



**MICHELE NAYARA RIBEIRO**

**METODOLOGIA NAPPING® PARA A  
OTIMIZAÇÃO: UM ESTUDO DE CASO NA  
AVALIAÇÃO DE UM *MIX* DE DIFERENTES  
STÉVIAS EM IOGURTE**

**LAVRAS - MG**

**2017**

**MICHELE NAYARA RIBEIRO**

**METODOLOGIA NAPPING® PARA A OTIMIZAÇÃO: UM ESTUDO DE  
CASO NA AVALIAÇÃO DE UM *MIX* DE DIFERENTES STÉVIAS EM  
IOGURTE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das Exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências dos Alimentos, área de concentração em Desenvolvimento e avaliação sensorial de produtos, para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora

Dra. Ana Carla Marques Pinheiro

Coorientadora

Dra. Vanessa Rios de Souza

**LAVRAS - MG**

**2017**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Ribeiro, Michele Nayara.

Metodologia Napping® para a otimização : um estudo de caso  
na avaliação de um mix de diferentes stévias em iogurte / Michele  
Nayara Ribeiro. - 2017.

92 p. : il.

Orientador(a): Ana Carla Marques Pinheiro.

Coorientador(a): Vanessa Rios de Souza.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de  
Lavras, 2017.

Bibliografia.

1. Stevia. 2. Napping. 3. Iogurte. I. Pinheiro, Ana Carla  
Marques. II. Souza, Vanessa Rios de. III. Título.

**MICHELE NAYARA RIBEIRO**

**METODOLOGIA NAPPING® PARA A OTIMIZAÇÃO: UM ESTUDO DE  
CASO NA AVALIAÇÃO DE UM *MIX* DE DIFERENTES STÉVIAS EM  
IOGURTE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das Exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências dos Alimentos, área de concentração em Desenvolvimento e avaliação sensorial de produtos, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 30 de março de 2017.

Dra. Vanessa Rios de Souza            UFLA

Dra. Camila Carvalho Menezes        UFOP

Dra. Ana Carla Marques Pinheiro  
Orientadora

**LAVRAS - MG  
2017**

*A Deus.*

*Aos meus pais, Reinalda e Dijalma.*

*À minha irmã Mikaelle.*

*Ao meu namorado Iago.*

*O meu esforço foi do tamanho do amor de vocês!*

*Com amor,*

DEDICO.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me trazer até aqui e por ter me fortalecido durante a caminhada. Foi confiando em seu amor e misericórdia, que cada obstáculo foi vencido. Obrigada por todas as graças e bênçãos realizadas em minha vida.

À Universidade Federal de Lavras, em especial ao programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos e a todos os professores que contribuíram com o meu crescimento pessoal e profissional.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Aos mestres da minha vida, meus pais, Reinada e Dijalma, pelo apoio incondicional. Vocês não me ensinaram sobre a ciência, mas me ensinaram sobre o respeito, a ética, o trabalho duro, a humildade e, principalmente, a lutar pelos sonhos e nunca desistir. Obrigada por todo o amor que destinaram a mim, vocês são meus exemplos de vida!

À minha irmã Mikaelle, por todo o incentivo e carinho ao longo da minha trajetória. Agradeço a toda a minha família, em especial à minha avó Iracina, meu tio Nelson e às minhas madrinhas, Renilda, Daiane e Consola. Obrigada por cada oração, carinho, apoio, e por terem cuidado de mim, mesmo estando longe.

Ao meu namorado, amigo e companheiro Iago, obrigada por viver este sonho comigo e por ter ficado ao meu lado. Agradeço pela paciência, ajuda, apoio e carinho. Obrigada por ter sido conforto nas horas de dificuldade, fortaleza nas horas de fraqueza, e meu porto seguro nas horas de insegurança. Mesmo longe, você foi fundamental para a concretização desse sonho.

À minha orientadora Ana Carla, pela orientação, amizade, ensinamentos e confiança. Obrigada pela oportunidade de fazer parte da sua equipe e por auxiliar no meu crescimento pessoal e profissional.

À professora Vanessa, que não mediu esforços para que este trabalho se concretizasse. Obrigada por cada ensinamento, dedicação e incentivo.

Ao professor João de Deus, pelo convívio, amizade, ensinamentos, atenção e sugestões.

A todos os provadores que participaram das análises sensoriais, vocês foram fundamentais para a realização deste trabalho.

À Daniela, Renata e Letícia, por toda a dedicação e apoio na realização das análises, mas, principalmente, pela amizade.

Aos amigos do Laboratório de Análise Sensorial, especialmente à Síntia, Jéssica Rodrigues, Jéssica Guimarães, Kátia, William e Carol, obrigada pelo convívio e ensinamentos compartilhados.

A todos os meus amigos do DCA, especialmente à Eloá, Mariana, Isadora, Amanda, Ronaldo, Lenízy, Sérgio, Daniel e Pedro, pela amizade e momentos de descontração.

À Rhana, pela imensa amizade. Obrigada por dividir comigo a casa, os sonhos, as dificuldades, as alegrias e as vitórias. Obrigada por me deixar fazer parte da sua vida e por sempre cuidar de mim.

Aos meus amigos, Gabriel, Ana Rita, Naiara, Vanúbia, Adriana, Silvio, Luan, Sofia, Denise, Mateus e a todos que não foram citados, muito obrigada pela amizade, força e incentivo.

À Renovação Carismática Católica, e com um carinho especial ao Grupo de Oração Universitário Magnificat, por me aproximar mais de Deus durante minha jornada acadêmica. Obrigada, Joseane, Antônio, Manollo, Lara, Carol, Ana Carolina, Caio, Gaby, Letícia e Paloma, por terem sido minha família aqui em Lavras.

A todos os funcionários do Departamento de Ciência dos Alimentos, em especial, à Creuza, Cidinha, Tina, Lucilene e Ana Alice, pela convivência e disposição.

À empresa Verde Campo, pelo apoio e doação do iogurte.

À academia Fit +, pelo suporte a esta pesquisa.

Enfim, a todos que contribuíram para a concretização deste trabalho.

**MUITO OBRIGADA!**

## RESUMO

É nítido que os consumidores estão preocupados com sua saúde e estética, e devido a isso, estão mais atentos com a alimentação. Diante desta tendência, surge a necessidade de oferecer produtos mais saudáveis e naturais, substituindo o açúcar e os edulcorantes artificiais por edulcorantes naturais, sem comprometer a qualidade sensorial dos produtos. Uma forma de superar as limitações individuais dos edulcorantes naturais é utilizá-los em forma de *mix*. Entretanto, a otimização de formulações, geralmente exige provadores treinados e numerosas sessões, sendo uma tarefa cara e prolongada. Portanto, este trabalho propõe o uso da metodologia Napping<sup>®</sup>, uma análise sensorial descritiva rápida, associada à regra da mistura, para otimizar um *mix* de stévias, a fim de substituir a sacarose e sucralose em iogurte rico em proteínas. Foram utilizados três diferentes edulcorantes naturais a base de stévia: 75% de Steviosídeo + Rebaudiosídeo A (S1); 95% de Rebaudiosídeo A (S2) e 50% de Rebaudiosídeo A (S3). Inicialmente, foi realizado o teste do ideal de doçura para determinar o ideal de sacarose em iogurte. Sendo assim, 12 formulações foram preparadas de tal forma a fornecer o mesmo ideal de doçura. As primeiras 10 formulações foram desenvolvidas pela regra da mistura, empregando as três stévias estudadas. As outras formulações utilizadas foram sacarose e sucralose, respectivamente. O Napping<sup>®</sup> avaliou estas 12 formulações para desenvolver uma mistura otimizada de stévias para iogurte rico em proteínas, levando em consideração a distância euclidiana entre as formulações de stévia, e as formulações de sacarose e sucralose. O *mix* otimizado é composto por 55% de S1, 5% de S2 e 40% de S3. A eficiência da formulação otimizada foi avaliada pela análise da Dominância Temporal das Sensações e um teste de aceitação, comparando-a com iogurtes adoçados com sacarose e sucralose. O perfil sensorial da formulação otimizada foi muito similar aos outros perfis sensoriais, sendo o sabor doce, predominante durante a maior parte do tempo da análise. Além disso, não apresentou qualquer sabor residual indesejável. Além disso, não houve diferença significativa ( $p \geq 0,05$ ) entre as formulações no teste de aceitação. Portanto, pode-se afirmar que a metodologia proposta foi eficiente para desenvolver uma formulação de iogurte diet, utilizando um *mix* de diferentes stévias, além de ser interessante para as indústrias de alimentos, por ser uma metodologia rápida, fácil e eficiente para a otimização de formulações.

Palavras-chaves: Stévia. Glicosídeo de steviol. Napping. Otimização de formulações. Iogurte.

## ABSTRACT

It is clear that consumers are concerned with their health and esthetics. Thus, they are more attentive their diet. Faced with this trend, arises the need to offer natural healthier products, replacing sucrose and artificial sweeteners by natural sweeteners, without compromising the product's sensorial quality. A manner to overcome the individual limitations of natural sweeteners is to use them as a mix. However, formulations optimization generally need trained panelists and numerous sessions, being an expensive and prolonged task. Therefore, this work proposes the use of the Napping methodology®, a fast descriptive sensorial analysis, associated with the mixture rule, to optimize a mix of stevias, aiming to replace sucrose and sucralose in protein rich yogurts. Three different natural stevia-based sweeteners were used: 75% of Stevioside + Rebaudioside A (S1); 95% of Rebaudioside A (S2); and 50% of Rebaudioside A (S3). First, a Just-About-Right test was conducted to evaluate the ideal of sweetness in proteic yogurts. Then, 12 formulations were prepared, such that they provide the same ideal of sweetness. The 10 first formulations were developed through the mixture rule, employing the three studied stevias. The other formulations were sucrose and sucralose, respectively. Napping® evaluated these 12 formulations to develop an optimized mix of stevias for protein rich yogurts taking into account the Euclidian distance between the formulations sweetened with stevia and the formulations with sucrose and sucralose. The optimized mix was composed by 55% of S1, 5% of S2 and 40% of S3. The efficiency of the optimized formulation was evaluated by the Temporal Dominance of Sensations analysis and an acceptance test, comparing it with yogurts sweetened with sucrose and sucralose. The sensory profile of the optimized formulation was very similar to the other sensory profiles, being the sweet taste predominant during most of the analysis' time. Besides, no undesirable residual taste was perceived. Moreover, no significant difference ( $p \geq 0,05$ ) between the formulations was perceived in the acceptance test. Therefore, we can affirm that the proposed methodology was efficient to develop a diet yogurt formulation, using a mix of different stevias, besides being interesting to the food industry, because it is a fast, easy and efficient methodology for formulations optimization.

Keywords: Stevia. Steviol glycoside. Napping. Formulation optimization. Yogurt.

## LISTA DE FIGURAS

### PRIMEIRA PARTE

- Figura 1 Mecanismos de transdução de gostos doce e amargo em células. 23
- Figura 2 Estrutura química da sacarose. .... 24
- Figura 3 Fontes de açúcares adicionados nas dietas da população Estados Unidos. .... 26
- Figura 4 Estrutura química da sucralose. .... 30
- Figura 5 Folhas de Stévia rebaudiana Bertonini. .... 32
- Figura 6 Estruturas do glicosídeo de esteviol, esteviosídeo e rebaudiosídeo A e seu núcleo semelhante esteviol. .... 34

### SEGUNDA PARTE - ARTIGO

- Figura 1 Concentração ideal de sacarose a ser adicionada em iogurte rico em proteínas ..... 75
- Figura 2 Curva de contorno levando em consideração a distância entre tratamentos (iogurtes adicionados do *mix* de stévias e sacarose). . 78
- Figura 3 Curva de contorno levando em consideração a distância entre tratamentos (iogurtes adicionados do *mix* de stévias e sucralose) . 79
- Figura 4 Representação gráfica das curvas de TDS e representação gráfica do tempo de duração da dominância das sensações significativas, ao longo do tempo de 30 segundos para o iogurte adoçado com sacarose, iogurte adoçado com sucralose e iogurte adoçado com a otimização das stévias. .... 81

## LISTA DE TABELAS

### PRIMEIRA PARTE

Tabela 1	Estrutura dos glicosídeos de esteviol das folhas de <i>Stévia rebaudiana</i> . .....	35
----------	---	----

### SEGUNDA PARTE - ARTIGO

Tabela 1	Delineamento dos edulcorantes utilizados no iogurte.....	70
Tabela 2	Modelos preditos para os dados sensoriais do <i>mix</i> de stévias em relação a semelhança do perfil de sabor com a sacarose e sucralose. .....	77
Tabela 3	Médias das notas de aceitação das amostras de iogurte.....	84

## SUMÁRIO

<b>PRIMEIRA PARTE</b>	
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO ..... 14</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO ..... 17</b>
<b>2.1</b>	<b>Desenvolvimento de novos produtos na indústria de alimentos 17</b>
<b>2.2</b>	<b>Iogurte ..... 18</b>
<b>2.3</b>	<b>Gosto doce ..... 22</b>
<b>2.3.1</b>	<b>Sacarose ..... 24</b>
<b>2.3.2</b>	<b>Edulcorantes ..... 28</b>
<b>2.3.2.1</b>	<b>Sucralose ..... 29</b>
<b>2.3.2.2</b>	<b>Stévia ..... 31</b>
<b>2.4</b>	<b>Testes descritivos ..... 38</b>
<b>2.4.1</b>	<b>Utilização da metodologia Napping® ..... 41</b>
<b>3</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 46</b>
	<b>REFERÊNCIAS ..... 47</b>
<b>SEGUNDA PARTE – ARTIGO - Ferramentas combinatórias para o desenvolvimento de um iogurte rico em proteínas com edulcorantes naturais ..... 63</b>	

## **PRIMEIRA PARTE**

## 1 INTRODUÇÃO

O setor alimentício passa por constantes mudanças, sendo necessário o contínuo desenvolvimento de novos produtos, para se manter em um mercado altamente competitivo, visto que os desejos e necessidades dos consumidores vão mudando de acordo com o meio em que eles vivem (BRAGANTE, 2012; ROZENFELD; FORCELLINI; AMARAL, 2000; JACOBSEN et al., 2014; LINNENANN et al., 2006;).

Pode-se observar ao longo dos anos, uma crescente preocupação das pessoas com a saúde, a aparência e a qualidade de vida, fatores que as impulsionam à prática de exercícios físicos (MORAES; BOLINI, 2010; PINHEIRO et al., 2005; ROCHA; BOLINI, 2015) e a ingestão de alimentos mais saudáveis, com menor teor de sal, gordura e açúcar (VIDIGAL et al., 2015). Desta forma, se faz necessário o desenvolvimento de produtos que vão de encontro a esta tendência (STOLZENBACH; BREDIE; BYRNE, 2013).

O iogurte é um produto bastante consumido em todo o mundo, sendo muito popular na maioria dos países e altamente apreciado pelos consumidores (CRUZ et al., 2013; HUERTAS, 2012; ROUTRAY; MISHRA, 2011; SODINI; MONTELLA; TONG, 2005). Além de ser um dos mais tradicionais produtos lácteos fermentados e possuir alta popularidade, seu consumo pode ser associado a uma alimentação saudável. Por ser um alimento rico em nutrientes, o iogurte é uma das mais saudáveis escolhas alimentares, juntamente com frutas e hortaliças (CORMIER et al., 2016). Além de ser uma excelente fonte de cálcio e de proteína de alta qualidade (ROUTRAY; MISHRA, 2011), é o melhor veículo para a suplementação de organismos probióticos vivos, proporcionando benefícios à saúde, sendo também um meio adequado para a incorporação de ingredientes funcionais (BEHARE; LULE; PATIL, 2015).

O iogurte rico em proteínas já é um produto comercial altamente aceito e consumido pelos praticantes de exercícios físicos. Entretanto, existe uma crescente demanda por produtos de baixo valor calórico. Deste modo, torna-se importante o desenvolvimento de um iogurte de reduzido valor calórico para praticantes de exercícios físicos e pessoas em busca de uma alimentação mais saudável.

Diante destes fatos, se faz imprescindível a substituição da sacarose por edulcorantes não nutritivos, que forneçam alta intensidade, potência de dulçor e baixo teor calórico (ZYGLER et al., 2011). A fim de satisfazer a procura dos consumidores pela doçura sem causar danos à saúde, houve um crescimento na utilização de edulcorantes sintetizados (GREENLY, 2003). Dois grupos de edulcorantes são permitidos pela legislação brasileira (BRASIL, 2001), sendo eles, os edulcorantes naturais e os edulcorantes artificiais.

A sucralose é um dos mais populares adoçantes artificiais (CHATTOPADHYAY; RAYCHAUDHURI; CHAKRABORTY, 2014), com perfil sensorial muito semelhante ao da sacarose, não nutritivo, sem calorias e com intensidade de doçura cerca de 600 vezes maior ao da sacarose (BIGAL; KRYMCHANTOWSKI, 2006; GREENLY, 2003; SHANKAR; AHUJA; SRIRAM, 2013). Entretanto, ainda existem algumas dúvidas sobre a utilização dos edulcorantes artificiais, por estarem associados a efeitos prejudiciais à saúde (HU, 2013; KHAN, 2015; SUEZ et al., 2014; SWITHERS, 2013).

Uma boa alternativa à sacarose e aos edulcorantes artificiais é a utilização de edulcorantes naturais, como a stévia. Este edulcorante é originado da planta *Stévia rebaudiana* Bertonini, nativa de regiões da América do Sul (PAWAR; KRYNITSKY; RADER, 2013; PHILIPPE et al., 2014). O gosto doce das folhas da stévia é transmitido pelos glicosídeos de esteviol (PAWAR; KRYNITSKY; RADER, 2013), com intensidade de doçura cerca de 300 vezes maior que a da sacarose (BARROSO et al., 2016; CHATSUDTHIPONG;

MUANPRASAT, 2009; LEMUS-MONDACA et al., 2012; PHILIPPE et al., 2014).

Além das boas características de dulçor, que destaca a stévia como um potencial edulcorante, o fato de ser natural e ter baixo teor calórico pode ser atraente para os consumidores preocupados com a saúde (GASMALLA; YANG; HUA, 2014). Com a utilização de edulcorantes naturais tais como o glicosídeo de esteviol, que está disponível em diferentes formulações comerciais, se faz necessário estudos dos efeitos destes edulcorantes sobre suas propriedades sensoriais (NARAYANAN et al., 2014).

Mesmo apresentando grandes vantagens, os edulcorantes podem apresentar algumas limitações, como a ativação dos receptores responsáveis pela detecção do gosto amargo (ZHAO et al., 2003). Para que estas limitações sejam superadas, uma possibilidade é utilizá-los em uma mistura (REIS et al., 2011). Portanto, para determinar as melhores concentrações das stévias, que melhor retrate a doçura de um produto adoçado com sacarose, se faz necessário a utilização da análise sensorial.

Uma opção é a utilização de métodos descritivos rápidos, como o Napping<sup>®</sup>. Esta metodologia permite a construção de um mapa sensorial, recolhendo as medidas da distância euclidiana, das amostras posicionadas em uma folha de papel branca, de acordo com sua similaridades e dissimilaridades (LIU et al., 2016; PAGÈS, 2005; PERRIN et al., 2008; VALENTIN et al., 2012). Apesar da grande quantidade de trabalhos na literatura que aplicam o Napping<sup>®</sup>, ele nunca foi utilizado como uma ferramenta para realizar a otimização de formulações de produtos.

Portanto, o objetivo deste trabalho, foi desenvolver um *mix* de diferentes stévias, em iogurte rico em proteínas, utilizando o teste descritivo Napping<sup>®</sup>, para assim atender a demanda dos consumidores por produtos mais saudáveis e com qualidade sensorial.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Desenvolvimento de novos produtos na indústria de alimentos**

Desde a segunda Revolução Industrial no século XIX, houve aumento progressivo da valorização dos novos produtos (GAVIRA et al., 2007). O Desenvolvimento de Novos Produtos (DNP) é um fator essencial para a sobrevivência das empresas. A eficácia e a qualidade do processo de DNP sofre influência direta da crescente globalização do mercado, com o aumento da variedade de produtos disponíveis. Além disso, a expectativa dos consumidores em relação à qualidade e a tecnologia, bem como o menor ciclo de vida dos produtos no mercado, também influenciam este processo (GAVIRA et al., 2007; ROZENFELD; FORCELLINI; AMARAL, 2000).

