



**ANA ALICE ANDRADE OLIVEIRA**

**ESTUDOS SENSORIAIS PARA REDUÇÃO DE AÇÚCAR E  
GORDURA EM IOGURTE E COOKIE**

**LAVRAS-MG  
2019**

**ANA ALICE ANDRADE OLIVEIRA**

**ESTUDOS SENSORIAIS PARA REDUÇÃO DE AÇÚCAR E GORDURA  
EM IOGURTE E COOKIE**

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

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Carla Marques Pinheiro  
Orientadora

**LAVRAS-MG  
2019**

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

Oliveira, Ana Alice Andrade.

Estudos sensoriais para redução de açúcar e gordura em iogurte e cookie / Ana Alice Andrade Oliveira. - 2019.

87 p.

Orientador(a): Ana Carla Marques Pinheiro.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2019.

Bibliografia.

1. Dominância temporal de sensações. 2. Pivot profile. 3. Tempo-intensidade. I. Pinheiro, Ana Carla Marques. II. Título.

**ANA ALICE ANDRADE OLIVEIRA**

**ESTUDOS SENSORIAIS PARA REDUÇÃO DE AÇÚCAR E GORDURA  
EM IOGURTE E COOKIE**

**SENSORY STUDIES FOR SUGAR AND FAT REDUCTION IN YOGHURT AND  
COOKIE**

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

APROVADA em 30 de agosto de 2019.

Dra. Ana Carla Marques Pinheiro UFLA

Dra. Joelma Pereira UFLA

Dra. Sabrina Carvalho Bastos UFLA

Dra. Elisângela Elena Nunes Carvalho UFLA

Dr. Erick Almeida Esmerino UFRRJ

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Carla Marques Pinheiro  
Orientadora

**LAVRAS–MG  
2019**

*Aos meus pais, Silvia e André (in memoriam) pelo amor, incentivo e carinho*

***Dedico***

## AGRADECIMENTOS

À minha família, pelo amor, incentivo e apoio.

À Prof.<sup>a</sup> Ana Carla, pela amizade, paciência, apoio e ensinamentos.

Aos membros da banca examinadora, Prof. Erick, Prof. Elisângela, Prof. Luísa e Prof.<sup>a</sup> Patrícia, pela atenção e disponibilidade em colaborar neste trabalho.

À Prof.<sup>a</sup> Joelma, pela amizade, apoio e por disponibilizar o Laboratório de Grãos, Raízes e Tubérculos para a realização dos experimentos.

À Prof.<sup>a</sup> Sabrina, pela atenção e contribuições ao trabalho.

Ao Programa de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos, pela oportunidade de ingressar no programa de pós-graduação e realizar este trabalho.

Ao DCA e à UFLA, pela oportunidade de iniciar o doutorado e pela concessão de afastamento.

Aos professores e técnicos-administrativos do DCA pela amizade, companheirismo e incentivo.

À Cidinha pela amizade, atenção e assistência no desenvolvimento do trabalho.

Às colegas do Laboratório de Análise Sensorial pela colaboração nos experimentos, pelo apoio e amizade.

Às bolsistas de iniciação científica, Maria Eduarda e Sandy, pelo auxílio nos experimentos.

Aos meus amigos, pelo carinho, incentivo e por tornar este período mais leve e divertido.

A todos que colaboraram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho, muito obrigada!

“Se você remover pedra por pedra,  
até mesmo uma montanha será demolida.”

(Provérbio hindu)

## RESUMO GERAL

A associação entre obesidade, diabetes, câncer e doenças cardiovasculares e a ingestão de açúcar e gordura provocou o aumento de iniciativas para a redução do consumo de produtos com altas concentrações de açúcar e gordura. Propostas como reformulação dos produtos, redução das porções, mudanças na rotulagem, taxaço e restrições ao marketing de produtos pouco saudáveis têm sido avaliadas para conter o avanço de doenças crônicas não-transmissíveis. Entre estas estratégias, a reformulação destacou-se por não implicar em grandes mudanças nos hábitos dos consumidores. No entanto, problemas relacionados à segurança e aspectos tecnológicos e sensoriais dificultam o desenvolvimento de produtos com teor de açúcar e gordura reduzidos. O objetivo deste trabalho foi verificar a influência da redução de açúcar e gordura no perfil sensorial dos produtos e avaliar o impacto da redução na aceitação e na preferência dos consumidores. Foram realizados dois estudos, um com iogurte e outro com biscoitos tipo “cookie”. No primeiro, foi avaliado o efeito da adição de aromas, morango e baunilha, na percepção de gosto doce, em iogurte com teor de açúcar reduzido. Para isto, foram aplicados os métodos Tempo-intensidade (TI), Dominância Temporal de Sensações (TDS) e teste de aceitação. Os resultados revelaram que os iogurtes com 25% de redução de açúcar e 0,2% de aroma de baunilha apresentaram características muito semelhantes aos iogurtes sem redução de sacarose. Ainda que a adição do aroma de morango não tenha proporcionado aumento da percepção de doçura da mesma forma que o aroma de baunilha, o iogurte com 25% de redução de açúcar e 0,2% de aroma apresentou boa aceitação, semelhante às amostras com concentração ideal. Conclui-se que o estudo da interação aroma-sabor pode colaborar para a formulação de produtos com teor de açúcar reduzido. No segundo artigo, aplicou-se o Pivot<sup>®</sup> Profile na caracterização de biscoitos com teor de açúcar e gordura reduzidos, avaliando a interferência da informação sobre a redução na preferência e na caracterização dos produtos. O Pivot<sup>®</sup> Profile mostrou-se uma ferramenta eficaz para a caracterização dos produtos de forma rápida. A aplicação do Alinhamento Multidimensional (MDA) facilitou a interpretação dos resultados, verificando as correlações entre amostras e atributos. Foi possível verificar que amostras com 25% de redução de açúcar e de gordura foram igualmente preferidas, em relação à formulação padrão. Comparando os resultados obtidos sem e com informação sobre a redução de açúcar e gordura, não foi observada diferença na preferência e na caracterização das amostras.

**Palavras-chave:** Dominância temporal de sensações. Pivot profile. Tempo-intensidade.



## GENERAL ABSTRACT

The association between obesity, diabetes, cancer, and cardiovascular diseases and sugar and fat intake leads to initiatives to reduce the consumption of unhealthy products. Strategies such as product reformulation, portion size reduction, nutritional labeling, taxation and marketing restrictions on unhealthy products are being evaluated to contain the spread of non-communicable diseases. Among these strategies, a reformulation has been identified as a cost-effective intervention, not implying major changes in consumption habits. However, safety issues and technological and sensory aspects impair the development of low-sugar and low-fat products. The aim of this work was to evaluate the influence of sugar and fat reduction on the sensory profile of the products and to verify the impact of the reduction on consumer acceptance and preference. Two studies were performed, the first one with yogurt and the second with cookies. In the first one, the effect of the addition of flavors, strawberry and vanilla, on sweet taste perception was evaluated in low-sugar yogurt. For this purpose, we used the methods Time-Intensity (TI), Temporal Dominance of Sensations (TDS) and acceptance test. The results showed that 25% sugar reduction in yogurt with 0.2% vanilla flavor did not affect the sweetness and hedonic perception. Although addition of the strawberry flavor did not provide an increase in sweetness perception in the same way as the vanilla flavor, the yogurt with 25% sugar reduction and 0.2% strawberry flavor proved to be as well accepted as samples with ideal concentration. Thus, study of flavor-taste interaction may contribute to the reduction of products with reduced sugar content. In the second article, Pivot Profile was applied to characterize low-sugar and low fat cookies and we evaluate the effect of information on preference and product characterization. The Pivot Profile seems to be an effective tool for rapid product characterization. The application of Multidimensional Alignment (MDA) helped to identify the attributes that were more and less correlated with each sample. No difference in preference was observed between control sample and cookie with 25% sugar reduction and fat reduction. When comparing the results obtained without and with information about sugar and fat reduction, no difference in preference and characterization was observed.

**Keywords:** Temporal dominance of sensations. Pivot profile. Time-intensity.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### SEGUNDA PARTE

#### ARTIGO 1

Figure 1 - Regression analysis results obtained in the sweetness ideal test. ....	48
Figure 2 - Curves of the time-intensity analysis for the sweetness attribute in yogurt samples supplemented with strawberry (a) and vanilla (b) flavor in various concentrations. ....	50
Figure 3 - Principal component analysis (PCA) biplots from TI data for yogurts with addition of strawberry (a) and vanilla (b) flavors. ....	52
Figure 4 - TDS curves of the strawberry-flavored yogurts: (a) 25R1; (b) 25R2; (c) C1; (d) C2 and (e) C0. ....	53
Figure 5 - TDS curves of the vanilla-flavored samples: (a) 25R1; (b) 25R2; (c) C1; (d) C2 and (e) C0. ....	55

#### ARTIGO 2

Figura 1 - Gráfico da Análise de Correspondência com os resultados do Pivot® Profile, sem informação sobre a composição dos biscoitos. ....	74
Figura 2 - Gráfico da Análise de Correspondência com os resultados do Pivot® Profile, com informação sobre a composição dos biscoitos. ....	75
Quadro 1 - Lista de atributos dos cookies obtida a partir do grupo de foco. ....	72

## LISTA DE TABELAS

### SEGUNDA PARTE

#### ARTIGO 1

Table 1 - Concentration of sugar and flavor in the yogurt samples. ....	45
Table 2 - Concentration of sugar and flavor in the yogurt samples. ....	48
Table 3 - Mean values of the parameters of the time-intensity analysis curves for the sweetness attribute of the samples supplemented with strawberry and vanilla flavor. ....	49
Table 4 - Mean values of the parameters of the time-intensity analysis curves for the sweetness attribute of the samples supplemented with vanilla flavor. ....	51
Table 5 - Means of the acceptance scores for the yogurt samples. ....	57

#### ARTIGO 2

Tabela 1 - Formulações dos biscoitos. ....	69
Tabela 2 - Tabela de contingência com os resultados do Pivot® Profile, sem informação sobre a composição dos biscoitos. ....	72
Tabela 3 - Tabela de contingência com os resultados do Pivot® Profile, com informação sobre a composição dos biscoitos. ....	73
Tabela 4 - Valores dos cossenos dos ângulos entre os pares de vetores (vetor produto e vetor atributo) obtidos por Análise de Correspondência para Pivot® Profile, no teste sem informação sobre a composição. ....	76
Tabela 5 - Valores dos cossenos dos ângulos entre os pares de vetores (vetor produto e vetor atributo) obtidos por Análise de Correspondência para Pivot® Profile, no teste com informação sobre a composição. ....	77
Tabela 6 - Preferência dos consumidores. ....	78

## SUMÁRIO

	<b>PRIMEIRA PARTE .....</b>	<b>12</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1</b>	<b>Impacto da ingestão de açúcar na saúde humana .....</b>	<b>14</b>
<b>2.2</b>	<b>Estratégias para redução de açúcar .....</b>	<b>15</b>
<b>2.3</b>	<b>Importância do açúcar no processamento de alimentos .....</b>	<b>18</b>
<b>2.4</b>	<b>Importância da gordura para o processamento de alimentos .....</b>	<b>19</b>
<b>2.5</b>	<b>Análise Sensorial e Reformulação de Alimentos .....</b>	<b>20</b>
<b>2.6</b>	<b>Tempo-intensidade .....</b>	<b>21</b>
<b>2.7</b>	<b>Dominância Temporal de Sensações .....</b>	<b>22</b>
<b>2.8</b>	<b>Pivot® Profile .....</b>	<b>24</b>
<b>3</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>26</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>27</b>
	<b>SEGUNDA PARTE – ARTIGOS.....</b>	<b>39</b>
	<b>ARTIGO 1 - USE OF STRAWBERRY AND VANILLA NATURAL FLAVORS FOR SUGAR REDUCTION: A DYNAMIC SENSORY STUDY WITH YOGURT .....</b>	<b>40</b>
	<b>ARTIGO 2 - APLICAÇÃO DO PIVOT® PROFILE COM PREFERÊNCIA NA CARACTERIZAÇÃO DE BISCOITOS COM REDUÇÃO DE AÇÚCAR E GORDURA .....</b>	<b>65</b>

## **PRIMEIRA PARTE**

### **1 INTRODUÇÃO GERAL**

Doenças crônicas não-transmissíveis, como câncer, diabetes e doenças cardiovasculares, são a principal causa de mortalidade no mundo (NAGHAVI et al., 2017; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2014). Uma vez que o consumo de grandes quantidades de açúcar e gordura está associado a estas doenças, a demanda por alimentos mais saudáveis tem crescido em todo o mundo (ANARI; AMANI; VEISSI, 2017; BELC et al., 2019a; DINICOLANTONIO; LUCAN; O'KEEFE, 2016; LEY et al., 2014a; MAKAREM et al., 2018). A recomendação é que a ingestão de açúcares livres não ultrapasse 10% das calorias consumidas diariamente, no entanto no Brasil cerca de 16,3% das calorias ingeridas são provenientes de açúcar (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2015). A Organização Mundial da Saúde, com o objetivo de prevenir e controlar doenças não-comunicáveis ressalta a importância de reduzir, além dos níveis de açúcar, sódio, gordura saturada e ácidos graxos trans (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2014). Dessa forma, é preciso avaliar alternativas para reduzir o teor de açúcar e gordura nos produtos.

Entre as estratégias discutidas entre governos, pesquisadores e indústrias estão reformulação dos produtos, redução das porções, mudanças na rotulagem, a taxação e restrições ao marketing de produtos pouco saudáveis (CAPACCI et al., 2012). No Brasil, um termo de compromisso assinado entre governo federal de indústrias de alimentos e bebidas prevê a redução voluntária de 144,6 mil toneladas de açúcar nos alimentos industrializados até 2022. As categorias prioritárias para a redução de açúcar são: bebidas adoçadas, biscoitos, bolos prontos e misturas para bolo, achocolatados em pó e produtos lácteos (BRASIL, 2018).

A reformulação de alimentos é considerada uma alternativa viável para disponibilizar alimentos mais saudáveis para a população, sem grandes mudanças nos hábitos dos consumidores (LEHMANN et al., 2017). Contudo, a redução de açúcar e gordura implica em diversos problemas relacionados à segurança dos alimentos e aos aspectos sensoriais e tecnológicos (BELC et al., 2019a). Diversas alternativas têm sido testadas com o objetivo de desenvolver produtos mais saudáveis, com características desejáveis e boa aceitação entre os consumidores. Neste cenário, a análise sensorial tem papel importante para orientar o desenvolvimento e reformulação de produtos, garantindo a produção de alimentos com aparência, aroma, sabor e textura que agradem os consumidores.

Considerando que a percepção sensorial é um processo dinâmico, métodos dinâmicos como TI (Tempo-intensidade) e TDS (Dominância Temporal de Sensações) podem fornecer informações importantes para a caracterização de produtos (DIJKSTERHUIS; PIGGOTT,

2000). Estas informações, combinadas a respostas hedônicas dos consumidores, podem contribuir para o desenvolvimento de produtos.

O Pivot<sup>®</sup> Profile, um método baseado em referência, permite a descrição de produtos de forma rápida, com painel treinado ou com consumidores, e pode ser uma ferramenta importante para avaliar diferenças entre amostras e verificar a influência de ingredientes (ESMERINO et al., 2017; FONSECA et al., 2016; MIRABALLES; HODOS; GÁMBARO, 2018; THUILLIER et al., 2015).

Assim, o objetivo deste trabalho foi caracterizar (por meio de análises sensorial, química e/ou físicas) produtos com teor de açúcar e/ou gordura reduzidos. Para isto, foram aplicados métodos dinâmicos, TI (tempo-intensidade) e TDS (dominância temporal de sensações), métodos estáticos, Pivot<sup>®</sup> Profile, testes de aceitação e preferência.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Impacto da ingestão de açúcar na saúde humana**

O consumo de alimentos com altos níveis de açúcar tem sido associado ao aumento da obesidade e à incidência de diabetes, cáries, doenças cardiovasculares e câncer (CHAZELAS et al., 2019; CHI; SCOTT, 2019; HASHEM; HE; MACGREGOR, 2016; LUSTIG; SCHMIDT; BRINDIS, 2012; MAKAREM et al., 2018; PARK; YU, 2019).

Observa-se que dietas ricas em grãos integrais, frutas, vegetais, castanhas, consumo moderado de álcool e com redução de bebidas açucaradas, grãos refinados, carnes vermelhas e processadas podem reduzir o risco de diabetes, melhorar o controle glicêmico e os lipídeos no sangue em pacientes com diabetes (LEY et al., 2014).

Em um estudo conduzido na França, a ingestão de bebidas açucaradas foi associada ao risco de câncer (CHAZELAS et al., 2019). Alguns estudos sugerem que açúcares adicionados, frutose dietética e bebidas açucaradas podem aumentar o risco de câncer (MAKAREM et al., 2018). De acordo com DiNicolantonio, Lucan e O'Keefe (2016), para reduzir a incidência de problemas cardíacos, os guias alimentares devem focar especialmente na redução de açúcar, em vez de recomendar a redução de gordura saturada ou a substituição desta gordura por carboidratos, principalmente carboidratos refinados.

Há evidências de que o açúcar também tem impacto nas funções cognitivas (ABBOTT et al., 2016; BARNES; JOYNER, 2012). O consumo excessivo de açúcar também pode estar envolvido com adaptações no cérebro, com consequentes mudanças no comportamento, contribuindo para ocasionar problemas como a depressão e ansiedade (JACQUES et al., 2019).

Assim, considerando o impacto do consumo excessivo de açúcar na saúde, a Organização Mundial de Saúde (2015) recomenda que a ingestão de açúcares livres não ultrapasse 10% das calorias consumidas diariamente, sugerindo que, posteriormente, este valor atinja o máximo de 5% das calorias diárias.

Os açúcares livres incluem todos os monossacarídeos e dissacarídeos adicionados pelo fabricante ou pelo consumidor, além dos açúcares naturalmente presentes em mel, xarope, sucos de frutas e concentrados de sucos de frutas (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2015). No Brasil, o consumo diário de açúcar por pessoa corresponde a 16,3% das calorias (IBGE, 2010). Dessa forma, é preciso avaliar estratégias para reduzir a ingestão de açúcares.

## 2.2 Estratégias para redução de açúcar

Intervenções como reformulação dos produtos, taxação de produtos com alto teor de açúcar, redução das porções, mudanças na rotulagem e restrições ao marketing de produtos pouco saudáveis tem sido discutidas entre pesquisadores, indústrias e órgãos governamentais (BELC et al., 2019; BLECHER, 2015; CAPACCI et al., 2012; HAGMANN; SIEGRIST; HARTMANN, 2018a; HAWKES; JEWELL; ALLEN, 2013; PARK; YU, 2019; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2017a). Os impactos destas medidas precisam ser avaliados para a organização de políticas públicas de saúde.

A taxação de bebidas açucaradas é uma das estratégias recomendadas pela Organização Mundial de Saúde para a redução da ingestão de açúcar (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2017a, 2017b). Há evidências de que a taxação destes produtos, aumentando o preço em 20%, pode diminuir o consumo de açúcar em 20% (POWELL et al., 2013).

No Brasil, um estudo conduzido por Claro et al. (2012) indica que o aumento de 30% do preço médio das bebidas açucaradas acarretaria em redução de 25% do consumo destas bebidas. No entanto, esta medida tem forte resistência entre alguns setores, principalmente na indústria de alimentos e parte dos consumidores (DU et al., 2018; HAGMANN; SIEGRIST; HARTMANN, 2018b). Na França, a taxação de bebidas açucaradas foi implementada em 2012 e verificou-se que o público aprova esta medida e que fatores sociodemográficos, como idade e nível educacional, devem ser levados em consideração na implementação de políticas de saúde pública (JULIA et al., 2015).

A taxação de alimentos não saudáveis exige, não só evidências científicas rigorosas, mas também a regulação da indústria de alimentos pelo governo (JAACKS, 2019; MOZAFFARIAN et al., 2018). Park e Yu (2019) sugerem que a taxação de bebidas açucaradas seja implementada em conjunto com outras intervenções, como proibição de comerciais de TV e programas educativos em escolas.

Há evidências de que as pessoas consomem mais alimentos e bebidas quando são oferecidas porções maiores (GARETH et al., 2015; MARTEAU et al., 2015). A redução de porções é considerada uma intervenção com alto impacto na redução da obesidade, sem aumento dos custos de produção (DOBBS et al., 2014). Um estudo conduzido por Werle et al. (2019) mostrou que dobrar porções de snacks, saudáveis ou não, aumenta o consumo dos alimentos. Estima-se que ao dobrar o tamanho de uma porção, o consumo aumenta 35%, mas este efeito é menor entre crianças, mulheres, indivíduos com sobrepeso e com produtos que



não são snacks, além de situações em que o consumidor se alimenta de forma mais atenta (ZLATEVSKA; DUBELAAR; HOLDEN, 2014).

A rotulagem nutricional compreende as declarações de nutrientes (informações detalhadas sobre o teor de nutrientes, como a tabela de informação nutricional) e informações suplementares, que têm como objetivo ajudar o consumidor a entender o valor nutricional dos alimentos (CODEX ALIMENTARIUS, 2019).

Muitos consumidores têm dificuldade em entender as informações e preferem rótulos que interpretem as informações nutricionais através de gráficos, símbolos e cores. Os objetivos da rotulagem nutricional frontal são fornecer informações adicionais para que o consumidor faça escolhas saudáveis e estimular a indústria a reformular os produtos, de forma a torná-los mais nutritivos (KANTER; VANDERLEE; VANDEVIJVERE, 2018).

Diversos estudos têm demonstrado que a rotulagem nutricional frontal pode ajudar os consumidores a fazer escolhas mais saudáveis (LIMA et al., 2019; NI MHURCHU et al., 2018; WATSON et al., 2014). Além disso, a aceitação de mudanças na rotulagem nutricional e de medidas educativas é maior do que outras intervenções como a reformulação e taxação de produtos (MAZZOCCHI et al., 2015).

Alguns modelos têm sido propostos, com o objetivo de tornar as informações mais claras para o consumidor, como o modelo de advertência, Nutri Score, Health Star Ratingeio semáforo nutricional (ARES et al., 2018; NI MHURCHU et al., 2018). Entretanto, verificou-se que, se os produtos com redução de açúcar não atendem as expectativas sensoriais, a rotulagem não afeta as escolhas dos consumidores, tendendo a preferir alimentos sem redução de açúcar (LIMA et al., 2019). Além disso, uma das dificuldades em avaliar o efeito da informação, é que a maioria dos estudos é realizada online, existindo poucos dados sobre como os rótulos são utilizados em situação de compra reais ou como estes afetam as escolhas dos consumidores (NI MHURCHU et al., 2018).

Entre as estratégias para estimular o consumo de alimentos mais nutritivos, a reformulação de produtos é considerada uma das alternativas mais viáveis (DOBBS et al., 2014). Um das vantagens desta medida é que esta não requer grandes alterações na rotina alimentar dos consumidores (SCRINIS; MONTEIRO, 2017). No entanto, a reformulação é um desafio para indústrias de alimentos, uma vez que devem ser atendidos requisitos tecnológicos, sensoriais e de segurança (BELC et al., 2019).

Uma das alternativas mais aplicadas na redução de açúcar é a substituição por edulcorantes não-calóricos. Contudo, embora estes sejam muito utilizados para a perda de peso, há dúvidas se a falta de saciedade e a alta intensidade de doçura possam causar

compensação na ingestão calórica e consequentemente aumento de peso (EDWARDS et al., 2016). Edulcorantes podem estar envolvidos também em modificações da microbiota intestinal (DALY; DARBY; SHIRAZI-BEECHEY, 2016; GLENDINNING, 2016; LOBACH; ROBERTS; ROWLAND, 2019). Além disso, os edulcorantes podem apresentar sabor residual amargo/metálico (RIERA et al., 2007) e não são capazes de substituir a sacarose em outras funções nos alimentos como aumento da viscosidade, conservação, desenvolvimento da estrutura e da cor (DAVIS, 1995; MCCAIN; KALIAPPAN; DRAKE, 2018; STRUCK et al., 2014).

É possível diminuir gradativamente o açúcar, sem a adição de substitutos de açúcar, de forma que os receptores gustativos possam se ajustar ao gosto de alimentos menos doces (MACGREGOR; HASHEM, 2014). Alguns estudos relatam redução gradual de açúcar em néctar de uva, achocolatado e biscoitos (BIGUZZI; LANGE; SCHLICH, 2015; LIMA; ARES; DELIZA, 2019; OLIVEIRA et al., 2016).

A modificação da textura também pode ser aplicada na formulação de produtos com teor reduzido de açúcar, avaliando fatores como a liberação de líquido durante a mastigação, a fragmentação do alimento e distribuição heterogênea do açúcar no produto (STIEGER; VAN DE VELDE, 2013). A redução do tamanho da partícula de açúcar foi considerada uma estratégia viável para diminuir o teor de açúcar em brownies (RICHARDSON et al., 2018). A interação entre aroma e sabor também tem sido estudada com o objetivo de reduzir o teor de açúcar em alguns alimentos, uma vez que a adição de aromas pode causar o aumento da percepção de doçura, especialmente aromas de caramelo (BOAKES; HEMBERGER, 2012), baunilha (ALCAIRE et al., 2017a; HOPPERT et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2015) e frutas (FRANK; DUCHENY; MIZE, 1989; PFEIFFER et al., 2006; SCHWIETERMAN et al., 2014).

Com o objetivo de reduzir a ingestão de açúcar, alguns acordos voluntários foram celebrados entre governo e indústrias em diversos países. No Brasil, foi assinado um termo de compromisso entre o governo federal e entidades representativas da indústria de alimentos e bebidas, que prevê a redução voluntária até 2022, de 144,6 mil toneladas de açúcar nos produtos fabricados no Brasil. O acordo envolve cinco categorias de produtos: bebidas adoçadas, biscoitos, bolos prontos, misturas para bolo, achocolatados em pó e produtos lácteos (BRASIL, 2018).

