

ANDRÉA ALVES SIMIQUELI

**PERFIL DESCRITIVO OTIMIZADO ASSOCIADO AO TREINAMENTO: UMA
NOVA APLICAÇÃO PARA A INDÚSTRIA DE ALIMENTOS**

Dissertação 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 *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2014

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

S589p
2014
Simiqueli, Andréa Alves, 2014-
Perfil Descritivo Otimizado associado ao treinamento : uma
nova aplicação para a indústria de alimentos / Andréa Alves
Simiqueli. – Viçosa, MG, 2014.
xiii, 97f. : il. ; 29 cm.

Inclui anexos.

Orientador: Valéria Paula Rodrigues Minim.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Alimentos - Indústria. 2. Alimentos - Avaliação sensorial.
3. Julgador - Treinamento. 4. Perfil Descritivo Otimizado.
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

ANDRÉA ALVES SIMIQUELI

**PERFIL DESCRITIVO OTIMIZADO ASSOCIADO AO TREINAMENTO: UMA NOVA
APLICAÇÃO PARA A INDÚSTRIA DE ALIMENTOS**

Dissertação 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 *Magister Scientiae*.

APROVADA: 24 de julho de 2014.

Dra. Márcia Cristina T. Ribeiro Vidigal

Prof. Dr. Joel Camilo Souza Carneiro

Dra. Rita de Cássia dos S. N. da Silva
(Co-orientadora)

Prof. Dr. Luis Antonio Minim
(Co-orientador)

Prof.^a Dra. Valéria Paula Rodrigues Minim
(Orientadora)

*“Embora ninguém possa voltar atrás e fazer um novo
começo, qualquer um pode começar agora
e fazer um novo fim”.*

Chico Xavier

AGRADECIMENTOS

À Deus, que me ilumina e me conduz.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Tecnologia de Alimentos, pela formação acadêmica.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

À professora Valéria Paula Rodrigues Minim, pela orientação, confiança, amizade e ensinamentos que contribuíram para a minha formação. Obrigada pela oportunidade de trabalhar na sua equipe.

À co-orientadora Rita de Cássia dos Santos Navarro da Silva, pelos conselhos, contribuições, dedicação e ensinamentos que foram indispensáveis para a realização deste trabalho.

Ao professor Luis Antonio Minim, pelas valiosas sugestões neste trabalho.

À Márcia Cristina Teixeira Ribeiro Vidigal, e ao professor Joel Camilo Souza Carneiro pela participação na banca de defesa de dissertação.

À equipe do laboratório, Rita, Márcia, Kika, Nayara, Aline, Tarcísio, Paula, Adriano e Eyder, pela amizade e por terem tornado esta fase mais feliz.

Aos estudantes da graduação, Douglas, Rêmio, Vinícius, Iago, Taliny, Letícia e Bruna, pelo apoio fundamental no desenvolvimento do experimento.

Aos julgadores, pelo comprometimento e dedicação nas análises sensoriais.

A todos os funcionários do DTA que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus pais amados, Sebastião e Gislene, pelo amor, dedicação, orações e por terem me incentivado a nunca desistir dos meus sonhos.

À minha irmã Débora, por estar sempre ao meu lado em todos os momentos. À minha irmã Amanda, pelo carinho, amizade e cumplicidade. Ao meu irmão Victor pelo amor, força e amizade. Amo vocês!

Aos meus lindos sobrinhos, Thiago Henrique e Cauã, por tornarem a vida mais alegre.

Ao meu segundo pai, tio Wilson, que sempre acreditou no meu potencial. Serei eternamente grata. Amo você! Saudades!

Aos meus amados avós, Toninho e Ondina, pelo amor, carinho e cuidados. Mesmo de longe sempre me deram força e coragem para vencer todos os desafios. Quantas saudades!

Às minhas queridas tias, Gisele, Gilda e Léia, pela amizade, confiança e força sempre depositada. Ao tio Cândido, pelo apoio e carinho. Sem vocês esta conquista seria ainda mais difícil.

Aos meus primos queridos, Felipe, Eduardo, Karen, Ana Carolina, Marco Antônio, Laís e Iara, por estarem sempre “torcendo” pela minha vitória.

Ao meu cunhado Eluizio, pelas calorosas recepções em sua casa.

À minha madrastra Elizete, pela amizade e compreensão.

Aos meus amigos, em especial Mara, Douglas, Wiler e Bete, pela força e apoio incondicional.

