



DANIELA MARIA RODRIGUES

**ESTUDO DO COMPORTAMENTO SENSORIAL
DE EDULCORANTES NATURAIS EM IOGURTE**

**LAVRAS – MG
2018**

DANIELA MARIA RODRIGUES

**ESTUDO DO COMPORTAMENTO SENSORIAL DE EDULCORANTES
NATURAIS EM IOGURTE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos, área de concentração em Ciência dos Alimentos, para obtenção do título de Doutor.

Orientadora:

Ana Carla Marques Pinheiro

Coorientadora:

Vanessa Rios de Souza

**LAVRAS-MG
2018**

DANIELA MARIA RODRIGUES

**ESTUDO DO COMPORTAMENTO SENSORIAL DE EDULCORANTES
NATURAIS EM IOGURTE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos, área de concentração em Ciência dos Alimentos, para obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 25 de Abril de 2018

Dra. Camila Carvalho Menezes UFOP

Dra. Luisa Pereira Figueiredo UFLA

Dr. Cleiton Antônio Nunes UFLA

Dr. Roney Alves da Rocha UFLA

Dra. Ana Carla Marques Pinheiro

Orientadora

**LAVRAS-MG
2018**

AGRADECIMENTOS

Agradeço, inicialmente, a DEUS por ter estado presente em minha vida, sempre me protegendo, e me guiando nos momentos mais difíceis sem me permitir desistir, pois sei que sem o SENHOR as minhas conquistas não seriam possíveis.

Aos meus pais que devo não somente a vida, mas também o resultado da pessoa que me tornei, agradeço também pelo apoio, incentivo, paciência e por sempre estarem ao meu lado.

Ao meu amado Tulio pela compreensão, apoio e todo o carinho e amor.

À orientadora Ana Carla pela amizade, carinho, confiança, paciência em orientar e contribuir para a minha formação.

À professora Vanessa Rios de Souza, a co-orientadora desta pesquisa, pela amizade, atenção, ensinamentos e dedicação para a concretização deste trabalho.

À Cidinha, pela amizade, atenção e paciência.

À Michele, pela grande contribuição neste trabalho e dedicação na execução deste estudo.

Aos alunos de iniciação científica, Letícia, Ana Cristina, William e Leonardo, pela impagável colaboração e dedicação para que este trabalho se concretizasse.

Aos meus provadores de iogurte pela valiosa colaboração, disponibilidade, paciência e tempo dedicados a este trabalho, sem os quais nada seria possível.

À Empresa Verde Campo, pela parceria e doação dos produtos usados nesta pesquisa.

À Nathane, João Renato e Ana Paula, pela força, grande amizade e convivência em todos estes anos de caminhada na pós-graduação.

Aos funcionários do Departamento Ciência dos Alimentos, em especial a Lucilene, pela paciência, carinho e disponibilidade.

À Universidade Federal de Lavras, em especial ao programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, pela contribuição em minha capacitação e formação.

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

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram e torceram pela realização desta etapa, meu muito obrigada por tudo!

RESUMO

A crescente conscientização sobre os efeitos do consumo excessivo de açúcar na saúde, principalmente na contribuição para o surgimento de doenças como obesidade e diabetes, resultou em mudanças nos hábitos de consumo. Além disso, a demanda por produtos oriundos de fontes naturais e as preocupações sobre a segurança de edulcorantes artificiais fizeram aumentar o interesse por edulcorantes naturais pelo mundo todo. As espécies *S. rebaudiana* e *S. grosvenorii* dão origem aos edulcorantes de alta intensidade: estévia e Luo han guo, respectivamente. O estudo destes edulcorantes em alimentos é fundamental para o estabelecimento de melhores perfis sensoriais e aceitação do consumidor. Aliado a este contexto, temos o iogurte que possui uma imagem positiva de saudabilidade para a população. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento de edulcorantes naturais (Estévia e Luo han guo) com base na avaliação de sua potência, perfil de dominância temporal, tempo intensidade e aceitabilidade, quando utilizados em iogurte natural. Para isto, o teste do ideal (*just-about-right-scale*) foi utilizado inicialmente para encontrar a doçura ideal de sacarose requerida para o iogurte em estudo. Em seguida, as amostras de edulcorantes naturais (Estévia 95% Reb A; Estévia 75% Reb A, Estévia 50% Reb A e Luo han guo 50% Mogrosídeo V e Sucralose) foram avaliadas por painel selecionado e treinado para determinação da equivalência de doçura perante ao ideal de sacarose, utilizando o teste Estimção de Magnitude. Para a descrição do perfil sensorial temporal das amostras equivalentes em doçura dos edulcorantes os testes Tempo-Intensidade, Dominância Temporal das Sensações e Teste de diferença de curvas foram aplicados. Por fim, conduziu-se o teste de aceitação com 120 consumidores. Os resultados mostraram que uma concentração baixa de sacarose foi requerida como ideal no iogurte (5,1%). Embora os perfis de doçura dos edulcorantes naturais foram encontrados como semelhantes à sacarose e sucralose, sensações indesejáveis ao produto, como amargor e adstringência, foram encontradas em amostras com estévia. Entretanto, estas sensações não comprometeram a aceitação dos consumidores.

Palavras-chaves: Rebaudiosídeo; perfil temporal; potência de doçura; Luo han guo; produtos diet.

ABSTRACT

Growing awareness of the effects of excessive consumption of sugar on health, especially contributing to the emergence of diseases such as obesity and diabetes, has resulted in changes in consumption habits. In addition, the demand for products from natural sources and concerns about the safety of artificial sweeteners has increased interest in natural sweeteners all over the world. The *S. rebaudiana* and *S. grosvenorii* species give rise to high intensity sweeteners: stevia and Luo han guo, respectively. The study of these sweeteners in food is fundamental for the establishment of better sensorial profiles and consumer acceptance. Allied to this context, yogurt is a dairy product that has a positive image of healthiness for the population. The aim of the study was to evaluate the behavior of natural sweeteners (stevia and Luo han guo) based on the evaluation of their potency, temporal dominance profile, time intensity and acceptability when used in natural yogurt. Just-about-right-scale test was used initially to find the ideal sweetness of sucrose required for yogurt. Samples of natural sweeteners (stevia 95% Reb A, stevia 75% Reb A, stevia 50% Reb A and Luo han guo 50% mogroside V and sucralose) were evaluated by panel selected and trained to determine the sweetness equilavency related to the sucrose ideal, performing the test of magnitude estimation. For the description of the temporal sensory profile of sweetness equivalent samples the Time-Intensity, Temporal Sensitivity Dominance and Curve Difference Test were applied. Finally, the acceptance test was conducted with 120 consumers. The results showed that a low concentration of sucrose was required as the ideal in yoghurt (5.1%). Although the sweetness profiles of natural sweeteners were found to be similar to sucrose and sucralose, undesirable sensations to the product such as bitterness and astringency were found in some stevia samples. However, these sensations did not compromise the consumer acceptance.

Keywords: Rebaudioside; temporal profile; sweetness potency, Luo han guo; low calorie foods.

LISTA DE FIGURAS

PRIMEIRA PARTE

Figura 1	Planta <i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni.....	38
Figura 2	Estrutura química do Esteviosídeo.....	40
Figura 3	Estrutura química do Rebaudiosídeo A.....	40
Figura 4	Estrutura química da Mogrosídeo V.....	47

SEGUNDA PARTE - Artigo

Figura 1	Concentração ideal de sacarose a ser adicionada no iogurte natural com alto teor de proteínas, obtida pelo uso do teste just-right-about-scale.....	85
Figura 2	Função de potência linearizada para o iogurte com sacarose e diferentes tipos de edulcorantes.....	86
Figura 3	Curvas de tempo-intensidade de doçura para os diferentes edulcorantes em concentrações equivalentes à 5,1% de sacarose, Estévias 1, 2, 3 e Luo han guo nas concentrações 0,0221; 0,0263; 0,03; e 0,054% respectivamente.....	90
Figura 4	Curvas de TDS para o iogurte adoçado com sacarose a 5,1%.....	91
Figura 5	Curvas de TDS para o iogurte adoçado com sucralose a 0,0083%.....	91
Figura 6	Curvas de diferença do TDS entre pares de amostras, comparação com sucralose.....	93
Figura 7	Curvas de TDS para o iogurte adoçado com Estévia 2 (75% Reb. A) a 0.0263%	93
Figura 8	Curvas de TDS para o iogurte adoçado com Estévia 3 (50% Reb. A) a 0.030%.....	94
Figura 9	Curvas de TDS para o iogurte adoçado com Luo han guo (50% mogrosídeo V) a 0,054%	94
Figura 10	Curvas de diferença do TDS entre sacarose e sucralose.....	96

Figura 11	Curvas de diferença do TDS entre sacarose e estévia 1 (95% Reb A).....	97
Figura 12	Curvas de diferença do TDS entre sacarose e estévia 2 (75% Reb A).....	97
Figura 13	Curvas de diferença do TDS entre sacarose e estévia 3 (50% Reb A).....	97
Figura 14	Curvas de diferença do TDS entre sacarose e luo han guo....	97
Figura 15	Curvas de diferença do TDS entre sucralose e estévia 1 (95% Reb A).....	98
Figura 16	Curvas de diferença do TDS entre sucralose e estévia 2 (75% Reb A).....	99
Figura 17	Curvas de diferença do TDS entre sucralose e estévia 3 (50% Reb A).....	99
Figura 18	Curvas de diferença do TDS entre sucralose e luo han guo (50% mogrosídeo V).....	100

LISTA DE TABELAS

PRIMEIRA PARTE

Tabela 1	Propriedades Requeridas para Edulcorantes.....	25
Tabela 2	Doçura equivalente de edulcorantes artificiais e naturais comparada a sacarose.....	28
Tabela 3	Exemplos de edulcorantes naturais de alta potência e sua planta de origem.....	35
Tabela 4	Potência de doçura de glicosídeos de esteviol.....	39

SEGUNDA PARTE - Artigo

Tabela 1	Concentrações de sacarose e edulcorantes para a análise de equivalência de doçura.....	80
Tabela 2	Função de potência (Power Function) dos resultados para determinação da doçura equivalente de diferentes edulcorantes, em relação a sacarose 5,1% em iogurte.....	87
Tabela 3	Aceitação do consumidor de iogurte com diferentes edulcorantes.....	101

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE

1	INTRODUÇÃO	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1	Obesidade e Diabetes.....	16
2.2	Edulcorantes.....	22
2.3	Edulcorantes Artificiais x Segurança.....	30
2.4	Edulcorantes Naturais de Alta Potência.....	33
2.4.1	Estévia.....	37
2.4.1.1	Propriedades Sensoriais da Estévia	41
2.4.1.2	Estabilidade.....	43
2.4.1.3	Aplicações	43
2.4.1.4	Segurança	45
2.4.2	Luo Han Guo	46
2.4.2.1	Propriedades Sensoriais de Luo Han Guo.....	48
2.4.2.2	Estabilidade	48
2.4.2.3	Aplicações.....	49
2.4.2.4	Segurança.....	49
2.5	Iogurte	50
2.6	Análise Sensorial e a substituição de sacarose.....	53
3	CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
	REFERÊNCIAS	57
	SEGUNDA PARTE - ARTIGO	72
	ARTIGO Aspectos Sensoriais de Edulcorantes Naturais (Estévias e Luo Han Guo) em Substituição à Sacarose e Sucralose em iogurte	

1 INTRODUÇÃO GERAL

O interesse em reduzir o teor de açúcar dos alimentos para controlar sua ingestão alimentar tem se intensificado nos últimos anos dado o surgimento a cada dia de estudos sobre o excesso de açúcar na contribuição do desenvolvimento de obesidade e diabetes e seus possíveis prejuízos para a saúde de outros sistemas fisiológicos, desencadeados por estas doenças (DELAHANTY, 2017). O número de pessoas acometidas por estas doenças tem aumentado, não só em países mais desenvolvidos como também nos países subdesenvolvidos. Indivíduos obesos podem desencadear diabetes e complicar ainda mais sua saúde. Portanto, hábitos de prevenção, como evitar alimentos e bebidas açucaradas, além de outros aspectos é o melhor caminho para evitar a doença, e mesmo para portadores de diabetes, tal prática é importante na prevenção de maiores complicações.

Além da preocupação com estas patologias, a busca incessante pela saudabilidade e bem-estar, tem feito consumidores preferirem produtos de origem natural, movidos pela crença de melhores implicações para o organismo. Isto tem provocado o aumento da demanda por produtos puros e naturais, valorização de produtos integrais em seu estado natural e original, além de alimentos sem aditivos artificiais (SLOAN, 2017). De acordo com a Nielsen (2016), mais da metade da população avaliada no Relatório “Ingredients and Dining-Out Trends Around The World”, disseram estar evitando ingredientes artificiais. Diante dessa oportunidade clara, para melhor atender às necessidades alimentares dos consumidores, fabricantes de alimentos e ingredientes têm buscado alternativas de fontes naturais apoiados na pesquisa científica.

Estas mudanças no estilo de vida da população também envolvem o uso os edulcorantes artificiais não-calóricos, uma vez que também são motivos de preocupações quanto à segurança. Pesquisas recentes mostraram que eles podem aumentar o risco de intolerância à glicose e ainda provocar resistência à insulina (SUEZ et al., 2014). Assim, sua substituição por edulcorantes oriundos de fontes

naturais representam uma forte alternativa para este contexto. Edulcorantes naturais envolvem extratos de plantas com compostos doces, capazes de adoçar em alta potência.

Glicosídeos de esteviol e Luo Han Guo são exemplos de edulcorantes naturais que têm mostrado potencial aplicação em diversos alimentos, principalmente o primeiro. Os Glicosídeos de esteviol, também chamado Estévia, são provenientes da planta *Stevia rebaudiana* Bertoni e seu poder adoçante é cerca de 150 a 300 vezes maior que o da sacarose (ANTON et al., 2010). Luo Han Guo, denominação chinesa para o edulcorante Monkfruit também é de origem natural, proveniente da planta *Siraitia grosvenorii*, nativa da China. Tais edulcorantes, por serem derivados de plantas e não de síntese química, podem originar diferentes composições de compostos doces no edulcorante final devido às várias formas de extração e pontos localizados na planta, podendo proporcionar distintas características de gosto quando aplicados em matriz alimentícia (LINDLEY, 2012).

Aliado ao uso de ingredientes naturais, alimentos que proporcionam benefícios à saúde têm se tornado fatores determinantes nas escolhas alimentares (INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS - ITAL, 2017). O iogurte, em especial, é um produto prático e que agrada o paladar de muitos consumidores ao redor do mundo, sendo seu consumo associado a inúmeros benefícios à saúde (DONOVAN; SHAMIR, 2014). Existem diversas formulações de iogurte disponíveis, muitas delas com apelo saudável com redução de gordura e açúcar. No entanto, aplicações bem sucedidas com edulcorantes naturais ainda não foram encontradas, já que o uso destes em produtos demanda estudos sensoriais completos.

Uma vez que consumidores têm necessidade em adquirir alimentos que remetem saudabilidade, a indústria deve atendê-los disponibilizando produtos com alta qualidade nutricional, mas também sensorial, para que a aceitação deles

seja satisfatória. Para tal propósito, faz-se o uso da ciência Análise Sensorial, que com seus recursos e técnicas, possibilita a compreensão da reação dos humanos inerente à percepção de um produto (STONE; SIDEL, 2004). Diversas metodologias foram usadas para descrever as características de produtos, muitas delas envolvendo a descrição estática das percepções sensoriais. No entanto, a avaliação sensorial é um evento dinâmico, o qual pode mudar ao longo do tempo de degustação. Por isso, métodos que privilegiam o aspecto temporal têm se destacado na obtenção de informações mais reais sobre os alimentos. Sendo assim, as técnicas Dominância Temporal das Sensações e o Tempo Intensidade são exemplos bem sucedidos destes métodos temporais (PINEAU et al., 2009). Desta forma, as ferramentas da análise sensorial mostram-se de extrema importância, uma vez que determinam as características sensoriais do produto como atributos relacionados à aparência, ao aroma, sabor e textura que incidem e definem a aceitação do produto por parte do consumidor.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Obesidade e Diabetes

O consumo de alimentos ricos em açúcar tem sido cada vez mais associado a transtornos negativos a saúde, como a obesidade (MALIK et al., 2010). Além da ingestão de dietas hipercalóricas, padrões comportamentais que priorizam atividades sedentárias contribuem para a expansão destas doenças (SCHWARTZ et al., 2005). Normalmente, o excesso de peso é acompanhado do aparecimento de várias outras doenças, incluindo dislipidemias, diabetes mellitus tipo 2, hipertensão arterial, doenças cardiovasculares, alguns tipos de câncer, além de problemas psicossociais (DEL DUCA; NAHAS, 2011).

Basicamente, a obesidade se desenvolve quando a ingestão de calorias de um indivíduo excede sua produção ou despesa de energia (EDWARDS et., 2016). Além disso, os fatores cognitivos e comportamentais que impulsionam a ingestão de energia são componentes-chave da regulação do equilíbrio energético e demonstraram associar-se à mudança de peso (FILIATRAULT et al., 2014; TEIXEIRA et al., 2004). Infelizmente, a obesidade é um problema de saúde pública mundial. Durante as últimas três décadas, a prevalência global de obesidade dobrou (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE - OMS, 2016). Embora haja evidências de uma diminuição da taxa da prevalência de sobrepeso e obesidade em grupos populacionais selecionados em países desenvolvidos (GÁBA et al., 2017), o número de indivíduos com sobrepeso e obesidade está aumentando rapidamente nos países de renda média e baixa, particularmente em cenários urbanos (SWINBURN et al., 2011). Em 2013, foi estimado que um em cada três adultos tinham excesso de peso ou obesidade em todo o mundo (HRUBY; HU, 2015).

Dados epidemiológicos da OMS (2016) mostram uma alta prevalência de obesidade em homens e mulheres maiores de 18 anos em várias regiões do

planeta. Em geral, os países mais afetados por esta doença são os EUA, prevalecendo em aproximadamente 35% da população (OGDEN et al., 2014), seguido de alguns países da América Latina (Argentina, Chile e Uruguai), alguns países do Oriente Médio (Tunísia, Líbia, Egito e África do Sul), países da Ásia (Turquia, Iraque, Arábia Saudita, Omã), México e Nova Zelândia. O mesmo estudo mostrou que em 2014, 39% dos homens e 40% das mulheres com idade entre 18 ou mais estavam acima do peso (Índice de massa corporal (IMC) ≥ 25 kg / m²) e 11% dos homens e 15% das mulheres eram obesas (IMC ≥ 30 kg / m²). Assim, quase dois bilhões de adultos em todo o mundo estavam com sobrepeso e, destes, mais de meio bilhão eram obesos. Resultado de um aumento acentuado no excesso de peso e obesidade nas últimas quatro décadas (OMS, 2016).

Em nosso país, entre 2006 e 2016, o índice de brasileiros com obesidade passou de 11,8% para 18,9%, representando um crescimento de 60%. De acordo com o Ministério da Saúde, uma em cada cinco pessoas no país está acima do peso (BRASIL, 2017). Este quadro é acompanhado do aumento da prevalência de diabetes e hipertensão, doenças crônico-não-degenerativas relacionadas também ao aumento de peso. Assim, o diagnóstico médico de diabetes passou de 5,5%, em 2006, para 8,9%, em 2016 e o de hipertensão, no mesmo período, aumentou de 22,5% para 25,7%.

Uma outra preocupação muito séria é o aumento da obesidade entre adolescentes e crianças. Em todos os países desenvolvidos, mais de um quinto dos jovens entre 2 e 19 anos (23,8% dos meninos, 22% das meninas) são obesos (NG et al., 2014). Além de outras enfermidades decorrentes da obesidade, os jovens obesos correm o risco de problemas de saúde como a apneia do sono, bem como desafios psicológicos, falta de autoestima e estigmatização (BENNETT et al., 2017). Somando-se a isso, ainda existe o risco de desenvolvimento de ansiedade e depressão, tornando o estado de saúde desses jovens ainda mais grave.

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2017), obesidade e sobrepeso são definidos como o acúmulo excessivo ou anormal de gordura que pode apresentar risco para a saúde do ser humano. O equilíbrio entre ingestão calórica e o gasto energético é quebrado, prevalecendo o primeiro sobre o segundo (FLIER, 2004). Fisiologicamente, a obesidade é caracterizada pelo aumento da massa de tecido adiposo e disfunção de adipócitos (HAJER et al., 2008), sendo acompanhada pelo aumento da produção de adipocinas proinflamatórias, resistência à insulina, estresse oxidativo e estresse do retículo endoplasmático (MAURY; BRICHARD, 2010; ÖZCAN et al., 2004). A partir desses fenômenos, a obesidade leva a efeitos metabólicos adversos na pressão arterial, colesterol, triglicerídeos. Os riscos de doença cardíaca coronária, acidente vascular cerebral isquêmico e diabetes mellitus tipo 2 aumentam constantemente com o elevado índice de massa corporal (IMC). Por decorrência, o índice de massa corporal aumentado também aumenta o risco de câncer de mama, cólon, próstata, endométrio, rim e vesícula biliar (HAMILTON; WILS, 2017).

As causas da obesidade são atribuídas a uma complexidade de fatores, incluindo a genética, metabolismo, comportamentos alimentares, atividade física, fatores ambientais e influências psicossociais (HU, 2013). No entanto, a ingestão calórica e o seu gasto necessário para a manutenção do peso ou o crescimento saudável, ocuparam historicamente o centro das atenções (HILL et al., 2012). Por isso, a restrição calórica permanece hoje como foco primário das abordagens clínicas de controle e perda de peso. Grupos de alimentos específicos, como as bebidas adoçadas com açúcar, receberam considerável atenção porque o consumo de açúcar adicionado (principalmente como bebidas açucaradas) aumentou concomitantemente com prevalência de obesidade (MALIK et al., 2010). Por este motivo, a OMS (2016) e o Comitê Consultivo Científico de Nutrição (SCIENTIFIC ADVISORY COMMITTEE ON NUTRITION - SACN, 2015) estabeleceram à população mundial que o consumo de açúcar seja reduzido, ou

seja, não representar mais de 5% da ingestão diária de energia para adultos e crianças (HAMILTON; WILS, 2017). Sendo ainda mais clara, a Associação Americana do Coração recomendou não consumir mais de seis colheres cheias (24 g, fornecendo 100 calorias) de açúcar por dia para mulheres e nove colheres cheias (36 g, fornecendo 150 calorias) de açúcar por dia para os homens (MOORADIAN; SMITH; TOKUDA, 2017).

Embora diferentes graus metabólicos e valores relativos dos padrões dietéticos para várias condições comórbidas ainda estejam sendo investigados, há indícios de que apenas aderir à uma dieta saudável já apresenta impacto na perda e/ou controle de peso (HRUBY et al., 2015). Em outras palavras, o maior consumo de frutas, vegetais, grãos integrais, nozes e iogurte foi associado com menor ganho de peso. Desta forma, estudos sugerem que a prevenção da obesidade deve se concentrar em melhorar a qualidade dietética geral, consumindo alimentos e bebidas mais saudáveis e menos nocivos à saúde (BROWNELL et al., 2009).

Conforme mencionado, juntamente com a obesidade, uma doença muitas vezes silenciosa, mas igualmente perigosa que pode surgir é a diabetes. A associação de ambas tem se tornado tão comum, que um termo foi adotado, a "diabesidade", o qual representa uma combinação principalmente de distúrbios metabólicos com resistência à insulina como fisiopatologia comum subjacente (POTENZA et al., 2017).

A diabetes em particular, é uma doença crônica em que o pâncreas não produz insulina ou não consegue usar adequadamente a insulina que ele produz. Assim, o nível de glicose no sangue permanece alto e, se não tratada a doença, sérias complicações podem surgir nos órgãos, nervos e vasos sanguíneos (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2017). Existem dois tipos de diabetes, a tipo I e a tipo II. A diabetes tipo I é caracterizada por uma produção de insulina deficiente e requer administração diária do hormônio. Os sintomas

podem aparecer de repente e incluem sede (polidipsia), fome constante, perda de peso, excreção excessiva de urina (poliúria), alterações na visão e fadiga (OMS, 2017). Estima-se que 422 milhões de pessoas têm diabetes em todo o mundo. Hoje, no Brasil, há mais de 13 milhões de pessoas vivendo com a doença, o que representa 6,9% da população e esse número está crescendo. Em alguns casos, o diagnóstico demora, favorecendo o aparecimento de complicações graves, incluindo doenças cardiovasculares, retinopatia, neuropatia e menor qualidade de vida (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2017). Em decorrência disso, a diabetes tem sido responsável por 1,5 milhão de mortes em todo o mundo e estimativas mostram que será a 7^a principal causa de morte em 2030 (OMS, 2017).