De acordo com Bragante (2012), o setor alimentício passa por constantes mudanças, atingindo também, seus consumidores, que ao longo do tempo vêm aumentando a expectativa quanto às novidades e diminuindo a fidelidade às marcas. Vale ressaltar, que os desejos e necessidades dos consumidores vão mudando de acordo com o meio em que eles vivem, ou seja, o consumidor de amanhã pode não querer um produto que estava em demanda ontem (LINNENANN et al., 2006). Este fato vem tornando o mercado mais competitivo e reduzindo o ciclo de vida dos produtos. A inovação dos produtos é frequentemente recomendada como uma estratégia para alcançar vantagem competitiva no desenvolvimento econômico e, assim, obter sucesso financeiro (COSTA; JONGEN, 2006; GAVIRA et al., 2007).

Em um mercado altamente competitivo, em constante mudança e rápido crescimento, as empresas do setor alimentício devem desenvolver novos produtos que satisfaçam seus consumidores (BISTRÖM; NORDSTRÖM, 2002; JACOBSEN et al., 2014). A indústria de alimentos deve estar atenta às novas

tendências, pois a vida dos consumidores passa por diversas mudanças culturais e sociais, que influenciam diretamente na decisão de compra. Este aumento significativo de produtos que entraram no mercado na última década levou a importantes desenvolvimentos na indústria de alimentos (BARRENA; SÁNCHEZ, 2013).

Diante destes fatos, pode-se observar que as exigências dos consumidores em relação a sua alimentação, mudaram consideravelmente, durante as últimas décadas (SIRÓ et al., 2008). Isso direciona a indústria de alimentos a supervisionar esta mudança de comportamento, realizando um acompanhamento próximo ao mercado. Desse modo, é possível observar as novas necessidades dos consumidores e desenvolver produtos que os satisfaçam (COSTA; JONGEN, 2006).

Uma das maiores tendências de consumo está relacionada à saudabilidade e bem-estar, como indicado pela pesquisa da FIESP (FIESP; ITAL, 2010). Segundo Siró et al. (2008) os alimentos não são encarados unicamente para satisfazer a fome e fornecer os nutrientes necessários para os seres humanos, mas também, têm a função de evitar doenças relacionadas com a desnutrição e melhorar o bem-estar físico e mental dos consumidores. Isto indica a crescente demanda por alimentos de baixo teor de açúcar, sódio e gordura, focados na saúde dos consumidores (VIDIGAL et al., 2015). Assim, se faz necessário o estudo de diferentes métodos para o desenvolvimento de produtos cada vez mais saudáveis, que vão de encontro a esta tendência (STOLZENBACH; BREDIE; BYRNE, 2013).

## **2.2 Iogurte**

De acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados (BRASIL, 2007), são considerados leites fermentados,

produtos adicionados ou não de outras substâncias que foram obtidas pela coagulação e redução do pH do leite.

Um produto que se encaixa nesta categoria é o iogurte. O iogurte é considerado uma forma de leite fermentado, sendo que sua fermentação é realizada por meio de culturas simbióticas de *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus*, sendo possível a presença de outras bactérias lácticas que contribuem para as características do produto final. Além disto, a presença destes microrganismos específicos devem ser viáveis, ativos e abundantes no produto final, e durante a sua vida de prateleira (BRASIL, 2007). Ambos *S. thermophilus* e o *Lb. bulgaricus* atuam melhor na fermentação juntos do que separados. Além disso, a associação deles afeta a produção de moléculas voláteis, envolvidas no desenvolvimento de sabor do iogurte (ROUTRAY; MISHRA, 2011).

A temperatura ótima para a fermentação de iogurte fica em torno de 42° C e 44° C. A incubação leva aproximadamente três horas até que a acidez desejável seja atingida. O pH inicial do leite favorece um rápido crescimento do *Streptococcus thermophilus*, com produção de acetil metil carbinol e dos ácidos láctico, acético e fórmico. Isto leva a um aumento na acidez, favorecendo o crescimento e o domínio de *Lactobacillus bulgaricus*, cujo o pH ótimo é abaixo de 4,5. O *Lactobacillus bulgaricus* possui uma menor velocidade de crescimento e leve atividade proteolítica, porém, é capaz de liberar aminoácidos como a valina, leucina, histidina e metionina a partir da hidrólise das proteínas lácticas, favorecendo o crescimento de *S. Thermophilus*. Entretanto, a acidez presente no meio, limita o crescimento deste microrganismo, promovendo o crescimento de *L. bulgaricus*, que é responsável por grande parte da produção de acetaldeídos e da acidificação do meio (ROUTRAY; MISHRA, 2011). O ácido láctico formado reage com as proteínas do leite, o que promove a textura e propriedades sensoriais características do produto (CALEJA et al., 2016).

De acordo com Patro-Golab, Shamir e Szajewska (2015), para ser considerado iogurte, o produto de leite fermentado deve conter proteína de leite, gordura de leite, ácido láctico, etanol, microrganismos e leveduras nas proporções adequadas. Um iogurte deve ser composto por um mínimo de 2,7% de proteína de leite (% m/m), menos de 15% de gordura de leite (% m/m), ao menos 0,6% de acidez titulável expressa em % de ácido láctico (% m/m), um mínimo de  $10^7$  da soma dos microrganismos que constituem a cultura iniciadora (ufc / g, total), e no mínimo uma contagem igual a  $10^6$  de microrganismos adicionados como suplemento à cultura inicial específica.

Pode-se designar como Iogurte ou Iogurte Natural, os produtos cuja elaboração tenha utilizado exclusivamente ingredientes lácteos, mencionando as expressões Com creme, Integral, Parcialmente Desnatado ou Desnatado. Com creme são os produtos cuja base láctea tenha no mínimo 6% de matéria gorda. Os integrais são os produtos cuja base láctea tenham no mínimo 3% de matéria gorda. Os Parcialmente desnatados são os produtos cuja base láctea tenha menos de 3% de matéria gorda. Os desnatados são os produtos cuja base láctea tenha no máximo 0,5% de matéria gorda (BRASIL, 2007). Para ser considerado iogurte com alto teor de proteínas, o iogurte deve conter no mínimo 12 g de proteínas por 100 g de produto (BRASIL, 2012).

De acordo com a literatura, o iogurte é bastante consumido em todo mundo, sendo muito popular na maioria dos países e altamente apreciado pelos consumidores (CRUZ et al., 2013; HUERTAS, 2012; ROUSTRAY; MISHRA, 2011; SODINI; MONTELLA; TONG, 2005). Em 2001, foram produzidos mais de 9 milhões de toneladas de iogurte, sendo 6,6 milhões destas toneladas produzidas na Europa. No Brasil, foi possível constatar que entre os anos 2002 e 2003, o consumo *per capita* era de 2,910 kg por domicílio, sendo esse valor quatro vezes superior ao consumo no período de 1995 a 1996 (MORAES; BOLLINI, 2010).

Além da alta popularidade do iogurte, seu consumo pode ser associado a uma alimentação saudável. Por ser um alimento rico em nutrientes, o iogurte é uma das mais saudáveis escolhas alimentares, juntamente com frutas e hortaliças (CORMIER et al., 2016), sendo uma excelente fonte de cálcio e de proteína de alta qualidade (ROUTRAY; MISHRA, 2011). O iogurte também oferece macronutrientes como peptídeos e aminoácidos específicos e micronutrientes como magnésio, potássio, fósforo e vitaminas D, B6 e B12 (CORMIER et al., 2016; O'SULLIVAN et al., 2016).

Pesquisas recentes têm demonstrado a influência benéfica ligada ao consumo de iogurte. Alguns estudos têm evidenciado que seu consumo foi associado a uma melhora na qualidade da dieta e perfil metabólico mais saudável em adultos, com menor risco de diabetes tipo 2, hipertensão, melhora no sistema imunológico, menores índices de pressão sanguínea, colesterol e gordura abdominal (CORMIER et al., 2016; ZHU et al., 2015). Além disso, o iogurte oferece propriedades funcionais que promovem a saúde do trato intestinal por meio da modulação da flora gastrointestinal (NARAYANAN et al., 2014; O'SULLIVAN et al., 2016; PATRO-GOLAB; SHAMIR; SZAJEWSKA, 2015). Estes estudos ainda relataram que consumidores assíduos de iogurte tendem a ter um maior controle sobre o ganho de peso (CORMIER et al., 2016) e circunferência abdominal (ZHU et al., 2015), do que indivíduos que não consomem o produto.

O iogurte rico em proteínas já é um produto comercial altamente aceito e consumido pelos praticantes de exercícios físicos, visto que suas proteínas são classificadas como proteínas de rápida absorção, digestibilidade e biodisponibilidade, atuando no controle metabólico (MCGREGOR; POPPITT, 2013). Além disso, o consumo de proteínas e aminoácidos está relacionado com a recuperação de dano muscular provocado por exercícios físicos, pois são

capazes de reduzir a dor muscular e aumentar a síntese proteica muscular, após uma sessão de exercícios (ALBERTI et al., 2008; NEGRO et al., 2008).

Portanto, aumentar a ingestão de iogurte pode ser uma alternativa interessante para promover a saúde (CORMIER et al., 2016). Com o aumento da procura por alimentos cada vez mais saudáveis, cabe à indústria de alimentos melhorar as características e propriedades dos alimentos, deste modo satisfazendo os desejos e necessidades dos consumidores.

### **2.3 Gosto doce**

O gosto doce se destaca por ser uma das sensações gustativas mais importantes para os seres humanos. Devido a genética, as pessoas desejam instintivamente o prazer ofertado pelo gosto doce, resultando em grande preferência por alimentos e bebidas doces (ZYGLER et al., 2011). O gosto doce, muitas vezes está associado a uma boa aceitação dos alimentos. Este fato é extremamente importante, visto que alimentos doces são comumente associados a algo seguro, energizante e forte, além de indicar a presença de carboidratos de alto valor nutritivo, influenciando na aceitação dos alimentos (GREMBECKA, 2015; MARGOLSKEE, 2002).

O gosto doce pode ser identificado devido à presença de receptores específicos que fornecem ferramentas moleculares importantes para ajudar a definir a codificação do gosto (ZHAO et al., 2003). Estes receptores são formados a partir da combinação de duas proteínas diferentes, denominadas T1R2 e T1R3 (REED; TANAKA; MCDANIEL, 2006; ZHAO et al., 2003). Eles são acoplados à proteína G, sendo responsáveis por intermediar a transmissão das excitações por meio de enzimas e canais iônicos, liberando um transmissor químico que, por sua vez, aciona um impulso em um dos nervos que interfere na sensibilidade gustativa (BELLISLE, 1999; KINNAMON, 2009).

O mecanismo de transdução do gosto doce pode ser observado na Figura 1. As sensações do gosto doce são iniciadas pela interação entre a molécula doce e os receptores acoplados à proteína G, a gustiducina. Estes receptores ativam a proteína G, sendo que a subunidade  $\alpha$  da gustiducina, ativa a adenilato ciclase (AC) da membrana apical, originando cAMP. A proteína quinase (PKA) é ativada pelo cAMP, a qual fosforila os canais iônicos de  $K^+$  na membrana basolateral, conduzindo ao fechamento do canal. Isto reduz o efluxo de  $K^+$ , despolarizando a membrana. A despolarização da célula gustativa depende da influência de  $Ca^{2+}$  e da liberação de neurotransmissores (MARGOLSKEE, 2002).

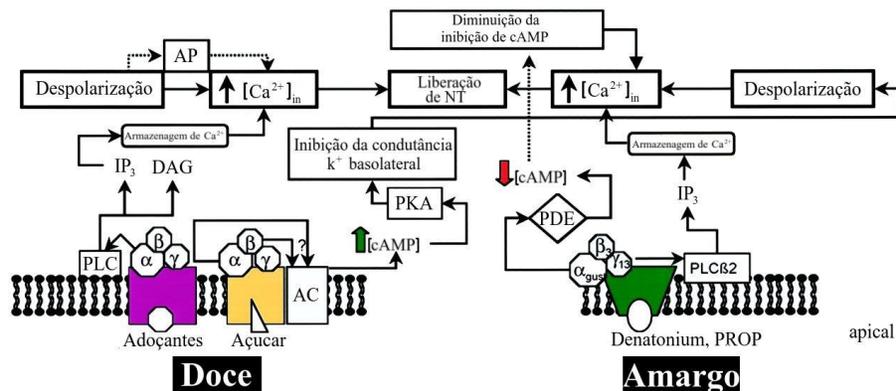


Figura 1 Mecanismos de transdução de gostos doce e amargo em células.  
Fonte: Adaptado de Margolskee (2002).

Observando a Figura 1, é possível constatar que o gosto doce, originado de açúcares ou edulcorantes, desencadeia uma série de ações quando em contato com as células receptoras, promovendo assim, a liberação de cálcio, que por sua vez libera impulsos elétricos sinalizando às terminações nervosas. Por fim, o sistema nervoso interpreta a resposta com o sabor específico (KINNAMON, 2009; MARGOLSKEE, 2002).

Existe uma grande variedade de moléculas de sabor doce. De acordo com Zhao et al. (2003), os animais são capazes de detectar uma grande variedade de moléculas de sabor doce, mesmo sendo quimicamente distintas, como os açúcares, edulcorantes artificiais e naturais. A aceitação destes edulcorantes se deve ao fato do seu perfil sensorial ser muito similar ao perfil sensorial da sacarose (LAWLESS; HEYMANN, 2010).

### 2.3.1 Sacarose

A sacarose, popularmente conhecida como açúcar de mesa, é um dissacarídeo que ocorre naturalmente em frutas e legumes, sendo este o dissacarídeo mais consumido. A sacarose é um carboidrato simples de moléculas curtas de carbono, hidrogênio e oxigênio (GREENLY, 2003), sendo composta por glicose e frutose, em partes aproximadamente iguais, como pode ser observado na Figura 2. Ela é utilizada como um edulcorante nutritivo, fornecendo 4 kcal/g (ADA, 2004; FITCH; KEIM, 2012; MELO FILHO; VASCONCELOS, 2011).

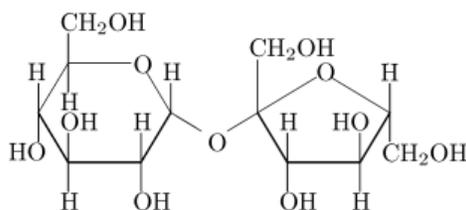


Figura 2 Estrutura química da sacarose.  
Fonte: Melo Filho e Vasconcelos (2011).

Atualmente, o açúcar é produzido em quase 120 países, com uma produção anual superior a 165 milhões de toneladas (GREMBECKA, 2015). A sacarose é considerada uma substância GRAS pela *Food and Drug Administration* (FDA) e pode ocorrer naturalmente ou ser adicionada aos

alimentos. Comercialmente, a fonte mais comum de açúcar é proveniente da cana-de-açúcar, sendo que seu suco (90% do peso da cana), contém até 17% de sacarose pura (ADA, 2004; GREENLY, 2003).

As propriedades encontradas no açúcar estão relacionadas com a sua estrutura química. Devido a isso, é possível escolher entre as opções de açúcares e carboidratos, qual será utilizado para a fabricação de determinados alimentos (FITCH; KEIM, 2012). Além da sacarose ser utilizada para fornecer o gosto doce aos alimentos, melhorando suas características sensoriais, ela também é responsável por vários outros benefícios (GREMBECKA, 2015).

A sacarose tem funções importantes para a segurança, propriedades tecnológicas e qualidade dos produtos. Destaca-se a atividade antimicrobiana, formação de textura, sabor e cor em alimentos cozidos, favorece a fermentação e o desenvolvimento de leveduras, contribui para o volume em sorvetes, assados e geleias, melhora a textura de sobremesas congeladas, auxilia no equilíbrio da acidez em molhos e condimentos, além de manter a cor natural e textura das frutas em conservas (ADA, 2004; FITCH; KEIM, 2012; GREMBECKA, 2015). Embora sua contribuição para a indústria de alimentos, o consumo excessivo de sacarose tem se tornado um problema de saúde pública, pois seu alto consumo é atualmente identificado como precursor de várias doenças, sendo um fator de risco a população.

Pode-se observar que ao longo dos últimos anos houve um aumento significativo no consumo mundial de sacarose (THOW; HAWKES, 2014). O Brasil destaca-se como o 4º maior consumidor de sacarose do mundo (SUCDEN, 2014), sendo que 61% da população brasileira consome níveis elevados de açúcar (IBGE, 2011). Grembecka (2015) enfatiza que esta tendência foi observada em vários outros países, destacando que existem apenas 3 países que consomem açúcar dentro da quantidade recomendada pela OMS, sendo estes, Romênia, Itália e Grécia.

Grande parte da ingestão da sacarose vem de açúcares adicionados a alimentos processados e bebidas (Figura 3) (BARTOLOTTTO, 2015). De acordo com dados de um estudo nos Estados Unidos (USDA; USDHHS, 2010), a maior fonte de açúcares adicionados na dieta é proveniente de bebidas, como refrigerantes, bebidas esportivas e energizantes. Entretanto, diferentes tipos de doces, produtos de panificação e produtos láteos, dentre outros produtos alimentares, também contribuem com o açúcar na dieta.

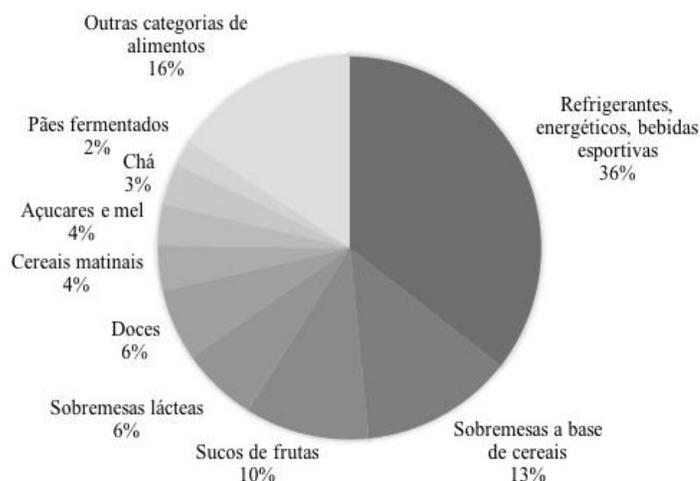


Figura 3 Fontes de açúcares adicionados nas dietas da população dos Estados Unidos.  
Fonte: Adaptado de USDA e USDHHS (2010)

Conforme a última Pesquisa Nacional de Orçamentos Familiares (IBGE, 2011), entre as bebidas mais consumidas pelos brasileiros, em todas as faixas etárias, se destacam os refrigerantes, sucos, refrescos, iogurte e bebidas lácteas, sendo estes, grandes fontes de açúcar.

No Brasil, o consumo de açúcar chega a ser de 16,3% por dia, valor muito superior ao recomendado pela OMS. Em 2009, a American Heart Association apresentou recomendações para o consumo de açúcar, sendo sugerido um consumo máximo 100 calorias por dia para mulheres, o equivalente

a aproximadamente 6 colheres de chá e 150 calorias para os homens, o equivalente a aproximadamente 9 colheres de chá (KŁOSIEWICZ-LATOSZEK; CYBULSKA, 2011). Em 2014, a OMS anunciou que o consumo de açúcar deve ser inferior a 10% da ingestão total de energia por dia. Entretanto, ela considera que a redução da ingestão em 5%, traz benefícios adicionais (THOW; HAWKES, 2014, WHO, 2015a).

É possível concluir que o consumo de açúcar é bem mais elevado que o recomendado pela OMS, sendo que um dos grandes desafios enfrentados pela humanidade é a mudança nos hábitos alimentares. Atualmente, quase 1 bilhão de pessoas padecem de uma dieta inadequada, o que está relacionado diretamente com o alto consumo de alimentos industrializados, ricos em açúcares adicionados (GREMBECKA, 2015). Esta situação contribui para o desenvolvimento da obesidade e desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis (DNT), como a diabetes tipo 2 e doenças cardiovasculares, elevando a morbidade e mortalidade (HU, 2013; JEONG et al., 2014; PINELI et al., 2016; WISE et al., 2016). Portanto, a OMS tem como objetivo reduzir o consumo de açúcar e, por consequência, reduzir em 25% até 2025 o número de óbitos devido as DNT (WHO, 2015b).