Aos trabalhadores do grupo ACEAK, por me proporcionarem um ambiente tranquilo e sereno, o qual me deu força e equilíbrio para seguir em frente.

E a todos que de alguma forma contribuíram e “vibraram” por esta conquista. Os meus sinceros agradecimentos.

BIOGRAFIA

ANDRÉA ALVES SIMIQUELI, filha de Sebastião Simiqueli e Gislene de Oliveira Alves, nasceu em 14 de abril de 1987, em Carangola, Minas Gerais.

Iniciou seus estudos na escola municipal Interventor Júlio de Carvalho, Espera Feliz/MG, em 1994. Em 1998 estudou na Escola Estadual Altivo Leopoldino de Souza, onde concluiu o ensino médio em 2004.

Em março de 2007 ingressou na Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG. Em 2009 transferiu-se para a Universidade Federal de Viçosa, campus Viçosa – MG, onde graduou-se em Engenharia de Alimentos em maio de 2013.

Em abril de 2013, iniciou o curso de Mestrado no programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos na Universidade Federal de Viçosa, campus Viçosa – MG, concluindo em julho de 2014.

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| LISTA DE TABELAS | ix |
| LISTA DE FIGURAS | xi |
| RESUMO | xii |
| ABSTRACT | xiii |
| INTRODUÇÃO GERAL | 1 |
| CAPÍTULO 1 – Métodos Sensoriais Descritivos: abordagem com julgadores treinados e não treinados | 5 |
| 1. Introdução | 5 |
| 2. Métodos tradicionais | 6 |
| 2.1 Perfil Convencional | 7 |
| 3. Métodos alternativos | 9 |
| 3.1 Perfil Descritivo Otimizado | 10 |
| 4. Comparação das equipes de julgadores treinados e não treinados | 12 |
| 5. Aplicações de técnicas descritivas com elevado grau de precisão | 14 |
| 6. Número ideal de julgadores: metodologias sensoriais descritivas | 16 |
| 7. Considerações finais | 17 |
| Referências Bibliográficas | 18 |
| CAPÍTULO 2 – Perfil Descritivo Otimizado associado ao treinamento dos julgadores | 24 |
| 1. Introdução | 24 |
| 2. Materiais e Métodos | 26 |
| 2.1 Matriz alimentar | 26 |
| 2.2 Análise descritiva dos chocolates | 27 |
| 2.2.1 Perfil Descritivo Otimizado (PDO) | 28 |
| 2.2.2 Perfil Descritivo Otimizado associado ao treinamento (PDOT) | 29 |
| 2.2.2.1 Perfil Descritivo Otimizado associado a um menor tempo de treinamento (PDOT _{menor}) | 29 |
| 2.2.2.2 Perfil Descritivo Otimizado associado a um maior tempo de treinamento (PDOT _{maior}) | 32 |
| 2.2.3 Perfil Convencional (PC) | 33 |
| 2.3 Análises estatísticas | 34 |
| 2.4 Comparação entre as técnicas descritivas | 34 |
| 2.4.1 Configurações espaciais das técnicas descritivas | 35 |

| | | |
|--|---|----|
| 2.4.2 | Escores médios de intensidade | 35 |
| 2.4.3 | Avaliação do desempenho global das equipes entre as técnicas descritivas | 35 |
| 2.4.3.1 | Capacidade discriminativa das técnicas/painel sensorial descritivo | 35 |
| 2.4.3.2 | Medida de precisão das técnicas descritivas | 36 |
| 2.4.3.3 | Utilização da escala não-estruturada pelos julgadores semi-treinados (PDO) e treinados (PDOT _{menor} , PDOT _{maior} e PC) | 37 |
| 2.4.4 | Avaliação do desempenho individual dos julgadores entre as técnicas descritivas: capacidade discriminativa, repetibilidade e concordância | 38 |
| 2.5 | Softwares utilizados | 39 |
| 3. | Resultados | 39 |
| 3.1 | Comparação entre as técnicas descritivas | 39 |
| 3.1.1 | Configurações espaciais das técnicas descritivas | 39 |
| 3.1.2 | Escores médios de intensidade | 43 |
| 3.1.3 | Avaliação do desempenho global das equipes entre as técnicas descritivas | 46 |
| 3.1.3.1 | Capacidade de discriminação das formulações de chocolate | 46 |
| 3.1.3.2 | Medida de precisão das técnicas descritivas | 48 |
| 3.1.3.3 | Utilização da escala não-estruturada pelos julgadores semi-treinados (PDO) e treinados (PDOT _{menor} , PDOT _{maior} e PC) | 51 |
| 3.1.4 | Avaliação do desempenho individual dos julgadores entre as técnicas descritivas: Capacidade discriminativa, repetibilidade e concordância | 60 |
| 4. | Discussões | 64 |
| 5. | Conclusões | 68 |
| | Referências Bibliográficas | 70 |
| CAPÍTULO 3 – Quantos julgadores são necessários para o método Perfil Descritivo | | |
| | Otimizado associado ao treinamento? | 75 |
| 1. | Introdução | 75 |
| 2. | Materiais e Métodos | 76 |
| 2.1 | Matriz alimentar | 77 |
| 2.2 | Procedimento | 77 |
| 2.3 | Análise dos dados | 78 |
| 2.3.1 | Simulação computacional | 78 |
| 2.3.2 | Definição dos critérios de avaliação | 78 |
| 2.3.2.1 | Estimativa do erro experimental | 79 |