Considerada a mais grave, a diabetes tipo II é principalmente diagnosticada em adultos, no entanto, é cada vez mais frequentemente verificada em crianças. Um caso preocupante, uma vez que a obesidade infantil e a inatividade física têm desempenhado um papel crítico no acometimento desta doença (NETTLETON; REIMER; SHEARER, 2016). Seus sintomas podem ser semelhantes aos da diabetes tipo I, mas geralmente são menos marcados. Como resultado, a doença pode ser diagnosticada vários anos depois, uma vez que as complicações já surgiram .

Além disso, a diabetes tipo II é causada por uma combinação complexa de fatores genéticos, estilo de vida não saudáveis e fatores socioeconômicos determinantes (WANTHONG et al., 2017). Fatores adicionais como história da doença na família, estresse e uso de medicamentos também podem contribuir para o aparecimento da doença (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2015). Entre os estilos de vida não saudáveis estão o alto ou excesso do consumo de açúcar ou produtos adoçados com açúcar que podem agravar a doença. De fato, os resultados de algumas revisões sistemáticas correlacionam a ingestão dietética de açúcares simples com a prevalência e ou a incidência de uma série de

transtornos cardiometabólicos como diabetes, obesidade e síndrome metabólica (BHUPATHIRAJU et al., 2012; HAMILTON; WILSON, 2017; MALIK et al., 2010; THE INTERACT CONSORTIUM, 2013; WANG et al., 2015) dado que há um aumento da carga glicêmica na dieta, por meio de picos rápidos de glicose e insulina no sangue, propiciando a resistência à insulina, podendo ainda causar disfunção das células β (MALIK et al., 2010; THE INTERACT CONSORTIUM, 2013).

A diabetes pode ser tratada e suas consequências evitadas ou atrasadas com dieta, atividade física, medicação e triagem regular e tratamento para as complicações (OMS, 2017). Dois ensaios clínicos motivados pela Associação Americana de Diabetes denominados Programa de Prevenção da Diabetes e Ação para a saúde em Diabetes, destacaram que a perda de 7% de peso e 150 minutos de exercícios semanais são essenciais para o controle de pré-diabetes e diabetes tipo II (DELAHANTY, 2017). Além da atividade física, Delahanty (2017), aponta que é fundamental tornar as dietas adequadas ao estilo de vida e flexíveis o suficiente para que os pacientes consigam sucesso na mudança dos hábitos alimentares de forma sustentável e, assim, promover a perda de peso duradoura (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2016).

Como os diabéticos precisam controlar os níveis de glicose no sangue, além do controle da ingestão de outros carboidratos (KEMP; LINDLEY, 2007), a redução do consumo de alimentos com açúcar para a prevenção de ganho de peso e melhorar o perfil cardiometabólico (EVERT et al., 2014) fez dos edulcorantes com baixas calorias potentes substitutos populares do açúcar, particularmente nos alimentos "diet" e "light", permitindo que uma variedade de produtos mantenha sua palatabilidade (NETTLETON; REIMER; SHEARER, 2016). Como consequência, diversos estudos de curto prazo, conduzidos em adultos e crianças, sustentam que a substituição de açúcares por edulcorantes de baixas calorias reduz a ingestão calórica, peso corporal e adiposidade (DIETARY GUIDELINES

COMMITTEE, 2015; SADLER; STOWELL, 2012), o que é um fator muito importante no controle de diabetes tipo II (HA; HA; LEAN, 1999).

Os edulcorantes podem ajudar controlar a ingestão geral de carboidratos. E, devido a isto, os edulcorantes com baixas calorias estão disponíveis em vários produtos alimentares atuais, tais como sobremesas, gomas, alimentos para café da manhã e bebidas (DELAHANTY, 2017).

2.2. Edulcorantes

O uso de edulcorantes aumentou bastante nos últimos 20 anos, atuando em grande parcela do comércio atual e estando presentes em prateleiras de supermercados em todo o mundo. Grande parte do público-alvo são pessoas que sofrem de diabetes e recentemente para indivíduos que querem controlar seu peso e ainda para aquelas pessoas que desejam se manter mais saudáveis (MOORADIAN; SMITH; TOKUDA, 2017). Atualmente, há um grande interesse em reduzir o teor de açúcar dos alimentos e assim conseguir êxito nestes objetivos. Portanto, edulcorantes alternativos continuam a ser de grande interesse para a indústria alimentícia, profissionais de saúde, consumidores e mídia (O'BRIEN-NABORS, 2012). Milhares de bebidas e alimentos de baixas calorias estão disponíveis hoje, no entanto, muitos consumidores expressam interesse em produtos adicionais, especialmente produtos com edulcorantes naturais não calóricos (DUBOIS; PRAKASH, 2012).

Edulcorantes são substâncias de gosto extremamente doce, de baixas calorias, com poder adoçante muito superior ao da sacarose (ANGELUCCI, 1990). Basicamente, os edulcorantes são divididos em duas categorias, os nutritivos e os não-nutritivos:

- **Nutritivos** são aqueles que liberam calorias para o organismo, ditos então calóricos
- **Não-nutritivos:** são aqueles que não liberam calorias ao organismo, denominados não calóricos.
-

A classe dos edulcorantes nutritivos são representados por polióis como sorbitol, xilitol, lactitol, manitol, eritritol, trealose e maltitol, os quais possuem doçura em torno de 25 a 100% da doçura da sacarose (MOORADIAN; SMITH; TOKUDA, 2017). Nos Estados Unidos, eles são usados em uma ampla gama de produtos, incluindo gomas de mascar, confeitos, sorvetes, pastas de dentes, enxaguatórios bucais, produtos farmacêuticos e assados. Os polióis são apontados como edulcorantes que não promovem cárie dentária, pois não são fermentáveis por bactérias orais. Porém, os polióis em excesso, podem causar problemas gastrointestinais em certas pessoas (GREENLY, 2003).

Quanto aos edulcorantes não-nutritivos, temos a classe dos artificiais e do naturais. Entre os artificiais temos por exemplo: a sacarina, o ciclamato, o acessulfame-K, a sucralose, o aspartame e o neotame. Glicosídeos de esteviol e Luo Han Guo são alguns dos edulcorantes naturais disponíveis. Os últimos serão melhor discutidos em seu tópico específico. Todos estes edulcorantes são considerados de alta intensidade (DUBOIS; PRAKASH, 2012), haja vista que possuem gosto doce tão intenso que podem ser usados em produtos alimentares em concentrações extremamente baixas, nas quais não contribuem significativamente para o conteúdo calórico (KEMP, 2006). Desta forma, permitem aos consumidores desfrutar de alimentos saborosos, uma agradável degustação, oferecendo benefícios sobre os adoçantes nutritivos, incluindo a assistência no controle de peso e a redução da incidência de cárie. Além disso, eles também são mais baratos do que os edulcorantes nutritivos (KEMP; LINDLEY, 2007).

Um grande número de compostos sintéticos e naturais de gosto doce foram identificados por químicos orgânicos desde os anos 1800 (DUBOIS; PRAKASH, 2012). Alguns foram descobertos acidentalmente (por exemplo, sacarina), enquanto outros demandaram um grande empenho para o desenvolvimento de um edulcorante com alta intensidade comercialmente viável, como foi o caso do Alitame (AUERBACH; LOCKE; HENDRICK, 2001). O gosto e o cheiro eram pontos-chave nas avaliações para a descoberta dos primeiros edulcorantes não- calóricos, por isso as degustações dos compostos orgânicos eram comuns na identificação dos mesmos. Somente depois do avanço nos campos da cromatografia e espectroscopia, na segunda metade do século XX, que as avaliações sensoriais de identificação foram sendo gradualmente interrompidas, embora os gostos doces de muitos compostos tenham sido descobertos de maneira acidental nos próximos anos (DUBOIS; PRAKASH, 2012).

De acordo com Kemp e Lindley (2007), um edulcorante deve atender algumas características (Tabela 1) , mas nem todos os edulcorantes disponíveis satisfazem todos os critérios.

Os edulcorantes artificiais não-calóricos foram introduzidos ao longo de um século, como um meio para fornecer gosto doce aos alimentos sem fornecer alto teor energético de açúcares calóricos (SUEZ et al., 2014). Em princípio, os edulcorantes artificiais a serem sintetizados foram o ciclamato, a sacarina e o aspartame; em seguida, uma nova geração de edulcorantes surgiu, como a sucralose, o acesulfame-k, o alitame e o neotame (LINDLEY, 1999).

O Ciclamato foi o primeiro edulcorante a ser utilizado nos EUA, nos anos 50, e possui doçura de apenas 30 vezes mais que a sacarose. Possui estabilidade frente às condições baixas e altas de temperatura, podendo ser usado em sinergia com outros edulcorantes. Em 1970, o ciclamato foi indiciado como possível cancerígeno, e seu uso foi cancelado nos EUA, embora vários países no mundo

todo ainda continuam utilizando-o como substância aprovada (GREENLY, 2003), assim como no Brasil (BRASIL, 2008).

Tabela 1 Propriedades Requeridas para Edulcorantes

-
- Possuir um perfil de gosto semelhante à sacarose, possuindo uma qualidade de doçura limpa, sem gostos laterais ou odores, e um perfil de gosto temporal com início imediato e sem atraso persistente.
 - Não calorífico em níveis normais de uso.
 - Não cariogênico.
 - Seguro, sem efeitos a curto ou a longo prazo sobre a saúde, seja diretamente ou através de metabólitos em que ocorrem.
 - Origem natural.
 - Comercialmente disponível a um preço competitivo.
 - Estável sob uma gama de condições de processamento e uso, como baixo pH e alta temperatura.
 - Fácil de usar, solúvel, incolor, inodoro, fácil de produzir, armazenar e processar.
 - Inerte e compatível com uma ampla gama de ingredientes alimentares.
 - Estável no armazenamento.
 - Fornecer algum efeito de volume e sensação na boca.
 - Biodegradável.
-

Fonte : Kemp e Lindley (2007).

A Sacarina é 300 vezes mais doce que a sacarose, possuindo gosto doce em baixas dosagens, no entanto, em maiores concentrações, pode provocar gosto residual metálico. Foi descoberta em 1879 e desde então tem sido usada em uma variedade de produtos alimentícios e de saúde, como refrigerantes e pasta de dentes. Este edulcorante já foi alvo de denúncias por provocar câncer de bexiga e, por causa disso, banida dos EUA em 1977. Anos mais tarde, provou-se que a sacarina não provoca riscos a saúde, sendo retirada da lista de carcinógenos em 2000 (PEARSON, 2012).

O Aspartame foi descoberto em 1965 e aprovado em 1981 e possui doçura de 180 vezes mais que a sacarose. Ele é sintetizado a partir da união de dois

aminoácidos, o L-fenilalanina e ácido L-aspártico, os quais são metabolizados no organismo como qualquer aminoácido. Entretanto, pessoas com a doença de fenilcetonúria não conseguem metabolizar o fenilalanina, devendo então, evitar este tipo de edulcorante nos alimentos. Outra adversidade é a sua instabilidade quanto ao calor, o qual perde sua doçura quando em temperaturas de cozimento. A Ingestão Diária Aceitável (IDA) para aspartame é de 50 mg/kg de peso corporal (BUTCHKO et al., 2001) .

O Acesulfame-K foi aprovado em 1998 e atualmente é usado em uma variedade de alimentos. Seu gosto doce é limpo e rapidamente percebido, além disso não possui gosto residual. Atua com sinergia com outros edulcorantes (VON RYMAN LIPINSKI; HANGER, 2001).

Neotame é um dos últimos edulcorantes artificiais a serem aprovados e apresenta doçura de 7.000 a 13.000 vezes que a sacarose. Também é sintetizado pela mistura de aminoácidos: ácido L-aspartico e L-fenilalanina, combinado com um grupo éster metílico e um grupo neo hexil. Seu gosto doce é claro e limpo, semelhante ao da sacarose (STARGEL et al., 2001) .

Alitame é formado pelos aminoácidos ácido L-aspártico e D-alanina, e uma amina. Possui doçura de cerca de 2000 vezes mais que a sacarose, apresentando um gosto limpo que pode ser usado em sinergia com outros edulcorantes (AUERBACH; LOCKE; HENDRICK, 2001).

A Sucralose foi sintetizada em 1979 a partir de sacarose, substituindo o cloro por três dos seus grupos hidroxila, processo que ocorre com inversão de configuração na posição 4 do galacto-análogo. Por isso, apresenta intensidade de doçura muito diferente da sacarose, sendo 600 vezes mais doce. Além disso, a sucralose tem um sabor agradável, doce semelhante a sacarose, sem sabor residual desagradável. Sua solubilidade é alta em água, metanol e etanol e tem um efeito insignificante no pH das soluções. Cerca de 11-27% da sucralose ingerida é absorvida pelo intestino e é excretada pelos rins (MOORADIAN; SMITH;

TOKUDA, 2017). A sucralose é permitida em mais de 100 países e sua ingestão diária aceitável (IDA) é estabelecida em 15 mg/kg/dia. Estudos de Temporalidade de doçura em sucralose demonstraram que seu perfil temporal de doçura é semelhante ao da sacarose (GROTZ et al., 2016)

A grande variedade de de edulcorantes disponíveis permitem aos fabricantes escolher o ingrediente ou combinação desses ingredientes mais adequado para um determinado produto, dando a oportunidade de atender a crescente demanda dos consumidores de produtos *light* e *diet* (O'BRIEN-NABORS, 2012). Devido a isso, a aprovação de novos edulcorantes é essencial para a indústria de alimentos.

A qualidade da doçura difere consideravelmente de um edulcorante para outro (por exemplo, o aspartame é 180 vezes mais doce que a sacarose, a sacarina é 300 vezes mais doce) (Tabela 2). Os edulcorantes variam não só na intensidade da doçura, mas também na sensação bucal de início e duração da doçura, sabor residual, concentração, solubilidade e estabilidade em vários níveis de pH e temperatura. Por outro lado, grande parte dos edulcorantes de alto poder adoçante possuem sabores residuais que se sobrepõem ao sabor doce (O'BRIEN-NABORS, 2012).

De acordo com O'Brien-Nabors (2016), o edulcorante ideal deve ser pelo menos tão doce quanto a sacarose, ou seja, quanto mais semelhante à sacarose, tanto em gosto quanto em funções, maior a sua aceitação pelos consumidores, uma vez que a sacarose é geralmente utilizada como referência. Tal denominação de sabor doce padrão ocorre, pois a sacarose não apresenta sabor residual e é conhecida mundialmente.

Tabela 2 Doçura equivalente de edulcorantes artificiais e naturais comparada a sacarose

Edulcorante	Doçura /sacarose
Neotame	13.000,0
Taumatina	3.000,0
Alitame	2.000,0
DHC	2.000,0
Sucralose	600,0
Sacarina	300,0
Stevia	300,0
Acessulfame-K	200,0
Aspartame	180,0
Ciclamato	30,0
Mel	1,5
Tagatose	1,0
Xilitol	1,0
Maltitol	0,9
Eritritol	0,7
Isomaltose	0,65
Manitol	0,5
Trealose	0,5
Sorbitol	0,6
Lactitol	0,4

Fonte: Adaptada de O'Brien-Nabors (2012).

Outra característica dos edulcorantes muito importante diz respeito ao sabor final do produto alimentício, o qual dever ser muito semelhante ao tradicional. Entretanto, em comparação com a sacarose, os edulcorantes de alta intensidade normalmente revelam gostos e sensações bucais indesejáveis (metálico, amargo, alcaçuz) nos produtos, início lento da doçura, a qual é persistente e baixa intensidade máxima de doçura (DUBOIS; PRAKASH, 2012).

Alguns destes inconvenientes podem ser resolvidos pela mistura de edulcorantes e assim superar tais limitações dos edulcorantes usados individualmente. Deste modo, a mistura pode melhorar o gosto, solubilidade e estabilidade de produtos. Ao combinar, por exemplo, três ou mais edulcorantes,

incorpora-se os benefícios de cada um para ter uma doçura instantânea, de longa duração e afilada. Por exemplo, as misturas de aspartame e sacarina ou aspartame e acesulfame de potássio (acesulfame K) em bebidas, aumentam a estabilidade e mantêm a doçura por uma vida útil prolongada (MAYHEW et al., 2012).

Um edulcorante para ser utilizado, assim como todo ingrediente alimentar, previamente é avaliado e regulamentado por numerosos órgãos nacionais e internacionais e, dentre os internacionais, incluem-se a Organização Conjunta de Alimentos e Agricultura / Organização Mundial da Saúde (FAO / OMS), Comitê de Peritos em Aditivos Alimentares (JECFA) e a Comissão do Codex Alimentarius (FCC, 2010).

Outra garantia de segurança, regulamentada por leis e regulamentos federais, é a denominação de Geralmente Reconhecida como Seguro (GRAS) para um ingrediente. Quando uma substância recebe esta denominação (GRAS) para um uso específico, a mesma pode ser usada em alimentos para esse fim, sem a aprovação para comercialização da FDA (CODE OF FEDERAL REGULATIONS - CRF, 2010).

Na União Europeia, foram autorizados os edulcorantes de baixas calorias: acessulfame K, aspartame, sal de aspartame-acessulfame, ciclamato, neoperidina, neotame, sacarina, sucralose e taumatina em 2010 (EFSA, 2010). Dentre o edulcorantes liberados para serem utilizados no Brasil, temos o isomaltose, manitol, sorbitol, maltitol, lactitol, xilitol, eritritol, glicosídeo de esteviol e taumatina como edulcorantes considerados naturais, e sacarina sódica, acessulfame-K, ciclamato monossódico, aspartame, neotame e sucralose como edulcorantes artificiais (BRASIL, 2008)

Para aumentar a segurança para a saúde do consumidor, os órgãos reguladores estabelecem um nível de ingestão diária aceitável (IDA), a qual é válida também para edulcorantes. A IDA é a quantidade de um aditivo alimentar que pode ser consumido diariamente na dieta, mesmo ao longo da vida, sem risco

(JECFA, 1974), sendo expressa em miligramas por quilograma de peso corporal. Assim sendo, um edulcorante como a sucralose, por exemplo, possui uma IDA de 15 mg/kg de peso corporal.

Os edulcorantes possuem uma parcela significativa do mercado em categorias de produtos específicos, como águas aromatizadas (42%) e iogurtes (33%), além de bebidas dietéticas (POIRIER et al., 2012). Em todo o mundo, espera-se que o mercado de edulcorantes de baixas calorias atinja US \$ 2,2 bilhões até 2020 (SYLVETSKY; ROTHER, 2016).

Buscando suprir as necessidades dos consumidores, os edulcorantes têm sido encontrados em produtos lácteos, compreendendo sorvetes, leites aromatizados, iogurtes *light* ou *diet*; sobremesas lácteas, em produtos de panificação incluindo pães, barras de cereais, além de uma gama de condimentos, incluindo ketchup, geleia isenta de açúcar e em medicamentos, multivitaminas e produtos de higiene (por exemplo, pasta de dentes aromatizada e enxaguante bucal) (PHILIPPE et al., 2014).

2.3 Edulcorantes Artificiais x Segurança

Todos os edulcorantes artificiais antes de serem liberados para o consumo, sofrem rigorosos testes, sejam de toxicidades, químicos, bioquímicos, clínicos e que se desenrolam por vários anos, uma vez que a FDA proíbe a aprovação de qualquer ingrediente alimentar tido como não seguro (ROBERTS, 2016). Entretanto, há uma crescente abordagem questionando "seguros" de "saudáveis". De acordo com Nettleton, Reimer e Shearer (2016), o termo segurança relaciona-se ao fator doença como por exemplo um câncer e / ou uma lesão (exemplo: toxicidade), o termo saudável implica em um estado contínuo de ótimo funcionamento fisiológico, como exemplo a falta de resistência à insulina. Por isso, algo que é seguro pode não ser necessariamente saudável.

Estudos mostram que o uso prolongado de edulcorantes artificiais na dieta contribui para a resistência à insulina. Tal resultado se deve a alterações na microbiota intestinal que podem ser provocadas por outros agentes, mas também por estes edulcorantes de baixas calorias (FAGHERAZZI et al., 2013; LUTSEY; STEFFEN; STEVENS, 2008; NETTLETON; REIMER; SHEARER, 2016; SUEZ et al., 2014). Alterações da microbiota intestinal é a mudança dos tipos e quantidade de microrganismos presente no intestino, que dependendo da situação é dita prejudicial ao organismo, como por exemplo a ingestão de alimentos altamente açucarados (NETTLETON; REIMER; SHEARER, 2016).

Corroborando com o exposto, Suez et al. (2014), relataram, por meio de uma série de intervenções experimentais com camundongos e humanos, que edulcorantes artificiais podem induzir a intolerância à glicose devido a alterações na microbiota intestinal. O primeiro experimento consistiu da administração de formulações comerciais de adoçantes que continham um dos três edulcorantes: aspartame, sacarina ou sucralose a camundongos controle que consumiam apenas água, sacarose ou glicose e a camundongos que consumiam edulcorantes de baixa caloria. O resultado mostrou que, os segundos camundongos, desenvolveram a intolerância à glicose, sendo que o edulcorante que mais deteriorou o intestino foi a sacarina, o qual passou a ser o objeto dos próximos experimentos.

Como uma importante conclusão do estudo com camundongos, o trabalho revelou que a microbiota, ou seja, a alteração dos microrganismos que habitam o intestino, é a responsável pelo comprometimento metabólico. Tal decorrência foi comprovada pelo resultado do transplante de matéria fecal de camundongos tratados com sacarina para camundongos sem germes, que estabeleceu que o fenótipo de intolerância à glicose poderia ser transferido para animais hospedeiros (SUEZ, 2014).

No momento em que os pesquisadores examinaram o consumo de edulcorantes a longo prazo em seres humanos não-diabéticos, mudanças adversas

na composição corporal, incluindo a relação cintura-quadril e perfil metabólico (glicemia em jejum, hemoglobina glicosilada, tolerância à glicose e alanina aminotransferase sérica) foram correlacionadas positivamente com o consumo de edulcorantes conforme avaliado por questionários de frequência de alimentos validados. Em seguida, quando os mesmos pesquisadores administraram sacarina (nos níveis aceitáveis de ingestão diária, 5 mg/kg de peso corporal) para indivíduos que normalmente não consumiam adoçantes com baixas calorias (n = 7) e observaram-nos durante sete dias, uma parte desses indivíduos (n = 3) desenvolveu intolerância à glicose (SUEZ, 2014).

Outros estudos confirmam os malefícios ao sistema intestinal pelos edulcorantes artificiais. Palmnäs et al. (2014) avaliaram doses baixas de aspartame (5-7 mg / dia, ~ 2-3 latas de refrigerante dietético por dia), adicionados na água potável por oito semanas para ratos com obesidade induzida e relataram impacto negativo na microbiota intestinal e a intolerância à glicose. Os animais que consumiram aspartame apresentaram níveis elevados de glicose em jejum e respostas de insulina prejudicadas. Além disso, a análise fecal da composição bacteriana do intestino mostrou que o uso de aspartame aumentou a abundância de *Enterobacteriaceae* e *Clostridium leptum*, provocando então alterações na microbiota intestinal, como foi exposto. Reações semelhantes ocorreram com o consumo de sacarina em estudos de intervenção animal e humana (ABOUDONIA et al., 2014; DALY et al., 2014; SUEZ et al., 2014).

Além disso, demais estudos relataram ganho de peso em indivíduos que fizeram uso de edulcorantes artificiais. Em um deles, um estudo de oito anos, 21 bebidas adoçadas artificialmente consumidas por semana, implicou em quase o dobro do risco de sobrepeso ou obesidade em comparação com indivíduos que não consumiram (FOWLER et al., 2008). O estudo da American Cancer Society de 78.694 mulheres de 50 a 69 anos descobriu que, ao acompanhamento de um ano, os usuários de adoçantes artificiais eram significativamente mais propensos

do que os não usuais a ganhar peso, independentemente do IMC inicial. Entre aqueles que ganharam peso, o aumento médio de peso corporal por usuários de adoçantes artificiais foi maior em 0,5-1,5 lb do que o peso obtido por não usuários (STELLMAN; GARFINKEL, 1988).

Em um experimento controlado, a água adoçada com aspartame aumentou a classificação subjetiva de apetite em homens adultos de peso normal (YANG, 2010). O mesmo ocorreu no estudo de Anton et al. (2010), onde o aspartame, o acesulfame de potássio e a sacarina foram todos associados à maior motivação para comer. Observações semelhantes foram feitas em ratos, onde a suplementação de sacarina aumentou significativamente o consumo total de energia e o ganho de peso (DE MATOS FEIJO et al., 2013).

Todas essas observações levantam novas preocupações sobre o consumo generalizado de edulcorantes artificiais não-calóricos, entretanto, os autores concordam que são necessários mais estudos que investiguem o papel de cada tipo e dose de edulcorantes e seus impactos metabólicos. Diante disso, os edulcorantes naturais de alta intensidade são uma alternativa aos edulcorantes artificiais, na medida em que podem promover as mesmas vantagens que os mesmos, ou seja, baixas calorias ou zero e a promoção de alta intensidade de doçura.