A obesidade, as DNT e o aumento da preocupação com a estética, vêm provocando uma constante mudança no estilo de vida das pessoas, que estão cada vez mais preocupadas com o que estão consumindo. Desta forma, aumenta-se a procura por alternativas mais saudáveis ao açúcar (GREMBECKA, 2015). Naturalmente, a simples redução da concentração de açúcar nos alimentos e bebidas, pode causar um desconforto e reduzir a palatabilidade e aceitação do consumidor. Uma boa alternativa para manter a palatabilidade é substituir a sacarose por edulcorantes não nutritivos, onde não há ganho de energia (WISE et al., 2016). Portanto, a utilização de diversos tipos de edulcorantes com baixas calorias proporciona à indústria de alimentos uma saída

eficaz para atender a demanda do consumidor por produtos *light/diet* (NABORS, 2011).

É possível encontrar disponível na literatura, diversos estudos com o propósito de substituir a sacarose por diferentes edulcorantes, tais como em suco de abacaxi (MARCELLINI; CHAINHO; BOLINI, 2009), gelatina (PALAZZO; BOLINI, 2009), café (MORAES; BOLINI, 2010), queijos Petit Suisse (SOUZA et al., 2011), sorvete (CADENA et al., 2012), geleia (SOUZA et al., 2013), iogurte (NARAYANAN et al., 2014; REIS et al., 2011), achocolatado (PAIXÃO et al., 2014) e sobremesas de chocolate (MORAIS et al., 2016).

### **2.3.2 Edulcorantes**

A ANVISA (BRASIL, 1997), define edulcorantes como sendo aditivos naturais ou artificiais, diferentes dos açúcares, que conferem sabor doce aos alimentos. Os edulcorantes também podem ser definidos como aditivos adicionados intencionalmente, com objetivo tecnológico ou sensorial na substituição da sacarose, no processamento de alimentos ou na contribuição para o valor energético do alimento (CODEX ALIMENTARIUS, 2007).

Existem vários edulcorantes disponíveis no mercado, com características distintas, como a alta intensidade e potência de dulçor, baixo teor calórico e não nutritivos. Estes edulcorantes apresentam um dulçor muito maior que o dulçor ofertado pelo açúcar, sendo pelo menos de 30 a 13.000 vezes mais doces. Devido a sua alta potência, é possível usar menores quantidades de edulcorantes para atingir a doçura desejada (ZYGLER et al., 2011). Entende-se por edulcorantes intensos ou não nutritivos, os edulcorantes que apenas oferecem doçura e não desempenham nenhuma função tecnológica, além de serem pouco ou não calóricos e serem utilizados em pouca quantidade (CODEX

ALIMENTARIUS, 2007). Ou seja, são capazes de conferir gosto doce aos alimentos, sem alterar o teor calórico.

Dois grupos de edulcorantes são permitidos pela legislação brasileira (BRASIL, 2001), sendo eles os edulcorantes naturais e os edulcorantes artificiais. Os edulcorantes sorbitol, manitol, isomalte, esteviosídeo, maltitol, lactitol e xilitol fazem parte do grupo dos edulcorantes naturais. Já o grupo dos edulcorantes artificiais é formado por acesulfame de potássio, aspartame, ciclamato monossódico, sacarina e sucralose. Em 2008 a legislação brasileira (BRASIL, 2008) liberou mais três edulcorantes, sendo eles a taumatina, neotame e erititol.

Um edulcorante ideal deve ter poder de doçura igual ou superior ao da sacarose, além de ser atóxico, inodoro, solúvel em água, apresentar boa estabilidade química e térmica, ter um perfil sensorial semelhante ao da sacarose, ofertar menos que 2 kcal/g de alimento e não ser carcinogênico (BAKAL, 2001). Deve-se levar em consideração também, os limites máximos para os edulcorantes, dispostos na Resolução RDC nº 18, de 24 de março de 2008 (BRASIL, 2008), a fim de garantir segurança absoluta à saúde.

### **2.3.2.1 Sucralose**

A fim de satisfazer a procura dos consumidores pela doçura sem causar danos à saúde, houve um crescimento na utilização de edulcorantes sintetizados (GREENLY, 2003), como a sucralose. A sucralose é um dos mais populares adoçantes artificiais e foi descoberta em 1976 por Shashi P. Phadnis (CHATTOPADHYAY; RAYCHAUDHURI; CHAKRABORTY, 2014; GREENLY, 2003). Em 1998, a sucralose foi aprovada pela FDA para ser utilizada como um edulcorante de mesa em uma série de sobremesas, produtos de confeitaria e bebidas não alcoólicas. Entretanto, foi em 1999, que a sucralose

foi aprovada como um edulcorante de uso geral (ADA, 2004; FITCH; KEIM, 2012; SHANKAR; AHUJA; SRIRAM, 2013).

A sucralose (1,6-dicloro-1,6-didesoxi- $\beta$ -D-frutofuranosil-4-cloro-4-deoxi- $\alpha$ -D-galactopiranosídeo) é o único edulcorante comercial derivado da sacarose (BIGAL; KRYMCHANTOWSKI, 2006; BINNS, 2003; SOUZA et al., 2011). Ela é obtida por meio da substituição seletiva de 3 grupos hidroxilas da sacarose por 3 átomos de cloro, nas posições 1', 4' e 6' (CHATTOPADHYAY; RAYCHAUDHURI; CHAKRABORTY, 2014; GREENLY, 2003; SHANKAR; AHUJA; SRIRAM, 2013), como pode ser observado na Figura 4.

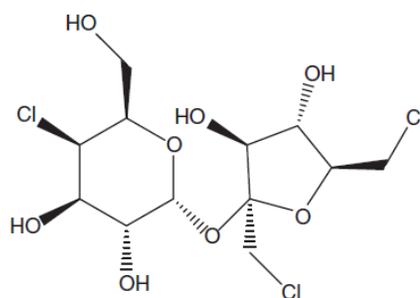


Figura 4 Estrutura química da sucralose.  
Fonte: Grotz et al. (2011).

Devido a esta mudança na estrutura química, é possível produzir um edulcorante não nutritivo, sem calorias e com intensidade de doçura cerca de 600 vezes maior ao da sacarose (BIGAL; KRYMCHANTOWSKI, 2006; GREENLY, 2003; SHANKAR; AHUJA; SRIRAM, 2013). Segundo Greenly (2003), a sucralose tem um perfil sensorial muito semelhante ao da sacarose, demonstrando pouca acidez, amargor e ausência de gosto residual desagradável. Ela também possui gosto doce agradável, sendo sua doçura rapidamente percebida, apresentando qualidade e perfil de intensidade muito semelhante ao da sacarose (ARORA et al., 2009; CHATTOPADHYAY; RAYCHAUDHURI; CHAKRABORTY, 2014). Além disto, a sucralose é estável e capaz de manter a

doçura, mesmo quando submetida a altas temperaturas e a acidez (SHANKAR; AHUJA; SRIRAM, 2013).

Além dos benefícios nas características sensoriais, a sucralose não oferece calorias, pois não é metabolizada, não sendo reconhecida pelo corpo humano como um carboidrato (GREENLY, 2003; SHANKAR; AHUJA; SRIRAM, 2013). Devido as suas propriedades físico-químicas e sensoriais, é possível utilizar a sucralose em diversos produtos, como em produtos de panificação, pudins, gelatinas, cafés, chás, gomas de mascar, leites aromatizados e fermentados, refrigerantes, dentre outros, desde que sigam as recomendações da ANVISA, que determina o limite máximo para sucralose de 0,04 g/100g ou g/100mL (BRASIL, 2008; GROTZ et al., 2011).

Entretanto, os consumidores estão buscando produtos naturais, devido a sua saudabilidade e baixo risco a saúde. Apesar dos benefícios da sucralose, alguns trabalhos relatam que edulcorantes artificiais estão associados a possíveis efeitos prejudiciais a saúde (HU, 2013; KHAN, 2015; SUEZ et al., 2014; SWITHERS, 2013). Deste modo, é possível observar um crescente interesse do consumidor pela utilização de edulcorantes naturais (KHAN, 2015), que possuem os mesmos benefícios da sucralose, como alta intensidade de doçura e baixo valor calórico (LEMUS-MONDACA et al., 2012), sendo também considerados seguros aos consumidores.

### **2.3.2.2 Stévia**

A planta *Stévia rebaudiana* Bertonini (Figura 5) é classificada como um arbusto pertencente à família Asteraceae, nativa de regiões da América do Sul como o Paraguai, Argentina e Brasil, sendo muito conhecida como a erva doce do Paraguai (GEUNS, 2003; LEMUS-MONDACA et al., 2012; PAWAR; KRYNITSKY; RADER, 2013; PHILIPPE et al., 2014). Hoje em dia, a stévia

não é mais um arbusto exclusivo das regiões da América do Sul, sendo que seu cultivo se espalhou para outras regiões do mundo, como Canadá, e algumas localidades da Ásia e da Europa (HOSSAIN et al., 2010; LEMUS-MONDACA et al., 2012).

A *Stévia rebaudiana* Bertonini foi botanicamente classificada em 1899 por Moisés Santiago Bertoni, que deu este nome à planta em 1905. Em 1909, o princípio doce foi isolado pela primeira vez e, em 1931, o extrato foi purificado para produzir esteviosídeo (BARRIOCANAL et al., 2008; LEMUS-MONDACA et al., 2012). Mas foi em 1970, que outros compostos, como o rebaudiosídeo A foram isolados. A exploração comercial da *Stévia rebaudiana* tornou-se forte após o desenvolvimento no Japão, de processos para a extração e refinamento da folha doce (BARRIOCANAL et al., 2008; BARROSO et al., 2016).



Figura 5 Folhas de *Stévia rebaudiana* Bertonini.  
Fonte: Lemus-Mondaca et al. (2012); Pawar, Krynitsky e Rader (2013).

Tanto a folha de stévia quanto os seus extratos, têm sido utilizados por vários anos como um potencial adoçante na América do Sul, Ásia, Japão, China e em diferentes países da União Europeia (GEUNS, 2003). Destaca-se seu

consumo no Japão, que foi o primeiro país na Ásia a utilizar a stévia como edulcorante na indústria de alimentos e farmacêutica (CARAKOSTAS et al., 2008; CHATSUDTHIPONG; MUANPRASAT, 2009). Atualmente, a stévia está disponível comercialmente como edulcorante na forma de um pó branco, cristalino e inodoro (GASMALLA; YANG; HUA, 2014), com intensidade de doçura cerca de 300 vezes maior que a da sacarose (BARROSO et al., 2016; CHATSUDTHIPONG; MUANPRASAT, 2009; LEMUS-MONDACA et al., 2012; PHILIPPE et al., 2014), apresentando sabor doce mais duradouro (NARAYANAN et al., 2014).

O gosto doce das folhas da stévia é transmitido pelos glicosídeos de esteviol (PAWAR; KRYNITSKY; RADER, 2013). Dentre as diversas espécies do gênero *Stévia*, somente a espécie *rebaudiana* e *phobophylla* são capazes de produzir glicosídeos de esteviol (LEMUS-MONDACA et al., 2012). De acordo com Carakostas et al. (2008), o termo stévia é utilizado para ingredientes derivados do arbusto *Stévia rebaudiana* Bertonini. Glicosídeos de esteviol é o termo utilizado para classificar um grupo de compostos intensamente doce, extraído e purificado da *Stévia rebaudiana*. Já os esteviosídeo e rebaudiosídeos, são os glicosídeos de esteviol, predominantemente encontrados na *Stévia rebaudiana*. Ao longo dos últimos anos, os glicosídeos de esteviol ganharam muita importância na indústria de alimentos e farmacêutica (GASMALLA; YANG; HUA, 2014).

A *Stévia rebaudiana* consiste tipicamente de 9 glicosídeos (NARAYANAN et al., 2014), entretanto, os principais glicosídeos de esteviol encontrados são os esteviosídeo (4-13%) e rebaudiosídeo A (2-4%), com uma quantidade de cerca de 90% de doçura de todos os glicosídeos presentes na folha (GASMALLA; YANG; HUA, 2014; LEMUS-MONDACA et al., 2012; PAWAR; KRYNITSKY; RADER, 2013). Estes podem acumular-se e constituir até 20% do peso da folha seca, dependendo da espécie e das condições de

crescimento da planta (PHILIPPE et al., 2014). O esteviosídeo é um glicosídeo diterpenoide, sendo composto por uma aglicona, que é o esteviol e três moléculas de glicose (CHATSTUDTHIPONG; MUANPRASAT, 2009). O rebaudiosídeo A contém o mesmo núcleo de esteviol, entretanto, contém uma glicose a mais, ligados a C-13 e C-19 (PAWAR; KRYNITSKY; RADER, 2013; PHILIPPE et al., 2014), como pode ser observado na Figura 6.

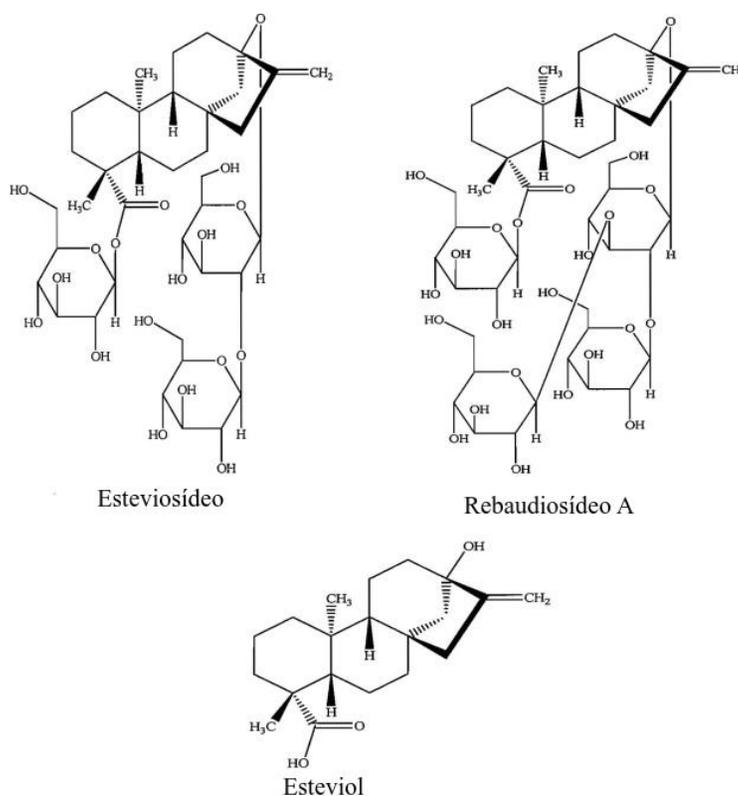


Figura 6 Estruturas do glicosídeo de esteviol, esteviosídeo e rebaudiosídeo A e seu núcleo semelhante esteviol.

Fonte: Adaptado de Carakostas et al. (2008).

Além dos esteviosídeo e rebaudiosídeo A, existem outros glicosídeos de esteviol, sendo os rebaudiosídeo B, C, D, E, F e dulcosídeo A (GEUNS, 2003; NARAYANAN et al., 2014). Estes também contêm o mesmo núcleo de esteviol,

mas que se diferem principalmente no conteúdo de carboidratos residuais (R1 e R2), mono-, di- e trissacarídeos, contendo glicose e ou ramnose nas posições C-13 e C-19, como pode ser observado na Tabela 1 (LEMUS-MONDACA et al., 2012).

Tabela 1 Estrutura dos glicosídeos de esteviol das folhas de *Stévia rebaudiana*.

<b>Composto</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>
Rebaudiosídeo B	H	$\beta$ -Glc- $\beta$ -Glc (2→1)   $\beta$ -Glc (3→1)
Rebaudiosídeo C	$\beta$ -Glc	$\beta$ -Glc- $\alpha$ -Rha (2→1)   $\beta$ -Glc (3→1)
Rebaudiosídeo D	$\beta$ -Glc- $\beta$ -Glc (2→1)	$\beta$ -Glc- $\beta$ -Glc (2→1)   $\beta$ -Glc (3→1)
Rebaudiosídeo E	$\beta$ -Glc- $\beta$ -Glc (2→1)	$\beta$ -Glc- $\beta$ -Glc (2→1)
Rebaudiosídeo F	$\beta$ -Glc	$\beta$ -Glc- $\beta$ -Xyl (2→1)   $\beta$ -Glc (3→1)
Dulcosídeo A	$\beta$ -Glc	$\beta$ -Glc- $\alpha$ -Rha (2→1)

\* Glc, Xyl e Rha representam respectivamente, unidade de glicose, xilose e rhamnose  
Fonte: Lemus-Mondaca et al. (2012).

O esteviosídeo é um composto intensamente doce (GASMALLA; YANG; HUA, 2014), porém, exibe maior amargor do que o rebaudiosídeo A, resultando em um gosto residual indesejável (CARAKOSTAS et al., 2011). A doçura da stévia está completamente relacionada com sua forma química. Os

glicosídeos que apresentam cadeias de açúcar altamente ramificadas nas posições C-13 e C-19 resultam no aumento da doçura, enquanto que as cadeias de açúcar não ramificadas e onde há uma substituição de uma das três unidades de glicose por uma unidade de rhamnose, resulta em uma redução na doçura (PAWAR; KRYNITSKY; RADER, 2013; PHILIPPE et al., 2014). Diante disto, a doçura dos rebaudiosídeos aumenta com um maior número de unidades de açúcar ligadas à esteviol. Como o rebaudiosídeo A tem uma unidade de glicose a mais que o esteviosídeo, ele apresenta maior doçura e qualidade de sabor, sem apresentar gosto amargo residual (GASMALLA; YANG; HUA, 2014; LEMUS-MONDACA et al., 2012).

A stévia é um potencial edulcorante, pois a doçura de qualquer glicosídeo de esteviol é maior que a doçura da sacarose, sendo o rebaudiosídeo A 250 a 450 vezes, rebaudiosídeo B 300 a 350 vezes, rebaudiosídeo C 50 a 200 vezes, rebaudiosídeo D 250 a 450 vezes, rebaudiosídeo E 150 a 300 vezes, dulcosídeo 50 a 120 vezes e esteviosídeo 100 a 125 vezes (CHATSUDTHIPONG; MUANPRASAT, 2009; LEMUS-MONDACA et al., 2012). Diante do seu perfil de gosto doce, a maioria dos edulcorantes comercializados que utiliza a stévia, consiste, principalmente, de esteviosídeo e/ou rebaudiosídeo A (CARAKOSTAS et al., 2011). Desta forma, a stévia pode ser uma excelente alternativa para a substituição da sacarose e dos edulcorantes artificiais. Uma pesquisa realizada por Sclafani et al. (2010), demonstrou que em um estudo com ratos e camundongos, ambos responderam fortemente à stévia em comparação aos outros edulcorantes não calóricos.

Além das boas características de dulçor que destaca a stévia como um potencial edulcorante, o fato de ser natural e ter baixas calorias pode ser atraente para os consumidores preocupados com a saúde (GASMALLA; YANG; HUA, 2014). Semelhante ao que acontece com a sacarose, os glicosídeos de esteviol não são absorvidos pelo corpo humano ou sua absorção é extremamente baixa.

Além disso, as enzimas digestivas do trato gastrointestinal dos seres humanos não conseguem degradá-los. Entretanto, a microflora intestinal dos humanos, mais especificamente o microrganismo *Bacteroides sp.*, é responsável por degradar os glicosídeos em esteviol e glicose, sendo estes, eliminados pelo organismo (CARAKOSTAS et al., 2008; CHATSUDTHIPONG; MUANPRASAT, 2009; GEUNS, 2003; PAWAR; KRYNITSKY; RADER, 2013).

Além das características sensoriais, os glicosídeos de esteviol apresentam outras vantagens para os consumidores. Os glicosídeos não são calóricos, mantêm a saúde dentária e atuam na redução da ingestão de açúcar, sendo ideal para o uso de pessoas diabéticas e obesas, exercendo efeitos benéficos na saúde (GEUNS, 2003). Além destas vantagens, o edulcorante de stévia apresenta estabilidade ao calor de até 200°C, é estável na gama de pH 2 a 10, não é fermentável e não sofre qualquer tipo de reação de escurecimento. Estes fatores o tornam adequado para utilização em diversos produtos alimentícios (KROYER, 2010).