| | |
|--|----|
| 2.3.2.2 Interação entre nas formulações e os julgadores | 80 |
| 2.3.2.3 Capacidade discriminativas | 80 |
| 2.3.2.4 Similaridade entre os mapas descritivos | 81 |
| 3. Resultados | 82 |
| 3.1 Painel completo: análise de variância, teste de <i>Tukey</i> e mapa sensorial descritivo | 82 |
| 3.2 Sub-painéis: critérios de decisão | 84 |
| 3.2.1 Estimativa do erro experimental | 84 |
| 3.2.2 Interação entre as formulações e os julgadores | 85 |
| 3.2.3 Capacidade discriminativa | 86 |
| 3.2.4 Similaridade entre os mapas descritivos | 87 |
| 4. Discussões | 88 |
| 5. Conclusões | 91 |
| Referências Bibliográficas | 92 |
| CONCLUSÃO GERAL | 95 |
| ANEXOS | 96 |

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

| | |
|--|----|
| Tabela 2.1 – Composição dos chocolates em relação ao tipo e quantidade do chocolate base utilizado no processamento | 26 |
| Tabela 2.2 – Lista de atributos sensoriais e respectivas definições | 28 |
| Tabela 2.3 – Etapas do treinamento em menor tempo, com respectivo número de sessões e procedimento | 30 |
| Tabela 2.4 – Etapas do treinamento de maior tempo, com respectivo número de sessões e procedimento | 32 |
| Tabela 2.5 – Explicação dos componentes principais da avaliação dos dados descritivos obtidos por meio das quatro técnicas descritivas | 40 |
| Tabela 2.6 – p-valor da análise de variância para comparação dos escores entre as técnicas descritivas | 45 |
| Tabela 2.7 – Escores médios dos atributos sensoriais de chocolate obtidos por meio das quatro técnicas (PDO, PDOT _{menor} , PDOT _{maior} e PC) | 47 |
| Tabela 2.8 – Repetibilidade (e_{ij}) e reprodutibilidade (B_j) das técnicas descritivas | 48 |
| Tabela 2.9 – Valores do quadrado médio residual para cada técnica sensorial | 50 |
| Tabela 2.10 – Comparação da precisão entre as técnicas por meio do $F_{máximo}$, e seus respectivos níveis de significância para os atributos sensoriais do chocolate | 51 |
| Tabela 2.11 – Valores de $F_{interação}$ e seus respectivos níveis de significância para os atributos sensoriais de chocolate avaliados por meio de julgadores semi-treinados (PDO) e treinados (PDOT _{menor} , PDOT _{maior} e PC) | 52 |
| Tabela 2.12 – Faixa de amplitude dos escores atribuídos às formulações por cada técnica e para cada atributo | 59 |
| Tabela 2.13 – Porcentagem de julgadores que discriminaram as formulações de chocolate e que apresentaram repetibilidade | 61 |
| Tabela 2.14 – Coeficiente de correlação de <i>Pearson</i> (r) obtidos para cada atributo e técnica sensorial | 63 |
| Tabela 2.15 – Comparação dos critérios de avaliação de cada técnica sensorial descritiva .. | 66 |

