

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

MILA MARQUES GAMBA

**METODOLOGIA DOS LIMITES HEDÔNICOS APLICADA A DIFERENTES
CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS**

VIÇOSA - MINAS GERAIS

2020

MILA MARQUES GAMBA

**METODOLOGIA DOS LIMIARES HEDÔNICOS APLICADA A DIFERENTES
CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

Orientadora: Valéria Paula Rodrigues Minim

Coorientadores: Suzana Maria Della Lucia
Tarcísio Lima Filho

VIÇOSA - MINAS GERAIS

2020

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

G187m
2020 Gamba, Mila Marques, 1990-
Metodologia dos limiares hedônicos aplicada a diferentes
condições experimentais / Mila Marques Gamba. – Viçosa, MG,
2020.
90 f. : il. ; 29 cm.

Inclui apêndice.

Orientador: Valéria Paula Rodrigues Minim.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Alimentos - Avaliação sensorial. 2. Sacarose. 3. Suco de
uva. 4. Biscoitos. 5. Manteiga. I. Universidade Federal de
Viçosa. Departamento de Tecnologia de Alimentos. Programa de
Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos.
II. Título.

CDD 22 ed. 664.07

MILA MARQUES GAMBA

**METODOLOGIA DOS LIMIARES HEDÔNICOS APLICADA A DIFERENTES
CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 23 de junho de 2020.

Assentimento:

Mila Marques Gamba
Autora

Valéria Paula Rodrigues Minim
Orientadora

À minha mãe.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus por me guiar, iluminar e me dar força para seguir em frente com os meus objetivos e não desanimar com as dificuldades. Agradeço a Ele também por manter a minha mãe ao meu lado.

Agradeço à minha mãe, que sempre se doou inteiramente e me acompanhou nos meus sonhos, muitas vezes renunciando seus próprios, para que eu pudesse realizar os meus. Mais uma vez, essa conquista não é só minha, mas nossa. Tudo que consegui só foi possível graças ao seu amor, apoio e dedicação. Se hoje estamos aqui é porque você esteve ao meu lado, literalmente, durante todo o caminho, colocando a mão na massa todas as vezes que precisei. Tonton, todas as palavras do mundo são poucas para expressar minha gratidão e amor. Muito obrigada por você ser exatamente desse jeito.

Agradeço à Professora Valéria a oportunidade de tê-la como orientadora. Agradeço pela confiança, pela amizade, conselhos e paciência. Uma de suas grandes virtudes é a preocupação não só com a realização do trabalho, mas principalmente com o ser humano.

À minha coorientadora Professora Suzana, pelos ensinamentos, liberdade, confiança e sobretudo pela grande amizade.

Ao Professor Tarcísio, pela coorientação, disponibilidade, amizade e enorme contribuição para este trabalho.

A toda minha família (avós, tios, tias, primos e primas), pelo apoio, torcida e confiança que sempre depositam em mim; pelos momentos que não estivemos juntos e souberam entender. Em especial Tia Audiléia e Letícia que colocaram a mão na massa e Marcella, que se faz presente mesmo longe. Obrigada!

Às estudantes de graduação Isabelle, Valéria, Petiara, Lohanna e Gabriela, pela ajuda na execução do trabalho.

Aos tantos colegas que passaram pelo Laboratório, Andréa, Chirs, Francine, Thamiris Dutra, Taliny, Amanda, Philipe, Bianca, Marina, Thamiris Ventura, Ana e Alice pela convivência, ajuda e troca de experiências. Em especial, agradeço a Ludmylla, minha dupla desde o primeiro dia nessa caminhada, por estar sempre presente me ajudando até mesmo fora do ambiente de trabalho.

Às amigas Bruna e Rafaela que me ajudaram e compartilharam bons momentos, tornando a caminhada mais suave.

Aos meus amigos da vida Luíza, Nayara, Viviane, Thaís, Maria e Andinho, por me ajudarem, apoiarem e sempre torcerem por mim.

Não posso deixar de agradecer também ao Eronildo por toda torcida e ajuda na logística do experimento.

Aos consumidores participantes das sessões de análise sensorial pela colaboração, paciência e boa vontade.

Aos funcionários da UFV pela colaboração e disponibilidade constantes.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) pela oportunidade de realização deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa durante todo o curso.

E a tantos outros que de alguma forma me ajudaram e tornaram possível a realização deste trabalho.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

RESUMO

GAMBA, Mila Marques, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2020. **Metodologia dos limiares hedônicos aplicada a diferentes condições experimentais.** Orientadora: Valéria Paula Rodrigues Minim. Coorientadores: Suzana Maria Della Lucia e Tarcísio Lima Filho.

A Metodologia dos Limiares Hedônicos (MLH) permite a determinação de dois limiares afetivos: o limiar de aceitação comprometida (LAC) e o limiar de rejeição hedônica (LRH). O primeiro indica a intensidade do estímulo em que se inicia redução na aceitação sensorial do produto e, o segundo, refere-se ao ponto em que ocorre a transição entre a aceitação e a rejeição do produto. Por ser uma metodologia recente, alguns aspectos ainda necessitam ser elucidados, tendo em vista que as avaliações hedônicas e sensoriais podem sofrer alterações com base em vários fatores experimentais. Assim, objetivou-se investigar os efeitos de três diferentes condições experimentais na determinação dos limiares hedônicos: i) o tipo de escala utilizada para a avaliação sensorial; ii) protocolo de apresentação das amostras estímulo e; iii) protocolo de avaliação. Primeiramente, para avaliar o impacto de diferentes tipos de escala (escala estruturada numerada unipolar: “1 a 9”, escala estruturada numerada bipolar: “-4 a +4”, escala não estruturada tradicional: “ENET” e escala não estruturada híbrida: “ENEH”), a MLH foi aplicada a duas matrizes alimentares: néctar de uva (variando a concentração de sacarose) e biscoito doce (variando a concentração de manteiga), utilizando 120 consumidores para cada escala avaliada. Para investigar o efeito do protocolo de apresentação das amostras, a MLH também foi aplicada para redução de sacarose em néctar de uva, utilizando 120 consumidores para cada protocolo de apresentação: “semelhante para diferente” (partiu-se da amostra estímulo mais semelhante ao controle para a amostra estímulo mais diferente), “diferente para semelhante” (partiu-se da amostra estímulo mais diferente do controle para a amostra estímulo mais semelhante) e aleatório (para cada consumidor). A influência da aceitabilidade sensorial dos atributos descritores sobre a aceitação global e, conseqüentemente, na determinação dos limiares hedônicos, foi investigada em flan sabor chocolate (variando a concentração de leite condensado). A mesma equipe de 100 consumidores avaliou três ensaios: somente a impressão global, atributos (aparência, aroma, sabor, textura) seguidos de impressão global e impressão global seguida de atributos (aparência, aroma, sabor, textura). Verificou-se que o tipo de escala, o protocolo de apresentação das amostras estímulo e o protocolo de avaliação influenciaram na avaliação afetiva dos consumidores e, conseqüentemente, nos valores dos limiares hedônicos. A escala “1 a 9”, originalmente utilizada na metodologia, atendeu ao pré-requisito e apresentou elevado potencial discriminante e forneceu limiares hedônicos com exatidão satisfatória. A

escala “ENEH”, atendeu ao pré-requisito, apresentou poder discriminante menor, mas apresentou maior exatidão dos limiares hedônicos, sendo considerada uma alternativa para a avaliação da aceitação na MLH. Os protocolos de apresentação das amostras estímulo “Semelhante para diferente” e aleatório podem ser utilizados na MLH, pois possibilitam a obtenção de limiares hedônicos exatos. No entanto, o protocolo aleatório foi o que resultou em limiares mais exatos, provavelmente devido à minimização do o efeito de expectativa. A avaliação direcional dos atributos depende do objetivo do estudo, uma vez que ao determinar os limiares hedônicos direcionais, para investigar quais atributos sofrem maior influência com a variação de um estímulo, é necessário considerar que a aceitação global será influenciada, com a tendência de estimativas menos conservadoras, pois os consumidores tendem a avaliar a aceitação global como uma média dos outros atributos. Entretanto, o impacto da avaliação dos atributos ocorreu principalmente no LRH. Os valores de LAC não foram diretamente influenciados, provavelmente devido ao modelo de regressão ajustado ter absorvido as diferenças. Dessa forma, as condições estudadas neste trabalho possibilitaram o aperfeiçoamento e a melhoria dos potenciais de aplicação da Metodologia dos Limiares Hedônicos.

Palavras-chave: Limiar de aceitação comprometida. Limiar de rejeição hedônica. Limiares afetivos. Limiares sensoriais.

ABSTRACT

GAMBA, Mila Marques, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, June, 2020. **Hedonic thresholds methodology applied to different experimental conditions.** Adviser: Valéria Paula Rodrigues Minim. Co-advisers: Suzana Maria Della Lucia and Tarcísio Lima Filho.

The hedonic thresholds methodology (HTM) allows for the determination of two affective thresholds: the compromised acceptance threshold (CAT) and the hedonic rejection threshold (HRT). The CAT is defined as the intensity of the stimulus at which the reduction in sensory acceptance of the product begins; and the HRT refers to the intensity of the stimulus at which sensory rejection begins to occur. As it is a recent methodology, some aspects still need to be elucidated, considering that hedonic and sensory evaluations can undergo changes based on various experimental factors. Thus, the objective was to investigate the effects of three different experimental conditions in determining hedonic thresholds: i) the type of scale used for sensory evaluation; ii) the order of presentation of the stimulus samples and; iii) evaluation protocol. First, to evaluate the impact of different types of scale (unipolar structured numbered scale: “1 to 9”, bipolar structured numbered scale: “-4 to +4”, unstructured line scale: ULSOC and unstructured hybrid line scale: ULSWC), the HTM was applied to two food matrices: grape nectar (varying the concentration of sucrose) and sweet cookie (varying the concentration of butter), using 120 consumers for each scale evaluated. To investigate the effect of the sample presentation protocol, MLH was also applied to reduce sucrose in grape nectar, using 120 consumers for each presentation protocol: “Similar to different” (the stimulus sample was more similar to the control for the most different stimulus sample), “different to similar” (the stimulus sample was more different from the control to the more similar stimulus sample) and random (for each consumer). The influence of the evaluation of sensory attributes on global acceptance and, consequently, on the determination of hedonic thresholds, was investigated in chocolate flavored flan (varying the concentration of condensed milk). The same team of 100 consumers evaluated three trials: overall liking only, attributes (appearance, aroma, flavor, texture) followed by overall liking and overall liking followed by attributes (appearance, aroma, flavor, texture). It was found that the type of scale, the protocol of presentation of the stimulus samples and the protocol of evaluation of the attributes influenced the hedonic scores and consequently in obtaining the hedonic thresholds. The “1 to 9” scale, originally used in the methodology, met the prerequisite and had a high discriminating potential and provided hedonic thresholds with satisfactory accuracy. The “ENEH” scale, fulfilled the prerequisite, presented a lower discriminating power, but presented greater accuracy of hedonic thresholds, being considered

an alternative for the assessment of acceptance in MLH. The presentation protocols “Similar to different” and random stimulus samples can be used in MLH, as they make it possible to obtain greater accuracy of hedonic thresholds. However, the random protocol resulted in more accurate thresholds, probably due to the minimization of the expectation effect. The directional evaluation of the attributes depends on the objective of the study, since when determining the directional hedonic thresholds, to investigate which attributes are most influenced by the variation of a stimulus, it is necessary to consider that the global acceptance will be influenced, with the tendency of estimates less conservative, as consumers tend to rate global acceptance as an average of other attributes. However, the impact of the evaluation of the attributes occurred mainly in the HRT. CAT values were not directly influenced, probably due to the fact that the adjusted regression model absorbed the differences. Thus, the conditions studied in this work enable the improvement and betterment of the potentials of application of the Hedonic Threshold Methodology.

Keywords: Compromised acceptance threshold. Hedonic rejection threshold. Sensory acceptance. Hedonic scale.

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| INTRODUÇÃO GERAL | 13 |
| REFERÊNCIAS | 15 |
| Capítulo 1 | 17 |
| 1.1 INTRODUÇÃO..... | 17 |
| 1.2 MATERIAL E MÉTODOS..... | 20 |
| 1.2.1 Estímulos sensoriais | 20 |
| 1.2.2 Consumidores | 21 |
| 1.2.3. Escalas hedônicas | 21 |
| 1.2.4 Metodologia dos limiares hedônicos | 22 |
| 1.2.5 Avaliação do desempenho das escalas | 23 |
| 1.2.5.1 Comparação das notas hedônicas | 23 |
| 1.2.5.2 Semelhança dos modelos de regressão..... | 24 |
| 1.2.5.3 Significância na ANOVA..... | 24 |
| 1.2.5.4 Avaliação da exatidão dos limiares hedônicos..... | 25 |
| 1.3 RESULTADOS | 25 |
| 1.3.1 Limiares hedônicos..... | 25 |
| 1.3.1.1 Limiar de aceitação comprometida..... | 25 |
| 1.3.1.2 Limiar de rejeição hedônica | 28 |
| 1.3.2 Avaliação do desempenho das escalas | 29 |
| 1.3.2.1 Poder discriminante | 29 |
| 1.3.2.2 Sobreposição dos intervalos de confiança..... | 30 |
| 1.3.2.3 Significância da ANOVA..... | 32 |
| 1.4 DISCUSSÃO | 35 |
| 1.5 CONCLUSÃO..... | 40 |
| 1.6 REFERÊNCIAS | 40 |
| Capítulo 2 | 44 |

| | |
|--|-----------|
| 2.1 INTRODUÇÃO..... | 44 |
| 2.2 MATERIAL E MÉTODOS..... | 45 |
| 2.2.1 Estímulo sensorial | 46 |
| 2.2.2 Consumidores | 46 |
| 2.2.3 Apresentação das amostras estímulo | 47 |
| 2.2.4 Metodologia dos limiares hedônicos | 47 |
| 2.2.4 Avaliação do efeito da ordem de apresentação nos resultados da MLH | 48 |
| 2.2.4.1 Comparação das notas hedônicas | 48 |
| 2.2.4.2 Semelhança dos modelos de regressão | 48 |
| 2.2.4.3 Significância na ANOVA | 49 |
| 2.2.4.4 Avaliação da exatidão dos limiares hedônicos | 49 |
| 2.3 RESULTADOS | 51 |
| 2.3.1 Limiares hedônicos..... | 51 |
| 2.3.1.1 Limiar de aceitação comprometida..... | 51 |
| 2.3.1.2 Limiar de rejeição hedônica | 53 |
| 2.3.2 Avaliação do desempenho dos protocolos de apresentação | 54 |
| 2.3.2.1 Sobreposição dos intervalos de confiança (IC) | 54 |
| 2.3.2.2 Significância da ANOVA..... | 55 |
| 2.3.2.3 Avaliação da exatidão dos limiares hedônicos | 57 |
| 2.4 DISCUSSÃO | 57 |
| 2.5 CONCLUSÃO..... | 63 |
| 2.6 REFERÊNCIAS | 64 |
| Capítulo 3 | 66 |
| 3.1 INTRODUÇÃO..... | 66 |
| 3.2 MATERIAL E MÉTODOS..... | 68 |
| 3.2.1 Estímulo sensorial | 68 |
| 3.2.2 Consumidores | 68 |

| | | |
|---------|---|----|
| 3.2.3 | Protocolo de avaliação..... | 69 |
| 3.2.4 | Metodologia dos limiares hedônicos | 69 |
| 3.2.5 | Avaliação do desempenho das ordens de avaliação dos atributos sensoriais..... | 70 |
| 3.2.5.1 | Significância das ANOVAs..... | 70 |
| 3.2.5.2 | Semelhança dos modelos de regressão..... | 71 |
| 3.2.5.3 | Avaliação da exatidão dos limiares hedônicos | 72 |
| 3.3 | RESULTADOS | 73 |
| 3.3.1 | Limiares hedônicos..... | 73 |
| 3.3.1.1 | Limiar de aceitação comprometida..... | 73 |
| 3.3.1.2 | Limiar de rejeição hedônica | 75 |
| 3.3.2 | Avaliação do desempenho | 77 |
| 3.3.2.1 | Comparação das notas hedônicas | 77 |
| 3.3.2.2 | Sobreposição dos intervalos de confiança..... | 79 |
| 3.3.2.3 | Avaliação da exatidão dos limiares hedônicos | 80 |
| 3.4 | DISCUSSÃO | 81 |
| 3.5 | CONCLUSÃO..... | 85 |
| 3.6 | REFERÊNCIAS | 85 |
| | CONCLUSÃO GERAL | 88 |
| | APÊNDICE A – Fichas de avaliação | 89 |

INTRODUÇÃO GERAL

A Metodologia dos Limiares Hedônicos (MLH) proposta e validada por Lima Filho et al. (2015, 2017, 2018) permite a determinação dos limiares afetivos: o limiar de aceitação comprometida (LAC) e o limiar de rejeição hedônica (LRH). O primeiro indica a intensidade do estímulo em que se inicia a redução na aceitação sensorial do produto e, o segundo, refere-se ao ponto em que ocorre a transição entre a aceitação e a rejeição do produto. Recentemente, um novo limiar sensorial foi proposto, o limiar de aceitação favorecido (LAF), definido como a intensidade do estímulo na qual começa a ocorrer aumento significativo na aceitação sensorial do produto (LIMA FILHO et al., 2020).

A importância da determinação dos limiares hedônicos abrange áreas como alimentícia, farmacêutica e cosmética. Muitas vezes a indústria necessita modificar seu produto, alterando ao máximo determinada característica sem que a aceitação sensorial do produto sofra alteração. Isso ocorre quando se pretende reformular um produto, aumentando a concentração de substâncias desejáveis, como compostos benéficos à saúde, e reduzindo a concentração de substâncias indesejáveis, como ingredientes nocivos à saúde e insumos onerosos. A MLH também pode ser utilizada para nortear a aplicação de um método de conservação de alimentos mais rigoroso (severo) com o intuito de inativar enzimas e microrganismos, como para determinar a dose máxima de irradiação que determinado alimento pode ser submetido, sem acarretar em perda sensorial; para inferir sobre o limite máximo de "defeitos" de um produto, como grãos defeituosos no café; para auxiliar na determinação da vida útil dos alimentos com base na aceitação sensorial; entre outras aplicações (LIMA FILHO et al., 2015).

Os mesmos procedimentos de análise sensorial e coleta de dados são realizados para determinação do LAC e do LRH, diferindo somente na análise dos resultados e cálculo dos limiares. Logo, com apenas um experimento de análise sensorial é possível determinar o LAC e o LRH. No protocolo original da MLH, consumidores habituais do produto realizam diferentes sessões de testes de aceitação, nas quais avaliam, simultaneamente, em cada sessão, um par de amostras: uma amostra controle (com intensidade do estímulo padrão) e uma amostra estímulo (com intensidade do estímulo alterada em relação à amostra controle), utilizando a escala numerada estruturada de 9 pontos. Entre as sessões, os pares de amostras são apresentados em relação à intensidade do estímulo, seguindo o protocolo "semelhante para diferente", ou seja, as primeiras amostras estímulo, analisadas nas primeiras sessões de teste de aceitação, devem ser as mais semelhantes sensorialmente às amostras controle (apresentação das amostras em ordem crescente ou decrescente de intensidade do estímulo, dependendo do

objetivo do teste). Dentro de cada par, a posição da amostra estímulo é aleatorizada (LIMA FILHO et al., 2015; LIMA FILHO e MINIM, 2018).

Por ser uma metodologia recente, alguns aspectos ainda necessitam ser elucidados, tendo em vista que as avaliações hedônicas e sensoriais podem sofrer alterações com base em vários fatores experimentais, tais como: o tipo de escala utilizada para a avaliação sensorial, a ordem de apresentação das amostras estímulo e a ordem de avaliação dos atributos sensoriais.

A proposta original da MLH utiliza a escala numerada estruturada de 9 pontos (LIMA FILHO et al., 2015). Entretanto, várias escalas têm sido utilizadas para mensurar as percepções e respostas hedônicas dos consumidores (LIM, 2011) e muitos estudos que comparam o desempenho dos diferentes tipos de escalas foram realizados (LAWLESS e HEYMANN, 2010; CARDELLO e JAEGER, 2010; SILVA et al., 2013; KALVA et al., 2014). Geralmente, a comparação é feita em relação à facilidade de uso, flexibilidade na resposta dos consumidores, validade e confiabilidade dos dados, poder discriminativo e análise estatística dos dados (KOSTER, 2003; STONE e SEIDEL, 2004; JAEGER e CARDELLO, 2009). Sendo assim, é importante avaliar como diferentes tipos de escala hedônica podem interferir na estimativa dos limiares hedônicos.

Na proposição da MLH, os autores utilizaram testes de aceitação seguindo o protocolo de apresentação das amostras da metodologia de estímulo constante, de determinação dos limiares sensoriais clássicos. Dessa forma, na MLH, testes de aceitação são utilizados para a avaliação sensorial e recomenda-se que na primeira sessão de testes de aceitação sejam servidas o par de amostras com intensidade de estímulos mais semelhantes e alterar progressivamente a intensidade do estímulo até chegar na última sessão, na qual são analisadas a amostra controle e a amostra com maior diferença de intensidade do estímulo (protocolo “semelhante para diferente”). Essa ordem de apresentação das amostras pode ser crescente ou decrescente, dependendo da aplicação da MLH (LIMA FILHO et al., 2015).

No entanto, esse protocolo de apresentação das amostras (séries crescentes ou decrescentes) pode resultar em alterações na avaliação das amostras pelos consumidores, devido aos efeitos de expectativa e de contraste (MEILGAARD, CIVILLE & CARR, 2006; STONE et al., 2012; LIMA FILHO et al., 2017; 2018). Uma forma de minimizar o efeito da expectativa é apresentar as amostras aleatoriamente. Portanto, existe a necessidade de se investigar a influência da ordem de apresentação das amostras estímulo nos resultados da MLH.

Os testes de aceitação utilizados na MLH podem ser aplicados para avaliar o produto como um todo (impressão global) e também para avaliar atributos específicos, como aparência, aroma, sabor e textura (MEILGAARD, CIVILLE & CARR, 2006), ou seja, o consumidor deve

julgar o quanto gosta ou desgosta de determinado atributo. Neste contexto, por meio da MLH, Lima Filho et al. (2019) determinaram os limiares hedônicos de maneira direcional, ou seja, determinaram em quais intensidades do estímulo começam a ocorrer comprometimento da aceitação e rejeição sensorial do aroma, textura, sabor e impressão global de hambúrguer bovino, devido à redução da concentração de sódio. Primeiramente, os atributos foram avaliados (aroma, textura e sabor) e posteriormente, a impressão global. No entanto, ao direcionar a avaliação do consumidor para determinados atributos sensoriais, pode aumentar a relevância desses atributos no processo de avaliação, alterando assim, a nota hedônica de impressão global em relação à nota que o consumidor atribuiria sem o direcionamento dos atributos descritores (SCHUMAN e PRESSER, 1981; TOURANGEAU & RASINSKI, 1988). Dessa forma, é interessante estabelecer se os atributos devem ser classificados antes ou depois de uma avaliação global no protocolo da MLH.

Assim, o objetivo deste trabalho foi investigar o impacto da aplicação de diferentes condições experimentais na obtenção dos limiares hedônicos (LAC e LRH).

REFERÊNCIAS

- CARDELLO, A.V.; JAEGER, S.R. Hedonic measurement for product development: new methods for direct and indirect scaling. In **Consumer-driven Innovation in Food and Personal Care Products**. Edited by JAEGER SR, MACFIE H. WOODHEAD; 135-174, 2010.
- JAEGER, S.R.; CARDELLO, A.V. Direct and indirect hedonic scaling methods: a comparison of the labeled affective magnitude (LAM) scale and best–worst scaling. **Food Quality and Preference**. 20:249-258, 2009.
- KALVA, J. J.; SIMS, C. A.; PUENTES, L.A.; SNYDER, D.J.; BARTOSHUK, L.M. Comparison of the hedonic general labeled magnitude scale with the hedonic 9-point scale. **Journal of Food Science**, 79: S238-S245 2014.
- KOSTER, E.P.; COURONNE, T.; LEON, F.; LEVY, C; MARCELINO, A.S. Repeatability in hedonic sensory measurement: a conceptual exploration. **Food Quality and Preference**. 14, 165-176, 2003.
- LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. **Sensory evaluation of food: Principles and practices**. 2^a ed. New York: Springer, 596p, 2010.
- LIM, J. Hedonic scaling: a review of methods and theory. **Food Quality and Preference**, 22(8), 733–747, 2011.
- LIMA FILHO, T.; DELLA LUCIA, S. M.; MINIM, L. A.; GAMBA, M. M.; LIMA, R. M.; MINIM, V. P. R. Directional hedonic thresholds for sodium concentration in hamburger. **Food Quality and Preference**, 78, 103722, 2019.

LIMA FILHO, T.; DELLA LUCIA, S. M.; MINIM, L. A.; SILVA, R. D. C. D. S. N. D.; MINIM, V. P. R. Validation of the hedonic threshold methodology in determining the hedonic rejection threshold. **Journal of Sensory Studies**, v. 33, n. 1, p. e12313, 2018.

LIMA FILHO, T.; DELLA LUCIA, S. M.; MINIM, L. A.; SILVA, R. D. C. D. S. N. D.; MINIM, V. P. R. Validation of the hedonic threshold methodology in determining the compromised acceptance threshold. **Journal of Sensory Studies**, v. 01, p. e12255, 2017.

LIMA FILHO, T.; MINIM, V. P. R., DOS SANTOS NAVARRO, R. D. C., DELLA LUCIA, S. M., & MINIM, L. A. Methodology for determination of two new sensory thresholds: Compromised acceptance threshold and rejection threshold. **Food Research International**, v.76, n.3, p. 561–566, 2015.

LIMA FILHO, T.; MINIM, V. P. R. Limiares afetivos. In: MINIM, V. P. R. Análise sensorial: estudo com consumidores. 4. ed. Viçosa: UFV, 2018, 11, p. 315-343.

LIMA FILHO, T.; SOUZA, L. B. A.; DELLA LUCIA, S. M.; MINIM, L. A.; MINIM, V. P. R. The Hedonic Thresholds Methodology Varying Two Stimuli: Extending the range of sensory threshold applications. **Food Quality and Preference**, 104003, 2020.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. 4^a ed. Boca Raton, Florida: CRC Press, 448p, 2006.

SCHUMAN, H.; PRESSER, S. Questions and Answers in Attitude Surveys: Experiments in Question Form, Wording and Context. **Academic Press**, New York, 1981.

SILVA, A. N., SILVA, R. C. S. N., FERREIRA, M. A. M., MINIM, V. P. R., COSTA, T. M. T. & PEREZ, R. Performance of hedonic scales in sensory acceptability of strawberry yogurt. **Food Quality and Preference**, 30(1), 9-21, 2013.

STONE, H. & SIDEL, J. L. **Sensory Evaluation Practices** (third ed.). New York: Academic., 2004.

STONE, H.; BLEIBAUM, R. N. & THOMAS, H. A. **Sensory evaluation practices**. 4th ed. New York: Academic Press. 446 p, 2012.

TOURANGEAU, R.; R., K.A. Cognitive processes underlying context effects in attitude measurement. **Psychological Bull.** 103,299-314, 1988.

PERFORMANCE DE DIFERENTES ESCALAS NA METODOLOGIA DOS LIMIARES HEDÔNICOS

Artigo publicado: GAMBA, M. M; LIMA FILHO, T.; DELLA LUCIA, S. M.; VIDIGAL, M. C. T. R.; SIMIQUELI, A. A.; MINIM, V. P. R. Performance of different scales in the hedonic thresholds methodology. **Journal of Sensory Studies**. 2020; e12592. <https://doi.org/10.1111/joss.12592>

1.1 INTRODUÇÃO

Muitas vezes a indústria necessita modificar seu produto, alterando determinada característica sem que ocorra alterações sensoriais do produto que acarretem perda de aceitação pelo consumidor. Isso ocorre quando se pretende reformular um produto, aumentando a concentração de substâncias desejáveis, como compostos benéficos à saúde, e reduzindo a concentração de substâncias indesejáveis. Uma famosa metodologia para determinar a redução apropriada de certos ingredientes é a metodologia de dose de referência (MDR). É uma ferramenta estatística para avaliação quantitativa de riscos para um nível de dose (CRUMP, 1984, 1995). A MDR foi introduzida em alimentos (BI, 2010, 2015; KUESTEN e BI, 2015) para determinar uma redução adequada de certos ingredientes (gordura, sacarose e sódio) e para avaliar o risco de efeitos sensoriais negativos no desenvolvimento do produto. A metodologia é baseada na avaliação de riscos e na modelagem dose-resposta. Suas vantagens incluem ser independente dos níveis de dose predefinidos e espaçamento dos níveis de dose, permitindo tamanhos de amostra mais razoáveis (Bi, 2010).