No Reino Unido, em 2016, o governo, como parte de um plano para controle da obesidade em crianças, estabeleceu a meta de reduzir o teor de açúcar em alguns produtos gradualmente, 5% ao ano, totalizando 20% de redução em 2020 (DEPARTMENT OF

HEALTH & SOCIAL CARE, 2016; ENGLAND, 2017; MACGREGOR; HASHEM, 2014). Propõe-se a redução por meio de três mecanismos: reformulação dos produtos, redução do tamanho das porções e balanceamento das vendas (trocar vendas de produtos com alto teor de açúcar por produtos com teor de açúcar reduzido) (AMIES-CULL; BRIGGS; SCARBOROUGH, 2019; TEDSTONE et al., 2017).

Na França, um programa nacional foi lançado em 2001 com o objetivo de educar e informar a população para fazer escolhas mais saudáveis, na alimentação e nas atividades físicas, e melhorar os produtos alimentícios e o ambiente, de forma a facilitar a adoção de escolhas mais saudáveis.

Em 2008, indústrias assinaram um acordo se comprometendo com a redução de açúcar, sal, gordura, gordura saturada e o aumento de fibras e carboidratos complexos (CHAULIAC; HERCBERG, 2012).

O consumo de produtos doces diminuiu, com exceção dos chocolates e sorvetes (DUBUISSON et al., 2010; LIORET et al., 2010). A proibição de máquinas de venda automática em escolas gerou uma redução de 10 g na ingestão de açúcar e uma redução significativa na frequência de consumo de snacks (CAPACCI; MAZZOCCHI; SHANKAR, 2018).

Diferentes tipos de estratégias aplicadas para reduzir a ingestão de açúcar, tendem a apresentar diferente aceitação por parte dos consumidores. Estes tendem a apoiar intervenções menos invasivas, como mudanças na rotulagem e campanhas de saúde pública. Em um estudo realizado na Suíça, com o objetivo de avaliar a aceitação de intervenções do governo para reduzir o consumo de açúcar, 93,7% dos participantes preferiam estratégias mais leves, como a rotulagem frontal (considerada a favorita) e campanhas de saúde pública, enquanto alternativas como taxação, substituição do açúcar por adoçantes artificiais e redução das porções enfrentam maior resistência (HAGMANN; SIEGRIST; HARTMANN, 2018b).

### **2.3 Importância do açúcar no processamento de alimentos**

Os açúcares são extremamente importantes, não só para o sabor dos alimentos, como para a textura e reologia, além de controlar a transferência de calor, a mobilidade da água, atividade de água, hidratação de proteínas, lipídeos e carboidratos (DAVIS, 1995). A sacarose, ao diminuir a atividade de água, é capaz de prolongar a vida de prateleira dos produtos (RODRÍGUEZ; MAGAN; MEDINA, 2016).

Edulcorantes são frequentemente utilizados para substituir a sacarose e garantir o gosto doce, com valor calórico muito menor. No entanto, esta substituição pode comprometer

a estrutura e a formação de cor em alimentos (STRUCK et al., 2014). O uso de edulcorantes, apesar de ser uma estratégia efetiva para redução de açúcar, apresenta alguns problemas como a dificuldade em replicar o perfil de sabor e o perfil temporal da sacarose, apresenta residual amargo e diferenças de textura (HUTCHINGS; LOW; KEAST, 2018).

Em muitos produtos a doçura é considerada o principal atributo para garantir a aceitação dos consumidores (BIGUZZI; SCHLICH; LANGE, 2014; DREWNOWSKI; NORDENSTEN; DWYER, 1998). Em biscoitos, o açúcar tem papel importante na cor, dimensões, dureza, crocância, estrutura e textura da superfície (CAUVAIN, 2015; MAACHE-REZZOUG et al., 1998). O açúcar tem grande importância no desenvolvimento de sabor e aroma, devido às reações de Maillard e caramelização (GARVEY et al., 2019). Laguna et al. (2012) avaliando a substituição de açúcar por inulina e eritritol em biscoitos, observaram que estes apresentaram menor sabor amanteigado e a textura se tornou menos crocante. Portanto, é fundamental avaliar o impacto da redução de açúcar nas características do produto e na aceitação dos consumidores.

#### **2.4 Importância da gordura para o processamento de alimentos**

As gorduras representam uma fonte importante de energia e ácidos graxos essenciais, além de carrear vitaminas lipossolúveis. Contudo, a disponibilidade de gordura aumentou consideravelmente nas últimas décadas, especialmente nas Américas, Leste Asiático e Europa. A proporção de ingestão calórica proveniente de gorduras excede 30% em regiões industrializadas e vem crescendo nas demais regiões (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2003).

A Organização Mundial da Saúde, com o objetivo de prevenir e controlar doenças não-comunicáveis, ressalta a importância de reduzir os níveis de açúcar, sódio, gordura saturada e ácidos graxos trans (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2014). Dessa forma, tem aumentado a demanda por produtos com teor reduzido de gordura e menor valor calórico. Recomenda-se a substituição de gorduras saturadas por ácidos graxos poli-insaturados, ácidos graxos monoinsaturados ou carboidratos de boa qualidade, como os oriundos de grãos integrais, para reduzir o risco de doenças cardiovasculares (CLIFTON; KEOGH, 2017; LI et al., 2015).

No entanto, a redução da gordura pode acarretar diversos problemas tecnológicos no processamento de alimentos. As principais funções da gordura são melhorar a textura, lubrificação, suculência e maciez, contribuindo para o sabor e a palatabilidade (PAREYT; DELCOUR, 2008; SUDHA et al., 2007). Geralmente, é possível substituir parcialmente e não

integralmente a gordura, para se obter produtos com propriedades aceitáveis (AGGARWAL; SABIKHI; SATHISH KUMAR, 2016).

Em produtos cárneos, a gordura contribui para o valor nutricional, textura e atributos sensoriais, além de aumentar a saciedade, por isso reduzir o teor de gordura implica em reduzir a aceitação destes alimentos (LIN; CHAO, 2001). Em queijos, a redução de gordura também afeta a textura, aumentando a firmeza, modifica o trabalho para estender o queijo derretido e reduz a fluidez (MCCARTHY et al., 2016). A gordura é um ingrediente essencial em biscoitos, estando em maior quantidade depois da farinha (SAI MANOHAR; HARIDAS RAO, 2002).

A adição de gordura suaviza a massa, diminui a viscosidade e o tempo de relaxamento. Também contribui para o aumento no comprimento, redução na espessura e no peso dos biscoitos, que são caracterizadas por uma estrutura quebradiça (MAACHE-REZZOUG et al., 1998). A redução de gordura em formulações de biscoito resulta em uma massa dura, com maior coesividade, elasticidade e adesividade (SUDHA et al., 2007). Em um estudo com biscoitos com redução de gordura (aos níveis de 10% e 20%), utilizando uma mistura de dextrina e amido de mandioca, os autores verificaram que a redução de gordura tem efeito principalmente na textura, tornando os biscoitos mais firmes e quebradiços (LAGUNA et al., 2012).

Zoulias, Oreopoulou e Tzia (2002) avaliaram as características de textura de biscoitos com teor de gordura reduzido até 50%, adicionados de cinco diferentes gorduras miméticas, à base de carboidratos e proteínas, e verificaram que a dureza e fraturabilidade dos biscoitos aumentou com a redução de gordura, sendo que os resultados variaram de acordo com o substituto utilizado. Aggarwal, Sabikhi e Sathish Kumar (2016) elaboraram biscoitos com teor calórico reduzido e verificaram que a substituição de até 30% da gordura por polidextrose não afetou significativamente as características sensoriais dos produtos.

## **2.5 Análise Sensorial e Reformulação de Alimentos**

A análise sensorial pode ser definida como um método científico para evocar, medir, analisar e interpretar as respostas aos produtos, percebidas através dos sentidos da visão, olfato, tato, paladar e audição (STONE; SIDEL, 2004). A análise sensorial é essencial para entender os fatores que influenciam a preferência dos consumidores (TUORILA; MONTELEONE, 2009).

Compreender os métodos sensoriais utilizados na avaliação de alimentos doces é fundamental para o sucesso de estratégias para redução de açúcar (HUTCHINGS; LOW;

KEAST, 2018a). De acordo com Lima et al. (2019), alimentos mais saudáveis precisam atender as expectativas sensoriais do consumidor, caso contrário, as políticas públicas relacionadas à mudanças de rotulagem não terão sucesso. Dessa forma, a análise sensorial deve guiar o processo de desenvolvimento de novos produtos, de forma a elaborar produtos mais saudáveis que atendam as expectativas dos consumidores.

## **2.6 Tempo-intensidade**

A percepção do sabor, aroma e textura é um processo dinâmico, que envolve uma série de eventos como mastigação, respiração, movimentação da língua, salivação e deglutição (DIJKSTERHUIS; PIGGOTT, 2000; PIGGOTT, 1994). Assim, os métodos sensoriais dinâmicos podem produzir resultados mais precisos do que métodos estáticos (DIJKSTERHUIS; PIGGOTT, 2000). Entre estes métodos, destaca-se o tempo-intensidade (TI), utilizado há mais de sessenta anos (CLIFF; HEYMANN, 1993).

A análise tempo-intensidade (TI) permite ao provador registrar a percepção de uma sensação ao longo do tempo, utilizando uma escala. O perfil de sabor ou textura de um alimento pode mudar ao longo do tempo: para muitas sensações a intensidade aumenta ao longo do tempo, para outras a intensidade diminui em função do tempo (LAWLESS; HEYMANN, 2010). Através do TI é possível obter informações como a intensidade máxima percebida, tempo em que a intensidade máxima é percebida, tempo em que a intensidade máxima começa a declinar, área sob a curva e a duração total da sensação (LAWLESS; HEYMANN, 2010).

A análise tempo-intensidade fornece informações importantes para alguns produtos, como os edulcorantes. Souza et al. (2013) avaliaram os perfis de doçura e amargor de edulcorantes e compararam com o perfil da sacarose e verificaram que os edulcorantes apresentaram perfil de doçura semelhante ao da sacarose e perfil de amargor diferente da sacarose, porém similar entre si. Em um estudo com vinhos, a aplicação do TI mostrou que diferentes compostos são percebidos de forma diferente, em relação à intensidade e à duração. Sabores frutados finalizam antes dos sabores de coco, florais e de cogumelo (GOODSTEIN et al., 2014).

O TI pode ser aplicado para estudar as características de sabor dos alimentos em sistemas modelo e como estas características variam com a adição de ingredientes e aromatizantes (LAWLESS; HEYMANN, 2010).

Kohyama et al. (2016) avaliaram a percepção de doçura em géis de ágar com diferentes concentrações de ágar e sacarose. Mosca et al. (2012) avaliaram o efeito da textura

de géis e da distribuição espacial de sacarose na percepção de doçura, através do TI. Rodrigues et al. (2016) aplicaram TI e TDS para caracterizar o perfil temporal de miraclefruit e avaliar a aplicação deste produto como substituto de açúcar. Lorido, Estévez e Ventanas (2018) aplicaram TI na caracterização de lombo com substituição do cloreto de sódio por cloreto de potássio.

O TI é amplamente utilizado para medir estímulos químicos que causam irritação ou efeitos táteis na boca, como refrescância, pungência e adstringência (LAWLESS; HEYMANN, 2010). Reinbach et al. (2007) avaliaram o efeito de dois tipos de chili na intensidade da sensação de queimação na boca e no sabor de carne em hambúrgueres.

O TI pode ser utilizado para estudar a liberação de sabor nos alimentos, como em chicletes (OVEJERO-LÓPEZ; BRO; BREDIE, 2005; SANTOS et al., 2014). O método também pode ser aplicado para estudar a adaptação dos provadores a sabores e aromas. Utilizando uma modificação do TI, O'Mahony e Wong (1989) mediram o efeito da diluição pela saliva e da adaptação sensorial na percepção de gosto salgado e umami.

A análise de tempo-intensidade pode ser útil na avaliação da textura ao longo do tempo, como em carnes (BUTLER et al., 1996). Kiumarsi et al. (2019) aplicaram TI para avaliar o gosto amargo, firmeza, mastigabilidade e secura de pães sem glúten fortificados com fibra. Em alimentos que passam por mudanças de fase na boca, como o derretimento de sorvetes, o TI também pode fornecer informações importantes como a taxa de derretimento e a percepção de sabor ao longo do tempo (FRØST et al., 2005). Uma vez que a experiência hedônica depende da intensidade do atributo sensorial, à medida que a intensidade aumenta ou diminui, a reação hedônica pode ser alterada ao longo do tempo (LAWLESS; HEYMANN, 2010). Veldhuizen, Wuister e Kroeze (2006) avaliaram os aspectos temporais da resposta hedônica, comparando a intensidade do estímulo com a resposta hedônica ao longo do tempo.

## **2.7 Dominância Temporal de Sensações**

A análise Tempo-Intensidade, é aplicada frequentemente para avaliar a evolução temporal de uma sensação ao longo do tempo, tem como desvantagens a demanda um alto número de experimentos para avaliar um maior número de atributos e a ocorrência do efeito halo-dumping (PINEAU et al., 2009). Com o objetivo de contornar estes problemas, foi desenvolvido em 1999 o método Dominância Temporal de Sensações (TDS) no “Centre Européennes Sciences Du Goût” no Laboratório LIRIS (PINEAU; CORDELLE; SCHLICH, 2003). O método consiste em apresentar uma lista de atributos, na tela do computador e

solicitar ao provador que marque a sensação dominante ao longo do tempo (PINEAU et al., 2009). Esta é descrita como a sensação mais marcante, que capta a atenção do provador em um determinado momento, e não necessariamente a sensação que apresenta maior intensidade (PINEAU; SCHILCH, 2015).

Além de demandar menos tempo, o TDS fornece informações sobre a sequência de sensações e alterações durante a o consumo do alimento que não são mensuráveis com TI ou análise sensorial convencional (LABBE et al., 2009). É importante destacar que as informações obtidas por TDS são diferentes das obtidas por TI, enquanto o TI avalia a intensidade da percepção sensorial ao longo do tempo, o TDS avalia a evolução da percepção dominante (PINEAU; SCHILCH, 2015). Estes métodos podem ser utilizados de forma complementar, para atender necessidades diferentes (MEYNER, 2018). De acordo com Labbe et al. (2009), o TDS pode fornecer informações confiáveis sobre o perfil sensorial das amostras, semelhante à análise descritiva tradicional, e sobre percepção dinâmica, importante para compreender percepções complexas como a refrescância.

O TDS foi eficiente em distinguir amostra com diferenças sensoriais sutis, descrevendo diferentes percepções: textura, sabor e aroma (DI MONACO et al., 2014). O TDS é frequentemente aplicado em amostras complexas como o vinho. Neste produto é comum manter a bebida na boca por um determinado tempo, permitindo a percepção de várias sensações ao longo do tempo e a descrição da sensação inicial, da duração e do final (FROST et al., 2018).

A análise de TDS permite monitorar a evolução de diversos atributos ao longo do tempo, inclusive relacionados com a textura em produtos heterogêneos e com camadas, geralmente mais difíceis de avaliar (ALBERT et al., 2012). Ningtyas et al. (2019) aplicaram TDS para avaliar a cremosidade, suavidade, coesividade e densidade em cream cheese adicionado de  $\beta$ -glucana e fitoesterol.

PU et al. (2019) verificaram a correlação entre a percepção de aroma durante o processamento oral, avaliada por TDS, e a liberação de aroma em pães, monitorada por CG-IMS. Silva et al. (2018) aplicaram Análise Descritiva Quantitativa e TDS para obter o perfil sensorial de queijo prato probiótico com teor de sódio reduzido. Bemfeito et al. (2016) utilizaram TDS e testes de aceitação para avaliar o perfil dinâmico de queijo Minas produzido na Serra da Canastra e verificar quais atributos são determinantes para a qualidade do produto. É possível associar a percepção hedônica temporal com os dados de TDS, permitindo a identificação dos atributos que, quando citados como dominantes, influenciam a percepção hedônica (THOMAS et al., 2015, 2017). Ares et al. (2017) avaliaram a influência do perfil



sensorial dinâmico na aceitação, aplicando o TDS para verificar quais atributos levam o consumidor a gostar ou desgostar de um produto.

## 2.8 Pivot<sup>®</sup> Profile

A análise sensorial descritiva permite a obtenção da descrição sensorial completa de produtos, avaliação do efeito de ingredientes, processos e a verificação de quais atributos são importantes para a aceitação (LAWLESS; HEYMANN, 2010). A Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) têm sido aplicada em diversos produtos há anos, produzindo descrições detalhadas e precisas, porém métodos mais rápidos e econômicos têm sido desenvolvidos e aplicados com sucesso (HOPFER; HEYMANN, 2013; LIU et al., 2018; VALENTIN; CHOLLET; LELIE, 2012). De acordo com Valentin et al. (2012), estes métodos podem ser classificados em três tipos: (I) métodos baseados em palavras: Flash Profile (SIEFFERMANN; DAIROU, 2002) e Check-All-That-Apply (CATA) (ARES et al., 2013); (II) métodos baseados em similaridades: Free Sorting Task (FAYE et al., 2004) e Napping (PAGÈS, 2005); (III) métodos baseados em referências: Polarized Sensory Positioning (TEILLET et al., 2010) e Pivot<sup>®</sup> Profile (THUILLIER et al., 2015).

O método Pivot<sup>®</sup> Profile, desenvolvido por Thuillier et al. (2015) e aplicado inicialmente na descrição de champanhes, consiste em comparar amostras com uma referência (denominada pivot), descrevendo quais atributos a amostra tem mais ou menos que o pivot. A partir da frequência de citação dos atributos mencionados pelos provadores como “mais do que o pivot” e “menos do que o pivot” é obtida a tabela de contingência. A Análise de Correspondência é aplicada a esta tabela, obtendo um mapa bidimensional das amostras. A análise de qui-quadrado pode ser utilizada para verificar a independência entre atributos e amostras, e a análise qui-quadrado por célula pode identificar diferenças significativas entre as amostras.

A Análise Multidimensional (MDA), utilizada na análise de dados no teste CATA (CARR et al., 2009; SANTOS et al., 2015; MEYNNERS; CASTURA; CARR, 2013), foi aplicada para interpretar os gráficos gerados pela Análise de Correspondência (ESMERINO et al., 2017). Para isto, são determinados os cossenos dos ângulos entre os vetores, sendo que valores absolutos dos cossenos menores que 0,707 indicam que não há relação entre atributos e amostras (CARR et al., 2009).

De acordo com Thuillier et al. (2015), o Pivot<sup>®</sup> Profile deriva do Perfil Livre, um método no qual os provadores podem descrever livremente as amostras, sem restrições, escalas, referências ou atributos definidos. No entanto, através do Pivot<sup>®</sup> seria possível obter

resultados mais precisos e detalhados. Segundo Fonseca et al. (2016), comparado a outros métodos sensoriais com perguntas em aberto, o Pivot<sup>®</sup> Profile apresenta alto poder analítico e discriminativo, sendo útil em avaliações de rotina quando métodos descritivos tradicionais não podem ser utilizados. De acordo com Lelièvre-desmas, Valentin e Chollet (2017), o Pivot<sup>®</sup> Profile pode ser uma alternativa para profissionais que frequentemente preferem usar descrições livres a métodos descritivos clássicos. De acordo com Thuillier et al. (2015), o Pivot<sup>®</sup> Profile é útil para produtos (cosméticos, produtos quentes/congelados, produtos medicinais, etc.) difíceis de testar simultaneamente, já que um produto por vez é comparado com o pivot.

O Pivot<sup>®</sup> Profile foi aplicado com sucesso na caracterização de champanhes (THUILLIER et al., 2015), cervejas (LELIÈVRE-DESMAS; VALENTIN; CHOLLET, 2017), bebida láctea fermentada (FONSECA et al., 2016), mel (DENEULIN et al., 2018), hambúrguer com redução de sódio (RIOS-MERA et al., 2019), bebida fermentada à base de soro (MIRABALLES; HODOS; GÁMBARO, 2018), iogurte (ESMERINO et al., 2017) e vinhos (MAFATA et al., 2019). Pensé-Lhéritier (2015) fez uma revisão dos métodos sensoriais aplicados a cosméticos, especialmente os métodos mais modernos e rápidos como o Pivot<sup>®</sup> Profile.

### **3 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os problemas de saúde decorrentes do consumo de elevada quantidade de açúcar e gordura têm levado indústrias, governos e consumidores a buscar alternativas para uma dieta mais saudável. Várias estratégias, têm sido testadas e implementadas no mundo todo, com o objetivo de promover o consumo de alimentos com teor de açúcar e gordura reduzidos. Entre estas estratégias, a reformulação de alimentos promete garantir o acesso da população a alimentos mais saudáveis, sem grandes transformações nos hábitos dos consumidores.

No entanto, questões tecnológicas e sensoriais devem ser consideradas, de forma a produzir alimentos seguros, de custo acessível e com características de aparência, sabor, aroma e textura desejáveis. Conseqüentemente, a análise sensorial tem papel fundamental para o sucesso das estratégias para redução de açúcar e gordura, obtendo o perfil descritivo, avaliando o efeito de ingredientes e processos, além de verificar quais atributos são mais importantes para a aceitação dos produtos. Com isso, métodos sensoriais confiáveis, dinâmicos, rápidos e econômicos tornam-se essenciais para o desenvolvimento de novos produtos.

## REFERÊNCIAS

- ABBOTT, K. N.; MORRIS, M. J.; WESTBROOK, R. F.; REICHEL, A. C. Sex-specific effects of daily exposure to sucrose on spatial memory performance in male and female rats, and implications for estrous cycle stage. **Physiology and Behavior**, v. 162, p. 52–60, 2016.
- AGGARWAL, D.; SABIKHI, L.; SATHISH KUMAR, M. H. Formulation of reduced-calorie biscuits using artificial sweeteners and fat replacer with dairy-multigrain approach. **NFS Journal**, v. 2, p. 1–7, 2016.
- ALBERT, A.; SALVADOR, A.; SCHLICH, P.; FISZMAN, S. Comparison between temporal dominance of sensations (TDS) and key-attribute sensory profiling for evaluating solid food with contrasting textural layers: Fish sticks. **Food Quality and Preference**, v. 24, n. 1, p. 111–118, 2012.
- ALCAIRE, F.; ANTÚNEZ, L.; VIDAL, L.; GIMÉNEZ, A.; ARES, G. Aroma-related cross-modal interactions for sugar reduction in milk desserts: Influence on consumer perception. **Food Research International**, v. 97, p. 45–50, 2017.
- AMIES-CULL, B.; BRIGGS, A. D. M.; SCARBOROUGH, P. Estimating the potential impact of the UK government's sugar reduction programme on child and adult health: Modelling study. **BMJ**, v. 365, p. 1–8, 2019.
- ARES, G.; ALCAIRE, F.; ANTÚNEZ, L.; VIDAL, L.; GIMÉNEZ, A.; CASTURA, J. C. Identification of drivers of (dis)liking based on dynamic sensory profiles: Comparison of temporal dominance of sensations and temporal check-all-that-apply. **Food Research International**, v. 92, p. 79–87, 2017.
- ARES, G.; ASCHEMANN-WITZEL, J.; ROSA, M.; ANTÚNEZ, L.; MACHÍN, L.; VIDAL, L.; GIMÉNEZ, A. Product reformulation in the context of nutritional warning labels: exploration of consumer preferences towards food concepts in three food categories. **Food Research International**, v. 107, p. 669–674, 2018.
- ARES, G.; JAEGER, S. R.; BAVA, C. M.; CHHEANG, S. L.; JIN, D.; GIMENEZ, A.; VIDAL, L.; FISZMAN, S. M.; VARELA, P. CATA questions for sensory product characterization: raising awareness of biases. **Food Quality and Preference**, v. 30, n. 2, p. 114–127, 2013.
- BARNES, J. N.; JOYNER, M. J. Sugar highs and lows: the impact of diet on cognitive function. **Journal of Physiology**, v. 590, n. 12, p. 2831–2831, 2012.
- BELC, N.; SMEU, I.; MACRI, A.; VALLAURI, D.; FLYNN, K. Reformulating foods to meet current scientific knowledge about salt, sugar and fats. **Trends in Food Science & Technology**, v. 84, p. 25–28, 2019.
- BEMFEITO, R. M.; RODRIGUES, J. F.; SILVA, J. G. E.; ABREU, L. R. Temporal dominance of sensations sensory profile and drivers of liking of artisanal Minas cheese produced in the region of Serra da Canastra, Brazil. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 10, p. 7886–7897, 2016.

BIGUZZI, C.; LANGE, C.; SCHLICH, P. Effect of sensory exposure on liking for fat-or sugar-reduced biscuits. **Appetite**, v. 95, p. 317–323, 2015.

BIGUZZI, C.; SCHLICH, P.; LANGE, C. The impact of sugar and fat reduction on perception and liking of biscuits. **Food Quality and Preference**, v. 35, p. 41–47, 2014.

BLECHER, E. Taxes on tobacco, alcohol and sugar sweetened beverages: linkages and lessons learned. **Social Science & Medicine**, v. 136–137, p. 175–179, 2015.

BOAKES, R. A.; HEMBERGER, H. Odour-modulation of taste ratings by chefs. **Food Quality and Preference**, v. 25, n. 2, p. 81–86, 2012.

BRASIL. Termo de compromisso para o estabelecimento de metas nacionais para a redução do teor de açúcares em alimentos industrializados no Brasil. Ministério da Saúde e Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 nov. 2018.

BUTLER, G.; POSTE, L. M.; MACKIE, D. A.; JONES, A. Time-intensity as a tool for the measurement of meat tenderness. **Food Quality and Preference**, v. 7, n. 3–4, p. 193–204, 1996.

CAPACCI, S.; MAZZOCCHI, M.; SHANKAR, B. Breaking habits: The effect of the french vending machine ban on school snacking and sugar intakes. **Journal of Policy Analysis and Management**, v. 37, n. 1, p. 88–111, 2018.