2.4 Edulcorantes Naturais de Alta Potência

Recentemente, o interesse do consumidor por edulcorantes naturais de alta potência cresceu drasticamente, justificado por preocupações sobre o uso de aditivos artificiais em alimentos. Assim, a indústria de alimentos, percebendo esta demanda, tem investido firmemente no desenvolvimento de novos métodos para extrair tais compostos doces por meio do uso de várias técnicas de seleção de melhores plantas (LINDLEY, 2012).

Há tempos, sabe-se da existência de potentes edulcorantes em plantas, tanto que em meados do século XIX já haviam referências bibliográficas sobre o assunto. No entanto, a comercialização bem sucedida destes edulcorantes naturais ainda era impossibilitada, devido às suas características gerais de gosto (KIM; DUBOIS, 1991). Com o passar dos anos, um esforço considerável foi investido na identificação de produtos naturais que oferecem doçura e sabor sem comprometer a aceitação.

Uma grande variedade de produtos naturais derivados de planta pode provocar respostas doces ou pode modular a doçura, incluindo fenilpropanoides, esteroides, terpenoides, dihidroisocumarinas, proantocianidinas, flavonoides, aminoácidos e proteínas (PHILIPPE et al., 2014). Embora múltiplas entidades químicas possuam propriedades de doçura, pouquíssimas se revelam adequadas para desenvolvimento e aplicação em alimentos e bebidas. Por isso, poucas delas foram lançadas comercialmente, embora esses números tenham aumentado rapidamente. Estes incluem taumatina, monatina, ácido glicirrízico, brazzeína, mogrosídeo V, esteviosídeo e rebaudiosídeo A (DUBOIS; PRAKASH, 2012). Uma lista mais abrangente pode ser vista na Tabela 3.

Tabela 3 Exemplos de edulcorantes naturais de alta potência e sua planta de origem.

Edulcorante	Classe Estrutural	Planta de origem
Brazzein	Proteína	<i>Pentadiplandra brazzeana</i>
Curculin	Proteína	<i>Curculigo latifolia</i>
Mabinlin	Proteína	<i>Capparis masakai</i>
Monellin	Proteína	<i>Discoreophyllum cumminsii</i>
Pentadin	Proteína	<i>Pentadiplandra brazzeana</i>
Taumatina	Proteína	<i>Thaumatococcus daniellii</i>
Monatin	Aminoácido	<i>Schlerochiton ilicifolius</i>
Abrusódio	Glicosídeo	<i>Abrus precatorius</i>
Albizasaponinas	Glicosídeo	<i>Albizia myriophylla</i>
Baiyunosídeo	Glicosídeo	<i>Phlomis betonicoides</i>
Bryoside	Glicosídeo	<i>Bryonia dioica</i>
Cussoracosídeos	Glicosídeo	<i>Cussonia racemosa</i>

continuação Tabela 3

Cyclocariosídeo	Glicosídeo	<i>Cyclocarya paliurus</i>
Glycyrrhizin	Glicosídeo	<i>Glycyrrhiza glabra</i>
Luo han guo	Glicosídeo	<i>Siratia grosvenorii</i>
Mukuroziosídeo	Glicosídeo	<i>Sapindus mukurossi</i>
Osladin	Glicosídeo	<i>Polypodium vulgare</i>
Periandrin	Glicosídeo	<i>Periandra dulcis</i>
Phlomisosídeo	Glicosídeo	<i>Phlomis younghusbandii</i>
Polypodosídeo	Glicosídeo	<i>Polypodium glycyrrhiza</i>
Pterocaryosídeo	Glicosídeo	<i>Pterocarya paliurus</i>
Rubusosídeo	Glicosídeo	<i>Rubus suavissimus</i>
Glicosídeo de Esteviol	Glicosídeo	<i>Stevia rebaudiana</i>
Telosmosides	Glicosídeo	<i>Telosma procumbens</i>
Selligueain A	Proantocianidina	<i>Selliguea feei</i>
Hernandulcin	Sesquiterperno Bisabolane	<i>Lippia dulcis</i>
Phlorizin	Diihidrochalcona	<i>Lithocarpus litseifolius</i>
Trilobatin	Diihidrochalcona	<i>Lithocarpus litseifolius</i>
Phyllodulcin	Flavonoide	<i>Hydrangea macrophylla</i>

Fonte: O'Brien Nabors (2012).

Cerca de 20 grupos estruturais principais representam os compostos doces das plantas, sendo os principais grupos diversos terpenoides e esteroides (isoprenoides), flavonoides e proteínas, além de compostos de outras classes químicas, como um aminoácido, um benzo [b] indeno [1,2-d] pirano, uma dihidroisocumarina, fenilpropanoides e proantocianidinas (KIM; DUBOIS, 1991).

Os edulcorantes naturais apresentam muitas semelhanças com os seus homólogos sintéticos em termos de características gerais de gosto. Em relação à qualidade de gosto doce global, medido por métodos tradicionais que avaliam as características temporais e outros que quantificam a intensidade de sabores desagradáveis, os edulcorantes variam em todo o espectro da mesma forma como foi encontrado com edulcorantes sintéticos. A potência de doçura se apresenta de 10 a 1000 de vezes o poder edulcorante da sacarose (LINDLEY, 2012). Por conseguinte, muitos dos desafios encontrados na substituição de açúcar por

edulcorantes artificiais na formulação de alimentos, são igualmente observados para os edulcorantes naturais, independentemente da origem do potente adoçante.

Com o passar do tempo e o avanço nas pesquisas, alguns destes edulcorantes novos poderão se tornar ferramentas adicionais importantes de ingredientes doces para uso em indústrias de alimentos e bebidas (KEMP; LINDLEY, 2007). Do mesmo modo, apesar do gosto amargo para alguns membros da família, os glicósidos terpenoides encontrados em Estévia e Luo han guo são candidatos promissores para o desenvolvimento, dada a sua alta potência, bons perfis temporais e alta estabilidade (PRAKASH et al., 2008).

Diferentes edulcorantes naturais de alta potência já estão em desenvolvimento e alguns deles fazem parte do comércio de grandes empresas. Bons exemplos são os esforços no desenvolvimento do Brazzein pela Tate & Lyle (CARLSON; ARMENTROUT; ELLIS, 2014); a monatina pela Cargill (ABRAHAM et al., 2005) e Ajinomoto (AMINO; HIRASAWA, 2004) e o Luo Han Guo pelas empresas Tate & Lyle e BioVittoria (SCOTT-THOMAS, 2011). No entanto, monatina e brazzein não são aprovados para uso em alimentos, já Luo Han Guo é comercializado de forma semipura e a Stevia é afirmado como GRAS e aprovada em 31 países (DUBOIS; PRAKASH, 2012).

Muitos desses edulcorantes não-calóricos foram descobertos de forma acidental, assim como alguns edulcorantes sintéticos. No entanto, futuras pesquisas buscam isolar o(s) receptor(es) do gosto doce para facilitar a identificação de novos edulcorantes, assim como já acontece com os edulcorantes sintéticos. Uma vez que o gene do receptor é conhecido, o mesmo poderá ser clonado e expresso em sistemas que permitirão que o mecanismo molecular do gosto doce seja totalmente elucidado. Entretanto, a caracterização das propriedades gustativas de vários edulcorantes naturais por humanos será mantida (KIM; DUBOIS, 1991).

Alguns edulcorantes naturais de alta potência possuem propriedades de moduladores de gosto doce, e por isso foram comercializados como flavorizantes ou saborizantes, como exemplo, a Taumatina (DUBOIS; PRAKASH, 2012).

A Legislação Brasileira para edulcorante em alimentos diet estabelece máximo de 0,06 g/100 g para glicosídeo de esteviol (estévia) (BRASIL, 2008). Já o Luo Han Guo não é regulamento no país, no entanto, ele é reconhecido como GRAS (General Recognized As Safe) e FDA (Food and Drug Administration) como ingrediente seguro (FDA, 2015).

2.4.1 Estévia

A Estévia, nome comum para o glicosídeo de esteviol, é extraído de folhas de *Stevia rebaudiana* Bertoni, sendo um composto natural com gosto doce. Foi encontrada originalmente no Norte do Paraguai, América do Sul e entre as 230 espécies do gênero Estévia, apenas as espécies *rebaudiana* e a *phlebophylla* produzem glicosídeos de esteviol (BRÄNDLE; TELMER, 2007), que são diterpenos potencialmente doces. Glicosídeo é um composto químico natural derivado dos carboidratos, o qual possui um componente glicídico chamada aglicona e outra parte não glicídica.

A planta é de origem indígena, a qual era utilizada pelos índios tupis-guaranis na época da colonização da América do Sul para adoçar várias preparações medicinais (LEMUS-MONDACA et al., 2012). Seu estudo científico inicialmente ocorreu pelo botânico suíço Moisés Santiago Bertoni e pelo químico paraguaio Ovídeo Rebaudi em 1887. Em 1905, Bertoni devido as suas descobertas sobre a origem química e espécie publicou estudos denominando a planta (Figura 1) como *Stevia rebaudiana*, em homenagem a Rebaudi, pelos primeiros ensaios químicos. Anos mais tarde, a Sociedade Botânica do Paraguai, denominou-a de *Stevia Rebaudiana* (Bert.) Bertoni. O Japão foi o pioneiro na extração comercial

como adoçante da espécie na década de 1970, embora já se conhecesse sobre as propriedades doces da planta há mais de 100 anos (GEUNS, 2003).



Figura 1 Planta *Stevia rebaudiana* Bertoni

Fonte: Enciclopédia Britânica

A partir destes estudos, descobriram-se vários tipos de glicosídeos de esteviol, que somam no total 8 componentes presentes na planta, os quais são Esteviosídeo, Rebaudiosídeo A, B, C, D e E, Dulcosídeo A e Esteviolbiosídeo (KIM; DUBOIS, 1991). A doçura relativa de cada composto é apresentada na Tabela 4.

Os glicosídeos de esteviol compartilham de um composto em comum, uma aglicona chamada esteviol e a ele estão ligados porções de hidratos de carbono. O número e as ligações desses hidratos de carbono ao esteviol caracterizam cada um deles.

Tabela 4 Potência de doçura de glicosídeos de esteviol

Composto	Doçura Relativa ^a
Esteviosídeo	300
Rebaudiosídeo A	250-450
Rebaudiosídeo B	300-350
Rebaudiosídeo C	50-120
Rebaudiosídeo D	250-450
Rebaudiosídeo E	150-300
Dulcosídeo A	50-120
Esteviolbiosídeo	100-125

a: Potência de doçura mensurada relativa à 0,4 % de sacarose (p/v).

Fonte: Adaptada de Kim e Dubois (1991).

O Esteviosídeo (Figura 2) possui uma ligação β de glicose à aglicona e um dissacarídeo de glicoses. Agora o Rebaudiosídeo A (Figura 3) possui também uma ligação β de glicose à aglicona e um trissacarídeo de glicoses. Em geral, os glicosídeos isolados a partir das folhas da *Stevia rebaudiana* diferem na estrutura química apenas pelo conteúdo de resíduos de carboidratos, que nas posições C13 e C19 estão ligados mono-, di- e trissacarídeos contendo glicose e/ou ramnose (MONDAÇA et al., 2012).

Tais características são responsáveis pelas diferentes expressões sensoriais de cada glicosídeo. Por exemplo, o rebaudiosídeo A, por conter grupos mais polares que o esteviosídeo, lhe garante mais solubilidade, é reivindicado por proporcionar um gosto mais limpo e mais semelhante ao gosto da sacarose, bem como o esteviosídeo que pronuncia um gosto amargo limpo além do gosto doce. Outra importante consideração é que a doçura dos rebaudiosídeos aumenta com a quantidade crescente de unidades de hidratos de carbono ligadas a aglicona de esteviol (KOVYLYAEVA et al., 2007).

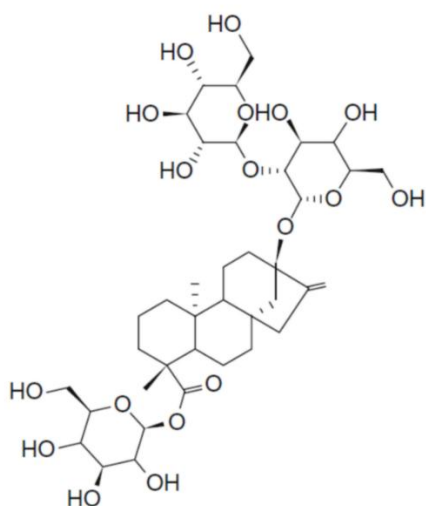


Figura 2 Estrutura química do Esteviosídeo

Fonte: O'Brien Nabors (2012).

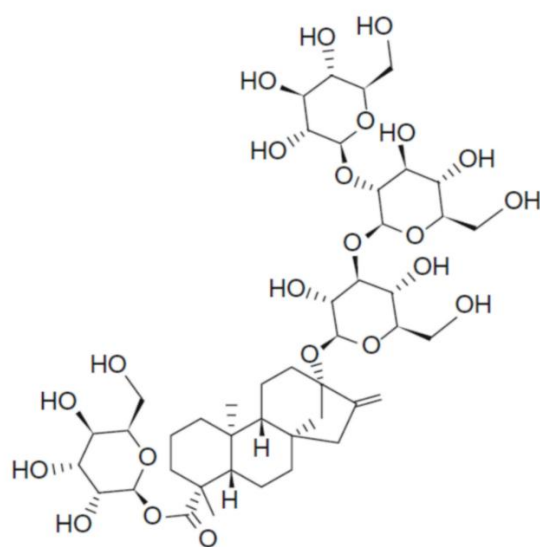


Figura 3 Estrutura química do Rebaudiosídeo A

Fonte: O'Brien Nabors (2012).

O Esteviosídeo é o glicosídeo de *Stevia* mais existente nas folhas da planta (4-13%), seguido pelo rebaudiosídeo A (2-4%), rebaudiosídeo C (1-2%) e dulcosídeo A (0,4-0,7%). Outros glicosídeos como o rebaudiosídeo B, D, E, F e Steviolbiosídeo são encontrados em menores quantidades (GEUNS, 2003). Por isso, os extratos purificados obtidos a partir de folhas de *Stevia* disponíveis no mercado contêm principalmente esteviosídeo (> 80%) ou rebaudiosídeo A (> 90%) (GARDANA; SCAGLIANTI; SIMONETTI, 2010).

Durante a década de 1970, outros compostos foram isolados, incluindo rebaudiosídeos com poder edulcorante superior ao esteviosídeo (BARRIOCANAL et al., 2008). Desta forma, estudos permitiram o desenvolvimento de novos extratos com maiores proporções do rebaudiosídeo A (entre 40% e 97%), o que resulta um melhor gosto do produto do que os outros constituintes (HOUGH, 1993).

De acordo com Oliveira (2007), um dos processos de obtenção do edulcorante glicosídeo de esteviol resume-se em submeter as folhas da planta em decocção em água, em seguida esta mistura é centrifugada e logo dissolvida em etanol ou metanol 50%, submetida a um processo de retenção, principalmente de compostos polares. O próximo passo é a etapa de destilação da solução e logo após a etapa de clarificação, em que a mesma é realizada em duas colunas de troca iônica de resina mista para melhor retenção dos glicosídeos, eluídos assim com solvente orgânico solúvel em água. Nos processos finais, o solvente é evaporado até determinada concentração e para a transformação da solução em pó, é utilizada uma técnica de atomização por *spray dryer*.

2.4.1.1 Propriedades Sensoriais da Estévia

Cada glicosídeo de esteviol pode expressar propriedade sensorial diferente, como por exemplo, a doçura. Estudos mostram que o esteviosídeo

possui potência de doçura menor que o Rebaudiosídeo A, e, ainda, o seu residual mais amargo prejudica a expressão do gosto doce, o que tem limitado seu uso na indústria alimentícia. Portanto, a qualidade geral do gosto do rebaudiosídeo A é considerado superior ao de esteviosídeo (LINDLEY, 2012).

Embora os outros glicosídeos de esteviol também apresentem doçura, os compostos de interesse são o esteviosídeo e rebaudiosídeo A. Desta forma, buscase a otimização da mistura destes dois glicosídeos para a diminuição do gosto residual amargo do esteviosídeo. Outro caminho é o desenvolvimento de plantas que ajudam a disponibilizar preparações de glicosídeos de esteviol que são ricas em rebaudiosídeo A e com a aplicação de processos de purificação adequados consegue-se um produto comercial em praticamente 99% de rebaudiosídeo A.

Outros estudos relataram que o edulcorante à base de folhas de estévia pode proporcionar um gosto amargo e azedo, sabor de alcaçuz e desagradável aos produtos alimentícios que foram adicionados (CARDOSO; BOLINI, 2008; GUGGISBERG; PICCINALI; SCHREIER, 2011; PRAKASH et al., 2008). No trabalho de Melby et al. (2016), apenas sabor residual foi considerado relevante em amostras de bebidas adoçadas. Whithers et al. (2016) utilizaram extrato de estévia (esteviosídeo e rebaudiosídeo A) em soluções aquosas para avaliar o perfil sensorial sob ingestão sucessiva e relatou a presença de notas de alcaçuz persistentes ao longo do consumo, bem como gostos amargo e metálico. Uma doçura intensa foi encontrada nos trabalhos de Goyal, Samsher e Goyal (2010), Phillips (1987), Sharma, Thakral e Thakral (2009), além de sabores residuais amargo e metálico em Azevedo et al. (2017).

Na aplicação de extrato de rebaudiosídeo A (40 e 95%) de estévia no suco de pitanga (FREITAS et al., 2016), um gosto residual amargo foi observado, no entanto uma tendência de menor amargura e gosto residual amargo para estévia 95% de rebaudiosídeo foi notado em comparação com estévia 40% de rebaudiosídeo A.

2.4.1.2 Estabilidade

Tanto o esteviosídeo quanto o rebaudiosídeo A são edulcorantes estáveis. Na forma em pó seco, o rebaudiosídeo A é estável durante pelo menos três anos e o esteviosídeo é estável por pelo menos dois anos, à temperatura ambiente e sob condições de umidade controlada. Quando aplicado em solução, o rebaudiosídeo A é mais estável entre os valores de pH 4-8 e menos estável abaixo do pH 2. Entretanto, tal estabilidade diminui com o aumento da temperatura (CARAKOSTAS et al., 2012), embora os glicosídeos sejam estáveis após exposição à luz solar (CLOS; DUBOIS; PRAKASH, 2008).

Em bebidas tratadas termicamente como sucos, leite aromatizado, chá gelado aromatizado, iogurte (incluindo aqueles com culturas vivas) e bolos, o rebaudiosídeo A se mostrou estável no processamento e no armazenamento (PRAKASH et al., 2008).

2.4.1.3 Aplicações

As folhas da estévia têm características funcionais e sensoriais, propriedades das quais superiores às de muitos outros edulcorantes de alta potência e provavelmente se tornará uma fonte importante de edulcorante de alta potência para o crescente mercado de alimentos naturais (GOYAL; SAMSHER; GOYAL, 2010).

O glicosídeo de esteviol é um edulcorante praticamente livre de calorias e que também pode ser utilizado como um substituto do açúcar ou como uma alternativa aos adoçantes artificiais (ANTON et al., 2010). Tem o potencial de ser amplamente utilizado para ajudar os indivíduos na regulação do seu peso, uma vez que tem um efeito positivo sobre a substituição calórica (FRY, 2012). Além disso, o uso de glicosídeos de esteviol tem sido associado à prevenção de doenças como diabetes mellitus, doenças cardíacas e cárie dentária (GHANTA et al.,

2007). Outros benefícios da estévia incluem diminuição dos níveis de glicemia, lipídios totais, colesterol total, triglicerídeos e concentrações de lipoproteínas de baixa densidade e aumento da lipoproteína de alta densidade (ELNAGA et al., 2016).

As folhas da estévia também foram analisadas por Savita et al. (2004) e forneceram 2,7 kcal/g (SAVITA et al., 2004), sendo assim considerada um edulcorante de baixas calorias, embora quando incluído em alimentos, quantidades ínfimas são utilizadas, podendo ser considerado como livre de calorias. Neste contexto, o uso de estévia é de imensa ajuda na restrição ou controle ingestão de calorias na dieta. Um estudo mostrou que os grupos tratados com edulcorantes de estévia mostraram melhora significativa e redução aprimorada no peso corporal, IMC e menor ingestão de alimentos (ELNAGA et al., 2016).

Especificamente no caso de diabetes, tanto o rebaudiosídeo A quanto o esteviosídeo atuam estimulando a secreção da insulina, no entanto, somente quando a concentração de glicose no sangue é superior que 6,6 e 8,3 mmol/L, respectivamente (ABUDULA et al., 2004). Logo, a estévia, além de propiciar gosto doce, possui benefícios terapêuticos e farmacológicos. Sendo assim seu uso em matrizes alimentares como o iogurte pode oferecer diversas vantagens do ponto de vista funcional e saudável.

Recentemente houve um aumento de interesse no potencial terapêutico das folhas de estévia, uma vez que seu consumo tem aumentado cada vez mais como infusões, devido às suas propriedades antioxidantes, que resultam de seus altos níveis de flavonoides e compostos fenólicos (PERICHE, 2015).

Como adoçante, os extratos das folhas de estévia estão comercialmente disponíveis no Japão, Coreia, China, Sudeste Asiático e América do Sul, onde foram utilizados para adoçar uma variedade de alimentos, como bebidas e alimentos (KOYAMA et al., 2003), especialmente sobremesas, molhos, pães,

adoçantes de mesa (WALLIN, 2007), refrigerantes e bebidas de frutas (GOYAL; SAMSHER; GOYAL, 2010; JAYARAMAN; MANOHARAN; ILLANCHEZIAN, 2008; TADHANI; SUBHASH, 2006; WALLIN, 2007), picles (KOYAMA et al., 2003), iogurte (TADHANI; SUBHASH, 2006; WALLIN, 2007), doces (GOYAL; SAMSHER; GOYAL, 2010; KOYAMA et al., 2003).

2.4.1.4 Segurança

Atualmente nos EUA, apenas edulcorantes com alta pureza foram reconhecidos como GRAS, o que inclui Rebaudiosídeo A, Esteviosídeo, Rebaudiosídeo D ou preparações de mistura de glicosídeos de esteviol com Rebaudiosídeo A e / ou Esteviosídeo como componentes predominantes. Entretanto as folhas de estévia ou extratos de estévia brutos não são considerados GRAS e não são permitidas para uso como edulcorantes no país (FDA, 2018). A marca denominada Rebiana é um destes exemplos com alta pureza de Rebaudiosídeo A, além de várias outras, as quais já foram utilizadas para adoçar bebidas e alguns alimentos. A mesma, também foi autorizada inicialmente em um período experimental de 2 anos em 2009 na França (LEMUS-MONDACA et al., 2012).

Os adoçantes naturais de baixas calorias têm recebido uma atenção renovada em relação à aceitação toxicológica com o desenvolvimento comercial dos glicosídeos de esteviol no Ocidente (FRY, 2012). Em 2008, o JECFA sugeriu uma ingestão diária admissível temporária (IDA) de 4 mg/ kg de peso corporal por dia de glicosídeo de esteviol (GARDANA; SCAGLIANTI; SIMONETTI, 2010), uma vez que estudos mostram que os glicosídeos de esteviol não são absorvidos pelos humanos (BRUSICK, 2008), e nenhuma toxicidade significativa e efeitos colaterais negativos foram relatados com extrato de estévia nos estudos de segurança (BARRIOCANAL et al., 2008). No Japão, mais de 40.000 estudos clínicos foram realizados e confirmam a segurança da estévia (GOYAL;

SAMSHER; GOYAL, 2010). Deste modo, a FDA (Food and Drug Administration) no mesmo período, reconheceu a estévia pelo status de GRAS. Em 2011, a Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos reconheceu a segurança dos extratos de folhas de estévia para uso alimentar (EFSA, 2011; PHILIPPE et al., 2014).

Seguindo as principais autoridades regulamentadoras de alimentos, a IDA para a estévia manteve-se no mesmo valor, ou seja, representada como equivalentes de esteviol de 4 mg/kg de peso corporal por dia, o que equivale a cerca de 12 mg de extratos de estévia de alta pureza/kg de peso corporal por dia.

2.4.2 Luo Han Guo

Luo-Han-Guo, também conhecido como Monk fruit, é um fruto da planta *Siraitia grosvenorii Swingle*, (videira perene da família das *cucurbitáceas*), que é um alimento exclusivo cultivado principalmente na província de Guangxi, na China. Seu uso tem sido constante como um adoçante natural e na medicina popular como tratamentos de congestão pulmonar, resfriados e dores de garganta (ZHANG et al., 2012). Os componentes ativos responsáveis pela doçura são os mogrosídeos, membros da família dos glicósídeos de triterpeno e destes os mogrosídeos V e VI são os principais constituintes. Sua doçura é estimada em cerca de 300 vezes mais do que a sacarose (KINGHORN; COMPADRE, 2012).