CAPÍTULO 3

| | |
|---|----|
| Tabela 3.1 – Composição dos chocolates em relação ao tipo e quantidade do chocolate base utilizado no processamento | 77 |
| Tabela 3.2 – Lista de atributos sensoriais e respectivas definições | 78 |
| Tabela 3.3 – Resumo da ANOVA para os dados do painel completo | 82 |
| Tabela 3.4 – Escores médios dos atributos sensoriais de chocolate obtidos pelo painel completo, e número de pares semelhantes (q) por meio do teste de <i>Tukey</i> ($\alpha = 0,05$) | 83 |
| Tabela 3.5 – Porcentagem de atendimento dos subgrupos ao critério da estimativa do erro experimental | 85 |
| Tabela 3.6 – Porcentagem de atendimento dos subgrupos ao critério do efeito da interação entre as formulações e os julgadores | 86 |
| Tabela 3.7 – Porcentagem de atendimento dos subgrupos ao critério capacidade discriminativa, avaliada pelo teste de <i>Tukey</i> | 87 |
| Tabela 3.8 – Porcentagem de atendimento dos subgrupos ao critério | 88 |

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

| | |
|--|----|
| Figura 2.1 - Exemplo da ficha resposta da terceira etapa do treinamento dos julgadores referente ao atributo cor marrom | 31 |
| Figura 2.2 - Configuração espacial das formulações de chocolate e correlação dos atributos sensoriais com os componentes principais. (a)PDO, (b)PDOT _{menor} , (c)PDOT _{maior} , (d)PC | 41 |
| Figura 2.3 – Utilização dos escores sensoriais na quantificação das características sensoriais dos chocolates, sendo cada julgador representado por uma linha no gráfico (a) PDO, (b)PDOT _{menor} , (c)PDOT _{maior} , (d)PC | 53 |
| Figura 2.4 – Distribuição de frequência para os escores sensoriais atribuídos aos estímulos sensoriais descritivos do chocolate (a) PDO, (b)PDOT _{menor} , (c)PDOT _{maior} , (d)PC | 55 |
| Figura 2.5 – Representação gráfica das frequências obtidas para cada faixa do coeficiente de correlação de <i>Pearson</i> (r), dado para cada julgador e técnica | 64 |

CAPÍTULO 3

| | |
|---|----|
| Figura 3.1 – Mapa sensorial descritivo dos chocolates, obtido por meio da Análise de Componentes Principais | 84 |
|---|----|

RESUMO

SIMIQUELI, Andréa Alves, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2014. **Perfil Descritivo Otimizado associado ao treinamento: uma nova aplicação para a indústria de alimentos.** Orientadora: Valéria Paula Rodrigues Minim. Co-orientadores: Rita de Cássia dos Santos Navarro da Silva e Luis Antônio Minim.

As metodologias descritivas existentes na literatura apresentam alguma desvantagem que dificulta a sua aplicação no contexto prático da indústria, como por exemplo, a demanda de um longo tempo de execução da técnica ou obtenção de resultados apenas qualitativos, ou ainda obtenção de resultados pouco confiáveis e reprodutíveis. Com o objetivo de suprir a demanda por métodos quantitativos, mais precisos e confiáveis, em um menor tempo de execução da prática, foi proposto associar a metodologia Perfil Descritivo Otimizado (PDO) ao treinamento dos julgadores. No presente estudo, avaliou-se o perfil sensorial de chocolate por meio de quatro técnicas descritivas: PDO (julgadores semi-treinados), PDO associado a dois tempos distintos de treinamento (PDOT_{menor} e PDOT_{maior}) e por meio da metodologia convencional, Perfil Convencional – PC (julgadores treinados). Assim foi possível avaliar o efeito do treinamento, do tempo de treinamento e do protocolo de avaliação no perfil sensorial dos chocolates, na capacidade discriminativa e no desempenho global e individual dos julgadores, de cada equipe sensorial. Adicionalmente, foi realizado um estudo para determinar o número necessário de julgadores para a técnica PDOT, o qual foi realizado por meio de simulação computacional. Na análise dos resultados, verificou-se que as quatro técnicas descritivas apresentaram perfis sensoriais dos chocolates similares entre si, com coeficiente RV igual ou superior a 0,93. Entretanto, os painéis diferiram nos escores médios atribuídos às formulações de chocolate, em relação aos atributos sensoriais. Sendo assim, constatou-se que o painel referente à técnica PDOT_{maior} apresentou melhor capacidade discriminativa, maior precisão nos resultados, tanto para o painel global, como para os julgadores individualmente. A forma de utilização da escala não estruturada pelos julgadores apresentou comportamento diferenciado nas quatro técnicas avaliadas, sendo que no PDOT_{maior} os escores foram utilizados de forma mais homogênea, em comparação com as demais técnicas. Desta forma, a caracterização sensorial por meio do PDOT_{maior} possibilitou resultados mais sensíveis e precisos, em um menor tempo de execução do teste sensorial, frente ao PC. Além disso, verificou-se que oito julgadores são suficientes para o PDOT, logo o treinamento proporcionou uma redução de 50 % no número de julgadores, comparando com o método original (PDO).