A toxicologia dos glicosídeos de esteviol tem sido muito estudada. Vários dados indicam que o edulcorante de stévia pode ser classificado como não-tóxico, não-mutagênico e não-carcinogênico. Do mesmo modo, não foram observadas reações alérgicas quando utilizado o edulcorante (CARAKOSTAS et al., 2008; LEMUS-MONDACA et al., 2012).

Graças aos estudos de segurança realizados no edulcorante de stévia, foi possível constatar que não há relatos de efeitos colaterais negativos (BARRIOCANAL et al., 2008). Diante disso, a maioria das agências reguladoras tem confirmado que é seguro o uso de stévia como adoçante (RAMAKRISHNA; RAVISHANKAR, 2013). Em 2008 e 2009, a *Food and Agriculture Organization*, juntamente com a *World Health Organization's Joint Expert Committee on Food Additives* (JECFA), declarou que o uso de glicosídeos

de esteviol (95%) é seguro para o consumo humano, sendo utilizado até 4mg / kg de peso corporal / dia. Deste modo, a stévia recebeu o rótulo de GRAS da FDA, sendo considerado um edulcorante seguro (BENFORD et al., 2009; FDA, 2009; RAMAKRISHNA; RAVISHANKAR, 2013). Em 2011, a Comissão Europeia autorizou a utilização de glicosídeos de esteviol puros (95%) em vários produtos alimentícios e bebidas (GASMALLA; YANG; HUA, 2014). No Brasil, a ANVISA determina o limite máximo do uso de glicosídeos de esteviol em alimentos e bebidas com substituição de açúcares de 0,06g/100g ou g/100mL (BRASIL, 2008).

Diante de todas as vantagens apresentadas pelo uso da stévia em substituição à sacarose e aos edulcorantes artificiais, e devido ao aumento drástico do seu consumo, em resposta à preocupação dos consumidores com a saúde, se torna fundamental que a indústria de alimentos passe a elaborar novos produtos utilizando a stévia para fornecer as características sensoriais aos alimentos e bebidas. Alguns estudos já demonstram a utilização de stévia em diversos produtos alimentares como em refrigerantes, bebidas de fruta, biscoitos e sorvetes (GOYAL; GOYAL, 2010; JAYARAMAN; MANOHARAN; ILLANCHEZIAN, 2008), iogurtes e molho de soja (HOSSAIN et al., 2010; NARAYANAN et al., 2014; TADHANI; SUBHASH, 2006), chocolate (PALAZZO et al., 2011), doces e frutos do mar (GOYAL; GOYAL, 2010) e bebidas quentes como café e chá de ervas (GASMALLA; YANG; HUA, 2014).

#### **2.4 Testes descritivos**

A análise sensorial pode ser considerada um fator essencial que liga a pesquisa e o desenvolvimento de novos produtos, com foco nos aspectos tecnológicos do alimento, levando em consideração o comportamento dos

consumidores e o marketing (MOUSSAOUI; VARELA, 2010). A análise sensorial descritiva, é comumente utilizada em estudos sensoriais e do consumidor (VIDAL et al., 2014), sendo muito aplicada em estudos acadêmicos e na indústria de alimentos (VARELA; ARES, 2012). A aplicação desta metodologia tem crescido constantemente, pois permite medir a reação sensorial aos estímulos resultantes do consumo de um determinado produto, proporcionando uma descrição dos aspectos qualitativos e quantitativos da percepção humana (LAWLESS; HEYMANN, 2010; MOUSSAOUI; VARELA, 2010; VARELA; ARES, 2012).

A descrição das características sensoriais de alimentos e bebidas permite ao avaliador obter o perfil sensorial completo dos produtos analisados, além de verificar o efeito da mudança de ingredientes e/ou processos, variações no processo de fabricação e na determinação de características sensoriais importantes para a aceitação do consumidor e comercialização dos produtos (LAWLESS; HEYMANN, 2010; REINBACH et al., 2014; VARELA; ARES, 2012). Graças a estas informações fornecidas pelas análises descritivas, é possível que as empresas tomem decisões de negócios baseadas em dados estatísticos, de forma a desenvolver produtos de maior qualidade e com o perfil sensorial desejado pelo consumidor (MOUSSAOUI; VARELA, 2010; VALENTIN et al., 2012). Ainda de acordo com Varela e Ares (2012), o mais importante, tanto em aplicações industriais quanto em experimentos acadêmicos, é que a análise descritiva sirva como um elo entre as características do produto e a percepção do consumidor.

Existem inúmeras metodologias para realizar as análises descritivas usadas pela indústria ou em pesquisas científicas. Dentre estas metodologias, incluem-se a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), Perfil de Sabor e Perfil de Textura e Spectrum® (FLEMING; ZIEGLER; HAYEES, 2015; VALENTIN et al., 2012; VARELA; ARES, 2012). Além dos métodos descritivos temporais,

que descrevem as características sensoriais do produto ao longo do tempo como a Análise Temporal de Sensações (TDS) (PINEAU et al. 2009) e a Análise de tempo intensidade (TI) (CLIFF; HEYMANN, 1993).

Para a aplicação destes métodos é necessário ter à disposição, provadores bem treinados, pois a experiência dos provadores permite a obtenção de resultados mais detalhados, robustos, consistentes e reprodutíveis. Por isto, provadores treinados são comumente utilizados em testes descritivos (MOUSSAOUI; VARELA, 2010; VIDAL et al., 2014). Entretanto, isto pode ser visto como uma limitação em comum destas técnicas, pois os recursos investidos para recrutar, treinar e manter provadores bem treinados e calibrados pode não ser viável economicamente, causando prejuízos tanto para as indústrias de alimentos como para as pesquisas, que sempre lidam com a falta de tempo e recursos escassos (CARTIER et al., 2006; CRUZ et al., 2013; FLEMING; ZIEGLER; HAYES, 2015; VARELA; ARES, 2012).

Devido a necessidade de se economizar tempo e dinheiro, nos últimos anos houve um grande interesse em utilizar métodos descritivos econômicos na indústria de alimentos. Diante disto, tornou-se indispensável o desenvolvimento e a utilização de métodos sensoriais descritivos mais dinâmicos e rápidos, com o intuito de obter uma percepção global do produto, a partir da realização de um único teste com o consumidor. Além da vantagem de poder trabalhar com consumidores sem treinamento, estas técnicas obtém, com grande sucesso, mapas sensoriais muito semelhantes aos obtidos por análises descritivas clássicas, que utilizam provadores altamente treinados e calibrados (CRUZ et al., 2013; REINBACH et al., 2014; VARELA; ARES, 2012; VIDAL et al., 2014). Estes novos métodos rápidos incluem o Sorting, Flash Profiling (FP), Check-All-That-Apply (CATA) (CARTIER et al., 2006; DEHLHOLM et al., 2012; REINBACH et al., 2014) e o Projective Mapping (PM), também descrito como Napping® (PAGÈS, 2005).

### 2.4.1 Utilização da metodologia Napping®

A ideia do PM foi lançada na década de 80, pelo pesquisador Dun-Rankin, onde os avaliadores eram convidados a colocar as amostras em um espaço bidimensional, de acordo com as semelhanças e diferenças percebidas (MIELBY et al., 2014). Mais tarde, na década de 90, o método PM foi introduzido no campo da avaliação sensorial por Risvik et al. (1994), onde os avaliadores eram convidados a fornecer uma projeção bidimensional de um grupo de amostras, de acordo com suas similaridades, utilizando seus próprios critérios. Para isto, os avaliadores eram instruídos a utilizar uma folha de papel A4 (DEHLHOLM et al., 2012; MIELBY et al., 2014; NESTRUD; LAWLESS, 2010; VIDAL et al., 2014).

A reintrodução da metodologia PM sob o nome Napping® foi realizada por Pagès (2003; 2005). A palavra Napping deriva da palavra francesa ‘nappe’ que significa ‘toalha de mesa’ (PAGÈS, 2005). Parece haver desacordo de alguns autores sobre o fato do Napping® ser o mesmo que PM (MIELBY et al., 2014), entretanto, para vários autores, estas duas denominações referem-se a mesma técnica (ALBERT et al., 2011; LIU et al., 2016; NESTRUD; LAWLESS, 2010; PERRIN et al., 2008; VIDAL et al., 2014). Tanto a denominação de PM como a denominação Napping® têm sido muito utilizadas, principalmente na avaliação sensorial (VALENTIN et al., 2012), destacando o crescente interesse nesta metodologia nos últimos anos (VIDAL et al., 2014).

O Napping® permite obter medidas de dissimilaridades das amostras, por meio da distância euclidiana, para cada amostra, em apenas uma única sessão. Ou seja, é possível medir a distância sensorial percebida entre os produtos analisados, posicionando-os em uma folha de papel branco (MOUSSAOUI; VARELA, 2010; PERRIN et al., 2008). Os avaliadores recebem simultaneamente todas as amostras de forma balanceada e aleatória.

Eles são convidados primeiramente a olhar, cheirar e/ou provar todas as amostras, dependendo do objetivo da análise. Em sequência, eles devem posicionar as amostras em uma folha de papel branca A3 (60 cm x 40 cm), de acordo com suas similaridades e dissimilaridades. Deve-se deixar bem claro para os avaliadores, que quanto maior for a proximidade das amostras, mais características semelhantes elas possuem. Por outro lado, se são percebidas características diferentes entre amostras, estas devem ser colocadas longe umas das outras (LIU et al., 2016; PAGÈS, 2005; VALENTIN et al., 2012).

Deve-se ressaltar que os avaliadores são livres para expressar as grandes diferenças que foram percebidas entre as amostras, usando a maior parte da folha. No final da análise, os avaliadores devem anotar os números correspondentes ao código das amostras na folha de papel, no lugar exato que as amostras ocupam. Assim, é possível gravar as coordenadas das amostras no mapa sensorial de cada avaliador (PAGÈS, 2005).

Após esta explicação, não é dada mais nenhuma instrução aos avaliadores. Pagès (2005) destaca que os avaliadores devem usar seus próprios critérios para fazer a análise. Ou seja, os critérios de posicionamento e a importância relativa que eles querem dar às amostras são escolhidos de forma individual, o que faz com que o Napping® seja um procedimento flexível e espontâneo (MOUSSAOUI; VARELA, 2010; PERRIN et al., 2008). Além disso, os avaliadores são livres para provar as amostras quantas vezes for preciso, podendo gastar o tempo necessário para a realização de uma boa análise (PAGÈS, 2005; PERRIN et al., 2008). Varela e Ares (2012) destacam que esta metodologia tem demonstrado ser uma técnica rápida e de fácil compreensão, mesmo para provadores não treinados. Além disso, destaca-se o fato de não existir uma resposta certa ou errada, boa ou ruim, pois cada julgamento é levado igualmente em consideração, o que faz do Napping® uma técnica de fácil

aplicabilidade (MOUSSAOUI; VARELA, 2010; PAGÈS, 2005, PERRIN et al., 2008).

As análises estatísticas são realizadas com base nas coordenadas X e Y dos produtos avaliados por cada provador. Estas coordenadas são inseridas em uma matriz, de forma que cada linha da matriz representa um dos produtos avaliados, e cada par de colunas refere-se a um diferente provador, sendo que a primeira coluna contém a coordenada X e a segunda coluna contém a coordenada Y (VALENTIN et al., 2016). Inicialmente, analisava-se os dados provenientes do Napping<sup>®</sup> utilizando uma Análise de Componentes Principais (PCA) juntamente a um Procedimento de Arranjo Espacial (GOLDSTONE, 1994). Atualmente, a análise estatística mais utilizada para analisar os dados provenientes do Napping<sup>®</sup> é a Análise Múltipla de Fatores (MFA), como descrito por Pagès (2005).

A MFA pode ser estendida e utilizada para caracterizar as amostras, sendo necessário inserir dados descritivos de cada produto avaliado como variáveis suplementares a matriz de coordenadas (PERRIN et al., 2008). Também é possível utilizar as coordenadas dos produtos avaliados para a realização de uma análise de agrupamento, de forma a encontrar grupos de produtos semelhantes (VALENTIN et al., 2012). Outros métodos estatísticos também podem ser utilizados para realizar a avaliação do Napping<sup>®</sup>, como o Individual Differences Scaling (INDISCAL) (NESTRUD; LAWLESS, 2011) e o DISTATIS, que realiza a análise de múltiplas matrizes de distâncias (ABDI, 2007). Estas duas últimas, porém, são pouco utilizadas na literatura.

Nos últimos anos, surgiram algumas variantes do Napping<sup>®</sup>, sendo identificadas com base na natureza holística da tarefa, como o *Global Napping* (GN) e o *Partial Napping* (PN) e com base na junção com atributos descritivos, como o *Ultra-Flash Profile* (UFP) e o *Sorted Napping* (SN) (HOPFER; HEYMANN, 2013).

No GN, os avaliadores devem levar em consideração todos os aspectos sensoriais das amostras (DEHLHOLM et al., 2012; REINBACH et al., 2014). Já no PN, os avaliadores devem executar a tarefa de mapeamento sensorial com base em apenas uma modalidade sensorial específica, como a aparência, o sabor, o cheiro ou a textura (LOW et al., 2015; REINBACH et al., 2014). No UFP, após os avaliadores terem posicionado as amostras na folha de papel, são convidados a listar as características sensoriais que melhor descrevem as diferenças entre as amostras, classificando-as com uma lista de atributos individuais (LIU et al., 2016; PERRIN et al., 2008). Por fim, no SN, após os avaliadores terem posicionado as amostras na folha de papel, são convidados a reagrupar as amostras semelhantes, circulando as amostras que pertencem ao mesmo grupo (PAGÈS; CADORET; LÊ, 2010; VALENTIN et al., 2012).

Assim como destacado na literatura, o Napping<sup>®</sup> possui várias vantagens, como o curto tempo de realização, a utilização de provadores não treinados e um grande número de amostras oferecidas em uma única sessão. Entretanto, é necessário que alguns parâmetros sejam estabelecidos. Moussaoui e Varela (2010) e Perrin et al. (2008) afirmam que esta técnica deve ser limitada a um conjunto de 10 a 20 amostras, de forma a não causar problemas com fadiga ou adaptação. Quando se trabalha com provadores não treinados, o número de provadores pode influenciar nos resultados obtidos. Vidal et al. (2014) estudaram a quantidade ideal de provadores para fornecer um mapa sensorial estável e confiável, chegando a conclusão de que 50 provadores é uma recomendação segura, levando em consideração a complexidade das amostras e a confiabilidade dos resultados.

É possível observar na literatura, que esta metodologia já foi aplicada a uma gama de produtos, tais como chocolate (RISVIK et al., 1994), queijo de leite de ovelha (BARCENAS; ELORTONDO; ALBISU, 2004), vinhos (LIU et al., 2016; PAGÈS, 2003, 2005; PERRIN et al., 2008), maçãs e queijos

(NESTRUD; LAWLESS, 2010), bebidas quentes (MOUSSAOUI; VARELA, 2010), nuggets de peixe (ALBERT et al., 2011), suco em pó (ARES et al., 2011), salsichas (GROSSI et al., 2012), frutas e vegetais (MIELBY et al., 2014) e bebida destilada (LOW et al., 2015). Estes estudos demonstraram que o Napping<sup>®</sup> é um método rápido e confiável para avaliar vários produtos, fornecendo resultados semelhantes a análise descritiva realizada com provadores treinados (DEHLHOLM et al., 2012; VIDAL et al., 2014).

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mercado consumidor está em constante mudança, e hoje é possível observar uma forte tendência de mercado para a saudabilidade e bem-estar. As pessoas estão muito mais preocupadas com sua saúde e estética, e devido a isso, estão praticando mais exercícios físicos e se preocupando mais com a alimentação. Cabe à indústria de alimentos, desenvolver produtos que satisfaçam as necessidades e desejos dos consumidores. Além desses fatores, é indispensável o estudo de alternativas para substituir os edulcorantes artificiais, tornando assim, os produtos mais saudáveis. Dentre as alternativas, em substituição à sacarose e sucralose, destaca-se o uso de edulcorantes a base de stévia, por ser um edulcorante natural. Neste ponto, a análise sensorial se faz de extrema importância, por indicar o melhor perfil sensorial da utilização destes edulcorantes, de forma a gerar produtos com boa aceitação e qualidade sensorial. Este estudo demonstra o grande potencial em se utilizar uma metodologia descritiva rápida, para fornecer as melhores concentrações de stévia, em iogurte enriquecido com soro de leite.

## REFERÊNCIAS

ABDI, H. et al. Analyzing assessors and products in sorting tasks: Distatis, theory and applications. **Food Quality and Preference**, Oxford, v. 18, n. 4, p. 627–640, 2007.

ADA. American Dietetic Association. Position of the american dietetic association: use of nutritive and nonnutritive sweeteners. **Journal of the American Dietetic Association**, Chicago, v. 104, n. 2, p. 255, 2004.

ALBERT, A. et al. Overcoming the issues in the sensory description of hot served food R flash profiling and projective mapping with a complex texture. application of qda, using panels with different degrees of training. **Food Quality and Preference**, Oxford, v. 22, n. 5, p. 463–473, 2011.

ALBERTI, G. et al. Acceptability of lupin protein products in healthy competitive athletes. **Sport Sciences for Health**, Milano, v. 3, n. 3, p. 65–71, 2008.

ARES, G. et al. Are consumer profiling techniques equivalent for some product categories? the case of orange-flavoured powdered drinks. **International Journal of Food Science & Technology**, Oxford, v. 46, n. 8, p. 1600–1608, 2011.

ARORA, S. et al. Analysis of sucralose and its storage stability in burfi. **Journal of Food Science and Technology**, Mysore, v. 46, n. 2, p. 114–117, 2009.

BAKAL, A. I. Mixed sweetener functionality. In: NABORS, L. B. **Alternative Sweeteners**. 3 ed. New York: Marcel Dekker, Inc., 2001. p. 463- 480.

BARCENAS, P.; ELORTONDO, F. P.; ALBISU, M. Projective mapping in sensory analysis of ewes milk cheeses: A study on consumers and trained panel performance. **Food Research International**, Oxford, v. 37, n. 7, p. 723–729, 2004.

BARRENA, R.; SÁNCHEZ, M. Neophobia, personal consumer values and novel food acceptance. **Food Quality and Preference**, Oxford, v. 27, n. 1, p. 72–84, 2013.

BARRIOCANAL, L. A. et al. Apparent lack of pharmacological effect of steviol glycosides used as sweeteners in humans. a pilot study of repeated exposures in some normotensive and hypotensive individuals and in type 1 and type 2 diabetics. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, Cambridge v. 51, n. 1, p. 37–41, 2008.

BARROSO, M. et al. Stevia rebaudiana bertonii cultivated in Portugal: A prospective study of its antioxidant potential in different conservation conditions. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v. 90, p. 49–55, 2016.

BARTOLOTTA, C. Does consuming sugar and artificial sweeteners change taste preferences? **The Permanente Journal**, New York, v. 19, n. 3, p. 81, 2015.

BEHARE P.; LULE, V.; PATIL, P. Yogurt: Dietary Importance. In: CABALLERO, B.; FINGLAS, P. M.; TOLDRÁ, F. **Encyclopedia of Food and Health**. Amsterdam: CRC Press, 2015. p. 612–616.

BELLISLE, F. Glutamate and the umami taste: sensory, metabolic, nutritional and behavioural considerations. A review of the literature published in the last 10 years. **Neuroscience & Biobehavioral Reviews**, Oxford, v. 23, n. 3, p. 423–438, 1999.

BENFORD, D. J. et al. Steviol glycosides (addendum). In: FAO e WHO. **Safety evaluation of certain food additives**. Geneva: WHO Press, 2009. p. 183–220.

BIGAL, M. E.; KRYMCHANTOWSKI, A. V. Migraine triggered by sucralose—a case report. Headache. **The Journal of Head and Face Pain**, Oxford, v. 46, n. 3, p. 515–517, 2006.

BINNS, N. M. Sucralose—all sweetness and light. **Nutrition Bulletin**, Oxford, v. 28, n. 1, p. 53–58, 2003.