Outra ferramenta que também auxilia as indústrias na reformulação de seus produtos é a Metodologia dos Limiares Hedônicos (MLH). A MLH foi proposta e validada por LIMA FILHO et al. (2015; 2017; 2018). Essa metodologia permite a determinação de limiares afetivos: o limiar de aceitação comprometido (LAC) e o limiar de rejeição hedônica (LRH). O LAC é definido como a intensidade do estímulo em que se inicia a redução na aceitação sensorial do produto. O LRH refere-se à intensidade do estímulo em que começa a ocorrer rejeição sensorial. Além disso, a MLH permite verificar o perfil de variação da aceitação

sensorial do produto em função da intensidade do estímulo em estudo e quantificar a magnitude das diferenças entre as amostras, em vez de apenas indicar a diferença (LIMA FILHO et al., 2015).

Na proposta da MLH, LIMA FILHO et al. (2015) empregaram a escala estruturada numerada unipolar de nove pontos, comumente utilizada e internacionalmente aceita para avaliar o grau de aceitação do produto. Essa escala contém nove termos hedônicos, variando de 1 "desgostei extremamente" a 9 "gostei extremamente".

As escalas são instrumentos utilizados para mensurar as informações associadas às percepções do indivíduo. Vários tipos de escalas têm sido empregados para quantificar as respostas hedônicas dos consumidores (LIM, 2011) e estudos avaliam o desempenho dessas escalas (LAWLESS e HEYMANN, 2010; CARDELLO e JAEGER, 2010; SILVA et al., 2013; KALVA et al., 2014). Geralmente, a comparação entre essas escalas é realizada em relação à compreensão das mesmas pelos consumidores, sua facilidade de uso, flexibilidade na resposta, eficiência na coleta de dados, sua validade, confiabilidade dos resultados obtidos, capacidade de discriminar os produtos e em relação à análise estatística dos dados (KOSTER, 2003; STONE e SEIDEL, 2004; JAEGER e CARDELLO, 2009).

Ao longo dos anos, várias escalas foram desenvolvidas e utilizadas para medir respostas hedônicas e uma das mais utilizadas, pelas indústrias e pesquisadores acadêmicos, para aferir a aceitação de alimentos é a escala hedônica de nove pontos (LAWLESS e HEYMANN, 2010). Essa escala possui nove categorias equilibradas em torno de um ponto central neutro, com quatro categorias positivas e quatro negativas de cada lado, variando entre "desgostei extremamente" (nota hedônica 1) e "gostei extremamente" (nota hedônica 9) (PERYAM e PILGRIM, 1957).

Apesar de a escala hedônica estruturada numerada unipolar de nove pontos ser aceita e muito utilizada, alguns estudos sugeriram algumas limitações quanto ao seu poder discriminativo, a desigualdade das distâncias psicológicas entre suas categorias e a pouca liberdade dos consumidores, quando comparada a escalas não estruturadas (JONES e THURSTONE, 1955; MOSKOWITZ, 1980; VILLEGAS RUIZ, ANGULO e O'MAHONY, 2008; MARCHISANO et al. 2003; VILLANUEVA e DA SILVA, 2009).

Uma outra forma de apresentação da escala hedônica refere-se à bipolaridade, na qual as notas variam de -4 a +4 (escala de 9 pontos). SILVA et al. (2013) verificaram que a escala estruturada bipolar apresentou um desempenho satisfatório para avaliar a aceitação sensorial, permitindo uma maior discriminação de iogurtes sabor morango em relação às escalas não

estruturadas e à estruturada unipolar, além do atendimento das pressuposições da análise de variância (normalidade e homogeneidade de variâncias).

A escala não estruturada consiste em um único intervalo ancorado nas duas extremidades ("desgostei extremamente" e "gostei extremamente") e uma de suas vantagens inclui aumentar a liberdade dos consumidores ao expressar suas percepções sensoriais, o que aumenta sua sensibilidade; por reduzir erros de natureza psicológica, uma vez que a limitação de palavras e ausência de números podem minimizar o efeito da preferência ou aversão do consumidor por uma determinada palavra ou número (GIOVANNI e PANGBORN, 1983; GREENE et al., 2006); e por atenuar desvios da normalidade, porque os dados gerados são do tipo contínuo (O'MAHONY, 1982). No entanto, as limitações dessa escala compreendem dificuldades de entendimento e utilização por alguns consumidores (LAWLESS e MALONE, 1986). Além disso, Silva et al. (2013) encontraram menor poder de discriminação dessas escalas, devido à maior variação de dados.

Para atenuar as limitações das escalas não estruturadas, VILLANUEVA, PETENATE e SILVA (2005) propuseram a escala híbrida, resultante da combinação das escalas estruturada e não estruturada. A escala híbrida consiste numa escala linear ancorada com anotações verbais nos extremos e na região central, além de apresentar marcações de pontos equidistantes ao longo do seu contínuo para melhor orientar a percepção do consumidor, facilitando seu entendimento e utilização. SILVA et al. (2013) trabalharam com uma adaptação dessa escala, suprimindo as marcações equidistantes, ou seja, a escala era ancorada apenas nos extremos ("desgostei extremamente" e "gostei extremamente") e no ponto central ("indiferente"). Quando comparada às escalas estruturadas, a escala híbrida possui maior poder discriminativo, já que o consumidor possui maior liberdade durante a avaliação, sem restrição do número de categorias; reduz o erro psicológico de hábito, o que incentiva um julgamento mais consciente e criterioso; e se pode utilizar uma variedade de análises estatísticas paramétricas e não paramétricas, uma vez que se obtêm dados contínuos, que geram resultados de grande validade (VILLANUEVA, PETENATE e SILVA, 2005).

Tendo em vista as diferenças entre a forma de utilização das escalas pelos consumidores e o tipo de resposta obtida, o objetivo deste estudo foi investigar se os limiares de aceitação comprometida e de rejeição hedônica são influenciados pela utilização de diferentes tipos de escalas hedônicas.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa (UFV), sob o número de parecer 773.185.

O impacto de diferentes tipos de escala (escala estruturada numerada unipolar, escala estruturada numerada bipolar, escala não estruturada tradicional e escala não estruturada híbrida) na obtenção dos limiares hedônicos (LAC e LRH) foi verificado por meio da aplicação da MLH a duas matrizes alimentares: néctar de uva (Experimento A) e biscoito doce (Experimento B).

Os dados experimentais de cada experimento foram obtidos em quatro ensaios, cada um utilizando um tipo de escala. Posteriormente, uma nova coleta de dados foi realizada para avaliar a exatidão de cada escala.

1.2.1 Estímulos sensoriais

Dois tipos de matrizes alimentares foram utilizados na avaliação sensorial. O néctar de uva, uma matriz simples, e o biscoito doce, uma matriz mais complexa, que possibilita a avaliação de atributos específicos.

Em cada experimento, para atender ao pré-requisito, testes preliminares foram realizados para que a amostra estímulo com menor diferença entre a intensidade do estímulo da amostra controle tivesse a mesma aceitação sensorial da amostra controle. A partir dessa concentração, a redução da intensidade do estímulo foi calculada em progressão aritmética.

Experimento A – Néctar de uva

Foram utilizadas seis formulações de néctar de uva (uma controle e cinco formulações estímulo), variando a concentração de sacarose. Para o preparo das formulações, suco de uva concentrado sem adição de açúcar foi diluído em água na proporção de um para um (1:1). Em seguida, dividiu-se em seis lotes e, em cada lote, foi adicionada uma quantidade de sacarose referente às concentrações da amostra controle (9,00% (m/v)) e das amostras estímulo (8,00%, 6,00%, 4,00%, 2,00% e 0,00% (m/v)), conforme LIMA FILHO et al. (2015, 2017, 2018). As amostras foram armazenadas a, aproximadamente, 8 °C, até a realização dos testes de aceitação.

Os ingredientes foram adquiridos no comércio local da cidade de Viçosa, MG, Brasil, e o experimento foi realizado no Laboratório de Análise Sensorial da UFV.

Experimento B - Biscoito

Seis formulações de biscoito doce foram utilizadas (uma controle e cinco formulações estímulo), variando a concentração de manteiga. As formulações de biscoito foram definidas em testes preliminares, sendo a proporção de ingredientes igual para todas as amostras: 100,00% de farinha de trigo, 26,00% de água e 21,00% de açúcar. O único ingrediente que variou entre as amostras foi o teor de manteiga, 53,00% (m/m) para a amostra controle e 52,00%, 43,25%, 34,50%, 25,75% e 17,00% (m/m) para as amostras estímulo. Biscoitos redondos, de aproximadamente 8 gramas, 2,5 cm de diâmetro e 1 cm de espessura foram modelados manualmente, expostos ao forneamento à 180° C por 30 minutos e armazenados à temperatura ambiente até a avaliação sensorial.

Os ingredientes foram adquiridos no comércio local da cidade de Alegre, ES e o experimento realizado no Laboratório de Análise Sensorial da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Campus Alegre.

1.2.2 Consumidores

Um total de 960 consumidores foram recrutados com base no interesse em participar do estudo e na disponibilidade de tempo em realizar os testes sensoriais. Para o experimento com néctar de uva, 480 consumidores desse produto foram divididos em 4 grupos, ou seja, cada grupo de 120 consumidores utilizou uma escala diferente para avaliar néctar de uva.

Para o experimento com biscoito doce, outros 480 consumidores de biscoito doce foram recrutados e divididos em 4 grupos e cada equipe utilizou uma escala diferente para avaliar o biscoito.

Em todos os grupos, a maioria dos consumidores era do sexo feminino, na faixa etária de 18 a 25 anos.

1.2.3. Escalas hedônicas

Para cada experimento foram utilizadas as escalas abaixo (Apêndice A):

I) Escala estruturada numerada unipolar ("1 a 9"): escala hedônica de nove pontos com valores associados aos termos hedônicos, variando de 1 "desgostei extremamente" a 9 "gostei extremamente", com um termo hedônico central de 5 "indiferente".

II) Escala estruturada numerada bipolar ("-4 a +4"): escala hedônica de nove pontos, semelhante à primeira escala, diferindo apenas quanto aos números associados aos termos hedônicos, variando de -4 "desgostei extremamente" a +4 "gostei extremamente". O valor intermediário de zero é associado ao termo hedônico "indiferente".

III) Escala não estruturada tradicional ("ENET"): escala hedônica linear medindo nove centímetros de comprimento ancorada com o termo hedônico no extremo esquerdo "desgostei extremamente" e, no extremo direito, "gostei extremamente".

IV) Escala não estruturada híbrida ("ENEH"): escala hedônica linear medindo nove centímetros de comprimento ancorada nos extremos ("desgostei extremamente", à esquerda, e "gostei extremamente" à direita) e no centro ("indiferente").

1.2.4 Metodologia dos limiares hedônicos

Os testes de aceitação foram realizados por meio do protocolo da MLH, em cabines individuais e sob luz branca. Assim, para cada experimento (néctar de uva e biscoito doce), cada consumidor realizou cinco sessões de testes de aceitação consecutivamente e, em cada sessão, foram servidas duas amostras codificadas com três dígitos: a amostra controle e uma das amostras estímulo (com intensidade do estímulo reduzido), cuja posição foi aleatória (dentro da sessão). O espaçamento entre as intensidades dos estímulos variou em progressão aritmética (experimento A – néctar de uva: razão 2%; experimento B - biscoito: razão 8,75%). Entre as sessões, os pares de amostras foram apresentados em ordem decrescente da intensidade do estímulo (sacarose ou manteiga) da amostra estímulo, para iniciar com a menor diferença real. Ao final de cada sessão, o par de amostras foi recolhido.

Foi solicitado que os consumidores provassem as amostras da esquerda para direita e atribuíssem as notas que melhor refletissem suas opiniões, em relação à aceitação, de acordo com a escala apresentada na ficha de avaliação. Ou seja, em cada experimento, cada equipe de 120 consumidores avaliou as amostras usando uma das escalas estudadas.

Os dados obtidos pela utilização das quatro escalas de avaliação foram tabulados convertendo todas as notas para valores de 1 a 9. A escala "1 a 9" foi tabulada diretamente; para a escala "-4 a +4", os valores foram convertidos de forma correspondente à escala "1 a 9". Para escalas não estruturadas, os valores de resposta foram medidos com uma régua e ajustados (valor não estruturado ajustado = $1 + \text{valor não estruturado} * 8/9$), pois a amplitude da escala estruturada é de oito pontos e da escala não estruturada é de nove pontos (Silva et al., 2013).

Para a determinação do LAC, para cada uma das escalas utilizadas, calculou-se a diferença entre a nota hedônica da amostra controle e a nota hedônica da amostra estímulo (NHAC – NHAE) e se realizou o teste t para amostras pareadas, para cada sessão. Plotou-se um gráfico do valor t de cada sessão (eixo Y) em função da intensidade do estímulo (eixo X). Ajustou-se um modelo de regressão nos dados, analisando a significância dos coeficientes de regressão e o coeficiente de determinação. O ponto de corte referente ao valor t tabelado, ao

nível de 5% de significância, foi traçado no gráfico, indicando o início da diferença significativa entre as amostras em relação à aceitação. Por meio da equação do modelo ajustado foi calculado o valor do LAC (intensidade do estímulo a partir da qual ocorre alteração significativa da aceitação sensorial do produto), substituindo-se no modelo o valor de y pelo valor de t tabelado ($p = 0,05$).

Para determinação do LRH, para cada uma das escalas utilizadas, foi elaborado um gráfico das notas hedônicas médias das amostras estímulo de cada sessão (eixo Y) em função da intensidade do estímulo (eixo X). Também se ajustou modelo de regressão aos dados, avaliando os mesmos critérios para seleção do modelo do LAC. O ponto de corte referente à nota hedônica 5 (termo hedônico “indiferente”) foi traçado. Um consumidor indiferente ao produto provavelmente não irá comprá-lo, portanto, a categoria “indiferente” da escala hedônica foi considerada rejeição (DELLA LUCIA et al., 2013; DELLA LUCIA et al., 2014, LIMA FILHO et al., 2015).

A partir da equação do modelo ajustado, o LRH foi calculado substituindo-se a nota hedônica média pelo valor 5, indicando a transição entre aceitação e rejeição sensorial.

1.2.5 Avaliação do desempenho das escalas

O desempenho das escalas foi investigado por meio de várias análises estatísticas. Primeiramente, foi realizada a comparação das notas hedônicas, de forma que o efeito das escalas pôde ser avaliado nas notas hedônicas das amostras estímulo. A partir do teste t verificou-se a ocorrência de diferenças na aceitação das amostras controle e estímulo de cada sessão, que também foi utilizado como um critério para avaliar se as escalas estudadas atenderam ao pré-requisito da MLH.

Para comparar os limiares hedônicos obtidos em diferentes escalas, procedeu-se a análise da semelhança dos modelos de regressão e significância da ANOVA.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando os *softwares* R e SAS.

1.2.5.1 Comparação das notas hedônicas

Para avaliar a discriminação das amostras estímulo em cada uma das escalas, em cada experimento, realizou-se uma ANOVA nas notas hedônicas das amostras estímulo, em delineamento de blocos casualizados (DBC), considerando os efeitos das amostras e consumidores (bloco). Teste de Duncan ($\alpha = 0,05$) foi realizado quando necessário.

Com a finalidade de verificar diferenças na aceitação entre as amostras controle e estímulo de cada sessão e para cada escala, em cada experimento, procedeu-se a comparação

dos p-valores obtidos no teste t para amostras pareadas ($\alpha = 0,05$). Além disso, constatou-se quais escalas puderam ser utilizadas para a determinação dos limiares hedônicos, uma vez que um dos pré-requisitos da metodologia é que não haja diferença entre a aceitação das amostras controle e primeiro estímulo. Em testes preliminares (realizado com consumidores diferentes) constatou-se que a aceitação das amostras controle e primeiro estímulo de ambos os experimentos não diferiram entre si a 5% de probabilidade pelo teste t. Logo, as fases descritas a seguir só foram realizadas para as escalas que atenderam a esse pré-requisito.

1.2.5.2 Semelhança dos modelos de regressão

Em ambos os experimentos, para comparar os resultados obtidos para determinação do LAC e do LRH utilizando diferentes tipos de escala, foi verificada a semelhança dos modelos de regressão por meio da sobreposição dos intervalos de confiança dos parâmetros da regressão dos modelos ajustados, ao nível de 95% de confiança (SCHENKER e GENTLEMAN, 2001; LIMA FILHO et al., 2017; LIMA FILHO et al., 2018).

1.2.5.3 Significância na ANOVA

Para comparação referente ao LAC, para cada sessão, procedeu-se a ANOVA das diferenças entre as notas hedônicas das amostras controle e estímulo (NHAC - NHAE) (LIMA FILHO et al., 2017). Para comparação referente ao LRH, uma ANOVA das notas hedônicas foi realizada para cada amostra estímulo. Quando necessário foi realizado teste de Duncan a 5% de significância (LIMA FILHO et al., 2018).

O modelo matemático que representa a ANOVA está apresentado na Eq. (1.1). A hipótese de nulidade de variabilidade zero foi testada entre as escalas.

$$Y_{ij} = m + E_i + C_j + e_{ij} \quad \text{Eq. (1.1)}$$

Y_{ij} : diferença entre notas hedônicas das amostras controle e estímulo da escala i atribuída pelo consumidor j , para o LAC, ou nota hedônica da amostra estímulo obtida pela escala i atribuída pelo consumidor j , para o LRH; m : constante inerente ao modelo ou à média geral; E_i : efeito aleatório da escala i ; C_j : efeito aleatório do consumidor j ; e_{ij} : erro aleatório, pressuposto NID $(0, \sigma^2)$.

1.2.5.4 Avaliação da exatidão dos limiares hedônicos

Para complementar as análises de desempenho das escalas, a exatidão dos limiares hedônicos obtidos com as diferentes escalas também foi avaliada, de acordo com LIMA FILHO et al. (2017, 2018). Para cada matriz alimentícia (néctar de uva e biscoito doce) e para cada escala em estudo, os procedimentos descritos a seguir foram realizados por uma equipe com 120 consumidores.

Para avaliar a exatidão do LAC, os consumidores avaliaram a aceitação de duas amostras apresentadas simultaneamente: amostra controle e amostra com intensidade do estímulo referente ao LAC, obtido utilizando a escala em estudo. Foram realizados testes t para verificar igualdade estatística entre a aceitação das amostras. Como os limiares hedônicos foram calculados a 5% de significância, quanto mais próximo o p-valor do teste t estiver de 0,05, maior é a exatidão dos limiares obtidos, uma vez que, idealmente, ao se comparar estatisticamente as notas hedônicas da amostras controle e LAC, o nível de significância (valor de p) deve ser igual a 0,05 (valor assumido no teste estatístico) (LIMA FILHO et al., 2017).

Para mensurar a exatidão do LRH, para cada escala, os consumidores avaliaram a aceitação da amostra controle e de uma amostra contendo a intensidade do estímulo referente ao LRH, determinado anteriormente. As amostras foram apresentadas ao mesmo tempo e em posições aleatórias. O LRH representa a intensidade do estímulo em que a amostra possui nota hedônica média 5 (indicando o início da rejeição sensorial). Assim, a exatidão foi determinada verificando quão próxima a nota hedônica média da amostra LRH estava de 5. Os resultados obtidos foram analisados qualitativamente (LIMA FILHO et al., 2018).

Em ambos os casos, o par de amostras foi apresentado em posição aleatória. Os consumidores foram orientados a provarem as amostras da esquerda para a direita e marcarem seu julgamento na escala em estudo. Ou seja, como os diferentes valores dos limiares foram obtidos por escalas diferentes, a avaliação sensorial para a obtenção da exatidão foi realizada pelas escalas correspondentes.

1.3 RESULTADOS

1.3.1 Limiares hedônicos

1.3.1.1 Limiar de aceitação comprometida

Para determinação do LAC realizou-se, para cada sessão de teste de aceitação, teste t para amostras pareadas entre a nota hedônica da amostra controle e a nota hedônica da amostra estímulo (Tabela 1.1).

Para o néctar de uva, com a utilização da escala “1 a 9” verificou-se que, entre a segunda e terceira sessões, começou a ocorrer alteração significativa da aceitação sensorial das amostras (controle e estímulo) ($p \leq 0,05$). Com a utilização das escalas não estruturadas (“ENET” e “ENEH”), verificou-se que entre a primeira e a segunda sessões de testes de aceitação começa a ocorrer alteração significativa da aceitação sensorial dos néctares, devido à redução de sacarose. Entretanto, no experimento com biscoito, esse comportamento ocorreu de forma contrária, com a escala “1 a 9” observou-se diferença entre as amostras entre a primeira e a segunda sessão, enquanto a escala “ENEH” detectou alteração da aceitação sensorial entre a segunda e terceira sessões de testes de aceitação. Somente com essas duas escalas hedônicas foi possível determinar o LAC para concentração de sacarose em néctar e para concentração de manteiga em biscoito.

Com a utilização da escala “-4 a +4”, nas duas matrizes alimentares, já na primeira sessão de testes de aceitação observou-se diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as notas hedônicas da amostra controle e da amostra estímulo (com redução de sacarose para o néctar de uva e redução de manteiga para o biscoito). Contraditoriamente, na segunda sessão de testes de aceitação não foi observada diferença entre as notas hedônicas das amostras, mesmo a amostra estímulo da segunda sessão tendo teor de sacarose (6% de sacarose, para o néctar de uva) ou de manteiga (43,25% de manteiga, para o biscoito) inferiores às da amostra estímulo apresentada na primeira sessão (néctar com 8% de sacarose ou biscoito com 52% de manteiga), que apresentou nota hedônica estatisticamente diferente da amostra controle (néctar com 9% de sacarose ou biscoito com 53% de manteiga). O mesmo comportamento foi observado quando utilizada a escala “ENET”, no experimento com biscoito.

Dessa forma, a escala “-4 a +4” não permitiu a determinação dos limiares hedônicos nos experimentos com néctar de uva e biscoito doce, o que também ocorreu com a escala “ENET” no experimento com o biscoito. Ou seja, a obtenção dos limiares hedônicos por meio dessas escalas foi inexecutável, uma vez que um pré-requisito das metodologias de determinação dos limiares é que não haja diferença (sensorial, de preferência ou hedônica) entre a amostra controle e estímulo já na primeira sessão de testes (LAWLESS e HEYMANN, 2010; LIMA FILHO et al., 2015).

Portanto, só foi possível determinar os limiares hedônicos a partir das escalas que atenderam ao pré-requisito das metodologias de determinação dos limiares: “1 a 9” e “ENEH” para ambos os experimentos e “ENET” para o néctar de uva.

Tabela 1.1: p-valores obtidos para cada escala em cada sessão

| Sessão | Experimento A- Néctar de uva | | | | Experimento B - Biscoito | | | |
|--------|------------------------------|-----------|----------|----------|--------------------------|-----------|----------|----------|
| | "1 a 9" | "-4 a +4" | "ENET" | "ENEH" | "1 a 9" | "-4 a +4" | "ENET" | "ENEH" |
| 1 | 0,5293 | 0,0225* | 0,4656 | 0,7874 | 0,0833 | 0,0150* | 0,0058* | 0,9734 |
| 2 | 0,4077 | 0,1900 | 0,0091* | 0,0027* | <0,0001* | 0,6768 | 0,6775 | 0,4107 |
| 3 | 0,0005* | <0,0001* | <0,0001* | <0,0001* | <0,0001* | 0,0008* | <0,0001* | <0,0001* |
| 4 | <0,0001* | <0,0001* | <0,0001* | <0,0001* | <0,0001* | <0,0001* | <0,0001* | <0,0001* |
| 5 | <0,0001* | <0,0001* | <0,0001* | <0,0001* | <0,0001* | <0,0001* | <0,0001* | <0,0001* |

Abreviações: "1 a 9": escala estruturada numerada unipolar; "-4 a 4": escala estruturada numerada bipolar; "ENET": escala não estruturada tradicional; "ENEH": escala não estruturada híbrida.

*significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

Na Figura 1.1, A e B, estão apresentados os valores t calculados (eixo Y) para cada sessão em função da intensidade do estímulo (eixo X), sendo concentração de sacarose e de manteiga, respectivamente.

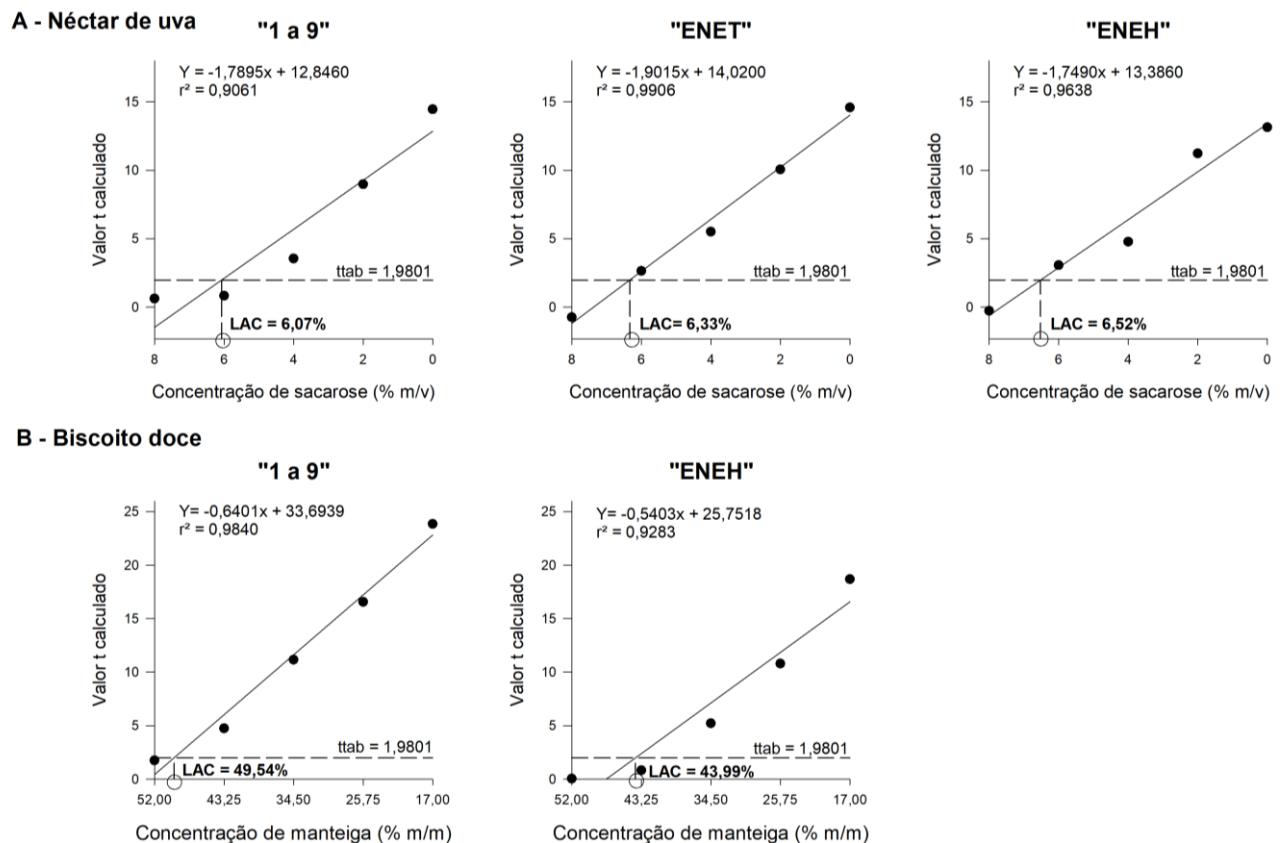


Figura 1.1: Valores t calculados em função das concentrações de sacarose (a) e de manteiga (b) das amostras estímulo, modelos de regressão, coeficientes de determinação e valores de LAC.

A linha tracejada representa o valor t tabelado para diferença significativa quanto à aceitação ($p = 0,05$) ($t_{tab} = 1,9801$; para $\alpha = 0,05$ e $GL = 119$). "1 a 9": ensaio realizado com escala estruturada numerada unipolar; "ENET": ensaio realizado com escala não estruturada tradicional; "ENEH": ensaio realizado com escala não estruturada híbrida.

O modelo linear ajustou-se adequadamente aos dados, em ambos experimentos e escalas, apresentando significância das estimativas dos parâmetros da regressão ($p \leq 0,05$) e coeficientes de determinação (r^2) maiores que 0,90.

A linha tracejada no gráfico corresponde ao valor t tabelado igual a 1,9801 (nível de significância de 5% e “n” igual a 120 consumidores). Há diferença significativa entre a aceitação das amostras controle e estímulo quando valores t calculados são iguais ou superiores ao valor tabelado.

Para determinação do LAC, calculou-se o valor de X na equação da reta ao substituir o valor de Y pelo valor de t tabelado. Por exemplo, para o néctar de uva, ao substituir o valor de Y por 1,9801, na equação do ensaio “1 a 9”, obteve-se o valor de X de 6,07% de sacarose, que é o LAC. Portanto, reduzindo a concentração de sacarose de 9,00% para 6,07% começa a ocorrer comprometimento da aceitação sensorial do néctar de uva. Os valores dos LAC’s dos demais ensaios foram determinados do mesmo modo e apresentaram valores próximos, variando de 6,07% (“1 a 9”) a 6,52% (“ENEH”).

Para o biscoito, o menor valor de LAC também foi encontrado com a escala “1 a 9” (49,54% de manteiga) e o maior valor foi 43,99% de manteiga, para a escala “ENEH”.