CAPACCI, S.; MAZZOCCHI, M.; SHANKAR, B.; MACIAS, J. B.; VERBEKE, W.; PÉREZ-CUETO, F. J.; KOZIOŁ-KOZAKOWSKA, A.; PIÓRECKA, B.; NIEDZWIEDZKA, B.; D'ADDESA, D.; SABA, A.; TURRINI, A.; ASCHEMANN-WITZEL, J.; BECH-LARSEN, T.; STRAND, M.; SMILLIE, L.; WILLS, J.; TRAILL, W. B. Policies to promote healthy eating in Europe: a structured review of policies and their effectiveness. **Nutrition Reviews**, v. 70, n. 3, p. 188–200, 2012.

CARR, B. T.; DZUROSKA, J.; TAYLOR, R. O.; LANZA, K.; PANSINI, C. Multidimensional alignment (MDA): a simple numerical tool for assessing the degree of association between products and attributes on perceptual maps. PANGBORN SENSORY SCIENCE SYMPOSIUM, 8th, 2009. **Anais...** Florence, Italy, 2009. *online*.

CAUVAIN, S. P. **Cookies, biscuits and crackers: formulation, processing and characteristics**. 2. ed. Witney: Elsevier Ltd., 2015.

CHAULIAC, M.; HERCBERG, S. Changing the food environment : the french experience. **Advances in Nutrition**, v. 3, n. 4, p. 605S-610S, 2012.

HAZELAS, E.; SROUR, B.; DESMETZ, E.; KESSE-GUYOT, E.; JULIA, C.; DESCHAMPS, V.; DRUESNE-PECOLLO, N.; GALAN, P.; HERCBERG, S.; LATINO-MARTEL, P.; DESCHASAUX, M.; TOUVIER, M. Sugary drink consumption and risk of cancer: results from NutriNet-Santé prospective cohort. **BMJ**, v. 366, p. 12408, 2019.

CHI, D. L.; SCOTT, J. M. Added sugar and dental caries in children. A scientific update and future steps. **Dental Clinics of North America**, v. 63, n. 1, p. 17–33, 2019.

CLARO, R. M.; LEVY, R. B.; POPKIN, B. M.; MONTEIRO, C. A. Sugar-sweetened beverage taxes in Brazil. **American Journal of Public Health**, v. 102, n. 1, p. 178–183, 2012.

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

CLIFTON, P. M.; KEOGH, J. B. A systematic review of the effect of dietary saturated and polyunsaturated fat on heart disease. **Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases**, v. 27, n. 12, p. 1060–1080, 2017.

CODEX ALIMENTARIUS. **Codex Guidelines on Nutrition Labelling**. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/Y2770E/y2770e06.htm>>. Acesso em: 5 ago. 2019.

DALY, K.; DARBY, A. C.; SHIRAZI-BEECHEY, S. P. Low calorie sweeteners and gut microbiota. **Physiology and Behavior**, v. 164, p. 494–500, 2016.

DAVIS, E. A. Functionality of sugars: physicochemical interactions in foods. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 62, n. 1, p. 170–177, 1995.

DENEULIN, P.; REVERDY, C.; RÉBÉNAQUE, P.; DANTHE, E.; MULHAUSER, B. Evaluation of the Pivot Profile©, a new method to characterize a large variety of a single product: Case study on honeys from around the world. **Food Research International**, v. 106, p. 29–37, 2018.

DEPARTMENT OF HEALTH & SOCIAL CARE. Childhood obesity: a plan for action. **MCN, The American Journal of Maternal/Child Nursing**, v. 41, n. 1, p. 59, 2016.

DIJKSTERHUIS, G. B.; PIGGOTT, J. R. Dynamic methods of sensory analysis. **Trends in Food Science and Technology**, v. 11, n. 8, p. 284–290, 2000.

DI MONACO, R.; SU, C.; MASI, P.; CAVELLA, S. Temporal dominance of sensations: A review. **Trends in Food Science and Technology**, v. 38, n. 2, p. 104–112, 2014.

DINICOLANTONIO, J. J.; LUCAN, S. C.; O'KEEFE, J. H. The evidence for saturated fat and for sugar related to coronary heart disease. **Progress in Cardiovascular Diseases**, v. 58, n. 5, p. 464–472, 2016.

DOBBS, R.; SAWERS, C.; THOMPSON, F.; MANYIKA, J.; WOETZEL, J.; CHILD, P.; MCKENNA, S.; SPATHAROU, A. Overcoming obesity: an initial economic analysis. **McKinsey Global Institute**, p. 1–71, 2014.

DREWNOWSKI, A.; NORDENSTEN, K.; DWYER, J. Replacing sugar and fat in cookies: impact on product quality and preference. **Food Quality and Preference**, v. 9, n. 1, p. 13–20, 1998.

DUBUISSON, C.; LIORET, S.; TOUVIER, M.; DUFOUR, A.; CALAMASSI-TRAN, G.; VOLATIER, J. L.; LAFAY, L. Trends in food and nutritional intakes of French adults from 1999 to 2007: results from the INCA surveys. **British Journal of Nutrition**, v. 103, n. 7, p. 1035–1048, 2010.

DU, M.; TUGENDHAFT, A.; ERZSE, A.; HOFMAN, K. J. Sugar-Sweetened beverage taxes: industry response and tactics. **The Yale journal of biology and medicine**, v. 91, n. 2, p. 185–190, 2018.

EDWARDS, C. H.; ROSSI, M.; CORPE, C. P.; BUTTERWORTH, P. J.; ELLIS, P. R. 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.

ENGLAND, P. H. **Sugar reduction: achieving the 20% a technical report outlining progress to date, guidelines for industry, 2015 baseline levels in key foods and next steps**. Public Health England. 2017. Disponível em: <<http://www.gov.uk/phe%0Awww.facebook.com/PublicHealthEngland>>. Acesso em: 5 ago. 2019.

ESMERINO, E. A.; TAVARES FILHO, E. R.; THOMAS CARR, B.; FERRAZ, J. P.; SILVA, H. L. A.; PINTO, L. P. F.; FREITAS, M. Q.; CRUZ, A. G.; BOLINI, H. M. A. Consumer-based product characterization using Pivot Profile, Projective Mapping and Check-all-that-apply (CATA): a comparative case with Greek yogurt samples. **Food Research International**, v. 99, p. 375–384, 2017.

FAYE, P.; BR, D.; DURAND, M.; COURCOUX, P. Perceptive free sorting and verbalization tasks with naive subjects : an alternative to descriptive mappings. **Food Quality and Preference**, v. 15, p. 781–791, 2004.

FONSECA, F. G. A.; ESMERINO, E. A.; FILHO, E. R. T.; FERRAZ, J. P.; CRUZ, A. G. DA; BOLINI, H. M. A. Novel and successful free comments method for sensory characterization of chocolate ice cream: A comparative study between pivot profile and comment analysis. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 5, p. 3408–3420, 2016.

FRANK, R. A.; DUCHENY, K.; MIZE, S. J. S. Strawberry odor, but not red color, enhances the sweetness of sucrose solutions. **Chemical Senses**, v. 14, n. 3, p. 371–377, 1989.

FRØST, M. B.; HEYMANN, H.; BREDIE, W. L. P.; DIJKSTERHUIS, G. B.; MARTENS, M. Sensory measurement of dynamic flavour intensity in ice cream with different fat levels and flavourings. **Food Quality and Preference**, v. 16, n. 4, p. 305–314, 2005.

FROST, S. C.; BLACKMAN, J. W.; EBELER, S. E.; HEYMANN, H. Analysis of temporal dominance of sensation data using correspondence analysis on Merlot wine with differing maceration and cap management regimes. **Food Quality and Preference**, v. 64, p. 245–252, 2018.

GARETH, J. H. G.; IAN, S.; M, M. T.; A, J. S.; B, L. H.; YINGHUI, W.; PT, H. J.; DAVID, O. Portion, package or tableware size for changing selection and consumption of food, alcohol and tobacco. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, n. 9, 2015.

GARVEY, E. C.; O’SULLIVAN, M. G.; KERRY, J. P.; KILCAWLEY, K. N. Factors influencing the sensory perception of reformulated baked confectionary products. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, p. 1–29, 2019. doi: 10.1080/10408398.2018.1562419

GLENDINNING, J. I. Do low-calorie sweeteners promote weight gain in rodents? **Physiology and Behavior**, v. 164, p. 509–513, 2016.

GOODSTEIN, E. S.; BOHLSCHEID, J. C.; EVANS, M.; ROSS, C. F. Perception of flavor finish in model white wine: a time-intensity study. **Food Quality and Preference**, v. 36, p. 50–60, 2014.

HAGMANN, D.; SIEGRIST, M.; HARTMANN, C. Taxes, labels, or nudges? Public acceptance of various interventions designed to reduce sugar intake. **Food Policy**, v. 79, p. 156–165, 2018a.

HAGMANN, D.; SIEGRIST, M.; HARTMANN, C. Taxes, labels, or nudges? Public acceptance of various interventions designed to reduce sugar intake. **Food Policy**, v. 79, p. 156–165, 2018b.

HASHEM, K. M.; HE, F. J.; MACGREGOR, G. A. Systematic review of the literature on the effectiveness of product reformulation measures to reduce the sugar content of food and drink on the population's sugar consumption and health: a study protocol. **BMJ Open**, v. 6, n. 6, p. 1–5, 2016.

HAWKES, C.; JEWELL, J.; ALLEN, K. A food policy package for healthy diets and the prevention of obesity and diet-related non-communicable diseases: the NOURISHING framework. **Obesity Reviews**, v. 14, p. 159–168, 2013.

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

HOPPERT, K.; ZAHN, S.; JÄNECKE, L.; MAI, R.; HOFFMANN, S.; ROHM, H. Consumer acceptance of regular and reduced-sugar yogurt enriched with different types of dietary fiber. **International Dairy Journal**, v. 28, n. 1, p. 1–7, 2013.

HUTCHINGS, S. C.; LOW, J. Y. Q.; KEAST, R. S. J. Sugar reduction without compromising sensory perception. An impossible dream? **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 59, n. 14, p. 1–21, 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. **Aquisição alimentar domiciliar per capita: Brasil e Grandes Regiões. Pesquisa de Orçamentos Familiares - POF 2008-2009.**

JAACKS, L. M. Taxes on saturated fat, salt, and sugar improve the healthiness of grocery purchases, but changes are frustratingly small. **The Lancet Public Health**, v. 4, n. 8, p. e363–e364, 2019.

JACQUES, A.; CHAAYA, N.; BEECHER, K.; ALI, S. A.; BELMER, A.; BARTLETT, S. The impact of sugar consumption on stress driven, emotional and addictive behaviors. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews**, v. 103, p. 178–199, 2019.



- JULIA, C.; MÉJEAN, C.; VICARI, F.; PÉNEAU, S.; HERCBERG, S. Public perception and characteristics related to acceptance of the sugar-sweetened beverage taxation launched in France in 2012. **Public Health Nutrition**, v. 18, n. 14, p. 2679–2688, 2015.
- KANTER, R.; VANDERLEE, L.; VANDEVIJVERE, S. Front-of-package nutrition labelling policy : global progress and future directions. **Public Health Nutrition**, v. 21, n. 8, p. 1399–1408, 2018.
- KIUMARSI, M.; SHAHBAZI, M.; YEGANEHZAD, S.; MAJCHRZAK, D.; LIELEG, O.; WINKELJANN, B. Relation between structural, mechanical and sensory properties of gluten-free bread as affected by modified dietary fibers. **Food Chemistry**, v. 277, p. 664–673, 2019.
- KOHYAMA, K.; HAYAKAWA, F.; KAZAMI, Y.; NISHINARI, K. Sucrose release from agar gels and sensory perceived sweetness. **Food Hydrocolloids**, v. 60, p. 405–414, 2016.
- LABBE, D.; SCHLICH, P.; PINEAU, N.; GILBERT, F.; MARTIN, N. Temporal dominance of sensations and sensory profiling: A comparative study. **Food Quality and Preference**, v. 20, n. 3, p. 216–221, 2009a.
- LAGUNA, L.; VARELA, P.; SALVADOR, A.; SANZ, T.; FISZMAN, S. M. Balancing texture and other sensory features in reduced fat short-dough biscuits. **Journal of Texture Studies**, v. 43, n. 3, p. 235–245, 2012.
- LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. Sensory Evaluation of Food. **Principles and Practices**. 2. ed. New York: Springer-Verlag, 2010. 596 p.
- LELIÈVRE-DESMAS, M.; VALENTIN, D.; CHOLLET, S. Pivot profile method: What is the influence of the pivot and product space ? **Food Quality and Preference**, v. 61, p. 6–14, 2017.
- LEY, S. H.; HANDY, O.; MOHAN, V.; HU, F. Prevention and management of type 2 diabetes: dietary components and nutritional strategies. **Lancet**, v. 383, n. 9933, p. 1999–2007, 2014.
- LI, Y.; HRUBY, A.; BERNSTEIN, A. M.; LEY, S. H.; WANG, D. D.; CHIUVE, S. E.; SAMPSON, L.; REXRODE, K. M.; RIMM, E. B.; WILLETT, W. C.; HU, F. B. Saturated fats compared with unsaturated fats and sources of carbohydrates in relation to risk of coronary heart disease: a prospective cohort study. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 66, n. 14, p. 1538–1548, 2015.
- LIMA, M.; ALCANTARA, M. DE; ARES, G.; DELIZA, R. It is not all about information ! Sensory experience overrides the impact of nutrition information on consumers' choice of sugar-reduced drinks. **Food Quality and Preference**, v. 74, p. 1–9, 2019.
- LIMA, M.; ARES, G.; DELIZA, R. Comparison of two sugar reduction strategies with children: Case study with grape nectars. **Food Quality and Preference**, v. 71, p. 163–167, 2019.
- LIN, K.-W.; CHAO, J.-Y. Quality characteristics of reduced-fat Chinese-style sausage as related to chitosan's molecular weight. **Meat Science**, v. 59, n. 4, p. 343–351, 2001.

- LIORET, S.; DUBUISSON, C.; DUFOUR, A.; TOUVIER, M.; CALAMASSI-TRAN, G.; MAIRE, B.; VOLATIER, J. L.; LAFAY, L. Trends in food intake in French children from 1999 to 2007: results from the INCA (étude Individuelle Nationale des Consommations Alimentaires) dietary surveys. **British Journal of Nutrition**, v. 103, n. 4, p. 585–601, 2010.
- LIU, J.; BREDIE, W. L. P.; SHERMAN, E.; HARBERTSON, J. F.; HEYMAN, H. Comparison of rapid descriptive sensory methodologies : Free-Choice Profiling , Flash Profile and modified Flash Profile. **Food Research International**, v. 106, p. 892–900, 2018.
- LOBACH, A. R.; ROBERTS, A.; ROWLAND, I. R. Assessing the in vivo data on low/no-calorie sweeteners and the gut microbiota. **Food and Chemical Toxicology**, v. 124, p. 385–399, 2019.
- LORIDO, L.; ESTÉVEZ, M.; VENTANAS, S. Fast and dynamic descriptive techniques (Flash Profile, Time-intensity and Temporal Dominance of Sensations) for sensory characterization of dry-cured loins. **Meat Science**, v. 145, p. 154–162, 2018.
- LUSTIG, R. H.; SCHMIDT, L. A.; BRINDIS, C. D. The toxic truth about sugar. **Nature**, v. 482, p. 27–29, 2012.
- MAACHE-REZZOUG, Z.; BOUVIER, J. M.; ALLAF, K.; PATRAS, C. Effect of principal ingredients on rheological behaviour of biscuit dough and on quality of biscuits. **Journal of Food Engineering**, v. 35, n. 1, p. 23–42, 1998.
- MACGREGOR, G. A.; HASHEM, K. M. Action on sugar — lessons from UK salt reduction programme. **The Lancet**, v. 383, n. 9921, p. 929–931, 2014.
- MAFATA, M.; BRAND, J.; PANZERI, V.; KIDD, M.; BUICA, A. A multivariate approach to evaluating the chemical and sensorial evolution of South African Sauvignon Blanc and Chenin Blanc wines under different bottle storage conditions. **Food Research International**, v. 125, 2019. doi: 10.1016/j.foodres.2019.108515
- MAKAREM, N.; BANDERA, E. V.; NICHOLSON, J. M.; PAREKH, N. Consumption of sugars, sugary foods, and sugary beverages in relation to cancer risk: a systematic review of longitudinal studies. **Annual Review of Nutrition**, v. 38, n. 1, p. 17–39, 2018.
- MARTEAU, T. M.; HOLLANDS, G. J.; SHELTON, I.; JEBB, S. A. Downsizing: policy options to reduce portion sizes to help tackle obesity. **BMJ (Online)**, v. 351, p. 1–5, 2015.
- MAZZOCCHI, M.; CAGNONE, S.; BECH-LARSEN, T.; NIEDŹWIEDZKA, B.; SABA, A.; SHANKAR, B.; VERBEKE, W.; TRAILL, W. B. What is the public appetite for healthy eating policies? Evidence from a cross-European survey. **Health Economics, Policy and Law**, v. 10, n. 3, p. 267–292, 2015.
- MCCAIN, H. R.; KALIAPPAN, S.; DRAKE, M. A. Invited review: sugar reduction in dairy products. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 10, p. 8619–8640, 2018.
- MCCARTHY, C. M.; WILKINSON, M. G.; KELLY, P. M.; GUINEE, T. P. Effect of salt and fat reduction on proteolysis , rheology and cooking properties of cheddar cheese. **International Dairy Journal**, v. 56, p. 74–86, 2016.

MEYNER, M.; CASTURA, J. C.; CARR, B. T. Existing and new approaches for the analysis of CATA data. **Food Quality and Preference**, v. 30, n. 2, p. 309–319, 2013.

MEYNER, M. Temporal methods: are we comparing apples and oranges? **Food Quality and Preference**, v. 79, 2018. doi: 10.1016/j.foodqual.2018.11.022

MIRABALLES, M.; HODOS, N.; GÁMBARO, A. Application of a pivot profile variant using CATA questions in the development of a whey-based fermented beverage. **Beverages**, v. 4, n. 11, 2018. doi: 10.3390/beverages4010011

MOSCA, A. C.; VELDE, F. VAN DE; BULT, J. H. F.; BOEKEL, M. A. J. S. VAN; STIEGER, M. Effect of gel texture and sucrose spatial distribution on sweetness perception. **LWT - Food Science and Technology**, v. 46, n. 1, p. 183–188, 2012.

MOZAFFARIAN, D.; ANGELL, S. Y.; LANG, T.; RIVERA, J. A. Role of government policy in nutrition-barriers to and opportunities for healthier eating. **BMJ**, v. 361, p. 1–11, 2018.

NI MHURCHU, C.; EYLES, H.; JIANG, Y.; BLAKELY, T. Do nutrition labels influence healthier food choices? Analysis of label viewing behaviour and subsequent food purchases in a labelling intervention trial. **Appetite**, v. 121, p. 360–365, 2018.

NINGTYAS, D. W.; BHANDARI, B.; BANSAL, N.; PRAKASH, S. Sequential aspects of cream cheese texture perception using temporal dominance of sensations (TDS) tool and its relation with flow and lubrication behaviour. **Food Research International**, v. 120, p. 586–594, 2019.

OLIVEIRA, D.; ANTÚNEZ, L.; GIMÉNEZ, A.; CASTURA, J. C.; DELIZA, R.; ARES, G. Sugar reduction in probiotic chocolate-flavored milk: Impact on dynamic sensory profile and liking. **Food Research International**, v. 75, p. 148–156, 2015.

OLIVEIRA, D.; REIS, F.; DELIZA, R.; ROSENTHAL, A.; GIMÉNEZ, A.; ARES, G. Difference thresholds for added sugar in chocolate-flavoured milk: Recommendations for gradual sugar reduction. **Food Research International**, v. 89, p. 448–453, 2016.

O'MAHONY, M.; WONG, S. -YIN. Time-Intensity scaling with Judges trained to use a calibrated scale: adaptation, salty and umami tastes. **Journal of Sensory Studies**, v. 3, n. 3, p. 217–234, 1989.

OVEJERO-LÓPEZ, I.; BRO, R.; BREDIE, W. L. P. Univariate and multivariate modelling of flavour release in chewing gum using time-intensity: a comparison of data analytical methods. **Food Quality and Preference**, v. 16, n. 4, p. 327–343, 2005.

PAGÈS, J. Collection and analysis of perceived product inter-distances using multiple factor analysis: application to the study of 10 white wines from the Loire Valley. **Food Quality and Preference**, v. 16, p. 642–649, 2005.

PAREYT, B.; DELCOUR, J. A. The role of wheat flour constituents, sugar, and fat in low moisture cereal based products: a review on sugar-snap cookies. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 48, n. 9, p. 824–839, 2008.

PARK, H.; YU, S. Policy review: implication of tax on sugar-sweetened beverages for reducing obesity and improving heart health. **Health Policy and Technology**, v. 8, n. 1, p. 92–95, 2019.

PENSÉ-LHÉRITIER, A. M. Recent developments in the sensorial assessment of cosmetic products: a review. **International Journal of Cosmetic Science**, v. 37, n. 5, p. 465–473, 2015.

PFEIFFER, J. C.; HORT, J.; HOLLOWOOD, T. A.; TAYLOR, A. J. Taste-aroma interactions in a ternary system: a model of fruitiness perception in sucrose/acid solutions. **Perception and Psychophysics**, v. 68, n. 2, p. 216–227, 2006.

PIGGOTT, J. R. Understanding flavour quality: difficult or impossible? **Food Quality and Preference**, v. 5, p. 167–171, 1994.

PINEAU, N.; CORDELLE, S.; SCHLICH, P. **Temporal Dominance of Sensations: a new technique to record several sensory attributes simultaneously over time**. In: Abstract book of 5th Pangborn Sensory Science Symposium. Boston: MA, 2003. p. 121.

PINEAU, N.; SCHLICH, P. Temporal dominance of sensations (TDS) as a sensory profiling technique. In: DELARUE, J.; LAWLOR, J. B.; ROGEAUX, M. (Eds.) **Rapid sensory profiling techniques**. Woodhead Publishing, 2015. p. 269-306.

PINEAU, N.; SCHLICH, P.; CORDELLE, S.; MATHONNIÈRE, C.; ISSANCHOU, S.; IMBERT, A.; ROGEAUX, M.; ETIÉVANT, P.; KÖSTER, E. Temporal Dominance of Sensations: construction of the TDS curves and comparison with time-intensity. **Food Quality and Preference**, v. 20, n. 6, p. 450–455, 2009.

POWELL, L. M.; CHRIQUI, J. F.; KHAN, T.; WADA, R.; CHALOUPKA, F. J. Assessing the potential effectiveness of food and beverage taxes and subsidies for improving public health: a systematic review of prices, demand and body weight outcomes. **Obesity Reviews**, v. 14, n. 2, p. 110–128, 2013.

PU, D.; ZHANG, H.; ZHANG, Y.; SUN, B.; REN, F.; CHEN, H.; HE, J. Characterization of the aroma release and perception of white bread during oral processing by gas chromatography-ion mobility spectrometry and temporal dominance of sensations analysis. **Food Research International**, v. 123, p. 612–622, 2019.

REINBACH, H. C.; MEINERT, L.; BALLABIO, D.; AASLYNG, M. D.; BREDIE, W. L. P.; OLSEN, K.; MØLLER, P. Interactions between oral burn, meat flavor and texture in chili spiced pork patties evaluated by time-intensity. **Food Quality and Preference**, v. 18, n. 6, p. 909–919, 2007.

RICHARDSON, A. M.; TYUFTIN, A. A.; KILCAWLEY, K. N.; GALLAGHER, E.; O' SULLIVAN, M. G.; KERRY, J. P. The impact of sugar particle size manipulation on the physical and sensory properties of chocolate brownies. **Lwt**, v. 95, p. 51–57, 2018.

RIERA, C. E.; VOGEL, H.; SIMON, S. A.; COUTRE, J. LE. Artificial sweeteners and salts producing a metallic taste sensation activate TRPV1 receptors. **American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 293, n. 2, p. R626–R634, 2007.

RIOS-MERA, J. D.; SALDAÑA, E.; CRUZADO-BRAVO, M. L. M.; PATINHO, I.; SELANI, M. M.; VALENTIN, D.; CARMEN, J. Reducing the sodium content without modifying the quality of beef burgers by adding micronized salt. **Food Research International**, v. 121, p. 288-295, 2019.

RODRIGUES, J. F.; ANDRADE, R. DA S.; BASTOS, S. C.; COELHO, S. B.; PINHEIRO, A. C. M. Miracle fruit: an alternative sugar substitute in sour beverages. **Appetite**, v. 107, p. 645–653, 2016.

RODRÍGUEZ, A.; MAGAN, N.; MEDINA, A. Evaluation of the risk of fungal spoilage when substituting sucrose with commercial purified Stevia glycosides in sweetened bakery products. **International Journal of Food Microbiology**, v. 231, p. 42–47, 2016.

SAI MANOHAR, R.; HARIDAS RAO, P. Effects of water on the rheological characteristics of biscuit dough and quality of biscuits. **European Food Research and Technology**, v. 209, n. 3–4, p. 281–285, 2002.

SANTOS, B. A. DOS; BASTIANELLO CAMPAGNOL, P. C.; CRUZ, A. G. DA; GALVÃO, M. T. E. L.; MONTEIRO, R. A.; WAGNER, R.; POLLONIO, M. A. R. Check all that apply and free listing to describe the sensory characteristics of low sodium dry fermented sausages: comparison with trained panel. **Food Research International**, v. 76, p. 725–734, 2015.

SANTOS, M. G.; CARPINTEIRO, D. A.; THOMAZINI, M.; ROCHA-SELMÍ, G. A.; CRUZ, A. G. DA; RODRIGUES, C. E. C.; FAVARO-TRINDADE, C. S. Coencapsulation of xylitol and menthol by double emulsion followed by complex coacervation and microcapsule application in chewing gum. **Food Research International**, v. 66, p. 454–462, 2014.

SCHWIETERMAN, M. L.; COLQUHOUN, T. A.; JAWORSKI, E. A.; BARTOSHUK, L. M.; GILBERT, J. L.; TIEMAN, D. M.; ODABASI, A.; MOSKOWITZ, H. R.; FOLTA, K. M.; KLEE, H. J.; SIMS, C. A.; WHITAKER, V. M.; CLARK, D. G. Strawberry flavor: diverse chemical compositions, a seasonal influence, and effects on sensory perception. **PLoS ONE**, v. 9, n. 2, e88446, 2014.