BISTRÖM, M.; NORDSTRÖM, K. Identification of key success factors of functional dairy foods product development. **Trends in Food Science and Technology**, Cambridge, v. 13, n. 11, p. 372 – 379, 2002.

BRAGANTE, A. G. **Desenvolvendo produtos alimentícios: conceitos e metodologias**. São Paulo: Clube de Autores, 2012.

BRASIL. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Portaria nº 540, de 27 de outubro de 1997**. Aprova o Regulamento Técnico sobre Aditivos Alimentares – definições, classificação e emprego. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 27 out. 1997.

\_\_\_\_\_. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução nº 3, de 2 de Janeiro de 2001**. Aprova o Regulamento Técnico que Aprova o Uso de Aditivos Edulcorantes, Estabelecendo seus Limites Máximos para os Alimentos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 05 jan. 2001.

\_\_\_\_\_. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução nº 18, de 24 de março de 2008**. Aprova o Regulamento Técnico que Autoriza o Uso de Aditivos Edulcorantes em Alimentos, com seus Respective Limites Máximos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 25 mar. 2008.

\_\_\_\_\_. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução nº 54, de 12 de novembro de 2012**. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre informação Nutricional Complementar. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 21 ago. 2012b.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 46 de 23 de outubro de 2007**. Instrução Normativa para oficializar o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 24 out. 2007.

CADENA, R. et al. Reduced fat and sugar vanilla ice creams: Sensory profiling and external preference mapping. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 95, n. 9, p. 4842–4850, 2012.

CALEJA, C. et al. Fortification of yogurts with different antioxidant preservatives: A comparative study between natural and synthetic additives. **Food Chemistry**, London, v. 210, p. 262–268, 2016.

CARAKOSTAS, M. et al. Overview: the history, technical function and safety of rebaudioside a, a naturally occurring steviol glycoside, for use in food and beverages. **Food and Chemical Toxicology**, Oxford, v. 46, n. 7, p. S1–S10, 2008.

\_\_\_\_\_. Steviol Glycosides. In: NABORS, L.O.B. **Alternative Sweeteners**. 4th ed. Boca Raton: CRC Press, 2011, cap. 11.

CARTIER, R. et al. Sorting procedure as an alternative to quantitative descriptive analysis to obtain a product sensory map. **Food Quality and Preference**, Oxford, v. 17, n. 7, p. 562–571, 2006.

CHATSUDTHIPONG, V.; MUANPRASAT, C. Stevioside and related compounds: therapeutic benefits beyond sweetness. **Pharmacology & Therapeutics**, New York, v. 121, n. 1, p. 41–54, 2009.

CHATTOPADHYAY, S.; RAYCHAUDHURI, U.; CHAKRABORTY, R. Artificial sweeteners—a review. **Journal of Food Science and Technology**, Mysore, v. 51, n. 4, p. 611–621, 2014.

CLIFF, M.; HEYMANN, H. Development and use of time-intensity methodology for sensory evaluation: A review. **Food Research International**, Oxford, v. 26, n. 5, p. 375–385, 1993.

CODEX ALIMENTARIUS. Norma General del Codex para los Aditivos Alimentarios. **Food and Agriculture Organization of the United Nations e World Health Organization**. 2007. Disponível em: <[http://www.fao.org/gsfaonline/docs/CXS\\_192s.pdf](http://www.fao.org/gsfaonline/docs/CXS_192s.pdf)>. Acesso em: 14 out. 2016.

CORMIER, H. et al. Association between yogurt consumption, dietary patterns, and cardio-metabolic risk factors. **European Journal of Nutrition**, Heidelberg, v. 55, n. 2, p. 577–587, 2016.

COSTA, A. I.; JONGEN, W. New insights into consumer-led food product development. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v. 17, n. 8, p. 457–465, 2006.

CRUZ, A. et al. Consumer perception of probiotic yogurt: Performance of check all that apply (cata), projective mapping, sorting and intensity scale. **Food Research International**, Oxford, v. 54, n. 1, p. 601–610, 2013.

DEHLHOLM, C. et al. Rapid descriptive sensory methods—comparison of free multiple sorting, partial napping, napping, flash profiling and conventional profiling. **Food Quality and Preference**, Oxford, v. 26, n. 2, p. 267–277, 2012.

FDA. Food and Drug Administration. **Notice to the U.S. Food and Drug Administration (FDA) that the use of Rebiana (Rebaudioside A) derived from Stevia rebaudiana, as a Food Ingredient is Generally Recognized as Safe (GRAS)**. Washington: Food and Drug Administration, 2009. Disponível em: <<http://www.fda.gov/downloads/food/ingredientspackaginglabeling/gras/noticieiinventory/ucm269251.pdf>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

FIESP; ITAL. Federação das Indústrias do Estado de São Paulo; Instituto de Tecnologia de Alimentos. **Brasil Food Trends 2020**. São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.ital.sp.gov.br/tecnolat/anais/tl230513/Arquivos/Brasil%20Food%20Trends%202020.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2016.

FITCH, C.; KEIM, K. S. Position of the academy of nutrition and dietetics: use of nutritive and nonnutritive sweeteners. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, New York, v. 112, n. 5, p. 739–758, 2012.

FLEMING, E. E.; ZIEGLER, G. R.; HAYES, J. E. Check-all-that-apply (cata), sorting, and polarized sensory positioning (psp) with astringent stimuli. **Food Quality and Preference**, Oxford, v. 45, p. 41–49, 2015.

GASMALLA, M. A. A.; YANG, R.; HUA, X. Stevia rebaudiana bertonii: An alternative sugar replacer and its application in food industry. **Food Engineering Reviews**, New York, v. 6, n. 4, p. 150–162, 2014.

GAVIRA, M. D. O. et al. Gestão da inovação tecnológica: uma análise da aplicação do funil de inovação em uma organização de bens de consumo. **Revista de Administração Mackenzie**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 77–107, 2007.

GEUNS, J. M. Stevioside. **Phytochemistry**, London, v. 64, n. 5, p. 913–921, 2003.

GOLDSTONE, R. An efficient method for obtaining similarity data. **Behavior Research Methods, Instruments, & Computers**, Austin, v. 26, n. 4, p. 381–386, 1994.

GOYAL, S.; GOYAL, R. et al. Stevia (stevia rebaudiana) a bio-sweetener: a review. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, Oxford, v. 61, n. 1, p. 1–10, 2010.

GREENLY, L. W. A doctor's guide to sweeteners. **Journal of Chiropractic Medicine**, Chicago, v. 2, n. 2, p. 80–86, 2003.

GREMBECKA, M. Natural sweeteners in a human diet. **Roczniki Państwowego Zakładu Higieny**, Warszawa, v. 66, n. 3, p. 195–202, 2015.

GROSSI, A. et al. Reduction of salt in pork sausages by the addition of carrot fibre or potato starch and high pressure treatment. **Meat Science**, Amsterdam, v. 92, n. 4, p. 481–489, 2012.

GROTZ, V.L. et al. Sucralose. In: NABORS, L.O.B. **Alternative Sweeteners**. 4th ed. Boca Raton: CRC Press, 2011. cap. 12.

HOPFER, H.; HEYMANN, H. A summary of projective mapping observations—the effect of replicates and shape, and individual performance measurements. **Food Quality and Preference**, Oxford, v. 28, n. 1, p. 164–181, 2013.

HOSSAIN, M. A. et al. Chemical composition of the essential oils of stevia rebaudiana bertonii leaves. **Asian Journal of Traditional Medicines**, Hong Kong, v. 5, n. 2, p. 56–61, 2010.

HU, F. B. Resolved: there is sufficient scientific evidence that decreasing sugar-sweetened beverage consumption will reduce the prevalence of obesity and obesity-related diseases. **Obesity Reviews**, Oxford, v. 14, n. 8, p. 606–619, 2013.

HUERTAS, R. A. P. Yogur en la salud humana. **Revista Lasallista de Investigación**, Caldas, v. 9, n. 2, p. 162–177, 2012.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009** - Análise do consumo alimentar pessoal no Brasil. Brasília: IBGE, 2011. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2008\\_2009\\_analise\\_consumo/pofanalise\\_2008\\_2009.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2008_2009_analise_consumo/pofanalise_2008_2009.pdf)>. Acesso em: 09 jan. 2017.

JACOBSEN, L. F. et al. Improving internal communication between marketing and technology functions for successful new food product development. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v. 37, n. 2, p. 106–114, 2014.

JAYARAMAN, S.; MANOHARAN, M. S.; ILLANCHEZIAN, S. In-vitro antimicrobial and antitumor activities of stevia rebaudiana (asteraceae) leaf extracts. **Tropical Journal of Pharmaceutical Research**, Benin City, v. 7, n. 4, p. 1143–1149, 2008.

JEONG, M. et al. Local news media framing of obesity in the context of a sugar-sweetened beverage reduction media campaign. **Journal of Nutrition Education and Behavior**, Hamilton, v. 46, n. 6, p. 583–588, 2014.

KHAN, S. et al. Artificial sweeteners: safe or unsafe? **The Journal of the Pakistan Medical Association**, Karachi, v. 65, n. 2, p. 225–227, 2015.

KINNAMON, S. C. Umami taste transduction mechanisms. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Rockville, v. 90, n. 3, p. 753S–755S, 2009.

KŁOSIEWICZ-LATOSZEK, L.; CYBULSKA, B. Sugar and health hazard of obesity, diabetes mellitus and cardiovascular diseases. **Problemy Higieny i Epidemiologii**, Warsaw, v. 92, n. 2, p. 181–186, 2011.

KROYER, G. Stevioside and stevia-sweetener in food: application, stability and interaction with food ingredients. **Journal of Consumer Protection and Food Safety**, Berlin, v. 5, n. 2, p. 225–229, 2010.

LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. **Sensory evaluation of food: principles and practices**. New York: Springer, 2010.

LEMUS-MONDACA, R. et al. Stevia rebaudiana bertonii, source of a high-potency natural sweetener: A comprehensive review on the biochemical, nutritional and functional aspects. **Food Chemistry**, London, v. 132, n. 3, p. 1121–1132, 2012.

LINNEMANN, A. R. et al. Consumer-driven food product development. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v. 17, n. 4, p. 184–190, 2006.

LIU, J. et al. Performance of flash profile and napping with and without training for describing small sensory differences in a model wine. **Food Quality and Preference**, Oxford, v. 48, p. 41–49, 2016.

LOUW, L. et al. Optimisation of the partial napping approach for the successful capturing of mouthfeel differentiation between brandy products. **Food Quality and Preference**, Oxford, v. 41, p. 245–253, 2015.

MARCELLINI, P. S.; CHAINHO, T.; BOLINI, H. M. A. Doçura ideal e análise de aceitação de suco de abacaxi concentrado reconstituído adoçado com diferentes edulcorantes e sacarose. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 16, n. 2, p. 177–182, 2009.

MARGOLSKEE, R. F. Molecular mechanisms of bitter and sweet taste transduction. **The Journal of Biological Chemistry**, Rockville, v. 277, n. 1, p. 1–4, 2002.

MCGREGOR, R. A.; POPPITT, S. D. Milk protein for improved metabolic health: a review of the evidence. **Nutrition & Metabolism**, London, v. 10, n. 1, p. 1–13, 2013.

MELO FILHO, A.B.; VASCONCELOS, M.A.S. **Química de Alimentos**. Recife: UFRPE, 2011.

MIELBY, L. H. et al. Comparison of descriptive analysis, projective mapping and sorting performed on pictures of fruit and vegetable mixes. **Food Quality and Preference**, Oxford, v. 35, p. 86–94, 2014.

MORAES, P.; BOLLINI, H. Perfil sensorial de iogurtes comerciais sabor morango nas versões tradicional e light. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 13, n. 2, p. 112–119, 2010.

MORAIS, E. et al. Prebiotic low sugar chocolate dairy desserts: Physical and optical characteristics and performance of parafac and pca preference map. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 81, n. 1, p. S156–S164, 2016.

MOUSSAOUI, K. A.; VARELA, P. Exploring consumer product profiling techniques and their linkage to a quantitative descriptive analysis. **Food Quality and Preference**, Oxford, v. 21, n. 8, p. 1088–1099, 2010.

NABORS, L.O.B. **Alternative Sweeteners**. 4th ed. Boca Raton: CRC Press, 2011.

NARAYANAN, P. et al. Use of just-about-right scales and penalty analysis to determine appropriate concentrations of stevia sweeteners for vanilla yogurt. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 97, n. 6, p. 3262–3272, 2014.

NEGRO, M. et al. Branched-chain amino acid supplementation does not enhance athletic performance but affects muscle recovery and the immune system. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, Torino, v. 48, n. 3, p. 347–351, 2008.

NESTRUD, M. A.; LAWLESS, H. T. Perceptual mapping of apples and cheeses using projective mapping and sorting. **Journal of Sensory Studies**, Westport, v. 25, n. 3, p. 390–405, 2010.

\_\_\_\_\_. Recovery of subsampled dimensions and configurations derived from napping data by mfa and mds. **Attention, Perception, & Psychophysics**, Madison, v. 73, n. 4, p. 1266–1278, 2011.

O’SULLIVAN, A. et al. Seaweed extracts as potential functional ingredients in yogurt. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, Amsterdam, v. 37, p. 293–299, 2016.

PAGÈS, J. Recueil direct de distances sensorielles: application à l'évaluation de dix vins blancs du val-de-loire. **Sciences des Aliments**, Cachan, v. 23, n. 5-6, p. 679–688, 2003.

\_\_\_\_\_. Collection and analysis of perceived product inter-distances using multiple factor analysis: Application to the study of 10 white wines from the Loire Valley. **Food Quality and Preference**, Oxford, v. 16, n. 7, p. 642–649, 2005.

PAGÈS, J.; CADORET, M.; LÊ, S. The sorted napping: A new holistic approach in sensory evaluation. **Journal of Sensory Studies**, Westport, v. 25, n. 5, p. 637–658, 2010.

PAIXÃO, J. et al. Influence of temperature and fat content on ideal sucrose concentration, sweetening power, and sweetness equivalence of different sweeteners in chocolate milk beverage. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 97, n. 12, p. 7344–7353, 2014.

PALAZZO, A. B.; BOLINI, H. Multiple time-intensity analysis and acceptance of raspberry-flavored gelatin. **Journal of Sensory Studies**, Westport, v. 24, n. 5, p. 648–663, 2009.

PALAZZO, A. et al. The determination of isosweetness concentrations of sucralose, rebaudioside and neotame as sucrose substitutes in new diet chocolate formulations using the time-intensity analysis. **Journal of Sensory Studies**, Westport, v. 26, n. 4, p. 291–297, 2011.

PATRO-GOŁĄB, B.; SHAMIR, R.; SZAJEWSKA, H. Yogurt for treating acute gastroenteritis in children: systematic review and meta-analysis. **Clinical Nutrition**, Philadelphia, v. 34, n. 5, p. 818–824, 2015.

PAWAR, R. S.; KRYNITSKY, A. J.; RADER, J. I. Sweeteners from plants with emphasis on stevia rebaudiana (bertoni) and siraitia grosvenorii (swingle). **Analytical and Bioanalytical Chemistry**, Heidelberg, v. 405, n. 13, p. 4397–4407, 2013.

PERRIN, L. et al. Comparison of three sensory methods for use with the napping o procedure: Case of ten wines from Loire Valley. **Food Quality and Preference**, Oxford, v. 19, n. 1, p. 1–11, 2008.

PHILIPPE, R. N. et al. Biotechnological production of natural zero-calorie sweeteners. **Current Opinion in Biotechnology**, London, v. 26, p. 155–161, 2014.

PINEAU, N. et al. Temporal dominance of sensations: Construction of the tds curves and comparison with time–intensity. **Food Quality and Preference**, Oxford, v. 20, n. 6, p. 450–455, 2009.

PINELI, L. L. O. et al. Sensory impact of lowering sugar content in orange nectars to design healthier, low-sugar industrialized beverages. **Appetite**, London, v. 96, p. 239–244, 2016.

PINHEIRO, M. et al. The effect of different sweeteners in low-calorie yogurts-a review. **International Journal of Dairy Technology**, Malden, v. 58, n. 4, p. 193–199, 2005.

RAMAKRISHNA, A.; RAVISHANKAR, G. A. Diterpene sweeteners (steviosides). In: RAMAWAT, K. G.; MÉRILLON, J. M. **Natural Products**. Heidelberg: Springer, 2013. p. 3193–3203.

REED, D. R.; TANAKA, T.; MCDANIEL, A. H. Diverse tastes: Genetics of sweet and bitter perception. **Physiology & Behavior**, Cambridge, v. 88, n. 3, p. 215–226, 2006.

REINBACH, H. C. et al. Comparison of three sensory profiling methods based on consumer perception: cata, cata with intensity and napping. **Food Quality and Preference**, Oxford, v. 32, p. 160–166, 2014.

REIS, R. C. et al. Sweetness equivalence of different sweeteners in strawberry-flavored yogurt. **Journal of Food Quality**, Westport, v. 34, n. 3, p. 163–170, 2011.

RISVIK, E. et al. Projective mapping: A tool for sensory analysis and consumer research. **Food Quality and Preference**, Oxford, v. 5, n. 4, p. 263–269, 1994.

ROCHA, I. F. de O.; BOLINI, H. M. A. Different sweeteners in passion fruit juice: Ideal and equivalent sweetness. **LWT-Food Science and Technology**, Amsterdam, v. 62, n. 1, p. 861–867, 2015.

ROUTRAY, W.; MISHRA, H. N. Scientific and technical aspects of yogurt aroma and taste: a review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, Washington, v. 10, n. 4, p. 208–220, 2011.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C. **Gestão de desenvolvimento de produtos**: uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Saraiva, 2000.

SCLAFANI, A. et al. Stevia and saccharin preferences in rats and mice. **Chemical Senses**, Oxford, v. 35, n. 5, p. 433–443, 2010.

SHANKAR, P.; AHUJA, S.; SRIRAM, K. Non-nutritive sweeteners: review and update. **Nutrition**, Cambridge, v. 29, n. 11, p. 1293–1299, 2013.

SIRÓ, I. et al. Functional Food Product development, marketing and consumer acceptance-a review. **Appetite**, London, v. 51, n. 3, p. 456–467, 2008.

SODINI, I.; MONTELLA, J.; TONG, P. S. Physical properties of yogurt fortified with various commercial whey protein concentrates. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Oxford, v. 85, n. 5, p. 853–859, 2005.

SOUZA, V. R. et al. Analysis of various sweeteners in low-sugar mixed fruit jam: equivalent sweetness, time-intensity analysis and acceptance test. **International Journal of Food Science & Technology**, Oxford, v. 48, n. 7, p. 1541–1548, 2013.

\_\_\_\_\_. Analysis of various sweeteners in petit suisse cheese: determination of the ideal and equivalent sweetness. **Journal of Sensory Studies**, Westport, v. 26, n. 5, p. 339–345, 2011.

STOLZENBACH, S.; BREDIE, W. L.; BYRNE, D. V. Consumer concepts in new product development of local foods: Traditional versus novel honeys. **Food Research International**, Oxford, v. 52, n. 1, p. 144–152, 2013.

SUCDEN. **World Sugar Consumption**. France: Groupe Sucres Et Denrées, 2014. Disponível em: <[http://www.sucden.com/statistics/4\\_world-sugar-consumption](http://www.sucden.com/statistics/4_world-sugar-consumption)>. Acesso em: 10 jan. 2017.

SUEZ, J. et al. Artificial sweeteners induce glucose intolerance by altering the gut microbiota. **Nature**, London, v. 514, n. 7521, p. 181–186, 2014.

SWITHERS, S. E. Artificial sweeteners produce the counterintuitive effect of inducing metabolic derangements. **Trends in Endocrinology & Metabolism**, Cambridge, v. 24, n. 9, p. 431–441, 2013.

TADHANI, M.; SUBHASH, R. Preliminary studies on stevia rebaudiana leaves: proximal composition, mineral analysis and phytochemical screening. **Journal of Medical Sciences**, Faisalabad, v. 6, n. 3, p. 321–326, 2006.

THOW, A. M.; HAWKES, C. Global sugar guidelines: an opportunity to strengthen nutrition policy. **Public Health Nutrition**, Wallingford, v. 17, n. 10, p. 2151–2155, 2014.