1.3.1.2 Limiar de rejeição hedônica

Na Figura 1.2, A e B, estão apresentadas as notas hedônicas médias das amostras estímulo (eixo Y) em função da intensidade do estímulo (eixo X), sendo concentração de sacarose e de manteiga, para os experimentos com néctar de uva e biscoito, respectivamente.

Em todos experimentos, o modelo que melhor se ajustou aos dados foi o linear, apresentando significância das estimativas dos parâmetros da regressão ($p \leq 0,05$) e coeficientes de determinação (r^2) maiores que 0,95.

Para determinação do LRH, calculou-se o valor de X na equação da reta ao substituir o valor de Y por 5 (termo hedônico “indiferente”). Por exemplo, no experimento com néctar de uva, para determinar o LRH utilizando a escala “1 a 9”, substituiu-se o valor de Y por 5 no modelo de regressão e se obteve o LRH de 4,05% de sacarose, indicando que, ao diminuir a concentração de sacarose de 9,00% para 4,05%, inicia-se a rejeição sensorial do néctar de uva. Da mesma forma, foram calculados os LRH’s dos ensaios utilizando as demais escalas. Os valores variaram de 4,05% de sacarose (“1 a 9”) a 4,85% de sacarose (“ENET”).

Para o experimento com biscoito doce, os valores de LRH foram numericamente próximos, variando entre 31,25% de manteiga, LRH obtido utilizando a escala “ENEH”, e 32,29% de manteiga, LRH obtido com a escala “1 a 9”.

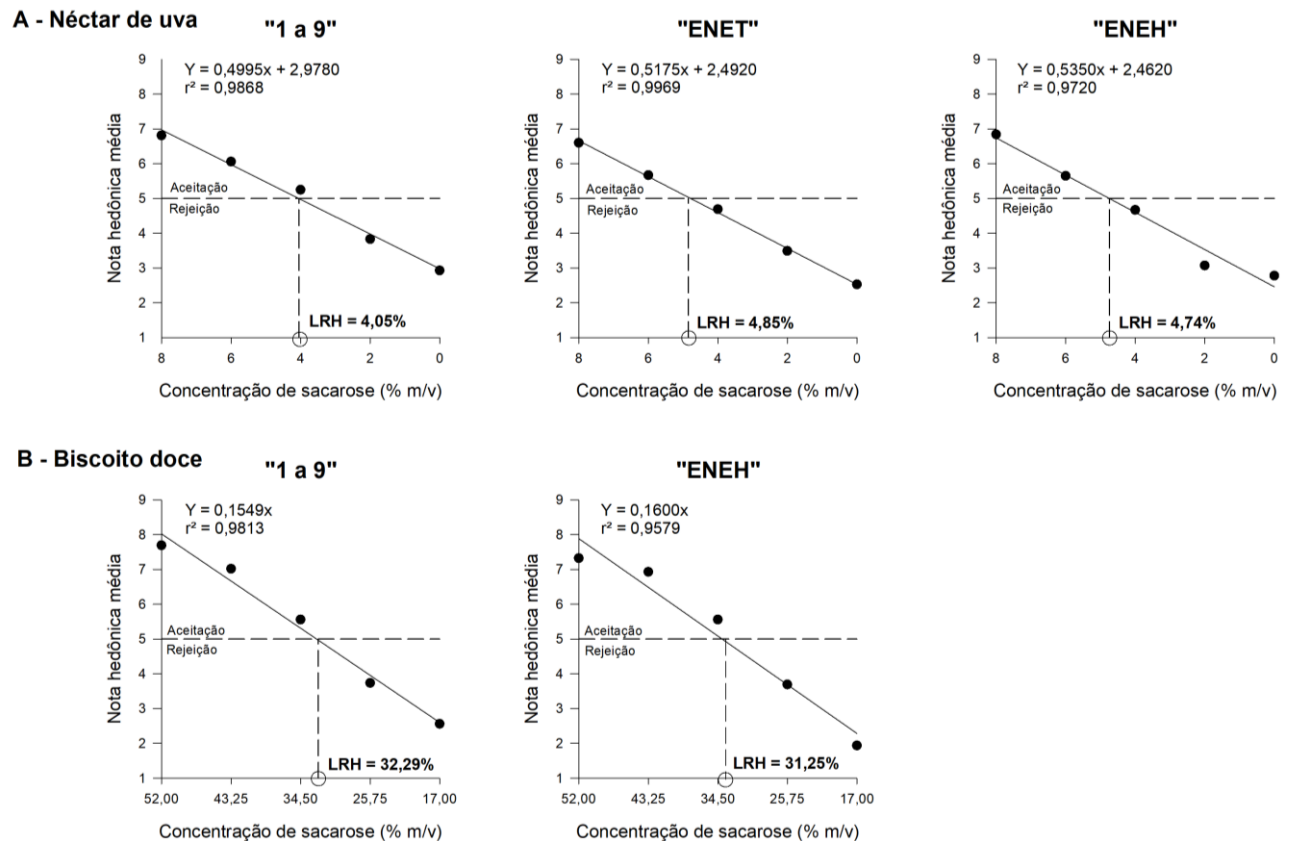


Figura 1.2: Notas hedônicas médias em função das concentrações de sacarose (A) e manteiga (B) das amostras estímulo no experimento com néctar de uva e biscoito.

A linha tracejada representa a nota hedônica 5, referente ao termo hedônico “indiferente”, representando o início da rejeição sensorial. “1 a 9”: escala estruturada numerada unipolar; “ENET”: escala não estruturada tradicional; “ENEH”: escala não estruturada híbrida.

1.3.2 Avaliação do desempenho das escalas

1.3.2.1 Poder discriminante

Na Tabela 1.2 está apresentada a ANOVA e o teste de Duncan para avaliação da discriminação das amostras estímulo (néctares com redução de sacarose) da escala em estudo. Em todas as escalas, verificou-se que houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as notas hedônicas médias das amostras estímulo de néctar de uva, exceto a escala “ENEH”, que não foi capaz de diferenciar as amostras contendo 2,00% e 0,00% de sacarose. Logo, essa escala apresentou menor potencial de discriminação dos néctares de uva com baixa concentração de sacarose em relação às demais escalas.

Tabela 1.2: Resumo dos resultados da ANOVA para avaliar o poder discriminante das diferentes escalas hedônicas para o experimento com néctar de uva

| Escala | QMesc | QMres | p-valor | Nota hedônica média ^a | | | | |
|----------|--------|-------|---------|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | | | | 8% | 6% | 4% | 2% | 0% |
| "1 a 9" | 302,46 | 1,79 | <0,0001 | 6,8 a | 6,1 b | 5,3 c | 3,8 d | 2,9 e |
| "-4 a 4" | 427,96 | 1,85 | <0,0001 | 7,3 a | 6,4 b | 5,2 c | 3,7 d | 2,6 e |
| "ENET" | 318,4 | 2,2 | <0,0001 | 6,6 a | 5,7 b | 4,7 c | 3,5 d | 2,5 e |
| "ENEH" | 349,46 | 2,65 | <0,0001 | 6,8 a | 5,7 b | 4,7 c | 3,1 d | 2,8 d |

Abreviações: ANOVA, análise de variância; "1 a 9", escala estruturada numerada unipolar; "-4 a 4", escala estruturada numerada bipolar; "ENET", escala não estruturada tradicional; "ENEH", escala não estruturada híbrida; QMesc, Quadrado médio da escala; QMres, Quadrado médio do resíduo. ^a Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si ($p > 0,05$) pelo Teste de Duncan.

Para o biscoito (Tabela 1.3), as escalas estruturadas apresentaram maior potencial de discriminação os biscoitos com redução de manteiga, pois diferenciou todos os biscoitos com diferentes concentrações de manteiga. Com a utilização das escalas não estruturadas não foi possível diferenciar os biscoitos contendo 52% e 43,25% de manteiga, evidenciando o menor poder discriminante dessas escalas.

Tabela 1.3: Resumo dos resultados da ANOVA para avaliar o poder discriminante das diferentes escalas hedônicas para o experimento com biscoito doce

| Escala | QMesc ^A | QMres ^B | p-valor | Nota hedônica média ^Z | | | | |
|----------|--------------------|--------------------|---------|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | | | | 52% | 43% | 35% | 26% | 17% |
| "1 a 9" | 561,13 | 1,66 | <0,0001 | 7,7 a | 7,0 b | 5,6 c | 3,7 d | 2,6 e |
| "-4 a 4" | 608,57 | 2,12 | <0,0001 | 7,7 a | 7,2 b | 6,3 c | 3,7 d | 2,6 e |
| "ENET" | 561,11 | 2,76 | <0,0001 | 6,7 a | 6,5 a | 4,3 b | 3,1 c | 1,7 d |
| "ENEH" | 613,88 | 2,74 | <0,0001 | 7,3 a | 6,9 a | 5,6 b | 3,7 c | 1,9 d |

Abreviações: ANOVA, análise de variância; "1 a 9", escala estruturada numerada unipolar; "-4 a 4", escala estruturada numerada bipolar; "ENET", escala não estruturada tradicional; "ENEH", escala não estruturada híbrida; QMesc, Quadrado médio da escala; QMres, Quadrado médio do resíduo. ^a Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si ($p > 0,05$) pelo Teste de Duncan.

1.3.2.2 Sobreposição dos intervalos de confiança

Nas Figuras 1.3 e 1.4 estão representadas as sobreposições dos IC para os modelos de determinação do LAC e LRH, respectivamente.

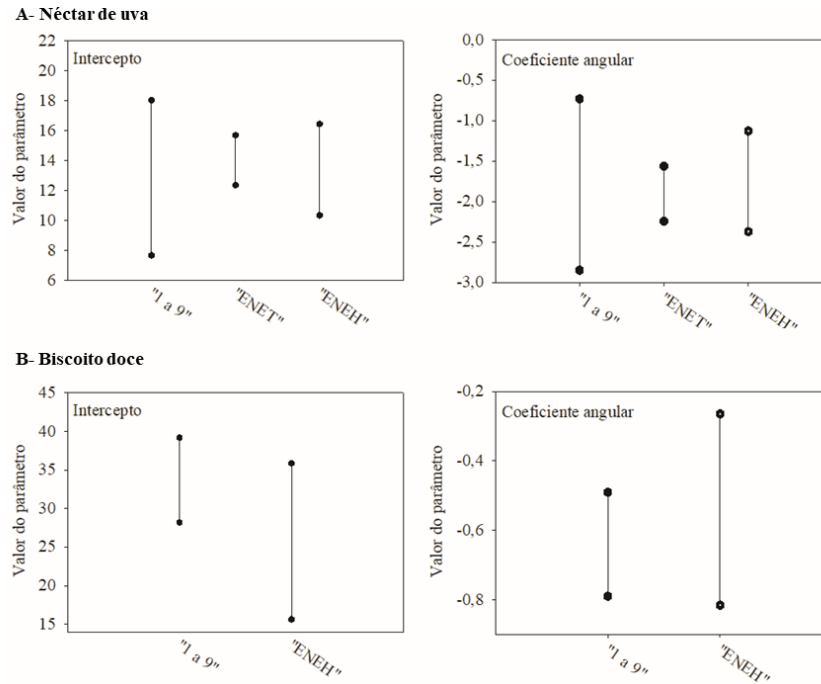


Figura 1.3: Intervalos de confiança dos parâmetros dos modelos lineares para obtenção do LAC do experimento com néctar de uva (A) e biscoito (B).

Abreviações: “1 a 9”, ensaio realizado com escala estruturada numerada unipolar; “ENET”, ensaio realizado com escala não estruturada tradicional; “ENEH”, ensaio realizado com escala não estruturada híbrida.

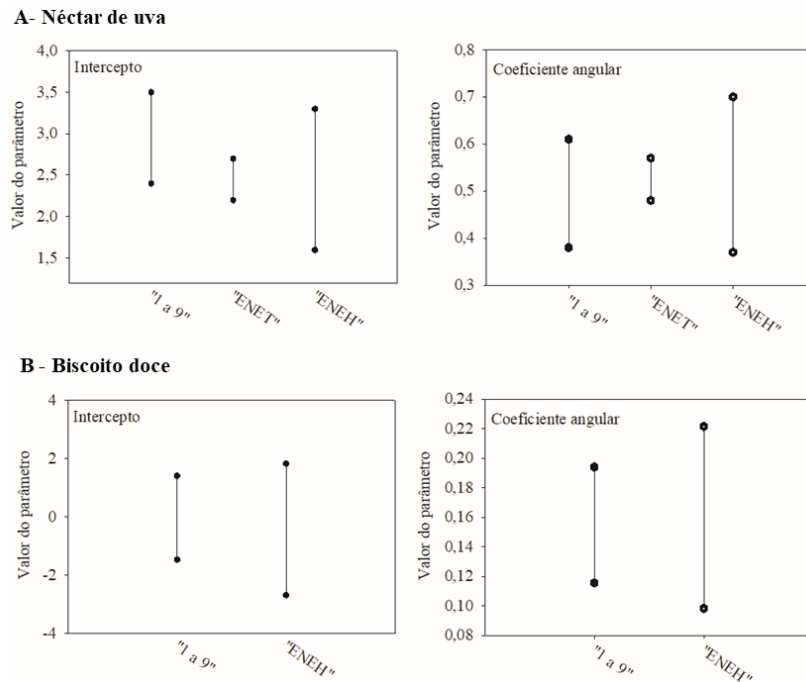


Figura 1.4: Intervalos de confiança das estimativas dos parâmetros dos modelos lineares para obtenção do LRH no experimento com néctar de uva (A) e biscoito (B).

Abreviações: “1 a 9”, ensaio realizado com escala estruturada numerada unipolar; “ENET”, ensaio realizado com escala não estruturada tradicional; “ENEH”, ensaio realizado com escala não estruturada híbrida.

Tanto para os modelos de determinação do LAC, quanto para os de determinação do LRH, verificou-se sobreposição dos IC dos parâmetros dos modelos, com 95% de confiança, obtidos com as diferentes escalas em ambos os experimentos. Isto evidencia grande proximidade entre os modelos lineares empregados para obtenção dos LAC's, assim como para a determinação dos LRH's.

1.3.2.3 Significância da ANOVA

Em relação aos dados utilizados para a obtenção do LAC, por meio da ANOVA avaliou-se o efeito das escalas nas diferenças entre as notas hedônicas das amostras controle e estímulo de cada sessão (NHAC – NHAÉ) para néctar de uva (Tabela 1.4) e biscoito doce (Tabela 1.5)

Tabela 1.4: Resumo da ANOVA para investigar o efeito das escalas na diferença entre as notas hedônicas médias das amostras controle e estímulo no experimento com néctar de uva

| Sessão | QM _{esc} | QM _{res} | p-valor | NHAC – NHAÉ ^a | | |
|--------|-------------------|-------------------|---------|--------------------------|--------|--------|
| | | | | "1 a 9" | "ENET" | "ENEH" |
| 1 | 1,7 | 2,94 | 0,5616 | 0,1 a | -0,1 a | 0,0 a |
| 2 | 8,01 | 4,12 | 0,1444 | 0,1 a | 0,5 a | 0,6 a |
| 3 | 9,2 | 6,6 | 0,2494 | 0,9 a | 1,2 a | 1,3 a |
| 4 | 25,73 | 7,88 | 0,0393 | 2,2 b | 2,5 ab | 3,0 a |
| 5 | 1,95 | 7,74 | 0,7779 | 3,3 a | 3,5 a | 3,6 a |

Abreviações: ANOVA, análise de variância; "1 a 9", escala estruturada numerada unipolar; "ENET", escala não estruturada tradicional; "ENEH", escala não estruturada híbrida; QM_{esc}, Quadrado médio da escala; QM_{res}, Quadrado médio do resíduo.

^aMédias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si ($p > 0,05$) pelo Teste de Duncan.

Para o néctar de uva (Tabela 1.4), verificou-se efeito significativo da escala apenas na sessão 4 de testes de aceitação (comparação entre amostra controle com 9% de sacarose e a amostra estímulo com 2% de sacarose). A utilização da escala "ENEH" resultou em maior média das diferenças das notas hedônicas, não diferindo da escala "ENET".

Já a utilização da escala "1 a 9" resultou na menor diferença, também não diferindo da "ENET". Apenas na sessão 4 de testes de aceitação ocorreu diferença na avaliação dos consumidores utilizando as escalas, sendo mais rigorosos ao utilizar as escalas não estruturadas.

Para o biscoito (Tabela 1.5), o efeito significativo da escala ocorreu nas sessões 2 e 3 de testes de aceitação (comparação entre amostra controle e amostras estímulo com 43,25% e 34,50% de manteiga, respectivamente). Nas duas sessões, a utilização da escala "1 a 9" forneceu maiores médias de diferença entre notas hedônicas do que quando utilizada a escala "ENEH".

Tabela 1.5: Resumo da ANOVA para investigar o efeito das escalas na diferença entre as notas hedônicas médias das amostras controle e estímulo no experimento com biscoito doce

| Sessão | QM _{esc} | QM _{res} | p-valor | NHAC – NHAE ^a | |
|--------|-------------------|-------------------|---------|--------------------------|--------|
| | | | | "1 a 9" | "ENEH" |
| 1 | 1,28 | 1,37 | 0,3361 | 0,6 a | 0,0 a |
| 2 | 18,15 | 3,04 | 0,0153 | 0,7 a | 0,1 b |
| 3 | 44,03 | 5,67 | 0,0057 | 2,1 a | 1,3 b |
| 4 | 24,19 | 7,75 | 0,0786 | 3,7 a | 3,1 a |
| 5 | 0,35 | 6,8 | 0,8201 | 5,0 a | 4,9 a |

Abreviações: ANOVA, análise de variância; "1 a 9", escala estruturada numerada unipolar; "ENEH", escala não estruturada híbrida; QM_{esc}, Quadrado médio da escala; QM_{res}, Quadrado médio do resíduo.

^aMédias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si ($p > 0,05$) pelo Teste de Duncan.

Para avaliar os resultados do LRH, utilizou-se a ANOVA para investigar o efeito das escalas nas notas hedônicas médias das amostras estímulo apresentadas em cada sessão. Para o experimento com néctar de uva (Tabela 1.6), observou-se que ocorreu efeito das escalas nas notas hedônicas médias das amostras estímulo contendo 4% e 2% de sacarose ($p \leq 0,05$).

Tabela 1.6: Resumo da ANOVA para investigar o efeito das escalas nas notas hedônicas médias das amostras estímulo para o experimento com néctar de uva

| Amostra estímulo | QM _{esc} | QM _{res} | p-valor | Nota hedônica média ^a | | |
|------------------|-------------------|-------------------|---------|----------------------------------|--------|--------|
| | | | | "1 a 9" | "ENET" | "ENEH" |
| 1 | 1,87 | 2,56 | 0,4821 | 6,8 a | 6,6 a | 6,8 a |
| 2 | 5,77 | 3,07 | 0,1538 | 6,1 a | 5,7 a | 5,7 a |
| 3 | 12,32 | 4,04 | 0,0484 | 5,3 a | 4,7 b | 4,7 b |
| 4 | 15,49 | 3,82 | 0,0182 | 3,8 a | 3,5 ab | 3,1 b |
| 5 | 4,74 | 3,58 | 0,2669 | 2,9 a | 2,5 a | 2,8 a |

Abreviações: ANOVA, análise de variância; "1 a 9", escala estruturada numerada unipolar; "ENET", escala não estruturada tradicional; "ENEH", escala não estruturada híbrida; QM_{esc}, Quadrado médio da escala; QM_{res}, Quadrado médio do resíduo.

^aMédias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si ($p > 0,05$) pelo Teste de Duncan.

Já para o experimento com biscoito (Tabela 1.7), ocorreu efeito significativo das escalas na primeira e última amostra estímulo (52,00% e 17,00% de manteiga, respectivamente). Em todos os casos que ocorreu efeito significativo das escalas, observou-se que a utilização da escala "1 a 9" (estruturada) resultou em notas hedônicas médias para as amostras estímulo superiores do que quando utilizadas as escalas não estruturadas.

Tabela 1.7: Resumo da ANOVA para investigar o efeito das escalas nas notas hedônicas médias das amostras estímulo para o experimento com biscoito doce

| Amostra estímulo | QM _{esc} | QM _{res} | p-valor | Nota hedônica média ^a | |
|------------------|-------------------|-------------------|---------|----------------------------------|--------|
| | | | | "1 a 9" | "ENEH" |
| 1 | 8,25 | 1,61 | 0,0245 | 7,7 a | 7,3 b |
| 2 | 0,48 | 2,54 | 0,6651 | 7,0 a | 6,9 a |
| 3 | 0,00 | 4,87 | 0,9977 | 5,6 a | 5,6 a |
| 4 | 0,10 | 5,46 | 0,8924 | 3,7 a | 3,7 a |
| 5 | 23,13 | 4,20 | 0,0198 | 2,6 a | 1,9 b |

Abreviações: ANOVA, análise de variância; "1 a 9", escala estruturada numerada unipolar; "ENEH", escala não estruturada híbrida; QM_{esc}, Quadrado médio da escala; QM_{res}, Quadrado médio do resíduo. ^a Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si ($p > 0,05$) pelo Teste de Duncan.

1.3.2.4 Avaliação da exatidão dos limiares hedônicos

Na Tabela 1.8 estão apresentados os p-valores encontrados ao realizar a comparação das notas hedônicas da amostra controle com a amostra LAC (com intensidade de estímulo referente ao LAC), obtido utilizando cada escala em estudo. Nos dois experimentos, todas as escalas apresentaram p-valores numericamente próximos e exatos (próximos de 0,05), exceto quando a escala "ENET" foi utilizada para o néctar de uva.

Tabela 1.8: p-valores das comparações entre as notas hedônicas das amostras controle (C) e LAC para avaliação da exatidão

| Escala | Néctar de uva | | | | | Biscoito | | | | |
|---------|------------------------------|------|---------------|-----|---------|------------------------------|-------|---------------|-----|---------|
| | Concentração de sacarose (%) | | Nota hedônica | | p-valor | Concentração de manteiga (%) | | Nota hedônica | | p-valor |
| | C | LAC | C | LAC | | C | LAC | C | LAC | |
| "1 a 9" | 9,00 | 6,07 | 7,0 | 6,7 | 0,0700 | 53,00 | 49,54 | 7,8 | 7,5 | 0,0407 |
| "ENET" | 9,00 | 6,33 | 6,7 | 6,5 | 0,0101 | - | - | - | - | - |
| "ENEH" | 9,00 | 6,52 | 7,1 | 6,8 | 0,0524 | 53,00 | 43,99 | 7,7 | 7,5 | 0,0507 |

Nota: "1 a 9", escala estruturada numerada unipolar; "ENET", escala não estruturada tradicional; "ENEH", escala não estruturada híbrida; LAC, limiar de rejeição hedônica.

Na Tabela 1.9 estão apresentadas as notas hedônicas médias das amostras elaboradas com concentrações de sacarose e de manteiga referentes aos LRH, obtidas nos ensaios para avaliar a exatidão da MLH ao utilizar as diferentes escalas.

Nos experimentos, tanto com néctar de uva quanto com biscoito, foram gerados resultados exatos e notas hedônicas médias próximas, entretanto a escala que forneceu o valor de LRH mais exato foi a escala "ENEH", pois a nota hedônica média das amostras LRH foi a mais próxima de 5.

Tabela 1.9: Notas hedônicas médias das amostras controle (C) e LRH para avaliação da exatidão

| Escala | Néctar de uva | | | | Biscoito | | | |
|---------|------------------------------|------|---------------|-----|------------------------------|-------|---------------|-----|
| | Concentração de sacarose (%) | | Nota hedônica | | Concentração de manteiga (%) | | Nota hedônica | |
| | C | LRH | C | LRH | C | LRH | C | LRH |
| “1 a 9” | 9,00 | 4,05 | 6,9 | 6,0 | 53,00 | 32,29 | 7,9 | 6,6 |
| “ENET” | 9,00 | 4,85 | 6,6 | 5,9 | - | - | - | - |
| “ENEH” | 9,00 | 4,74 | 7,1 | 5,6 | 53,00 | 31,25 | 7,7 | 5,2 |

Nota: “1 a 9”, escala estruturada numerada unipolar; “ENET”, escala não estruturada tradicional; “ENEH”, escala não estruturada híbrida; LRH, limiar de rejeição hedônica.

1.4 DISCUSSÃO

As escalas estudadas apresentaram comportamentos diferentes durante a aplicação da MLH, tanto que somente as escalas “1 a 9” e “ENEH” permitiram a obtenção dos limiares hedônicos em ambos os experimentos (com néctar de uva e biscoito doce). Isto porque essas escalas atenderam ao pré-requisito da metodologia, que preconiza que não deve haver diferença significativa entre a aceitação das amostras controle e estímulo da primeira sessão (Tabela 1.1).

Ao comparar a aceitação das amostras controle e estímulo de cada sessão, verificou-se que a escala “-4 a +4” não pode ser utilizada para determinação de limiares hedônicos, pois ocorreu diferença significativa entre a aceitação das amostras controle e estímulo na primeira sessão, inviabilizando a obtenção do LAC e do LRH (LIMA FILHO et al., 2015) para sacarose em néctar de uva e manteiga em biscoito, mas não indicou diferença significativa na aceitação da segunda sessão (em que as amostras têm maior diferença na intensidade do estímulo). A escala ENET apresentou o mesmo erro para a determinação dos limiares hedônicos para manteiga no biscoito.

Inicialmente, pode-se supor que as escalas “-4 a +4” e “ENET” apresentem maior sensibilidade, pois permitiram detectar diferença significativa entre a aceitação das amostras controle e primeiro estímulo, entretanto, testes preliminares foram realizados para garantir que as intensidades dos estímulos abrangessem um intervalo para atender ao pré-requisito. Além disso, as escalas “-4 a +4” e “ENET” indicaram diferença significativa na primeira sessão de teste de aceitação (em que foram avaliadas amostras com pequena diferença da intensidade do estímulo), mas indicaram não haver diferença significativa na segunda sessão de testes de aceitação (nas quais as amostras tinham maior diferença na intensidade de estímulo). Isso indica

que os consumidores podem ter tido dificuldade para entender e utilizar adequadamente essas escalas.

O comportamento dessas escalas foi incoerente, já que na segunda sessão não foi verificada diferença entre a aceitação das amostras, ou seja, ocorreu diferença na aceitação da primeira sessão, mas não ocorreu na segunda sessão. A falta de familiarização com essas escalas, que não são usualmente utilizadas nos testes de aceitação com consumidores, a presença de números positivos e negativos na mesma escala (“-4 a +4”), bem como a falta de marcações na escala “ENET” podem ter gerado dúvidas durante a avaliação, o que demonstra a dificuldade dos consumidores em utilizar essas escalas. Com isso, a obtenção dos limiares hedônicos utilizando essas escalas não é aconselhável, já que não atendem ao pré-requisito da MLH (LIMA FILHO et al., 2015).

Para o néctar de uva, as escalas não estruturadas foram capazes de detectar diferenças na aceitação das amostras já na segunda sessão, enquanto as escalas estruturadas detectaram diferença a partir da terceira sessão. Entretanto, para o biscoito, os resultados foram contrários, e a escala “1 a 9” detectou diferença logo a partir da segunda sessão e a “ENEH” somente a partir da terceira. Esses resultados mostram a importância de diversificar as matrizes alimentares com diferentes características sensoriais para verificar a performance das escalas hedônicas na MLH.

Tais resultados mostram que os diferentes tipos de escalas captam as respostas dos consumidores de modo diferente, salientando a necessidade de avaliar quais escalas melhor retratam o julgamento do consumidor (SILVA et al., 2013) e, conseqüentemente, determinam limiares hedônicos mais verdadeiros. Além disso, a aceitação ou rejeição de um alimento é influenciada pelas características do consumidor e do ambiente e também sofre interferência das características intrínsecas da matriz alimentar, como a composição química e nutricional, estrutura física, a interação dos seus ingredientes, o número e natureza dos atributos sensoriais. Sendo a percepção sensorial dinâmica, vale ressaltar novamente a importância do estudo de diferentes matrizes alimentares, sólidas e líquidas, de diferentes aparências, tamanhos e formas (GUICHARD, 2002; COSTELL, TÁRREGA e BAYARRI, 2010; FOSTER et al., 2011).

Os resultados indicam que diferentes escalas capturam as respostas dos consumidores de maneira diferente, destacando a necessidade de avaliar quais escalas melhor retratam o julgamento do consumidor (SILVA et al., 2013) e, conseqüentemente, determinar limiares hedônicos mais confiáveis. Ao escolher a escala mais apropriada para a metodologia, é importante considerar não apenas o resultado estatístico, mas também os comentários dos

consumidores. Eles que devem entender e sentir-se à vontade com a escala a ser usada (SOSA et al., 2008).