O Mogrosídeo V é o componente mais abundante, ocorrendo em torno de 1% nas frutas secas. Sua estrutura molecular é representada por uma aglicona e ligada a ela estão ligadas um dissacarídeo ligação β -1,6 à glicose-glicose, e um trisacarídeo de três unidades de glicose nas ligações β -1,2 e β -1,6 (Figura 4) Tais porções hidrofílicas são responsáveis pela característica de alta solubilidade em água assim como, as ligações β garantem que o composto seja estável.

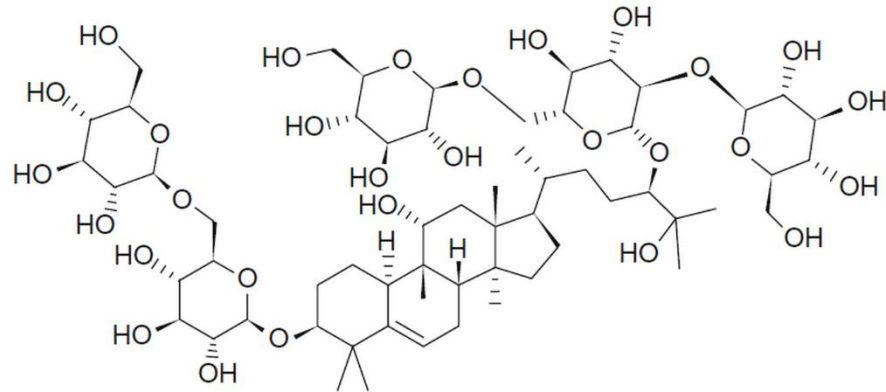


Figura 4 Estrutura química da Mogrosídeo V

Fonte: O'Brien Nabors (2012).

Tal estabilidade torna o mogrosídeo inerte para a degradação térmica e enzimática da digestão, resultando numa substância bioquimicamente estável, não-higroscópica (SUZUKI et al., 2005) e não cariogênica (KINGHORN et al., 1999).

Um pedido de patente para edulcorante de Luo han guo foi realizado em 1995 pela empresa Procter and Gamble Company (P&G). O método de extração da P&G elimina muitos sabores e sensações bucais indesejados e consiste na colheita da fruta antes do amadurecimento, completando-se a maturação durante o armazenamento. Casca e sementes são retirados, e a fruta triturada formando uma polpa concentrada, a qual é diluída em solventes para remoção de composto voláteis e sabores desagradáveis (LINDLEY, 2012).

A empresa BioVittoria não só desenvolveu um edulcorante à base de extrato de luo han guo como obteve com sucesso o status de GRAS na Nova Zelândia. Tal edulcorante é comercializado como Pure-Lo e seu processo de fabricação inclui a infusão simples da fruta em água quente e logo após filtração,

dando origem a um extrato com 40% de Mogrosídeo V. No entanto, o extrato possui outros constituintes do fruto, os quais podem gerar cor e sabor, e esta contribuição no sabor parece limitar seu uso potencial em aplicações alimentícias (LINDLEY, 2012). O produto Go-LuoR foi lançado pela empresa Guilin Layn Natural Ingredients Corporation e em 2011 recebeu o status de GRAS. Diante disso, foi estabelecida uma IDA de aproximadamente 25 mg kg⁻¹ de peso corporal/dia para o extrato de luo han guo (DUBOIS; PRAKASH, 2012).

2.4.2.1 Propriedades sensoriais de Luo Han Guo

Preparações comerciais de luo han guo atualmente disponíveis estimam uma doçura de cerca de 150 vezes a doçura da sacarose em níveis de uso prático. Outros estudos mostram que a mistura de mogrosídeos foram estimados em aproximadamente 300 vezes mais doce que a sacarose (XIA et al., 2008). O edulcorante apresenta um perfil de gosto doce semelhante a outros edulcorantes potentes naturais como um ligeiro atraso para atingir a intensidade máxima de doçura, sabor de alcaçuz e sensação refrescante (LINDLEY, 2012). Entretanto, mogrosídeos com menores glicosilações, encontradas em frutas não maduras como é o caso dos mogrosídeos II e III, podem exibir uma sensação bucal metálica ou gosto amargo (PHILIPPE et al., 2014).

2.4.2.2 Estabilidade

Luo han guo se assemelha estruturalmente aos glicosídeos de esteviol, os quais são conhecidos por apresentarem uma excelente estabilidade. Devido a isto, há grandes possibilidades do mogrosídeo ser estável devido as ligações β das porções de hidratos de carbono, que são intrinsecamente resistentes à hidrólise, mesmo sob condições de ebulição (O'BRIEN-NABORS; INGLETT, 1986). Trabalhos recentes mostram que o extratos comerciais de Luo Han Guo podem

ser estáveis por pelo menos um ano em condições controladas como temperatura ambiente e longe de umidade (DUBOIS; PRAKASH, 2012). Os edulcorantes luo han guo disponíveis são pós amarelo-claro de baixa solubilidade (PRAKASH et al., 2015).

2.4.2.3 Aplicações

No seu país de origem, o extratos de luo han guo estão disponíveis em lojas medicinais e mercados, em forma de frutas secas ou preparados através da planta (KONOSHIMA; TAKASAKI, 2002). Tradicionalmente, um extrato aquoso é preparado com a planta *Sirattia* e consumida como uma bebida de chá ou tônica pelos chineses, no entanto, como edulcorante, ainda há poucas aplicações em alimentos (KINGHORN; COMPADRE, 2012).

Os produtos já disponíveis foram desenvolvidos nos Estados Unidos, os quais utilizaram os extratos da planta *Siraitia grosvenorii* como sistema de adoçamento, como cereais de café da manhã e bebidas. Como adoçante de mesa, o luo han guo foi introduzido para uso em forma de concentrado em pó pela marca comercial PureLo® (YANG; SHEN; LIN, 2015).

De acordo com Dubois e Prakash (2012), os extratos de luo han guo, seja de mogrosídeo V ou de demais mogrosídeo, provavelmente terão melhor resposta sensorial em alimentos e bebidas quando associados a outros edulcorantes, sejam eles calóricos ou não-calóricos.

2.4.2.4 Segurança

Estudos de segurança têm mostrado que os mogrosídeos são compostos seguros. Em testes com ratos, demonstrou-se que não são mutagênicos e não produzem mortalidade quando administrados com doses até 2g/kg de peso corporal (KINGHORN; SOEJARTO, 1989). Na avaliação da toxicidade do

extrato de luó han guó usando a marca PureLo®, cães híbridos foram avaliados na Universidade de Guangxi na República Popular da China, em estudos de 28 dias e de 90 dias combinados (QIN et al., 2006). PureLo® foi bem tolerado pelos cães e não foram relatados sintomas de toxicidade após 28 ou 90 dias de administração. Não houve nenhum ganho de peso corporal, consumo de alimentos, observações clínicas, patologia clínica, hematologia, ou achados histopatológicos atribuíveis à administração de PureLo® (QIN et al., 2006). Em outro estudo com a ingestão de extratos de luó han guó por 28 dias por ratos, os resultados mostraram que o edulcorante foi bem aceito e não produziu efeitos adversos significativos (MARONE et al., 2008).

Como o extrato de luó han guó é considerado alimento na China, a FDA o reconheceu em uma petição como status GRAS no mercado dos EUA (FDA, 2018). A partir daí ele foi aprovado como suplementos alimentares no Japão, Estados Unidos, Nova Zelândia e Austrália (QIN et al., 2006).

Portanto, os extratos de Luo Ham Guo (monkfruit) contendo mogrosídeo V podem ser adequados para aplicação como edulcorante devido à sua segurança, aspectos sensoriais, estabilidade, solubilidade e aspectos econômicos favoráveis (KINGHORN; COMPADRE, 2012).

2.5 Iogurte

A série Ital Trends 2020 destacou o crescimento do número de consumidores que dão importância aos aspectos sustentáveis e saudáveis na alimentação, provocando assim mudanças no mercado de alimentos e bebidas, como o aumento da demanda por produtos atribuídos como saudáveis ,ou seja, produtos puros e naturais e ainda aqueles que proporcionem efeitos positivos na saúde (VIALTA; REGO, 2014). O iogurte é um exemplo destes produtos, uma vez que ele é visto pelos consumidores como um alimento saudável por causa da presença de culturas vivas e ativas (POPA; USTUNOL, 2011).

O iogurte é um produto adicionado ou não de outras substâncias alimentícias, obtido por coagulação e diminuição do pH do leite, adicionado ou não de outros produtos lácteos, por fermentação láctica mediante ação de cultivos de micro-organismos específicos (*Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium sp*, *Streptococcus salivarius subsp thermophilus* e/ou outras bactérias lácticas), com teor mínimo de proteína láctea de 2,9g/100g (admitindo adição de até 30% de polpas e preparados de frutas ou outros) (BRASIL, 2007). Além disso, podem ser denominados conforme seu teor de gordura como integrais, parcialmente desnatados ou desnatados e, quanto ao sabor, como naturais, com sabor, com polpa de frutas e com outros ingredientes. De acordo Spreer e Mixa (1998), os compostos produzidos pela fermentação das bactérias é que promovem o desenvolvimento do sabor característico do iogurte.

A imagem positiva do iogurte destacada anteriormente é assim estabelecida também devido à sua funcionalidade digestória, o que influencia ainda mais a demanda por este produto. Além disto, demais características como sabor, textura e aroma são apelos influenciadores na preferência dos consumidores pelo iogurte (CHOLLET et al., 2013). Outra forma que contribui para o apelo saudável é a adição de frutas em seu conteúdo, como morango, mirtilo, amoras, dando a ele fontes significativas de antioxidantes, provenientes destas frutas (NARAYANAN et al., 2014). Diante dessas vantagens, os consumidores ao redor do mundo continuam a apreciar iogurtes e outras variedades de produtos lácteos fermentados, como pode ser visto na pesquisa realizada sobre o consumo de iogurte em vários países (China, EUA, Brasil, Polônia, França e Turquia), intitulada “DSM’s Global Insight Series (2015): Patterns in Yogurt Consumption” de 2015, onde 53% dos consumidores disseram consumir mais iogurte atualmente do que há três anos. Para os consumidores da China o índice foi de 67% e para os brasileiros foi de 61%, embora a quantidade e frequência absoluta ainda esteja atrás de países com mercados mais maduros

como França e Turquia. Embora alguns produtos tenham tido queda no consumo nos últimos anos, o iogurte assim como os queijos se destacaram com crescimento significativo (CARVALHO, 2011).

Tendências atuais na fabricação de iogurte estão no uso de probióticos e fibras em suas formulações, aumentando ainda mais sua funcionalidade como a regulação do sistema digestório e o equilíbrio do organismo como um todo, que provoca a sensação de bem-estar (SLOAN, 2017). Tal produto já representa uma demanda de mercado, seguindo a mesma diretriz de efeito positivo na saúde. Um estudo chamado Mintel's Yogurt and Yogurt Drinks–US, August 2013, verificou que aproximadamente 84% dos consumidores de iogurte concordaram que o iogurte com probióticos é um bom produto para manter a saúde do intestino (HENNESSY, 2014).

Outra forte tendência que tem se destacado no cenário internacional é o iogurte com alto teor de proteínas, antigamente buscado somente por atletas e esportistas, hoje é requerido por vários outros públicos de consumidores em busca de mais saúde. O iogurte já é fonte deste nutriente, mas ele é enriquecido ainda mais com proteínas como as do soro de leite, aumentando assim a sua disponibilidade no produto, uma vez que os derivados lácteos são fáceis de serem fortificados ou enriquecidos (ITAL, 2017).

Um dos argumentos que sustenta o consumo deste produto foi levantado em alguns estudos, que mostraram que o consumo mais elevado de proteínas como lanches à base de leite (incluindo iogurte ou leite desnatado), duas horas antes de uma refeição mista, aumenta a sensibilidade à insulina e atenua a resposta glicêmica a uma refeição subsequente, comparando com lanches contendo apenas carboidratos (EL KHOURY et al., 2014). Evidências sugerem que o consumo de produtos lácteos, como um componente crítico de uma dieta rica em proteínas, pode potencializar as vantagens metabólicas das dietas, devido ao teor de aminoácidos essenciais e às propriedades digestivas e de absorção das proteínas

láticas (PEREIRA, 2014). Além disso, dietas com maior proporção de proteína podem promover maior perda de peso, menor perda de massa magra e maior redução de gordura corporal, quando comparadas às dietas convencionais (JOSSE et al., 2011).

Existem vários iogurtes com redução da quantidade de açúcar disponíveis no mercado e entre eles o uso de edulcorantes de alta intensidade é comum, e tem sido uma estratégia de sucesso utilizada pela indústria, visto que auxilia tanto os consumidores que desejam perder peso quanto os diabéticos (VIALTA; REGO, 2014). Porém, alguns consumidores mais preocupados com a saúde, com receio de consumir edulcorantes sintéticos têm procurado dar preferência aos adoçantes obtidos de fontes naturais (LINDLEY, 2012). Desta forma, estudos estão sendo desenvolvidos na busca de melhores extratos ou componentes das plantas que dão origem a edulcorantes naturais para a melhor aceitação nos produtos assim como no iogurte, uma vez que tal emprego pode gerar sabores e gostos indesejáveis como o gosto amargo (FREITAS; DUTRA; BOLINI, 2016; SYLVETSKY; ROTHER, 2016).

A Tecnologia de Alimentos e a Ciência da Nutrição se uniram no desenvolvimento de alimentos com o aporte de novas tecnologias que emergem com processos capazes de aproveitar, conservar, concentrar, isolar e oferecer produtos e nutrientes lácteos capazes de contribuir para a promoção da saúde e a redução do risco de doenças, em apresentações sensorialmente agradáveis e competitividade mercadológica (ITAL, 2017).

2.6 Análise Sensorial e a Substituição de sacarose

A análise sensorial é uma das ciências mais versáteis e aplicáveis da Ciência de Alimentos. Ela abrange conhecimentos de várias áreas para entender a resposta que um produto provoca no consumidor (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2006). De acordo com Stone e Sidel (2004), a análise sensorial é

componente essencial nos processos de desenvolvimento de produtos em instituições alimentícias e não alimentícias em todo o mundo, além de fornecer informações da percepção humana sobre mudanças de embalagens, ingredientes e prazo de validade de produtos.

Diante disto a principal função da análise sensorial dentro de uma companhia é a realização de testes válidos e confiáveis que forneçam dados para tomadas de decisões importantes (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2006). As informações sensoriais de produtos reduzem o risco das decisões sobre o desenvolvimento dos mesmos e garantem as estratégias empresariais para satisfazer as necessidades dos consumidores (LAWLESS; HEYMAN, 2010). Por isso, representa um grande desafio para os gerentes, cientistas e tecnólogos, principalmente quando os resultados do teste são usados para determinar a posição estratégica de uma empresa no mercado, como por exemplo, quando um desenvolvedor trabalha para reduzir custos de um produto sem afetar a percepção sensorial (STONE; SIDEL, 2004).

Um caso típico que ilustra a aplicação da análise sensorial é a substituição de sacarose por edulcorantes em alimentos, visto que para que um edulcorante possa ser utilizado em formulações de alimentos, é preciso realizar estudos sensoriais junto a um painel de provadores para conhecer a potência de doçura e assim posteriormente seu devido uso em concentrações equivalentes à sacarose (CARDOSO; CARDELO, 2003). Além de ser importante a determinação da concentração ideal de um edulcorante em um produto é preciso buscar a maior semelhança possível em relação ao sabor original do produto com sacarose (SOUZA et al., 2011).

A doçura percebida do edulcorante é dependente de uma série de fatores como exemplo, a temperatura em que o produto é consumido, o pH, outros ingredientes do produto, a sensibilidade dos provadores. Por isso as condições do teste sensorial devem ser as mais controladas possíveis (KIM; DUBOIS, 1991).

Para a determinação da concentração equivalente em doçura em relação à sacarose, várias metodologias sensoriais podem ser utilizadas, entretanto o método mais utilizado é a Estimação de Magnitude em conjunto com a Lei da Potência (MOSKOWITZ, 1970; REIS et al., 2011). Estimação de magnitude é um método de escala psicofísica, o qual foi desenvolvido para estabelecer a relação entre a sensação percebida pelos humanos e um estímulo físico, ou seja, uma vez que uma pessoa percebe um estímulo externo, ela é capaz de julgar a sua intensidade percebida corretamente. Embora seja de fácil entendimento, o procedimento experimental é complexo e demanda muita cautela para evitar erros de tendenciosidade (HAN; SONG; KWAHK, 1999). Entretanto, o método já foi usado de forma bem sucedida na determinação de equivalência de doçura de diferentes edulcorantes em variadas matrizes alimentícias (CARDOSO; BOLINI, 2007; FREITAS; DUTRA; BOLINI, 2014; REIS et al., 2011; SOUZA et al., 2011, 2013).

Como o gosto doce e sabor em geral dos alimentos substituídos por edulcorantes devem se manter semelhante ao tradicional, uma descrição do comportamento sensorial também é importante para verificar a eficácia deste objetivo, uma vez que edulcorantes podem provocar gostos amargo, metálico e residuais desagradáveis no alimento (O'BRIENS-NABORS, 2012). Outra consideração é que interações sensoriais entre compostos de gosto doce de edulcorantes e compostos de diferentes gostos proveniente do produto, podem influenciar a qualidade do sabor em muitos alimentos e bebidas, além de potencialmente ter importantes implicações comerciais. Assim, compreender a interação entre diferentes compostos que provocam gostos nos alimentos é necessários, visto que tais compostos são encontrados juntos em alguns alimentos e bebidas. A compreensão das interações entre compostos de gosto doce e acidulantes também é importante por causa do uso de edulcorantes e ácidos em combinação em muitos produtos (LINDLEY, 2012). Portanto metodologias

sensoriais que privilegiam a avaliação do perfil sensorial temporal garantem resultados mais reais da presença ou não destes gostos (LAWLESS; HEYMANN, 2010).

A metodologia dominância temporal das sensações (TDS) é um método utilizado para monitorar as sensações percebidas durante todas as etapas de ingestão do alimento. Mais precisamente, o TDS estuda a sequência de sensações dominantes de um produto durante um certo período de tempo (PINEAU et al., 2009). Os provadores devem selecionar um novo atributo dominante sempre que percebem uma mudança nas sensações dominantes. O conceito de dominância está relacionado com aquela sensação que capta maior a atenção, ou a percepção mais marcante e não necessariamente a sensação com maior intensidade (PINEAU et al., 2009). Os resultados dessa metodologia podem explicar melhor as percepções e identificar com mais precisão as sensações que determinam a aceitação do consumidor (CADENA et al., 2014). O uso do TDS foi bem sucedido em vários estudos de caracterização sensorial como Rodrigues et al. (2016), Silva et al. (2014), Thomas et al. (2015) e Zorn et al. (2014).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do interesse em ingredientes de fontes naturais e a crescente conscientização sobre os prejuízos do excesso de açúcar para a saúde como obesidade e diabetes, a demanda por edulcorantes naturais é uma realidade. Derivados de plantas como os glicosídeos de esteviol e o Luo Ham Guo, que podem adoçar em alta potência e foram reconhecidos com o status GRAS, possuem potencial promissor em aplicações alimentícias. No entanto, mais estudos são necessários para conhecer o comportamento sensorial de tais edulcorantes em matrizes alimentares buscando estabelecer sua comercialização bem sucedida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABUDULA, R. et al. Rebaudioside A potently stimulates insulin secretion from isolated mouse islets: studies on the dose-, glucose-, and calcium dependency. **Metabolism**, Boston, v. 53, n. 10, p. 1378-1381, 2004.

ABOU-DONIA, M. B. et al. Splenda alters gut microflora and increases intestinal p-glycoprotein and cytochrome p-450 in male rats. **Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A**, Abingdon, v. 71, n. 21, p. 1415-1429, 2008.

ABRAHAM, T. et al. **Beverage compositions comprising monatin and methods of making same**. U.S. Patent Application n. 10/925,216, 19 maio 2005.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. Foundations of care and comprehensive medical evaluation. **Diabetes Care**, Alexandria, v. 39, S23–S35, 2016.

AMINO, Y.; HIRASAWA, K. **Preparation of organic amine salts of glutamic acid derivative (monatin), and their application as sweetening agents**. Eur. Patent Appl. No. 269461533300, 2004.

ANGELUCCI, E. Legislação sobre edulcorantes no Brasil. In: SEMINÁRIO SOBRE EDULCORANTES E ADOÇANTES EM ALIMENTOS, 2., 1990, Campinas. **Resumos...** Campinas: ITAL, 1990. p 1-9.

ANTON, S D. et al. Effects of stevia, aspartame, and sucrose on food intake, satiety, and postprandial glucose and insulin levels. **Appetite**, London, v. 55, n. 1, p. 37-43, 2010.

AUERBACH, M. H.; LOCKE, G.; HENDRICK, M. E. Alitame. In: O'BRIEN-NABORS, L. **Alternative sweeteners**. New York: M. Dekker, 2001. p. 31-40.

AZEVEDO, Bruna Marcacini et al. Bittersweet chocolates containing prebiotic and sweetened with stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) with different Rebaudioside A contents: multiple time–intensity analysis and physicochemical characteristics. **International Journal of Food Science & Technology**, Oxford, v. 52, n. 8, p. 1731-1738, 2017.

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**, Duluth, v. 51, n. 1, p. 37-41, 2008.

BENNETT, E. A. et al. Treatment of Obesity Among Youth With Intellectual and Developmental Disabilities: An Emerging Role for Telenursing. **Western Journal of Nursing Research**, Thousand Oaks, v. 39, n. 8, p. 1008-1027, 2017.

BHUPATHIRAJU, S. N. et al. Caffeinated and caffeine-free beverages and risk of type 2 diabetes. **The American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 92, n. 2, p. 155-166, 2012.

BRANDLE, J. E.; TELMER, P. G. Steviol glycoside biosynthesis. **Phytochemistry**, New York, v. 68, n. 14, p. 1855-1863, 2007.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC nº18 de 24 de março de 2008**. Dispõe sobre o "Regulamento Técnico que autoriza o uso de aditivos edulcorantes em alimentos, com seus respectivos limites máximos". Disponível em: <<http://www.anvisa.org.br>>. Acesso em: 11 jan. 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 46, de 23 de outubro de 2007. Aprova Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 24 out. 2007. Seção 1, p. 5.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Obesidade cresce 60 em dez anos no Brasil**. Disponível em : <<http://www.brasil.gov.br/saude/2017/04/obesidade-cresce-60-em-dez-anos-no-brasil>>. Acesso em: 24 out. 2017.

BROWNELL, K. D. et al. The public health and economic benefits of taxing sugar-sweetened beverages. **The New England Journal of Medicine**, Waltham, v. 361, n. 1 p. 1599–1605, 2009.

BRUSICK, D. J. A critical review of the genetic toxicity of steviol and steviol glycosides. **Food and Chemical Toxicology**, Oxford, v. 46, n. 7, p. S83-S91, 2008.

BUTCHKO, H. H. et al. Aspartame. In: O'BRIEN-NABORS, L. **Alternative sweeteners**. New York: M. Dekker, 2001. p. 41-61.

CADENA, R. S. et al. Dynamic sensory descriptive methodologies. Time-intensity and temporal dominance of sensations. In: VARELA, P.; ARES, G. (Ed.). **Novel techniques for sensory characterization and consumer profiling**. Boca Raton: CRC, 2014. p. 333-364.

CARDOSO, J.M.P. e CARDELLO, H.M.A.B. Potência edulcorante, doçura equivalente e aceitação de diferentes edulcorantes em bebida preparada com erva-mate (paraguariensis ST. HIL.) em pó solúvel, quando servida quente. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 14, n.1, p. 191–197, 2003.

CARLSON, A.; ARMENTROUT, R. W.; ELLIS, T. P. **Enhanced production and purification of a natural high intensity sweetener**. U.S. Patent n. 8,741,621, 3 June 2014.

CARVALHO, T. B. **Análise das elasticidades renda e de consumo de leite no Brasil**. 2011. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/artigos/espaco-aberto/analise-das-elasticidades-renda-e-de-consumo-de-leite-no-brasil-73134n.aspx>>. Acesso em: 26 abr. 2017.

CHOLLET, M. et al. Acceptance of sugar reduction in flavored yogurt. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 96, n. 9, p. 5501-5511, 2013.

CLOS, J. F.; DUBOIS, G. E.; PRAKASH, I. Photostability of rebaudioside A and stevioside in beverages. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, New York, v. 56, n. 18, p. 8507-8513, 2008.

CODE OF FEDERAL REGULATIONS (CRF). **Food and Drugs**. Washington, 2010.

DALY, K. et al. Dietary supplementation with lactose or artificial sweetener enhances swine gut *Lactobacillus* population abundance. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, Supl. 1, p. 30-35, 2014.

DELAHANTY, Linda M. Weight loss in the prevention and treatment of diabetes. **Preventive medicine**, Oxford, v. 104, p. 120-123, 2017.

DEL DUCA, G. F.; NAHAS, M. V. **Atividade física e doenças crônicas: evidências e recomendações para um estilo de vida ativo**. Londrina: Midiograf, 2011.