USDA; USDHHS - U.S. Department of Agriculture e U.S.; Department of Health and Human Services. **Dietary Guidelines for Americans**. 7th ed. Washington: U.S. Government Printing Office, 2010.

VALENTIN, D. et al. Projective mapping and sorting tasks. In: HORT, J.; KEMP, S.; HOLLOWOOD, T. **Descriptive analysis in sensory evaluation**. London: Wiley-Blackweel, 2016. p. 1–19.

\_\_\_\_\_. Quick and dirty but still pretty good: A review of new descriptive methods in food science. **International Journal of Food Science & Technology**, Oxford, v. 47, n. 8, p. 1563–1578, 2012.

VARELA, P.; ARES, G. Sensory profiling, the blurred line between sensory and consumer science. A review of novel methods for product characterization. **Food Research International**, Oxford, v. 48, n. 2, p. 893–908, 2012.

VIDAL, L. et al. Stability of sample configurations from projective mapping: How many consumers are necessary? **Food Quality and Preference**, Oxford, v. 34, p. 79–87, 2014.

VIDIGAL, M. C. et al. Food technology neophobia and consumer attitudes toward foods produced by new and conventional technologies: A case study in Brazil. **LWT-Food Science and Technology**, Amsterdam, v. 60, n. 2, p. 832–840, 2015.

WHO. World Health Organization. **Draft guideline: sugars intake for adults and children**. Geneva: World Health Organization, 2015a. Disponível em: <[http://www.who.int/nutrition/sugars\\_public\\_consultation/en/](http://www.who.int/nutrition/sugars_public_consultation/en/)>. Acesso em: 10 jan. 2017.

\_\_\_\_\_. **WHO calls on countries to reduce sugars intake among adults and children**. Geneva: World Health Organization, 2015b. Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2015/sugar-guideline/en/>>. Acesso em: 10 jan. 2017.

WISE, P. M. et al. Reduced dietary intake of simple sugars alters perceived sweet taste intensity but not perceived pleasantness. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Rockville, v. 103, n. 1, p. 50–60, 2016.

ZHAO, G. Q. et al. The receptors for mammalian sweet and umami taste. **Cell**, Cambridge, v. 115, n. 3, p. 255–266, 2003.

ZHU, Y. et al. The associations between yogurt consumption, diet quality, and metabolic profiles in children in the USA. **European Journal of Nutrition**, Heidelberg, v. 54, n. 4, p. 543–550, 2015.

ZYGLER, A. et al. Determination of nine high-intensity sweeteners in various foods by high-performance liquid chromatography with mass spectrometric detection. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**, Heidelberg, v. 400, n. 7, p. 2159–2172, 2011.

**SEGUNDA PARTE – ARTIGO**

**FERRAMENTAS COMBINATÓRIAS PARA O DESENVOLVIMENTO  
DE UM IOGURTE RICO EM PROTEÍNAS COM EDULCORANTES  
NATURAIS**

Será submetido à Food Quality and Preference, sendo apresentado de acordo com as normas de publicação desta revista.

Michele Nayara Ribeiro<sup>\*1</sup>, Daniela Maria Rodrigues<sup>2</sup>, Renata Abadia Reis Rocha<sup>3</sup>, Letícia Rodrigues Silveira<sup>4</sup>, Vanessa Rios de Souza<sup>5</sup>, Ana Carla Marques Pinheiro<sup>6</sup>

1 Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, 37200-000, Lavras, MG, Brasil, michele.ribeiro01@gmail.com

2 Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, 37200-000, Lavras, MG, Brasil, dannielarodrigues@hotmail.com

3 Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, 37200-000, Lavras, MG, Brasil, renata.ufvcrp@gmail.com

4 Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, 37200-000, Lavras, MG, Brasil, lrsilveira9@gmail.com

5 Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, 37200-000, Lavras, MG, Brasil, vanessa.souza@dca.ufla.br

6 Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, 37200-000, Lavras, MG, Brasil, anacarlamp@dca.ufla.br

\*Autor correspondente: +55 34 9 9925-5157

Email: michele.ribeiro01@gmail.com

**RESUMO:** Diante da nova tendência de mercado, de se consumir produtos cada vez mais saudáveis e naturais, surge a necessidade de substituir os edulcorantes artificiais por edulcorantes naturais, sem comprometer a qualidade e as características sensoriais do produto. O desenvolvimento de um *mix* de edulcorantes naturais como a stévia é uma boa alternativa para atender a esta nova tendência. Entretanto, a otimização de formulações de produtos alimentícios, geralmente exige provadores treinados e várias sessões, sendo uma tarefa cara e prolongada. Diante disto, este trabalho propõe o uso da metodologia Napping®, para otimizar um *mix* de diferentes stévias, em iogurte rico em proteínas, por meio da regra da mistura e da metodologia de superfície resposta. Foram avaliadas a eficiência da substituição da sacarose e sucralose pelo *mix* desenvolvido, por meio da dominância temporal das sensações e aceitação do consumidor. A quantidade necessária de edulcorantes para promover o mesmo poder de doçura do iogurte, com o ideal de sacarose (5,1%), é de aproximadamente 0,03%, sendo composto por 55% de stévia 1, 5% de stévia 2 e 40% de stévia 3. Foi possível concluir que o *mix* de stévias é uma excelente alternativa para a substituição da sacarose e sucralose, visto que seu perfil sensorial foi muito semelhante a sacarose e a sucralose, sendo dominante o gosto doce. Além disso, não houve diferença significativa ( $p \geq 0,05$ ), entre as amostras em relação a aceitação do consumidor. Desse modo, a metodologia Napping® apresentou grande potencial para realizar otimização de formulações.

**Palavras-chaves:** stévia, glicosídeos de esteviol, napping, otimização, iogurte rico em proteínas.

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, há uma crescente preocupação das pessoas em relação a saúde, aparência e qualidade de vida, fatores que as impulsionam à prática de exercícios físicos (Pinheiro, Oliveira, Penna, & Tamime, 2005; Rocha & Bolini, 2015) e a ingestão de alimentos mais saudáveis, com menor teor de açúcar (Vidigal et al., 2015). Com o crescente interesse dos consumidores pela redução da ingestão de sacarose, os produtos adoçados com edulcorantes tornaram-se mais populares (Pinheiro et al., 2005).

A sucralose é um dos mais populares edulcorantes artificiais (Chattopadhyay, Raychaudhuri, & Chakraborty, 2014), sendo o único edulcorante comercial derivado da sacarose (Binns, 2003; Chattopadhyay et al., 2014). Além disto, possui perfil sensorial muito semelhante ao da sacarose, apresentando baixos níveis de acidez e amargor, com intensidade de doçura cerca de 600 vezes maior (Greenly, 2003; Shankar, Ahuja, & Sriram, 2013). Entretanto, ainda existem algumas dúvidas sobre a utilização dos edulcorantes artificiais, por estarem associados a possíveis efeitos prejudiciais à saúde (Hu, 2013; Suez et al., 2014; Swithers, 2013). Aliada a este fato, percebe-se que existe uma forte tendência dos consumidores em buscar produtos cada vez mais naturais, fato que impulsiona e incentiva a indústria a substituir os ingredientes artificiais por naturais (Khan, 2015; Philippe, Mey, Anderson, & Ajikumar, 2014).

Diante disso, apesar da sucralose ser um dos melhores edulcorantes artificiais do mercado, surge uma necessidade de tentar substituí-la por edulcorantes naturais. Dentre os edulcorantes naturais destaca-se a stévia, um edulcorante originado da planta *Stévia rebaudiana* Bertonini, nativa de regiões da América do Sul (Lemus-Mondaca, Vega-Gálvez, Zura-Bravo, & Ah-Hen, 2012; Pawar, Krynitsky, & Rader, 2013). Os glicosídeos de steviol são os responsáveis por transmitir o gosto doce das folhas de stévia (Pawar et al., 2013). Ela possui intensidade de doçura cerca de 300 vezes maior ao da sacarose (Barroso et al., 2016; Lemus-Mondaca et al., 2012; Philippe et al., 2014) e baixo teor calórico, sendo atraente para consumidores preocupados com sua saúde (Gasmalla, Yang, & Hua, 2014).

A stévia já foi alvo de diversos estudos. Já foram avaliados sua estrutura química e biossíntese (Geuns, 2003), funções tecnológicas (Carakostas, Curry, Boileau, & Brusick, 2008), efeitos terapêuticos (Chatsudthipong & Muanprasat, 2009), aspectos nutricionais e saciedade (Anton et al., 2010), estabilidade

(Barroso et al., 2016; Kroyer, 2010) e toxicologia (Carakostas et al., 2008; Geuns, 2003), além de aplicações na indústria de alimentos (Gasmalla et al., 2014). Entretanto, foi identificado que edulcorantes alternativos, como a stévia, podem se ligar a receptores sensoriais responsáveis por identificar o gosto amargo (Zhao et al., 2003), alterando o perfil sensorial dos produtos (Souza et al., 2013). Uma forma de minimizar esta alteração do perfil sensorial dos produtos é o desenvolvimento de um *mix* de diferentes edulcorantes. Desta forma, pode-se superar as limitações individuais de cada edulcorante, melhorando também o sabor e a estabilidade do produto final (Nabors, 2002; Reis et al., 2011).

É possível utilizar técnicas de análise sensorial descritiva (Moussaoui & Varela, 2010) para desenvolver uma formulação otimizada de *mix* de edulcorantes. Entretanto, estas metodologias fazem uso de provadores treinados, o que, muitas vezes, as torna economicamente inviáveis em uma indústria de alimentos, que sempre lidam com a falta de tempo e recursos escassos (Cruz et al., 2013; Varela & Ares, 2012). Deste modo, faz-se necessário o desenvolvimento de métodos sensoriais descritivos mais rápidos e dinâmicos, para o desenvolvimento de formulações otimizadas, a partir da realização de um único teste com o consumidor e sem a necessidade de provadores treinados.

Uma análise sensorial descritiva rápida é o Napping<sup>®</sup> (Pagès, 2003, 2005). Ele permite inferir as dissimilaridades entre amostras, posicionando-as em um plano bidimensional (normalmente representado por uma folha de papel branca), de tal forma que, quanto mais diferentes são duas amostras, mais distantes são posicionadas. Diversas variantes do Napping<sup>®</sup> já foram propostas na literatura (Hopfer & Heymann, 2013). Entretanto, ele nunca foi utilizado como ferramenta para a otimização de formulações de produtos.

Diante destes fatos, o objetivo deste trabalho é utilizar a metodologia Napping<sup>®</sup> para a otimização de formulações de produtos, em substituição a

outras técnicas de análise sensorial. Além de desenvolver um *mix* de stévias na substituição total da sacarose e sucralose em iogurte rico em proteínas.

O iogurte rico em proteínas foi escolhido para a realização deste estudo, por ser um produto muito bem aceito e consumido, sendo altamente apreciado pelos consumidores que procuram uma alimentação mais saudável.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Materiais**

Neste estudo foram utilizados iogurte rico em proteínas da marca Verde Campo (Lavras, Minas Gerais, Brasil), sacarose (União<sup>®</sup>), sucralose (New Trend<sup>®</sup>) e três edulcorantes de glicosídeos de esteviol sendo eles, 75% de Esteviosídeo + Rebaudiosídeo A (Tasteva<sup>®</sup>), 95% de Rebaudiosídeo A (Enliten<sup>®</sup>) e 50% de Rebaudiosídeo A (SG 95 – Tovani Benzaquen<sup>®</sup>). No restante do texto o edulcorante 75% de Esteviosídeo + Rebaudiosídeo A será referido como Stévia 1, o edulcorante 95% de Rebaudiosídeo A como Stévia 2 e o edulcorante com 50% de Rebaudiosídeo A como Stévia 3.

### **2.2 Determinação da concentração ideal de doçura em iogurte rico em proteínas**

A determinação da concentração ideal de sacarose, em relação à quantidade total de iogurte, foi calculada por meio de um teste afetivo, utilizando a escala do ideal (Meilgaard, Civille, & Carr, 2006). Foram elaboradas cinco formulações de iogurte, contendo, respectivamente, 3,12%, 5%, 8%, 12,8% e 20,5% de sacarose, sendo que a formulação com 8% corresponde à concentração de sacarose normalmente utilizada pela indústria.

Os provadores avaliaram o ideal de doçura das diferentes amostras por meio de uma escala do ideal de nove pontos, sendo (9) - extremamente mais

doce que o ideal; (5) - doçura ideal e (1) - extremamente menos doce que o ideal. A pesquisa foi realizada com 50 praticantes de exercícios físicos, com idade entre 18 e 75 anos, sem restrições ao consumo de sacarose, e com frequência mínima de exercícios físicos de duas vezes por semana. A análise do ideal foi realizada em uma academia localizada na cidade de Lavras - MG.

Os resultados foram submetidos a análises estatísticas de variância (ANOVA) e regressão linear, entre os escores e as concentrações de sacarose. As análises foram realizadas utilizando-se o *software* SensoMaker (Pinheiro, Nunes, & Vietoris, 2013).

### **2.3 Delineamento Experimental**

O delineamento da regra da mistura *simplex lattice* (Cornell, 1983) foi utilizado para definir as concentrações da Stévia 1 ( $X_1$ ), Stévia 2 ( $X_2$ ) e Stévia 3 ( $X_3$ ) nas diferentes formulações preparadas. Todas as formulações foram elaboradas de forma a fornecer o mesmo ideal de doçura da sacarose. Para isto, foram utilizadas as potências de dulçor de cada stévia, encontradas em um estudo prévio, ainda não publicado.

O delineamento demonstra a proporção de doçura de cada stévia. A partir desta proporção de doçura é possível definir as concentrações de cada edulcorante (Tabela 1). Estas concentrações foram obtidas multiplicando-se a equivalência de doçura de cada stévia por sua proporção na formulação. Desta forma, todos os *mix* produzidos possuem a mesma potência de doçura.

Tabela 1: Delineamento dos edulcorantes utilizados no iogurte

Mix	Contribuição dos edulcorantes na doçura			Concentrações g / 100g de iogurte		
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	Stévia 1	Stévia 2	Stévia 3
1	1	0	0	0,0263	0	0
2	0	1	0	0	0,0221	0
3	0	0	1	0	0	0,03
4	0,3333	0,6667	0	0,008766	0,014734	0
5	0,6667	0,3333	0	0,017534	0,007366	0
6	0,3333	0	0,6667	0,008766	0	0,020001
7	0,6667	0	0,3333	0,017534	0	0,009999
8	0	0,6667	0,3333	0	0,014734	0,009999
9	0	0,3333	0,6667	0	0,007366	0,020001
10	0,3333	0,3333	0,3333	0,008766	0,007366	0,009999

X<sub>1</sub> = Stévia 1, X<sub>2</sub> = Stévia 2, X<sub>3</sub> = Stévia 3

No total, foram avaliadas 12 formulações, sendo 10 provenientes do delineamento experimental (Tabela 1), uma formulação com ideal de sacarose (5,1g / 100g iogurte) e uma formulação com ideal de sucralose (0,0083g / 100g iogurte). Cada provador avaliou as 12 amostras em uma única sessão. A partir deste delineamento, foram determinadas as combinações ideais dos edulcorantes de stévia, para produzir o iogurte, de forma a obter formulações com perfis de sabor semelhantes aos da sacarose e da sucralose.

#### 2.4 Preparação das amostras

O iogurte sem adição de açúcares foi cedido pela empresa Verde Campo e preparado no dia anterior a análise. A adição da sacarose, sucralose e do *mix*

de stévias no iogurte, ocorreu nas proporções apresentadas na Tabela 1. O iogurte foi agitado com o auxílio de um bastão de vidro imediatamente após a adição da sacarose ou dos edulcorantes, até sua completa dissolução. Por fim, o iogurte foi transferido para uma embalagem de plástico de polipropileno e armazenado a 4°C até o momento da análise.

## **2.5 Análise Sensorial**

As análises sensoriais foram realizadas no laboratório de Análise Sensorial da Universidade Federal de Lavras, a uma temperatura de 25°C, em cabines individuais, sob luz branca e com ventilação adequada. Copos de água foram oferecidos aos provadores, com o objetivo de limpar o paladar entre uma amostra e outra. As amostras foram codificadas com números aleatórios de três dígitos e servidas em copos plásticos descartáveis, em ordem balanceada segundo Walkeling e Macfie (1995). O estudo foi revisto e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Lavras, sob o código CAAE 52931216.6.0000.5148, sendo realizado com provadores que não tinham nenhuma restrição aos produtos analisados, e interessados em participar da pesquisa.

### **2.5.2 Otimização do *mix* de stévias pelo teste descritivo Napping®**

A otimização foi realizada por meio de um teste descritivo rápido, denominado Napping®, conforme a metodologia proposta por Pagès (2003; 2005). Os avaliadores receberam simultaneamente as 12 amostras de iogurte (30 gramas) (Tabela 1), de forma balanceada e aleatória. Eles foram instruídos a provar as amostras e avaliá-las de acordo com o perfil de sabor, posicionando-as em um plano bidimensional, representado por uma folha de papel branca A3 de tamanho 60 cm x 40 cm, de acordo com suas similaridades e dissimilaridades. Os avaliadores foram orientados a posicionar as amostras longe umas das outras

quando as características de sabor fossem diferentes entre as amostras. Por outro lado, quanto mais características semelhantes as amostras possuíssem, maior deveria ser a proximidade entre elas.

Foi ressaltado aos avaliadores que eles eram livres para expressar as grandes diferenças percebidas entre as amostras utilizando os extremos da folha, além de destacar que as amostras poderiam ser provadas quantas vezes fossem necessárias e que seus próprios critérios deveriam ser utilizados para realizar o posicionamento. Ao fim da análise, quando todas as amostras já estivessem posicionadas, os avaliadores deveriam substituí-las pelos números correspondentes ao código das amostras na folha de papel, no exato lugar que elas ocupassem. Assim, foi possível gravar as coordenadas das amostras no mapa sensorial de cada avaliador. Este teste foi realizado com 100 provadores, sendo 71 mulheres e 29 homens.

A análise estatística foi realizada com base na distância euclidiana das amostras avaliadas por cada provador. Foi medida a distância euclidiana entre cada formulação de stévia e a amostra adoçada com sacarose, e a distância euclidiana entre cada formulação de stévias e a amostra adoçada com sucralose, a fim de gerar dois modelos com base na semelhança do perfil de sabor com a sacarose e sucralose. Para a análise dos dados, os valores das distâncias euclidianas foram ajustados pelo pré-processamento Centrado na Média (CM). O CM tem como o objetivo colocar as médias em zero, assim, dando a mesma importância aos resultados de todos os provadores (Bro & Smilde, 2003). A média de cada variável foi calculada utilizando a equação  $X_{ij(CM)} = X_{ij} - \bar{X}_j$ , onde  $X_{ij}$  são os dados originais das variáveis e  $\bar{X}_j$  é a média dos dados.

A partir disto, os dados foram submetidos a análise estatística utilizando-se o *software* Chemoface (Nunes, Freitas, Pinheiro, & Bastos, 2012). As equações preditas para o perfil de sabor semelhante foram obtidas através de uma análise de regressão. Baseado nestas equações, duas curvas de superfície

resposta foram geradas, de forma a obter a região ótima de perfil de sabor. A partir dos dois modelos, obteve-se a proporção das stévias, levando em consideração o perfil de sabor e o preço dos edulcorantes. A formulação otimizada foi utilizada para realizar as demais análises sensoriais.

### **2.5.3 Dominância Temporal das Sensações (TDS)**

A análise de TDS foi realizada com 100 consumidores. Eles avaliaram três amostras em uma mesma sessão, sendo elas: amostra de iogurte com ideal de sacarose, amostra de iogurte com ideal de sucralose e amostra de iogurte com a otimização das concentrações de stévia, encontrada na etapa anterior.

Os atributos avaliados no teste sensorial TDS foram: ácido; doce; amargo; metálico; adstringente; sabor desagradável e sem sabor. Os atributos e o tempo de duração da análise de TDS foram anteriormente definidos em um grupo de foco, segundo a metodologia proposta por Lawless e Heymann (1999). Depois de receberem as amostras e as instruções detalhadas da realização da análise, os consumidores foram solicitados a beber cada amostra de iogurte (30 mL) de uma só vez e, imediatamente, dar início a avaliação. Os consumidores foram solicitados a selecionar a sensação dominante logo após a ingestão do iogurte e ao longo de 30 segundos. Foi explicado aos consumidores, que a sensação dominante é a percepção mais marcante em um determinado momento (Pineau et al., 2009).