Em relação aos valores dos limiares hedônicos, observou-se que o comportamento das escalas foi diferente para as duas matrizes alimentares. No experimento com néctar de uva, os três valores dos LAC's apresentaram-se próximos, com amplitude de 0,45% de sacarose, sendo 6,52% de sacarose o maior valor, definido a partir da escala "ENEH", e 6,07% de sacarose o menor valor, obtido com a escala "1 a 9" (Figura 1.1, a). Para os LRH's, a amplitude foi maior (0,80%) e o menor valor (4,05% de sacarose) também foi obtido quando a escala "1 a 9" foi utilizada (Figura 1.2, a). Isso demonstra que os consumidores se mostraram mais tolerantes (menos rigorosos) à redução de sacarose quando a escala "1 a 9" foi utilizada, ou seja, foi necessária uma maior redução na concentração de sacarose para comprometer a aceitação sensorial (LAC) e para os consumidores rejeitarem a bebida (LRH).

Já para o com biscoito (Figura 1.2, b), a amplitude dos LAC's foi maior (5,55% de manteiga), sendo o maior valor (49,54%) definido pela escala "1 a 9" e 43,99% de manteiga, o menor valor, determinado pela escala "ENEH". Em relação aos LRH's (Figura 1.2, b), a amplitude foi menor (1,04%) e o maior valor (32,29% de manteiga) também foi obtido quando a escala "1 a 9" foi utilizada. Tais resultados indicam que, diferente do experimento com néctar, os consumidores se mostraram mais tolerantes (menos rigorosos) à redução de manteiga quando a escala "ENET" foi utilizada. Tais resultados mostram que os consumidores se comportam de forma diferente quando diferentes escalas são utilizadas.

Nos experimentos, apesar da ocorrência de sobreposição do ICs das estimativas dos parâmetros de regressão para o LAC (Figura 1.3) e LRH (Figura 1.4), a ANOVA (Tabelas 1.3 e 1.7) e a avaliação da exatidão (Tabelas 1.8 e 1.9) foram sensíveis às diferenças entre as escalas.

Tanto para o experimento com néctar de uva quanto para com o biscoito, observou-se comportamento semelhante do IC dos parâmetros dos modelos de regressão (Figuras 1.3 e 1.4). Embora tenha ocorrido sobreposição do IC, a escala "ENEH" apresentou maior amplitude do IC, indicando maior variabilidade dos dados. Essa maior variação também pode ser observada pelo maior quadrado médio do resíduo obtido com as escalas não estruturadas quando comparada à escala "1 a 9" (Tabela 1.2).

Em ambos os experimentos, as escalas estruturadas apresentaram maior poder de discriminação das amostras estímulo, já que diferenciaram a aceitação de todas as amostras estímulo (Tabela 1.2). As escalas não estruturadas não foram capazes de diferenciar a aceitação dos biscoitos contendo 52,00% e 43,25% e utilizando a escala ENET não se observou diferença na aceitação dos néctares de uva com 2,00% e 0,00% de sacarose. Portanto, a escala ENET foi

a que demonstrou menor poder de discriminação das amostras estímulo. Este menor poder de discriminação das escalas não estruturadas pode ser devido à maior variação de dados obtidos a partir das mesmas, resultando em maior quadrado médio do resíduo. Outro fato que evidencia o menor poder de discriminação das escalas não estruturadas é que a escala “ENEH” apresentou a menor diferença entre as notas hedônicas das amostras controle e estímulo das sessões 2 e 3 do experimento com biscoito (Tabela 1.5), ou seja, as notas hedônicas das amostras controle e estímulo foram mais próximas.

O menor poder de discriminação das escalas não estruturadas também foi verificado por SILVA et al. (2013) ao comparar a aceitação de diferentes marcas de iogurtes sabor morango, utilizando diferentes escalas. Os autores encontraram que a escala “ENEH” apresentou menor potencial de discriminação dos iogurtes, o que também pode ser devido à maior variação de dados obtidos a partir de escalas não estruturadas, que apresentaram maior quadrado médio do resíduo do que as escalas estruturadas.

Ao comparar as diferenças entre as notas hedônicas das amostras controle e estímulo (NHAC – NHAE) de cada sessão (Tabelas 1.4 e 1.5), que foram utilizadas para obtenção dos modelos de regressão para a determinação do LAC de cada escala, verificou-se efeito significativo da escala apenas em uma sessão do experimento com néctar de uva e em duas sessões do experimento com biscoito. Para o néctar, a maior diferença entre as notas hedônicas foi observada na escala “ENEH” em relação à “1 a 9”, ou seja, a amplitude entre as notas hedônicas foi maior, o que denota maior rigor dos consumidores e, conseqüentemente, maior valor de LAC quando a escala não estruturada híbrida foi utilizada. Entretanto, para o experimento com biscoito, observou-se comportamento contrário, em que a diferença entre as notas hedônicas foi maior para a escala “1 a 9” na segunda e terceira sessões, indicando maior rigor dos consumidores e maior valor de LAC. Segundo LIMA FILHO et al. (2017, 2018), quanto maior a diferença entre as notas hedônicas da amostra controle e da amostra estímulo, mais rigorosos são considerados os consumidores em relação à redução da intensidade do estímulo, pois possuem aceitação sensorial mais sensível à variação da intensidade do estímulo.

Em relação ao LRH, comparando-se as notas hedônicas das amostras estímulo utilizadas para ajustar os modelos de regressão (Tabelas 1.6 e 1.7), houve efeito significativo da escala apenas na terceira e na quarta sessão do experimento com néctar de uva. A escala “1 a 9” resultou em maiores notas, indicando que, ao utilizar essa escala, os consumidores tendem a ser menos rigorosos (mais tolerantes), o que pode ter resultado no menor valor de LRH obtido por essa escala, ou seja, é possível uma maior redução de sacarose sem resultar em rejeição sensorial do néctar de uva. Para o biscoito, ocorreu efeito significativo na primeira e última

sessão e a escala “1 a 9” forneceu maiores notas hedônicas, mostrando menor rigor dos consumidores, entretanto o valor de LRH obtido quando essa escala foi utilizada foi ligeiramente maior, mas bem próximo ao encontrado com a escala “ENEH”.

Ao avaliar a exatidão dos limiares, a “ENET” apresentou-se menos exata no experimento com néctar de uva (Tabela 1.8), como esperado, uma vez que não foi adequada nem para a determinação dos limiares hedônicos no experimento com biscoito. Essa escala é de difícil entendimento, interpretação e uso por avaliadores não treinados (consumidores), o que pode gerar dados inconsistentes (LAWLESS e MALONE, 1986).

A escala “1 a 9” demonstrou exatidão satisfatória para os dois limiares hedônicos. Em relação ao LAC (Tabela 1.8), a obtenção de p-valor $> 0,05$ era esperada e também foi verificada por LIMA FILHO et al. (2017) que encontraram p-valor de 0,0881 ao avaliar a exatidão do LAC para concentração de sacarose em néctar de uva utilizando escala estruturada numerada unipolar. Quanto à exatidão do LRH (Tabela 1.9), notas hedônicas médias maiores que 5 também eram prováveis, o que também ocorreu no estudo de LIMA FILHO et al. (2018) para concentração de sacarose em néctar de uva, encontrando nota hedônica média da amostra LRH de 5,9. Os autores destacaram que tal resultado pode ter ocorrido devido ao erro de expectativa durante a aplicação da MLH. Outras metodologias de determinação de limiares também empregam esta apresentação em ordem crescente / decrescente de intensidade de estímulo, dependendo se o objetivo é aumentar ou diminuir a intensidade de estímulo, respectivamente, como o teste de limite (MEILGAARD, CIVILLE & CARR, 2006) e a metodologia para determinação do limiar de rejeição pelo consumidor (PRESCOTT et al., 2005). O efeito da expectativa decorre do protocolo de apresentação de amostras em ordem crescente ou decrescente de intensidade de estímulo na MLH, no qual os consumidores se tornam mais críticos na avaliação de amostras subsequentes, à medida que o estímulo que está tendo sua intensidade variada é identificado ao longo das sessões e notas hedônicas menores são dadas para amostras com maior variação da intensidade do estímulo. No entanto, para a determinação da exatidão, apenas duas amostras são apresentadas e o efeito da expectativa não é observado, logo, os consumidores são menos rigorosos e as amostras LAC e LRH não recebem notas tão baixas.

Ainda que a escala “1 a 9” tenha apresentado exatidão satisfatória, o número limitado de categorias da escala estruturada diminui a liberdade dos consumidores para expressar sua opinião e a diferença entre as distâncias psicológicas entre os termos hedônicos, mesmo que sejam separados por uma distância matematicamente igual, pode não representar corretamente a magnitude de aceitação dos produtos (SCHUTZ e CARDELLO, 2001).

A escala “ENEH” foi a mais exata para os limiares hedônicos, apresentando p-valores próximos de 0,05, nível de probabilidade utilizado para a determinação do LAC (Tabela 1.8), e notas hedônicas médias para a amostra LRH mais próximas de 5 (Tabela 1.9). Logo, apresentou elevado grau de concordância entre o resultado do teste e o valor real. Sendo assim, é possível sugerir que mesmo as escalas não estruturadas sendo fisicamente parecidas, diferindo-se apenas no ponto central referente ao termo hedônico “Indiferente”, tal marcação é fundamental para a maior exatidão da escala “ENEH”. Outro fator responsável pela maior exatidão da “ENEH” foi a maior liberdade dos consumidores ao utilizar essa escala, porque ela não possui categorias predefinidas, é contínua, com a utilização de casas decimais, que permitem aos consumidores expressar o grau de aceitação das amostras com maior flexibilidade na atribuição das notas hedônicas (GIOVANNI e PANGBORN, 1983; McPHERSON e RANDALL, 1985; SILVA et al., 2013).

1.5 CONCLUSÃO

As escalas “-4 a +4” e “ENET” não são aptas para serem utilizadas na MLH, uma vez que, ao utilizá-las, os consumidores identificaram diferença significativa entre a aceitação das amostras controle e primeiro estímulo, violando o pré-requisito, mas não indicaram diferença significativa na segunda sessão (em que as amostras tiveram maior diferença na intensidade do estímulo), provavelmente por serem escalas de difícil entendimento pelos consumidores. A escala “1 a 9”, originalmente utilizada na metodologia, atendeu aos pré-requisitos da MLH e apresentou elevado potencial discriminante. A escala “ENEH”, além de atender ao pré-requisito, apresentou exatidão dos limiares hedônicos, sendo considerada uma alternativa para a avaliação da aceitação na MLH. O tipo de escala influencia as notas hedônicas e, conseqüentemente, a obtenção dos limiares hedônicos. As informações obtidas neste estudo são de grande importância para a indústria e pesquisas na área de alimentos, mas não se limitam ao ramo alimentício, podendo ser aplicadas nas indústrias cosmética e farmacêutica.

1.6 REFERÊNCIAS

BI, J. **Sensory Discrimination Tests and Measurements: Sensometrics in Sensory Evaluation**. 2nd Edition, Oxford: Wiley/Blackwell Publishing, 2015.

BI, J. Using the benchmark dose (BMD) methodology to determine an appropriate reduction of certain ingredients in food products. **Journal of Food Science**, v.75, n. 1, p. 9-16, 2010.

CARDELLO, A.V.; JAEGER, S.R. Hedonic measurement for product development: new methods for direct and indirect scaling. In JAEGER SR, MACFIE H. WOODHEAD (Eds.), **Consumer-driven Innovation in Food and Personal Care Products**, pp. 135-174, 2010.

COSTELL, E.; TÁRREGA, A.; BAYARRI, S. Food acceptance: the role of consumer perception and attitudes. **Chemosensory perception**, v. 3, n. 1, p. 42-50, 2010.

CRUMP, K.S. A new method for determining allowable daily intake. **Fundamental and Applied Toxicology**, v. 4, p. 854-871, 1984.

CRUMP, K.S. Calculations of benchmark doses from continuous data. **Risk Analysis**, v. 5, p. 79-89, 1995.

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

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

FOSTER, K.D.; GRIGOR, J.M.; CHEONG, J.N.; YOO, M.J.; BRONLUND, J.E.; MORGENSTERN, M.P. The role of oral processing in dynamic sensory perception. **Journal of Food Science**, v. 76, n. 2, p. 49-61, 2011.

GIOVANNI, M.E.; PANGBORN, R. Measurement of taste intensity and degree of liking of beverages by graphic scales and magnitude estimation. **Journal of Food Science**, v. 48, n. 4, p. 1175-1182, 1983.

GREENE, J.L.; BRATKA, K.J.; DRAKE, M.A.; SANDERS, T.H. Effectiveness of category and line scales to characterize consumer perception of fruity fermented flavor in peanuts. **Journal of Sensory Studies**, v. 21, n. 2, p. 46-54, 2006.

GUICHARD, E. Interactions between flavor compounds and food ingredients and their influence on flavor perception. **Food Reviews International**, v. 18, n. 1, p. 49-70, 2002.

JAEGER, S.R.; CARDELLO, A.V. Direct and indirect hedonic scaling methods: a comparison of the labeled affective magnitude (LAM) scale and best-worst scaling. **Food Quality and Preference**, v. 20, p. 249-258, 2009.

JONES, L.V.; THURSTONE, L.L. The psychophysics of semantics: An experimental investigation. **Journal of Applied Psychology**, v. 39, n. 1, p. 31-36, 1955.

KALVA, J.J.; SIMS, C.A.; PUENTES, L.A.; SNYDER, D.J.; BARTOSHUK, L.M. Comparison of the hedonic general labeled magnitude scale with the hedonic 9-point scale. **Journal of Food Science**, v. 79, n. 2, p. 238-245, 2014.

KOSTER, E.P.; COURONNE, T.; LEON, F.; LEVY, C.; MARCELINO, A.S. Repeatability in hedonic sensory measurement: a conceptual exploration. **Food Quality and Preference**, v. 14, n. 2, p. 165-176, 2003.

KUESTEN, C.; BI, J. Risk assessment of negative sensory effects in product development using the benchmark dose (BMD) methodology for continuous data. **Journal of Sensory Studies**, v. 30, p. 128-135, 2015.

LAWLESS, H.T; HEYMANN, H. **Sensory evaluation of food: Principles and practices** (2nd ed.). New York: Springer, 596p, 2010.

LAWLESS, H.T.; MALONE, G.J. The discriminative efficiency of common scaling methods. **Journal of Sensory Studies**, v. 1, n. 1, p. 85–98, 1986.

LIM, J. Hedonic scaling: a review of methods and theory. **Food Quality and Preference**, v. 22, n. 8, p. 733–747, 2011.

LIMA FILHO, T.; DELLA LUCIA, S. M.; MINIM, L. A.; SILVA, R. D. C. D. S. N. D.; MINIM, V. P. R. Validation of the hedonic threshold methodology in determining the hedonic rejection threshold. **Journal of Sensory Studies**, v. 33, n. 1, p. e12313, 2018.

LIMA FILHO, T.; DELLA LUCIA, S. M.; MINIM, L. A.; SILVA, R. D. C. D. S. N. D.; MINIM, V. P. R. Validation of the hedonic threshold methodology in determining the compromised acceptance threshold. **Journal of Sensory Studies**, v. 01, p. e12255, 2017.

LIMA FILHO, T. MINIM, V. P. R., DOS SANTOS NAVARRO, R. D. C., DELLA LUCIA, S. M., & MINIM, L. A. Methodology for determination of two new sensory thresholds: Compromised acceptance threshold and rejection threshold. **Food Research International**, v.76, n.3, p. 561–566, 2015.

MARCHISANO, C.; LIM, J.; CHO, H.S.; SUH, D.S.; JEON, S.Y.; KIM, K.O.; O'MAHONY, M. Consumers report preferences when they should not: a cross-cultural study. **Journal of Sensory Studies**, v. 18, n. 6, p. 487-516, 2003.

McPHERSON, R.S.; RANDALL, E. Line length measurement as a tool for food preference research. **Ecology of Food and Nutrition**, v.17, n. 2, p. 149–156, 1958.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. 4^a ed. Boca Raton, Florida: CRC Press, 448p, 2006.

MOSKOWITZ, H.R. Psychometric evaluation of food preferences. **Journal of Food service Systems**, v. 1, p. 149–167, 1980.

O'MAHONY, M. Some assumptions and difficulties with common statistics for sensory analysis. **Food Technology**, v. 36, n. 11, p. 75–82, 1982.

PERYAM, D.R.; PILGRIM, F.J. Hedonic scale method of measuring food preferences. **Food Technology**, v. 11, n. 9, p. 9–14, 1957.

PRESCOTT, J.; NORRIS, L.; KUNST, M.; KIM, S. Estimating a consumer rejection threshold for cork taint in white wine. **Food Quality and Preference**, v. 16, n. 1, p. 345-349, 2005.

SCHENKER, N.; GENTLEMAN, J.F. On judging the significance of differences by examining overlap between confidence intervals. **American Statistician**, v. 55, p. 182–186, 2001.

SCHUTZ, H.G.; CARDELLO, A.V. A labeled affective magnitude (LAM) scale for assessing food liking/disliking. **Journal of Sensory Studies**, v. 16, n. 2, p. 117–159, 2001.

SILVA, A.N.; SILVA, R.C.S.N.; FERREIRA, M.A.M.; MINIM, V.P.R.; COSTA, T.M.T.; PEREZ, R. Performance of hedonic scales in sensory acceptability of strawberry yogurt. **Food Quality and Preference**, v. 30, n. 1, p. 9-21, 2013.

SOSA, M.; MARTINEZ, C.; MARQUEZ, F.; HOUGH, G. Location and scale influence on sensory acceptability measurements among low-income consumers. **Journal of sensory studies**, v. 23, n. 5, p. 707-719, 2008.

STONE, H & SIDEL, J.L. **Sensory Evaluation Practices** (3rd ed.). New York: Academic, 2004.

VILLANUEVA, N.D.M.; DA SILVA, M.A.A.P. Comparative performance of the nine-point hedonic, hybrid and self-adjusting scales in the generation of internal preference maps. **Food Quality and Preference**, v. 20, n. 1, p. 1–12, 2009.

VILLANUEVA, N.D.M.; PETENATE, A.J.; DA SILVA, M.A.A.P. Performance of the hybrid hedonic scale as compared to the traditional hedonic, self-adjusting and ranking scales. **Food Quality and Preference**, v. 16, n. 8, p. 691–703, 2005.

VILLEGAS RUIZ, X.; ANGULO, O.; O'MAHONY, M. Hidden and false “preferences” on the structured 9-point hedonic scale. **Journal of Sensory Studies**, v. 23, p. 780–790, 2008.

Capítulo 2

APRESENTAÇÃO ALEATÓRIA DAS AMOSTRAS MINIMIZA O EFEITO DA EXPECTATIVA NA METODOLOGIA DOS LIMIARES HEDÔNICOS

2.1 INTRODUÇÃO

O instrumento de medida utilizado pela análise sensorial, o ser humano, é a principal fonte de variabilidade nos testes sensoriais (LAWLESS & HEYMANN, 2010), então muitos fatores psicológicos podem influenciar a avaliação sensorial, como os efeitos de habituação, de contraste e de expectativa (STONE et al., 2012).

Dentre esses efeitos, destaca-se o de expectativa, que pode ocorrer durante a aplicação da Metodologia dos Limiares Hedônicos (MLH), desenvolvida para possibilitar a alteração (adição ou redução) de um determinado ingrediente sem comprometer a aceitação sensorial (limiar de aceitação comprometida - LAC) ou resultar em rejeição sensorial (limiar de rejeição hedônica - LRH) do produto (LIMA FILHO et al., 2015; 2017; 2018).

O protocolo da MLH consiste na utilização de testes de aceitação para a avaliação sensorial de séries crescentes ou decrescentes de intensidade de um estímulo, avaliadas juntamente com um estímulo padrão, ou seja, são realizadas diferentes sessões de testes de aceitação, e em cada sessão são apresentadas duas amostras, uma controle (com intensidade de estímulo padrão) e uma estímulo (com intensidade de estímulo alterado).

No protocolo proposto da MLH, nas primeiras sessões de teste de aceitação são apresentadas as amostras estímulos com intensidade do estímulo mais semelhantes ao da amostra controle. A intensidade do estímulo é alterada progressivamente até chegar na última sessão, na qual são analisadas a amostra controle e a amostra com maior diferença de intensidade do estímulo (protocolo “semelhante para diferente”). Essa ordem de apresentação das amostras estímulo pode ser crescente ou decrescente, dependendo da aplicação da MLH (LIMA FILHO et al., 2015). Por exemplo, se o objetivo é reduzir um ingrediente, a ordem de apresentação será decrescente, como no estudo de LIMA FILHO et al. (2019), que avaliou a redução da concentração de sódio em hambúrguer bovino, na qual a amostra controle continha 0,827% (m/m) de sódio e as amostras estímulo variaram de 0,780% (m/m) a 0% (m/m) de sódio. Se o objetivo for aumentar a concentração ou acrescentar um novo ingrediente, a ordem de

apresentação será crescente, como no estudo de SIMIQUELI et al. (2019), no qual determinou-se os limiares hedônicos para adição de sulfato ferroso em flan sabor morango; a amostra controle não continha sulfato ferroso e as amostras estímulo variaram de 0,07, a 4,87 mg de FeSO_4 para cada 100 g de flan.

Outras metodologias de determinação de limiares também empregam essa apresentação em ordem crescente ou decrescente de intensidade do estímulo, como o teste de limites (MEILGAARD et al., 2006) e a metodologia para a determinação do limiar de rejeição pelo consumidor (PRESCOTT et al., 2005). Em todas essas metodologias, a forma de apresentação das amostras em ordem crescente ou decrescente pode induzir ao efeito/erro de expectativa (MEILGAARD et al., 2006; LIMA FILHO et al., 2015, 2018).

O erro de expectativa ocorre quando o indivíduo possui informações prévias sobre o teste e/ou produto e, assim, detectam atributos ou diferenças com base nesse conhecimento (STONE et al., 2012). Isso pode acontecer durante o protocolo da MLH, no qual os consumidores podem passar a reconhecer o estímulo, cuja intensidade está variando ao longo das sessões de testes de aceitação, e se tornarem mais críticos na avaliação das amostras subsequentes, podendo implicar em menores notas hedônicas para amostras estímulo e maiores notas hedônicas para a amostra controle, em relação às notas que atribuiriam se as amostras fossem apresentadas monadicamente e aleatoriamente (LIMA FILHO et al., 2017; 2018). Uma possível forma de minimizar o erro de expectativa pode ser servir as amostras estímulo aleatoriamente, sem seguir ordem crescente ou decrescente.

Considerando que o processo de resposta sensorial do consumidor frente a um estímulo é complexo e pode ser influenciado por vários aspectos, o objetivo deste estudo foi investigar se a apresentação das amostras estímulo aleatoriamente altera os valores dos limiares hedônicos.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

O Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa (UFV) aprovou este estudo sob o número de parecer 773.185.

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia de Alimentos da UFV, sob luz branca, em cabines individuais.

Os limiares hedônicos foram determinados para concentração de sacarose em néctar de uva. Os dados experimentais foram obtidos em três ensaios, cada um utilizando um protocolo de apresentação das amostras estímulo, em relação à concentração de sacarose (intensidade do

estímulo em estudo). Posteriormente, uma nova coleta de dados foi realizada para avaliar a exatidão dos limiares hedônicos obtidos em cada ordem de apresentação das amostras.

2.2.1 Estímulo sensorial

A preparação dos néctares de uva foi realizada conforme os procedimentos descritos por LIMA FILHO et al. (2015; 2017; 2018). Os ingredientes foram adquiridos no comércio local da cidade de Viçosa, MG, Brasil.

Para o preparo de seis formulações de néctar de uva (uma controle e cinco formulações estímulo), variando a concentração de sacarose, diluiu-se suco de uva concentrado (sem adição de açúcar) em água, na proporção de um para um (1:1). Seguidamente, dividiu-se a diluição em seis partes e, em cada parte, adicionou-se uma quantidade de sacarose referente às concentrações da amostra controle (9,00% m/v) e das amostras estímulo (8,00%, 6,00%, 4,00%, 2,00% e 0,00% m/v). As amostras foram armazenadas a, aproximadamente, 8 °C, até a realização dos testes sensoriais.

2.2.2 Consumidores

Entre alunos e funcionários da UFV e moradores da cidade de Viçosa, MG, Brasil, foram recrutados 360 consumidores de néctar de uva, com disponibilidade de tempo e interesse em participar do estudo. A equipe de consumidores foi dividida em três grupos de 120 consumidores e cada grupo realizou a MLH utilizando um protocolo diferente de apresentação das amostras estímulo para avaliar o néctar de uva. Todos os grupos apresentaram o mesmo perfil demográfico (Tabela 2.1).

Tabela 2.1 - Perfil demográfico dos consumidores

| Perfil dos consumidores (n=120) | % de consumidores | | |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------|
| | "Semelhante para diferente" | "Diferente para semelhante" | Aleatório |
| Gênero | | | |
| Masculino | 49 | 48 | 45 |
| Feminino | 51 | 52 | 55 |
| Faixa etária | | | |
| 18-25 anos | 63 | 65 | 63 |
| 26-40 anos | 32 | 31 | 33 |
| 41-50 anos | 5 | 4 | 4 |

2.2.3 Apresentação das amostras estímulo

A MLH foi aplicada três vezes (três ensaios), em cada ensaio foi utilizado um protocolo diferente de apresentação das amostras estímulo:

- i) Apresentação partindo da amostra estímulo mais semelhante ao controle para a amostra estímulo mais diferente (“semelhante para o diferente”): os pares de néctar de uva foram apresentados seguindo a ordem decrescente de concentração de sacarose (8,00%, 6,00%, 4,00%, 2,00% e 0,00%). Este é o protocolo original da MLH.
- ii) Apresentação partindo da amostra estímulo mais diferente do controle para a amostra estímulo mais semelhante (“diferente para o semelhante”): os pares de néctar de uva foram apresentados seguindo a ordem crescente de concentração de sacarose (0,00%; 2,00%; 4,00%; 6,00%; 8,00%).
- iii) Apresentação aleatória: os pares de néctar de uva foram apresentados aleatoriamente para cada consumidor.

2.2.4 Metodologia dos limiares hedônicos

Seguindo o protocolo da MLH, cada consumidor realizou cinco sessões de testes de aceitação, consecutivamente. Em cada sessão foram servidas duas amostras codificadas com números de três dígitos: a amostra controle e uma das amostras estímulo (com reduzida concentração de sacarose). A posição da amostra controle, dentro de cada par, foi aleatorizada. O espaçamento entre as concentrações de sacarose variou em progressão aritmética (razão 2,00% de sacarose). A ordem de apresentação das amostras estímulo, entre as sessões de teste de aceitação, respeitou a ordem de cada ensaio: “semelhante para o diferente” (8,00%, 6,00%, 4,00%, 2,00% e 0,00% de sacarose), “diferente para o semelhante” (0,00%; 2,00%; 4,00%; 6,00%; 8,00% de sacarose) e aleatoriamente (para cada consumidor).

Solicitou-se aos consumidores provar as amostras da esquerda para direita e atribuir as notas que melhor refletissem suas opiniões utilizando a escala hedônica estruturada de nove pontos (variando de 1 "desgostei extremamente" a 9 "gostei extremamente").

Para a determinação do LAC, para cada sessão, o teste t para amostras pareadas foi realizado utilizando a diferença entre a nota hedônica da amostra controle (NHAC) e a nota hedônica da amostra estímulo (NHAE) (NHAC – NHAE). Um gráfico do valor t de cada sessão (eixo Y) em função da concentração de sacarose (eixo X) foi elaborado e o ponto de corte referente ao valor t tabelado, ao nível de 5% de significância, foi traçado, indicando o início da diferença significativa entre as amostras em relação à aceitação. O valor do LAC foi calculado

a partir da equação do modelo ajustado, substituindo-se o valor de y pelo valor de t tabelado ($\alpha = 0,05$), para cada protocolo de apresentação das amostras estímulo.

Para a obtenção do LRH, foi construído um gráfico das notas hedônicas médias das amostras estímulo de cada sessão (eixo Y) em função da concentração de sacarose (eixo X) e traçou-se o ponto de corte referente à nota hedônica 5 (termo hedônico “indiferente”). A categoria “indiferente” foi considerada rejeição porque um consumidor indiferente ao produto provavelmente não irá comprá-lo (DELLA LUCIA et al., 2013; DELLA LUCIA et al., 2014, LIMA FILHO et al., 2015).

A partir da equação do modelo ajustado, calculou-se o LRH, substituindo-se o valor de Y (nota hedônica média) pelo valor 5, indicando a transição entre aceitação e rejeição sensorial. Esse procedimento foi feito para cada protocolo de apresentação das amostras estímulo.

Os modelos de regressão foram selecionados em relação à significância dos coeficientes de regressão e ao coeficiente de determinação.

2.2.4 Avaliação do efeito da ordem de apresentação nos resultados da MLH

2.2.4.1 Comparação das notas hedônicas

Um dos pré-requisitos da MLH é que não ocorra diferença significativa entre a aceitação da amostra estímulo mais semelhante à amostra controle (com menor alteração do estímulo) e a amostra controle. Ao longo das sessões, a diferença entre a aceitação sensorial das amostras controle e estímulo é percebida pelos avaliadores e se possibilita a determinação dos limiares hedônicos. A utilização de um protocolo que impossibilite o atendimento a esse pré-requisito deve ser descartada, uma vez que não permitirá a determinação dos limiares sensoriais.

