favor, preencha este formulário. Se tiver qualquer dúvida, entrar em contato com a Profª. Suzana - (28) 35528602.

- 1) Nome: \_\_\_\_\_
- 2) Celular: (\_\_\_\_) \_\_\_\_\_
- 3) E-mail: \_\_\_\_\_
- 4) Sexo: ( ) masculino ( ) feminino
- 5) Idade: \_\_\_\_\_
  
- 6) Grau de instrução: ( ) superior incompleto  
( ) 1º grau incompleto ( ) superior completo  
( ) 1º grau completo ( ) pós graduação incompleto  
( ) 2º grau incompleto ( ) pós graduação completo  
( ) 2º grau completo ( ) outro: \_\_\_\_\_
  
- 7) Profissão: \_\_\_\_\_
  
- 8) Quem faz as compras de supermercado para sua casa?  
( ) você mesmo ( ) outro: \_\_\_\_\_
  
- 9) Qual a sua frequência de consumo de iogurte? ( ) 1 vez por mês  
( ) diariamente ( ) ocasionalmente (menos de 1 vez por mês, na média)  
( ) 1 vez por semana ( ) nunca  
( ) 2 vezes por mês
  
- 10) Você costuma ler o rótulo dos iogurtes que consome?  
( ) sempre ( ) ocasionalmente  
( ) frequentemente ( ) nunca  
( ) às vezes
  
- 11) O que você observa nos rótulos de iogurte que consome?  
( ) marca ( ) informação sobre aditivos  
( ) preço ( ) informação sobre ingredientes  
( ) prazo de validade ( ) informação sobre tecnologia de processamento  
( ) design ( ) outros: \_\_\_\_\_  
( ) cor  
( ) informação nutricionais
  
- 12) Você costuma consumir qual iogurte, em relação ao tipo?  
( ) Batido ( ) Grego ( ) Sundae ( ) Natural ( ) Outro: \_\_\_\_\_
- 13) Você gosta de beterraba?  
( ) sim ( ) não. Por quê? \_\_\_\_\_

14) Você consome beterraba?

sim  não. Por quê? \_\_\_\_\_

15) Qual a sua frequência de consumo de beterraba?

- diariamente  ocasionalmente (menos de 1 vez por  
mês, na média)  
 1 vez por semana  
 2 vezes por mês  nunca  
 1 vez por mês

16) Você possui ou apresenta:

- Diabetes  
 Alergia a alimentos – Especificar: \_\_\_\_\_  
 Intolerância a alimentos– Especificar: \_\_\_\_\_  
 Outro: \_\_\_\_\_