As curvas de TDS foram calculadas de acordo com a metodologia de Pineau et al. (2009) utilizando-se o software SensoMaker (Pinheiro et al., 2013). Logo, duas linhas foram desenhadas no display gráfico TDS: (i) o nível de acaso e; (ii) o nível de significância. O nível do acaso é a taxa de dominância que um atributo pode obter por acaso. O nível de significância é o valor mínimo desta proporção que deve ser igual, para ser considerada como significativa (Pineau et al., 2009). Os cálculos foram realizados utilizando o intervalo de confiança de

uma proporção binomial baseado numa aproximação normal, de acordo com Pineau et al. (2009). Este cálculo pode ser representado pela Equação (1).

$$P_s = P_0 + 1,645 \sqrt{\frac{P_0(1-P_0)}{n}} \quad (1)$$

Na Equação 1,  $P_s$  representa o menor valor de proporção significativa ( $\alpha = 0,05$ ) em qualquer ponto no tempo para uma curva de TDS. O número de indivíduos vezes o número de repetições é representado pela variável  $n$  e  $P_0$  representa o inverso do número de atributos do teste de TDS.

Além das curvas de TDS também foram calculados três parâmetros para cada um dos atributos avaliados, sendo a taxa de dominância máxima ( $DR_{max}$ ), o tempo em que ocorre a taxa de dominância máxima ( $T_{max}$ ) e a duração do atributo, que é o intervalo de tempo em que a taxa de dominância é igual ou maior que 90% da taxa de dominância máxima (Plateau).

#### 2.5.4 Teste de aceitação

O teste de aceitação foi realizado com os mesmos 100 consumidores do teste de TDS e as amostras avaliadas também foram as mesmas. Os consumidores foram solicitados a beber a amostra de iogurte (30 mL) e avaliá-la em relação a impressão global, utilizando uma escala hedônica de nove pontos, sendo os extremos de valor 1 atribuído ao termo hedônico ‘desgostei extremamente’ e de valor 9 atribuído ao termo ‘gostei extremamente’.

Os resultados foram avaliados através da análise de variância (ANOVA), para verificar se houve diferença significativa entre as formulações. Esta análise foi realizada utilizando-se o software SensoMaker (Pinheiro et al., 2013).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Determinação da Doçura Ideal

De acordo com a avaliação do consumidor, em relação à doçura ideal, foi possível observar uma diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre as amostras de iogurte, com diferentes concentrações de sacarose. Foi ajustado um modelo de regressão linear para relacionar a doçura ideal com teor de sacarose no iogurte. O melhor ajuste dos dados da regressão foi encontrado com o modelo linear ( $Y = 0,2094X + 3,9301$ ), com coeficiente de determinação igual a 0,88 (Figura 1).

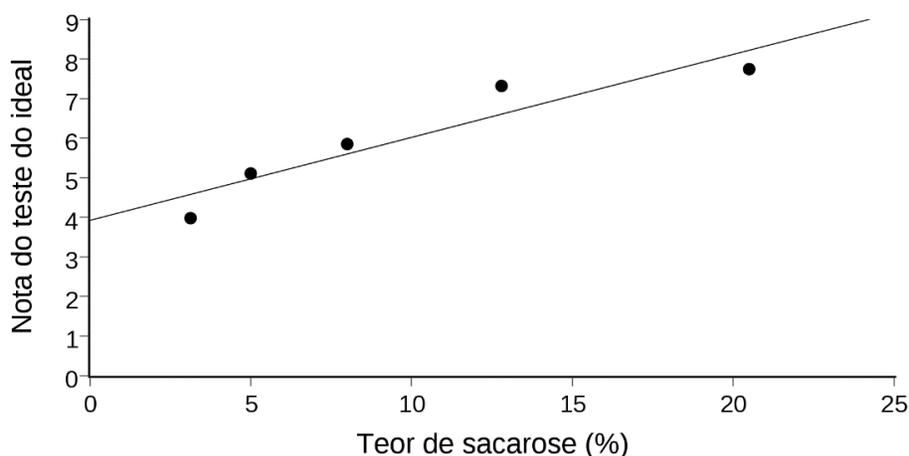


Figura 1 - Concentração ideal de sacarose a ser adicionada em iogurte rico em proteínas.

Com o teste do ideal, foi possível verificar a opinião dos praticantes de exercícios físicos sobre a doçura do iogurte rico em proteínas, determinando assim, a doçura ideal do produto adoçado com sacarose. Observando a Figura 1 e a equação linear, é possível concluir, que ao ser definida a pontuação média para a escala do ideal em 5 (Y na equação de regressão), a quantidade de sacarose (X na equação de regressão) a ser adicionada em iogurte rico em proteínas, foi calculada, sendo  $x = 5,1$ . Portanto, pode-se determinar que a

proporção de sacarose a ser adicionada no iogurte, que equivale à doçura ideal, é de 5,1% em relação à massa total do produto.

É possível encontrar na literatura, um ideal de doçura diferente para iogurtes. O trabalho realizado por Chollet, Gille, Schmid, Walther e Piccinalli (2013) determinou que o ideal de doçura em iogurte aromatizado é de 7%, sendo maior que o ideal de doçura encontrado neste trabalho. Entretanto, diferentemente de Chollet et al. (2013), este trabalho teve foco em praticantes de exercícios físicos, que tendem a ter uma alimentação mais saudável, balanceada, e com um menor consumo de açúcar. Esta diferença de público alvo pode levar a diferentes ideais de doçura, visto que a percepção da intensidade de sabor doce é alterada ao se reduzir a ingestão de açúcar (Wise, Nattress, Flammer, & Beauchamp, 2016).

Saint-Eve et al. (2016) avaliaram a quantidade de açúcar adicionado em 125 g de iogurte e separaram três diferentes grupos de consumidores: (i) consumidores com baixa ingestão de açúcar; (ii) consumidores com moderada ingestão de açúcar; e (iii) consumidores com alta ingestão de açúcar. Foi demonstrado que os consumidores do grupo (i) inseriram, em média, 6,1g de açúcar em seus iogurtes, contra 11,4g do grupo (ii) e 19,9g do grupo (iii). Os resultados encontrados por Saint-Eve et al. (2016) corroboram com os resultados encontrados neste trabalho, que determinou que consumidores praticantes de exercícios físicos tendem a consumir produtos com menores teores de açúcar.

### **3.2 Otimização do *mix* de stévias**

A otimização do *mix* de stévias foi realizada levando em consideração a semelhança de perfil de sabor em relação a iogurtes adicionados de sacarose e sucralose. Os dados sensoriais foram sujeitos a metodologia de superfície resposta. Os modelos de superfície resposta foram gerados por meio de duas equações: uma com relação à semelhança do perfil de sabor com a sacarose e

outra com relação à semelhança do perfil de sabor com a sucralose (Tabela 2). Estas equações foram geradas por meio de modelos de regressão, a partir dos dados de distância do Napping®. Um modelo cúbico foi utilizado para a otimização com base na sacarose e um modelo linear foi utilizado para a otimização com base na sucralose. A elaboração dos modelos baseou-se apenas nos termos significativos de cada equação. Os modelos apresentaram regressão significativa ( $p \leq 0,05$ ) e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) com valores superiores a 0,7, indicando que são adequados para fins de predição (Henika, 1982).

Tabela 2: Modelos preditos para os dados sensoriais do *mix* de stévias em relação a semelhança do perfil de sabor com a sacarose e sucralose.

	Modelo Predito	$R^2$	P value
Semelhança do perfil de sabor com a sacarose	$Y_1 = 0,25X_1 + 0,28 X_2 + 0,27X_3 + 0,15X_1X_2 + 0,04X_1X_3^* + 0,11X_2X_3 - 0,54X_1X_2X_3^*$	0,84	0,03
Semelhança do perfil de sabor com a sucralose	$Y_2 = 0,24X_1 + 0,30X_2 + 0,25 X_3$	0,73	0,01

$X_1 =$  Stévia 1,  $X_2 =$  Stévia 2,  $X_3 =$  Stévia 3

\*Coeficientes não significativos

A Figura 2 demonstra uma curva de contorno gerada pelo modelo predito para a sacarose, conforme descrito na Tabela 2. O objetivo foi encontrar a formulação com menor distância em relação a sacarose. Verificou-se que a faixa ótima da curva de contorno e as formulações de maior semelhança com a sacarose, possuem maiores níveis de Stévia 1 e Stévia 3 e menores níveis de Stévia 2. Pode-se determinar nesta faixa ótima, que a Stévia 1 deve fornecer entre 55% e 100% da doçura total do iogurte, e a Stévia 3, deve estar presente

entre 0% e 40% da doçura total. Já a Stévia 2 pode contribuir somente entre 0% e 5% da doçura total em iogurtes ricos em proteínas.

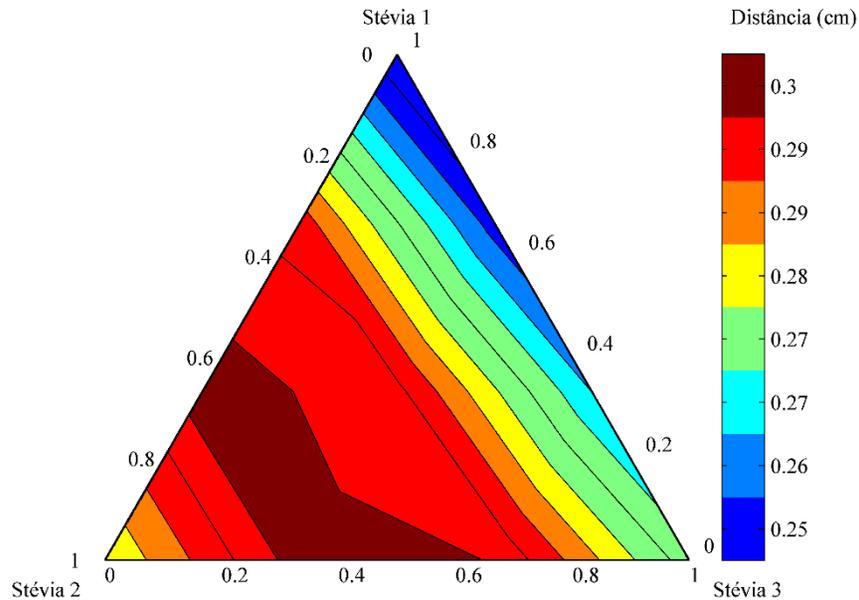


Figura 2: Curva de contorno levando em consideração a distância entre tratamentos (iogurtes adicionados do *mix* de stévias e sacarose).

A Figura 3 demonstra uma curva de contorno gerada pelo modelo predito para a sucralose, conforme descrito na Tabela 2. O objetivo foi encontrar a formulação com menor distância em relação a sucralose. Semelhantemente, a otimização com base na sacarose, a faixa ótima da curva de superfície e as formulações de maior semelhança com a sucralose, possuem maiores níveis de Stévia 1 e Stévia 3, e menores níveis de Stévia 2. Pode-se determinar nesta faixa ótima que a Stévia 1 deve fornecer entre 40% e 100% da doçura total do iogurte, e a Stévia 3 deve estar presente entre 0% e 60% da doçura total. Já a Stévia 2

pode contribuir somente de 0% a 15% da doçura total em iogurtes ricos em proteínas.

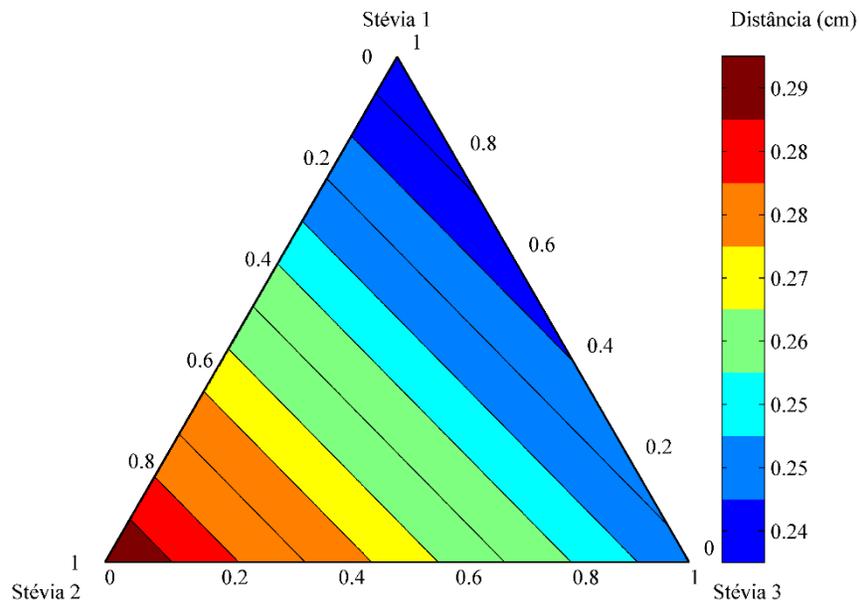


Figura 3: Curva de contorno levando em consideração a distância entre tratamentos (iogurtes adicionados do *mix* de stévias e sucralose).

A formulação otimizada das stévias deve apresentar um perfil sensorial semelhante ao perfil da sacarose e sucralose. Com base nisso, as duas curvas de contorno foram sobrepostas, de tal modo a obter uma área em comum das regiões ótimas de ambas as curvas. Portanto, a formulação otimizada do *mix* de stévias foi elaborada de forma a atender as duas curvas de superfície. O valor comercial<sup>1</sup> das três stévias estudadas também foi considerado no processo de otimização. A Stévia 1 é a mais cara das stévias avaliadas, enquanto a Stévia 3 é

<sup>1</sup> Stévia 1: USD 354,00 / kg; Stévia 2: USD 331,82 / kg; Stévia 3: USD 195,24 / kg; Valores obtidos por meio de uma pesquisa de mercado.

a mais barata. Deste modo, dentro da região ótima, primeiramente foi maximizado a Stévia 3. Logo após, buscou-se maximizar a quantidade da Stévia 2. O restante do *mix*, foi então constituído pela Stévia 1. Isto resultou no modelo otimizado mais econômico, sendo constituído por 55% de Stévia 1, 5% de Stévia 2 e 40% de Stévia 3.

Para avaliar a eficiência da otimização das stévias como substituto da sacarose e da sucralose, foi selecionado uma formulação, que foi comparada a outras duas formulações. A primeira foi o iogurte adoçado com o ideal de sacarose, conforme determinado pelo teste do ideal (5,1g / 100g de iogurte). A segunda foi o iogurte adoçado com sucralose (0,0083g / 100g iogurte), baseado na equivalência do ideal de sacarose e considerando seu poder de doçura de 600 vezes superior à sacarose (Souza et al., 2013). A última formulação comparada foi a do iogurte adoçado com a otimização, sendo Stévia 1 (0,014465g / 100g de iogurte), Stévia 2 (0,001105g / 100g de iogurte) e Stévia 3 (0,012g / 100g de iogurte), baseado na equivalência do ideal de sacarose, determinada em um estudo anterior ainda não publicado.

### **3.3 Dominância Temporal das Sensações (TDS)**

Na análise de TDS, cada curva representa a evolução da taxa de dominância de cada atributo ao longo do tempo. Na representação gráfica é possível observar uma linha que representa o ‘nível de chance’, que é a taxa de dominância que o atributo pode obter ao acaso e uma linha que representa o ‘nível de significância’, que é o valor mínimo para a dominância ser significativa (Pineau et al., 2009). Os perfis de TDS e a representação gráfica do tempo de duração da dominância, das sensações significativas de iogurte adoçado com sacarose, sucralose, e a otimização das stévias, são apresentados na Figura 4.

Observando a Figura 4, as curvas de TDS mostraram que não houve variação na dominância durante o consumo das amostras avaliadas. As representações gráficas do tempo da dominância das sensações significativas, mostraram que em todas as amostras de iogurte, o gosto doce foi significativamente dominante por praticamente todo o tempo da análise (30 segundos).

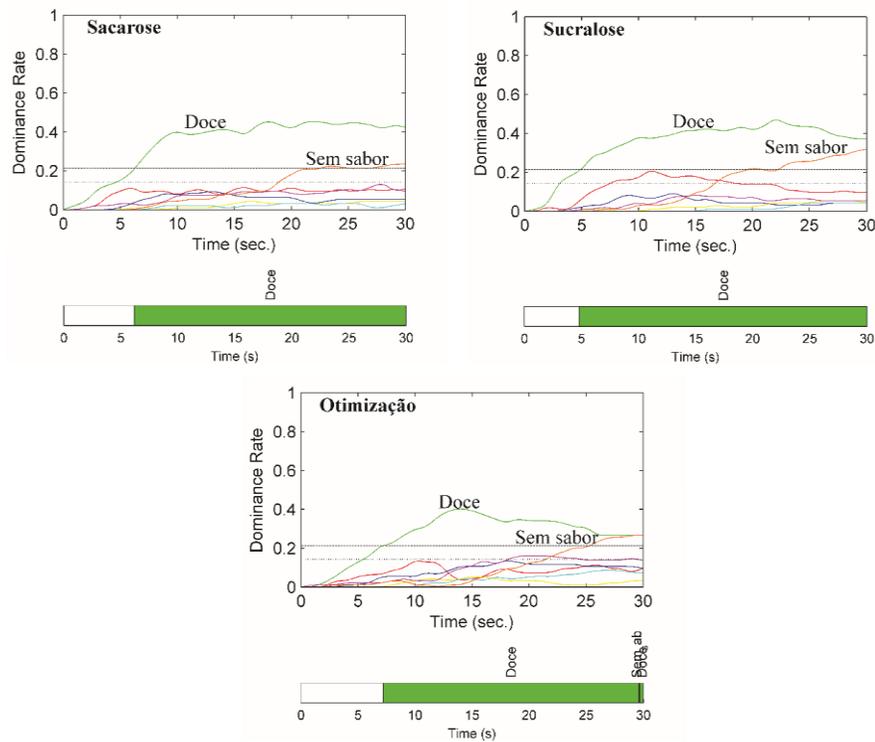


Figura 4: Representação gráfica das curvas de TDS e representação gráfica do tempo de duração da dominância das sensações significativas, ao longo do tempo de 30 segundos para o iogurte adoçado com sacarose, iogurte adoçado com sucralose e iogurte adoçado com a otimização das stévias.

No iogurte adicionado de sacarose, a duração da dominância da sensação doce foi de 24 segundos, com uma taxa de dominância máxima de 0,45 e  $T_{\max}$  de 22 s, que significa que 45% dos provadores disseram que a sensação

doce era dominante aos 22 segundos. O iogurte adoçado com a sucralose obteve um perfil sensorial muito semelhante ao da sacarose, com duração da dominância da sensação doce de 25 segundos e com a taxa de dominância máxima de 0,47 e  $T_{\max}$  de 22,1. Já no iogurte adicionado da formulação otimizada, a taxa de dominância máxima foi de 0,40 e  $T_{\max}$  de 14, sendo que a duração da dominância da sensação doce foi de 23 segundos. Em todas as amostras, no final da análise de TDS, o atributo sem sabor foi significativo.

Diferentemente do encontrado neste trabalho, pode-se observar na literatura, que os edulcorantes a base de stévia podem apresentar gosto amargo residual (Carakostas, Prakash, Kinghorn, Wu, & Soerjato, 2011). Em uma análise de TDS, Moraes, Pinheiro, Nunes e Bolini (2014) determinaram que o gosto amargo foi dominante de 2 a 14 segundos e de 46 a 74 segundos em sobremesa de chocolate. Cadena et al. (2013) determinaram que a stévia apresentou grau de amargor residual mais elevado do que amostras de néctar de manga adoçado com sacarose e sucralose. Em iogurtes, a amargura foi significativamente maior nas amostras contendo a stévia sozinha, do que nas amostras em que a stévia era combinada com palatinose<sup>TM</sup> (Guggisberg, Piccinalli, & Schreier, 2011). Entretanto, assim como em Guggisberg et al. (2011), a combinação da stévia com outro açúcar ou edulcorante, possibilitou a superação do gosto amargo residual indesejável em iogurtes.