Para verificar se os diferentes protocolos de apresentação das amostras atendiam a esse pré-requisito verificou-se, por meio de teste t de amostras pareadas, em cada sessão de teste de aceitação ($\alpha = 0,05$), se ocorreu diferença significativa entre as médias hedônicas da amostra controle e da amostra estímulo. Os p-valores obtidos nos testes t pareado foram comparados, permitindo-se verificar o nível de discriminação das amostras com os diferentes protocolos de execução da MLH (diferentes ordens de apresentação das amostras).

2.2.4.2 Semelhança dos modelos de regressão

Para comparar os resultados obtidos para determinação do LAC e do LRH utilizando diferentes protocolos de apresentação das amostras estímulo, verificou-se a semelhança dos modelos de regressão por meio da sobreposição dos intervalos de confiança dos parâmetros da regressão dos modelos ajustados, ao nível de 95% de confiança (SCHENKER & GENTLEMAN, 2001; LIMA FILHO et al., 2017; LIMA FILHO et al., 2018).

2.2.4.3 Significância na ANOVA

O ajuste do modelo referente ao LAC foi feito com os valores t , calculados a partir das diferenças entre as notas hedônicas das amostras controle e estímulo de cada sessão (NHAC – NHAE). Por isso, uma forma de comparar os resultados da MLH, para o LAC, é avaliar o efeito dos protocolos de apresentação nas diferenças das notas hedônicas das amostras (NHAC-NHAE), em cada sessão de teste de aceitação. Portanto, para cada sessão foi realizada uma ANOVA para verificar se ocorreu efeito significativo ($p \leq 0,05$) do protocolo de apresentação das amostras nas diferenças entre as notas hedônicas das amostras (NHAC - NHAE). Procedeu-se o teste de Duncan ($\alpha = 0,05$) quando necessário (LIMA FILHO et al., 2017).

Para o modelo referente ao LRH, o ajuste foi feito a partir das notas hedônicas das amostras estímulo de cada sessão. Então, para a comparação dos valores de LRH, foi necessário verificar o efeito do protocolo de apresentação nas notas hedônicas das amostras estímulo. Para isso, procedeu-se uma ANOVA das notas hedônicas para cada amostra estímulo, sendo possível analisar se ocorreu efeito significativo ($p \leq 0,05$) do protocolo de apresentação. Quando necessário, foi realizado o teste de Duncan a 5% de significância. (LIMA FILHO et al., 2018).

Na Eq. (2.1) está apresentado o modelo matemático que representa a ANOVA para a comparação dos resultados de LAC e LRH. A hipótese de nulidade de variabilidade zero foi testada entre os protocolos de apresentação.

$$Y_{ij} = m + P_i + C_j + e_{ij} \quad \text{Eq. (2.1)}$$

Y_{ij} : diferença entre notas hedônicas das amostras controle e estímulo do protocolo de apresentação i atribuída pelo consumidor j , para o LAC; ou nota hedônica da amostra estímulo obtida pelo protocolo de apresentação i atribuída pelo consumidor j , para o LRH; m : constante inerente ao modelo ou à média geral; P_i : efeito aleatório do protocolo de apresentação i ; C_j : efeito aleatório do consumidor j ; e_{ij} : erro aleatório, pressuposto NID ($0, \sigma^2$).

2.2.4.4 Avaliação da exatidão dos limiares hedônicos

A exatidão refere-se ao grau de concordância entre um valor medido e um valor real (de referência) (ISO, 2002).

Neste estudo, o LAC representa a concentração de sacarose em que começa a ocorrer diferença significativa, quanto à aceitação, entre o néctar de uva com redução de sacarose e o néctar de uva controle, ao nível de 5% de significância. Assim, comparando-se estatisticamente as notas hedônicas da amostra controle e da amostra com concentração de sacarose referente ao LAC (amostra LAC), idealmente, o p -valor desta comparação deve ser igual a 0,05 (valor α

assumido no teste estatístico). A exatidão do valor de LAC pode ser avaliada ao verificar o quão próximo o nível de significância (p-valor) obtido ao realizar essa comparação encontra-se do valor alfa (0,05 ou 5%) (LIMA FILHO et al., 2017).

Para mensurar a exatidão dos valores de LAC, foram elaboradas amostras com concentração de sacarose referente ao LAC obtido em cada protocolo de apresentação (amostra LAC). Para cada protocolo de apresentação, um grupo de 120 consumidores (perfil demográfico apresentado na Tabela 2.2) avaliou a aceitação das amostras controle e LAC, servidas simultaneamente, em posição aleatória. Testes t foram realizados para averiguar se ocorreu diferença significativa, quanto à aceitação, entre a amostra controle e a amostra LAC. Quanto mais próximo o p-valor estivesse de 0,05, maior a exatidão do limiar, já que os limiares hedônicos foram calculados a 5% de significância (LIMA FILHO et al., 2017).

Tabela 2.2: Perfil demográfico dos consumidores que realizaram testes de aceitação para avaliação da exatidão dos limiares hedônicos

| Perfil dos consumidores (n=120) | % de consumidores | | | | | |
|------------------------------------|-----------------------------|-----|-----------------------------|-----|-----------|-----|
| | “Semelhante para diferente” | | “Diferente para semelhante” | | Aleatório | |
| | LAC | LRH | LAC | LRH | LAC | LRH |
| Gênero | | | | | | |
| Feminino | 50 | 52 | 52 | 49 | 51 | 53 |
| Masculino | 50 | 48 | 48 | 51 | 49 | 47 |
| Faixa etária | | | | | | |
| 18-25 anos | 64 | 63 | 65 | 60 | 61 | 66 |
| 26-40 anos | 33 | 31 | 33 | 34 | 38 | 30 |
| 41-50 anos | 3 | 6 | 2 | 6 | 1 | 4 |

O LRH refere-se à intensidade do estímulo na qual ocorre o início da rejeição sensorial, ou seja, quando a amostra passa a ter nota hedônica média igual a 5 (termo hedônico “indiferente”). Assim, quanto mais próxima a nota hedônica média do néctar de uva com concentração de sacarose referente ao LRH, estivesse de 5, mais exato seria o valor de LRH.

Para avaliação da exatidão dos valores de LRH obtidos em cada protocolo de apresentação, foram elaboradas amostras com concentração de sacarose referente ao LRH de cada ordem de apresentação (amostra LRH). Uma equipe de 120 consumidores (perfil demográfico apresentado na Tabela 2.2) avaliou, concomitantemente, a aceitação das amostras controle e LRH, servidas em posição aleatória, para cada ordem de apresentação. A avaliação da exatidão foi realizada verificando-se o quão próximo a nota hedônica média da amostra LRH

estava da nota hedônica 5. Os resultados foram analisados qualitativamente e discutidos (LIMA FILHO et al., 2018).

Em todas as análises de aceitação, os consumidores foram orientados a provar as amostras da esquerda para a direita e marcar a resposta que melhor refletisse seu julgamento em escala hedônica estruturada de nove pontos (variando de 1 = “desgostei extremamente” a 9 = “gostei extremamente”).

2.3 RESULTADOS

2.3.1 Limiares hedônicos

2.3.1.1 Limiar de aceitação comprometida

Na Tabela 2.3 estão apresentados os p-valores para cada protocolo de apresentação, em cada sessão, comparando as notas hedônicas das amostras controle e estímulo pelo teste t para amostras pareadas. Verificou-se que todos os protocolos de apresentação atenderam ao pré-requisito de que não haja diferença significativa entre a aceitação das amostras controle e a amostra estímulo com concentração de sacarose mais próxima à amostra controle (LIMA FILHO et al., 2015).

Tabela 2.3: p-valores obtidos para cada protocolo de apresentação em cada sessão

| Sessão | p-valor | | |
|--------|---------------------------|---------------------------|-----------|
| | Semelhante para diferente | Diferente para semelhante | Aleatório |
| 9%-8% | 0,8363 | 0,8678 | 0,9214 |
| 9%-6% | 0,0227 | 0,0029 | 0,5054 |
| 9%-4% | <0,0001 | 0,0001 | 0,0009 |
| 9%-2% | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 |
| 9%-0% | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 |

Verificou-se também que, apresentando as amostras estímulo com os protocolos “semelhante para o diferente” e “diferente para o semelhante”, entre as sessões, a diferença entre as notas hedônicas das amostras controle e estímulo (com redução de sacarose) ocorreu a partir da sessão em que foram avaliados os néctares de uva com 9% de sacarose e com 6% de sacarose. Já quando as amostras foram apresentadas aleatoriamente em relação à intensidade do estímulo, entre as sessões de testes de aceitação, a diferença entre a aceitação das amostras controle e estímulo só ocorreu a partir da sessão em que foram analisados os néctares de uva com 9% de sacarose e com 4% de sacarose.

Portanto, quando as amostras foram apresentadas aleatoriamente em relação à intensidade de estímulo, os consumidores não diferiram a aceitação da amostra controle (9% de

sacarose) e da amostra estímulo com 6% de sacarose. Quando as amostras foram apresentadas com os protocolos “semelhante para o diferente” e “diferente para o semelhante”, os consumidores demonstraram maior aceitação ($p \leq 0,05$) pela amostra controle do que pela amostra com 6% de sacarose.

Na Figura 2.1 estão apresentados os valores t calculados (eixo Y) para cada sessão em função da concentração de sacarose (eixo X). O modelo linear ajustou-se adequadamente aos dados para todos os protocolos de apresentação, apresentando significância das estimativas dos parâmetros da regressão ($p \leq 0,05$) e coeficientes de determinação (r^2) maiores que 0,92.

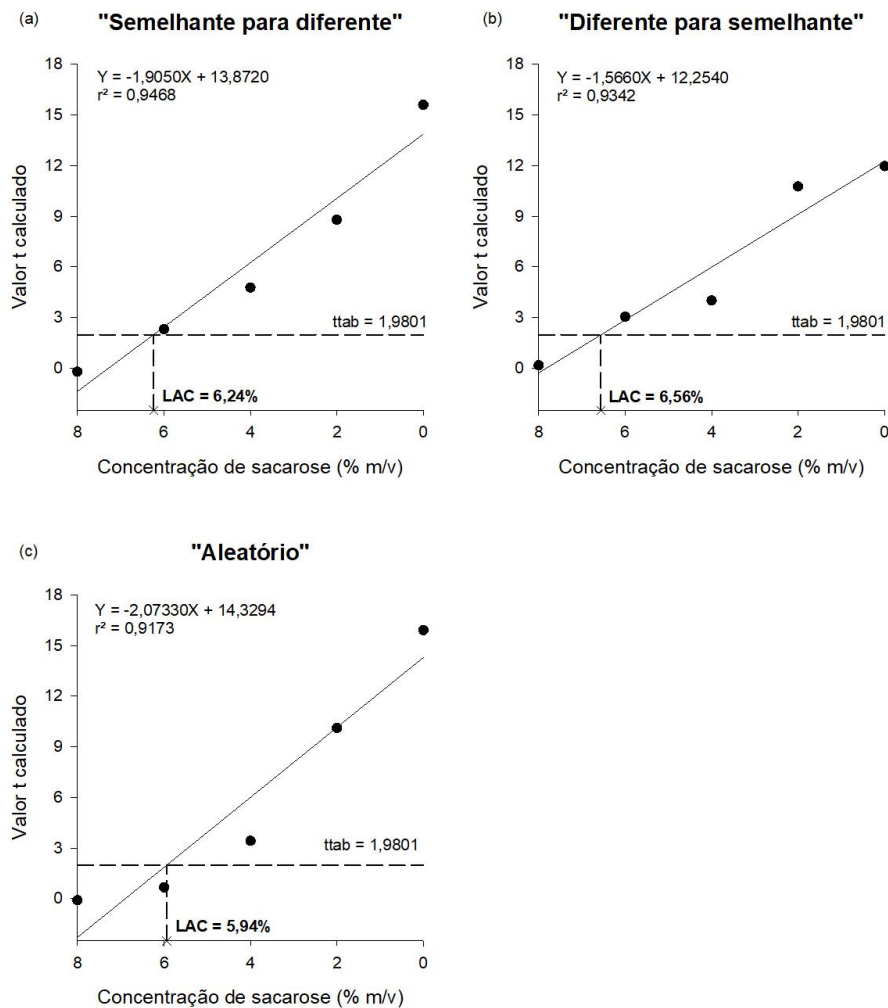


Figura 2.1: Valores t calculados em função das concentrações de sacarose das amostras estímulo, modelos de regressão, coeficientes de determinação e valores de LAC para os protocolos “Semelhante para diferente” (a), “Diferente para semelhante” (b) e aleatório (c).

A linha tracejada representa o valor t tabelado para diferença significativa quanto à aceitação ($p = 0,05$) ($t_{tab} = 1,9801$; para $\alpha = 0,05$ e GL = 119).

O valor t tabelado igual a 1,9801 (nível de significância de 5% e 119 graus de liberdade) está representado pela linha tracejada no gráfico. Quando valores t calculados são iguais ou

superiores ao valor tabelado, há diferença significativa entre a aceitação das amostras. Substituindo-se, na equação do ensaio “Semelhante para diferente”, o valor de Y por 1,9801, obteve-se o valor de LAC de 6,24% de sacarose. Logo, diminuindo a concentração de sacarose de 9,00% para 6,24%, a aceitação sensorial do néctar de uva começa a ser comprometida. Os valores dos LAC’s dos demais ensaios foram determinados do mesmo modo, 5,94% de sacarose para a apresentação aleatória e 6,56% de sacarose para o protocolo “Diferente para semelhante”.

2.3.1.2 Limiar de rejeição hedônica

Na Figura 2.2 estão apresentadas as notas hedônicas médias das amostras estímulo (eixo Y) em função da concentração de sacarose (eixo X).

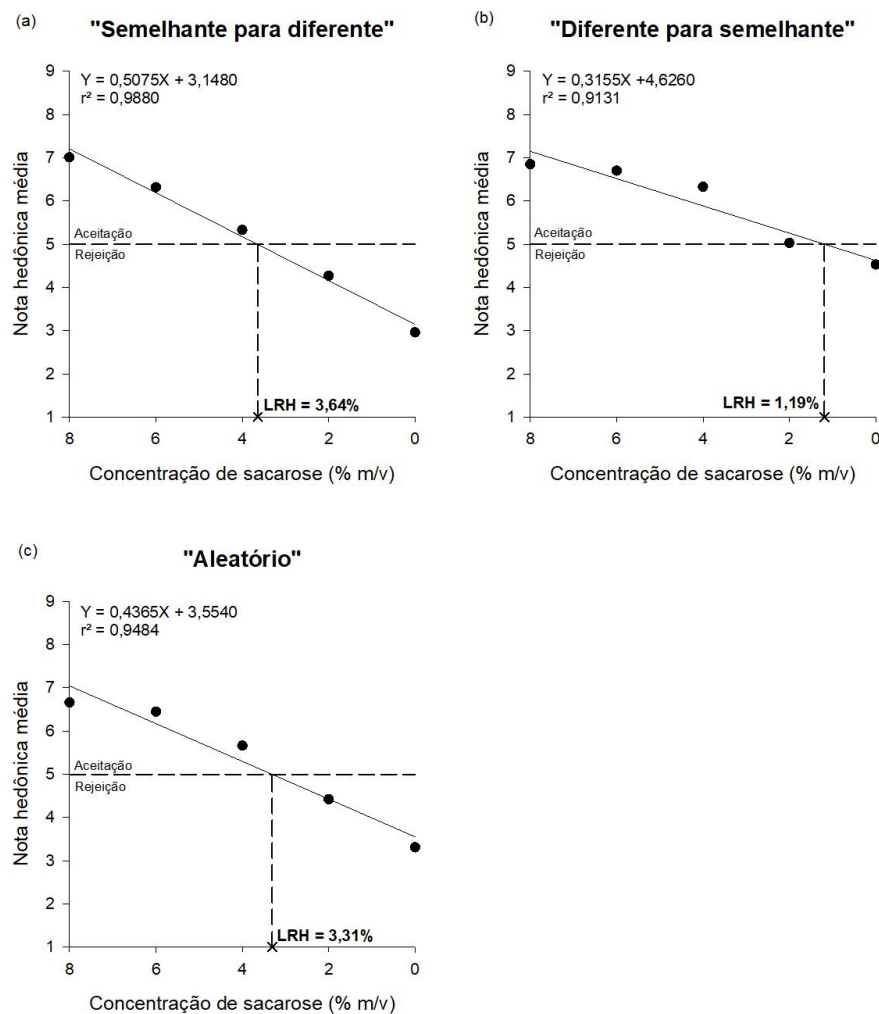


Figura 2.2: Notas hedônicas médias em função das concentrações de sacarose das amostras estímulo, modelos de regressão, coeficientes de determinação e valores de LRH para os protocolos “Semelhante para diferente” (a), “Diferente para semelhante” (b) e aleatório (c).

A linha tracejada representa a nota hedônica 5, referente ao termo hedônico “indiferente”, representando o início da rejeição sensorial.

Para todos os protocolos de apresentação, o modelo que melhor se ajustou aos dados foi o linear, apresentando significância das estimativas dos parâmetros da regressão ($p \leq 0,05$) e coeficientes de determinação (r^2) maiores que 0,91 (Figura 2.2).

A linha tracejada no gráfico refere-se à nota hedônica 5, indicativo do termo hedônico “indiferente”, que representa a transição entre aceitação e rejeição sensorial do néctar de uva. O valor do LRH referente ao ensaio “Semelhante para diferente” foi obtido ao substituir no modelo de regressão o valor de Y por 5, encontrando o LRH de 3,64%. Isto significa que, ao diminuir a concentração de sacarose de 9,00% para 3,64%, ocorre o início da rejeição sensorial do néctar de uva.

Da mesma forma, foram calculados os LRH's dos demais ensaios, 1,19% para o ensaio “Diferente para semelhante” e 3,31% para “Aleatória”. A amplitude dos valores dos LRH (diferença entre o menor e o maior valor) foi de 2,45% de sacarose.

2.3.2 Avaliação do desempenho dos protocolos de apresentação

2.3.2.1 Sobreposição dos intervalos de confiança (IC)

Para o LAC, verificou-se sobreposição, com 95% de confiança, dos ICs dos parâmetros da regressão dos modelos ajustados nos ensaios com diferentes protocolos de apresentação das amostras, evidenciando grande proximidade entre os modelos lineares (Figura 2.3).

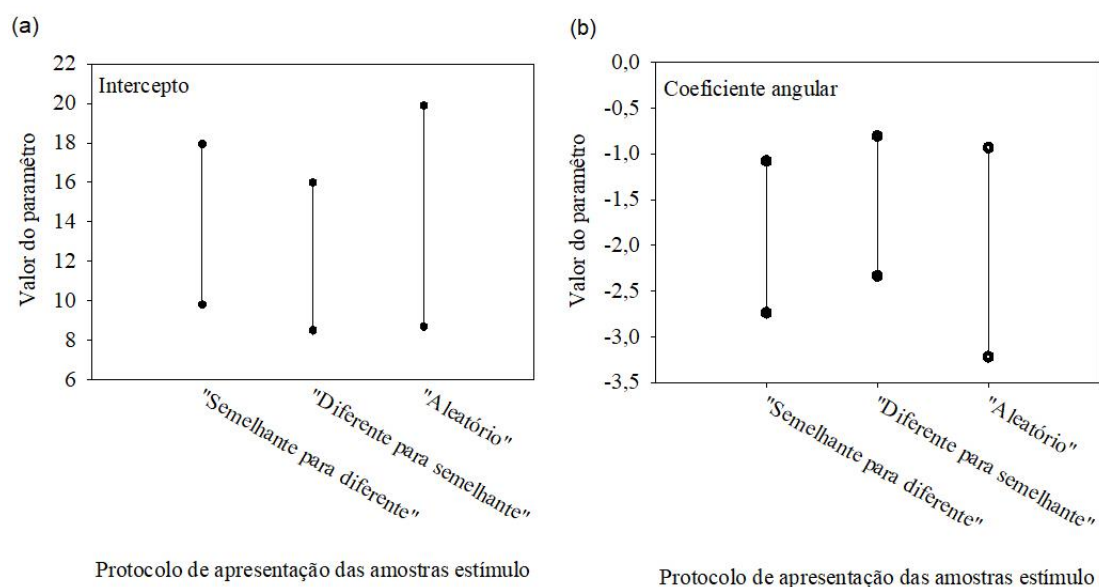


Figura 2.3: Intervalos de confiança dos parâmetros dos modelos lineares para obtenção do LAC nos três protocolos de apresentação: (a) intercepto e (b) coeficiente angular.

Para o LRH, com 95% de confiança, os ICs dos coeficientes angulares dos modelos de todos os protocolos se sobrepuseram, o que não ocorreu nos ICs dos interceptos dos modelos dos ensaios “Diferente para semelhante” e “Semelhante para diferente” (Figura 2.4 a), mostrando que os modelos lineares obtidos nesses ensaios não foram tão semelhantes quanto para o LAC. Isto indica que os valores de LRH são diferentes.

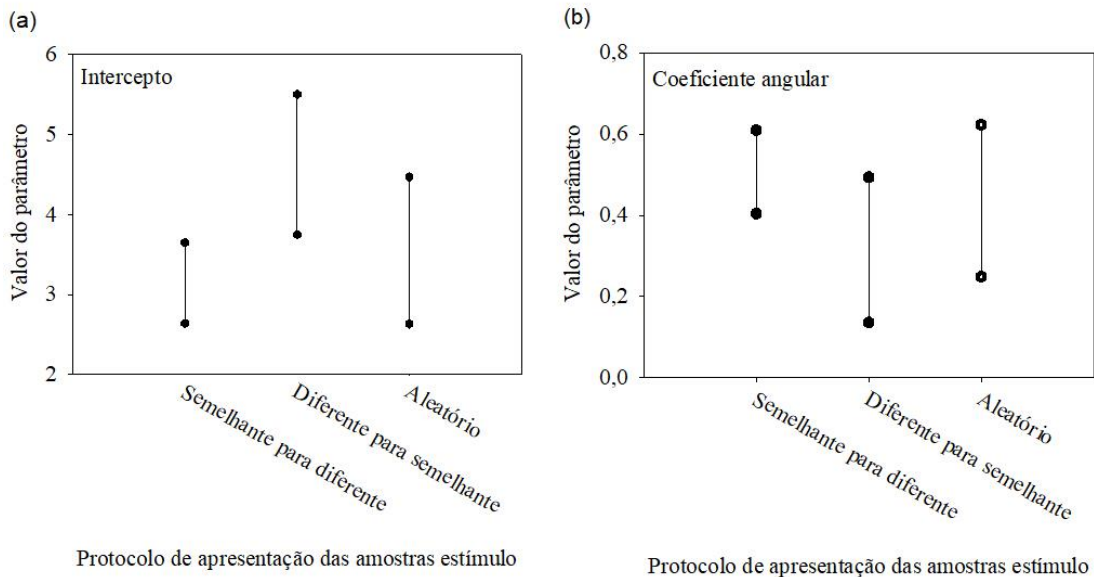


Figura 2.4: Intervalos de confiança das estimativas dos parâmetros dos modelos lineares para obtenção do LRH nos três protocolos de apresentação: (a) intercepto e (b) coeficiente angular.

2.3.2.2 Significância da ANOVA

Na Tabela 2.4 está apresentada a ANOVA para comparar o efeito do protocolo de apresentação nas diferenças entre as notas hedônicas das amostras controle e estímulo de cada sessão (NHAC – NHAE), precursoras dos valores t calculados utilizados no ajuste dos modelos referentes ao LAC.

O protocolo de apresentação das amostras estímulo teve efeito significativo ($p \leq 0,05$) na diferença entre as notas hedônicas das amostras controle e estímulo apenas na sessão 9%-0% (comparação entre a amostra controle e a amostra sem sacarose), no qual o protocolo “Semelhante para o diferente” apresentou maior diferença entre as notas hedônicas, o protocolo “Diferente para semelhante” proporcionou a menor diferença, enquanto a apresentação aleatória não diferiu das demais.

Tabela 2.4: Resumo da ANOVA para investigar o efeito do protocolo de apresentação na diferença entre as notas hedônicas médias das amostras controle e estímulo

| Sessão | QM _{prot} | QM _{res} | p-valor | NHAC – NHAE ^a | | |
|--------|--------------------|-------------------|---------|---------------------------|---------------------------|-----------|
| | | | | Semelhante para diferente | Diferente para semelhante | Aleatório |
| 9%-8% | 0,11 | 3,07 | 0,9654 | 0,0 a | 0,0 a | 0,0 a |
| 9%-6% | 4,17 | 3,18 | 0,2711 | 0,4 a | 0,5 a | 0,1 a |
| 9%-4% | 2,06 | 4,52 | 0,6348 | 0,9 a | 0,7 a | 0,7 a |
| 9%-2% | 0,08 | 5,79 | 0,9867 | 2,1 a | 2,1 a | 2,2 a |
| 9%-0% | 32,26 | 5,48 | 0,0031 | 3,6 a | 2,6 b | 3,1 ab |

QM_{prot}, Quadrado médio do protocolo de apresentação; QM_{res}, Quadrado médio do resíduo; NHAC, notas hedônicas médias das amostras controle; NHAE, notas hedônicas médias das amostras estímulo.

^aMédias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si ($p > 0,05$) pelo Teste de Duncan.

Ao avaliar o efeito dos protocolos de apresentação nas notas hedônicas das amostras estímulo, por meio da ANOVA (Tabela 2.5), verificou-se que, para as notas hedônicas das amostras estímulo contendo 4%, 2% e 0% de sacarose, houve efeito dos protocolos de apresentação ($p \leq 0,05$). Para tais amostras, o comportamento foi o mesmo: quando os consumidores avaliaram as amostras apresentadas do “Diferente para semelhante”, atribuíram maiores notas hedônicas médias às amostras estímulo, enquanto os protocolos “Semelhante para diferente” e aleatório não diferiram entre si.

Tabela 2.5: Resumo da ANOVA para investigar o efeito do protocolo de apresentação nas notas hedônicas médias das amostras estímulo

| Sessão | QM _{prot} | QM _{res} | p-valor | Nota hedônica média ^a | | |
|--------|--------------------|-------------------|---------|----------------------------------|-----------------------------|-----------|
| | | | | “Semelhante para diferente” | “Diferente para semelhante” | Aleatório |
| 8% | 3,69 | 2,51 | 0,2321 | 7,0 a | 6,9 a | 6,7 a |
| 6% | 4,54 | 2,76 | 0,1940 | 6,3 a | 6,7 a | 6,5 a |
| 4% | 31,23 | 3,54 | 0,0002 | 5,3 b | 6,3 a | 5,7 b |
| 2% | 19,35 | 3,98 | 0,0083 | 4,3 b | 5,0 a | 4,4 b |
| 0% | 82,08 | 3,46 | <0,0001 | 3,0 b | 4,5 a | 3,3 b |

QM_{prot}, Quadrado médio do protocolo de apresentação; QM_{res}, Quadrado médio do resíduo.

*Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si ($p > 0,05$) pelo Teste de Duncan.

2.3.2.3 Avaliação da exatidão dos limiares hedônicos

A exatidão dos valores de LAC é mensurada pela proximidade do p-valor encontrado ao se comparar as notas hedônicas das amostras controle e da amostra LAC (amostra com concentração de sacarose referente ao LAC) com o valor alfa (0,05 ou 5%).

Os p-valores obtidos ao realizar essa comparação, para cada protocolo de apresentação, estão mostrados na Tabela 2.6. Dentre os três protocolos avaliados, “semelhante para diferente” e aleatório forneceram valores de LAC exatos (próximos a 0,05) e o protocolo “diferente para semelhante” não proporcionou valor de LAC exato, apresentando p-valor de 0,6690.

Tabela 2.6: p-valores das comparações entre as notas hedônicas das amostras controle e LAC para avaliação da exatidão

| Protocolo | Concentração de sacarose (%) | | Nota hedônica | | p-valor |
|---------------------------|------------------------------|------|---------------|-----|---------|
| | Controle | LAC | Controle | LAC | |
| Semelhante para diferente | 9,00 | 6,24 | 6,9 | 6,6 | 0,0721 |
| Diferente para semelhante | 9,00 | 6,56 | 7,0 | 7,1 | 0,6690 |
| Aleatório | 9,00 | 5,94 | 7,3 | 7,0 | 0,0506 |

A exatidão dos valores de LRH é avaliada pela proximidade da nota hedônica média da amostra LRH ao valor 5 (termo hedônico “indiferente”). Na Tabela 2.7 estão apresentadas as notas hedônicas médias das amostras LRH obtidas durante a avaliação das amostras. A nota hedônica da amostra LRH, obtida na apresentação aleatória, foi a mais próxima de 5 e o protocolo “diferente para semelhante” foi a que mais divergiu das demais.