ABSTRACT

SIMIQUÉLI, Andréa Alves, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, July 2014. **Optimized Descriptive Profile associated to training: a new application for the food industry.** Adviser: Valéria Paula Rodrigues Minim. Co-advisers: Rita de Cássia dos Santos Navarro da Silva and Luis Antônio Minim.

Existing descriptive methodologies in literature present some disadvantages that hinder their application in the practical context of industry, such as the demand of a long execution time of the technique or acquisition of only qualitative results, or obtaining little reliable and reproducible results. In order to meet the demand for more accurate and reliable quantitative methods with shorter execution times, it was proposed to associate the Optimized Descriptive Profile methodology (ODP) with the training of panelists. In the present study, we evaluated the sensory profile of chocolate using four technical/descriptive panels: ODP (semi-trained panelists), ODP associated with two distinct training times (ODPT_{less} and ODPT_{more}) and by means of the conventional CP methodology, Conventional Profile - CP (trained panelists). It was therefore possible to evaluate the effect of training, the training time and the evaluation protocol on the sensory profile of chocolates, the discriminative capacity and on the overall and individual performance of panelists from each sensory team. Additionally, a study was conducted to determine the number of judges for the OPDT technique, which was realized by means of computer simulation. In reviewing the results, it was found that the four descriptive sensory profiling techniques were similar, with RV coefficients greater than or equal to 0.93. However, the panels differed with regards to the mean scores attributed to the chocolate formulations in relation to the sensory attributes. Thus, it was found that the panel referring to the ODPT_{more} technique showed better discriminative capacity, with more accurate results both for the overall panel and for the individual judges. The form of using the unstructured scale by the panelists showed different behavior in the four techniques evaluated, where in the ODPT_{more} the scores were used more homogeneously in comparison with the other techniques. Thus, sensory characterization by the ODPT_{more} permitted more sensitive and accurate results in a shorter execution time compared to the CP. Furthermore, it was found that eight panelists are sufficient for the ODPT, where training provided a 50% reduction in the number of panelists compared to the original method (ODP).

INTRODUÇÃO GERAL

Metodologias descritivas convencionais consistem na descrição e quantificação das características sensoriais dos alimentos por meio da avaliação sensorial de uma equipe de julgadores treinados. Estas metodologias fornecem a magnitude de intensidade do perfil sensorial dos alimentos, proporcionando assim diversas aplicações nas indústrias, como por exemplo, o seu uso como ferramenta no controle de qualidade, nas análises de estabilidade e no mapeamento sensorial dos produtos. Além disso, podem ser utilizadas para acompanhar as mudanças do produto ao longo do tempo em relação aos prazos de validade e aos efeitos de embalagem, ou ainda, para investigar a variabilidade dos ingredientes ou do processamento na qualidade sensorial final de um produto (GACULA, 1997; MURRAY et al., 2001; STONE, 2012).

Entretanto, as metodologias convencionais requerem muito tempo na execução da técnica, devido ao treinamento extensivo dos julgadores, o qual visa melhorar a acuidade sensorial dos mesmos, tornando as avaliações mais consistentes e precisas. Por outro lado, a demanda de um longo tempo, torna-se um limitante para a aplicação destas técnicas no contexto prático da indústria (DAIROU e SIEFFERMANN, 2002; DELARUE e SIEFFERMANN, 2004; LABBE et al., 2004; CARTIER et al., 2006; RICHTER et al., 2010; SILVA et al., 2012).

Neste sentido, diversos pesquisadores propuseram metodologias alternativas que utilizam julgadores com menor ou nenhum grau de treinamento (consumidores), com o intuito de reduzir o tempo das análises, conhecidos como métodos descritivos rápidos. Dentre os métodos rápidos propostos, o Perfil Descritivo Otimizado (PDO) (SILVA et al., 2012) se destaca por fornecer dados quantitativos do perfil sensorial dos produtos.