SCRINIS, G.; MONTEIRO, C. A. Commentary ultra-processed foods and the limits of product reformulation. **Public Health Nutrition**, v. 21, n. 1, p. 247–252, 2017.

SIEFFERMANN, J.-M.; DAIROU, V. A comparison of 14 jams characterized by conventional profile and a quick original method the flash profile. **Journal of Food Science**, v. 67, n. 2, p. 826–834, 2002.

- SILVA, H. L. A.; BALTHAZAR, C. F.; SILVA, R.; VIEIRA, A. H.; COSTA, R. G. B.; ESMERINO, E. A.; FREITAS, M. Q.; CRUZ, A. G. Sodium reduction and flavor enhancer addition in probiotic prato cheese: contributions of quantitative descriptive analysis and temporal dominance of sensations for sensory profiling. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 10, p. 8837–8846, 2018.
- SOUZA, V. R. DE; PEREIRA, P. A. P.; PINHEIRO, A. C. M.; BOLINI, H. M. A.; BORGES, S. V.; QUEIROZ, F. Analysis of various sweeteners in low-sugar mixed fruit jam: equivalent sweetness, time-intensity analysis and acceptance test. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 48, n. 7, p. 1541–1548, 2013.
- STIEGER, M.; VELDE, F. V. DE. Microstructure, texture and oral processing: new ways to reduce sugar and salt in foods. **Current Opinion in Colloid and Interface Science**, v. 18, n. 4, p. 334–348, 2013.
- STONE, H.S.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. London: Academic Press, 2004.
- STRUCK, S.; JAROS, D.; BRENNAN, C. S.; ROHM, H. Sugar replacement in sweetened bakery goods. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 49, n. 9, p. 1963–1976, 2014.
- SUDHA, M. L.; SRIVASTAVA, A. K.; VETRIMANI, R.; LEELAVATHI, K. Fat replacement in soft dough biscuits: its implications on dough rheology and biscuit quality. **Journal of Food Engineering**, v. 80, n. 3, p. 922–930, 2007.
- TEDSTONE, A.; TARGETT, V.; OWTRAM, G.; PYNE, V.; ALLEN, R.; BATHRELOU, K.; MACKINLAY, B.; CLEGG, E.; MORGAN, K. Sugar reduction: achieving the 20%: a technical report outlining progress to date, guidelines for industry, 2015 baseline levels in key foods and next steps. **Public Health England**, v. 354, p. i4576, 2017.
- TEILLET, E.; SCHLICH, P.; URBANO, C.; CORDELLE, S.; GUICHARD, E. Sensory methodologies and the taste of water. **Food Quality and Preference**, v. 21, n. 8, p. 967–976, 2010.
- THOMAS, A.; CHAMBAULT, M.; DREYFUSS, L.; GILBERT, C. C.; HEGYI, A.; HENNEBERG, S.; KNIPPERTZ, A.; KOSTYRA, E.; KREMER, S.; SILVA, A. P.; SCHLICH, P. Measuring temporal liking simultaneously to Temporal Dominance of Sensations in several intakes. An application to Gouda cheeses in 6 European countries. **Food Research International**, v. 99, p. 426–434, 2017.
- THOMAS, A.; VISALLI, M.; CORDELLE, S.; SCHLICH, P. Temporal drivers of liking. **Food Quality and Preference**, v. 40, p. 365–375, 2015.
- THUILLIER, B.; VALENTIN, D.; MARCHAL, R.; DACREMONT, C. Pivot© profile: a new descriptive method based on free description. **Food Quality and Preference**, v. 42, p. 66–77, 2015.
- TUORILA, H.; MONTELEONE, E. Sensory food science in the changing society: opportunities, needs, and challenges. **Trends in Food Science and Technology**, v. 20, n. 2, p. 54–62, 2009.

VALENTIN, D.; CHOLLET, S.; LELIE, M. Quick and dirty but still pretty good : a review of new descriptive methods in food science. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 47, n. 8. p. 1563-1578, 2012.

VELDHUIZEN, M. G.; WUISTER, M. J. P.; KROEZE, J. H. A. Temporal aspects of hedonic and intensity responses. **Food Quality and Preference**, v. 17, n. 6, p. 489–496, 2006.

WATSON, W. L.; KELLY, B.; HECTOR, D.; HUGHES, C.; KING, L.; CRAWFORD, J.; SERGEANT, J.; CHAPMAN, K. Can front-of-pack labelling schemes guide healthier food choices? Australian shoppers' responses to seven labelling formats. **Appetite**, v. 72, p. 90–97, 2014.

WERLE, C. O. C.; DUBELAAR, C.; ZLATEVSKA, N.; HOLDEN, S. S. Might bigger portions of healthier snack food help? **Food Quality and Preference**, v. 71, p. 181–184, 2019.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. “**Best buys” and other recommended interventions for the prevention and control of noncommunicable diseases**. Updated (2017) appendix 3 of the global action plan for the prevention and control of noncommunicable diseases 2013-2020. n. 2017, p. 18, 2017b.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases: Report of a joint WHO/FAO Expert Consultation**. Geneva, Switzerland: 2003, p. 1-149.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global status report on noncommunicable diseases**. 2014. 298p.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guideline: sugars intake for adults and children**. Geneva: 2015. 49p.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Taxes on sugary drinks: why do it? **World Health Organization**, p. 4, 2017a.

ZLATEVSKA, N.; DUBELAAR, C.; HOLDEN, S. S. Sizing up the effect of portion size on consumption: a meta-analytic review. **Journal of Marketing**, v. 78, n. 3, p. 140–154, 2014.

ZOULIAS, E. I.; OREOPOULOU, V.; TZIA, C. Textural properties of low-fat cookies containing carbohydrate- or protein-based fat replacers. **Journal of Food Engineering**, v. 55, p. 337–342, 2002.

**SEGUNDA PARTE – ARTIGOS**



**ARTIGO 1 - USE OF STRAWBERRY AND VANILLA NATURAL FLAVORS FOR  
SUGAR REDUCTION: A DYNAMIC SENSORY STUDY WITH YOGURT**

Norma NBR 6022 (ABNT 2003)  
(versão preliminar)

A. A. A. Oliveira<sup>1\*</sup>, A. C. M. Pinheiro<sup>1</sup>, A. C. Andrade<sup>2</sup>, and S. C. Bastos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Food Science, Federal University of Lavras, 37200-000, Lavras, MG, Brazil.

<sup>2</sup>Department of Nutrition, Federal University of Lavras, 37200-000, Lavras, MG, Brazil.

\*Corresponding author: Ana Alice Andrade Oliveira

Mailing adress: Av. Doutor Sylvio Menicucci nº 1001, Kenedy, 37200-000, Lavras – MG,  
Brazil.

Phone number: (+55) (35) 991575979

E-mail adress: [anaaliceoliveira@dca.ufla.br](mailto:anaaliceoliveira@dca.ufla.br)

## ABSTRACT

Yogurt is a food with great acceptance by consumers. However, this product is often supplemented with large quantities of sucrose. A potential strategy to reduce sugar content without compromising sensory quality is the addition of flavors. Thus, the objective of this work was to evaluate the relationship between flavors (vanilla and strawberry) and sweet taste, using a time-intensity analysis, temporal dominance of sensations (TDS) and acceptance test to verifying the viability of sugar reduction in yogurt with the addition of flavors. The results showed that 25% sugar reduction in yogurt with 0.2% vanilla flavor did not affect the sweetness and hedonic perception. The yogurt with 25% sugar reduction and 0.2% strawberry flavor proved to be as well accepted as samples with ideal concentration. Therefore, study of the flavor-taste interaction for the reformulation of foods represents an important strategy to reduce sucrose concentration without impairing the sensory quality.

**Keywords:** Vanilla flavor. Strawberry flavor. Temporal dominance of sensations. Time-intensity.

## 1 INTRODUCTION

The consumption of high-sugar industrialized foods is related to the increase in cases of obesity, diabetes, heart disease and metabolic syndrome, among other health problems (ANARI; AMANI; VEISSI, 2017; JENSEN et al., 2018; MOJTO et al., 2019; ZHENG; SUI; RANGAN, 2017). The World Health Organization recommends that the intake of free sugar does not exceed 10% of the calories consumed daily, which is equivalent to 18.2 kg of sugar/person/year (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2015). Thus, the number of diet products or those with reduced sugar content has attracted more and more consumers who seek a healthier lifestyle.

Yogurt is a product widely accepted by consumers, usually associated with good health and with the ability to incorporate new ingredients (ANNUNZIATA; VECCHIO, 2013; GRANATO; BRANCO; CRUZ, 2010). Several studies have related yogurt intake to intestinal health, improved nutritional status, prevention and treatment of acute diarrhea and prevention of heart disease (DONOVAN; SHAMIR, 2014). Although yogurt is considered a healthy food by most consumers, many products available on the market contain high sugar levels. In a study conducted in the UK, it was found that less than 9% of yogurt available on the market and only 2% of the yogurts specific for children can be considered low in sugar. The highest sugar content was found in organic yogurts: 13g/100g (MOORE; HORTI; FIELDING, 2018). Thus, reformulation of these products in order to reduce the sugar is of major importance in public health.

To meet these demands, the industry seeks to develop products with lower sugar content while preserving the desirable sensory characteristics. However, reducing sugar in foods is a major challenge, since sugar has a unique sweetness that is difficult to replicate, and sugar influences sensory aspects such as taste and texture, and product preservation, which are key factors of the product success in the market (HUTCHINGS; LOW; KEAST, 2018; MARKEY; LOVEGROVE; METHVEN, 2015). One of the strategies applied to reduce sugar without decreasing sweetness is the application of sweeteners, widely used in the food industry for the development of diet products. However, some problems compromise the application of sweeteners: unpleasant and bitter residual taste, evidence of a compensatory effect, increasing cravings for sweets and promoting weight gain, and association with metabolic syndrome and non-alcoholic fatty liver disease (EDWARDS et al., 2016; GREEN; SYN, 2019; KROGER; MEISTER; KAVA, 2006).

Some alternatives have been adopted to reduce sugar without compromising the product taste, such as linear reduction of sugar content over time so that consumers gradually

get used to products with lower sugar concentrations without noticing changes and without affecting commercialization (OLIVEIRA et al., 2016), changes in the food microstructure (such as inhomogeneous sugar distribution) and study of cross-modal interactions between aroma and flavor (HUTCHINGS; LOW; KEAST, 2018; DI MONACO et al., 2018).

Crossmodal interactions refers to the often surprising associations of features across the senses (VELASCO et al., 2016), this is due to learning and associating the perception of an attribute of a specific product, as the integration between attributes (ex: between taste and aroma) in the brain depends on previous experiences with taste and aroma combinations (HUTCHINGS; LOW; KEAST, 2018). Some studies report that flavors such as vanilla, caramel and fruits are directly related to the increased perception of sweet taste. Alcaire et al. (2017b) found that the increased concentration of vanilla and starch flavor caused a higher intensity of sweet taste in dairy desserts. In an experiment with yogurt presenting reduced sugar and high fiber content, the increased concentration of vanilla flavor was associated with increased yogurt acceptance (HOPPERT et al., 2013). Oliveira et al. (2015) evaluated the dynamic sensory profile and acceptance of a probiotic chocolate flavor and observed that the addition of vanilla flavor increased the sweetness perception in samples presenting sugar reductions of 40% and 60%. Besides, several studies have described the ability of strawberry flavor to potentiate sweet taste (FRANK; DUCHENY; MIZE, 1989; PFEIFFER et al., 2006; SCHWIETERMAN et al., 2014). Schwieterman et al. (2014) evaluated fresh strawberries and identified more than twenty volatile compounds capable of increasing the perception of sweetness, independent of the glucose, fructose or sucrose content. This way, the study of the relationship between flavor and taste may contribute to the development of products with reduced sugar content, without compromising the acceptance of these foods.

Considering that temporal methods, such as Time-Intensity (TI) and Temporal Dominance of Sensations (TDS), are efficient in characterizing the sensory profile of different products, providing detailed descriptions of the perception of different flavors during food consumption (RODRIGUES et al., 2016), they can be used to better understand the relationship between aroma and flavor (CHARLES et al., 2017). Since sugar reduction without addition of non-nutritive sweeteners is encouraged, crossmodal interactions can be a good strategy to develop low-sugar products. So the aim of this study was to characterize the temporal profile of low-sugar yogurt samples supplemented with strawberry and vanilla flavors in different concentrations, and evaluate the acceptance of these products.

## **2 MATERIALS AND METHODS**

### **2.1 Materials**

The materials used for the samples preparation were plain yogurt with high protein content of the same batch was provided by Verde Campo (Lavras, Minas Gerais, Brazil), refined sugar (Da Barra, Sertãozinho, São Paulo, Brazil) and natural strawberry and vanilla flavors.

### **2.2 Sensory Analysis**

Sensory tests were carried out at the Sensory Analysis Laboratory of the Department of Food Science at the Federal University of Lavras, Brazil. Yogurt consumers, male and female, aged 18-50 years participated in Just-about-right (JAR) scaling and acceptance test. A trained panel was selected for carrying out dynamic tests. The study was reviewed and approved by the Human Research Ethics Committee of the Federal University of Lavras (CAAE 84733418.1.0000.5148). The study was conducted in three stages. First, the ideal sucrose concentration to be added to yogurt was determined using the Just-about-right-scale (JAR) test. Subsequently, the temporal evaluation was performed using the tests: time-intensity and temporal dominance of sensations. Finally, the acceptance test of the yogurt samples was performed.

### **2.3 Determination of Ideal Sucrose Concentration**

To determine the sugar concentration added to the samples, the sensory test with an ideal scale (Just-about-right scale) was applied (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2007). The sucrose was added to a plain yogurt in the following different concentrations: 3, 5, 7, 9, 11%. These values were based on concentrations used in industry and pre-tests.

The samples (about 20 mL each) were served to the consumers in individual booths. Presentation of the samples was conducted monadically and in a balanced order, according to (WAKELING; MACFIE, 1995), in disposable plastic cups coded with three-digit numbers. The analyses were performed by 91 consumers, using a 9-point structured JAR scale and the following verbal anchors: and the following extremes: extremely less sweet than ideal (1) and extremely sweeter than ideal (9). The value (5) corresponds to the ideal sweetness.

The results of the ideal scale test were analyzed by analysis of variance to verify if there was a significant difference between the samples and by linear regression analysis between ideal values and sucrose concentration, as suggested by (VICKERS, 1988), using the software SensoMaker v. 1.8 (NUNES; PINHEIRO, 2013).

### 2.3.1 Preparation of the Samples

The natural plain-flavored yogurt was supplemented with sugar and flavor at the concentrations shown in Table 1 and stirred until complete dissolution. The samples were stored in polypropylene packages, under refrigeration, at 4 °C until the time of analysis.

The time-intensity analysis was performed with yogurt samples at three sugar concentrations (ideal, 25% and 50% reduction) and three concentrations of each of the vanilla and strawberry flavors (0, 0.1% and 0.2%) (TABLE 1).

Table 1 - Concentration of sugar and flavor in the yogurt samples.

<b>Sample code</b>	<b>Sugar concentration</b>	<b>Flavor concentration</b>
<b>C0</b>	Ideal concentration	0.0%
<b>C1</b>	Ideal concentration	0.1%
<b>C2</b>	Ideal concentration	0.2%
<b>25R0</b>	25% reduction	0.0%
<b>25R1</b>	25% reduction	0.1%
<b>25R2</b>	25% reduction	0.2%
<b>50R0</b>	50% reduction	0.0%
<b>50R1</b>	50% reduction	0.1%
<b>50R2</b>	50% reduction	0.2%

## 2.4 Temporal Evaluation of Yogurt

### 2.4.1 TI Analysis

#### 2.4.1.1 Selection

Assessors were previously selected from basic taste recognition and triangle tests (ISO 8586:2012) using natural plain yogurt (20 mL) containing two sugar concentrations (5% and 6.25%), which presented a difference in sweetness at 1% significance level by the paired comparison test. The participants performed triangle test sessions and the results were evaluated using the sequential method proposed by Wald to select subjects with a good ability to discriminate samples (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2007). The values used were  $p=0.30$  (maximum acceptable disability),  $p1=0.70$  (minimum acceptable ability), and for risks  $\alpha=0.10$  (probability of accepting a candidate without sensory acuity) and  $\beta=0.10$  (probability of rejecting a candidate with sensory acuity).

#### 2.4.1.2 Training

After selection, the assessors were trained to perform the time-intensity test, evaluating sweetness of natural plain yogurt samples (20 mL) with different sucrose

concentrations (2%, 5% and 7%), by means of the SensoMaker program (NUNES; PINHEIRO, 2013), recording the intensity of the stimuli (with 0 signifying no perception and 10 signifying an extreme perception of the taste evaluated) as a function of the time covered (thirty seconds). Analyses were performed in three replicates. An analysis of variance (ANOVA) was applied for each panelist and each parameter, I<sub>max</sub> (Maximum intensity), Plateau (running time of maximum intensity), and Area (area under the curve), to evaluate their discriminating capability ( $P < 0.30$ ) and repeatability ( $P > 0.05$ ).

#### **2.4.1.3 Final Session**

The time-intensity analysis was performed in triplicate separately for the two flavors: strawberry and vanilla. From the previously selected assessors, ten (eight females and two males) participated in the tests with strawberry-flavored yogurts and eight (seven females and one male) participated in the tests with vanilla-flavored yogurts.

The samples were served in plastic cups labeled with randomly selected three-digit numbers and presented in monadic form (WAKELING; MACFIE, 1995). The panelists were instructed to drink the yogurt (20 mL) at once and immediately start the evaluation at the given time (30 seconds), marking the sweetness intensity on the 10-point linear scale, using SensoMaker (NUNES; PINHEIRO, 2013).

In order to analyze the results of the intensity-time tests, analysis of variance was performed with the following variation sources: sample, assessor and sample x assessor interaction for each parameter of the TI curves. In addition, Tukey's range test was applied for comparison of the means ( $P < 0.05$ ). The parameters obtained from the time intensity curves were also analyzed by the Principal Component Analysis (PCA) using the software SensoMaker v. 1.8 (NUNES; PINHEIRO, 2013). The mean curves were constructed using Microsoft Excel 2007 (Microsoft, Redmond, WA, U.S.A.), where the horizontal axis represents time and the vertical axis the scores of sweetness intensity.

#### **2.5 Temporal Dominance of Sensations**

Eight of the previously selected assessors for TI analysis participated in the TDS analysis. The TDS analysis module was presented to the participants, who were instructed put the sample in their mouths (20 mL), and immediately begin the evaluation, selection the dominant sensation the long of the thirty seconds (time determined in pre-tests), i.e., the attribute that the one which triggers the most attention at a given time (PINEAU et al., 2009) among the following attributes: sweet, sour, bitter, vanilla (only for yogurt supplemented with

vanilla flavor) and strawberry flavors (only for yogurt supplemented with strawberry flavor), fermented milk and off-flavors. The samples were evaluated in triplicate.

The methodology proposed by (PINEAU et al., 2009) was used in the SensoMaker software (NUNES; PINHEIRO, 2013) to analyze the TDS curves. Two lines are represented in the graph: the chance line and the significance line, calculated using the normal distribution. The chance line corresponds to the limiting dominance rate for the attribute randomly selected by the assessor. The significance line marks the minimum probability for the attribute to be considered significant. The following parameters were computed: DR<sub>max</sub> (maximum dominance rate), T<sub>max</sub> (time at which maximum dominance occurs) and T<sub>90%</sub> max (time interval in which the dominance rate is equal to or greater than 90% of the maximum dominance rate).

### **2.5.1 Acceptance Test**

Two acceptance tests were performed: one for each flavor. The acceptance test with the strawberry-flavored yogurt samples were conducted with 96 participants, consisting of 43 men and 53 women. In the test with vanilla-flavored samples 92 participants responded, including 42 men and 50 women. Each participant received four yogurt samples with different concentrations of sucrose and flavor. Samples were served in disposable cups encoded with random three-digit numbers. Overall liking was assessed using a 9-point structured hedonic scale (1= extremely disliked to 9= extremely liked) (STONE; SIDEL, 1985). Data analysis of the acceptance tests was performed using ANOVA, as well as Tukey's test.

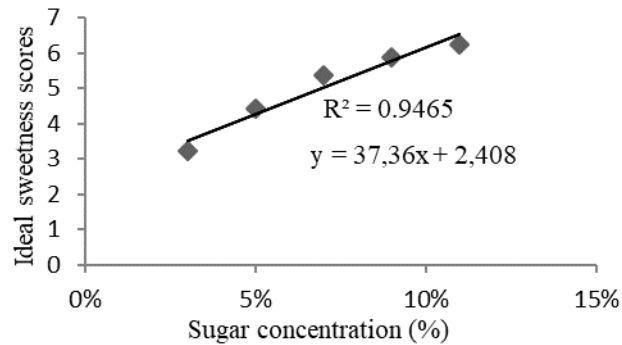
## **3 RESULTS**

### **3.1 Determination of Ideal Sucrose Concentration**

The analysis of variance of the ideal scale results showed that the samples were different at a 5% significance level. The linear model ( $y = 37.36x + 2.408$ ) fitted the data with a coefficient of determination  $R^2 = 0.946$ , where  $x$  is the sugar concentration added to the yogurt and  $y$  is the ideal scale score, as shown in Figure 1.



Figure 1 - Regression analysis results obtained in the sweetness ideal test.



Considering that the score of 5 is the ideal sweetness, the ideal sugar concentration was 7%. In addition to the ideal concentration, samples with 25% and 50% sugar reduction, i.e., 5.25% and 3.5%, respectively, were also evaluated, as shown in Table 2.

Table 2 - Concentration of sugar and flavor in the yogurt samples.

Sample code	Sugar concentration	Flavor concentration
<b>C0</b>	7.00%	0.0%
<b>C1</b>	7.00%	0.1%
<b>C2</b>	7.00%	0.2%
<b>25R0</b>	5.25%	0.0%
<b>25R1</b>	5.25%	0.1%
<b>25R2</b>	5.25%	0.2%
<b>50R0</b>	3.50%	0.0%
<b>50R1</b>	3.50%	0.1%
<b>50R2</b>	3.50%	0.2%

## 3.2 Temporal Evaluation of Yogurt

### 3.2.1 TI Analysis

Time-intensity curves for the sweetness attribute are presented in Figure 2a for strawberry-flavored yogurt and 2b for vanilla-flavored yogurt.

In Figure 2a it is possible to visualize the difference in sweetness perception between the samples, especially the  $I_{max}$  (maximum intensity). The results obtained for the samples with strawberry flavor addition show that the samples were grouped in relation to the same amount of sugar, independently of the amount of flavor added, thus, the samples with ideal sweetness presented higher  $I_{max}$ , followed by samples with 25% reduction in sugar, and then the samples with 50% reduction with lower sweetness intensity.

The mean values of the parameters ( $I_{max}$ , area e plateau) of the time-intensity analysis curves for the yogurt samples are presented in Table 3. It is possible to observe that yogurts samples with 25% sucrose reduction and flavor addition (0.1% and 0.2%) showed  $I_{max}$  values equal statistically ( $P < 0.05$ ) to the samples with ideal sugar concentration. While the samples with 50% sucrose reduction presented  $I_{max}$  values equal among themselves. In relation to the area under the TI curve, the samples with 25% sugar reduction (5.25% sugar) flavored-yogurts presented an area equal ( $P < 0.05$ ) to that of the samples with ideal sugar, i.e, the results showed the samples with 25% reduction with strawberry flavor showed similar behavior the samples with concentration ideal sugar. While, plateau parameters, TI90%, TD5% there was no significant difference to every samples ( $P < 0.05$ ; by Tukey test).

Table 3 - Mean values of the parameters of the time-intensity analysis curves for the sweetness attribute of the samples supplemented with strawberry and vanilla flavor.