DE MATOS FEIJÓ, Fernanda et al. Saccharin and aspartame, compared with sucrose, induce greater weight gain in adult Wistar rats, at similar total caloric intake levels. **Appetite**, v. 60, p. 203-207, 2013.

DIETARY GUIDELINES COMMITTEE. 2015. **Added sugars and Low-Calorie sweeteners**. Washington, 2015.

DONOVAN, S. M.; SHAMIR, R. Introduction to the yogurt in nutrition initiative and the First Global Summit on the health effects of yogurt. **The American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 99, n. 5, p. 1209S-1211S, 2014.

DSM'S GLOBAL INSIGHT SERIES. **Global lifestyle differences fuel local yogurt growth opportunities**. Delft, DSM Food, 2015. Disponível em: <<https://www.dsm.com/corporate/media/informationcenter-news/2015/02/2015-02-16-dsm-insight-series-global-lifestyle-differences-fuel-local-yogurt-growth-opportunities.html>>. Acesso em: 17 jan. 2018.

DUBOIS G. E.; PRAKASH I. Non-caloric sweeteners, sweetness modulators, and sweetener enhancers. **Annual Review of Food Science and Technology**, Palo Alto, v. 3, p.353-380, 2012.

EDWARDS, C. H. et al. The role of sugars and sweeteners in food, diet and health: alternatives for the future. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v. 56, p. 158-166, 2016.

EL KHOURY, D. et al. Increasing the protein to carbohydrate ratio in yogurts consumed as a snack reduces post-consumption glycemia independent of insulin. **Clinical Nutrition**, Pleasantville, v. 33, n. 1, p. 29-38, 2014.

ELNAGA, N. A. et al. Effect of stevia sweetener consumption as non-caloric sweetening on body weight gain and biochemical's parameters in overweight female rats. **Annals of Agricultural Sciences**, Cairo, v. 61, n. 1, p. 155-163, 2016.

EUROPEAN FOOD SAFETY AGENCY. **EFSA panel on food additives and nutrient sources (ANS): scientific opinion on safety of steviol glycosides for proposed uses as a food additive**. 2010. Disponível em: <<http://www.efsa.europa.eu/en/aboutefsa.htm>>. Acesso em: 17 jan. 2018.

EVERT, A. B. et al. Nutrition therapy recommendations for the management of adults with diabetes. **Diabetes Care**, v. 37, p. S120-S143, 2014. Supp. 1.

FAGHERAZZI, G. et al. Consumption of artificially and sugar-sweetened beverages and incident type 2 diabetes in the Etude Epidémiologique auprès des femmes de la Mutuelle Générale de l'Education Nationale–European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition cohort. **The American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 97, n. 3, p. 517-523, 2013.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. **Additional Information about High-Intensity Sweeteners Permitted for use in Food in the United States**. 2015. Disponível em: <<https://www.fda.gov/Food/IngredientsPackagingLabeling/FoodAdditivesIngredients/ucm397725.htm#Steviolglycosides>>. Acesso em: 17 jan. 2018.

FOOD CHEMICALS CODEX. **Legal recognition: standards categories**. 2010. Disponível em: <<http://www.usp.org/about/legal-recognition/standard-categories#food-ingredients>>. Acesso em: 17 jan. 2018.

FLIER, J. S. Obesity wars: molecular progress confronts and expanding epidemic. **Cell**, Cambridge, v. 350, n. 1, p. 116-337, 2004.

FOWLER, S. P. et al. Fueling the obesity epidemic? Artificially sweetened beverage use and long-term weight gain. **Obesity**, Silver Spring, v. 16, n. 8, p. 1894-1900, 2008.

FILIATRAULT, Marie-Lou et al. Eating behavior traits and sleep as determinants of weight loss in overweight and obese adults. **Nutrition & Diabetes**, Tokyo, v. 4, n. 10, p. e140, 2014., n. 1, p.353-380, 2012.

FREITAS, M. L. F.; DUTRA, M. B. L.; BOLINI, H. M. A. Development of pitanga nectar with different sweeteners by sensory analysis: Ideal pulp dilution, ideal sweetness, and sweetness equivalence. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 34, n. 1, p. 174-180, 2014.

FREITAS, M. L. F.; DUTRA, M. B. L.; BOLINI, H. M. A. Sensory profile and acceptability for pitanga (*Eugenia uniflora* L.) nectar with different sweeteners. **Food Science and Technology International**, London, v. 22, n. 8, p. 720-731, 2015.

FRY, J. C. **Stevia-a non-caloric sweetener of natural origin as replacement for added sugar in fruit juice beverages**. 2012. Disponível em:

<https://www.actahort.org/books/1017/1017_56.htm>. Acesso em: 22 jan. 2018.

GÁBA, A.; MITÁŠ, J.; JAKUBEC, L. Associations between accelerometer-measured physical activity and body fatness in school-aged children. **Environmental Health and Preventive Medicine**, London, v. 22, n.1, p. 43, 2017.

GARDANA, C.; SCAGLIANTI, M.; SIMONETTI, P. Evaluation of steviol and its glycosides in *Stevia rebaudiana* leaves and commercial sweetener by ultra-high-performance liquid chromatography-mass spectrometry. **Journal of chromatography A**, Amsterdam, v. 1217, n. 9, p. 1463-1470, 2010.

GEUNS, J. M. C. Stevioside. **Phytochemistry**, New York, v. 64, n. 5, p. 913-921, 2003.

GHANTA, S., BANERJEE, A., PODDAR, A., & CHATTOPADHYAY, S. Oxidative DNA damage preventive activity and antioxidant potential of *Stevia rebaudiana* (Bertoni) Bertoni, a natural sweetener. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, Washington, v. 55, n.1, p. 10962–10967, 2007.

GOYAL, S. K.; SAMSHER; GOYAL, R. K. *Stevia* (*Stevia rebaudiana*) a bio-sweetener: a review. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, Basingstoke, v. 61, n. 1, p. 1-10, 2010.

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

GROTZ, V. L. et al. Sucralose. In: O'BRIEN-NABORS, L. (Ed.). **Alternative sweeteners**. Boca Raton: CRC, 2016.

GUGGISBERG, D.; PICCINALI, P.; SCHREIER, K. 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**, Barking, v. 21, n. 9, p. 636-644, 2011.

HA, M. A.; HA, T. K. K.; LEAN, M. E. J. Role of intense sweeteners in Diabetes management. In: CORTI, A. (Ed.). *Low-Calorie sweeteners: present and future. World Review of Nutrition and Dietetics*, Basel, v. 85, p. 88-97, 1999.

HAJER, G.R., VAN HAEFTEN, T.W., VISSEREN, F.L. Adipose tissue dysfunction in obesity, diabetes, and vascular diseases. **European Heart Journal**, Oxford, v. 29, n.24, p. 2959–2971, 2008.

HAMILTON, L. K.; WILLS, W. J. Patterns of sugar-sweetened beverage consumption amongst young people aged 13–15 years during the school day in Scotland. **Appetite**, London, v. 116, p. 196-204, 2017.

HAN, S. H.; SONG, M.; KWAHK, J. A systematic method for analyzing magnitude estimation data. **International Journal of Industrial Ergonomics**, Amsterdam, v. 23, n. 5, p. 513-524, 1999.

HENNESSY, M. **Probiotics, fiber continue to steal market share from GI remedies**. 2014. Disponível em: <<https://www.nutraingredients-usa.com/>>. Acesso em: 27 jan. 2018.

HILL, J. O., WYATT, H. R., PETERS, J. C. Energy Balance and Obesity. **Circulation**, Waltham, v. 126, n.1, p. 126–32, 2012.

HOUGH, L. High-intensity, low-calorie sweeteners. In: KHAN, R. (Ed.). **Low-calorie foods and food ingredients**. Glasgow: Blackie academic & professional, 1993.

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. 606–19, 2013.

HRUBY, A.; HU, F. B. The epidemiology of obesity: a big picture. **Pharmacoeconomics**, Berlin, v. 33, n 7, p. 673–689, 2015.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. **Relatório Brasil Food Trends 2020. Tendências de Mercado de Produtos Lácteos**. Disponível em: <<http://brasildairyrends.com.br/>>. Acesso em: 20 jan. 2017.

JAYARAMAN, S.; MANOHARAN, M.; ILLANCHEZIAN, S. In-vitro antimicrobial and antitumor activities of *Stevia rebaudiana* (Asteraceae) leaf

extracts. **Tropical Journal of Pharmaceutical Research**, Benin, v. 7, p. 1143–1149, 2008.

JOSSE, A. R. et al. Increased consumption of dairy foods and protein during diet- and exercise-induced weight loss promotes fat mass loss and lean mass gain in overweight and obese premenopausal women. **Journal of Nutrition**, Rockville, v. 141, n. 9, p. 1626-1634, 2011.

JECFA F. A. O. et al. **Toxicological evaluation of certain food additives with a review of general principles and of specifications: seventeenth report of the Joint** FAO. 1974.

KEMP, S. E. Low-calorie sweeteners. In: SPILLANE, W. J. **Optimising sweet taste in foods**. Boca Raton: CRC, Cambridge: Woodhead, 2006.

KEMP, S.; LINDLEY, M. Developments in sweeteners. In: _____. **Modifying flavour in food**. Nottingham: Woodhead, 2007. p. 185-201.

KIM, S. H.; DUBOIS, G. E. Natural high potency sweeteners. In: MARIE, A.; PIGGOTT, J. R. (Ed.). **Handbook of sweeteners**. New York: Springer, 1991. p. 116-185.

KINGHORN, A. D.; COMPADRE, C. M. Less common high-potency sweeteners. In: O'BRIEN-NABORS, L. (Ed.). **Alternative sweeteners**. 3rd ed. rev. Boca Raton: CRC, 2012. p. 209-233.

KINGHORN, A. D.; SOEJARTO, D. D. Intensely sweet compounds of natural origin. **Medicinal Research Reviews**, New York, v. 9, n. 1, p. 91-115, 1989.

KONOSHIMA, T.; TAKASAKI, M. Cancer-chemopreventive effects of natural sweeteners and related compounds. **Pure and Applied Chemistry**, Oxford, v. 74, n. 7, p. 1309-1316, 2002.

KOVYLYAEVA, G. I. et al. Glycosides from *Stevia rebaudiana*. **Chemistry of Natural Compounds**, New York, v. 43, p. 81–85, 2007.

KOYAMA, E. et al. In vitro metabolism of the glycosidic sweeteners, stevia mixture and enzymatically modified stevia in human intestinal microflora. **Food and Chemical Toxicology**, Oxford, v. 41, n. 3, p. 359-374, 2003.

- LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. Descriptive analysis. In: **Sensory Evaluation of Food**. New York: Springer, 2010. p. 227-257.
- LINDLEY, M. G. Natural high-potency sweeteners. In: O'DONNELL, K.; KEARSLEY, M. (Ed.). **Sweeteners and sugar alternatives in food technology**. 2nd ed. Hoboken: Wiley-Blackwell, 2012. p. 185-212.
- LUTSEY, P. L.; STEFFEN, L. M.; STEVENS, J. Dietary intake and the development of the metabolic syndrome. **Circulation**, Oxford, v. 117, n. 6, p. 754-761, 2008.
- MALIK, V.S. et al. Sugar-sweetened beverages and risk of metabolic syndrome and type 2 diabetes: a meta-analysis. **Diabetes Care**, Arlington, v. 33, n.1, p. 2477-2483, 2010.
- MARONE, P. A. et al. Twenty eight-day dietary toxicity study of Luo Han fruit concentrate in Hsd: SD® rats. **Food and chemical toxicology**, Oxford, v. 46, n. 3, p. 910-919, 2008.
- MAYHEW, D. A. et al. Neotame. In: O'BRIEN-NABORS, L. (Ed.). **Alternative sweeteners**. Boca Raton: CRC, 2012. p. 133-150.
- MAURY, E.; BRICHARD, S. M. Adipokine dysregulation, adipose tissue inflammation and metabolic syndrome. **Molecular and Cellular Endocrinology**, Limerick, v. 314, n. 1, p. 1-16, 2010.
- MEILGAARD, M. C.; CARR, B. T.; CIVILLE, G. V. **Sensory evaluation techniques**. CRC Press, 2006.
- MOORADIAN, A. D.; SMITH, M.; TOKUDA, M. The role of artificial and natural sweeteners in reducing the consumption of table sugar: A narrative review. **Clinical Nutrition ESPEN**, New York, v. 18, n.1, p. 1-8, 2017.
- MOSKOWITZ, Howard R. Ratio scales of sugar sweetness. **Attention, Perception, & Psychophysics**, v. 7, n. 5, p. 315-320, 1970.
- O'BRIEN-NABORS, L. (Ed.). **Alternative sweeteners**. Boca Raton : CRC, 2012. 567 p.

O'BRIEN-NABORS, L.; INGLETT, G. E. A review of various other alternative sweeteners. In: O'BRIEN-NABORS, L.; GELARDI, R. C. (Ed.). **Alternative sweeteners**. New York: M. Dekker, 1986. p. 309–323.

NETTLETON, J. E.; REIMER, R. A.; SHEARER, J. Reshaping the gut microbiota: Impact of low calorie sweeteners and the link to insulin resistance? **Physiology & Behavior**, Elmsford, v. 164, p. 488-493, 2016.

NG, M. et al. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. **The Lancet**, Minneapolis, v. 384, n. 9945, p. 766-781, 2014.

NIELSEN. **What's in our food and on our mind: ingredient and dining-out trends around the world**. 2016. Disponível em: <[http://www.nielsen.com/content/dam/niensglobal/eu/docs/pdf/Global%20Ingredient%20and%20Out-of-Home%20Dining%20Trends%20Report%20FINAL%20\(1\).pdf](http://www.nielsen.com/content/dam/niensglobal/eu/docs/pdf/Global%20Ingredient%20and%20Out-of-Home%20Dining%20Trends%20Report%20FINAL%20(1).pdf)>. Acesso em: 19 jan. 2018.

OGDEN, C. L. et al.. Prevalence of childhood and adult obesity in the United States. **Journal of the American Medical Association**, Chicago, v. 311, n. 8, p. 806-814, 2014.

OLIVEIRA, B. H. et al. Enzymatic modification of stevioside by cell-free extract of *Gibberella fujikuroi*. **Journal of Biotechnology**, Amsterdam, v. 131, n. 1, p. 92-96, 2007.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Diabetes**. 2017. Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs312/en/>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Obesity and overweight**. 2016. Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/>>. Acesso em: 19 jan. 2018.

ÖZCAN, U. et al. Endoplasmic reticulum stress links obesity, insulin action, and type 2 diabetes. **Science**, Cambridge, v. 306, n. 5695, p. 457-461, 2004.

PALMNÄS, M. S. A. et al. Low-dose aspartame consumption differentially affects gut microbiota-host metabolic interactions in the diet-induced obese rat. **Plos One**, San Francisco, v. 9, n. 10, p. e109841, 2014.

PASARICA, M.; HARRIS, D. M.; FRANKLIN, A. L. Medical students teaching peer athletes: an innovative way of instructing the physiology of exercise, nutrition, and sleep as fundamentals for lifestyle medicine. **Advances in Physiology Education**, Bethesda, v. 41, n. 3, p. 432-435, 2017.

PEARSON, R. L. Saccharin. In: O'BRIEN-NABORS, L. **Alternative sweeteners**. 3th ed. rev. aum. New York: M. Dekker, 2012. p. 147-165.

PEREIRA, P. C. Milk nutritional composition and its role in human health. **Nutrition**, Burbank, v. 30, p. 619-627, 2014.

PERICHE, A. et al. Influence of drying method on steviol glycosides and antioxidants in *Stevia rebaudiana* leaves. **Food Chemistry**, Barking, v. 172, p. 1-6, 2015.

PINEAU, N., SCHLICH, P., CORDELLE, S., MATHONNERE, C., ISSANCHOU, S., IMBERT, A., et al. Temporal dominance of sensations: construction of the TDS curves and comparison with time intensity. **Food Quality and Preference**, Oxford, v. 20, p. 450-455, 2009.

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

POPA, D.; USTUNOL, Z. Sensory attributes of low-fat strawberry yoghurt as influenced by honey from different floral sources, sucrose and high-fructose corn sweetener. **International Journal of Dairy Technology**, Huntingdon, v. 64, n. 3, p. 451-454, 2011.

POTENZA, M. A. et al. Targeting endothelial metaflammation to counteract diabetes cardiovascular risk: current and perspective therapeutic options. **Pharmacological Research**, London, v. 120, n. 1, p. 226-241, 2017.

PRAKASH, I. et al. Development of rebiana, a natural, non-caloric sweetener. **Food and Chemical Toxicology**, Oxford, v. 46, n. 7, p. S75-S82, 2008.

PRAKASH, I. et al. **Sweetness enhancers, compositions thereof, and methods for use**. U.S. Patent n. 9,012,520, 21 Apr. 2015.

QIN, X. et al. Subchronic 90-day oral (Gavage) toxicity study of a Luo Han Guo mogroside extract in dogs. **Food and chemical toxicology**, Oxford, v. 44, n. 12, p. 2106-2109, 2006.

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

ROBERTS, A. The safety and regulatory process for low calorie sweeteners in the United States. **Physiology & Behavior**, Elmsford, v. 164, p. 439-444, 2016.

RODRIGUES, J. F. et al. Temporal dominance of sensations of chocolate bars with different cocoa contents: Multivariate approaches to assess TDS profiles. **Food Quality and Preference**, Oxford, v. 47, p. 91-96, 2016.

SADLER, M.; STOWELL, J. D. Calorie control and weight management. In: O'BRIEN-NABORS, L. **Sweeteners and Sugar Alternatives in Food Technology**. 2nd ed. Boca Raton: CRC, 2012. p. 77-89.

SAVITA, S. M. et al. Stevia rebaudiana—A functional component for food industry. **Journal of Human Ecology**, v. 15, n. 4, p. 261-264, 2004.

SCIENTIFIC ADVISORY COMMITTEE ON NUTRITION. **Carbohydrates and health**. London: The Stationery Office, 2015.

SCOTT-THOMAS, C. **Tate & Lyle enters exclusive monk fruit sweetener deal with BioVittoria**. 2011. Disponível em: <<http://www.foodnavigator-usa.com/Business/Tate-Lyle-enters-exclusive-luo-han-guo-sweetener-deal-with-BioVittoria>>. Acesso em: 21 dez. 2017.

SCHWARTZ, M. W.; PORTE, D. Jr. Diabetes, obesity and the brain. **Science**, Cambridge v. 307, n. 5708, p.375-379, 2005.

SHARMA, M.; THAKRAL, N. K.; THAKRAL, S. Chemistry and in vivo profile of ent-kaurene glycosides of Stevia rebaudiana Bertoni -An overview. **Natural Product Radiance**, New Delhi, v. 8, n. 2, p. 181-189, 2009.

SILVA, Thais LT et al. Equivalence salting and temporal dominance of sensations analysis for different sodium chloride substitutes in cream cheese. **International Journal of Dairy Technology**, Malden, v. 67, n. 1, p. 31-38, 2014.

SLOAN, A. E. Top 10 food trends. **Food Technology**, Chicago, p. 20-35, Apr. 2017. Disponível em: <<http://www.ift.org/newsroom/news-releases/2016/april/26/top-ten-functional-food-trends-2016.aspx>>. Acesso em: 22 jan. 2018.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. **Consumo excessivo de açúcar e diabetes. A polêmica revisitada pela OMS**. 2015. Disponível em: <<http://www.diabetes.org.br/publico/diabetes-em-debate/1037-consumo-excessivo-de-acucar-e-diabetes-a-polemica-revisitada-pela-oms>>. Acesso em: 24 out. 2017.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. **Tipos de diabetes**. 2017. Disponível em: <<http://www.diabetes.org.br/publico/diabetes/tipos-de-diabetes>>. Acesso em: 24 out. 2017.

SOUZA, V. R. et al. 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, Oct. 2011.

SOUZA, V. R. et al. Salt equivalence and temporal dominance of sensations of different sodium chloride substitutes in butter. **Journal of Dairy Research**, Champaign, v. 30, n.1, p. 1-7. 2013.

SPREER, E.; MIXA, A. Market milk, milk drinks and cream products. SPREER, E. **Milk and dairy product technology**. New York: M. Dekker, 1998. p. 157.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory Evaluation Practices**. California: Elsevier Academic Press, 2004.

STARGEL, W. W. et al. `Neotame'. In: O'BRIEN-NABORS, L. **Alternative sweeteners**. New York: M. Dekker, 2001. p. 129-145.

STELLMAN, S. D.; GARFINKEL, L. Patterns of artificial sweetener use and weight change in an American Cancer Society prospective study. **Appetite**, London, v. 11, p. 85-91, 1988.

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

SWINBURN, B. A. et al. The global obesity pandemic: shaped by global drivers and local environments. **Lancet**, Minneapolis, v. 378, n. 1, p. 804-814, 2011.

SYLVETSKY, A. C.; ROTHER, K. I. Trends in the consumption of low-calorie sweeteners. **Physiology & Behavior**, Elmsford, v. 164, p. 446-450, 2016.

TADHANI, M.; SUBHASH, R. Preliminary studies on *Stevia rebaudiana* leaves: Proximal composition, mineral analysis and phytochemical screening. **Journal of Medical Sciences**, Tokyo, v. 6, p. 321-326, 2006.

TEIXEIRA, S. R. et al. Isolated soy protein consumption reduces urinary albumin excretion and improves the serum lipid profile in men with type 2 diabetes mellitus and nephropathy. **The Journal of Nutrition**, Rockville, v. 134, n. 8, p. 1874-1880, 2004.

THE INTERACT CONSORTIUM et al. Consumption of sweet beverages and type 2 diabetes incidence in European adults: results from EPIC-InterAct. **Diabetologia**, Berlin, v. 56, n. 7, p. 1520-1530, 2013.

THOMAS, A. et al. Temporal drivers of liking. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 40, p. 365-375, 2015.

VIALTA, A.; REGO, R. A. **Brasil ingredients trends 2020**. Campinas: ITAL, 2014.

VON RYMON LIPINSKI, G. W.; HANGER, L. Y. Acesulfame-K. In: O'BRIEN-NABORS, L. **Alternative sweeteners**. New York: M. Dekker, 2001. p. 13-30.

WALLIN, H. **Steviol glycosides**. Rome: Food and Agriculture Association, 2007. p. 1-8.

WANG, M. et al. Association between sugar-sweetened beverages and type 2 diabetes: a meta-analysis. **Journal of Diabetes Investigation**, Tokyo, v. 6, n. 3, p. 360-366, 2015.

WANTHONG, S. et al. High prevalence of diabetes and abnormal glucose tolerance in Thai women with previous gestational diabetes mellitus. **Journal of clinical & Translational Endocrinology**, Oxford, v. 9, p. 21-24, 2017.

WITHERS, C. et al. Adapting and enhancing sequential profiling to understand the effects of successive ingestion, using the sensory characteristics of high intensity sweeteners as a case study. **Food Quality and Preference**, Oxford, v. 47, p. 139-147, 2016.

XIA, Y. et al. Isolation of the sweet components from *Siraitia grosvenorii*. **Food Chemistry**, Barking, v. 107, n. 3, p. 1022-1028, 2008.

YANG, Q. Gain weight by “going diet?” Artificial sweeteners and the neurobiology of sugar cravings: Neuroscience 2010. **The Yale Journal of Biology and Medicine**, Chicago, v. 83, n. 2, p. 101, 2010.

YANG, S.; SHEN, S.; LIN, S. Toxicity evaluation of flavonoids from *Siraitia grosvenorii*. In: ANNUAL CONGRESS ON ADVANCED ENGINEERING AND TECHNOLOGY, 2., 2015, Hong Kong. **Proceedings...** Hong Kong: CRC, 2015. p. 339.

ZHANG, H. et al. Identification of flavonol and triterpene glycosides in Luo-Han-Guo extract using ultra-high performance liquid chromatography/quadrupole time-of-flight mass spectrometry. **Journal of Food Composition and Analysis**, London, v. 25, n. 2, p. 142-148, 2012.

ZORN, S. et al. Application of multiple-sip temporal dominance of sensations to the evaluation of sweeteners. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 36, p. 135-143, 2014.