Tabela 2.7: Notas hedônicas médias das amostras LRH's para avaliação da exatidão

| Protocolo | Concentração de sacarose (%) | | Nota hedônica | |
|---------------------------|------------------------------|------|---------------|-----|
| | Controle | LRH | Controle | LRH |
| Semelhante para diferente | 9,00 | 3,64 | 7,0 | 5,7 |
| Diferente para semelhante | 9,00 | 1,19 | 7,0 | 4,1 |
| Aleatória | 9,00 | 3,31 | 6,8 | 5,2 |

2.4 DISCUSSÃO

Os três protocolos de apresentação atenderam ao pré-requisito da MLH (Tabela 2.3). Para que seja possível determinar o LAC, a aceitação da amostra controle (com intensidade de

estímulo padrão) não pode diferir significativamente da aceitação da amostra estímulo mais semelhante ao controle. No presente estudo, verificou-se que, independentemente do protocolo de apresentação das amostras estímulo, não ocorreu diferença significativa entre as notas hedônicas da amostra controle, com 9% de sacarose, e a amostra estímulo com 8% de sacarose. Portanto, foi possível determinar o LAC em todos os ensaios.

Quando o protocolo original “semelhante para diferente” foi seguido, utilizando a apresentação das amostras estímulo em ordem decrescente, uma vez que o objetivo era reduzir a concentração de sacarose, verificou-se diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre a aceitação sensorial das amostras controle (9% de sacarose) e estímulo com 6% de sacarose. O mesmo ocorreu com o protocolo “diferente para semelhante”. Já quando as amostras estímulo foram servidas aleatoriamente para cada consumidor, a aceitação das amostras controle e com 6% de sacarose não diferiram estatisticamente. A diferença na aceitação só foi encontrada a partir da sessão 9%-4%, quando os consumidores avaliaram a amostra controle (9% de sacarose) e a amostras estímulo com 4% de sacarose. Portanto, observou-se menor poder discriminante ao apresentar as amostras estímulo de forma aleatória.

Essa menor discriminação quando as amostras estímulos são apresentadas aleatoriamente pode ter ocorrido devido à menor influência do erro de expectativa. O efeito de expectativa ocorre quando o indivíduo possui informações prévias sobre o teste e /ou produto e, assim, detectam atributos ou diferenças com base nesse conhecimento (STONE et al., 2012), ou seja, a resposta do indivíduo (reações e decisões) é influenciada, muitas vezes, de forma inconsciente, pela ideia pré-concebida, antes de experimentar um produto (NORONHA et al., 2005). Quando as amostras estímulo foram apresentadas aleatoriamente, o efeito de expectativa foi minimizado, uma vez que a experiência prévia foi incompleta, porque os consumidores, apesar de perceberem o estímulo que está variando, não sabem em qual sentido ocorrerá a variação da intensidade do estímulo, ou seja, não são capazes de prever como seriam os próximos pares. Este comportamento é contrário ao que ocorre nas apresentações “semelhante para diferente” e “diferente para semelhante”, nas quais, ao longo das sessões, os consumidores percebem o estímulo que está variando e o sentido dessa variação, tendo uma experiência prévia mais completa do que ocorre na apresentação aleatória.

É interessante ressaltar que, para os protocolos “semelhante para diferente” e “diferente para semelhante”, os consumidores já detectaram a diferença entre a aceitação das amostras controle e estímulo foi detectada na sessão 9%-6%, sendo a segunda sessão realizada na avaliação “semelhante para diferente” (ordem decrescente) e a quarta sessão de avaliação “diferente para semelhante” (ordem crescente). De acordo com SILVA & ROZESTRATEN

(2014), quando o estímulo é apresentado com o protocolo “semelhante para diferente”, o valor do limiar é mais afastado da intensidade do controle do que o valor do limiar quando as amostras são apresentadas no protocolo “diferente para semelhante. Ou seja, é mais fácil seguir o estímulo no protocolo “diferente para semelhante” (partindo de amostras mais diferentes), acarretando em um limiar mais próximo da intensidade da amostra controle (padrão). Tal fato foi observado neste estudo, já que no protocolo “diferente para semelhante”, o valor de LAC foi o maior (6,56% de sacarose), mais próximo do controle (9% de sacarose) (Figura 2.1), ou seja, foi o mais fácil de ser seguido.

Tais resultados sugerem a influência da série de medições, destacando as atitudes provocadas pelo contexto em que as medições dos limiares foram realizadas, visto que a percepção de um estímulo depende das estimulações precedentes (amostras avaliadas nas sessões anteriores) (SILVA & ROZESTRATEN, 2014). Ou seja, ao apresentar as amostras estímulo em diferentes ordens, os consumidores podem assimilar o estímulo de forma distinta, fornecendo respostas diferentes.

Em relação aos LAC's, como se observa na Figura 2.1, o maior valor de LAC, 6,56% de sacarose, foi obtido com o protocolo “diferente para semelhante”, indicando que, ao reduzir a concentração de sacarose do néctar de uva de 9% para 6,56%, a aceitação da bebida passa a ser comprometida, mas qualquer redução dentro desta faixa não altera a aceitação sensorial do néctar de uva. O protocolo original da MLH (“semelhante para diferente”) forneceu um valor de LAC intermediário (6,24% de sacarose) e o menor valor de LAC foi obtido pela apresentação aleatória (5,94% de sacarose). Dessa forma, a apresentação aleatória possibilitou maior redução da concentração de sacarose sem alterar a aceitação sensorial do néctar de uva, ou seja, os consumidores foram menos críticos na discriminação da aceitação das amostras estímulos e controle; provavelmente devido ao menor efeito do erro de expectativa no protocolo de apresentação aleatória das amostras estímulo.

Em relação aos LRH's, o maior valor foi obtido pelo protocolo “semelhante para diferente” (3,64% de sacarose), ou seja, ao reduzir a concentração de sacarose de 9% para 3,64%, começa a ocorrer rejeição sensorial do néctar de uva. O valor intermediário de 3,1% de sacarose foi obtido quando as amostras foram servidas aleatoriamente e o menor valor (1,19% de sacarose) foi obtido pelo protocolo “diferente para semelhante” (Figura 2.2).

Nota-se que os valores dos LAC's obtidos a partir dos três protocolos de apresentação foram numericamente próximos, com amplitude de 0,62% de sacarose (Figura 2.1), o que não ocorreu para o LRH, em que os valores foram distintos, com amplitude de 2,45% de sacarose (Figura 2.2). Ressalta-se que o valor do LRH do protocolo “diferente para semelhante” foi bem

menor que os demais, demonstrando que os consumidores foram menos rigorosos ao avaliar as amostras estímulos nesta ordem.

O menor rigor dos consumidores ao avaliarem as amostras estímulos com o protocolo “diferente para semelhante” foi evidenciado em vários resultados deste estudo. Esse protocolo foi o que apresentou menor valor t na comparação da aceitação da amostra controle (9% de sacarose) e a amostra estímulo sem adição de sacarose (Figura 2.1). Já o protocolo “semelhante para diferente” apresentou maior valor t nessa comparação. Isso pode ter acontecido porque no protocolo “semelhante para diferente”, se iniciam os testes de aceitação com duas amostras parecidas (9%-8%) até chegar em duas amostras com intensidade de estímulo bem diferentes (9%-0%). Ao longo das sessões, os consumidores foram percebendo a redução da concentração de sacarose da amostra estímulo e foram sendo mais críticos ao avaliar a aceitação das amostras estímulo (efeito de expectativa); esse rigor é acentuado porque as amostras estímulo são sempre servidas juntamente com a amostra controle, ocorrendo comparação entre elas (erro de contraste).

Já quando utilizado o protocolo “diferente para semelhante”, na primeira sessão os consumidores avaliaram duas amostras bem diferentes quanto à intensidade do estímulo (9%-0%). Como essa foi a primeira sessão de avaliação, a avaliação dessas duas amostras ocorreu sem efeito de expectativa, resultando em menor rigor crítico ao discriminar as duas amostras com maiores diferenças de intensidade de estímulo, evidenciado pelo menor valor t dessa comparação (Figura 2.1).

Em relação aos LAC's, na Tabela 2.2, verificou-se efeito significativo ($p \leq 0,05$) do protocolo de apresentação na sessão 9%-0%, na qual a menor diferença entre notas hedônicas foi verificada com o protocolo “diferente para semelhante”, demonstrando, mais uma vez, que os consumidores foram menos rigorosos quando as amostras estímulo foram apresentadas dessa forma, atribuindo uma menor amplitude (menor diferença) entre as notas hedônicas da amostra controle e da amostra sem adição de sacarose, em comparação ao protocolo “semelhante para diferente”. Ou seja, quando essas amostras foram o primeiro par avaliado, notas hedônicas maiores foram atribuídas para amostras, também verificado na Tabela 2.5.

Os resultados do LRH também demonstraram menor rigor dos consumidores ao avaliarem as amostras, com menor concentração de sacarose, no protocolo “diferente para semelhante”. Esse protocolo foi o que apresentou menor valor de LRH, demonstrando que é possível reduzir mais o teor de sacarose sem resultar em rejeição sensorial do néctar, quando comparado aos demais protocolos; foi o que resultou em maiores notas hedônicas para as amostras com reduzido teor de sacarose (0%, 2% e 4%) (Tabela 2.5); e foi o que apresentou

menor coeficiente angular da reta das notas hedônicas (Figura 2.2), demonstrando que a aceitação é menos sensível à redução da sacarose das amostras estímulo neste protocolo, quando comparado aos demais.

Uma justificativa para tal fato pode ser que, geralmente, a primeira amostra degustada em uma série recebe maiores notas hedônicas do que as outras amostras, principalmente quando a amostra avaliada na primeira posição é uma das menos preferidas pelos consumidores, uma vez que, depois de avaliarem a primeira amostra de modo otimista, eles são forçados a adequar a utilização da escala hedônica (DUTCOSKY, 2013).

É importante destacar que as estimativas dos limiares hedônicos (LAC e LRH) não são pontuais, são obtidas por meio de modelos matemáticos ajustados aos dados, ou seja, um conjunto de equações que representam de modo quantitativo o sistema real. Tais equações são resolvidas em função de alguns valores conhecidos (BIANCO et al., 2015). Os modelos interpretam as hipóteses de um ponto de vista quantitativo, fornecendo condições para a dedução das consequências (SODRÉ, 2007), nesse caso, os valores de LAC e LRH. Assim, a análise pontual por meio do teste t pareado (Tabela 2.3) e da ANOVA (Tabelas 2.4 e 2.5) apenas retratam as diferenças entre os elementos utilizados para a construção de cada modelo. Já a análise de sobreposição dos intervalos de confiança dos parâmetros dos modelos é capaz de indicar possíveis diferenças entre os modelos e, conseqüentemente, entre os valores dos limiares hedônicos.

A sobreposição dos intervalos de confiança dos parâmetros dos modelos ajustados para a obtenção dos LAC's (Figura 2.3) evidencia a semelhança dos modelos e, conseqüentemente, dos valores de LAC, numericamente próximos (amplitude de 0,62% de sacarose) (Figura 2.1). Já para os modelos ajustados para o cálculo de LRH, não ocorreu sobreposição do intervalo de confiança do parâmetro intercepto dos modelos dos protocolos “Semelhante para diferente” e “diferente para semelhante” (Figura 2.4), acarretando em valores de LRH distintos. O intercepto do ensaio “semelhante para diferente” foi menor que do ensaio “diferente para semelhante” (Figura 2.4), indicando que, quando o valor de x (concentração de sacarose) é igual a zero, a nota hedônica do néctar de uva do protocolo “semelhante para diferente” é menor do que no protocolo “diferente para semelhante”. Portanto, tais resultados demonstram novamente o maior rigor dos consumidores quando as amostras são apresentadas do “semelhante para o diferente”.

Em relação à exatidão dos limiares, os protocolos “semelhante para diferente” e aleatório forneceram valores de LAC exatos (p-valores próximos a 0,05) (Tabela 2.6). Como os valores foram muito próximos entre si, a pequena diferença entre eles provavelmente ocorreu

devido ao erro aleatório. O mesmo foi observado para a exatidão dos valores de LRH, em que os protocolos “semelhante para diferente” e aleatório forneceram notas hedônicas da amostra LRH mais próximas de 5, sendo consideradas mais exatas (Tabela 2.7). Os p-valores ligeiramente superiores à 0,05 e nota hedônica média maior que 5 para o protocolo “semelhante para diferente” (protocolo original) eram esperados e isto também foi verificado por LIMA FILHO et al. (2017). LIMA FILHO et al. (2017, 2018) encontraram p-valor de 0,0881 ao avaliar a exatidão do LAC e nota hedônica de 5,9 na exatidão do LRH para concentração de sacarose em néctar de uva, utilizando o protocolo original (“semelhante para diferente”). Os autores destacaram que tal resultado pode ter ocorrido devido ao erro de expectativa durante a aplicação da MLH, na qual o estímulo, cuja intensidade está sendo variada, é identificado ao longo das sessões e notas hedônicas menores são conferidas às amostras com maior variação da intensidade do estímulo. No entanto, quando realizado o experimento para determinação da exatidão, apenas duas amostras são apresentadas e o efeito da expectativa não é observado, logo os consumidores são menos rigorosos e as amostras LAC e LRH recebem melhores notas.

O protocolo “diferente para semelhante” proporcionou limiares hedônicos mais divergentes dos demais e inexatos. Vale salientar os protocolos “semelhante para diferente” e “diferente para semelhante” apresentaram erro de expectativa. Entretanto, o protocolo “diferente para semelhante”, com apresentação das amostras estímulo em série crescente, pode causar fadiga ou adaptação sensorial, uma vez que os consumidores provaram alimentos que não estão habituados logo na primeira sessão (néctar de uva sem adição de sacarose), podendo causar um estranhamento, já que estão mais habituados a consumir néctar de uva com sacarose. A fadiga e a adaptação podem prejudicar a avaliação do consumidor, levando a falhas na percepção de estímulos. Como solução a esse problema, foi recomendada apenas o protocolo de apresentação “Semelhante para diferente” para determinação de limiares sensoriais (LAWLESS & HEYMANN, 2010).

Quando comparada ao protocolo “semelhante para diferente”, a apresentação dos pares de forma aleatória minimiza o erro de expectativa, e os consumidores demonstram sua percepção e não o que esperam; entretanto, também pode ocorrer fadiga e adaptação sensorial, se na aleatoriedade a amostra com 0% de sacarose for apresentada na primeira sessão de avaliação.

O efeito de expectativa da metodologia pode ser algo desejável ou indesejável, dependendo da aplicação da metodologia. Se no mercado já existe um produto conhecido pelos consumidores, uma expectativa já formada por experiências prévias de consumo torna o consumidor mais criterioso (rigoroso), já que ínfimas alterações sensoriais no produto podem

resultar no não atendimento da expectativa do consumidor, levando à menor aceitação ou até rejeição sensorial do produto (CARDELLO, 1994; CARDELLO & SAWYER, 1992). Dessa forma, se a indústria pretende reformular esse produto já existente no mercado, alterando a intensidade de um estímulo, o efeito de expectativa da MLH com protocolo “Semelhante para diferente” é desejável, uma vez que simula o maior rigor dos consumidores, tornando-o mais próximo do real processo de consumo. Para um novo produto, que ainda não possui consumidores habituais com expectativas formadas, o efeito da expectativa pode não ser interessante e a indústria pode utilizar uma intensidade de estímulo até uma aceitação vista como adequada (LIMA FILHO et al., 2017; 2018); nesses casos, pode-se utilizar a MLH com protocolo aleatório para obtenção de limiares hedônicos ainda mais exatos.

A MLH segue originalmente o protocolo das demais metodologias de determinação de limiares, os testes de sensibilidade, como método do estímulo constante, testes de limites (MEILGAARD et al., 2006) e a metodologia de determinação do limiar de rejeição pelo consumidor (LRC), proposta por PRESCOTT et al. (2005). Nessas metodologias também são apresentadas séries crescentes ou decrescentes de intensidade de estímulo, que acarretam no erro de expectativa. Portanto, sugere-se que, para as demais metodologias de determinação de limiares, a apresentação das amostras estímulo aleatoriamente poderia ser utilizada, quando for desejável minimizar o efeito de expectativa. Entretanto, são necessários novos estudos, com as demais metodologias de determinação de limiares, para confirmar o mesmo comportamento.

2.5 CONCLUSÃO

Na Metodologia dos Limiares Hedônicos, a apresentação das amostras estímulos na ordem “diferente para semelhante” não é recomendado, uma vez que resulta na obtenção de limiares hedônicos pouco exatos, devido à fadiga ou adaptação sensorial, que podem comprometer a percepção sensorial dos consumidores e torná-los menos rigorosos em suas avaliações.

A apresentação das amostras estímulo na ordem “semelhante para diferente” (protocolo original) e de forma aleatória resultaram em limiares hedônicos exatos. No entanto, o protocolo aleatório foi o que resultou em limiares mais exatos, provavelmente devido à minimização da ocorrência do efeito de expectativa, observado no protocolo “semelhante para diferente”.

O efeito de expectativa na Metodologia dos Limiares Hedônicos pode ser desejável ou indesejável, dependendo da aplicação da metodologia. É desejável, por exemplo, quando pretende-se reformular um produto já existente no mercado e o efeito de expectativa simula o

maior rigor dos consumidores, tornando-o mais próximo do real processo de consumo. Nesses casos recomenda-se a aplicação da MLH servindo as amostras estímulo no protocolo original (“semelhante para diferente”).

No entanto, o efeito de expectativa pode ser indesejável quando se aplica a metodologia em um novo produto, que ainda não possuiu consumidores habituais com expectativas formadas. Nesses casos, recomenda-se a aplicação da MLH servindo as amostras estímulo de forma aleatória, porque minimizaria o efeito de expectativa e aumentaria a exatidão dos limiares hedônicos calculados.

2.6 REFERÊNCIAS

BIANCO, A. F.; DOS RA FERREIRA, V.; MATTIOLI, L. R. Modelo matemático no espaço de estados de uma caldeira de vapor aquatubular. **Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics**, v. 3, n. 1, 2015.

CARDELLO, A. V. Consumer expectations and their role in food acceptance. In: MacFIE, H.J.H.; THOMSON, D.M.H. Measurement of food preferences. London: Blackie Academic & Professional, 1994. p.253-297.

CARDELLO, A. V.; SAWYER, F. M. Effects of disconfirmed consumer expectations on food acceptability. **Journal of Sensory Studies**, v. 7, p. 253–277, 1992.

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

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

DUTCOSKY, S. D. Análise sensorial de alimentos. In: Nicola, R. M. S. **Delineamento experimental observando-se efeito de primeira posição e efeito de residual de uma amostra a outra na análise**. Curitiba: Editora Universitária Champagnat, 2013. 4rd, pp. 332-333.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). ISO/DTS 21748: **Guide for the use of repeatability, reproducibility and trueness estimates in measurement uncertainty estimation**. ISO/TC 69/SC 6, p. 25, 2002.

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

LIMA FILHO, T.; DELLA LUCIA, S. M.; MINIM, L. A.; GAMBA, M. M.; LIMA, R. M.; MINIM, V. P. R. Directional hedonic thresholds for sodium concentration in hamburger. **Food Quality and Preference**, v. 78, p. 103722-1, 2019.

LIMA FILHO, T.; DELLA LUCIA, S. M.; MINIM, L. A.; SILVA, R. D. C. D. S. N. D.; MINIM, V. P. R. Validation of the hedonic threshold methodology in determining the hedonic rejection threshold. **Journal of Sensory Studies**, v. 33, n. 1, p. e12313, 2018.

LIMA FILHO, T.; DELLA LUCIA, S. M.; MINIM, L. A.; SILVA, R. D. C. D. S. N. D.; SILVA, A. N. D.; MINIM, V. P. R. Validation of the hedonic threshold methodology in determining the compromised acceptance threshold. **Journal of Sensory Studies**, v. 01, p. e12255, 2017.

LIMA FILHO, T.; MINIM, V. P. R.; SILVA, R. D. C. D. S. N. D.; DELLA LUCIA, S. M.; MINIM, L. A. Methodology for determination of two new sensory thresholds: Compromised acceptance threshold and rejection threshold. **Food Research International**, v.76, n.3, p. 561–566, 2015.

MEILGAARD, M. C.; CARR, B. T.; CIVILLE, G. V. **Sensory evaluation techniques**. Boca Raton, Florida: CRC Press, 2006, 4^a ed, 448p.

NORONHA, R. L. F.; DELIZA, R.; SILVA, M. A. A. P. A expectativa do consumidor e seus efeitos na avaliação sensorial e aceitação de produtos alimentícios. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 16, n. 3, p. 299-308, 2009.

PRESCOTT, J.; NORRIS, L.; KUNST, M.; KIM, S. Estimating a consumer rejection threshold for cork taint in white wine. **Food Quality and Preference**, v. 16, n. 1, p.345-349, 2005.

SCHENKER, N.; GENTLEMAN, J. F. On judging the significance of differences by examining overlap between confidence intervals. **The American Statistician**, v.55, p.182– 186, 2001.

SILVA, J. A.; ROZESTRATEN, R. J. A. **Manual Prático de Psicofísica**. 2014. Disponível em: <http://www.hu.usp.br/wp-content/uploads/sites/392/2018/08/manual-de-psicofisica.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2019.

SIMIQUÉLI, A. A.; LIMA FILHO, T.; MINIM, L. A.; DE OLIVEIRA, E. B.; TORRES, I. V.; VIDIGAL, M. C. T. R.; MINIM, V. P. R. The W/O/W emulsion containing FeSO₄ in the different phases alters the hedonic thresholds in milk-based dessert. **LWT**, v. 99, p. 98-104, 2019.

SODRÉ, U. **Modelos matemáticos**. Londrina: UEL. 2007. Disponível em: <http://www.uel.br/projetos/matessencial/superior/pdfs/modelos.pdf>. Acesso em: 26 nov. de 2019.

STONE, H., BLEIBAUM, R. N., & THOMAS, H. A. **Sensory evaluation practices**. New York: Academic Press. 2012, 4th ed, 446 p.

Capítulo 3

IMPACTO DA ANÁLISE DIRECIONAL DOS ATRIBUTOS NOS LIMIARES HEDÔNICOS GLOBAIS

3.1 INTRODUÇÃO

Para suprir a demanda por metodologias que indiquem o quanto de um determinado ingrediente pode ser adicionado ou reduzido em um produto sem comprometer sua aceitação sensorial ou acarretar em rejeição sensorial, a Metodologia dos Limiares Hedônicos (MLH) foi desenvolvida e validada (LIMA FILHO et al. 2015, 2017, 2018). Essa metodologia possibilita a obtenção do limiar de aceitação comprometida (LAC) e do limiar de rejeição hedônica (LRH), que representam, respectivamente, a intensidade do estímulo a partir da qual ocorre redução significativa da aceitação sensorial e o início da rejeição sensorial do produto.

A MLH pode ser aplicada em diferentes áreas como alimentícia, farmacêutica e cosmética. Há a necessidade constante de modificação de produtos, alterando ao máximo alguma característica sem que ocorra alterações sensoriais do produto que ocasionem perda de aceitação pelo consumidor. Isso ocorre quando se necessita aumentar a concentração de substâncias desejáveis, como compostos benéficos à saúde, ou reduzir a concentração de substâncias indesejáveis, como ingredientes nocivos à saúde e insumos onerosos (LIMA FILHO et al., 2015).

O protocolo da MLH baseia-se em realizar testes de aceitação sensorial, por meio de escalas hedônicas, dentro do método de estímulo constante de determinação de limiares. No artigo de proposição da MLH, os limiares hedônicos (LAC e LRH) foram determinados para aceitação global (impressão global) de néctar de uva. Entretanto, testes de aceitação com escala hedônica permitem ao consumidor avaliar tanto a impressão global (o produto como um todo) quanto atributos específicos, como aparência, aroma, sabor e textura (MEILGAARD, CIVILLE & CARR, 2006), ou seja, o consumidor deve julgar o quanto gosta ou desgosta de determinados atributos.

Neste contexto, posteriormente, LIMA FILHO et al. (2019) determinaram os limiares hedônicos de maneira direcional para os atributos aroma, textura, sabor e impressão global de carne de hambúrguer de carne bovina. Esses limiares hedônicos direcionais indicam a partir de

quais intensidades do estímulo ocorrem alteração da aceitação (LAC) e início de rejeição (LRH) de atributos sensoriais como aroma, sabor e textura. Tais informações podem ser úteis para identificar os motivos pelos quais os consumidores gostam ou desgostam de um produto, permitindo avaliar separadamente quais os atributos são mais afetados pela alteração na intensidade do estímulo e conhecer como esses atributos influenciam a aceitação global e como podem ser modificados para melhorá-la.

O termo impressão global é cientificamente compreendido como uma resposta hedônica globalizante, na qual o consumidor abrange os atributos (modalidades) sensoriais: aparência, aroma, sabor e textura (LAWLESS & HEYMANN, 2010). Na literatura, são encontrados poucos estudos sobre como a avaliação dos atributos sensoriais reflete na avaliação da impressão global ou se um único atributo sensorial se destaca e possui maior relevância (ANDERSEN et al., 2019). Dessa forma, é necessário compreender se a avaliação dos atributos de forma direcional pode influenciar os valores dos limiares hedônicos globais, quando comparado com a determinação de apenas limiares globais.

LIMA FILHO et al. (2019) determinaram os limiares hedônicos direcionais utilizando ficha de avaliação em que solicitava, ao consumidor, avaliar inicialmente os atributos direcionais e, por último, a avaliação da impressão global. No entanto, também não se sabe se essa ordem de avaliação dos atributos pode influenciar as respostas dos consumidores e, conseqüentemente, os valores dos limiares hedônicos.

Embora a determinação dos limiares direcionais possa ser útil para identificar quais atributos são mais afetados pela variação da intensidade do estímulo, há a preocupação de que o direcionamento de atributos possam ser uma fonte de viés (STONE & SIDEL, 2004). A ordem dos questionamentos mostrou ser influente nos testes de aceitação e preferência do produto devido aos efeitos contextuais na estrutura de questionário ou seja, os questionamentos anteriores (o contexto), referentes a avaliação da aceitabilidade de determinados atributos sensoriais, podem influenciar nos questionamentos subsequentes, como a aceitação da impressão global (TOURANGEAU & RASINSKI, 1988; ENNIS, 1993; EARTHY & HEDDERLEY, 1997). Contudo, poucos trabalhos têm sido realizados para estabelecer qual é a ordem ideal de avaliação da impressão global.

Diante desse cenário, objetivou-se investigar o impacto da análise direcional dos atributos nos limiares hedônicos globais.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa (UFV) sob o número de parecer 773.185.

A Metodologia dos Limiares Hedônicos foi aplicada em três ensaios, cada um utilizando um protocolo de avaliação dos atributos. A posteriori, a exatidão dos limiares obtidos em cada ensaio foi avaliada mediante uma nova coleta de dados. O experimento foi realizado no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia de Alimentos da UFV, sob luz branca em cabines individuais.

3.2.1 Estímulo sensorial

Em testes preliminares foram determinadas cinco formulações de flan sabor chocolate (uma formulação controle e quatro formulações estímulo) com diferentes concentrações de leite condensado. Para o preparo dos flans, homogeneizou-se no liquidificador por dois minutos os ingredientes creme de leite (52%), cacau em pó (7,5%), gelatina incolor (1,5%) solubilizada em água fervente (39%) e leite condensado nas concentrações referentes à amostra controle (52% m/m) e às amostras estímulo, com redução de leite condensado (50%, 37%, 24% e 11% m/m). A concentração de leite condensado foi calculada em relação à mistura de creme de leite, cacau em pó, gelatina incolor e água. Os flans foram armazenados em geladeira (8 °C) até o momento da análise sensorial.

O flan sabor chocolate foi selecionado para esse estudo por ser um alimento que possibilita a avaliação de atributos específicos. Além disso, a redução de leite condensado, com consequente redução de sacarose, pode trazer benefícios aos consumidores, pois o consumo demasiado de sacarose é causa de muitas doenças como obesidade, diabetes e doenças cardiovasculares (WHO, 2013; ACTION ON SUGAR, 2015).

3.2.2 Consumidores

Os três ensaios foram realizados pela mesma equipe, constituída por 52 homens e 48 mulheres, com idade entre 18 e 50 anos (maioria (76%) possuía idade entre 18 a 25 anos), totalizando 100 consumidores habituais de flan sabor chocolate, entre alunos e funcionários da UFV e moradores da cidade de Viçosa – Minas Gerais, Brasil. Posteriormente, com intervalo de aproximadamente um mês, a exatidão dos limiares hedônicos obtidos em cada protocolo de avaliação foi mensurada a partir de uma nova coleta de dados de aceitação desse mesmo grupo de consumidores.

3.2.3 Protocolo de avaliação

Realizou-se três ensaios e em cada ensaio foi utilizado um protocolo diferente de avaliação dos atributos na MLH:

- i) Avaliação somente da impressão global (ensaio IG);
- ii) Avaliação dos atributos de aparência, aroma, sabor, textura e, posteriormente, da impressão global (ensaio AIG).
- iii) Avaliação, primeiramente, da impressão global seguida dos atributos de aparência, aroma, sabor e textura (ensaio IGA);

3.2.4 Metodologia dos limiares hedônicos

Os limiares hedônicos direcionais foram determinados conforme o protocolo descrito por LIMA FILHO et al. (2019). Para cada ensaio, os consumidores realizaram quatro sessões de testes de aceitação, consecutivamente. Em cada sessão foram servidas duas amostras codificadas, uma amostra controle e uma das amostras estímulo (com redução de leite condensado), em posição aleatória. Entre as sessões, os pares de flan foram apresentados em ordem decrescente de concentração de leite condensado da amostra estímulo.