Sample	Flavors					
	Strawberry			Vanilla		
	$I_{max}^1$	Area <sup>2</sup>	Plateau	$I_{max}^1$	Area <sup>2</sup>	Plateau
C0	8.37 <sup>a</sup>	131.73 <sup>a</sup>	6.02 <sup>a</sup>	8.34 <sup>ab</sup>	150.58 <sup>a</sup>	9.68 <sup>a</sup>
C1	8.65 <sup>a</sup>	136.71 <sup>a</sup>	6.45 <sup>a</sup>	8.40 <sup>a</sup>	143.05 <sup>ab</sup>	7.74 <sup>a</sup>
C2	8.62 <sup>a</sup>	136.82 <sup>a</sup>	6.10 <sup>a</sup>	8.63 <sup>a</sup>	151.95 <sup>a</sup>	8.95 <sup>a</sup>
25R0	6.92 <sup>b</sup>	103.72 <sup>bc</sup>	5.26 <sup>a</sup>	4.5 <sup>d</sup>	74.44 <sup>c</sup>	7.00 <sup>a</sup>
25R1	7.60 <sup>ab</sup>	115.52 <sup>ab</sup>	6.37 <sup>a</sup>	6.73 <sup>bc</sup>	109.69 <sup>abc</sup>	6.80 <sup>a</sup>
25R2	7.85 <sup>ab</sup>	124.79 <sup>ab</sup>	6.05 <sup>a</sup>	8.50 <sup>a</sup>	153.33 <sup>a</sup>	10.00 <sup>a</sup>
50R0	5.45 <sup>c</sup>	75.38 <sup>d</sup>	5.54 <sup>a</sup>	4.70 <sup>d</sup>	74.96 <sup>c</sup>	5.66 <sup>a</sup>
50R1	5.66 <sup>c</sup>	80.71 <sup>cd</sup>	5.57 <sup>a</sup>	5.68 <sup>dc</sup>	92.64 <sup>bc</sup>	6.64 <sup>a</sup>
50R2	5.64 <sup>c</sup>	79.70 <sup>cd</sup>	5.32 <sup>a</sup>	5.45 <sup>dc</sup>	84.60 <sup>c</sup>	5.94 <sup>a</sup>

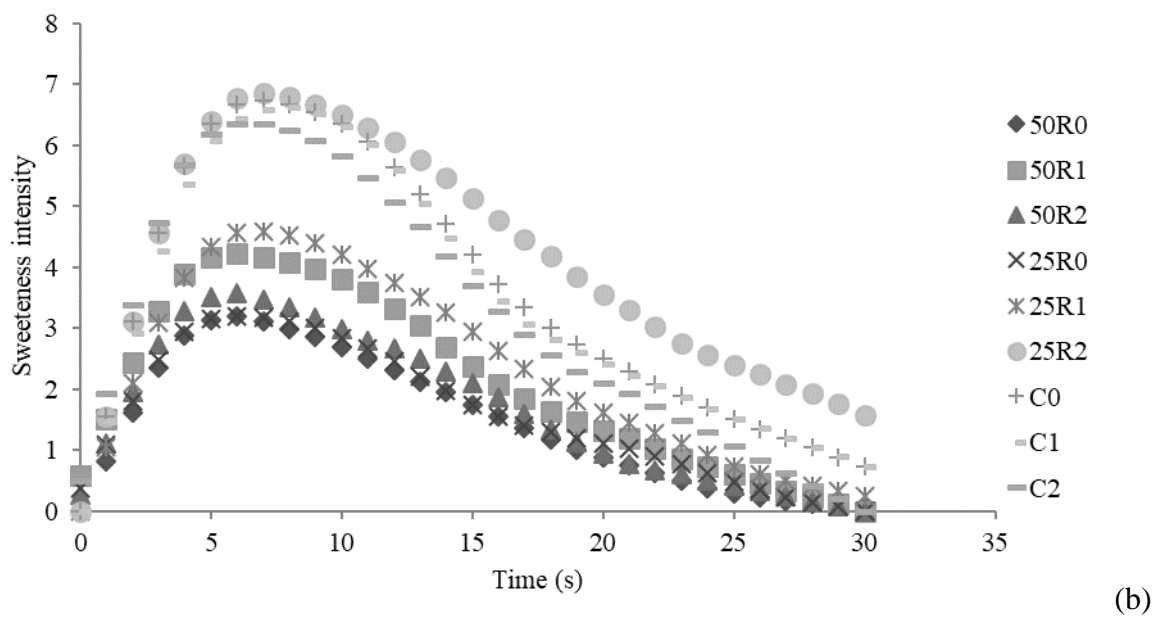
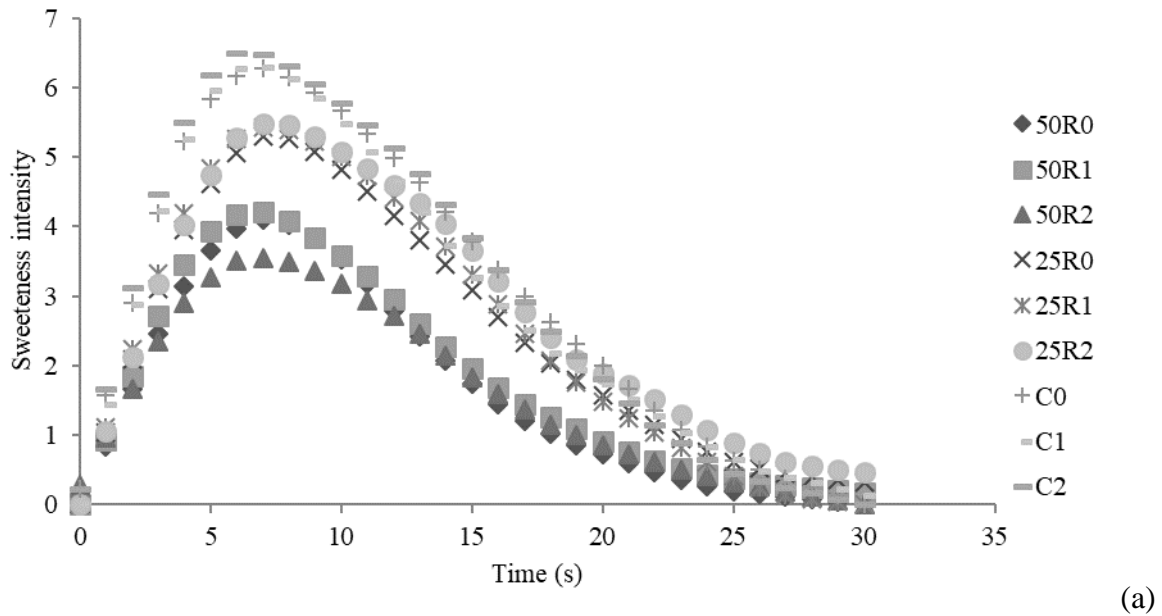
<sup>1</sup> $I_{max}$ : time to reach the maximum sweetness intensity. Area: area under the curve. <sup>2</sup>Plateau: time interval in which the sweetness intensity is  $\geq 90\%$  of the  $I_{max}$ .

<sup>a-d</sup>Means followed by the same letters in the same column do not differ by Tukey's test ( $P < 0.05$ ).

In Figure 2(b) it is possible to observe samples too were grouped in relation to the sugar content, being the samples with 25% (0% and 0.1% flavor) and 50% (0%, 0.1% and 0.2% flavor) reduction of sugar presented lower sweetness intensity, while the behavior of sample 25R2 was similar to that the samples with ideal sugar (C0, C1 and C2). Yogurt with a 25% sucrose reduction and no flavor addition showed  $I_{max}$  values equal to the samples with 50% sucrose reduction, and differed from the samples with the same sugar content and the addition of vanilla flavor. The sample with 25% sucrose reduction and 0.1% vanilla flavor showed  $I_{max}$  statistically equal ( $P < 0.05$ ) to the sample with an ideal sucrose concentration and without flavor (C0), already the yogurt sample with 25% sucrose reduction and 0.2% of

vanilla flavor showed area and  $I_{max}$  values for sweet taste equal statistically to the samples with ideal sucrose concentration (TABLE 4). The results suggest that the addition of vanilla flavor increased the perception of sweet taste, especially in the 25R2 sample. There was no significant difference in plateau parameters ( $P < 0.05$ ).

Figure 2 - Curves of the time-intensity analysis for the sweetness attribute in yogurt samples supplemented with strawberry (a) and vanilla (b) flavor in various concentrations.



Note: 50R0 - 50% sugar reduction and without addition of flavor; 50R1- 50% sugar reduction and 0.1% flavor; 50R2 - 50% sugar reduction and 0.2% flavor; 25R0 - 25% sugar reduction and no addition of flavor; 25R1 - 25% sugar reduction and 0.1% flavor; 25R2 - 25% sugar reduction and 0.2% flavor; C0 - ideal sugar concentration sugar and no added flavor; C1 - ideal sugar concentration and 0.1% flavor; and C2 - ideal sugar concentration and 0.2% flavor.

Table 4 - Mean values of the parameters of the time-intensity analysis curves for the sweetness attribute of the samples supplemented with vanilla flavor.

Sample	$I_{\max}^1$	Area <sup>2</sup>	Plateau
C0	8.34 <sup>ab</sup>	150.58 <sup>a</sup>	9.68 <sup>a</sup>
C1	8.40 <sup>a</sup>	143.05 <sup>ab</sup>	7.74 <sup>a</sup>
C2	8.63 <sup>a</sup>	151.95 <sup>a</sup>	8.95 <sup>a</sup>
25R0	4.50 <sup>d</sup>	74.44 <sup>c</sup>	7.00 <sup>a</sup>
25R1	6.73 <sup>bc</sup>	109.69 <sup>abc</sup>	6.80 <sup>a</sup>
25R2	8.50 <sup>a</sup>	153.33 <sup>a</sup>	10.00 <sup>a</sup>
50R0	4.70 <sup>d</sup>	74.96 <sup>c</sup>	5.66 <sup>a</sup>
50R1	5.68 <sup>dc</sup>	92.64 <sup>bc</sup>	6.64 <sup>a</sup>
50R2	5.45 <sup>dc</sup>	84.60 <sup>c</sup>	5.94 <sup>a</sup>

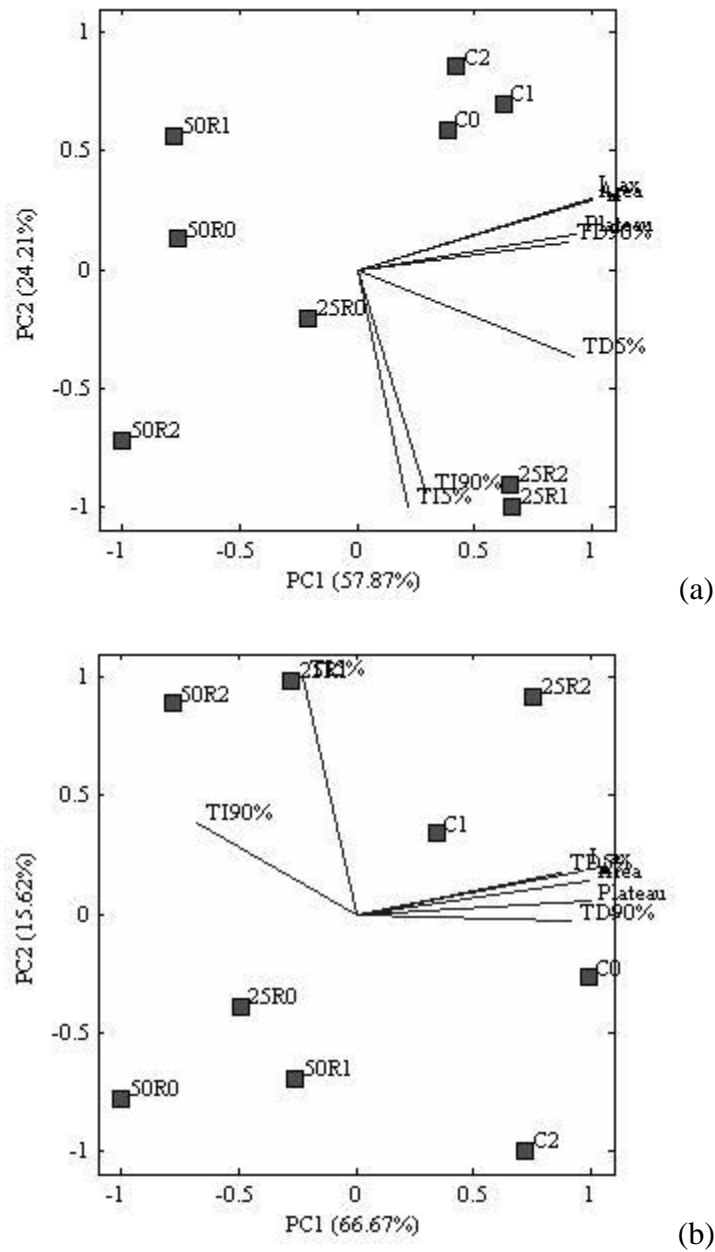
<sup>1</sup> $I_{\max}$ : time to reach the maximum sweetness intensity. Area: area under the curve.

<sup>2</sup>Plateau: time interval in which the sweetness intensity is  $\geq 90\%$  of the  $I_{\max}$ .

<sup>a-d</sup>Means followed by the same letters in the same column do not differ by Tukey's test ( $P < 0.05$ ).

The main component analysis was performed with the parameters of the TI analysis and the results are presented in Figure 3. For the strawberry-flavored samples, main component 1 (PC1) explains 57.87% of the data and PC2 24.21% (FIGURE 3a). The strawberry-flavored samples are grouped according to the sugar content, mainly samples C0, C1 and C2. According to the PCA, these yogurts present higher  $I_{\max}$ , Area, Plateau and TD90%. Observing PC1, samples 25R1 and 25R2 are similar to samples with ideal sugar (C0, C1 and C2). For the vanilla-flavored samples PC1 explains 66.67% of the data and PC2 15.62%. In Figure 3b it is possible to observe that sample 25R2 distances itself from the other samples with 25% sugar reduction and approaches the samples with ideal concentration. Samples 25R2, C0, C1 and C2 are characterized by high values of the  $I_{\max}$ , Area, Plateau, TD90%, TD5%. The yogurts with 50% sugar reduction are closer to samples 25R0 and 25R1, presenting higher TI90% and TI5% values. Sample 50R2 has characteristics similar to 25R1; while the 25R0 sample is closer to the samples 50R1 and 50R0.

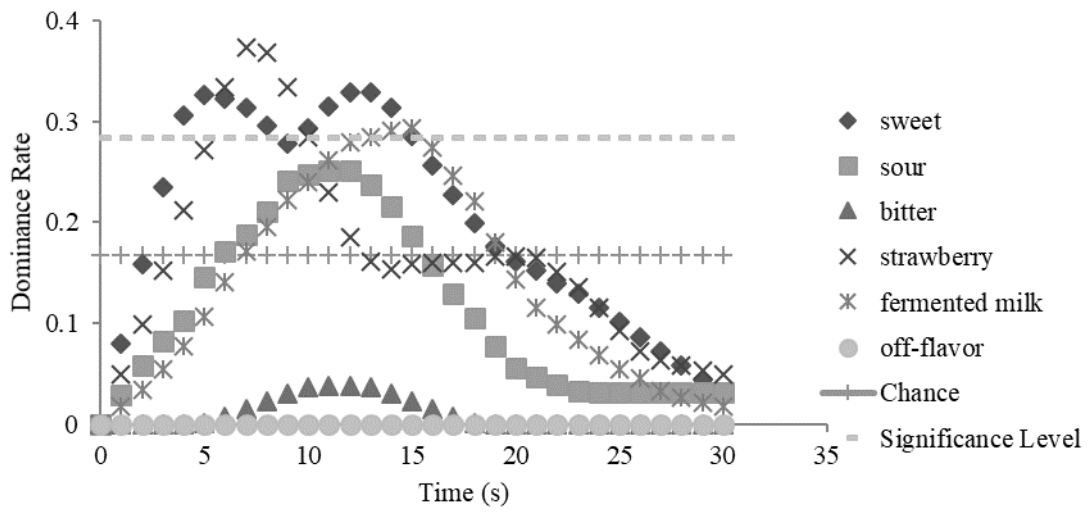
Figure 3 - Principal component analysis (PCA) biplots from TI data for yogurts with addition of strawberry (a) and vanilla (b) flavors.



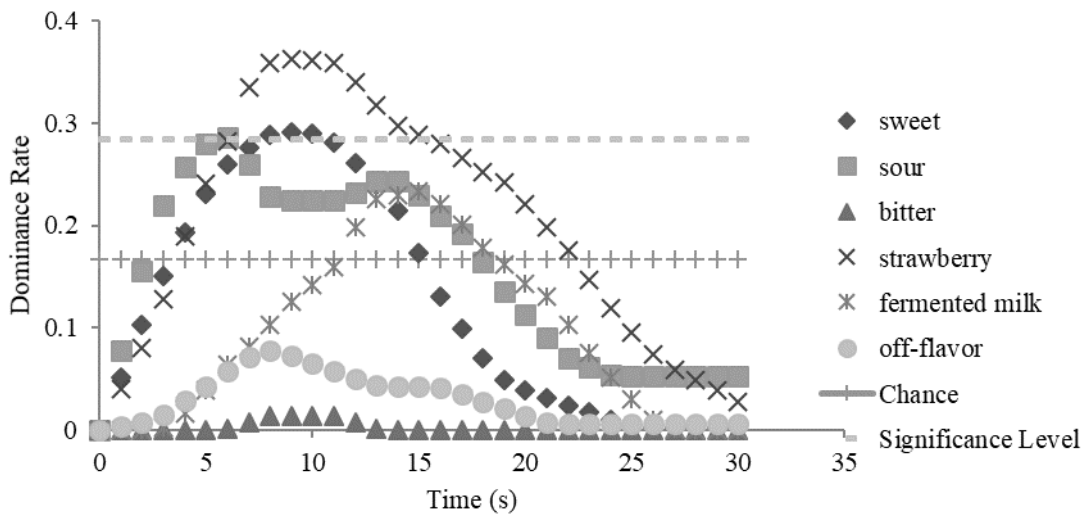
### 3.2.2 Temporal Dominance of Sensations

The samples evaluated in the TDS analysis were chosen based on results of the time-intensity analysis. The TDS profiles for samples 25R1, 25R2, C1, C2 and C0 are shown in Figures 4 and 5.

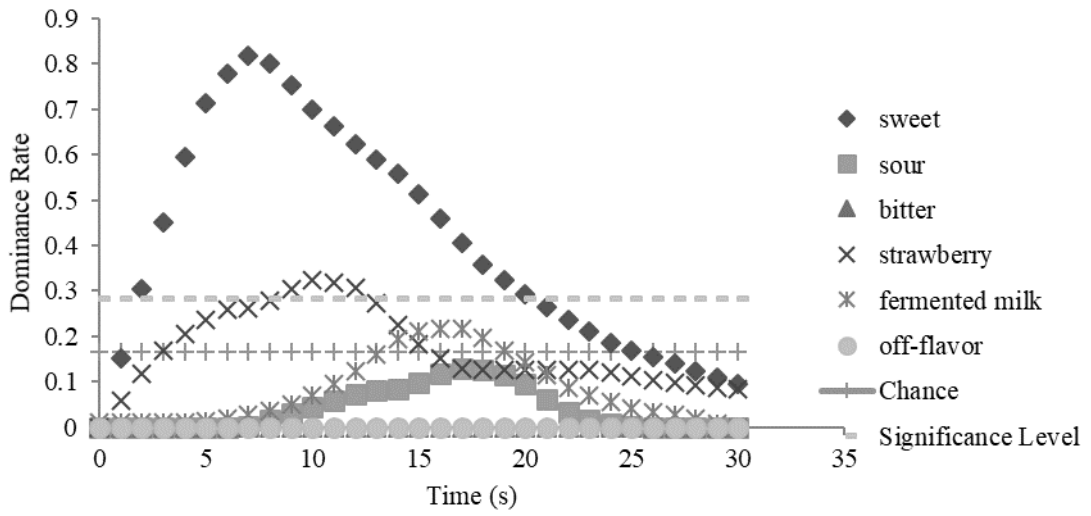
Figure 4 - TDS curves of the strawberry-flavored yogurts: (a) 25R1; (b) 25R2; (c) C1; (d) C2 and (e) C0.



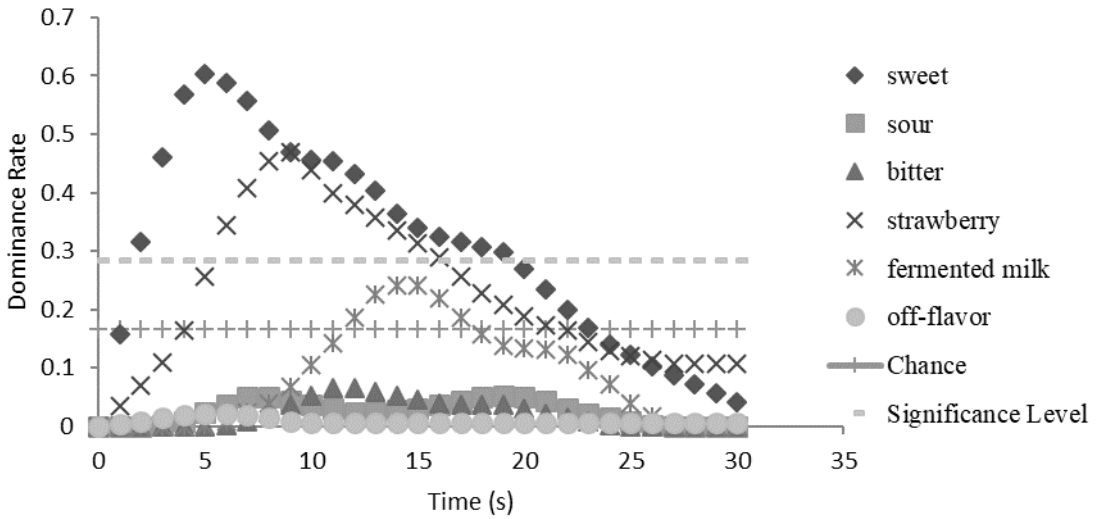
(a)



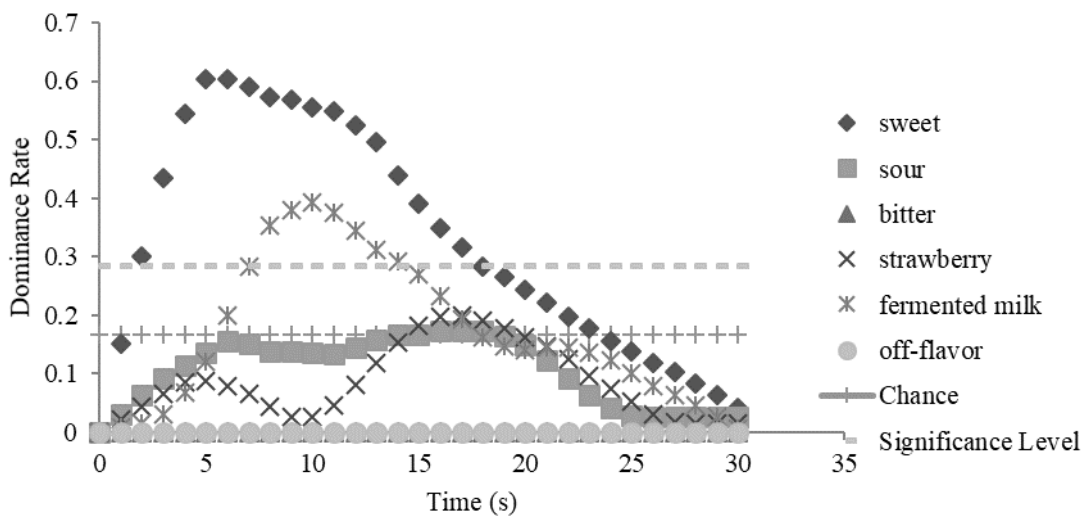
(b)



(c)

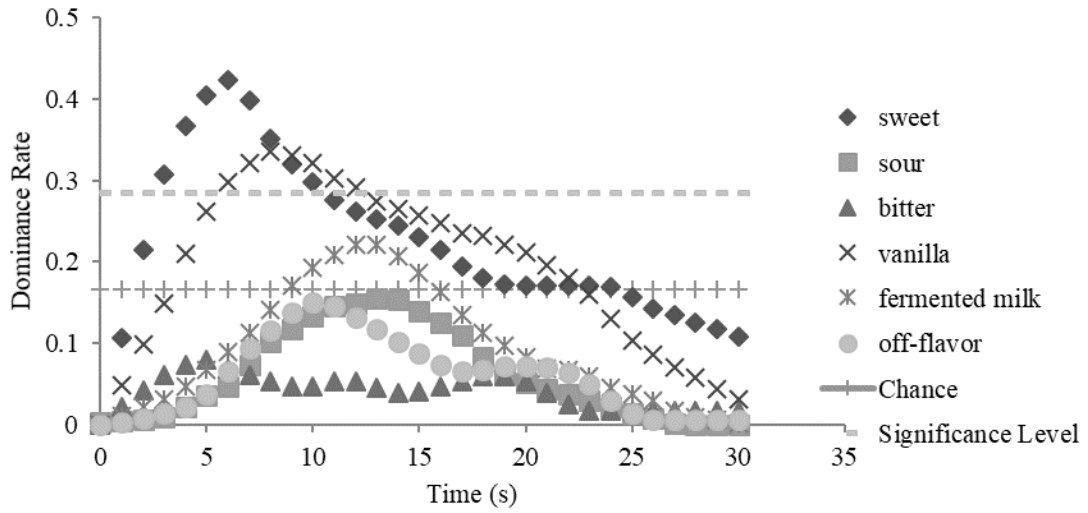


(d)

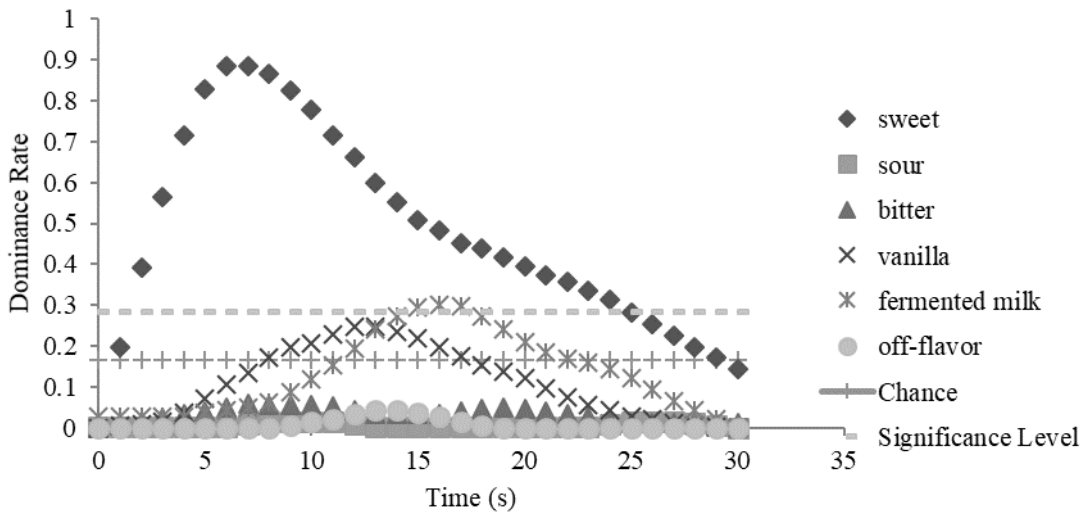


(e)

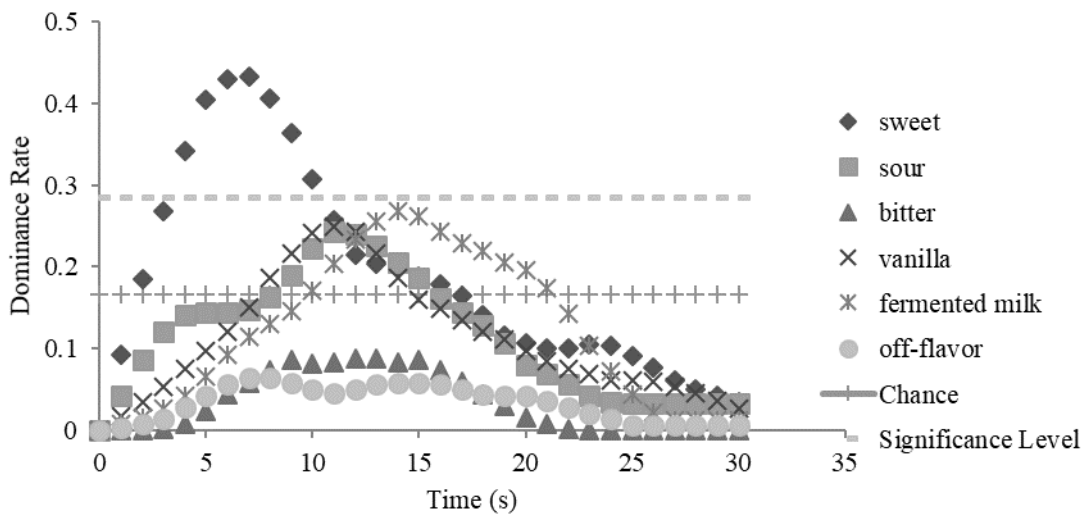
Figure 5 - TDS curves of the vanilla-flavored samples: (a) 25R1; (b) 25R2; (c) C1; (d) C2 and (e) C0.