**ARTIGO: ASPECTOS SENSORIAIS DE EDULCORANTES NATURAIS
(Estévias e Luo Han Guo) EM SUBSTITUIÇÃO À SACAROSE E
SUCRALOSE EM IOGURTE**

Normas da Revista Científica Food Science and Technology –ISSN 1678-457X
(Versão preliminar)

Daniela Maria Rodrigues^{1*}, Michele Nayara Ribeiro², Ana Cristina Freitas de
Oliveira³, Letícia Rodrigues Silveira⁴, Vanessa Rios de Souza⁵, Ana Carla
Marques Pinheiro⁶

¹ Departamento Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, 37200-000, Lavras, MG, Brazil, danielamrodrigues1@gmail.com

² Departamento Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, 37200-000, Lavras, MG, Brazil, michele.ribeiro01@gmail.com

³ Departamento Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, 37200-000, Lavras, MG, Brazil, anacristina.engalimentos@gmail.com

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

⁵ Departamento Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, 37200-000, Lavras, MG, Brazil, vanessardsouza@gmail.com

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

*Autora correspondente: Telefone: +55 35 991231801. Email:
danielamrodrigues1@gmail.com (D.M. Rodrigues)

RESUMO: O interesse do consumidor por edulcorantes naturais não-nutritivos cresceu rapidamente nos últimos anos, alimentado por preocupações sobre o uso de aditivos artificiais em alimentos. Edulcorantes naturais de alta potência como estévia e luo han guo são extraídos de plantas e podem fornecer alto poder de doçura com praticamente zero calorias. Adicionados a um produto com reconhecida saudabilidade, o iogurte natural, os edulcorantes naturais estévia e luo han guo foram aplicados neste estudo para avaliação de suas características sensoriais. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento de edulcorantes naturais com base na avaliação de sua potência, perfil de dominância temporal, tempo intensidade e aceitabilidade, quando utilizados em iogurte sabor natural. Inicialmente o ideal de doçura de sacarose foi determinado para o iogurte natural por consumidores, em seguida, a equivalência de doçura dos edulcorantes naturais (Estévia 95% Reb A; Estévia 75% Reb A, Estévia 50% Reb A e Luo han guo 50% Mogrosídeo V) e sucralose em relação à concentração ideal de sacarose foram estabelecidos por provadores treinados pelo teste Estimação de Magnitude. Para avaliação do perfil sensorial dos edulcorantes, o teste Tempo – Intensidade e Dominância Temporal das Sensações seguido de teste de diferença de curvas foi utilizado para as amostras equivalentes em doçura. Por fim, avaliou-se a aceitação dos iogurtes adoçados com diferentes edulcorantes naturais. Maiores potências de doçura foram verificadas para amostras com estévias com maiores teores de Rebaudiosídeo A e baixa potência de doçura foi encontrada para luo han guo. Na produção de melhores características sensoriais no iogurte uma composição de estévia com 75% de Rebaudiosídeo A + misturas de outros glicosídeos de esteviol foi identificada pelo TDS como a mais viável.

Palavras-chaves: edulcorantes não-nutritivos naturais; power function; luo han guo; tds.

1 INTRODUÇÃO

Em virtude do alto consumo de açúcar pelos consumidores, a Organização Mundial da Saúde (2017) recomendou que este nutriente não representasse mais de 5% da ingestão diária de energia para adultos e crianças. Buscando contribuir com a população, indústrias de alimentos do mundo inteiro tentaram reduzir o teor de açúcar em seus produtos. No Brasil, um acordo está em fase de discussão entre a Associação das indústrias de Alimentos (ABIA) e o Ministério da Saúde, em

que será proposto a redução do teor de açúcar especialmente nos produtos lácteos, bebidas adoçadas, biscoitos, bolos e achocolatados (ABIA, 2017; IDEC, 2017).

Aliado a este contexto, tem-se a tendência da alimentação saudável, que vem ganhando força há diversos anos. Porém tais fatores de estilo de vida só agora começaram a ter efeito sobre as vendas. Como consequência os alimentos que oferecem vantagens saudáveis como melhor equilíbrio de nutrientes, maior disponibilidade de vitaminas e menor conteúdo de gordura, açúcar e calorias, além de sabor agradável, tem tido maior procura (Edwards et al., 2016). Outro paradigma do consumidor moderno é a procura por alimentos mais naturais, decorrente da preocupação quanto à segurança dos aditivos utilizados em alimentos (Shim et al., 2011). Desta forma, os aditivos que provêm de fontes naturais podem se sobressair em relação aos aditivos sintéticos e um exemplo deles são os edulcorantes naturais.

Dentro da indústria de edulcorantes, a busca por aqueles naturais tem sido grande e envolve uma série de triagem na seleção de plantas ou extratos de plantas que dão melhores propriedades adoçantes (O'Donnell e Kearsley, 2012). Os edulcorantes naturais são uma alternativa mais saudável em relação aos edulcorantes artificiais, visto que desde a introdução de edulcorantes sintéticos no mercado, os meios de comunicação têm relatado sobre os riscos de câncer em potencial, o que contribuiu para uma certa insegurança no consumo. Embora este fato não tenha sido totalmente comprovado, outros problemas atrelados ao uso contínuo de adoçantes artificiais têm sido relatados (Fagherazzi et al., 2013; Lutsey, Steffen, Stevens, 2008; Nettleton, Reimer e Shearer, 2016; Suez et., 2014). Há indícios de que adoçantes artificiais não-calóricos podem aumentar o risco de intolerância à glicose e que estes efeitos metabólicos adversos são mediados pela modulação da composição e função da microbiota intestinal (Suez et., 2014). Além disso, estudos mostraram ainda resistência à insulina pelos edulcorantes sucralose, aspartame e a sacarina (Nettleton, Reimer e Shearer,

2016). Diante destas evidências, a indústria alimentícia já despertou sua atenção pelos edulcorantes naturais.

Os edulcorantes naturais são compostos extraídos de plantas e possuem a capacidade de adoçar em alta potência. Eles apresentam muitas semelhanças com os edulcorantes artificiais em termos de características gerais de gosto doce e possuem de 10 a 1000 vezes o poder edulcorante da sacarose (Lindley, 2012), o que indica que eles podem ser bastante aceitáveis no uso em formulações de alimentos. A planta de origem paraguaia *Stevia rebaudiana* (Bertoni) Bertoni é um dos objetos de estudo atualmente. As folhas de Estévia contêm naturalmente uma mistura complexa de oito glicosídeos diterpênicos doces, incluindo esteviosídeo, esteviolbiosídeo, rebaudiosídeos (A, B, C, D, E) e dulcosídeo A (Abou-Arab et al., 2010). Entretanto, o rebaudiosídeo A é considerado o mais adequado em relação a semelhança à sacarose (O'Donnell and Kearsley, 2012). Nos estudos de segurança, a estévia foi relatada como sem efeitos colaterais negativos e além disso foi aprovada como geralmente reconhecido como seguro (GRAS) pela Food and Drug Administration (FDA) (CRF, 2010).

Outro composto de interesse é o Luo Han Guo, em que o composto que origina gosto doce é o Mogrosídeo, um glicósido triterpenóide do tipo cucurbitano isolado dos frutos de *Siraitia grosvenorii* (Swingle) C. Jeffrey (Takemoto et al., 1983). Os frutos da *Siraitia* são usados dentro e fora da República Popular da China como um alimento, bebida e na medicina tradicional (Spillane, 2006). O principal mogrosídeo, o V, foi classificado com uma intensidade de 250 à 425 vezes mais doce que a sacarose (Kinghorn e Compadre, 2001; Spillane, 2006; O'Donnell and Kearsley, 2012). Nos EUA, seu uso já foi aplicado em alguns produtos como bebidas e cereais para lanches. Pela FDA, os extratos da fruta *Siraitia grosvenorii* Swingle também são considerados como GRAS (Phillippe et al., 2014).

Vários relatórios sugerem que certos diterpenos e triterpenos de edulcorantes naturais tem uso potencial no tratamento de diabetes (Chen et al., 2005, Suzuki et al., 2005; Spillane, 2006). Há vários estudos que exploram o uso de estévia em diferentes produtos (Carbonell-Capella et al., 2013; Zahn et al., 2013; Narayanan et al., 2014; Choi and Chung, 2015; Reis et al., 2016; Freitas et al., 2016; Gao et al., 2016; Reis et al., 2017), porém nenhum deles estudaram diferentes proporções de Rebaudiosídeo A de forma singular em iogurte. Alguns estudos, mais recentemente desenvolvidos, utilizaram o *luo han guo* como alternativa à substituição total de açúcar em suco de romã (Reis et al., 2017) e achocolatado (Li, Lopetcharat e Drake, 2015). Entretanto, em todos os trabalhos citados, tanto com estévia quanto com *luo han guo*, não foram abordados métodos descritivos temporais.

O iogurte é um produto considerado saudável, o qual já vem sendo utilizado em sua formulação diversos tipos de edulcorantes artificiais na busca de oferecer um produto com baixo teor de açúcar ou totalmente sem açúcar (Cruz et al., 2013). O estudo da doçura de edulcorantes naturais neste produto é importante pois é um dos alimentos na lista de redução de açúcar do governo brasileiro e ainda, há uma grande porcentagem de consumidores que desejam produtos saudáveis funcionais sem adição de açúcar. Assim, a substituição de açúcar por edulcorantes naturais contribui para que o iogurte continue tendo para o mercado esta imagem positiva de saúde.

Diante deste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar o comportamento sensorial do uso de diferentes tipos de estévia e do *luo han guo* com base na avaliação de sua potência, perfil de dominância temporal, tempo intensidade e aceitabilidade, quando utilizados em substituição total à sucralose e sacarose em iogurte sabor natural.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material

O iogurte utilizado no trabalho foi do tipo natural com baixo teor de gordura, o qual foi adquirido da marca Verde Campo (Lavras-MG- Brasil). Os demais ingredientes foram: sacarose refinada União (São Paulo- SP- Brasil), edulcorantes sucralose Pure-Cicle®, estévias em diferentes proporções de Rebaudiosídeo A - Estévia 1- Ingredion® (São Paulo-SP- Brasil); Estévia 2- Tate&Lyle® (Decatur- GA- USA); Estévia 3- Pure-Cicle® (Kuala Lumpur, Malasia)) e luohan guo – Damin Foodstuff® (Fujian- China).

A composição de acordo com informações do fabricante dos edulcorantes estévias eram: Estévia 1 – 95% de Rebaudiosídeo A; Estévia 2 – 75% Rebaudiosídeo A + mistura de outros glicosídeos de esteviol; Estévia 3 – 50% de Rebaudiosídeo A + mistura de outros glicosídeos de esteviol e do edulcorante luohan guo: 50% Mogrosídeo V + mistura de outros mogrosídeos. Para os edulcorantes estévias, a mistura de outros glicosídeos de esteviol incluíam: rebaudiosídeo B, rebaudiosídeo C, rebaudiosídeo D, rebaudiosídeo F, dulcosídeo A, rubusosídeo, steviolbiosídeo e esteviosídeo.

2.2 Análise Sensorial

O estudo foi aprovado pelo comitê de ética em Pesquisa da Universidade Federal de Lavras sob o número CAAE 52931216.6.0000.5148. Para todos os testes sensoriais do trabalho, foram utilizadas amostras de aproximadamente 30 gramas, codificadas em três dígitos, servidas em copos plásticos brancos descartáveis de forma monádica e em ordem balanceada, de acordo com o quadrado latino de Williams (Macfie, 1989). Entre uma amostra e outra, os avaliadores foram convidados a lavar a boca com água e comer uma pequena

quantidade de biscoito cream craker para limpar o gosto residual da amostra anterior.

2.3.1 Ideal de doçura

Previamente cinquenta pessoas, com idade entre 18 a 75 anos, sem restrições ao consumo de sacarose foram convidadas a participar da pesquisa. O requisito para participação era a prática de atividades físicas constante, com frequência de no mínimo duas vezes por semana e consumo diário de iogurte. Tal requisito foi assim estabelecido, uma vez que o público-alvo principal do produto estudado é representado por consumidores que se preocupam com saúde e que por isso praticam atividades físicas regulares.

A determinação da concentração ideal de sacarose, em relação à quantidade total de iogurte, foi avaliada por meio de um teste afetivo, utilizando a escala do ideal (Meilgaard, Civille and Carr, 2006). Foram utilizadas amostras de iogurte sem açúcar, sendo elaboradas cinco diferentes formulações de iogurte contendo respectivamente 3,12; 5; 8; 12,8 e 20,5 % de sacarose, em que a amostra central foi baseada na quantidade média de sacarose utilizada pelas indústrias para iogurte natural. Os provadores avaliaram o ideal de doçura das diferentes amostras por meio de uma escala estruturada do ideal de nove pontos (9 - extremamente mais doce que o ideal; 5 - doçura ideal e 1 - extremamente menos doce que o ideal). A pesquisa foi realizada em academias de forma individualizada.

Os resultados da avaliação do ideal de doçura foram analisados por análise de variância (ANOVA) e análise de regressão linear entre os escores e as concentrações de sacarose. As análises foram realizadas no software SensoMaker, versão 1.9 (Nunes e Pinheiro, 2013).

2.3.2 Seleção de provadores

Provadores foram selecionados para a realização dos testes Estimção de Magnitude, Tempo Intensidade e Dominância Temporal das Sensações, uma vez

que para estes testes exigem-se provadores com habilidades em reconhecer os diferentes gostos e intensidade dos mesmos.

Para os testes de seleção, 40 consumidores de iogurte, interessados em participar da pesquisa e sem restrições ao consumo deste produto foram recrutados. A seleção ocorreu em duas etapas. A primeira etapa consistiu do teste de reconhecimento de gostos básicos de acordo com o ISO 8586: 2012. Na segunda etapa, foi avaliada a habilidade discriminativa de amostras dos provadores por meio de uma sequência de testes triangulares (Meilgaard, Civille and Carr, 2006). Um teste de comparação pareada foi realizado inicialmente para estabelecer a diferença para as duas amostras a serem usadas nos testes triangulares. Nesse teste, duas amostras de iogurte comercial foram utilizadas: em uma delas adicionou-se 1,4 g/L de aspartame da marca Zero Cal (DM Farmacêutica, São Paulo, SP, Brazil). As duas amostras foram apresentadas a 25 provadores e o resultado do teste confirmou que as amostras possuíam 1% de diferença entre elas.

A habilidade discriminativa dos testes triangulares foi avaliada usando o Método Sequencial de Wald (Wald, 1945; Amerine, Pangborn & Roessler, 1965) de acordo com os seguintes parâmetros: $P = 0.30$, $p1 = 0.70$, $\alpha = 0.05$ e $\beta = 0.05$. Portanto, baseado no número de acertos no total de testes triangulares, 15 provadores foram selecionados, os quais tinham entre 20 e 35 anos, incluindo 10 mulheres e 5 homens.

2.3.3. Determinação da equivalência de doçura

Para a determinação da equivalência de doçura das estévias e luo han guo em relação à doçura ideal de sacarose em iogurte (determinada no método anterior) foi utilizado o método sensorial de Escala de Magnitude, sendo que o painel previamente passou por etapas de treinamento.

O treinamento do painel sensorial consistiu na familiarização com a metodologia escala de magnitude ou estimação de magnitude, memorização da referência e aperfeiçoamento das habilidades de reconhecer diferentes intensidades de doçura. Para isto, foram utilizadas três amostras de iogurtes adoçadas nas concentrações 3,19 ; 5,1 e 8,16% de sacarose. Um total de 10 sessões de treinamento foram realizadas. A avaliação do desempenho dos provadores após o treinamento foi realizada por meio do monitoramento das notas de magnitude de doçura de cada provador em correspondência com a magnitude de doçura da amostra referência sacarose.

Na Tabela 1 são descritas as concentrações de sacarose e edulcorantes pré-estabelecidas usadas no teste. Para as concentrações de sacarose foi utilizada a concentração ideal e para encontrar as demais concentrações, um fator de 1,6 foi usado (Rodrigues et al., 2016; Cardoso et al., 2003). Adicionalmente para encontrar as concentrações dos edulcorantes, a concentração central de cada um foi determinada por pré-testes baseados na literatura de potência de doçura (Kim e Dubois, 1991; Lindley, 2012) e em seguida utilizado o fator de 1,6 para encontrar as demais concentrações.

Tabela 1- Concentrações de sacarose e edulcorantes para a análise de equivalência de doçura

Amostra	Concentração (%)				
Sacarose	1.990	3.190	5.100	8.160	13.050
Sucralose	0.003	0.005	0.009	0.014	0.023
Estévia 1	0.007	0.012	0.019	0.034	0.048
Estévia 2	0.009	0.016	0.025	0.040	0.065
Estévia 3	0.012	0.018	0.030	0.048	0.076
Luo han guo	0.019	0.032	0.051	0.081	0.135

O fator utilizado para calcular as concentrações usados no teste foram baseados em Souza et al. (2013). Os testes foram realizados em triplicatas.

Para a análise dos dados, tal como descrito por Souza *et al.* 2013, os valores de magnitude estimada de doçura de iogurte adoçado com sacarose e iogurte adoçado com edulcorantes naturais foram convertidos em médias geométricas, e estes valores foram ajustados para uma escala logarítmica. As equações das curvas de concentração versus resposta sensorial para cada edulcorante corresponderam a uma função de potência ("Power Function") com as seguintes características: $S = A.C^n$, em que S é a sensação percebida, C é a concentração do estímulo, A é o antilog do valor y na interceptação da curva e n é a inclinação obtida (Moskowitz 1970; Lawless e Heymann, 2010).

Para calcular a concentração equivalente (C) dos iogurtes adoçados com diferentes edulcorantes, a equação obtida para o iogurte com sacarose (doçura ideal) foi usada, e em lugar de C (concentração de sacarose), o valor da concentração ideal de sacarose foi atribuído. Assim, o valor de S (doçura percebida de sacarose) foi estimado matematicamente. O valor de S para a sacarose foi substituído nas outras equações (para os demais edulcorantes), determinando a concentração ótima de cada edulcorante, em relação ao equivalente de doçura ideal no iogurte com sacarose (Souza *et al.* 2011). A potência de cada um dos edulcorantes foi calculada pela razão entre a concentração de sacarose (doçura ideal) e a concentração equivalente de cada edulcorante (Souza *et al.* 2011).

A Sucralose foi utilizada neste trabalho como título de comparação entre os edulcorantes naturais, uma vez que representa um edulcorante de alta intensidade assim como os naturais avaliados no presente estudo e é um dos edulcorantes artificiais mais populares entre os consumidores e a indústria de alimentos (Molinary e Quinlan, 2012)

2.3.4 Análise de Tempo-intensidade

Para a análise de tempo-intensidade, os mesmos 15 provadores selecionados foram familiarizados com a análise e o programa de coleta de dados, utilizando as mesmas amostras do treinamento de escala de magnitude, sendo o teste realizado em triplicata. Foi avaliada a repetibilidade de cada provador por meio de análise de variância.

Em seguida, o painel avaliou as amostras de iogurte adoçadas com sacarose e iogurtes adoçados com os diferentes edulcorantes com concentrações equivalentes ao ideal de sacarose. A análise foi realizada em três repetições, de forma monádica, onde eles usaram computadores para registrar a intensidade percebida do gosto doce durante 30 segundos. A aquisição e análise de dados para o teste tempo-intensidade foram obtidos utilizando o programa SensoMaker, versão 1.9, UFLA, Lavras-Brasil (Nunes e Pinheiro, 2013; Pinheiro *et al.* 2013).

Para análise estatística, os parâmetros da curva I_{max}, TI5%, TD5%, TI90%, TD90%, Platô e Área foram avaliados por análise de variância -ANOVA (fontes de variação: amostras, provadores e interações de amostra * provadores) e as médias das amostras ($p \leq 0,05$) comparadas pelo teste de Tukey. Quando uma diferença significativa foi observada na interação amostra e provadores ($p \leq 0,05$), foi utilizado o programa estatístico PAINEL CHECK para identificar os provadores que não estavam em consenso com a equipe (Tomic *et al.* 2007). Assim, os participantes que discordaram foram identificados e excluídos da análise de variância e a análise foi repetida.

2.3.5 Dominância Temporal das Sensações

A análise de TDS foi realizada nas amostras de iogurte com sacarose e cada um dos edulcorantes (Tabela 1) nas concentrações equivalentes à doçura ideal de sacarose, conforme determinado na etapa de determinação de equivalência de doçura. O painel inicialmente realizou um treinamento para

familiarização com o teste e com os atributos sensoriais, o qual consistiu de três amostras de iogurte: uma amostra sem açúcar, a segunda amostra adoçada com 8% de sacarose e a terceira amostra foi adoçada com Estévia 2 (Tabela 2) à 0,015%. O tempo total de duração foi de 30 segundos, baseados no treinamento dos provadores. Para a aquisição de dados e geração de resultados foi utilizado o software SensoMaker versão 1.8 (Nunes & Pinheiro, 2013). Os participantes foram solicitados a selecionar o gosto dominante ao longo do tempo (30 s). De acordo com a metodologia de Pineau et al. (2009), foi claramente explicado que o gosto dominante é o gosto que é percebido com maior clareza, ou seja, aquele que capta a maior atenção em determinado momento. Em seguida, os membros do painel foram convidados a colocar toda a amostra (30 g) de iogurte na boca e começar imediatamente a avaliação. Os atributos avaliados no programa foram: doce, ácido, amargo, adstringente, metálico e sabor desagradável, sendo estes levantados em sessões de grupo de foco pelos provadores selecionados.

A análise dos dados obtidos do TDS de acordo com o proposto por Pineau et al. (2009) foi realizada no software SensoMaker versão 1.9 para o cálculo das curvas de TDS, as quais foram suavizadas. Os níveis de chance e de significância foram computados, sendo o nível de chance definido como a taxa de dominância que um atributo ocorreria por acaso. O nível de significância foi considerado como o valor mínimo de uma taxa de dominância que seria improvável de ocorrer por acaso, o qual foi calculado usando o intervalo de confiança de uma proporção binomial baseada em uma aproximação normal (Pineau et al., 2009).

A partir das curvas de TDS com as linhas de significância, foram construídas curvas de diferenças entre a amostra de sacarose e cada um dos edulcorantes estudados para identificar disparidades entre cada ponto das curvas de TDS. Foram construídas subtraindo as suas taxas de dominância para cada atributo significativo em cada momento. A diferença na taxa de dominância foi

apenas plotada quando foi considerada significativamente diferente de zero. O significado da diferença foi calculado como descrito por (Pineau et al., 2009). Este último processo foi realizado no software MatLab R2017b (MathWorks, USA).

2.3.7. Aceitação do Consumidor

O teste de aceitação do consumidor foi realizado com cento e vinte consumidores para as amostras de iogurte natural adoçadas com sacarose, sucralose e edulcorantes naturais: estévias e luo han guo (Tabela 1) nas concentrações equivalentes em doçura ideal de sacarose. Os locais de realização do teste foram três academias, feito sob condições individualizadas. Os avaliadores utilizaram a escala hedônica estruturada de nove pontos (1-desgostei extremamente; 9- gostei extremamente) (Stone e Sidel, 2004). Os dados coletados foram avaliados pelo teste de Kruskal-Wallis e, para verificar as diferenças obtidas, foi aplicado o teste de Dunn. Os valores de $p < 0,05$ foram considerados estatisticamente significantes.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Concentração ideal de doçura

Entre os participantes do teste ideal de doçura 24 eram homens e 26 mulheres, 96 % praticavam atividades físicas pelo menos três vezes por semana. De acordo com a avaliação sensorial para análise do ideal de doçura, houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) em relação ao ideal de doçura das amostras. Foi desenvolvido um modelo de regressão linear para relacionar a percepção de doçura com teor de sacarose no iogurte. O melhor ajuste dos dados da regressão foi encontrado com o modelo de coeficiente linear de determinação igual a 0,87 (Figura 1). Por meio da equação de regressão ($y = 5$, sendo 5 = ideal na escala estruturada do teste) calculou-se a concentração ideal e encontrou o valor 5,1%.

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

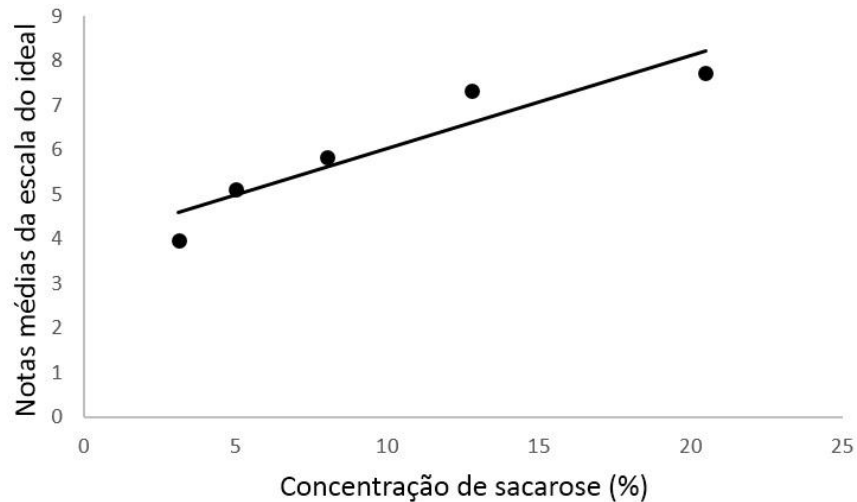


Figura 1 – Concentração ideal de sacarose a ser adicionada no iogurte natural, obtida pelo uso do teste just-right-about-scale. $R^2 = 0.8786$; $y = 0.2094x + 3.9301$.

Saint-Eve et al. (2016), estudaram a quantidade de dulçor que consumidores adicionam em um iogurte natural de 125 gramas, e encontrou uma média de 13,6 gramas de sacarose. No entanto, o grupo de consumidores caracterizados como “consumidores de baixos teores de açúcar” adicionaram em média 6,1 gramas de açúcar/125 gramas de iogurte, ou seja, 4,9%, resultado bem próximo do encontrado no presente estudo.