Cada ensaio foi realizado em um dia, com intervalo de dois dias por ensaio. Os mesmos consumidores foram instruídos a provarem as amostras da esquerda para direita e julgarem o quanto gostaram ou desgostaram dos flans de acordo com a escala hedônica estruturada de nove pontos, atribuindo notas de 1 = “desgostei extremamente” a 9 = “gostei extremamente” para os atributos solicitados em cada ensaio (IG: somente impressão global; AIG: aparência, aroma, sabor, textura e impressão global e; IGA: impressão global, aparência, aroma, sabor e textura).

Primeiramente, para a determinação dos valores de LAC de aparência (LAC_{ap}), aroma (LAC_{ar}), sabor (LAC_s), textura (LAC_t) e impressão global (LAC_{ig}), calculou-se a diferença entre a nota hedônica da amostra controle e a nota hedônica da amostra estímulo ($NHAC - NHAE$) e realizou-se o teste t para amostras pareadas, para cada sessão. Plotou-se um gráfico do valor t de cada sessão (eixo Y) em função da concentração de leite condensado (eixo X). O ponto de corte referente ao valor t tabelado, ao nível de 5% de significância, foi traçado no gráfico, indicando o início da diferença significativa entre as amostras em relação à aceitação. Um modelo de regressão para cada atributo e impressão global foi selecionado em relação à significância dos coeficientes de regressão e coeficiente de determinação. Os valores de LAC foram calculados, substituindo-se nos modelos o valor t referente ao tabelado ($p = 0,05$) (LIMA FILHO et al., 2015, 2017, 2019), indicando as concentrações de leite condensado em que a

aceitação de aparência, aroma, sabor, textura e a impressão global do flan começam a diminuir significativamente devido à redução do teor de leite condensado.

Para a obtenção dos valores de LRH de impressão global(LRH_{ig}) e de cada atributo sensorial: aparência (LRH_{ap}), aroma (LRH_{ar}), sabor (LRH_s), textura (LRH_t) foram construídos gráficos das notas hedônicas médias das amostras estímulo de cada sessão (eixo Y) em função da concentração de leite condensado (eixo X) e traçou-se o ponto de corte referente à nota hedônica 5 (“indiferente”), indicando a transição entre aceitação e rejeição sensorial, para cada atributo avaliado (LIMA FILHO et al., 2015, 2018, 2019). Os modelos de regressão foram selecionados, como descrito anteriormente, e calculou-se os valores de LRH direcionais, substituindo-se o valor de y do modelo ajustado pela nota hedônica 5 (referente ao termo hedônico “indiferente”). Considerou-se a categoria “indiferente” como rejeição sensorial, porque um consumidor indiferente ao produto provavelmente não irá comprá-lo (DELLA LUCIA et al., 2013; DELLA LUCIA et al., 2014, LIMA FILHO et al., 2015). Deste modo, o LRH indicou o início da rejeição sensorial, para cada atributo sensorial investigado (aparência, aroma, sabor textura e impressão geral) no flan sabor chocolate, decorrente da diminuição da concentração de leite condensado.

3.2.5 Avaliação do desempenho das ordens de avaliação dos atributos sensoriais

3.2.5.1 Significância das ANOVAs

Primeiramente, por meio da ANOVA, investigou-se o efeito do protocolo de avaliação nas notas hedônicas de impressão global das amostras controle, em cada sessão de teste de aceitação. Foi realizado em delineamento de blocos casualizados (DBC), considerando os efeitos das ordens de avaliação dos atributos e consumidores (bloco), ao nível de 5% de significância. Quando necessário, procedeu-se o teste de Duncan ($\alpha = 0,05$).

Posteriormente, para investigar o efeito do protocolo de avaliação nas notas hedônicas médias das amostras estímulo, apresentadas em cada sessão, foi realizada uma ANOVA, em DBC (considerando os consumidores como blocos), ao nível de 5% de significância. Quando necessário, procedeu-se o teste de Duncan ($\alpha = 0,05$). Essa análise é uma forma de avaliar os resultados do LRH (LIMA FILHO et al., 2018), uma vez que o ajuste de modelo para determinação do LRH foi feito a partir das notas hedônicas das amostras estímulo de cada sessão.

Da mesma forma, como o ajuste do modelo de determinação do LAC foi feito com valores t, calculados a partir das diferenças (NHAC – NHAE) entre as notas hedônicas das amostras controle (NHAC) e estímulo (NHAE) de cada sessão, se investigou o efeito dos

protocolos de avaliação nas diferenças das notas hedônicas das amostras (NHAC-NHAE). Para isso, em cada sessão de teste de aceitação, foi realizada uma ANOVA em DBC e ao nível de 5% de significância. Procedeu-se o teste de Duncan ($\alpha = 0,05$) quando necessário (LIMA FILHO et al., 2017).

O modelo matemático que representa a ANOVA para a comparação dos resultados de LAC e LRH está apresentado na Eq. (3.1). A hipótese de nulidade de variabilidade zero foi testada entre as ordens de avaliação dos atributos.

$$Y_{ij} = m + P_i + C_j + e_{ij} \quad \text{Eq. (3.1)}$$

Y_{ij} : diferença entre notas hedônicas das amostras controle e estímulo da ordem de avaliação dos atributos i atribuída pelo consumidor j , para o LAC, ou nota hedônica da amostra estímulo obtida pela ordem de avaliação dos atributos i atribuída pelo consumidor j , para o LRH; m : constante inerente ao modelo ou à média geral; P_i : efeito aleatório do protocolo de avaliação i ; C_j : efeito aleatório do consumidor; e_{ij} : erro aleatório, pressuposto NID ($0, \sigma^2$).

Para avaliar a influência do protocolo de avaliação nas notas hedônicas de impressão global, ou seja, verificar se os consumidores utilizaram a média das notas hedônicas dos atributos de aparência, aroma, sabor e textura para atribuir suas notas de impressão global, calculou-se as médias das notas hedônicas desses atributos e procedeu-se uma ANOVA para compará-las com a nota hedônica de impressão global, em cada sessão. Isso foi feito nos ensaios IGA e AIG, em DBC, considerando consumidores como bloco. Procedeu-se teste de Duncan quando necessário ($\alpha = 0,05$).

3.2.5.2 Semelhança dos modelos de regressão

A semelhança dos modelos de regressão utilizados para a determinação dos valores dos limiares hedônicos globais (LAC_{ig} e LRH_{ig}) obtidos em cada ensaio foi verificada por meio da sobreposição dos intervalos de confiança dos parâmetros da regressão dos modelos ajustados, ao nível de 95% de confiança (SCHENKER & GENTLEMAN, 2001; LIMA FILHO et al., 2017, 2018). O intuito dessa análise foi comparar os resultados obtidos para determinação do LAC e do LRH utilizando diferentes ordens de avaliação dos atributos sensoriais.

3.2.5.3 Avaliação da exatidão dos limiares hedônicos

A exatidão consiste no grau de conformidade de um valor medido ou calculado em relação ao valor de referência (real) (ISO, 2002).

Para mensurar a exatidão dos limiares globais obtidos em cada ensaio, a equipe sensorial utilizada para a determinação dos limiares hedônicos (100 consumidores) realizou novos testes de aceitação, utilizando escala hedônica estruturada de nove pontos (variando de 1 = “desgostei extremamente” a 9 = “gostei extremamente”).

Para avaliar a exatidão dos valores de LAC_{ig} , para cada protocolo de avaliação, os consumidores avaliaram a aceitação das amostras controle e LAC_{ig} (amostra com concentração de leite condensado referente ao LAC_{ig}), servidas simultaneamente, em posição aleatória. Para averiguar se ocorreu diferença significativa, quanto à aceitação global, testes t pareados foram realizados. Como o LAC, que indica a concentração de leite condensado em que se inicia a redução significativa da aceitação sensorial do flan, foi calculado ao nível de 5% de significância, ao comparar estatisticamente as notas hedônicas do flan controle e do flan com concentração de leite condensado referente ao LAC_{ig} , o nível de significância (p-valor) desta comparação, idealmente, deve ser igual a 0,05 (valor α assumido no teste estatístico). Portanto, a exatidão do valor de LAC foi mensurada ao verificar o quão próximo o nível de significância (p-valor) obtido ao realizar essa comparação encontrava-se do valor alfa (0,05 ou 5%). Quanto mais próximo o p-valor obtido no teste t estiver de 0,05, maior a exatidão do limiar (LIMA FILHO et al., 2017).

Para a avaliação da exatidão dos valores de LRH_{ig} obtidos em cada ordem de avaliação dos atributos sensoriais, cada consumidor avaliou, concomitantemente, a aceitação das amostras controle e LRH_{ig} (amostra com concentração de leite condensado referente ao LRH_{ig}), servidas em posição aleatória. Como o LRH corresponde à intensidade do estímulo na qual se inicia a rejeição sensorial, ou seja, quando a amostra passa a ter nota hedônica média igual a 5 (termo hedônico “indiferente”), verificou-se o quão próximo a nota hedônica média da amostra LRH_{ig} estava da nota hedônica 5. Dessa forma, o valor de LRH é mais exato, quanto mais próxima a nota hedônica média do flan sabor chocolate referente ao LRH, estiver de 5. Os resultados foram analisados qualitativamente e discutidos (LIMA FILHO et al., 2018).

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o *software* SAS.

3.3 RESULTADOS

3.3.1 Limiares hedônicos

3.3.1.1 Limiar de aceitação comprometida

Na Figura 3.1 estão apresentados os valores t calculados (eixo Y) em função da concentração de leite condensado das amostras estímulo (eixo X) para a impressão global, obtida nos três ensaios.

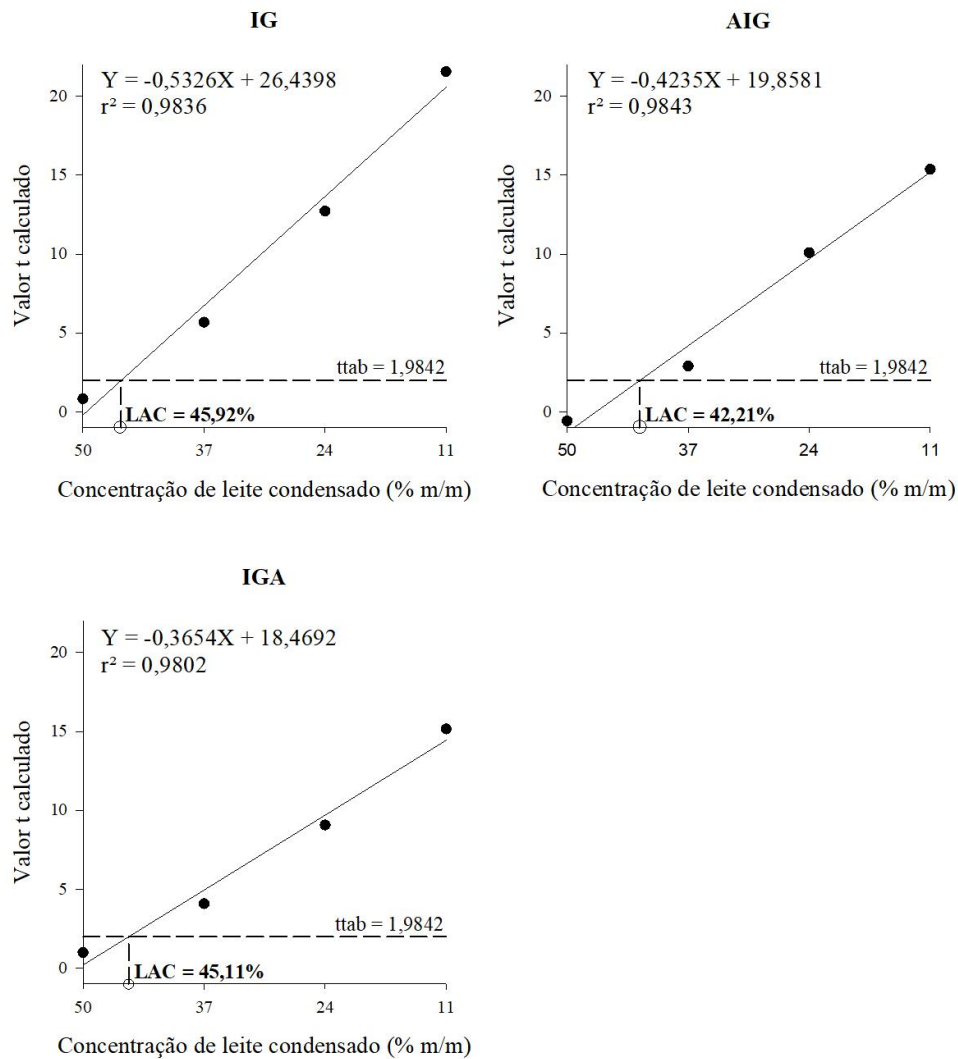


Figura 3.1: Valores t calculados em função das concentrações de leite condensado das amostras estímulo, modelos de regressão, coeficientes de determinação e valores de LAC.

A linha tracejada representa o valor t tabelado para diferença significativa quanto à aceitação ($p = 0,05$) ($t_{tab} = 1,9842$; para $\alpha = 0,05$ e $GL = 99$). IG, avaliação somente da impressão global; AIG, avaliação da aparência, aroma, sabor, textura e impressão global; IGA, avaliação da impressão global, aparência, aroma, sabor e textura; LAC, limiar de aceitação comprometida.

O modelo linear foi o que melhor se ajustou aos dados, possuindo parâmetros da regressão significativos ($p \leq 0,05$) e coeficientes de determinação superiores a 0,98.

Para determinação do LAC do ensaio IG, substituiu-se o valor de Y da equação do modelo por 1,9842 (valor t tabelado) e calculou-se o valor de LAC de 45,92% de leite condensado quando somente impressão global foi avaliada. Logo, diminuindo a concentração de leite condensado de 52% para 45,92% iniciou-se o comprometimento da aceitação sensorial do flan sabor chocolate. Quando a impressão global foi avaliada antes dos atributos (ensaio AIG), obteve-se um valor de LAC de 42,21% de leite condensado (menor valor) e, ao avaliar a impressão global antes dos atributos (ensaio IGA), encontrou-se LAC de 45,11% de leite condensado.

Os LAC's direcionais foram obtidos da mesma forma, ajustando-se modelos lineares, que apresentaram significância das estimativas dos parâmetros da regressão ($p \leq 0,05$) e coeficientes de determinação (r^2) maiores que 0,92 (Tabela 3.1).

Tabela 3.1: Modelos de regressão, coeficientes de determinação (r^2) e valores do LAC para cada atributo

| | | AIG | IGA |
|------------------|----------------------|--------------------------|--------------------------|
| Aparência | Modelo | $Y = -0,0612x + 3,1125$ | $Y = -0,0695x + 3,7809$ |
| | r² | 0,9087 | 0,9026 |
| | LAC | 11,43% | 25,85% |
| Aroma | Modelo | $Y = -0,1092x + 5,7217$ | $Y = -0,0839x + 35,4372$ |
| | r² | 0,9594 | 0,8449 |
| | LAC | 34,24% | 41,16% |
| Sabor | Modelo | $Y = -0,5232x + 25,2187$ | $Y = -0,3505 + 17,1573$ |
| | r² | 0,9777 | 0,9838 |
| | LAC | 44,41% | 43,29% |
| Textura | Modelo | $Y = -0,1311x + 7,0878$ | $Y = -0,1418x + 7,9265$ |
| | r² | 0,9438 | 0,9926 |
| | LAC | 38,92% | 41,91% |

AIG, avaliação da aparência, aroma, sabor, textura e impressão global; IGA, avaliação da impressão global, aparência, aroma, sabor e textura; LAC, limiar de aceitação comprometida.

^{ns}: modelos ajustados foram não significativos.

Quando a impressão global foi avaliada antes dos atributos (ensaio IGA), a aceitação sensorial do sabor do flan passou a ser comprometida a partir da redução da concentração de leite condensado de 52% para 44,41%. O sabor foi o atributo com maior valor de LAC, seguido de impressão global (42,21%), textura (38,92%), aroma (34,24%) e aparência (11,43%). Portanto, a redução de leite condensado resulta, inicialmente, na redução da aceitação sensorial do sabor do flan e, posteriormente, da impressão global, da textura, do aroma e da aparência do produto.

Já quando a impressão global foi avaliada depois (ensaio AIG), o maior valor de LAC foi para a impressão global (45,11%), seguida de sabor (43,29%), textura (41,91%), aroma (41,16%) e aparência (28,85%). Logo, reduzindo a concentração de leite condensado, ocorre comprometimento da aceitação sensorial da impressão global e, posteriormente, do sabor, da textura, do aroma e da aparência do flan.

3.3.1.2 Limiar de rejeição hedônica

Na Figura 3.2 encontram-se as notas hedônicas médias das amostras estímulo (eixo Y) em função da concentração de leite condensado (eixo X) para a impressão global dos três ensaios.

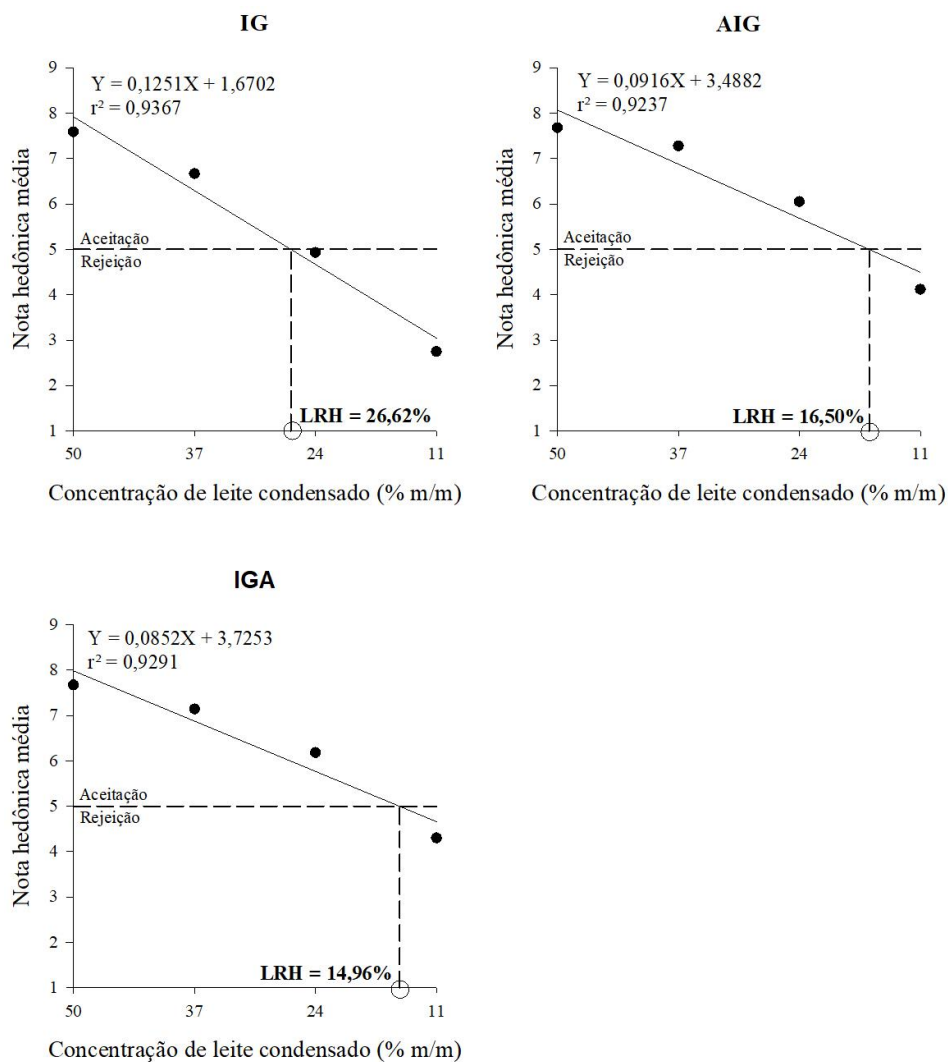


Figura 3.2: Notas hedônicas médias em função das concentrações de leite condensado das amostras estímulo, modelos de regressão, coeficientes de determinação e valores de LRH.

A linha tracejada representa a nota hedônica 5, referente ao termo hedônico “indiferente”, representando o início da rejeição sensorial. IG, avaliação somente da impressão global; AIG, avaliação da aparência, aroma, sabor, textura e impressão global; IGA, avaliação da impressão global, aparência, aroma, sabor e textura; LRH, limiar de rejeição hedônica.

O modelo que melhor se ajustou aos dados foi o linear, apresentando significância das estimativas dos parâmetros da regressão ($p \leq 0,05$) e coeficientes de determinação (r^2) maiores que 0,92.

Para determinação do LRH do ensaio IG, substituiu-se na equação da reta o valor de Y por 5, encontrando-se o LRH de 26,62%. Ou seja, ao reduzir a concentração de leite condensado a partir da concentração de 26,62%, o flan sabor chocolate começa a ser rejeitado pelos consumidores. Os demais LRH's para impressão global foram calculados de forma semelhante. Os menores valores de LRH's foram obtidos quando os demais atributos também foram avaliados (16,50% de leite condensado para o ensaio AIG e 14,96% de leite condensado para o ensaio IGA), ou seja, foi possível uma maior redução da concentração de leite condensado sem acarretar em rejeição do flan sabor chocolate.

Na Tabela 3.2 estão apresentados os valores de LRH para cada atributo, obtidos de forma semelhante ao LRH para impressão global.

Tabela 3.2: Modelos de regressão, coeficientes de determinação (r^2) e valores do LRH para cada atributo

| | | AIG | IGA |
|------------------|----------------------|------------------------|------------------------|
| Aparência | Modelo | $Y = 0,0186x + 6,6222$ | $Y = 0,0025x + 7,3551$ |
| | r² | 0,9168 | 0,8719 |
| | LRH | - | - |
| Aroma | Modelo | $Y = 0,0269x + 5,8438$ | $Y = 0,0225x + 6,1151$ |
| | r² | 0,9578 | 0,9692 |
| | LRH | - | - |
| Sabor | Modelo | $Y = 0,1260x + 1,8720$ | $Y = 0,1055x + 2,5761$ |
| | r² | 0,9456 | 0,9183 |
| | LRH | 24,83% | 22,98% |
| Textura | Modelo | $= 0,0269x + 6,2738$ | $= 0,0241x + 6,5732$ |
| | r² | 0,9296 | 0,9983 |
| | LRH | - | - |

-: não foi possível o cálculo do LRH, pois o ponto de corte (nota hedônica 5) não foi atingido; AIG, avaliação da aparência, aroma, sabor, textura e impressão global; IGA, avaliação da impressão global, aparência, aroma, sabor e textura; LRH, limiar de rejeição hedônica.

A redução da concentração de leite condensado não acarretou em rejeição sensorial da aparência, do aroma e da textura do flan sabor chocolate, não havendo LRH para esses atributos. Somente foi obtido LRH para o sabor, com valor de 24,83% de leite condensado quando impressão global foi avaliada antes dos atributos (ensaio IGA) e 22,98% quando os atributos foram avaliados primeiro (ensaio AIG). Isso indica que, ao reduzir a concentração de leite

condensado, a partir da concentração de 24,83% (ensaio AIG) e 22,98% (ensaio IGA), respectivamente, o sabor do flan sabor chocolate passou a ser rejeitado pelos consumidores.

3.3.2 Avaliação do desempenho

3.3.2.1 Comparação das notas hedônicas

Na Tabela 3.3 estão apresentados os resultados das ANOVAs e dos Testes de Duncan para comparação das notas hedônicas de impressão global da amostra controle entre os ensaios. Verificou-se diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as notas hedônicas médias das amostras controle, entre os ensaios, somente na última sessão, sendo menor quando apenas impressão global foi avaliada (ensaios IG).

Tabela 3.3: Resumo dos resultados da ANOVA e do Teste de Duncan para comparar a aceitação global das amostras controle (52% de leite condensado)

| Sessão | QM _{ordem} | QM _{res} | p-valor | Nota hedônica média (Controle) ^a | | |
|--------|---------------------|-------------------|---------|---|-------|-------|
| | | | | IG | AIG | IGA |
| 1 | 0,64 | 1,11 | 0,5617 | 7,7 a | 7,6 a | 7,8 a |
| 2 | 0,96 | 1,36 | 0,4927 | 7,5 a | 7,7 a | 7,7 a |
| 3 | 2,90 | 1,27 | 0,1042 | 7,6 a | 7,9 a | 7,8 a |
| 4 | 9,06 | 1,33 | 0,0013 | 7,3 b | 7,9 a | 7,7 a |

QM_{ordem}, quadrado médio da escala; QM_{res}, quadrado médio do resíduo; IG, avaliação somente da impressão global; AIG, avaliação da aparência, aroma, sabor, textura e impressão global; IGA, avaliação da impressão global, aparência, aroma, sabor e textura.

^aMédias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si ($p > 0,05$) pelo Teste de Duncan.

Na Tabela 3.4 foram apresentados os resultados das ANOVA e do Teste de Duncan para comparação entre as notas hedônicas de impressão global das amostras estímulo (com redução de leite condensado) entre os ensaios.

Tabela 3.4: Resumo dos resultados da ANOVA e do Teste de Duncan para comparar a aceitação global das amostras estímulo, em cada uma das ordens de avaliação dos atributos.

| Sessão | % leite condensado | QM _{ordem} | QM _{res} | p-valor | Nota hedônica média (Estímulo) ^a | | |
|--------|--------------------|---------------------|-------------------|---------|---|-------|-------|
| | | | | | IG | AIG | IGA |
| 1 | 50 | 0,24 | 1,21 | 0,8173 | 7,6 a | 7,7 a | 7,7 a |
| 2 | 37 | 10,21 | 1,68 | 0,0026 | 6,7 b | 7,1 a | 7,3 a |
| 3 | 24 | 47,23 | 3,31 | <0,0001 | 4,9 b | 6,1 a | 6,2 a |
| 4 | 11 | 71,86 | 4,43 | <0,0001 | 2,8 b | 4,1 a | 4,3 a |

QM_{ordem}, quadrado médio da escala; QM_{res}, quadrado médio do resíduo; IG, avaliação somente da impressão global; AIG, avaliação da aparência, aroma, sabor, textura e impressão global; IGA, avaliação da impressão global, aparência, aroma, sabor e textura.

^aMédias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si ($p > 0,05$) pelo Teste de Duncan.

Com exceção da primeira amostra estímulo (50% de leite condensado), verificou-se efeito significativo ($p \leq 0,05$) da ordem de avaliação dos atributos na impressão global de todas as demais amostras estímulo. As notas hedônicas de impressão global das amostras estímulos foram menores no ensaio em que se avaliou apenas a impressão global (IG). Isso demonstra o maior rigor dos consumidores quando somente a impressão global é avaliada.

Na tentativa de avaliar de qual forma a avaliação direcional de atributos altera a avaliação da impressão global, realizou-se uma ANOVA comparando a nota hedônica global (impressão global) com a média das notas hedônicas dos demais atributos (Tabela 3.5). Verificou-se que quando foi solicitado que os consumidores avaliassem os atributos, eles atribuíram as notas hedônicas de impressão global correspondente à média das notas hedônicas dos atributos avaliados (aparência, aroma, sabor e textura). Esse comportamento ocorreu em todas as sessões e ensaios (AIG e IGA), exceto para as amostras estímulo na sessão 3, do ensaio IGA, e sessão 4, em ambos os ensaios.

Tabela 3.5: Resumo dos resultados do teste de Duncan para comparar as notas hedônicas médias de impressão global com as médias das notas hedônicas dos atributos, nos ensaios IGA e AIG

| | | AIG | | IGA | |
|-----------------|-----------------|-------|---------------------|-------|---------------------|
| | | IG | Média dos atributos | IG | Média dos atributos |
| Sessão 1 | Controle | 7,7 a | 7,5 a | 7,9 a | 7,7 a |
| | Estímulo | 7,7 a | 7,5 a | 7,3 a | 7,5 a |
| Sessão 2 | Controle | 7,7 a | 7,5 a | 7,8 a | 7,6 a |
| | Estímulo | 7,3 a | 7,2 a | 7,1 a | 7,2 a |
| Sessão 3 | Controle | 7,9 a | 7,6 a | 7,8 a | 7,6 a |
| | Estímulo | 6,4 a | 6,1 a | 6,2 b | 6,7 a |
| Sessão 4 | Controle | 7,7 a | 7,4 a | 7,8 a | 7,7 a |
| | Estímulo | 4,2 b | 5,6 a | 4,3 b | 6,0 a |

^a Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si ($p > 0,05$) pelo Teste de Duncan.

IG, avaliação somente da impressão global; AIG, avaliação da aparência, aroma, sabor, textura e impressão global; IGA, avaliação da impressão global, aparência, aroma, sabor e textura.

Na Tabela 3.6 estão apresentados os resultados da ANOVA e dos Testes de Duncan para verificar o efeito da ordem de avaliação dos atributos nas diferenças entre as notas hedônicas das amostras controle e estímulo de cada sessão (NHAC – NHAE), dados utilizados para a obtenção do LAC.