(a)

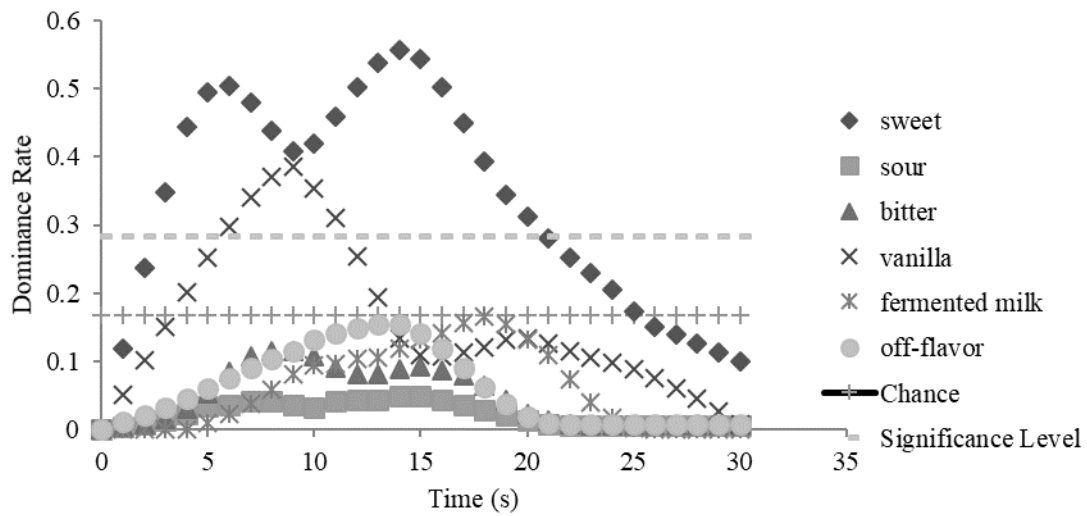


(b)

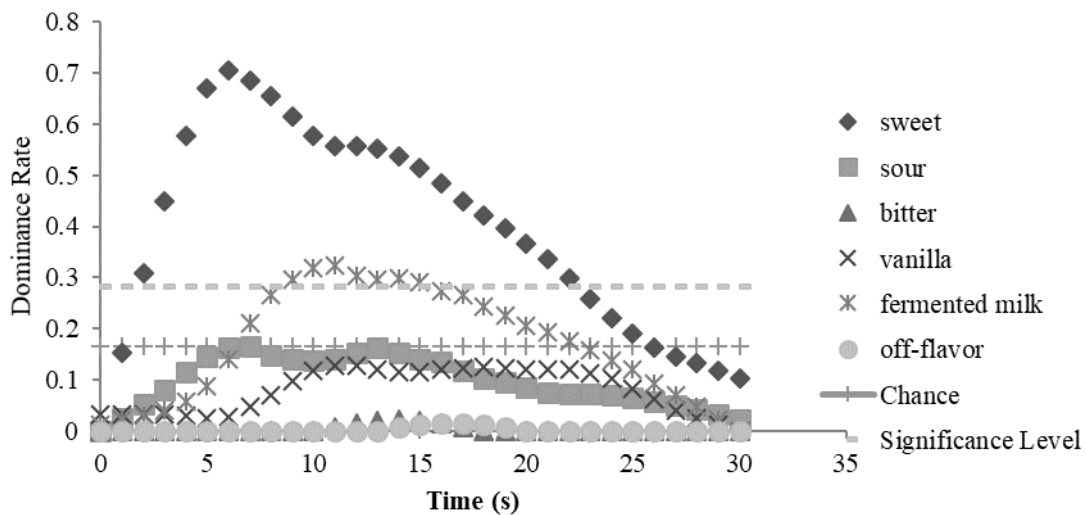


(c)





(d)



(e)

In the sample with 25% sugar reduction and 0.1% strawberry flavor, the sweet taste, strawberry flavor, sour taste and fermented milk flavor were significant, where the latter was dominant after approximately 15 s. In the sample with 25% sugar reduction and 0.2% flavor, the same sensations were significant but there was dominance of the sour taste in the first 5 s. In this sample, the strawberry flavor was dominant for a longer period of time, slightly more than 10 s. In samples with an ideal sugar concentration, the sweet taste dominance rate is higher than in samples with 25% sucrose reduction. The sample with ideal sucrose concentration and 0.1% strawberry flavor presented a profile similar to the sample with the same sucrose content and no flavor (C0). In these, the dominant sensation was the sweet taste for little more than 15 s. In the sample without flavor addition, the dominance rate of the fermented milk flavor was higher than in the others ( $DR_{max} = 0.39$ ). In the sample with ideal

sucrose concentration and 0.2% flavor (C2), in addition to dominance of the sweet taste which extends to approximately 20 s, the strawberry flavor was also dominant, with a higher dominance rate than in other samples, as in the sample with 25% sucrose reduction and the same flavor concentration (25R2) (DR<sub>max</sub> = 0.47).

In the vanilla-flavored yogurts, the fermented milk flavor was dominant (DR<sub>max</sub> = 0.27) only in the sample with 25% sucrose reduction and 0.1% flavor. The dominance rate of sweet taste was higher in samples with ideal sugar concentration. The sample with ideal sucrose concentration and 0.1% vanilla flavor presented a profile similar to the sample with the same sucrose concentration without flavor (C0), in which the dominant sensation was sweet taste for approximately 20 s. The vanilla flavor was dominant in the two samples with 25% sugar reduction, especially in the sample with 0.2% flavor. Compared to the other samples, the dominance rate for vanilla flavor was higher in yoghurt with an ideal sugar concentration and higher flavor concentration.

### 3.3 Acceptance Test

The samples evaluated in the acceptance test were selected based on results of the time-intensity analysis, this samples with the ideal sugar concentration and 25% sucrose reduction, with flavor (strawberry and vanilla) added at concentrations of 0.1% and 0.2%. Mean values of the acceptance scores are presented in Table 5.

Table 5 - Means of the acceptance scores for the yogurt samples.

Flavor	Sample	Acceptance Score
Strawberry	25R1	6.74 <sup>c</sup>
	25R2	6.89 <sup>ab</sup>
	C1	7.24 <sup>ab</sup>
	C2	7.28 <sup>a</sup>
Vanilla	25R1	6.73 <sup>a</sup>
	25R2	7.13 <sup>a</sup>
	C1	7.17 <sup>a</sup>
	C2	7.18 <sup>a</sup>

<sup>a-b</sup>For yogurt samples with the same flavor, means followed by the same letter do not differ according to the Tukey test ( $P < 0.05$ ).

Among the strawberry-flavored yogurt samples, the sample with 25% sugar reduction and 0.2% flavor obtained an acceptance score equal to samples with the ideal sugar concentration ( $p < 0.05$ ). Besides, the samples with more sugar and more flavor showed a

tendency to present higher acceptance scores. For the vanilla-flavored samples, there was no significant difference in relation to acceptance. The results presented hedonic values between “slightly liked it” and “liked really” for both flavors. This indicates a similarity in the acceptance of the samples with ideal sugar concentration, in relation to samples with 25% sucrose reduction and added at concentration of 0.2% strawberry-flavor, and samples with added of 0.1% and 0.2% vanilla-flavor.

#### 4 DISCUSSION

In the JAR test, the sugar content was 7%, which was similar to that determined by Chollet et al. (2013), who evaluated strawberry and coffee-flavored yogurts and showed that consumers preferred samples with 10% sugar. However, yogurts with 7% sugar were also considered acceptable. Individuals have a natural preference for sweet taste, this, coupled with the interest of the food industries, has made possible to add high amounts of sugars to increase product acceptability (OLIVEIRA et al., 2015). However, with the current negative health scenario due to excessive sugar intake, it has become necessary to look for alternatives to reduce the sugar content of frequently consumed products such as yogurt.

The results of the time-intensity analysis suggest that the addition of flavorings may increase the sweetened taste of yogurts, especially the vanilla flavor. According to Wang et al. (2018) vanilla is the most commonly used flavor in dairy products, as it is related to the increase in perceived sweetness, a fact that is consistent with the findings in this study, as yogurts with a 25% reduction in sugar and vanilla flavor showed TI curves similar to yogurt without sugar reduction. In strawberry-flavored samples this effect was less evident, although there is a tendency for this flavor to increase the perception of sweetness. This sweetness induction, observed in sensory testing from the use of flavors, may be associated with a previous exposure of flavor combined with a sweet tasting (PRESCOTT; JOHNSTONE; FRANCIS, 2004). The TDS curves for these yogurts show the dominance of sour taste and fermented milk flavor in the samples with 25% sugar reduction (0.1% and 0.2% flavor). This fact, also observed by Oliveira et al. (2015) that by increasing the reduction in the percentage of chocolate flavored milk sugar, there was an increased perception of other flavor attributes, such as bitterness and milky flavor. Thus, it is clear that sugar is able to mask other sensory aspects of products.

The flavors may promote various effects on taste perception, and may mask or increase the taste perception (CHARLES et al., 2017). Pfeiffer et al. (2006) suggested that the interactions between strawberry flavor and the sweet and acidic tastes depend on the assessor:

some people may associate the flavor with fresh fruits, usually more acidic, others associate it with jams and other with sweet products. The associations between flavor and taste depend on cultural differences, knowledge, experiences, memories and expectations. According to Frank et al. (1993) and Van Der Klaauw and Frank (1996), the ability of the strawberry flavor to enhance sweetness depends on the number of attributes that assessors rate. When only sweetness is measured, the ability to enhance this attribute is evident, however when other attributes such as acidity and fruit flavor are also measured, the effect of enhancing the sweet taste is eliminated. In the time-intensity analysis the only attribute measured was sweetness, the assessors associated the increase in flavor concentration with greater intensity of sweet taste.

The choice of the method used in sensory interaction is important because the experimental strategy adopted affects the sensory interactions that are observed, so the combination of both methods (TI and TDS) was useful in providing more complementary results (CHARLES et al., 2017). According to Poinot et al. (2013) the TI and TDS methods are not able to explain the origin of flavor and flavor interactions. But they are efficient sensory tests to analyze the sensory profile of products with substituted ingredients, for example sugar (RODRIGUES et al., 2016).

Reducing sugar from processed products is one of the main challenges facing industries due to changes in the sensory characteristics of products and may undermine consumer acceptance (MARKEY; LOVEGROVE; METHVEN, 2015). Nevertheless, the results show that reducing sugar up to 25% with the addition of at least 0.2% flavor did not compromise the acceptability of yogurt samples by consumers, although evaluators described the samples as less sweet in the IT analysis and have detected unpleasant tastes in TDS. Sweetness is a factor associated with consumer satisfaction with dairy products (ARES et al., 2010). According to Alcaire et al. (2017a), sugar reduction strategies based on sweet taste perception are more conservative than those based on product acceptance: in a study with desserts, a 20% sugar reduction affected the perception of sweetness but not the acceptance. Thus, even if consumers evaluate samples as less sweet, it is possible to reduce sugar without compromising the acceptability of the yogurt, especially when considering the high sugar content of products available on the market.

The efficiency of the flavor-taste interaction to increase sweetness perception was dependent on the percentage of sugar reduction and flavor addition, as samples with 25% reduction and 0.2% flavor addition had better sensory behavior than the samples with 50% reduction and 0.1% added flavor.

Studies on the interaction between taste and flavor are usually developed with models of food matrices, in order to increase control over the food composition. However, the flavor–taste interaction strongly depends on the food matrix and the conclusions obtained with models may not apply to real foods (POINOT et al., 2013). Therefore, it is essential to conduct research to better evaluate the behavior of flavors (strawberry and vanilla) in increasing sweetness flavors in products with different compositions. In addition, research on the subject can contribute to the development of healthier food products (lower levels of free sugars).

## **5 CONCLUSIONS**

The results suggest that it is possible to reduce the sugar content by 25% without compromising the perception of sweetness and acceptance of yogurt by adding flavors. It was also possible to verify that the vanilla flavor (0.2%) enhanced sweetness of the yogurt more efficiently than the strawberry flavor. Although addition of the strawberry flavor did not increase the perception of sweetness in the same way as the vanilla flavor, the yogurt with strawberry flavor presented good acceptance. Therefore, this study showed of the flavor-taste interaction represents an important strategy to reduce sugar addition (and consequently intake) in beverages such as yogurt and to preserve desirable sensory characteristics. Even when consumers perceive the yogurt as less sweet, the samples showed good acceptance. This reinforces the viability of gradual sugar reduction in foods products.

## **ACKNOWLEDGMENTS**

We thank the postgraduate program in food science from the Federal University of Lavras (Lavras, MG, Brazil) and Verde Campo company, who supplied yogurts and flavors. The authors also acknowledge the financial support by Fundação de Amparo a Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG, São Pedro, MG, Brazil), National Council for Scientific and Technological Development (CNPq) — Brazil and Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

## REFERENCES

- ALCAIRE, F.; ANTÚNEZ, L.; VIDAL, L.; GIMÉNEZ, A.; ARES, G. Aroma-related cross-modal interactions for sugar reduction in milk desserts: influence on consumer perception. **Food Research International**, v. 97, p. 45–50, 2017a.
- ALCAIRE, F.; ANTÚNEZ, L.; VIDAL, L.; ZORN, S.; GIMÉNEZ, A.; CASTURA, J. C.; ARES, G. Comparison of static and dynamic sensory product characterizations based on check-all-that-apply questions with consumers. **Food Research International**, v. 97, p. 215–222, 2017b.
- ANARI, R.; AMANI, R.; VEISSI, M. Diabetes e metabolic syndrome: clinical research e reviews sugar-sweetened beverages consumption is associated with abdominal obesity risk in diabetic patients. **Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews**, v. 11, p. S675–S678, 2017.
- ANNUNZIATA, A.; VECCHIO, R. Consumer perception of functional foods: a conjoint analysis with probiotics. **Food Quality and Preference**, v. 28, n. 1, p. 348–355, 2013.
- ARES, G.; GIMÉNEZ, A.; BARREIRO, C.; GÁMBARO, A. Use of an open-ended question to identify drivers of liking of milk desserts. Comparison with preference mapping techniques. **Food Quality and Preference**, v. 21, n. 3, p. 286–294, 2010.
- CHARLES, M.; ENDRIZZI, I.; APREA, E.; ZAMBANINI, J.; BETTA, E.; GASPERI, F. Dynamic and static sensory methods to study the role of aroma on taste and texture: a multisensory approach to apple perception. **Food Quality and Preference**, v. 62, p. 17–30, 2017.
- CHOLLET, M.; GILLE, D.; SCHMID, A.; WALTHER, B.; PICCINALI, P. Acceptance of sugar reduction in flavored yogurt. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 9, p. 5501–5511, 2013.
- DI MONACO, R.; MIELE, N. A.; CABISIDAN, E. K.; CAVELLA, S. Strategies to reduce sugars in food. **Current Opinion in Food Science**, v. 19, p. 92–97, 2018.
- DONOVAN, S. M.; SHAMIR, R. Introduction to the yogurt in nutrition initiative and the first global summit on the health effects of yogurt. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 99, p. 1209S-1211S, 2014.
- EDWARDS, C. H.; ROSSI, M.; CORPE, C. P.; BUTTERWORTH, P. J.; ELLIS, P. R. The role of sugars and sweeteners in food, diet and health: alternatives for the future. **Trends in Food Science and Technology**, v. 56, p. 158–166, 2016.
- FRANK, R. A.; DUCHENY, K.; MIZE, S. J. S. Strawberry odor, but not red color, enhances the sweetness of sucrose solutions. **Chemical Senses**, v. 14, n. 3, p. 371–377, 1989.
- FRANK, R. A.; KLAAUW, N. J. VAN DER; SCHIFFERSTEIN, H. N. J. Both perceptual and conceptual factors influence taste-odor and taste-taste interactions. **Perception & Psychophysics**, v. 54, n. 3, p. 343–354, 1993.

GRANATO, D.; BRANCO, G. F.; CRUZ, A. G. Probiotic dairy products as functional foods. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 9, p. 455–470, 2010.

GREEN, C. H.; SYN, W. K. Non-nutritive sweeteners and their association with the metabolic syndrome and non-alcoholic fatty liver disease: a review of the literature. **European Journal of Nutrition**, v. 58, n. 5, p. 1785–1800, 2019.

HOPPERT, K.; ZAHN, S.; JÄNECKE, L.; MAI, R.; HOFFMANN, S.; ROHM, H. Consumer acceptance of regular and reduced-sugar yogurt enriched with different types of dietary fiber. **International Dairy Journal**, v. 28, n. 1, p. 1–7, 2013.

HUTCHINGS, S. C.; LOW, J. Y. Q.; KEAST, R. S. J. Sugar reduction without compromising sensory perception. An impossible dream? **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, p. 1–21, 2018.

JENSEN, T.; ABDELMALEK, M. F.; SULLIVAN, S.; NADEAU, K. J.; GREEN, M.; RONCAL, C.; NAKAGAWA, T.; KUWABARA, M.; SATO, Y.; KANG, D. H.; TOLAN, D. R.; SANCHEZ-LOZADA, L. G.; ROSEN, H. R.; LANASPA, M. A.; DIEHL, A. M.; JOHNSON, R. J. Fructose and sugar: a major mediator of non-alcoholic fatty liver disease. **Journal of Hepatology**, v. 68, n. 5, p. 1063–1075, 2018.

KROGER, M.; MEISTER, K.; KAVA, R. Sweeteners and other sugar substitutes: a review of the safety issues. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 5, p. 35–47, 2006.

MARKEY, O.; LOVEGROVE, J. A.; METHVEN, L. Sensory profiles and consumer acceptability of a range of sugar-reduced. **Food Research International**, v. 72, p. 133–139, 2015.

MEILGAARD, M. C.; CIVILLE, G. V.; CARR, T. B. **Sensory evaluation techniques**. 4th ed. Boca Raton: CRC Press, 2007.

MOJTO, V.; GVOZDJAKOVA, A.; MOJTOVÁ, M.; KUCHARSKÁ, J.; JAGLAN, P.; VANČOVÁ, O. Dietary sugar intake and risk of noncommunicable diseases. **The Role of Functional Food Security in Global Health**, p. 287–299, 2019.

MOORE, J. B.; HORTI, A.; FIELDING, B. A. Evaluation of the nutrient content of yogurts: a comprehensive survey of yogurt products in the major UK supermarkets. **BMJ Open**, v. 8, n. 8, p. e021387, 2018.

NUNES, C. A.; PINHEIRO, A. C. M. **SensoMaker**. Lavras: UFLA, 2013.

OLIVEIRA, D.; ANTÚNEZ, L.; GIMÉNEZ, A.; CASTURA, J. C.; DELIZA, R.; ARES, G. Sugar reduction in probiotic chocolate-flavored milk: impact on dynamic sensory profile and liking. **Food Research International**, v. 75, p. 148–156, 2015.

OLIVEIRA, D.; REIS, F.; DELIZA, R.; ROSENTHAL, A.; GIMÉNEZ, A.; ARES, G. Difference thresholds for added sugar in chocolate-flavoured milk: recommendations for gradual sugar reduction. **Food Research International**, p. 6–11, 2016.

PFEIFFER, J. C.; HORT, J.; HOLLOWOOD, T. A.; TAYLOR, A. J. Taste-aroma interactions in a ternary system: a model of fruitiness perception in sucrose/acid solutions. **Perception and Psychophysics**, v. 68, n. 2, p. 216–227, 2006.

PINEAU, N.; SCHLICH, P.; CORDELLE, S.; MATHONNIÈRE, C.; ISSANCHOU, S.; IMBERT, A.; ROGEAUX, M.; ETIÉVANT, P.; KÖSTER, E. Temporal Dominance of Sensations: Construction of the TDS curves and comparison with time-intensity. **Food Quality and Preference**, v. 20, n. 6, p. 450–455, 2009.

POINOT, P.; ARVISENET, G.; LEDAUPHIN, J.; GAILLARD, J. L.; PROST, C. How can aroma-related cross-modal interactions be analysed? A review of current methodologies. **Food Quality and Preference**, v. 28, n. 1, p. 304–316, 2013.

PRESCOTT, J.; JOHNSTONE, V.; FRANCIS, J. Odor-taste interactions: effects of attentional strategies during exposure. **Chemical Senses**, v. 29, p. 331–340, 2004.

RODRIGUES, J. F.; ANDRADE, R. DA S.; BASTOS, S. C.; COELHO, S. B.; PINHEIRO, A. C. M. Miracle fruit: an alternative sugar substitute in sour beverages. **Appetite**, v. 107, p. 645–653, 2016.

SCHWIETERMAN, M. L.; THOMAS, A. C.; ELIZABETH, A. J.; LINDA, M. B.; JESSICA, L. G.; DENISE, M. T.; ASLI, Z. O.; HOWARD, R. M.; KEVIN, M. F.; HARRY, J. K.; CHARLES, A. S.; VANCE, M. W.; DAVID, G. C. Strawberry flavor: diverse chemical compositions, a seasonal influence, and effects on sensory perception. **PLoS ONE**, v. 9, n. 2, 2014.

STONE, H. S.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. London: Academic Press, 1985.

VAN DER KLAUW, N. J.; FRANK, R. A. Scaling component intensities of complex stimuli: The influence of response alternatives. **Environment International**, v. 22, n. 1, p. 21–31, 1996.

VELASCO, C.; WOODS, A. T.; PETIT, O.; CHEOK, A. D.; SPENCE, C. Crossmodal correspondences between taste and shape, and their implications for product packaging: a review. **Food Quality and Preference**, v. 52, n. 4, p. 17–26, 2016.

VICKERS, Z. Sensory specific satiety in lemonade using a just right scale for sweetness. **Journal of Sensory Studies**, v. 3, p. 1–8, 1988.

WAKELING, I. N.; MACFIE, H. J. H. Designing consumer trials balanced for first and higher order of carry-over effect when only a subset of k samples from t may be tested. **Food Quality and Preference**, v. 6, n. 4, p. 299–308, 1995.

WANG, G.; HAYES, J.; ZIEGLER, G.; ROBERTS, R.; HOPFER, H. Dose-response relationships for vanilla flavor and sucrose in skim milk: evidence of synergy. **Beverages**, v. 4, n. 4, p. 73, 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guideline: sugars intake for adults and children**. Geneva, 2015. 49p.



ZHENG, M.; SUI, Z.; RANGAN, A. A modeling study of beverage substitution and obesity outcomes among Australian adults. **Nutrition**, v. 39–40, p. 71–75, 2017.

**ARTIGO 2 - APLICAÇÃO DO PIVOT® PROFILE COM PREFERÊNCIA NA  
CARACTERIZAÇÃO DE BISCOITOS COM REDUÇÃO DE AÇÚCAR E GORDURA**

Norma NBR 6022 (ABNT 2003)  
(versão preliminar)

Ana Alice A. Oliveira<sup>1\*</sup> e Ana Carla M. Pinheiro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais, 37200-000, Brasil.

\* Autor correspondente: Ana Alice Andrade Oliveira

Campus Universitário, Laboratório de Análise Sensorial, Caixa Postal 3037, 37200-000, Lavras, Minas Gerais, Brasil.

TEL: (+55) (35) 991575979; E-mail: [anaaliceoliveira@dca.ufla.br](mailto:anaaliceoliveira@dca.ufla.br)

## RESUMO

Com o objetivo de diminuir o consumo de produtos com alto teor de açúcar e gordura, diversas estratégias têm sido discutidas entre governos, indústrias e pesquisadores. Uma das propostas para reduzir a ingestão de açúcar e gordura é a reformulação de alimentos. Porém a redução de açúcar e gordura pode acarretar diversos problemas tecnológicos e sensoriais. Assim, é importante avaliar a qualidade dos produtos e a percepção do consumidor sobre estes alimentos. O objetivo deste trabalho foi caracterizar biscoitos tipo “cookie” com teor de açúcar e gordura reduzidos, utilizando o método Pivot<sup>®</sup> Profile e avaliar a interferência da informação sobre a composição dos biscoitos na preferência e na caracterização dos produtos. O Pivot<sup>®</sup> Profile permitiu a caracterização das amostras, sendo possível verificar a diferença entre estas. O uso do Alinhamento Multidimensional (MDA) contribuiu para a interpretação dos resultados obtidos no Pivot<sup>®</sup> Profile, revelando a correlação entre atributos e amostras. Foi possível verificar que amostras com 25% de redução de açúcar e de gordura foram igualmente preferidas, em relação à formulação padrão, apresentando características desejáveis pelo consumidor. A informação sobre a composição não teve efeito na descrição das amostras e na preferência dos consumidores.