Uma vez que os consumidores avaliados eram praticantes de atividades físicas regulares, acredita-se que o comportamento; atitudes e os hábitos de alimentação são influenciados por esse estilo de vida, mais saudável. Por isso, o consumo de menores quantidades de açúcar é característico desse público.

3.2 Determinação de Equivalência de Doçura

A partir dos dados dos testes com escala de magnitude, os valores das concentrações (C) (eixo x) e intensidade de doçura (estimados por meio da sensação percebida) (eixo y) para a sacarose, sucralose e estévias e luo han guo foram normalizados e plotados em uma escala logarítmica. Para efeito de comparação fez-se uma regressão linear dos pontos e uma equação linear obtida para cada um deles, as quais foram apresentadas na Figura 2.

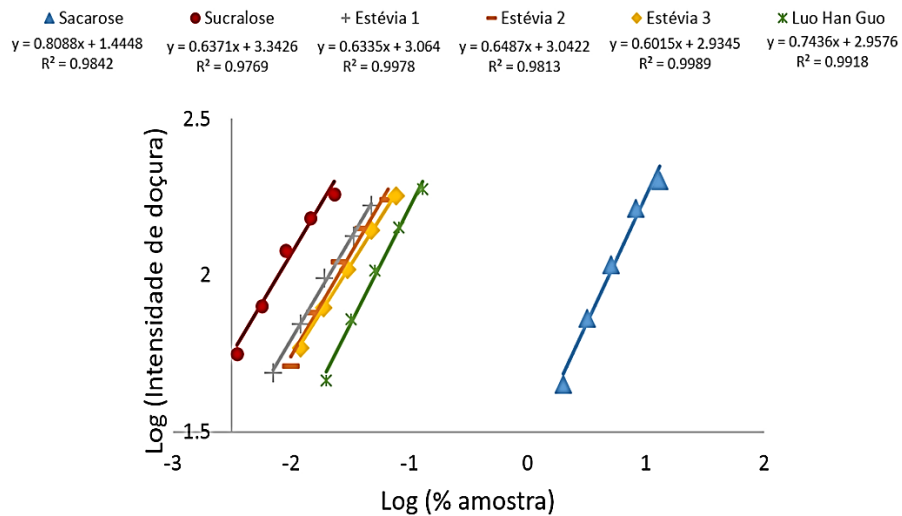


Figura 2 - Função de potência linearizada para o iogurte com sacarose e diferentes tipos de edulcorantes. Estévia 1 (95% Reb A); Estévia 2 (75% Reb A); Estévia 3 (50% Reb A) e Luo han guo (50% mogrosídeo V).

O distanciamento das curvas de sacarose e demais edulcorantes mostram que para conseguir a mesma sensação de doçura que a sacarose, quantidades menores de edulcorantes são requeridas.

A partir das equações de sacarose e diferentes tipos de edulcorantes naturais, uma “Power Function” foi obtida (Tabela 2).

Tabela 2- Função de potência (Power Function) dos resultados para determinação da doçura equivalente de diferentes edulcorantes, em relação a sacarose 5,1% em iogurte.

Amostra	Power function	Concentração Equivalente (g/100g)	Potência em relação à sacarose	Potência em relação à sucralose
Sacarose	$S=27.85(5.1)^{0.8088}$	-	-	
Sucralose	$S= 2200.9 C^{0.6371}$	0.0083	614.4	-
Estévia 1	$S=1158.7 C^{0.6335}$	0.0221	230.7	0.375
Estévia 2	$S=1101.5 C^{0.6487}$	0.0263	194	0.315
Estévia 3	$S = 860 C^{0.6015}$	0,0300	170	0.276
Luo han guo	$S = 907 C^{0.7436}$	0.0540	94.4	0.153

Estévia 1 (95% Reb A); Estévia 2 (75% Reb A); Estévia 3 (50% Reb A) e Luo han guo (50% mogrosídeo V).

Nota-se pela Função de Potência dos diferentes edulcorantes naturais em iogurte, que para promover a mesma sensação de doçura que 5,1% de sacarose em iogurte é necessário 0,022; 0,026; 0,030 e 0,054 g/100g de edulcorantes Estévias 1, 2 e 3, respectivamente e 0,054 g/100g de luohan guo.

Entre as estévias, a 1 apresentou maior potência, seguida da Estévia 2 e por último a Estévia 3 com a menor potência de doçura. A explicação para este resultado está correlacionada com a sua proporção de Rebaudiosídeo A. Maiores proporções deste composto proporcionou maior poder dulçor ao iogurte. Segundo Carakostas et al. (2012) os compostos Rebaudiosídeo A e Esteviosídeo são os glicosídeos de esteviol extraídas da planta *S. rebaudiana* que apresentam maior poder dulçor que os demais glicosídeos de esteviol. Além disso, é conhecido que o Rebaudiosídeo A apresenta um gosto doce mais limpo que os demais glicosídeos

de esteviol, devido a sua estrutura química, com a presença de 3 unidades de glicose ligada ao carbono 13 do esteviol e por apresentar grupos mais polares, o que proporciona mais solubilidade (Lindley, 2012). A doçura dos glicosídeos aumenta com a elevação da quantidade de unidades de glicose ligadas a aglicona de esteviol. No entanto, seu conteúdo na planta diminui ao mesmo tempo (Kovylyeva et al., 2007; Oliveira et al., 2007). Por isso em muitas composições de edulcorantes estévias disponíveis, estão presentes vários outros glicosídeos de esteviol juntamente com Rebaudiosídeo A.

O luo han guo apresentou a menor doçura dentre os edulcorantes naturais: 95 vezes a doçura da sacarose no iogurte natural. Existem poucos dados na literatura sobre a potência de doçura do luo han guo, mas no estudo de Kinghorn e Soejarto (1986) foi estimada a potência do composto mogrosídeo V como aproximadamente 250 vezes mais doce que a sacarose a uma concentração equivalente à 5% de sacarose em água. Embora o mogrosídeo V seja o composto de maior predominância na planta *Siraitia grosvenorii* (que dá origem ao edulcorante), o mesmo ocorre em torno de 1% nas frutas secas. Devido a este baixo teor do terpenoide, acredita-se não conseguir alta potência de doçura em produtos alimentícios (Lindley, 2012). Além disso, a fruta em si, embora doce, possui outros compostos que geram gostos adicionais no edulcorante, podendo dificultar o pronunciamento de doçura, se não extraído corretamente (Kim and Dubois, 1991). De acordo com Lindley (2012), os extratos de luo han guo comerciais atualmente disponíveis são substancialmente menos doces por causa do teor de mogrosídeo V. Por isso na prática, a potência de doçura pode atingir apenas 150 vezes a doçura da sacarose.

Esses resultados sublinham a importância da seleção de glicosídeos de esteviol e terpenóides de melhores qualidades e mais puros para obtenção de maior percepção de doçura nos produtos alimentícios.

3.3 Análise de Tempo Intensidade

A Figura 3 apresenta as curvas de tempo-intensidade de doçura

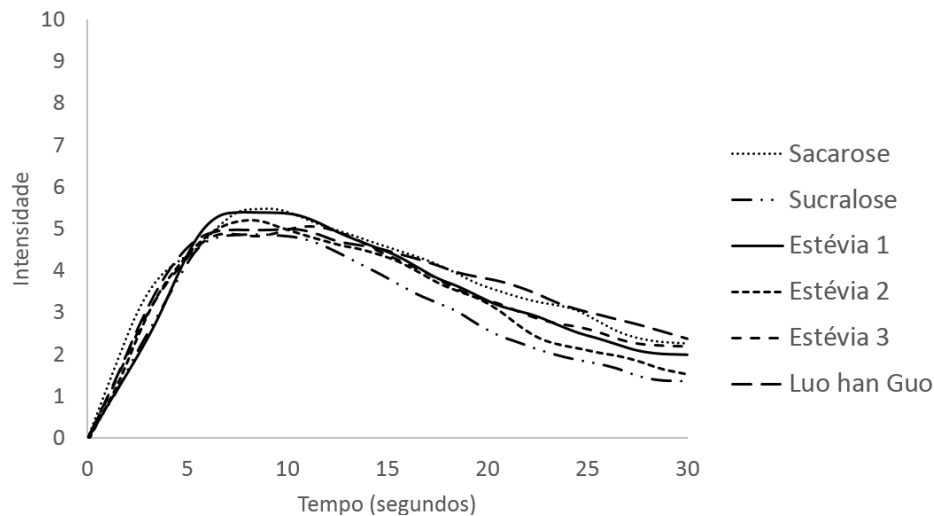


Figura 3- Curvas de tempo-intensidade de doçura para os diferentes edulcorantes em concentrações equivalentes à 5,1% de sacarose: Sucralose; Estévia 1 (95% Reb A); Estévia 2 (75% Reb A); Estévia 3 (50% Reb A) e Luo han Guo (mogrosídeo V) nas concentrações 0.0221, 0.0263, 0.03, e 0.054% respectivamente.

Verificamos que os perfis de doçura dos edulcorantes naturais em comparação com a sacarose foram bem semelhantes, com a intensidade aumentando rapidamente durante os 5 primeiros segundos, atingindo intensidade máxima entre aproximadamente entre 5 a 10 segundos e decaindo lentamente. Não houve diferença significativa pela análise de variância para todos os parâmetros avaliados para os diferentes edulcorantes no iogurte. Sendo assim, a análise de tempo-intensidade confirma a análise de estimação de magnitude ao mostrar a equivalência de doçura dos edulcorantes em relação á sacarose 5,1% em iogurte. No estudo de De Melo et al. (2007) com achocolatado com sacarose, sucralose e estévia, respectivamente, os perfis de tempo intensidade para doçura mostraram-se semelhantes.

3.4 Dominância Temporal das Sensações

De acordo com as curvas de TDS de cada amostra de iogurte com os diferentes edulcorantes, observou-se que as sensações dominantes significativamente foram o gosto doce e ácido para todas as amostras, a exceção daquela adoçada como luo han guo. Neste iogurte, prevaleceu em todo o tempo a dominância da doçura. O iogurte adoçado com sacarose (Figura 4) foi o que obteve maior taxa de dominância máxima para o atributo doce (aproximadamente 0,7), seguido da amostra com luo han guo (0,6) e sucralose (0,5). As demais amostras tiveram taxa de dominância máxima de doçura próxima de 0,4.

O gosto ácido foi quase totalmente mascarado pelo gosto doce no iogurte com sacarose (figura 4) e algo similar ocorreu nas amostras de iogurte adoçadas com estévia 2 (Figura 7) e luo han guo (Figura 9). Neste caso, provavelmente ocorreu um efeito de supressão de mistura, o qual pode acontecer naturalmente em matrizes alimentícias complexas. Um dos clássicos exemplos deste processo envolve a doçura da sacarose e a acidez de outro componente da matriz, sendo que a sacarose é a que normalmente causa a supressão (Lawless and Heyman, 2010). De acordo com Lawless and Heyman, 2010, em muitos alimentos, essas interações são importantes para equilibrar os sabores e determinar a atração geral destes produtos.

Na amostra adoçada com sucralose (Figura 5), observou-se predominância na percepção do gosto doce e ácido, sendo que a doçura obteve uma maior taxa de dominância e por um tempo maior que o gosto ácido.

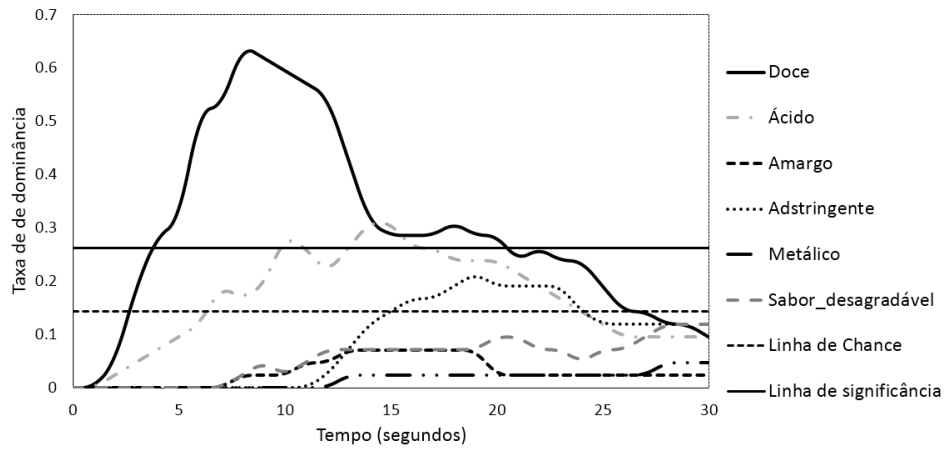


Figura 4- Curvas de TDS para o iogurte adoçado com sacarose a 5,1%

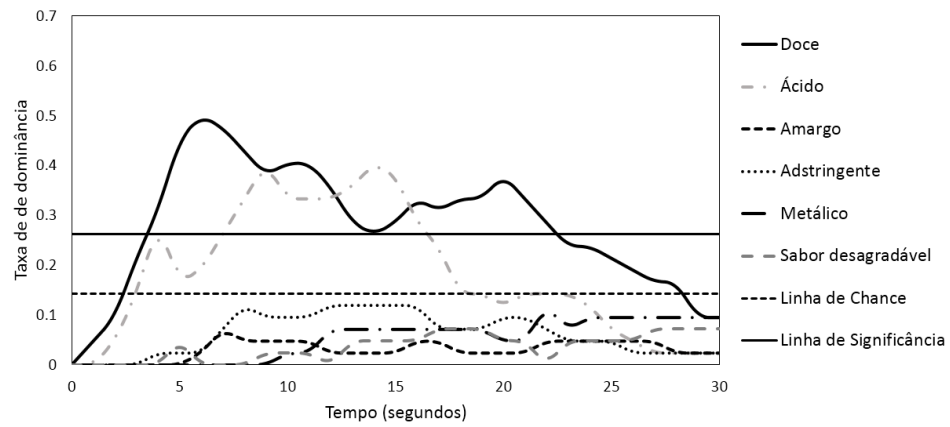


Figura 5 - Curvas de TDS para o iogurte adoçado com sucralose a 0,0083%

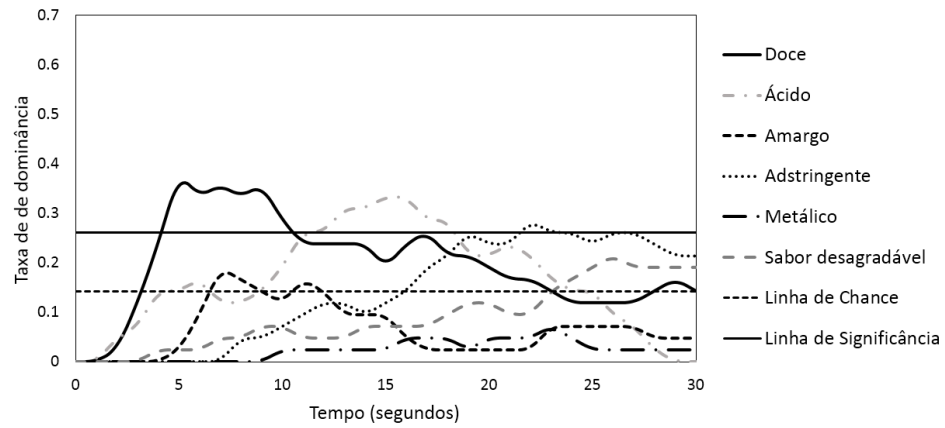


Figura 6 - Curvas de TDS para o iogurte adoçado com Estévia 1 (95% Reb. A) a 0.0221%

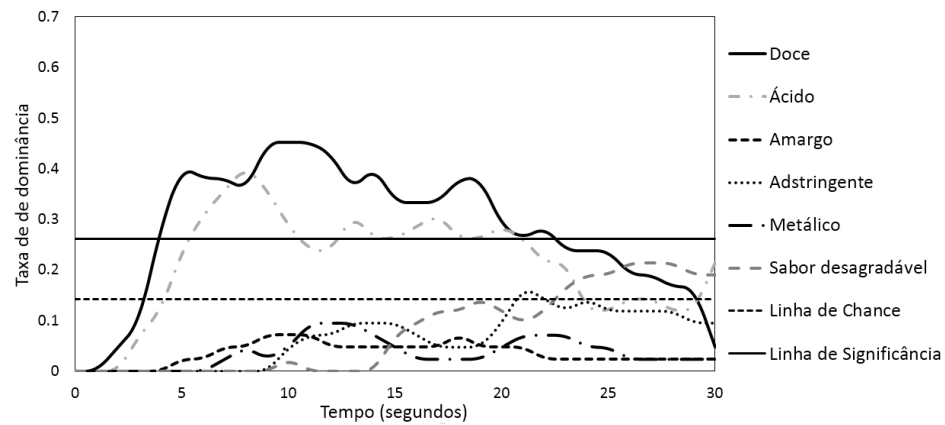


Figura 7 - Curvas de TDS para o iogurte adoçado com Estévia 2 (75% Reb. A) a 0.0263%

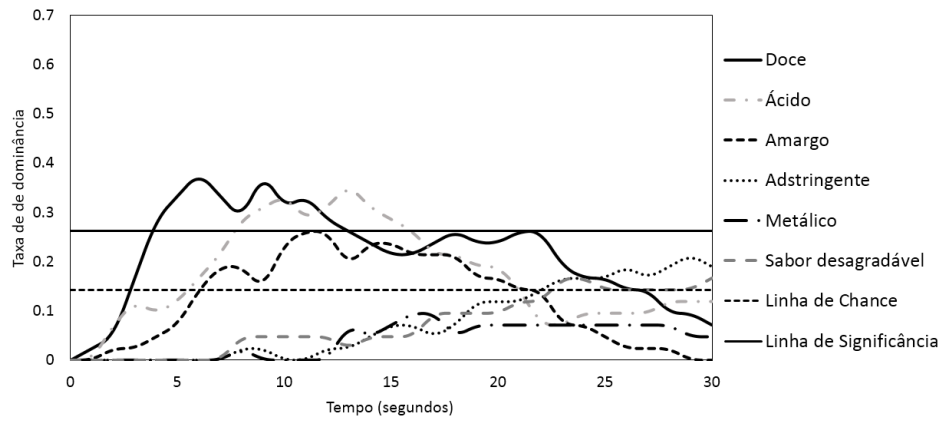


Figura 8 - Curvas de TDS para o iogurte adoçado com Estévia 3 (50% Reb. A) a 0.030%

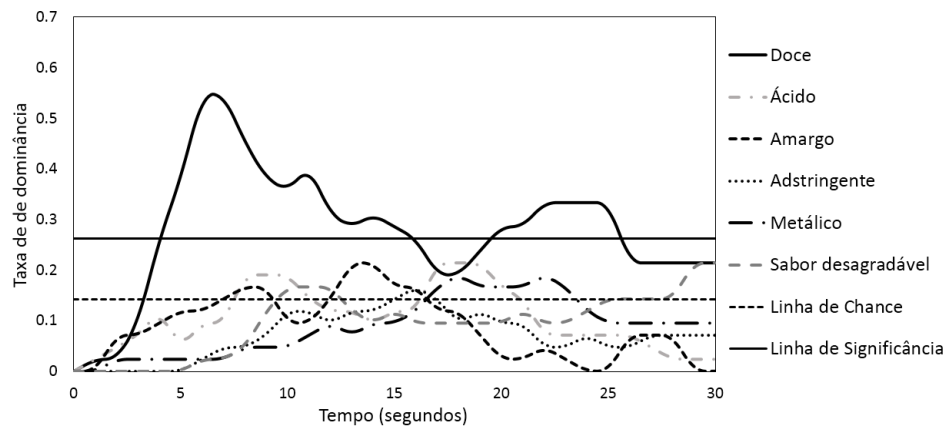


Figura 9 - Curvas de TDS para o iogurte adoçado com Luo han guo (50% mogrosídeo V) a 0,054%

Nas amostras com Estévia 1 (Figura 6) e Estévia 3 (Figura 7), houve uma combinação na dominância entre o gosto doce e ácido ao longo do tempo, no entanto a doçura não sobrepôs a acidez, ou seja, o gosto doce foi percebido como dominante no início da análise e próximo a metade do tempo houve dominância de gosto ácido. O gosto ácido encontrado como dominante neste estudo se deve a característica sensorial do iogurte natural, proveniente da fermentação láctea, originando ácido láctico e portanto, acidez (Tamime e Deeth, 1989). No estudo de Narayanan et al. (2014), os atributos doce e ácido também prevaleceram em iogurte com baixo teor de gordura e adoçados com Estévia.

O gosto amargo foi dominante na amostra Estévia 3 (tocou a linha de significância), o que não ocorreu na amostra Estévia 1 e 2, com maiores concentrações de Rebaudiosídeo A. Provavelmente a constituição da Estévia 3 pode ter influenciado nessa percepção, ou seja, a presença de uma maior quantidade de mistura de outros glicosídeos de esteviol, que não eram Rebaudiosídeo A, pode ter gerado gosto amargo. Em geral vários autores relataram amargor em amostras adoçadas com extrato de Estévia, independente da composição (Cardello et al., 1999; Prakash et al., 2008; Li et al., 2015), no entanto, no estudo de Freitas et al. (2015) foi encontrado gosto amargo em amostras de suco de pitanga adoçados com glicosídeos de esteviol Rebaudiosídeo A 95% e 40%, revelando ainda que na primeira houve uma menor tendência ao amargor, o que está de acordo com o presente estudo.

Apenas na amostra Estévia 1 o atributo adstringente foi percebido. Baseado no trabalho de Li et al. (2015) de achocolatado adoçado com estévia e mix de estévia com sacarose, em que percepção da sensação adstringente aumentou com o aumento da concentração de estévia no tratamento, sugere-se que edulcorantes estévias também podem originar sensações como esta, além de gosto amargo.

As curvas de diferenças de TDS entre pares de amostras, comparando a sacarose e os demais edulcorantes foram dispostas nas Figuras 10, 11, 12, 13 e 14. Valores positivos para a diferença indicam que a primeira amostra recebeu maiores taxas de dominância do que a segunda amostra, enquanto os valores negativos indicam o contrário, observados pelo eixo y. O quadrante superior representa diferença para a primeira amostra e o inferior para a segunda amostra.

A sacarose apresentou diferença sensorial das amostras com sucralose e com as diferentes estévias principalmente em relação à predominância da percepção de doçura.