Em todas as sessões ocorreu efeito significativo da ordem de avaliação dos atributos, exceto na primeira. A avaliação apenas da impressão global (ensaios IG) resultou em maior média das diferenças das notas hedônicas, demonstrando que os consumidores foram mais rigorosos quanto à redução de leite condensado, resultando em notas hedônicas mais baixas

para as amostras com menores concentrações de leite condensado e, conseqüentemente, maior amplitude (diferença) entre as notas hedônicas da amostra controle e da amostra estímulo (com redução de leite condensado). Isso indica que os consumidores foram mais sensíveis à redução do leite condensado, ou seja, foram menos tolerantes a essa redução quando foi avaliada apenas a impressão global.

Tabela 3.6: Resumo da ANOVA para investigar o efeito da ordem de avaliação na diferença entre as notas hedônicas médias das amostras controle e estímulo

| Sessão | QM _{ordem} | QM _{res} | p-valor | NHAC – NHAE | | |
|--------|---------------------|-------------------|---------|-------------|--------|-------|
| | | | | IG | AIG | IGA |
| 1 | 0,96 | 1,31 | 0,4815 | 0,1 a | -0,1 a | 0,1 a |
| 2 | 5,05 | 1,88 | 0,0498 | 0,8 a | 0,4 b | 0,4 b |
| 3 | 30,17 | 3,54 | 0,0003 | 2,6 a | 1,9 b | 1,6 b |
| 4 | 30,42 | 5,18 | 0,0032 | 4,6 a | 3,6 b | 3,6 b |

^a Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si ($p > 0,05$) pelo Teste de Duncan.

QM_{ordem}, quadrado médio da escala; QM_{res}, quadrado médio do resíduo; IG, avaliação somente da impressão global; AIG, avaliação da aparência, aroma, sabor, textura e impressão global; IGA, avaliação da impressão global, aparência, aroma, sabor e textura; NHAC, notas hedônicas das amostras controle; NHAE, nota hedônica das amostras estímulo.

3.3.2.2 Sobreposição dos intervalos de confiança

Para impressão global, ocorreu sobreposição dos IC dos parâmetros dos modelos ajustados, com 95% de confiança, tanto para os modelos de determinação do LAC, quanto para os de determinação do LRH, nos diferentes ensaios. Isso ressalta a grande proximidade entre os modelos lineares empregados para obtenção dos LAC's, assim como para a determinação dos LRH's (Figuras 3.3 e 3.4, respectivamente).

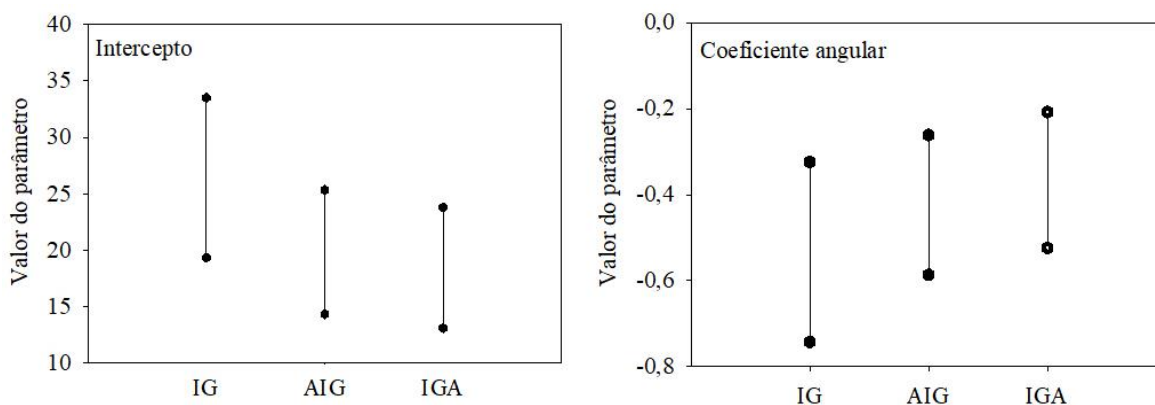


Figura 3.3: Intervalos de confiança dos parâmetros dos modelos lineares para obtenção do LAC para impressão global.

IG, avaliação somente da impressão global; AIG, avaliação da aparência, aroma, sabor, textura e impressão global; IGA, avaliação da impressão global, aparência, aroma, sabor e textura.

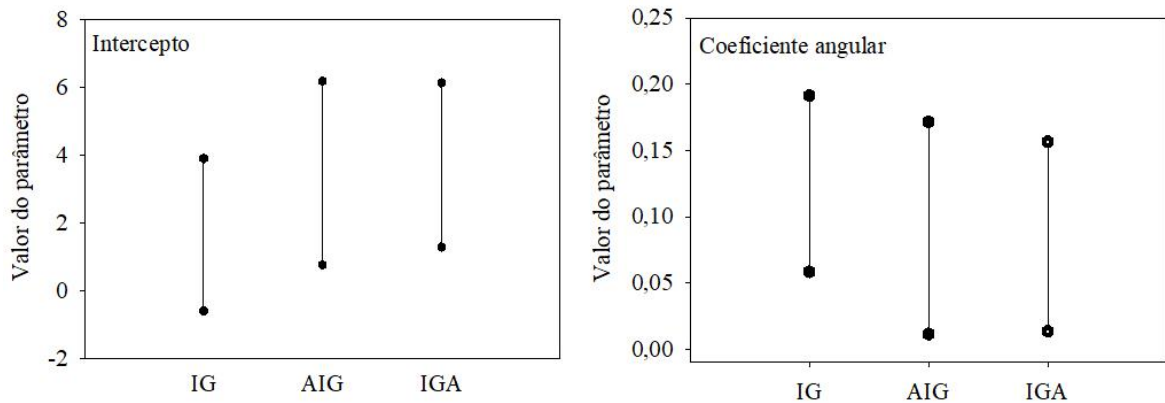


Figura 3.4: Intervalos de confiança dos parâmetros dos modelos lineares para obtenção do LRH para impressão global

IG, avaliação somente da impressão global; AIG, avaliação da aparência, aroma, sabor, textura e impressão global; IGA, avaliação da impressão global, aparência, aroma, sabor e textura.

3.3.2.3 Avaliação da exatidão dos limiares hedônicos

Os p-valores encontrados ao realizar a comparação das notas hedônicas da amostra controle com a amostra LAC (com intensidade de estímulo referente ao LAC), em cada ensaio, estão apresentados na Tabela 3.7. Apesar da maior diferença nos p-valores dos ensaios IG e IGA, os valores dos LAC obtidos nesses ensaios foram muito parecidos, o que não justifica uma possível diferença nos p-valores, que provavelmente ocorreu devido ao efeito aleatório. Logo, todos os LAC de todos os ensaios foram considerados exatos.

Tabela 3.7: p-valores das comparações entre as notas hedônicas das amostras controle e LAC para avaliação da exatidão

| Ordem | Concentração de leite condensado (%) | | Nota hedônica | | p-valor |
|------------|--------------------------------------|-------|---------------|-----|---------|
| | Controle | LAC | Controle | LAC | |
| IG | 52 | 45,92 | 8,0 | 7,8 | 0,0512 |
| AIG | 52 | 42,21 | 7,7 | 7,4 | 0,0699 |
| IGA | 52 | 45,12 | 7,7 | 7,5 | 0,1000 |

IG, avaliação somente da impressão global; AIG, avaliação da aparência, aroma, sabor, textura e impressão global; IGA, avaliação da impressão global, aparência, aroma, sabor e textura; LAC, limiar de aceitação comprometida.

Na Tabela 3.8 estão apresentadas as notas hedônicas médias das amostras formuladas com concentrações de leite condensado referentes ao LRH para a avaliação da exatidão. O valor de LRH mais exato ocorreu quando apenas a impressão global foi avaliada, pois a nota hedônica média da amostra LRH foi a mais próxima de 5.

Tabela 3.8: Notas hedônicas médias das amostras LRH's para avaliação da exatidão

| Ordem | Concentração de leite condensado (%) | | Nota hedônica | |
|------------|--------------------------------------|-------|---------------|-----|
| | Controle | LRH | Controle | LRH |
| IG | 52 | 26,62 | 8,0 | 5,8 |
| AIG | 52 | 16,50 | 8,0 | 6,3 |
| IGA | 52 | 14,96 | 7,9 | 6,5 |

IG, avaliação somente da impressão global; AIG, avaliação da aparência, aroma, sabor, textura e impressão global; IGA, avaliação da impressão global, aparência, aroma, sabor e textura; LRH, limiar de rejeição hedônica.

3.4 DISCUSSÃO

Os diferentes protocolos de avaliação sensorial resultaram em comportamentos diferentes para o limiar de aceitação comprometida (LAC) e o limiar de rejeição hedônica (LRH). O menor valor de LAC_{ig} (Figura 3.1) foi obtido quando a impressão global foi avaliada antes dos atributos (ensaio AIG), correspondendo a 42,21% de leite condensado. Isso indica que a aceitação sensorial do flan de chocolate passa a ser comprometida a partir da redução da concentração de leite condensado de 52% para 42,21%. No ensaio IG, no qual apenas a impressão global foi avaliada, encontrou-se o maior valor de LAC (45,92% de leite condensado), seguido pelo ensaio IGA, com valor de LAC equivalente a 45,11% de leite condensado, quando a impressão global foi avaliada após os atributos. É possível notar que os valores de LAC's apresentaram-se muito próximos numericamente, com amplitude de apenas 3,71% de leite condensado. Essa pequena diferença entre os valores pode ter ocorrido devido ao efeito aleatório.

Em relação ao LRH (Figura 3.2), ocorreu maior diferença nos valores dos limiares, com amplitude de 11,66% de leite condensado. Quando apenas a aceitação global foi avaliada (ensaio IG), obteve-se o valor mais discrepante e elevado, 26,62% de leite condensado, isto é, ao reduzir a concentração de leite condensado, a partir da concentração de 26,62% o flan sabor chocolate passa a ser rejeitado pelos consumidores. Nos ensaios em que os atributos direcionais também foram avaliados (ensaios AIG e IGA), os valores dos LRH foram menores e mais próximos, sendo 16,50% de leite condensado (ensaio AIG) e 14,96% de leite condensado (ensaio IGA). Menores valores de LRH indicam que é possível uma maior redução de leite condensado sem que ocorra a rejeição sensorial do flan. Isso significa que os consumidores foram menos rigorosos quanto à redução de leite condensado quando os atributos direcionais também foram avaliados (ensaios AIG e IGA).

Verificou-se que, quando apenas a impressão global (ensaio IG) foi avaliada, as notas hedônicas de aceitação global das amostras estímulo, contendo 37%, 24% e 11% de leite condensado, foram menores do que nos ensaios em que os atributos também foram avaliados (ensaios IGA e AIG) (Tabela 3.4). Portanto, os consumidores foram menos criteriosos ao avaliarem as amostras estímulo quando os atributos sensoriais foram direcionados. Provavelmente tal fato ocorreu porque os consumidores tendem a fazer uma média das notas hedônicas dos atributos (aparência, aroma, sabor e textura) para classificar a impressão global, como mostrado na Tabela 3.5, evidenciando que a maioria das notas de impressão global corresponde à média das notas dos atributos.

A variação da maioria dos estímulos influencia apenas um ou poucos atributos sensoriais, normalmente, o sabor. O sabor é a principal modalidade sensorial na avaliação da impressão global, indicando que os consumidores não atribuem a mesma importância a todos os atributos (aparência, aroma, sabor e textura) (MOSKOWITZ & KRIEGER, 1992; ANDERSEN et al., 2019). Acredita-se que, quando questionada apenas a impressão global (ensaio IG), os consumidores avaliaram a aceitação global dando maior importância para a característica mais relevante e que teve maior alteração com a variação da intensidade do estímulo, no presente estudo, o sabor, visto que apenas esse atributo atingiu o limiar de rejeição (Tabela 3.2). Prestando mais atenção e dando maior importância ao atributo mais afetado pela variação da intensidade do estímulo, os consumidores tenderam a ser mais rigorosos (menos tolerantes) quanto à redução de leite condensado e a atribuir notas hedônicas globais mais baixas para amostras que possuíram menor concentração de leite condensado (maior variação do estímulo). Tal comportamento pode ser explicado pelo efeito *dumping*, caracterizado pela “descarga do atributo”: quando os consumidores não têm a oportunidade de avaliar todos os atributos que percebem como mudança no produto, então “despejam” o sentimento, registrando esta observação usando escalas/perguntas disponíveis para expressar sua opinião (CLARK & LAWLESS, 1994; ABDI, 2002).

Por outro lado, quando a avaliação direcional dos atributos foi realizada (ensaios AIG e IGA), chamou-se a atenção do consumidor para atributos que sofreram pouca alteração com a variação da intensidade do estímulo (concentração de leite condensado), o que pode ter tornado certos atributos do produto especialmente acentuados na mente do consumidor, ou seja, podem ter ficado marcados na sua memória, influenciando a avaliação global do produto (SCHUMAN & PRESSER, 1981; TOURANGEAU & RASINSKI, 1988). Dessa forma, ao atribuir as notas hedônicas de impressão global, muitos consumidores tenderam a dar uma nota semelhante à média de todos os atributos avaliados anteriormente (aparência, aroma, sabor e textura) (Tabela

3.5), diminuindo o peso na nota do atributo mais alterado pela variação do estímulo, o sabor, e, conseqüentemente, resultando em notas hedônicas mais altas para amostras estímulo, quando comparado ao ensaio em que apenas a impressão global foi avaliada. Esse comportamento ocorreu independente se os atributos foram avaliados antes ou após da impressão global (Tabelas 3.4 e 3.6).

Comparando-se os ensaios em que ocorreram avaliações direcionais (ensaios IGA e AIG), a redução de leite condensado resultou, inicialmente, em redução da aceitação sensorial da impressão global (Figura 3.1), do sabor, da textura, do aroma e, posteriormente, da aparência do flan sabor chocolate para o ensaio IGA (Tabela 3.1). Para o ensaio AIG, o sabor foi o primeiro atributo a ter sua aceitação comprometida, seguido de impressão global, textura, aroma e aparência. Em relação à rejeição, primeiramente, ocorreu a rejeição do sabor, seguida pela rejeição global do flan sabor chocolate, independente da ordem de avaliação da impressão global (ensaios AIG e IGA) (Tabela 3.2). A redução de leite condensado não resultou em rejeição sensorial da aparência, do aroma e da textura do flan, não sendo possível determinar o LRH para esses atributos. LIMA FILHO et al. (2019), ao avaliarem a redução de sódio em hambúrguer de carne bovina, avaliando os atributos sensoriais e posteriormente a impressão global, observaram que a aceitação do sabor foi primeiramente comprometida e rejeitada, seguida da impressão global. A redução de sódio não resultou em rejeição sensorial do aroma e da textura do hambúrguer.

No presente estudo observou-se a influência da avaliação dos atributos, independente do protocolo de avaliação, ou seja, não ocorreu diferenças nos resultados quando os atributos foram avaliados (ensaios AIG e IGA), mas esses diferiram dos resultados encontrados quando apenas a impressão global foi avaliada (ensaio IG), como verificado nos valores dos limiares hedônicos dos ensaios AIG e IGA (Figuras 3.1 e 3.2) e nas comparações apresentadas nas Tabelas 3.3, 3.4 e 3.6. A ordem de avaliação da impressão global, se a classificação deve ser antes ou depois da avaliação dos atributos, já foi estudada por POPPER et al. (2004), que sugeriram avaliar, primeiramente, a aceitação global, para evitar a interferência dos atributos. No entanto, ao se analisar várias amostras, como no presente estudo, tal protocolo não suprime o viés, pois os atributos avaliados no primeiro produto podem influenciar a classificação dos produtos apresentados posteriormente.

Quando apenas a impressão global foi avaliada, mesmo que os consumidores tenham discriminado mais as amostras controle (Tabela 3.3) e estímulo (Tabela 3.4), o que refletiu nas maiores diferenças entre as notas hedônicas das amostras controle e estímulo de cada sessão (Tabela 3.6), isso não interferiu nos valores de LAC, visto que ocorreu sobreposição dos IC dos

parâmetros dos modelos, com 95% de confiança (Figura 3.3), indicando semelhança entre os modelos e, conseqüentemente, entre os valores de LAC. A diferença entre os valores obtidos em cada ensaio foi pequena, provavelmente devido ao erro aleatório. Apesar da avaliação dos atributos não ter influenciado os valores dos LAC, provavelmente devido ao modelo de regressão ajustado ter absorvido essas diferenças, esse comportamento pode ser suficiente para alterar os valores do LAC de outros estudos, com outras matrizes alimentares e estímulos.

Em contrapartida, a influência da avaliação dos atributos nas notas hedônicas de impressão global das amostras estímulo refletiu sobre os valores de LRH, que foram consideravelmente menores do que no ensaio IG, mesmo ocorrendo sobreposição dos IC dos parâmetros dos modelos, com 95% de confiança (Figura 3.4). Tal sobreposição indicaria semelhança entre os modelos ajustados e, conseqüentemente, semelhança entre os valores de LRH obtidos em cada protocolo de avaliação, o que não foi observado neste estudo. Isto provavelmente ocorreu por ser necessária uma grande diferença entre os parâmetros para não ocorrer sobreposição dos IC.

Os valores de LAC de todos os ensaios podem ser considerados exatos, uma vez que os p-valores foram próximos a 0,05 (Tabela 3.7) e, apesar do ensaio AIG destoar dos demais, como os valores de LAC de todos os ensaios foram próximos, o que não justifica uma possível diferença significativa nos p-valores. A variação nos numérica dos p-valores pode ter ocorrido devido ao efeito aleatório, se origina de variações temporais ou espaciais e ocorre de forma imprevisível. Já em relação ao LRH, a avaliação apenas da impressão global (ensaio IG) possibilitou a obtenção de LRH mais exato (Tabela 3.8), provavelmente porque nos ensaios em que os atributos também foram avaliados (AIG e IGA), os consumidores tendem a atribuir classificações de impressão global como a média das notas hedônicas de todos os atributos avaliados.

Por fim, acredita-se que determinação dos limiares hedônicos direcionais depende do objetivo do estudo. Para estudos preliminares, onde, além de determinar os limiares hedônicos, deseja-se investigar quais atributos são mais afetados pela variação do estímulo, pode-se determinar os limiares hedônicos direcionais. No entanto, nesses casos, os pesquisadores devem estar cientes de que o limiar de rejeição hedônica pode ser alterado devido à avaliação direcional dos atributos. Para o cálculo do limiar de rejeição hedônica mais exato, apenas os limiares hedônicos globais devem ser determinados, sem direcionamento de atributos específicos.

3.5 CONCLUSÃO

A análise direcional de atributos influencia os resultados da Metodologia dos Limiares hedônicas, no entanto, o limiar de aceitação comprometida (LAC) não foi afetado, provavelmente porque o ajuste do modelo absorve as diferenças entre a aceitação global encontradas em cada protocolo de avaliação. O limiar de rejeição hedônica (LRH) foi mais influenciado, apresentando estimativas menos conservadoras quando todos os atributos foram avaliados, independente da ordem de avaliação dos atributos.

O protocolo de avaliação que deve ser utilizado depende do objetivo do estudo. Ao determinar os limiares hedônicos direcionais, para investigar quais atributos sofrem maior influência com a variação de um estímulo, é necessário considerar que a aceitação global será influenciada, com a tendência de estimativas menos conservadoras, uma vez que os consumidores tendem a ser menos criteriosos na avaliação da impressão global, quando atributos pouco afetados pela variação do estímulo são direcionados na avaliação.

Entretanto, novos estudos, com outras matrizes alimentares e estímulos, devem ser realizados para elucidar se a avaliação dos atributos realmente altera os valores dos limiares hedônicos globais.

3.6 REFERÊNCIAS

ABDI, H. What can cognitive psychology and sensory evaluation learn from each other?. **Food Quality and Preference**, v. 13, n. 7-8, p. 445-451, 2002.

ACTION ON SUGAR. (2015). Disponível em: <http://www.actiononsugar.org/>. Acessado em: 19 dez. 2019.

ANDERSEN, B. V.; BROCKHOFF, P. B.; HYLDIG, G. The importance of liking of appearance, odour, taste and texture in the evaluation of overall liking. A comparison with the evaluation of sensory satisfaction. **Food Quality and Preference**, v. 71, p. 228-232, 2019.

CLARK, C. C.; LAWLESS, H.T. Limiting response alternatives in time-intensity scaling: an examination of the halo-dumping effect. **Chemical senses**, v. 19, n. 6, p. 583-594, 1994.

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

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

EARTHY, P. J., MacFIE, H. J., & HEDDERLEY, D. Effect of question order on sensory perception and preference in central location trials. **Journal of Sensory Studies**, 12(3), 215-237, 1997.

ENNIS, D. M. Is preferential choice affected by attribute scoring in blind consumer product testing. **American Society for Testing and Materials (ASTM) Meeting**, 1993.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). ISO/DTS 21748: **Guide for the use of repeatability, reproducibility and trueness estimates in measurement uncertainty estimation**. ISO/TC 69/SC 6, p. 25, 2002.

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

LIMA FILHO, T.; DELLA LUCIA, S. M.; MINIM, L. A.; GAMBA, M. M.; LIMA, R. M.; MINIM, V. P. R. Directional hedonic thresholds for sodium concentration in hamburger. **Food Quality and Preference**, v. 78, p. 103722-1, 2019.

LIMA FILHO, T.; DELLA LUCIA, S. M.; MINIM, L. A.; SILVA, R. D. C. D. S. N. D.; MINIM, V. P. R. Validation of the hedonic threshold methodology in determining the hedonic rejection threshold. **Journal of Sensory Studies**, v. 33, n. 1, p. e12313, 2018.

LIMA FILHO, T.; DELLA LUCIA, S. M.; MINIM, L. A.; SILVA, R. D. C. D. S. N. D.; SILVA, A. N. D.; MINIM, V. P. R. Validation of the hedonic threshold methodology in determining the compromised acceptance threshold. **Journal of Sensory Studies**, v. 01, p. e12255, 2017.

LIMA FILHO, T.; MINIM, V. P. R.; SILVA, R. D. C. D. S. N. D.; DELLA LUCIA, S. M.; MINIM, L. A. Methodology for determination of two new sensory thresholds: Compromised acceptance threshold and rejection threshold. **Food Research International**, v.76, n.3, p. 561–566, 2015.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V. & CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. 4^a ed. Boca Raton, Florida: CRC Press, 448p, 2006.

MOSKOWITZ, H. R., & KRIEGER, B. What sensory characteristics drive product quality? An assesment of individual differences. **Journal of Sensory Studies**, 8, 271–282, 1992.

POPPER, R.; ROSENSTOCK, W.; SCHRAIDT, M.; KROLL, B. J. The effect of attribute questions on overall liking ratings. **Food Quality and Preference**, 15, 853, 2004.

SCHENKER, N.; GENTLEMAN, J. F. On judging the significance of differences by examining overlap between confidence intervals. **The American Statistician**, 55, 182–186, 2001.

SCHUMAN, H.; PRESSER, S. Questions and Answers in Attitude Surveys: Experiments in Question Form, Wording and Context. **Academic Press**, New York, 1981.

STONE, H.; SIDEL, J. L. (2004). **Sensory Evaluation Practices** (third ed.). New York: Academic.

TOURANGEAU, R.; RASINSKI, K.A. Cognitive processes underlying context effects in attitude measurement. **Psychological Bull.** 103,299-314, 1988.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. (2013). Noncommunicable diseases. Disponível em: <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>. Acessado em: 19 dez. 2019.

CONCLUSÃO GERAL

A utilização de diferentes condições experimentais na metodologia dos limiares hedônicos (MLH), como tipos de escalas hedônicas, protocolo de apresentação das amostras estímulo e protocolo de avaliação influenciou as notas hedônicas de aceitação e, conseqüentemente, os valores dos limiares hedônicos.

Em relação às escalas, as principais características analisadas foram o atendimento aos pré-requisitos da MLH, poder discriminante e exatidão. A escala “1 a 9”, originalmente utilizada na metodologia, atendeu ao pré-requisito e apresentou elevado potencial discriminante e forneceu limiares hedônicos com exatidão satisfatória. A escala “ENEH”, atendeu ao pré-requisito, apresentou poder discriminante menor, mas apresentou maior exatidão dos limiares hedônicos, sendo considerada uma alternativa para a avaliação da aceitação na MLH.

A apresentação das amostras estímulo com os protocolos “Semelhante para diferente” e aleatório pode ser utilizada na MLH, pois estes protocolos possibilitam a obtenção de valores de limiares de aceitação comprometida (LAC) e de rejeição hedônica (LRH) exatos. No entanto, o protocolo aleatório foi o que resultou em limiares mais exatos, provavelmente devido à minimização do efeito de expectativa gerado pela apresentação dos pares de amostras em ordens decrescente e crescente em relação à intensidade do estímulo. Quando comparada à apresentação aleatória, o protocolo “Semelhante para decrescente” acarreta um maior efeito de expectativa, podendo ser desejável ou indesejável, dependendo da aplicação da metodologia.

A análise direcional de atributos influencia os resultados da Metodologia dos Limiares hedônicas, no entanto, o limiar de aceitação comprometida (LAC) não foi afetado, provavelmente porque o ajuste do modelo absorve as diferenças entre a aceitação global encontradas em cada protocolo de avaliação. O limiar de rejeição hedônica (LRH) foi mais influenciado, apresentando estimativas menos conservadoras quando todos os atributos foram avaliados, independente da ordem de avaliação dos atributos. Entretanto, novos estudos, com outras matrizes alimentares e estímulos, devem ser realizados para elucidar se a avaliação dos atributos realmente altera os valores dos limiares hedônicos globais.

Dessa forma, as condições estudadas neste trabalho possibilitaram o aperfeiçoamento e a melhoria dos potenciais de aplicação da Metodologia dos Limiares Hedônicos.

APÊNDICE A – Fichas de avaliação

Nome: _____ Sexo: _____ Idade: _____ Data: ____/____/____

Por favor, prove as amostras da esquerda para direita e indique o quanto você gostou ou desgostou dos produtos, dando notas de acordo com a escala abaixo:

(9) Gostei extremamente

(8) Gostei muito

(7) Gostei moderadamente

(6) Gostei ligeiramente

(5) Indiferente

(4) Desgostei ligeiramente

(3) Desgostei moderadamente

(2) Desgostei muito

(1) Desgostei extremamente

Código _____

Impressão global _____

Comentários: _____

Ficha de avaliação contendo a escala estruturada numerada unipolar.

Nome: _____ Sexo: _____ Idade: _____ Data: ____/____/____

Por favor, prove as amostras da esquerda para direita e indique o quanto você gostou ou desgostou dos produtos, dando notas de acordo com a escala abaixo:

(+4) Gostei extremamente

(+3) Gostei muito

(+2) Gostei moderadamente

(+1) Gostei ligeiramente

(0) Indiferente

(-1) Desgostei ligeiramente

(-2) Desgostei moderadamente

(-3) Desgostei muito

(-4) Desgostei extremamente

Código _____

Impressão global _____

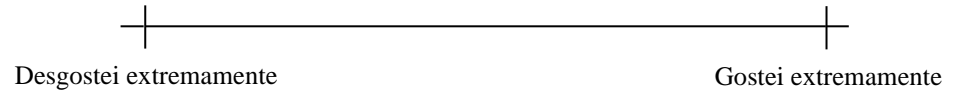
Comentários: _____

Ficha de avaliação contendo a escala estruturada numerada bipolar.

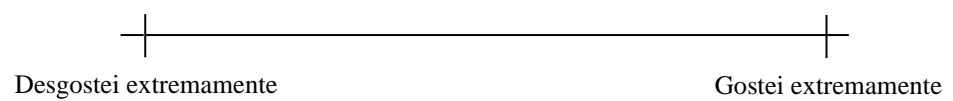
Nome: _____ Sexo: _____ Idade: _____ Data: ___/___/___

Por favor, prove as amostras da esquerda para direita e indique o quanto você gostou ou desgostou dos produtos, marcando um traço vertical nas escalas abaixo.

Código da amostra: _____



Código da amostra: _____



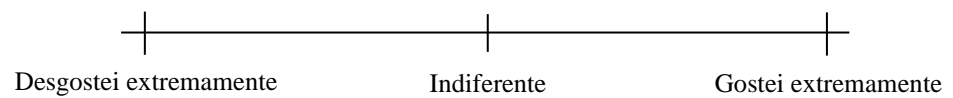
Comentários: _____

Ficha de avaliação contendo a escala não estruturada tradicional.

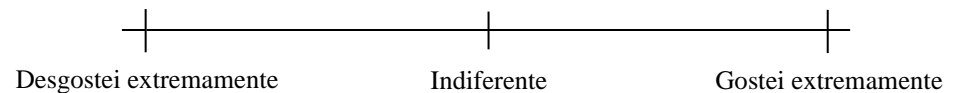
Nome: _____ Sexo: _____ Idade: _____ Data: ___/___/___

Por favor, prove as amostras da esquerda para direita e indique o quanto você gostou ou desgostou dos produtos, marcando um traço vertical nas escalas abaixo.

Código da amostra: _____



Código da amostra: _____



Comentários: _____

Ficha de avaliação contendo a escala não estruturada híbrida.