**Palavras-chave:** Pivot Profile. Preferência. Redução de açúcar.

## 1 INTRODUÇÃO

A ingestão excessiva de açúcar, especialmente em bebidas açucaradas e alimentos industrializados em geral, está associada à diabetes, cáries, obesidade, câncer e doenças cardiovasculares (CHAZELAS et al., 2019; CHI; SCOTT, 2019; LEY et al., 2014; PARK; YU, 2019a). A Organização Mundial de Saúde recomenda que a ingestão de açúcares livres não exceda 10% das calorias diárias (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2015) e em vários países há iniciativas do governo em conjunto com indústrias para a redução do consumo de açúcar (MACGREGOR; HASHEM, 2014; PARK; YU, 2019b). A redução do teor de açúcar nos produtos disponíveis no mercado é considerada uma estratégia efetiva para a diminuição da ingestão de açúcar (MACGREGOR; HASHEM, 2014).

Além do açúcar, a Organização Mundial da Saúde, com o objetivo de prevenir e controlar doenças não-comunicáveis, alerta sobre a importância de reduzir os níveis de sódio, gordura saturada e ácidos graxos trans (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2014). A associação entre a ingestão excessiva de gordura, especialmente ácidos graxos saturados e trans, e obesidade (HOOPER et al., 2016), doenças cardiovasculares (CLIFTON; KEOGH, 2017; JAKOBSEN et al., 2009) e diabetes (SALMERÓN et al., 2001; SOUZA et al., 2015) tem provocado o aumento da demanda por produtos com substituição de gordura.

Biscoitos são produtos com grande aceitação, devido a sua praticidade, sabor e capacidade de incorporação de novos ingredientes. No entanto, estes produtos apresentam alto teor de açúcar e gordura. A redução de açúcar pode comprometer a aceitação destes produtos, uma vez que a doçura é considerada o principal atributo para garantir a aceitação dos biscoitos (BIGUZZI; SCHLICH; LANGE, 2014; DREWNOWSKI; NORDENSTEN; DWYER, 1998). O açúcar, além de proporcionar gosto doce aos biscoitos, tem papel importante na cor, dimensões, dureza, crocância, estrutura e textura da superfície (CAUVAIN, 2015; MAACHE-REZZOUG et al., 1998). A gordura também tem papel fundamental na qualidade de biscoitos, especialmente em relação à textura, impactando também na percepção de sabor e aroma (ZOULIAS; OREOPOULOU; TZIA, 2002). A adição de gordura suaviza a massa e diminui a viscosidade e o tempo de relaxamento (MAACHE-REZZOUG et al., 1998). Dessa forma, é preciso avaliar o impacto da redução de açúcar e gordura nas características do produto.

O perfil sensorial descritivo é importante para orientar o desenvolvimento e reformulação de produtos, bem como identificar as principais características para garantir a aceitação do consumidor. O Pivot<sup>®</sup> Profile, método descritivo baseado em referência, proposto por Thuillier et al. (2015), consiste em avaliar amostras em pares: uma amostra teste e uma referência, chamada de pivot. Embora o método inicialmente tenha sido aplicado com

provedores treinados, o Pivot<sup>®</sup> Profile foi utilizado para caracterização de produtos em estudos com consumidores (ESMERINO et al., 2017; FONSECA et al., 2016; RIOS-MERA et al., 2019). O Pivot<sup>®</sup> Profile foi aplicado com sucesso na caracterização de champagne (THUILLIER et al., 2015), cervejas (LELIÈVRE-DESMAS; VALENTIN; CHOLLET, 2017), sorvete de chocolate (FONSECA et al., 2016), mel (DENEULIN et al., 2018) e hambúrguer (RIOS-MERA et al., 2019), bebida fermentada à base de soro (MIRABALLES; HODOS; GÁMBARO, 2018) e vinhos (MAFATA et al., 2019).

A informação nutricional pode estimular o consumidor a escolher produtos mais saudáveis (CAPACCI et al., 2012). Por outro lado, informações sobre redução de açúcar e gordura ou substituição por edulcorantes podem afetar negativamente a expectativa e a percepção hedônica dos consumidores (BIALKOVA; SASSE; FENKO, 2016; NORTON; FRYER; PARKINSON, 2013; RAGHUNATHAN; NAYLOR; HOYER, 2006). Em alguns estudos, foi constatado que a informação sobre redução de açúcar teve efeito positivo na aceitação dos produtos (JOHANSEN et al., 2010; REIS et al., 2017) No entanto, estudos realizados por Lima et al. (2019) indicam que a experiência hedônica dos consumidores ultrapassa o efeito na rotulagem nutricional: alimentos mais saudáveis precisam atender as expectativas sensoriais do consumidor, caso contrário, as políticas públicas relacionadas à mudança de rotulagem não terão sucesso.

Este trabalho teve como objetivo aplicar o Pivot<sup>®</sup> Profile na caracterização de biscoitos com teor de açúcar e gordura reduzidos, avaliando também a interferência da informação na preferência e na caracterização dos produtos.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Elaboração dos biscoitos**

Foram produzidos biscoitos do tipo cookie no Laboratório de Grãos, Raízes e Tubérculos, do DCA/UFLA com base na formulação apresentada na Tabela 1: uma formulação tradicional (padrão), com alto teor de gordura e açúcar, e biscoitos com teor de açúcar e gordura reduzidos: 25A25G (25% de redução de açúcar e 25% de redução de gordura), 25A50G (25% de redução de açúcar e 50% de redução de gordura), 50A25G (50% de redução de açúcar e 25% de redução de gordura) e 50A50G (50% de redução de açúcar e 50% de redução de gordura). A formulação padrão, composta de 30% de açúcar e 20% de margarina, foi baseada em formulações utilizadas em outros estudos (BIGUZZI; LANGE; SCHLICH, 2015; FULTON; HOGGIN, 1993; MUDGIL; BARAK; KHATKAR, 2017; PAREYT et al., 2008). Os ingredientes para utilização na elaboração dos biscoitos foram

adquiridos no comércio local de Lavras, MG: açúcar cristal (Delta, Conceição das Alagoas, Minas Gerais, Brasil), açúcar mascavo (União, Itambacará, Paraná, Brasil), farinha de trigo (BH, Contagem, Minas Gerais, Brasil), fermento químico (Royal, Curitiba, Paraná, Brasil), essência de baunilha (Hikari, Ferraz de Vasconcelos, São Paulo, Brasil), ovos e margarina (Qualy, Paranaguá, Paraná, Brasil).

Tabela 1 – Formulações dos biscoitos.

<b>Ingrediente</b>	<b>Padrão</b>	<b>25A25G</b>	<b>25A50G</b>	<b>50A25G</b>	<b>50A50G</b>
Farinha de trigo	40%	49,6%	53,8%	55,8%	60,8%
Açúcar cristal	15%	11,3%	11,3%	7,5%	7,5%
Açúcar mascavo	15%	11,3%	11,3%	7,5%	7,5%
Fermento químico	2%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
Essência de baunilha	1%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%
Ovo	8%	9,9%	10,8%	11,2%	11,2%
Margarina	20%	15,0%	10,0%	15,0%	10,0%

25A25G: biscoito com 25% de redução de açúcar e 25% de redução de gordura. 25A50G: biscoito com 25% de redução de açúcar e 50% de redução de gordura. 50A25G: biscoito com 50% de redução de açúcar e 25% de redução de gordura. 50A50G: biscoito com 50% de redução de açúcar e 50% de redução de gordura.

Fonte: Do autor (2019).

A massa foi processada em batedeira planetária (Arno, Brasil) em velocidade máxima. Inicialmente foram colocados a margarina e o açúcar. Posteriormente, foram acrescentados a essência de baunilha e os ovos, até a obtenção de um creme. Em seguida, foi adicionada a farinha de trigo. Por fim, foi acrescentado o fermento químico, misturado delicadamente. Os biscoitos foram modelados (aproximadamente 5g de massa, com 2 cm de diâmetro) e colocados em formas de alumínio para a assamento em forno industrial (Prática, 125, Brasil) a 180°C por 6 minutos.

## 2.2 Análise Sensorial

Os testes sensoriais foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Ciência dos Alimentos, na Universidade Federal de Lavras, e contaram com a participação de estudantes e funcionários da universidade, do sexo feminino e masculino, com idade variando entre 18 a 50 anos. No primeiro teste, participaram 64 mulheres e 35 homens e no segundo, 67 mulheres e 33 homens, consumidores usuais de biscoito tipo

cookies. O estudo foi revisto e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Lavras, sob o código CAAE 95468018.7.0000.5148. Os participantes da pesquisa foram informados sobre os objetivos do estudo, dos procedimentos, dos possíveis desconfortos, riscos e benefícios da pesquisa e aqueles que concordaram com os seus termos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e o Consentimento de participação da pessoa como sujeito.

O teste Pivot<sup>®</sup> Profile foi conduzido de acordo com Thuillier et al. (2015) duas vezes, com o intervalo de duas semanas entre os testes. No primeiro, os provadores não tinham informações sobre a composição das amostras. No segundo, os consumidores foram informados sobre a redução de açúcar e gordura nos biscoitos. No primeiro teste os copos foram codificados com números aleatórios de três dígitos e, no segundo teste, etiquetas com a porcentagem de redução foram coladas aos copos com as amostras. Cem consumidores avaliaram cinco pares de amostras (um par por vez), sendo um pivot (marcado como R) e uma amostra codificada. A amostra 25A25G foi avaliada duas vezes por cada provador, para verificar a repetibilidade do teste. O pivot escolhido foi uma formulação tradicional de biscoito, sem redução de açúcar e gordura. A apresentação das amostras foi feita em ordem balanceada de apresentação, segundo Wakeling e Macfie (1995). Foi oferecida água para limpar o palato entre uma amostra e outra. Para cada par de amostras, foi solicitado aos provadores que escrevessem os atributos percebidos na amostra codificada com menor ou mais intensidade em relação ao pivot. Os provadores foram orientados a evitar termos hedônicos e receberam uma lista de atributos para facilitar a descrição das amostras. A lista de atributos, apresentada no Quadro 1, foi previamente obtida por grupo de foco (LAWLESS; HEYMANN, 2010). Além da descrição das amostras, foi solicitado aos provadores que indicassem a amostra preferida para cada par de amostras: pivot ou amostra codificada.

Quadro 1 - Lista de atributos dos cookies obtida a partir do grupo de foco.

<b>Aparência</b>	<b>Aroma</b>	<b>Sabor</b>	<b>Textura</b>
Branco	Baunilha	Gosto doce	Macio
Amarelo	Farinha	Gosto amargo	Firme
Marrom	Característico de	Sabor de fermento	Quebradiço
Homogêneo	biscoito	Sabor de farinha	Crocante
Presença de cristais		Sabor de baunilha	Desmancha na boca
Presença de rachaduras		Sabor amanteigado	Esfarelado
Craquelado		Sem sabor	Grudento
Cor característica de produto assado			

### 2.3 Análises dos Dados

Foi realizada uma análise textual dos termos citados pelos consumidores, agrupando sinônimos, removendo conectores. Os termos citados por menos de 5% dos provadores foram descartados (SYMONEAUXET al., 2012).

Uma tabela foi gerada com os atributos mencionados pelos provadores e a frequência em que foram citados como “mais do que o pivot” (frequência positiva) e “menos do que o pivot” (frequência negativa). A frequência negativa foi subtraída da frequência positiva. A frequência traduzida foi obtida somando-se o valor do menor saldo a todas as notas, obtendo uma tabela com valores positivos (THUILLIER et al., 2015).

A Análise de Correspondência foi aplicada à tabela de contingência, obtendo um mapa bidimensional, através do software Sensomaker (NUNES; PINHEIRO, 2013). A Análise Multidimensional (MDA) foi aplicada para facilitar a interpretação os gráficos gerados pela Análise de Correspondência. A Análise Multidimensional, sugerida para a análise de resultados para o teste CATA (CARR et al., 2009; MEYNER; CASTURA; CARR, 2013; SANTOS et al., 2015), pode ser utilizada também para verificar a relação entre atributos e amostras no Pivot<sup>®</sup> Profile (ESMERINO et al., 2017). Para isto, são determinados os ângulos entre os vetores atributos e os vetores amostras (ou os respectivos cossenos): valores absolutos dos cossenos menores que 0,707 indicam que não há relação entre atributos e amostras (CARR et al., 2009).

Os resultados do teste de preferência foram comparados com valores tabelados (bilateral), a 5% de probabilidade (ISO 5495, 2005).

## 3 RESULTADOS

Após a análise textual das fichas de avaliação do Pivot<sup>®</sup> Profile, foram obtidos 34 termos no primeiro teste e 29 termos no segundo teste, quando o consumidor foi informado



sobre a redução de açúcar e gordura. As frequências positiva e negativa dos termos para cada amostra foram verificadas e traduzidas, de forma que a tabela apresentasse somente valores positivos, conforme apresentado na Tabela 2 (teste sem informação sobre a composição) e Tabela 3 (teste com informação sobre a composição).

Tabela 2 - Tabela de contingência com os resultados do Pivot® Profile, sem informação sobre a composição dos biscoitos.

<b>Atributo</b>	<b>25A25G</b>	<b>50A25G</b>	<b>25A50G</b>	<b>25A25G</b>	<b>50A50G</b>	<b>PIVOT</b>
amarelo	59	63	65	68	53	52
branco	69	88	73	67	115	52
claro	59	64	56	61	63	52
cor característica de produto assado	50	45	45	52	44	52
craquelada	56	64	66	62	61	52
cristais	54	46	63	54	48	52
escura	51	50	53	50	52	52
homogênea	48	37	39	49	33	52
irregular	52	53	54	52	59	52
marrom	37	27	22	30	21	52
rachadura	66	94	86	80	72	52
aromática	47	50	53	50	50	52
aroma de baunilha	50	49	41	47	38	52
aroma característico de biscoito	51	42	52	60	30	52
aroma adocicado	50	51	52	53	47	52
aroma de farinha	68	74	80	65	90	52
sem aroma	53	59	56	54	56	52
amanteigada	48	50	57	49	33	52
amargo	51	55	54	56	54	52
sabor de baunilha	59	47	41	51	47	52
biscoito comum	52	51	51	51	52	52
doce	28	4	12	22	0	52
sabor de farinha	62	84	84	66	84	52
sabor de fermento	60	59	60	65	63	52
salgada	52	53	53	51	52	52
sem sabor	52	72	64	55	82	52
crocante	31	27	23	28	23	52
desmancha na boca	57	62	53	68	49	52
esfarelada	58	68	55	59	66	52
firme	51	41	93	42	74	52
grudenta	56	55	66	53	65	52
macia	81	80	52	81	59	52
quebradiço	53	63	51	59	65	52
seca	53	53	57	55	55	52

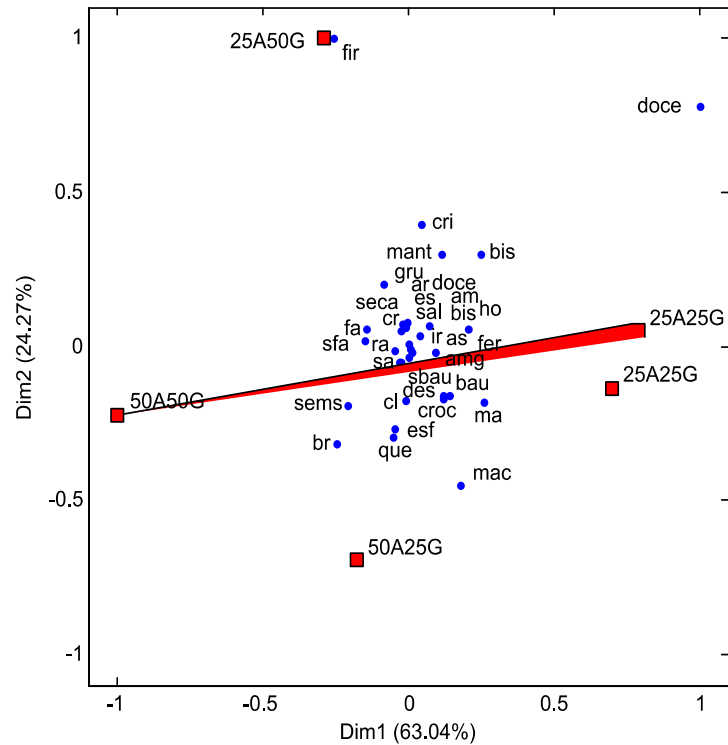
Fonte: Do autor (2019).

Tabela 3 - Tabela de contingência com os resultados do Pivot® Profile, com informação sobre a composição dos biscoitos.

<b>Atributo</b>	<b>25A25G</b>	<b>25A50G</b>	<b>25A25G</b>	<b>50A25G</b>	<b>50A50G</b>	<b>PIVOT</b>
amarelo	81	79	78	74	69	56
branco	71	81	71	81	116	56
claro	63	62	62	64	63	56
cor característica de produto assado	50	49	52	53	42	56
craquelado	56	60	60	62	60	56
cristais	53	69	50	47	55	56
homogêneo	56	51	58	49	40	56
marrom	35	27	40	31	28	56
rachaduras	67	98	73	98	82	56
aromática	55	52	56	52	53	56
aroma de baunilha	59	53	61	48	50	56
aroma característico de biscoito	67	53	63	49	40	56
aroma de farinha	64	68	63	79	90	56
queimado	54	53	51	54	53	56
sem aroma	61	58	61	60	59	56
amanteigado	58	47	61	52	44	56
amargo	48	57	48	58	59	56
abor de baunilha	68	57	65	55	50	56
doce	23	15	22	0	9	56
sabor de farinha	70	87	72	88	98	56
sabor de fermento	61	67	57	65	70	56
sem sabor	63	63	63	66	69	56
crocante	20	28	39	20	20	56
desmancha na boca	65	60	67	69	56	56
esfarelado	65	59	61	82	63	56
firme	54	75	47	47	74	56
grudento	58	63	58	59	65	56
macio	89	72	85	81	77	56
quebradiço	62	58	57	63	70	56

Fonte: Do autor (2019).

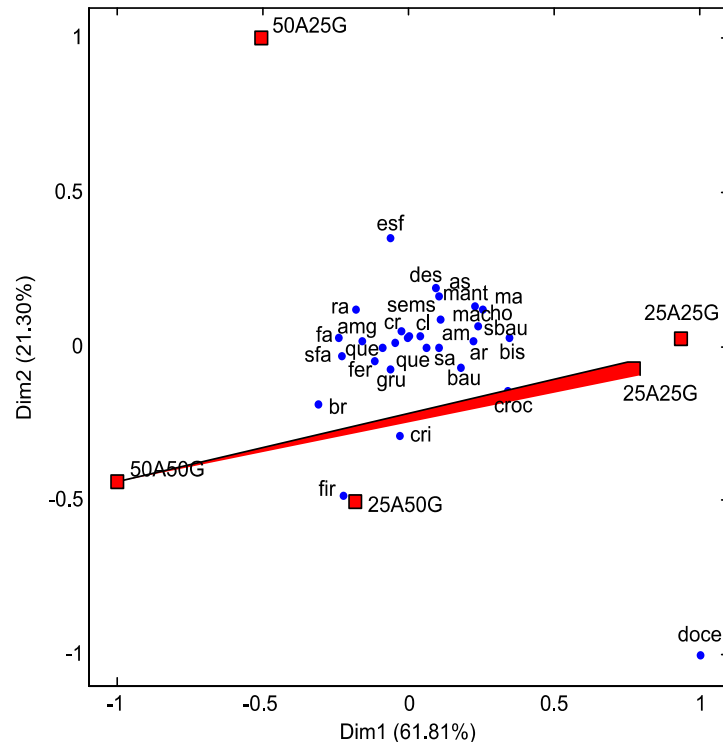
Figura 1 - Gráfico da Análise de Correspondência com os resultados do Pivot<sup>®</sup> Profile, sem informação sobre a composição dos biscoitos.



Amarela (am); homogênea (ho); aroma docicado (adoce); sabor de biscoito (bis); desmancha na boca (des); branca (br); irregular (ir); farinha (fa); gostoso doce (doce); esfarelada (esf); claro (cl); marrom (ma); queimado (que); sabor de farinha (sfa); firme (fir); cor característica de produto assado (as); rachadura (ra); sem aroma (sa); fermento (fer); grudenta (gru); craquelada (cr); aromática (ar); sabor amanteigado (mant); salgada (sal); macia (mac); cristais (cri); aroma de baunilha (bau); amargo (amg); sem sabor (sems); quebradiço (que); escura (es); aroma característico de biscoito (abis); baunilha (sbau); crocante (croc); seca (seca).

Fonte: Do autor (2019).

Figura 2 - Gráfico da Análise de Correspondência com os resultados do Pivot<sup>®</sup> Profile, com informação sobre a composição dos biscoitos.



Amarela (am); homogênea (ho); aroma docicado (adoce); sabor de biscoito (bis); desmancha na boca (des); branca (br); irregular (ir); farinha (fa); gostos doce (doce); esfarelada (esf); claro (cl); marrom (ma); queimado (que); sabor de farinha (sfa); firme (fir); cor característica de produto assado (as); rachadura (ra); sem aroma (sa); fermento (fer); grudenta (gru); craquelada (cr); aromática (ar); sabor amanteigado (mant); salgada (sal); macia (mac); cristais (cri); aroma de baunilha (bau); amargo (amg); sem sabor (sems); quebradiço (que); escura (es); aroma característico de biscoito (abis); baunilha (sbau); crocante (croc); seca (seca).

Fonte: Do autor (2019).

A análise de correspondência foi aplicada à tabela de contingência, obtendo um mapa bidimensional, de acordo com os atributos observados para cada amostra, como apresentado nas Figuras 1 e 2.

De acordo com a Figura 1 e a Figura 2, as primeiras duas dimensões representam 87,31% e 83,11% da variabilidade entre as amostras de biscoito, respectivamente. Nos dois testes a primeira dimensão (63,04%, 61,81%) foi positivamente caracterizada principalmente pelo atributo “doce” e também por “marrom” e “crocante” e negativamente correlacionada com os atributos “farinha”, “branco” e “rachaduras”. A segunda dimensão (24,27%, 21,30%) foi positivamente associada com o descritor “macio” e negativamente relacionada ao atributo “firme”. No segundo teste, a segunda dimensão foi relacionada também a “sabor característico de biscoito”. Os demais atributos estão reunidos no centro do gráfico não sendo

possível a exploração clara das características. A Análise Multidimensional foi aplicada para identificar quais atributos estariam correlacionados com cada amostra. Os valores dos cossenos dos ângulos entre os pares de vetores (vetor produto e vetor atributo), obtidos por Análise de Correspondência, estão apresentados na Tabela 4 e na Tabela 5. Valores maiores que 0,707 indicam correlação positiva entre a amostra e o atributo e valores menores que -0,707 indicam correlação negativa entre a amostra e o atributo.

Tabela 4 - Valores dos cossenos dos ângulos entre os pares de vetores (vetor produto e vetor atributo) obtidos por Análise de Correspondência para Pivot® Profile, no teste sem informação sobre a composição. (Continua)

<b>Atributos</b>	<b>25A25G</b>	<b>50A25G</b>	<b>25A50G</b>	<b>25A25G</b>	<b>50A50G</b>
aparência amarela	0,91(+)	-0,57	0,29	0,73(+)	-0,98(-)
aparência branca	-0,84(-)	0,68	-0,42	-0,64	0,94(+)
aparência claro	-0,12	1(+)	-0,97(-)	0,19	0,32
aparência cor característica de produto assado	0,96(+)	0,12	-0,42	1(+)	-0,88(-)
aparência craquelada	-0,53	-0,74(-)	0,91(+)	-0,76(-)	0,34
aparência cristais	0,19	-1(-)	0,95(+)	-0,12	-0,39
aparência escura	-0,27	-0,9(-)	0,99(+)	-0,55	0,06
aparência homogênea	1(+)	-0,20	-0,12	0,95(+)	-0,98(-)
aparência irregular	-1(-)	0,16	0,15	-0,96(-)	0,97(+)
aparência marrom	0,84(+)	0,38	-0,65	0,97(+)	-0,71(-)
aparência rachadura	-0,78(-)	0,75(+)	-0,51	-0,56	0,9(+)
aroma aromática	-0,34	-0,86(-)	0,98(+)	-0,62	0,14
aroma baunilha	0,73(+)	0,54	-0,78(-)	0,9(+)	-0,57
aroma característico de biscoito	0,86(+)	-0,65	0,38	0,66	-0,95(-)
aroma doce	0,92(+)	-0,56	0,27	0,75(+)	-0,98(-)
aroma farinha	-0,93(-)	-0,20	0,49	-1(-)	0,83(+)
aroma sem aroma	-0,67	0,85(+)	-0,64	-0,41	0,81(+)
sabor amanteigada	0,63	-0,88(-)	0,69	0,35	-0,77(-)
sabor amargo	-0,10	1(+)	-0,97(-)	0,21	0,30
sabor baunilha	0,63	0,65	-0,85(-)	0,84(+)	-0,46
sabor biscoito comum	0,34	0,87(+)	-0,98(-)	0,61	-0,14
sabor doce	0,92(+)	-0,55	0,27	0,75(+)	-0,98(-)
sabor farinha	-0,96(-)	-0,09	0,40	-1(-)	0,89(+)
sabor fermento	0,43	0,81(+)	-0,95(-)	0,69	-0,24
sabor salgada	-0,42	-0,82(-)	0,96(+)	-0,68	0,22
sabor sem sabor	-0,94(-)	0,51	-0,22	-0,78(-)	0,99(+)
textura crocante	0,74(+)	0,53	-0,76(-)	0,91(+)	-0,59
textura desmancha na boca	0,71	0,57	-0,8(-)	0,89(+)	-0,54
textura esfarelada	-0,30	0,99(+)	-0,91(-)	0,01	0,49

Tabela 4 - Valores dos cossenos dos ângulos entre os pares de vetores (vetor produto e vetor atributo) obtidos por Análise de Correspondência para Pivot® Profile, no teste sem informação sobre a composição. (Conclusão)

textura firme	-0,37	-0,85(-)	0,97(+)	-0,64	0,17
textura grudenta	-0,54	-0,73(-)	0,91(+)	-0,77(-)	0,36
textura macia	0,49	0,77(+)	-0,93(-)	0,73(+)	-0,30
textura quebradiço	-0,32	0,99(+)	-0,9(-)	-0,01	0,51
textura seca	-0,15	-0,95(-)	1(+)	-0,45	-0,06

(+) Correlação positiva entre o atributo sensorial e a amostra. (-) Correlação negativa entre o atributo sensorial e a amostra.