É possível concluir, observando as curvas de TDS, que a formulação otimizada apresentou perfil sensorial muito semelhante à sacarose e à sucralose, sendo que os gostos residuais desagradáveis não foram significativos, e o gosto doce foi dominante ao longo de toda a análise. Além disto, alcançou a taxa de dominância máxima em um tempo menor, em relação a sacarose e sucralose, ou seja, os provadores perceberam o doce como a sensação dominante mais rápido nas amostras com a formulação otimizada.

Os resultados encontrados neste trabalho demonstram que foi possível formular uma combinação de stévias de baixo custo e sem gostos indesejáveis. De acordo com a literatura, a doçura da stévia está completamente relacionada com sua forma química. Os edulcorantes a base de stévia, consistem, principalmente, de steviosídeo e rebaudiosídeo (Carakostas et al., 2011). Como o rebaudiosídeo A tem uma unidade de glicose a mais que o esteviosídeo, apresenta maior doçura e qualidade de sabor, sem apresentar gosto amargo residual (Gasmalla et al., 2014; Lemus-Mondaca et al., 2012). Apesar da Stévia 2 ser composta por 95% de rebaudiosídeo A, a otimização encontrada neste trabalho, não contém quantidade expressiva desta stévia. Entretanto, este fato não interferiu negativamente no perfil sensorial da otimização, como pode ser observado na Figura 4.

Possivelmente, isso ocorreu, devido ao efeito sinérgico dos edulcorantes com os ingredientes utilizados, causando diferentes interações entre os edulcorantes e assim promovendo mudanças em suas potências (Azevedo, Ferreira, Luccas, & Bolini, 2016; Reis et al., 2011). Reis et al. (2011) ainda destacam que deve-se considerar alguns fatores como, pH, acidez e temperatura quando se adiciona edulcorantes em iogurtes.

Pode-se observar, que em relação ao uso individual das stévias, o *mix* de stévias além de ser uma alternativa mais econômica para as indústrias de alimentos, também apresentou bons resultados em relação ao perfil sensorial do iogurte. Através deste estudo, constatou-se que o *mix* de stévias pode substituir tanto a sacarose quanto a sucralose, sem alterar o perfil sensorial e sem influenciar negativamente na aceitação do produto.

### **3.4 Teste de aceitação**

Os resultados da análise de variância demonstraram que não houve diferença significativa ( $p \geq 0,05$ ) entre as amostras. Além disso, a partir da

comparação das médias das notas das amostras na escala hedônica, é possível observar que todas as amostras apresentaram valores entre seis (termo ‘Gostei ligeiramente’) e sete (termo ‘Gostei Moderadamente’), como pode ser observado na Tabela 3.

Tabela 3: Médias das notas de aceitação das amostras de iogurte

Amostras	Médias das notas de impressão global
Iogurte adoçado com sacarose	6,62
Iogurte adoçado com sucralose	6,51
Iogurte adoçado com a otimização <sup>2</sup>	6,27

Este resultado demonstra que a amostra de iogurte adoçado com a formulação otimizada das stévias, obteve notas de impressão global muito semelhante às amostras de iogurte adoçado com sacarose e sucralose. Este fato confirma a robustez da formulação otimizada dos edulcorantes de stévia, visto que, em alguns estudos, onde a stévia foi utilizada individualmente, obteve-se menor aceitação e preferência dos consumidores, provavelmente devido ao sabor amargo residual (Morais et al., 2016; Rocha & Bolini, 2015).

A ausência de gostos residuais indesejáveis influenciou diretamente na aceitação dos consumidores, visto que seu perfil sensorial foi muito similar ao da sacarose (Lawless & Heymann, 2010). Dessa forma, é possível concluir que a otimização de stévias pode ser utilizada como um potencial substituto à sacarose e à sucralose.

### 3.5 Avaliação do potencial do Napping®

Diante destes resultados, observou-se que o Napping® foi uma técnica eficiente para a realização da otimização do *mix* de stévias em iogurtes rico em

<sup>2</sup> 55% de Stévia 1, 5% de Stévia 2 e 40% de Stévia 3.

proteínas. Mesmo não existindo relatos na literatura sobre a utilização da metodologia Napping® na realização de otimização de formulações, esta técnica demonstrou grande potencial e resultados positivos, ao ser utilizada para formular o *mix* de stévias em iogurte.

É possível observar na literatura, que geralmente utiliza-se o teste afetivo de aceitação para realizar a otimização de formulações. Constatou-se que vários trabalhos utilizaram provadores treinados (Caniyilmaz, Uçarkus, & Karaman, 2016; Kayacier, Yüksel, & Karaman, 2014; Pourfarzad, Mahdavian-Mehr, & Sedaghat, 2013) e numerosas sessões de análises (Karaman, Yilmaz, & Kayacier, 2011; Pereira et al., 2015; Souza et al., 2012). Tudo isto resulta em uma limitação desta técnica já utilizada, visto que são necessários recursos para recrutar, treinar e manter os provadores bem treinados, além de lidar com as várias sessões de análises (Cruz et al., 2013; Varela & Ares, 2012).

Diante disto, o Napping® possui várias vantagens em comparação a outras metodologias sensoriais, como o curto tempo de realização da análise, a utilização de provadores não treinados, e um grande número de amostras oferecidas em uma única sessão. Além de se destacar como um procedimento flexível e espontâneo, permitindo que os provadores utilizem seus próprios critérios para a realização da análise (Moussaoui & Varela, 2010; Perrin et al., 2008).

O Napping® demonstrou ser uma metodologia rápida e de fácil compreensão, mesmo para os provadores não treinados (Varela & Ares, 2012), além de se destacar como uma técnica de fácil aplicabilidade (Moussaoui & Varela, 2010; Pagès, 2005; Perrin et al., 2008). Isto indica que o Napping® pode ser uma boa alternativa a metodologias sensoriais que requerem tempo e dinheiro. Portanto, em estudos futuros, pode-se avaliar a eficiência do Napping® para otimizar novas formulações em produtos diferentes.

#### 4. CONCLUSÃO

O *mix* de stévias composto por 55% de Stévia 1, 5% de Stévia 2 e 40% de Stévia 3, obtido por meio do Napping<sup>®</sup>, apresentou ser um bom substituto à sacarose e à sucralose em iogurte, visto que seu perfil sensorial foi muito semelhante, apresentando gosto doce dominante e ausência de gosto residual indesejável. Além de ter sido bem aceito pelos provadores.

O teste descritivo Napping<sup>®</sup>, muito utilizado para verificar as similaridades das amostras, apresentou grande potencial na realização de otimização de formulações de produtos, além de se destacar entre os testes descritivos, por sua simplicidade, rapidez e facilidade de compreensão dos provadores. Os resultados demonstram a eficácia do Napping<sup>®</sup> para a otimização, sendo muito interessante para as indústrias de alimentos, que lidam com a falta de recursos, e muitas vezes não conseguem dispor de provadores treinados. Em estudos futuros, pode-se comparar os resultados obtidos com os resultados de provadores treinados, utilizando-se outras metodologias descritivas. Além disso, pode-se avaliar a eficiência do Napping<sup>®</sup> para otimizar novas formulações em produtos diferentes.

#### REFERÊNCIAS

- Anton, S. D., Martin, C. K., Han, H., Coulon, S., Cefalu, W. T., Geiselman, P., & Williamson, D. A. (2010). Effects of stevia, aspartame, and sucrose on food intake satiety, and postprandial glucose and insulin levels. *Appetite*, 55(1), 37-43.
- Azevedo, B. M., Ferreira, J. M., Luccas, V., & Bolini, H. M. A. (2016). The influence of the rebaudioside a content of stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) on the determination of sweetness equivalence in bittersweet chocolates, using the time-intensity analysis. *Journal of Food Science*, 81(12), S3006-S3014.
- Barroso, M., Barros, L., Rodrigues, M. A., Sousa, M. J., Santos-Buelga, C., & Ferreira, I. C. (2016). *Stevia rebaudiana* Bertoni cultivated in Portugal: A

prospective study of its antioxidant potential in different conservation conditions. *Industrial Crops and Products*, 90, 49-55.

Binns, N. M. (2003). Sucralose—all sweetness and light. *Nutrition Bulletin*, 28(1), 53-58.

Bro, R., & Smilde, A. K. (2003). Centering and scaling in component analysis. *Journal of Chemometrics*, 17(1), 16-33.

Cadena, R. S., Cruz, A. G., Netto, R. R., Castro, W. F., Faria, J. D. A. F., & Bolini, H. M. A. (2013). Sensory profile and physicochemical characteristics of mango nectar sweetened with high intensity sweeteners throughout storage time. *Food Research International*, 54(2), 1670-1679.

Caniyılmaz, E., Uçarkuş, B., & Karaman, S. (2016). Optimization of formulation ingredients and aging time for ice cream processing using combined design approach. *Journal of Food Processing and Preservation*, 40(6), 1325-1338.

Carakostas, M., Prakash, I., Kinghorn, A. D., Wu, C. D., & Soerjato, D. D. (2011). Steviol Glycosides. In Nabors, L. O. B. (4th ed.), *Alternative Sweeteners*. (cap. 11). Boca Raton: CRC Press.

Carakostas, M. C., Curry, L. L., Boileau, A. C., & Brusick, D. J. (2008). Overview: the history, technical function and safety of rebaudioside A, a naturally occurring steviol glycoside, for use in food and beverages. *Food and Chemical Toxicology*, 46(7), S1-S10.

Chatsudthipong, V., & Muanprasat, C. (2009). Stevioside and related compounds: therapeutic benefits beyond sweetness. *Pharmacology & therapeutics*, 121(1), 41-54. Chattopadhyay, S., Raychaudhuri, U., & Chakraborty, R. (2014). Artificial sweeteners—a review. *Journal of food science and technology*, 51(4), 611-621.

Chollet, M., Gille, D., Schmid, A., Walther, B., & Piccinali, P. (2013). Acceptance of sugar reduction in flavored yogurt. *Journal of dairy science*, 96(9), 5501-5511.

Cornell, J. A. (1983). *Experiment with mixtures: design, models and analysis of mixtures data*. New York: John Wiley.

Cruz, A. G., Cadena, R. S., Castro, W. F., Esmerino, E. A., Rodrigues, J. B., Gaze, L., Faria, J. A. F., Freitas, M. Q., Deliza, R., & Bolini, H. M. A. (2013). Consumer perception of probiotic yogurt: Performance of check all that apply (CATA), projective mapping, sorting and intensity scale. *Food Research International*, 54(1), 601-610.

Gasmalla, M. A. A., Yang, R., & Hua, X. (2014). Stevia rebaudiana Bertoni: an alternative sugar replacer and its application in food industry. *Food Engineering Reviews*, 6(4), 150-162.

Geuns, J. M. (2003). Stevioside. *Phytochemistry*, 64(5), 913-921.

Greenly, L. W. (2003). A doctor's guide to sweeteners. *Journal of chiropractic medicine*, 2(2), 80-86.

Guggisberg, D., Piccinali, P., & Schreier, K. (2011). Effects of sugar substitution with stevia, actilight™ and stevia combinations or palatinose™ on rheological and sensory characteristics of low-fat and whole milk set yoghurt. *International Dairy Journal*, 21(9), 636-644.

Henika, R. G. (1982). Use of response surface methodology in sensory evaluation. *Food Technology*, 36, 96-101.

Hopfer, H., & Heymann, H. (2013). A summary of projective mapping observations—the effect of replicates and shape, and individual performance measurements. *Food Quality and Preference*, 28(1), 164-181.

Hu, F. B. (2013). Resolved: there is sufficient scientific evidence that decreasing sugar-sweetened beverage consumption will reduce the prevalence of obesity and obesity-related diseases. *Obesity reviews*, 14(8), 606-619.

Karaman, S., Yilmaz, M. T., & Kayacier, A. (2011). Simplex lattice mixture design approach on the rheological behavior of glucomannan based salep-honey drink mixtures: An optimization study based on the sensory properties. *Food Hydrocolloids*, 25(5), 1319-1326.

Kayacier, A., Yüksel, F., & Karaman, S. (2014). Simplex lattice mixture design approach on physicochemical and sensory properties of wheat chips enriched with different legume flours: An optimization study based on sensory properties. *LWT-Food Science and Technology*, 58(2), 639-648.

Khan, S. A. (2015). Artificial sweeteners: safe or unsafe? JPMA. *The Journal of the Pakistan Medical Association*, 65(2), 225-227.

Kroyer, G. (2010). Stevioside and stevia-sweetener in food: application, stability and interaction with food ingredients. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 5(2), 225-229.

Lawless, H. T., & Heymann, H. (2010). Physiological and psychological foundations of sensory function. In *Sensory evaluation of food* (pp. 19-56). New York: Springer.

- Lawless, H. T., & Heymann, H. (1999). *Sensory evaluation of Food: Principles and practices* (p. 827). New York: Aspen.
- Lemus-Mondaca, R., Vega-Gálvez, A., Zura-Bravo, L., & Ah-Hen, K. (2012). Stevia rebaudiana Bertoni, source of a high-potency natural sweetener: A comprehensive review on the biochemical, nutritional and functional aspects. *Food Chemistry*, 132(3), 1121-1132.
- Meilgaard, M., Civille, G. V., & Carr, B. T. (2006). *Sensory evaluation techniques* (3 th ed.). Boca Raton: CRC Press.
- Morais, E. C., Esmerino, E. A., Monteiro, R. A., Pinheiro, A. C. M., Nunes, C. A., Cruz, A. G., & Bolini, H. M. A. (2016). Prebiotic low sugar chocolate dairy desserts: Physical and optical characteristics and performance of parafac and pca preference map. *Journal of food science*, 81(1), S156-S164.
- Morais, E. C., Pinheiro, A. C. M., Nunes, C. A., & Bolini, H. M. A. (2014). Multiple time-intensity analysis and temporal dominance of sensations of chocolate dairy dessert using prebiotic and different high-intensity sweeteners. *Journal of Sensory Studies*, 29(5), 339-350.
- Moussaoui, K. A., & Varela, P. (2010). Exploring consumer product profiling techniques and their linkage to a quantitative descriptive analysis. *Food Quality and Preference*, 21(8), 1088-1099.
- Nabors, L. O. (2002). Sweet choices: sugar replacements for foods and beverages. *Food Technology*, 56(7), 28-35.
- Nunes, C. A., Freitas, M. P., Pinheiro, A. C. M., & Bastos, S. C. (2012). Chemoface: a novel free user-friendly interface for chemometrics. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 23(11), 2003-2010.
- Pagès, J. (2003). Recueil direct de distances sensorielles: application à l'évaluation de dix vins blancs du val-de-loire. *Sciences des aliments*, 23(5-6), 679-688.
- Pagès, J. (2005). Collection and analysis of perceived product inter-distances using multiple factor analysis: Application to the study of 10 white wines from the loire valley. *Food quality and preference*, 16(7), 642-649.
- Pawar, R. S., Krynitsky, A. J., & Rader, J. I. (2013). Sweeteners from plants - with emphasis on Stevia rebaudiana (Bertoni) and siraitia grosvenorii (swingle). *Analytical and bioanalytical chemistry*, 405(13), 4397-4407.

- Pereira, H. C., Souza, V. R., Azevedo, N. C., Rodrigues, D. M., Nunes, C. A., & Pinheiro, A. C. M. (2015). Optimization of low sodium salts mix for shoestring potatoes. *Journal of food science*, 80(6), S1399-S1403.
- Perrin, L., Symoneaux, R., Maître, I., Asselin, C., Jourjon, F., & Pagès, J. (2008). Comparison of three sensory methods for use with the Napping® procedure: Case of ten wines from Loire valley. *Food Quality and Preference*, 19(1), 1-11.
- Philippe, R. N., De Mey, M., Anderson, J., & Ajikumar, P. K. (2014). Biotechnological production of natural zero-calorie sweeteners. *Current opinion in biotechnology*, 26, 155-161.
- Pineau, N., Schlich, P., Cordelle, S., Mathonnière, C., Issanchou, S., Imbert, A., Rogeaux, M., Etiévant, P., & Köster, E. (2009). Temporal dominance of sensations: Construction of the tds curves and comparison with time–intensity. *Food Quality and Preference*, 20(6), 450-455.
- Pinheiro, A. C. M., Nunes, C. A., & Vietoris, V. (2013). Sensomaker: a tool for sensorial characterization of food products. *Ciência e Agrotecnologia*, 37(3), 199-201.
- Pinheiro, M. V. S., Oliveira, M. N., Penna, A. L. B., & Tamime, A. Y. (2005). The effect of different sweeteners in low-calorie yogurts - a review. *International Journal of Dairy Technology*, 58(4), 193-199.
- Pourfarzad, A., Mahdavian-Mehr, H., & Sedaghat, N. (2013). Coffee silverskin as a source of dietary fiber in bread-making: Optimization of chemical treatment using response surface methodology. *LWT-Food Science and Technology*, 50(2), 599-606.
- Reis, R. C., Minim, V. P., Bolini, H. M. A., Dias, B. R., Minim, L. A., & Ceresino, E. B. (2011). Sweetness equivalence of different sweeteners in strawberry-flavored yogurt. *Journal of Food Quality*, 34(3), 163-170.
- Rocha, I. F. O., & Bolini, H. M. A. (2015). Different sweeteners in passion fruit juice: Ideal and equivalent sweetness. *LWT-Food Science and Technology*, 62(1), 861-867.
- Saint-Eve, A., Leclercq, H., Berthelo, S., Saulnier, B., Oettgen, W., & Delarue, J. (2016). How much sugar do consumers add to plain yogurts? Insights from a study examining french consumer behavior and self-reported habits. *Appetite*, 99, 277-284.
- Shankar, P., Ahuja, S., & Sriram, K. (2013). Non-nutritive sweeteners: review and update. *Nutrition*, 29(11), 1293-1299.

Souza, V. R., Pereira, P. A. P., Pinheiro, A. C. M., Nunes, C. A., Silva, T. L. T., Borges, S. V., & Queiroz, F. (2012). Multivariate approaches for optimization of the acceptance: Optimization of a Brazilian cerrado fruit jam using mixture design and parallel factor analysis. *Journal of Sensory Studies*, 27(6), 417-424.

Souza, V. R., Pereira, P. A., Pinheiro, A. C. M., Bolini, H. M. A., Borges, S. V., & Queiroz, F. (2013). Analysis of various sweeteners in low-sugar mixed fruit jam: equivalent sweetness, time-intensity analysis and acceptance test. *International Journal of Food Science & Technology*, 48(7), 1541-1548.

Suez, J., Korem, T., Zeevi, D., Zilberman-Schapira, G., Thaiss, C. A., Maza, O., et al. (2014). Artificial sweeteners induce glucose intolerance by altering the gut microbiota. *Nature*, 514(7521), 181-186.

Swithers, S. E. (2013). Artificial sweeteners produce the counterintuitive effect of inducing metabolic derangements. *Trends in Endocrinology & Metabolism*, 24(9), 431-441.

Varela, P., & Ares, G. (2012). Sensory profiling, the blurred line between sensory and consumer science. A review of novel methods for product characterization. *Food Research International*, 48(2), 893-908.

Vidigal, M. C., Minim, V. P., Simiqueli, A. A., Souza, P. H., Balbino, D. F., & Minim, L. A. (2015). Food technology neophobia and consumer attitudes toward foods produced by new and conventional technologies: A case study in Brazil. *LWT-Food Science and Technology*, 60(2), 832-840.

Wakeling, I. N., & MacFie, H. J. (1995). Designing consumer trials balanced for first and higher orders of carry-over effect when only a subset of k samples from t may be tested. *Food Quality and Preference*, 6(4), 299-308.

Wise, P. M., Nattress, L., Flammer, L. J., & Beauchamp, G. K. (2016). Reduced dietary intake of simple sugars alters perceived sweet taste intensity but not perceived pleasantness. *The American journal of clinical nutrition*, 103(1), 50-60.

Zhao, G. Q., Zhang, Y., Hoon, M. A., Chandrashekar, J., Erlenbach, I., Ryba, N. J., & Zuker, C. S. (2003). The receptors for mammalian sweet and umami taste. *Cell*, 115(3), 255-266.