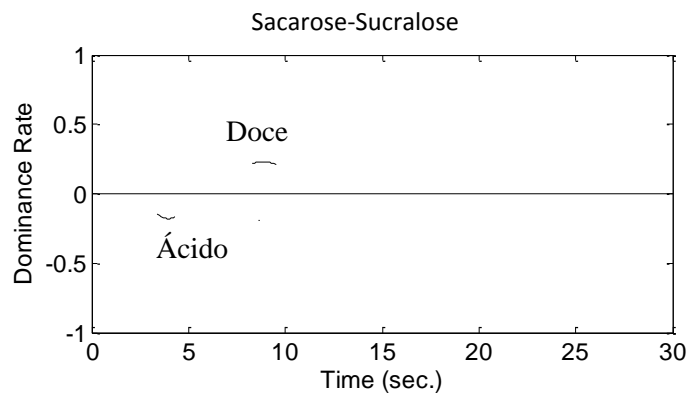


Figura 10 - Curvas de diferença do TDS entre sacarose e sucralose

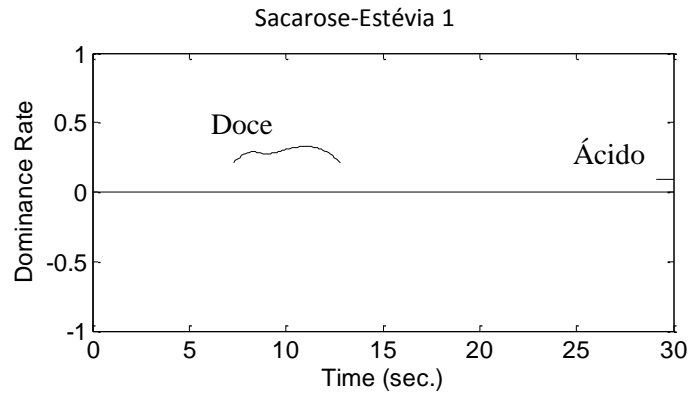


Figura 11 - Curvas de diferença do TDS entre sacarose e estévia 1 (95% Reb A)

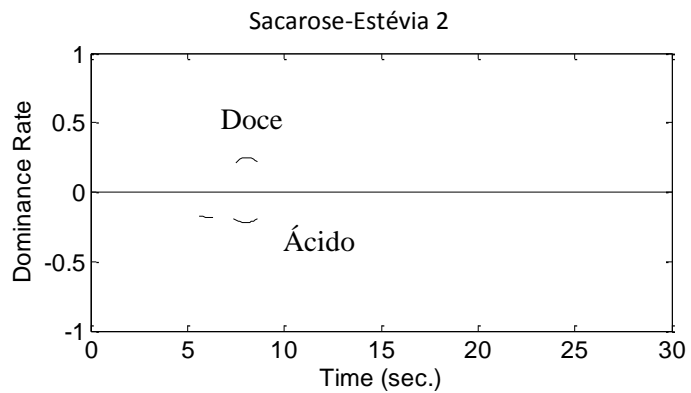


Figura 12 - Curvas de diferença do TDS entre sacarose e estévia 2 (75% Reb A)

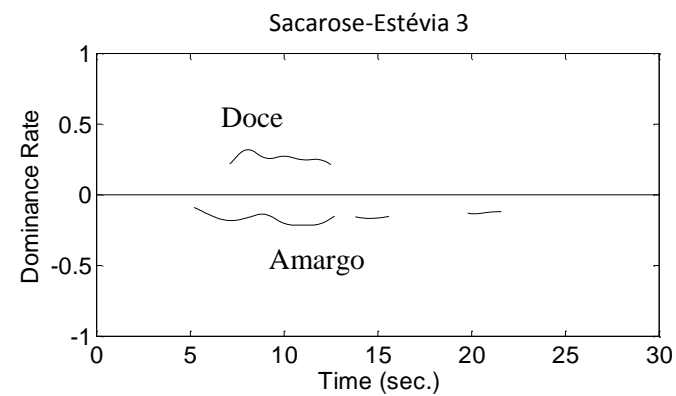


Figura 13 - Curvas de diferença do TDS entre sacarose e estévia 3 (50% Reb A)

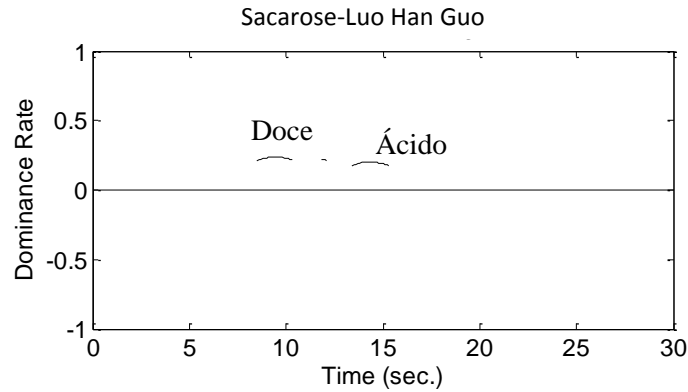


Figura 14 - Curvas de diferença do TDS entre sacarose e luo han guo

As curvas de diferença do TDS para o iogurte adoçado com sucralose e os iogurtes adoçados com os demais edulcorantes naturais obtidas foram apresentadas nas Figuras 15, 16, 17 e 18. As diferenças ocorreram principalmente ao atributo ácido, uma vez que comparando com as amostras com Estévia 1 (Figura 15) e luo han guo (Figura 18), a amostra com sucralose apresentou predominância de acidez, o contrário aconteceu para a Estévia 2 (Figura 16), no fim da ingestão. Por outro lado, as amostras com Estévia 1 (Figura 15) e Estévia 3 (figura 17) apresentaram predominância de adstringência e gosto amargo, respectivamente, em relação a amostra com sucralose.

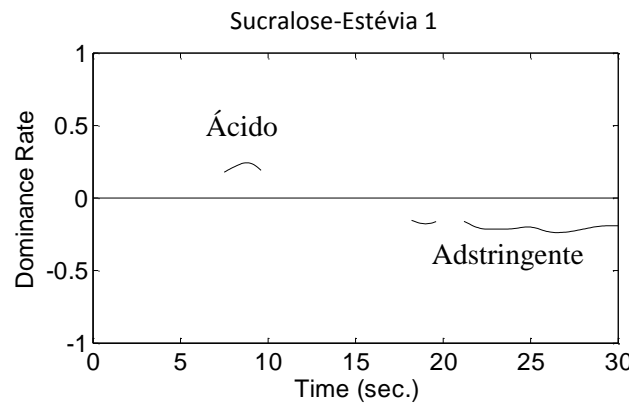


Figura 15 - Curvas de diferença do TDS entre sucralose e estévia 1 (95% Reb A)

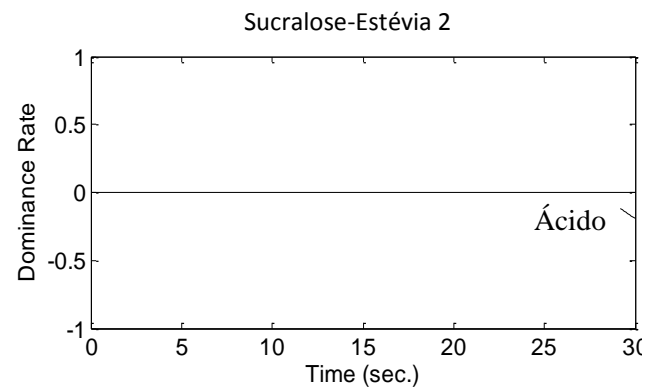


Figura 16 - Curvas de diferença do TDS entre sucralose e estévia 2 (75% Reb A)

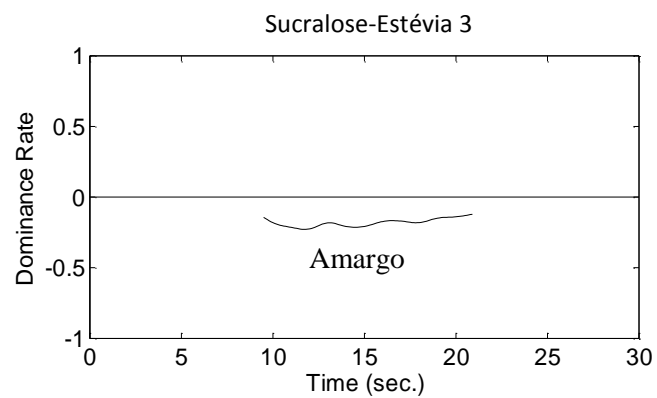


Figura 17 - Curvas de diferença do TDS entre sucralose e estévia 3 (50% Reb A)

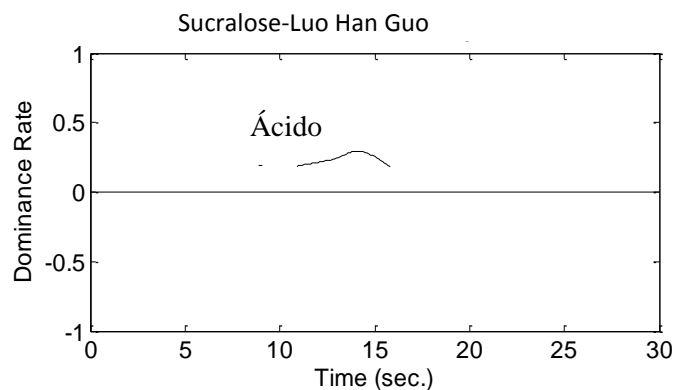


Figura 18 - Curvas de diferença do TDS entre sucralose e luo han guo (50% mogrosídeo V)

Em geral, os resultados das curvas de diferença do TDS mostraram que a doçura percebida da sacarose destaca-se mais no iogurte do que a doçura dos demais edulcorantes. A sacarose foi descrita como uma potente supressora em misturas complexas (Green et al., 2010), independente dos demais gostos envolvidos. Desta forma, no iogurte natural do presente trabalho, o efeito de supressão da doçura da sacarose sob a acidez deste produto e demais atributos foi evidenciado.

Por outro lado, especificamente quanto a doçura, os edulcorantes Estévias parecem se assemelhar mais com a sucralose, uma vez que não houve diferenças significativas de doçura entre eles. No entanto, outros atributos como o gosto amargo e a sensação adstringente, envolvidos no perfil sensorial da Estévia 1 e 3, respectivamente, diferenciaram-nas da sucralose.

O luo han guo diferiu tanto do perfil da sacarose quanto da sucralose uma vez que apresentou apenas doçura, evidenciando um perfil bem peculiar. Embora em outros estudos ele tenha sido relatado com sensação metálica e desagradável

(Reis et al. 2017), no presente estudo, com iogurte, tais gostos não foram evidentes.

Como a intensidade de doçura foi semelhante entre todos os tratamentos, as diferenças encontradas entre os edulcorantes naturais identificadas pelo TDS, quando comparadas à sacarose e sucralose, provavelmente se devem as características das composições dos edulcorantes e estas podem originar sensações peculiares, como amargor e adstringência, dependendo do composto envolvido em suas formulações (Li et al., 2015).

Estes resultados ressaltam a importância do estudo descritivo sensorial de diferentes edulcorantes naturais em diversas matrizes alimentares para posterior comercialização, uma vez que diferentes composições ou edulcorantes naturais de diferentes fontes podem provocar características muito peculiares aos produtos.

3.5. Aceitação do consumidor

A aceitação dos iogurtes adoçados com diferentes edulcorantes em concentrações equivalentes à 5,1% de sacarose foram expostas na Tabela 5. Os consumidores foram constituídos por 60,2% do sexo feminino e 65,3% na faixa etária entre 18 a 30 anos de idade.

Os resultados do teste de aceitação sensorial mostraram que o iogurte adoçado com edulcorante sucralose foi o mais aceito, diferindo significativamente dos demais edulcorantes, com média entre os termos gostei moderadamente a gostei muito. A sucralose é um edulcorante artificial já bem estabelecido no mercado e por isso os consumidores já se acostumaram com seu uso em diversos produtos, tendo assim uma aceitação tão boa quanto da sacarose. Embora o perfil da sucralose tenha apresentado uma acidez mais pronunciada do iogurte, podemos constatar que a percepção de acidez não foi um ponto negativo no iogurte natural no presente trabalho, uma vez que não houve rejeição. O contrário foi observado

Tabela 3 – Aceitação do consumidor de iogurte com diferentes edulcorantes

Amostra	Médias*
Sacarose	7,0 b
Sucralose	7,4 a
Estévia 1	6,5 c
Estévia 2	6,8 bc
Estévia 3	6,4 c
Luo han guo	6,2 cd

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem ao nível de 5% de significância Estévia 1 (95% Reb A); Estévia 2 (75% Reb A); Estévia 3 (50% Reb A); Luo han guo (50% mogrosídeo V)

em iogurte adoçado com Estévia e aromatizado com baunilha no trabalho de Narayanan et al. (2014), em que a percepção de acidez afetou a aceitação dos consumidores. No presente trabalho, entende-se que a percepção de acidez é vista pelos consumidores como uma característica própria do iogurte natural e então requerida neste tipo de produto.

Estatisticamente, os tratamentos com edulcorantes naturais não diferiram daquele com sacarose para aceitação dos consumidores. Isto demonstra que tais edulcorantes possuem potencial para substituição total de sacarose no iogurte. Freitas et al. (2016), não encontrou diferença na aceitação entre stévia 40% Rebaudiosídeo e 95% Rebaudiosídeo no suco de pitanga, já Dutra e Bolini, (2013), declararam que um nível maior de Rebaudiosídeo é requerido para uma maior aceitação no suco de acerola. No trabalho de Reis et al. (2017), suco de laranja adoçado com luo han guo também não foi bem aceito, devido ao fornecimento de gosto artificial, desagradável e metálico ao suco. Também usando luo han guo, mas em achocolado, Li et al. (2015) avaliou substituições parciais do edulcorante e sacarose e destacaram que melhores resultados na

aceitação foram encontrados em substituições 25% de sacarose. Embora no presente estudo, possíveis gostos considerados indesejáveis, como amargor e adstringência, tenham sido encontrados, a aceitação geral no iogurte não foi comprometida. Em síntese, os efeitos dos edulcorantes naturais nas propriedades sensoriais são diferentes para cada matriz alimentícia e assim são necessários estudos para cada uma delas, na busca de melhor aceitação sensorial.

Diante das características de intensidade, perfil sensorial e aceitação do consumidor dos edulcorantes naturais estudados, destaca-se que os mesmos possuem potencial aplicação em iogurte natural. Buscando encontrar aquele que promove o melhor custo-benefício, sublinhamos que a Estévia 2, que apresentou um perfil sensorial sem sabores desagradáveis, como aquela mais viável. Ressalta-se que a aplicação desta composição da Estévia 2 pode não ser uma melhor opção para outro produto, uma vez que a união de diferentes sabores e gostos quando unidas às características sensoriais do edulcorante levam à produção de perfis sensoriais muito diversos. Por isso, a seleção cuidadosa do tipo e concentração do edulcorante natural comercial e seu estudo sensorial é imprescindível antes do lançamento do produto.

4. CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo mostraram que o *luo han guo* apresentou uma baixa potência de doçura em relação aos edulcorantes estéviás.

Maiores teores de Rebaudiosídeo A na Estévia podem promover maior potência de doçura no iogurte natural ao contrário de tratamentos com maiores teores de misturas de glicosídeos de esteviol.

Embora os perfis de doçura dos edulcorantes naturais foram encontrados como semelhantes à sacarose e sucralose, sensações indesejáveis ao produto,

como amargor e adstringência, foram encontradas em amostras com estévia. Entretanto, estas sensações não comprometeram a aceitação dos consumidores.

Na produção de melhores características sensoriais no iogurte uma composição de estévia com 75% de Rebaudiosídeo A + misturas de outros glicosídeos de esteviol foi identificada pelo TDS como a mais viável.

AGRADECIMENTOS

Ao apoio financeiro da CAPES e CNPq e ao Laticínios Verde Campo pela doação de produtos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ALIMENTOS E BEBIDAS. ABIA. **Ministério da Saúde e setor produtivo promovem debate sobre redução de açúcar nos alimentos industrializados**. Disponível em: https://www.abia.org.br/vsn/tmp_2.aspx?id=338. Acessado em 18/03/18. 2017.

ABDULLAH, A. & CHENG, T.C. Optimization of reduced calorie tropical mixed fruits jam. **Food Quality and Preference**, v. 12, p. 63–68, 2001.

ABOU-ARAB, A. E.; ABOU-ARAB, A. A.; ABU-SALEM, M. F. Physico-chemical assessment of natural sweeteners steviosides produced from *Stevia rebaudiana* Bertoni plant. **African Journal of Food Science**, v. 4, n. 5, p. 269-281, 2010.

ANTON, Stephen D. et al. Effects of stevia, aspartame, and sucrose on food intake, satiety, and postprandial glucose and insulin levels. **Appetite**, v. 55, n. 1, p. 37-43, 2010.

CARAKOSTAS, M.; PRAKASH, I., KINGHORN, A. D.; WU, C. D. SOEJARTO, D. D. Steviol Glicosides. In: O'BRIEN NABORS. **Alternative Sweeteners**. Boca Raton: CRC Press, 2012. p. 159-162.

CARDELLO, H. M. A. B.; DA SILVA, M. A. P. A.; DAMASIO, M. H. Measurement of the relative sweetness of stevia extract, aspartame and cyclamate/saccharin blend as compared to sucrose at different concentrations. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 54, n. 2, p. 119-129, 1999.

CARDOSO, J.M.P.; CARDELLO, H.M.A.B. 2003. Potência edulcorante, doçura equivalente e aceitação de diferentes edulcorantes em bebida preparada com erva-mate (*paraguariensis* ST. HIL.) em pó solúvel, quando servida quente. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 14, n. 2, 2009.

CHEN, T. H. et al. Mechanism of the hypoglycemic effect of stevioside, a glycoside of *Stevia rebaudiana*. **Planta medica**, v. 71, n. 02, p. 108-113, 2005.

CHOI, J.; CHUNG, S. Sweetness potency and sweetness synergism of sweeteners in milk and coffee systems. **Food Research International**, v. 74, p. 168-176, 2015.

CHOLLET, M. et al. Acceptance of sugar reduction in flavored yogurt. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 9, p. 5501-5511, 2013.

CODE OF FEDERAL REGULATIONS (CRF). Title 21, Sections 170.30, 170.35, US Government Printing Office, Washington, DC, April 1. 2010.

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

DE, MELO et al. Equisweet milk chocolates with intense sweeteners using time-intensity method. **Journal of Food Quality**, v. 30, n. 6, p. 1056-1067, 2007.

DE OLIVEIRA, B. H. et al. Enzymatic modification of stevioside by cell-free extract of *Gibberella fujikuroi*. **Journal of Biotechnology**, v. 131, n. 1, p. 92-96, 2007.

EDWARDS, C. H. et al. The role of sugars and sweeteners in food, diet and health: Alternatives for the future. **Trends in food science & technology**, v. 56, p. 158-166, 2016.

FAGHERAZZI, et al. Consumption of artificially and sugar-sweetened beverages and incident type 2 diabetes in the Etude Epidemiologique aupres des femmes de la Mutuelle Generale de l'Education Nationale-European prospective investigation into cancer and nutrition cohort. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 97, p. 517-523, 2013.

FOOD AND ADMINISTRATION (FDA) 2018 GRAS Notices Disponível em: <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/fdcc/?set=GRASNotices>. Acessado em: 13/03/18.

FREITAS, M. L. F.; DUTRA, M. B. de L.; BOLINI, H. M. A. Sensory profile and acceptability for pitanga (*Eugenia uniflora* L.) nectar with different sweeteners. **Food Science and Technology International**, v. 22, n. 8, p. 720-731, 2016.

GAO, J. et al. Effect of sugar replacement with stevianna and inulin on the texture and predictive glycaemic response of muffins. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 51, n. 9, p. 1979-1987, 2016.

GILLE, D.; PICCINALI, P.; BROMBACH, C. Milch-und Zwischenmahlzeitenkonsum der Schweizer Generation 50+. **Ernahrung im Fokus**, v. 12, n. 1, p. 14-18, 2012.

GREEN, B. G. et al. Taste mixture interactions: suppression, additivity, and the predominance of sweetness. **Physiology & Behavior**, v. 101, n. 5, p. 731-737, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DEFESA DO CONSUMIDOR. IDEC 2017. **Acordos para reduzir sódio e açúcar em produtos industrializados são falhos** Disponível em: <https://www.idec.org.br/em-acao/em-foco/idec-aponta-problemas-em-acordos-de-reduco-de-sodio-e-acucar-nos-produtos-industrializados>. Acesso em 13/03/18.

LI, X. E.; LOPETCHARAT, K.; DRAKE, M. A. Parents' and children's acceptance of skim chocolate milks sweetened by monk fruit and stevia leaf extracts. **Journal of Food Science**, v. 80, n. 5, 2015.

LUTSEY, P. L.; STEFFEN, L. M.; STEVENS, J. Dietary intake and the development of the metabolic syndrome: the Atherosclerosis Risk in Communities study. **Circulation**, v. 117, n. 6, p. 754-761, 2008.

KINGHORN, A.D. SOEJARTO, D.D. Sweetening agents of plant origin. **CRC Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 4, p. 79-120, 1986.

LAWLESS, H.T.; HEYMANN, H. 2010. **Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices**. Springer New York, 2010.

LI, X. E.; LOPETCHARAT, K.; DRAKE, M. A. Parents' and children's acceptance of skim chocolate milks sweetened by monk fruit and stevia leaf extracts. **Journal of Food Science**, v. 80, n. 5, 2015.

KEAST, R. S. J; BRESLIN, P. A. S. An overview of binary taste-taste interactions. **Food Quality and Preference**, v. 14, n. 2, p. 111-124, 2003.

KOVYLYAEVA, G. I. et al. Glycosides from *Stevia rebaudiana*. **Chemistry of Natural Compounds**, v. 43, n. 1, p. 81-85, 2007.

KINGHORN, A. D.; COMPADRE, C. M. Less common high-potency sweeteners. In: O'BRIEN NABORS. **Alternative Sweeteners**. Boca Raton: CRC Press, 2012, p. 197-218,

KIM, S. H.; DUBOIS, G. E. Natural high potency sweeteners. In: MARIE, S. ; PIGGOTT, J.R. (eds). **Handbook of Sweeteners**, Blackie, Glasgow and London: Springer, 1991, pp. 116–185.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION- ISO 8586. (2012). Sensory analysis. **General guidelines for the selection, training and monitoring of selected assessors and expert sensory assessors**.

MACFIE, H.J.; BRATCHELL, N.; GREENHOFF, K.; VALLIS, L.V. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. **Journal of Sensory Studies**, v.4, p. 129-148, 1989.

MEILGAARD, M. C.; CARR, B. T.; CIVILLE, G. V. **Sensory Evaluation Techniques**. CRC Press, 2006.

MOLINARY, S.V.; QUINLAN, M. E. Sucralose. In: O'DONNELL, K.; KEARSLEY, M. (Ed.). **Sweeteners and Sugar alternatives in Food Technology**. Oxford: Wiley-Blackwell, 2012.

MOSKOWITZ, H.R. 1970. Ratio scales of sugar sweetness. **Percept.Psychophys**, v.7, p. 315–320, 1970.

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**, v. 97, n. 6, p. 3262-3272, 2014.

NETTLETON, J. E.; REIMER, R. A.; SHEARER, J. Reshaping the gut microbiota: Impact of low calorie sweeteners and the link to insulin resistance?. **Physiology & Behavior**, v. 164, p. 488-493, 2016.

NUNES, C.A.; PINHEIRO, A.C.M. 2013. SensoMaker, version 1.8. UFLA, Lavras.

O'DONNELL, K.; KEARSLEY, M. **Sweeteners and sugar alternatives in food technology**. Oxford: Wiley-Blackwell, 2012.

PINHEIRO, A.C.M., NUNES, C.A.;VIETORIS, V. **SensoMaker: a tool for sensorial characterization of food products**. *Ciência e Agrotecnologia*, v.37, p. 199-201, 2013.

PINEAU, N., SCHLICH, P., CORDELLE, S., MATHONNERE, C., ISSANCHOU, S., IMBERT, A., et al. Temporal dominance of sensations: construction of the TDS curves and comparison with time intensity. **Food Quality and Preference**, Oxford, v. 20, p. 450-455, 2009.

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

PRAKASH, I. et al. Development of rebiana, a natural, non-caloric sweetener. **Food and Chemical Toxicology**, v. 46, n. 7, p. S75-S82, 2008.

REIS, F. et al. Comparison of Two Methodologies for Estimating Equivalent Sweet Concentration of High-Intensity Sweeteners with Untrained Assessors: Case Study with Orange/Pomegranate Juice. **Journal of Sensory Studies**, Westport, v. 31, n. 4, p. 341-347, 2016.

REIS, Felipe et al. The role of information on consumer sensory, hedonic and wellbeing perception of sugar-reduced products: Case study with orange/pomegranate juice. **Food Quality and Preference**, Oxford, v. 62, p. 227-236, 2017.

SAINT-EVE, Anne et al. How much sugar do consumers add to plain yogurts? Insights from a study examining French consumer behavior and self-reported habits. **Appetite**, London, v. 99, p. 277-284, 2016.

STONE, H.; SIDEL, J. L. Affective testing. In: **Sensory Evaluation Practices** San Diego: Elsevier, 2004. p. 247-277.

SOUZA, V.R., MARQUES, T.V., GONCALVES, C.S., CARNEIRO, J.D.S., PINHEIRO, A.C.M.; NUNES, C.A. Salt equivalence and temporal dominance of sensations of different sodium chloride substitutes in butter. **Journal of Dairy Research**, v. 80, p.319-325, 2013.

SOUZA, V.R., PINHEIRO, A.C.M., CARNEIRO, J.D.S., PINTO, S.M., ABREU, L.R., MENEZES, C.C. Analysis of various sweeteners in petit Suisse cheese: Determination of the ideal and equivalent sweetness. **Journal of Sensory Studies**, v.26, p.339-345, 2011.

SPILLANE, W. J. **Optimising sweet taste in foods**. Boca Raton: CRC Press: Cambridge, England : Woodhead. 2006.

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

SUZUKI, Yasushi A. et al. Triterpene glycosides of *Siraitia grosvenori* inhibit rat intestinal maltase and suppress the rise in blood glucose level after a single oral administration of maltose in rats. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 8, p. 2941-2946, 2005.

TAKEMOTO, T. et al. Studies on the constituents of *Fructus momordicae*. II. Structure of sapogenin. *Yakugaku zasshi*: **Journal of the Pharmaceutical Society of Japan**, v. 103, n. 11, p. 1155, 1983.

TAMIME, A. Y.; ROBINSON, H. eds. **Yogurt: Science and Technology**. Oxford: Pergamon Press, 1989. 421p.

TOMIC, O., NILSEN, A.N., MARTENS, M. and NÆS, T. Visualization of sensory profiling data for performance monitoring. **Food Science and Technology**, v.40, p.262–269, 2007.

ZAHN, S. et al. Combined use of rebaudioside A and fibres for partial sucrose replacement in muffins. **LWT-Food Science and Technology**, v. 50, n. 2, p. 695-701, 2013.

ZHANG, H. et al. Identification of flavonol and triterpene glycosides in Luo-Han-Guo extract using ultra-high performance liquid chromatography/quadrupole time-of-flight mass spectrometry. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 25, n. 2, p. 142-148, 2012.