Fonte: Do autor (2019).

Tabela 5 - Valores dos cossenos dos ângulos entre os pares de vetores (vetor produto e vetor atributo) obtidos por Análise de Correspondência para Pivot® Profile, no teste com informação sobre a composição. (Continua)

Atributos	25A25G	50A25G	25A50G	25A25G	50A50G
aparência amarela	0,93(+)	-0,49	0,99(+)	-0,16	-0,92(-)
aparência branco	-0,74(-)	0,78(+)	-0,85(-)	-0,22	1(+)
aparência clara	-0,07	-0,98(-)	0,13	0,9(+)	-0,65
aparência cor característica de produto assado	0,44	-0,95(-)	0,61	0,56	-0,94(-)
aparência craquelado	-0,59	-0,71(-)	-0,42	0,99(+)	-0,13
aparência cristais	-0,08	1(+)	-0,27	-0,82(-)	0,75(+)
aparência homogêneo	0,84(+)	-0,66	0,93(+)	0,05	-0,98(-)
aparência marrom	0,8(+)	-0,72(-)	0,9(+)	0,12	-0,99(-)
aparência rachadura	-0,95(-)	-0,18	-0,87(-)	0,75(+)	0,46
aroma aromática	0,97(+)	-0,38	1(+)	-0,28	-0,86(-)
aroma baunilha	1(+)	-0,10	0,97(+)	-0,54	-0,69
aroma característico de biscoito	0,92(+)	-0,53	0,98(+)	-0,11	-0,94(-)
aroma farinha	-0,97(-)	0,37	-1(-)	0,29	0,86(+)
aroma queimado	-0,31	-0,89(-)	-0,12	0,98(+)	-0,44
aroma sem aroma	0,65	-0,85(-)	0,78(+)	0,34	-1(-)
sabor amanteigado	0,75(+)	-0,76(-)	0,87(+)	0,20	-1(-)
sabor amargo	-0,98(-)	0,33	-1(-)	0,33	0,84(+)
sabor baunilha	0,92(+)	-0,52	0,98(+)	-0,13	-0,93(-)
sabor doce	0,67	0,63	0,51	-0,98(-)	0,03
sabor farinha	-0,92(-)	0,53	-0,98(-)	0,12	0,94(+)
sabor fermento	-0,84(-)	0,67	-0,93(-)	-0,06	0,98(+)
sabor sem sabor	-0,99(-)	0,27	-1(-)	0,39	0,8(+)
textura crocante	1(+)	-0,10	0,97(+)	-0,54	-0,69
textura desmancha na boca	0,37	-0,97(-)	0,55	0,62	-0,91(-)
textura esfarelado	-0,26	-0,91(-)	-0,07	0,97(+)	-0,48
textura firme	-0,37	0,97(+)	-0,54	-0,62	0,91(+)

Tabela 5 - Valores dos cossenos dos ângulos entre os pares de vetores (vetor produto e vetor atributo) obtidos por Análise de Correspondência para Pivot® Profile, no teste com informação sobre a composição. (Conclusão)

textura grudento	-0,56	0,9(+)	-0,71(-)	-0,44	0,98(+)
textura macio	0,70	-0,81(-)	0,82(+)	0,27	-1(-)
textura quebradiço	-0,92(-)	0,53	-0,98(-)	0,11	0,94(+)

(+) Correlação positiva entre o atributo sensorial e a amostra. (-) Correlação negativa entre o atributo sensorial e a amostra.

Fonte: Do autor (2019).

Os resultados da preferência dos consumidores, dos dois testes comparando as amostras codificadas com o pivot/padrão estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 – Preferência dos consumidores.

Amostra	Preferência (teste sem informação)		Preferência (teste com informação)	
	Amostra codificada	Pivot	Amostra codificada	Pivot
50A25G	23	76	26	74
25A25G	41	58	52	48
25A50G	21	78	32	68
25A25G	40	59	56	44
50A50G	6	93	14	86

Fonte: Do autor (2019).

Os resultados do teste de comparação pareada mostraram que existe diferença significativa entre as amostras 50A25G, 25A50G e 50A50G e a amostra padrão/pivot (mais preferida), ao nível de 5% de significância (valor tabelado = 61). Não foi detectada diferença significativa entre a amostra 25A25G e a formulação padrão, em relação à preferência.

#### 4 DISCUSSÃO

A diminuição da percepção de doçura foi a característica mais observada nas amostras, corroborando com os resultados obtidos em estudos sobre redução de açúcar (ALCAIRE et al., 2017; BIGUZZI; SCHLICH; LANGE, 2014; DREWNOWSKI; NORDENSTEN; DWYER, 1998). De acordo com Drewnowski, Nordensten e Dwyer (1998), a gordura não é facilmente detectada em alimentos, uma vez que não há um único atributo precisamente associado com o teor de gordura.

Em relação à aparência os consumidores relacionaram as amostras com maior redução de açúcar e gordura a cor branca, clara, presença de rachaduras, aparência irregular. As

amostras 25A25G, por sua vez, foram caracterizadas como marrom, amarela, cor característica de produto assado e homogêneas. O efeito da redução do açúcar é esperado, uma vez que o açúcar confere a cor amarronzada devido às reações de Maillard e de caramelização, por isso a diferença de cor entre as amostras, especialmente as com redução de 50% do açúcar. Biscoitos com redução de açúcar e gordura e, conseqüentemente, maior proporção de farinha, apresentam maior teor de glúten, o que explica o formato irregular (LAGUNA et al., 2012).

A amostra 25A25G também foi caracterizada como mais doce, com mais sabor amanteigado e de baunilha, mais aromática, com aroma de baunilha, aroma característicos de biscoito, aroma doce e menos aroma de farinha, ao contrário da amostra 50A50G. A reação de Maillard e a caramelização são importantes não só para a cor, como para desenvolvimento de sabor e aroma (GARVEY et al., 2019). Em um estudo com biscoitos com substituição de açúcar por inulina e eritritol apresentaram menos sabor amanteigado (LAGUNA et al., 2013). A gordura também confere mais aroma (não só aqueles caracterizados como amanteigados) uma vez que muitos compostos voláteis são solúveis em gordura (ZOULIAS; OREOPOULOU; TZIA, 2002).

A textura é um fator crítico tanto para a preferência dos consumidores como para corresponder às expectativas em relação a determinado tipo de biscoito ou marca (BROWN; LANGLEY; BRAXTON, 1998). A diferença de firmeza dos biscoitos foi percebida pelos consumidores. Um das razões para a diferença de textura é que, durante o assamento, uma solução altamente concentrada em açúcar é formada no biscoito. Ao esfriar, esta solução solidifica, tornando-se firme, amorfa, vítrea, resultando na textura dura e crocante do biscoito (MANLEY, 2000). Por este motivo, os provadores perceberam a amostra 25A25G como mais crocante. As amostras com 50% de redução de gordura foram relacionadas à textura quebradiça. A redução de gordura tem efeito principalmente na textura, tornando os biscoitos mais firmes e quebradiços (LAGUNA et al., 2012). A gordura tem um papel importante na textura de biscoitos, ela se dispersa na massa e evita que amido e proteína formem uma rede contínua, tornando o biscoito mais macio (CHUGH; SINGH; KUMBHAR, 2015). A gordura também forma complexos com a amilose, dificultando a retrogradação e, com isso, melhorando a textura (MERT; DEMIRKESEN, 2016). Amostras com 50% de redução de gordura foram relacionadas positivamente à textura grudenta e negativamente ao atributo “desmancha na boca”, o que pode estar relacionado à percepção de “pastosidade”, quando fragmentos dos biscoitos começam a absorver a saliva e formar uma pasta difícil de manipular na boca (LAGUNA et al., 2012).



Brown e Braxton (2000) avaliaram a mastigação de biscoitos e a relação com a percepção de textura e a preferência e verificaram que há correlação positiva entre firmeza e crocância e correlação negativa entre firmeza e friabilidade (biscoitos mais quebradiços). Os autores afirmam que os biscoitos devem ser firmes para serem percebidos como crocantes, mas macios o suficiente para obter a textura quebradiça.

A partir dos resultados do teste de preferência, apresentados na Tabela 9, observa-se a redução de açúcar e gordura em 25% não compromete a qualidade dos biscoitos e conseqüentemente a preferência do consumidor. A utilização de substitutos de gordura e açúcar deve ser avaliada para atingir níveis maiores de redução. Zoulias, Oreopoulou e Kounalaki (2002), utilizando substitutos de gordura, relataram que a redução de gordura até 35% resultou em produtos com textura semelhante ao controle.

Embora os consumidores percebam a diferença entre os produtos tradicionais e os com teor reduzido de açúcar e gordura, muitos consumidores preferem os dois tipos de biscoito. De acordo com Alcaire et al. (2017), as estratégias de redução de açúcar baseadas na percepção de doçura são mais conservadoras que as baseadas em aceitação: ainda que os consumidores percebam os produtos como menos doces do que os encontrados no mercado, é possível reduzir o açúcar sem comprometer a aceitação.

Comparando os resultados obtidos nos testes do Pivot<sup>®</sup> Profile, não houve grandes diferenças quando o provador foi informado da porcentagem de redução de açúcar e gordura. De forma geral, as amostras apresentaram descrição semelhante nos dois testes. Da mesma forma, a preferência dos consumidores não sofreu alteração com a informação sobre a composição. De acordo com Steinhäuser e Hamm (2018), a influência de alegações nutricionais na preferência do consumidor depende de diversos fatores, como conhecimento do consumidor sobre nutrição, percepção de saudabilidade do produto, motivação para hábitos saudáveis, características sociodemográficas e familiaridade com o produto. Lyly, Roininen e Honkapa (2007) relataram que, embora alegações nutricionais aumentem a disposição do consumidor em pagar mais pelo produto, se este alimento não atende as expectativas em relação ao sabor, a intenção de compra diminui.

O Pivot<sup>®</sup> Profile, apesar de fornecer uma descrição rica dos produtos avaliados, requer uma análise textual dos dados, que pode ser difícil e lenta (VALENTIN; CHOLLET; LELIE, 2012). Miraballes, Hodos e Gámbaro (2018) propuseram uma variação do Pivot<sup>®</sup> Profile com Check-All-That-Apply, com uma lista de termos pré-definida, obtendo resultados semelhantes ao Pivot<sup>®</sup> Profile tradicional com análise simplificada dos dados. Neste trabalho, a apresentação de uma lista de atributos para os consumidores teve como objetivo facilitar a

análise textual, além de exigir menor esforço cognitivo dos consumidores. A maioria dos provadores utilizou os termos da lista para descrever as amostras.

## **5 CONCLUSÃO**

O Pivot<sup>®</sup> Profile mostrou-se um método eficaz para verificar diferenças e obter um perfil das amostras de biscoito com teor reduzido de gordura e açúcar. A aplicação do MDA facilitou a interpretação dos resultados da Análise de Correspondência, de forma que a correlação entre atributos e amostras pode ser verificada de forma clara. Os resultados sugerem as amostras com 25% de redução de açúcar e 25% de gordura são igualmente preferidas, comparando com formulação tradicional. Ajustes na formulação, como o uso de substitutos de gordura, podem contribuir para o desenvolvimento de produtos com redução de açúcar e gordura com características desejáveis. A informação sobre a composição não teve efeito sobre a preferência e a descrição das amostras.

## REFERÊNCIAS

- ALCAIRE, F.; ANTÚNEZ, L.; VIDAL, L.; GIMÉNEZ, A.; ARES, G. Aroma-related cross-modal interactions for sugar reduction in milk desserts: Influence on consumer perception. **Food Research International**, v. 97, p. 45–50, 2017.
- BIALKOVA, S.; SASSE, L.; FENKO, A. The role of nutrition labels and advertising claims in altering consumers' evaluation and choice. **Appetite**, v. 96, p. 38–46, 2016.
- BIGUZZI, C.; LANGE, C.; SCHLICH, P. Effect of sensory exposure on liking for fat- or sugar-reduced biscuits. **Appetite**, v. 95, p. 317–323, 2015.
- BIGUZZI, C.; SCHLICH, P.; LANGE, C. The impact of sugar and fat reduction on perception and liking of biscuits. **Food Quality and Preference**, v. 35, p. 41–47, 2014.
- BROWN, W. E.; BRAXTON, D. Dynamics of food breakdown during eating in relation to perceptions of texture and preference: a study on biscuits. **Food Quality and Preference**, v. 11, n. 4, p. 259–267, 2000.
- BROWN, W. E.; LANGLEY, K. R.; BRAXTON, D. Insight into consumers' assessments of biscuit texture based on mastication analysis - hardness versus crunchiness. **Journal of Texture Studies**, v. 29, n. 5, p. 481–497, 1998.
- CAPACCI, S.; MAZZOCCHI, M.; SHANKAR, B.; MACIAS, J. B.; VERBEKE, W.; PÉREZ-CUETO, F. J.; KOZIOŁ-KOZAKOWSKA, A.; PIÓRECKA, B.; NIEDZWIEDZKA, B.; D'ADDESA, D.; SABA, A.; TURRINI, A.; ASCHEMANN-WITZEL, J.; BECH-LARSEN, T.; STRAND, M.; SMILLIE, L.; WILLS, J.; TRAILL, W. B. Policies to promote healthy eating in Europe: a structured review of policies and their effectiveness. **Nutrition Reviews**, v. 70, n. 3, p. 188–200, 2012.
- CARR, B. T.; DZUROSKA, J.; TAYLOR, R. O.; LANZA, K.; PANSINI, C. Multidimensional alignment (MDA): A simple numerical tool for assessing the degree of association between products and attributes on perceptual maps. PANGBORN SENSORY SCIENCE SYMPOSIUM, 8th, 2009. **Anais...** Florence, Italy, 2009. *online*.
- CAUVAIN, S. P. **Cookies, Biscuits and Crackers: Formulation, Processing and Characteristics**. 2nd. ed. Elsevier Ltd., 2015.
- CHAZELAS, E.; SROUR, B.; DESMETZ, E.; KESSE-GUYOT, E.; JULIA, C.; DESCHAMPS, V.; DRUESNE-PECOLLO, N.; GALAN, P.; HERCBERG, S.; LATINO-MARTEL, P.; DESCHASAUX, M.; TOUVIER, M. Sugary drink consumption and risk of cancer: results from NutriNet-Santé prospective cohort. **BMJ (Clinical research ed.)**, v. 366, p. 12408, 2019.
- CHI, D. L.; SCOTT, J. M. Added sugar and dental caries in children a scientific update and future steps. **Dental Clinics of North America**, v. 63, n. 1, p. 17–33, 2019.

CHUGH, B.; SINGH, G.; KUMBHAR, B. K. Studies on the optimization and stability of low-fat biscuit using carbohydrate-based fat replacers. **International Journal of Food Properties**, v. 18, n. 7, p. 1446–1459, 2015.

CLIFTON, P. M.; KEOGH, J. B. A systematic review of the effect of dietary saturated and polyunsaturated fat on heart disease. **Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases**, v. 27, n. 12, p. 1060–1080, 2017.

DENEULIN, P.; REVERDY, C.; RÉBÉNAQUE, P.; DANTHE, E.; MULHAUSER, B. Evaluation of the Pivot Profile©, a new method to characterize a large variety of a single product: Case study on honeys from around the world. **Food Research International**, v. 106, p. 29–37, 2018.

DREWNOWSKI, A.; NORDENSTEN, K.; DWYER, J. Replacing sugar and fat in cookies: impact on product quality and preference. **Food Quality and Preference**, v. 9, n. 1, p. 13–20, 1998.

ESMERINO, E. A.; TAVARES FILHO, E. R.; THOMAS CARR, B.; FERRAZ, J. P.; SILVA, H. L. A.; PINTO, L. P. F.; FREITAS, M. Q.; CRUZ, A. G.; BOLINI, H. M. A. Consumer-based product characterization using Pivot Profile, Projective Mapping and Check-all-that-apply (CATA): a comparative case with Greek yogurt samples. **Food Research International**, v. 99, p. 375–384, 2017.

FONSECA, F. G. A.; ESMERINO, E. A.; FILHO, E. R. T.; FERRAZ, J. P.; CRUZ, A. G. DA; BOLINI, H. M. A. Novel and successful free comments method for sensory characterization of chocolate ice cream: A comparative study between pivot profile and comment analysis. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 5, p. 3408–3420, 2016.

FULTON, L.; HOGBIN, M. Eating quality of muffins, cake, and cookies prepared with reduced fat and sugar. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 93, n. 11, p. 1313–1316, 1993.

GARVEY, E. C.; O’SULLIVAN, M. G.; KERRY, J. P.; KILCAWLEY, K. N. Factors influencing the sensory perception of reformulated baked confectionary products. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, p. 1–29, 2019.

HOOPER, L.; ABDELHAMID, A.; BUNN, D.; BROWN, T.; SUMMERBELL, C. D.; SKEAFF, C. M. Effects of total fat intake on body weight (Review). **Cochrane Database of Systematic Reviews**, v. 8, p. 1–223, 2016.

JAKOBSEN, M. U.; O’REILLY, E. J.; HEITMANN, B. L.; PEREIRA, M. A.; BÄLTER, K.; FRASER, G. E.; GOLDBOURT, U.; HALLMANS, G.; KNEKT, P.; LIU, S.; PIETINEN, P.; SPIEGELMAN, D.; STEVENS, J.; VIRTAMO, J.; WILLETT, W. C.; ASCHERIO, A. Major types of dietary fat and risk of coronary heart disease: a pooled analysis of 11 cohort studies 1 – 3. p. 1425–1432, 2009.

JOHANSEN, S. B.; NÆS, T.; ØYAAS, J.; HERSLETH, M. Acceptance of calorie-reduced yoghurt: Effects of sensory characteristics and product information. **Food Quality and Preference**, v. 21, n. 1, p. 13–21, 2010.

LAGUNA, L.; PRIMO-MARTÍN, C.; SALVADOR, A.; SANZ, T. Inulin and erythritol as sucrose replacers in short-dough cookies: sensory, fracture, and acoustic properties. **Journal of Food Science**, v. 78, n. 5, p. S777-S784, 2013.

LAGUNA, L.; VARELA, P.; SALVADOR, A.; SANZ, T.; FISZMAN, S. M. Balancing texture and other sensory features in reduced fat short-dough biscuits. **Journal of Texture Studies**, v. 43, n. 3, p. 235–245, 2012.

LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. Sensory Evaluation of Food. **Principles and Practices**. 2. ed. New York: Springer-Verlag, 2010. 596 p.

LELIÈVRE-DESMAS, M.; VALENTIN, D.; CHOLLET, S. Pivot profile method: what is the influence of the pivot and product space? **Food Quality and Preference**, v. 61, p. 6–14, 2017.

LEY, S. H.; HANDY, O.; MOHAN, V.; HU, F. Prevention and management of type 2 diabetes: dietary components and nutritional strategies. **Lancet**, v. 383, n. 9933, p. 1999–2007, 2014.

LIMA, M.; ALCANTARA, M. DE; ARES, G.; DELIZA, R. It is not all about information ! Sensory experience overrides the impact of nutrition information on consumers' choice of sugar-reduced drinks. **Food Quality and Preference**, v. 74, p. 1–9, 2019.

LYLY, M.; ROININEN, K.; HONKAPA, K. Factors influencing consumers' willingness to use beverages and ready-to-eat frozen soups containing oat  $\beta$ -glucan in Finland, France and Sweden. **Food Quality and Preference**, v. 18, p. 242–255, 2007.

MAACHE-REZZOUG, Z.; BOUVIER, J. M.; ALLAF, K.; PATRAS, C. Effect of principal ingredients on rheological behaviour of biscuit dough and on quality of biscuits. **Journal of Food Engineering**, v. 35, n. 1, p. 23–42, 1998.

MACGREGOR, G. A.; HASHEM, K. M. Action on sugar - lessons from UK salt reduction programme. **The Lancet**, v. 383, n. 9921, p. 929–931, 2014.

MAFATA, M.; BRAND, J.; PANZERI, V.; KIDD, M.; BUICA, A. A multivariate approach to evaluating the chemical and sensorial evolution of South African Sauvignon Blanc and Chenin Blanc wines under different bottle storage conditions. **Food Research International**, v. 125, p. 108515, 2019.

MANLEY, D. Sugars and syrups. In: **Technology of Biscuits, Crackers, and Cookies**. 3th. ed. p. 29–37, 2000.

MERT, B.; DEMIRKESEN, I. Reducing saturated fat with oleogel/shortening blends in a baked product. **Food Chemistry**, v. 199, p. 809–816, 2016.

MEYNEERS, M.; CASTURA, J. C.; CARR, B. T. Existing and new approaches for the analysis of CATA data. **Food Quality and Preference**, v. 30, n. 2, p. 309–319, 2013.

- MIRABALLES, M.; HODOS, N.; GÁMBARO, A. Application of a Pivot Profile variant using CATA questions in the development of a whey-based fermented beverage. **Beverages**, v. 4, n. 11, p. 1-10, 2018.
- MUDGIL, D.; BARAK, S.; KHATKAR, B. S. Cookie texture, spread ratio and sensory acceptability of cookies as a function of soluble dietary fiber, baking time and different water levels. **LWT - Food Science and Technology**, v. 80, p. 537–542, 2017.
- NORTON, J. E.; FRYER, P. J.; PARKINSON, J. A. The effect of reduced-fat labelling on chocolate expectations. **Food Quality and Preference**, v. 28, n. 1, p. 101–105, 2013.
- NUNES, C. A.; PINHEIRO, A. C. M. **SensoMaker**. Lavras: UFLA, 2013.
- PAREYT, B.; WILDERJANS, E.; GOESAERT, H.; BRIJS, K.; DELCOUR, J. A. The role of gluten in a sugar-snap cookie system: A model approach based on gluten-starch blends. **Journal of Cereal Science**, v. 48, n. 3, p. 863–869, 2008.
- PARK, H.; YU, S. Policy review: implication of tax on sugar-sweetened beverages for reducing obesity and improving heart health. **Health Policy and Technology**, v. 8, n. 1, p. 92–95, 2019a.
- PARK, H.; YU, S. Policy review: implication of tax on sugar-sweetened beverages for reducing obesity and improving heart health. **Health Policy and Technology**, v. 8, n. 1, p. 92–95, 2019b.
- RAGHUNATHAN, R.; NAYLOR, R. W.; HOYER, W. D. The unhealthy = tasty intuition and its effects on taste inferences, enjoyment, and choice of food products. **Journal of Marketing**, v. 70, n. 4, p. 170–184, 2006.
- REIS, F.; ALCAIRE, F.; DELIZA, R.; ARES, G. 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**, v. 62, p. 227–236, 2017.
- RIOS-MERA, J. D.; SALDAÑA, E.; CRUZADO-BRAVO, M. L. M.; PATINHO, I.; SELANI, M. M.; VALENTIN, D.; CARMEN, J. Reducing the sodium content without modifying the quality of beef burgers by adding micronized salt. **Food Research International**, v. 121, p. 288-295, 2019.
- SALMERÓN, J.; HU, F. B.; MANSON, J. E.; STAMPFER, M. J.; COLDITZ, G. A.; RIMM, E. B.; WILLETT, W. C. Dietary fat intake and risk of type 2 diabetes in women. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 73, n. 6, p. 1019–1026, 2001.
- SANTOS, B. A.; BASTIANELLO CAMPAGNOL, P. C.; CRUZ, A. G.; GALVÃO, M. T. E. L.; MONTEIRO, R. A.; WAGNER, R.; POLLONIO, M. A. R. Check all that apply and free listing to describe the sensory characteristics of low sodium dry fermented sausages: Comparison with trained panel. **Food Research International**, v. 76, p. 725–734, 2015.

SOUZA, R. J.; MENTE, A.; MAROLEANU, A.; COZMA, A. I.; HA, V.; KISHIBE, T.; ULERYK, E.; BUDYLOWSKI, P.; SCHÜNEMANN, H.; BEYENE, J.; ANAND, S. S. Intake of saturated and trans unsaturated fatty acids and risk of all cause mortality , cardiovascular disease , and type 2 diabetes : systematic review and meta-analysis of observational studies. **BMJ**, p. 1–16, 2015.

STEINHAUSER, J.; HAMM, U. Consumer and product-specific characteristics influencing the effect of nutrition, health and risk reduction claims on preferences and purchase behavior – A systematic review. **Appetite**, v. 127, p. 303–323, 2018.

SYMONEAUX, R.; GALMARINI, M. V.; MEHINAGIC, E. Comment analysis of consumer's likes and dislikes as an alternative tool to preference mapping. A case study on apples. **Food Quality and Preference**, v. 24, n. 1, p. 59–66, 2012.

THUILLIER, B.; VALENTIN, D.; MARCHAL, R.; DACREMONT, C. Pivot© profile: A new descriptive method based on free description. **Food Quality and Preference**, v. 42, p. 66–77, 2015.

VALENTIN, D.; CHOLLET, S.; LELIE, M. Quick and dirty but still pretty good : a review of new descriptive methods in food science. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 47, n. 8, p. 1563-1578, 2012.

WAKELING, I. N.; MACFIE, H. J. H. Designing consumer trials balanced for first and higher orders of carry-over effect when only a subset of k samples from t may be tested. **Food Quality and Preference**, v. 6, n. 4, p. 299–308, 1995.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global status report on noncommunicable diseases**, 2014. 298p.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guideline: Sugars intake for adults and children**. Geneva, 2015. 49p.

ZOULIAS, E. I.; OREOPOULOU, V.; KOUNALAKI, E. Effect of fat and sugar replacement on cookie properties. v. 1644, p. 1637–1644, 2002.

ZOULIAS, E. I.; OREOPOULOU, V.; TZIA, C. Textural properties of low-fat cookies containing carbohydrate- or protein-based fat replacers. v. 55, p. 337–342, 2002.