No PDO, para possibilitar que julgadores com baixo nível de treinamento avaliassem quantitativamente a intensidade dos atributos nos produtos, Silva et al. (2012) propuseram que as amostras fossem avaliadas segundo o protocolo atributo-por-atributo (ISHII et al., 2007), no qual todas as amostras são analisadas simultaneamente. Além disso, foi proposto que os materiais de referência fossem apresentados juntamente com as amostras, facilitando assim a alocação da intensidade dos atributos na escala não estruturada. Esta estruturação do teste descritivo permitiu a obtenção de um perfil sensorial muito semelhante à avaliação obtida pela equipe treinada por meio do Perfil Convencional (PC).

Em contra partida, Silva et al. (2013) constataram que o PDO apresenta uma grande variabilidade nos resultados, o que diminui a precisão do método ao avaliar as características sensoriais de um produto. Portanto, mesmo que a metodologia (PDO) demande de um menor tempo na execução da técnica, esta não é indicada para aplicação nas indústrias, em setores que requerem alta precisão, como nas análises de estabilidade e no controle de qualidade. Além disso, em outro estudo (SILVA et al., 2014), os autores verificaram que a maior variabilidade do perfil sensorial dos produtos obtidos por meio do PDO, foi o critério mais rigoroso na determinação do número ideal de julgadores para compor o painel, necessitando de, no mínimo, 16 julgadores para compor a equipe.

Diante disto, associar o treinamento ao protocolo de avaliação do PDO pode ser uma alternativa para reduzir a variabilidade dos resultados, uma vez que julgadores treinados são mais exigentes e consistentes em sua avaliação, fornecendo dados mais detalhados, robustos, reproduzíveis e estáveis no tempo (CLAPPERTON e PIGGOTT, 1979; CARDELLO et al., 1982; PERÓN e ALLEN, 1988; SAWYER et al., 1988; SOLOMON, 1990; WOLTERS e ALLCHURCH, 1994; LABBE et al., 2004; MOUSSAOUI e VARELA, 2010 e ARES et al., 2011).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi unir o treinamento dos julgadores ao Perfil Descritivo Otimizado (PDOT) com o intuito de obter uma avaliação sensorial descritiva com um elevado grau de precisão e com menor tempo para execução da técnica. Adicionalmente, foi realizado um estudo para determinar o número necessário de julgadores para realizar o PDOT, sem que ocorresse perda na qualidade dos dados. Assim, esta dissertação foi dividida em três capítulos, sendo o primeiro capítulo de revisão de literatura; o segundo um estudo da viabilidade em associar o treinamento ao protocolo do PDO e o terceiro capítulo um estudo para determinar o número ideal de julgadores para a técnica PDOT, verificando uma possível redução no tamanho da equipe.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARES, G.; BRUZZONE, F.; GIMÉNEZ, A. Is a consumer panel able to reliably evaluate the texture of dairy desserts using unstructured intensity scales? evaluation of global and individual performance. **Journal of Sensory Studies**, v. 26, p. 363–370, 2011.

CARDELLO, A.V.; MALLER, O.; KAPSALIS, J.G.; SEGARS, R.A.; SAWYER, F.M.; MURPHY, C.; MOSKOWITZ, H. Perception of texture by trained and consumer panelists. **Journal Food Science**, v. 47, p. 1186–1197, 1982.

CARTIER, R.; RITZ, A.; LECOMTE, A.; POBLETE, F.; KRYSTLIK, J.; BELIN, E.; MARTIN, N. Sorting procedure as an alternative to quantitative descriptive analysis to obtain a product sensory map. **Food Quality and Preference**, v. 17, p. 562–571, 2006.

CLAPPERTON, J.F.; PIGGOTT, J.R. Flavour characterization by trained and untrained assessors. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 85, p. 275-277, 1979.

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

DELARUE, J.; SIEFFERMANN, J.M. Sensory mapping using Flash profile. Comparison with a conventional descriptive method for the evaluation of the flavour of fruit dairy products. **Food Quality and Preference**, v. 15, p. 383–392, 2004.

GACULA, M. C. **Descriptive sensory analysis in practice**. Trumbull, CT: Food and Nutrition Press, 1997.

ISHII, R.; CHANG, H.; O'MAHONY, M. A comparison of serial monadic and attribute-by-attribute protocols for simple descriptive analysis with untrained judges. **Food Quality and Preference**, v. 18, n. 2, p. 440–449, 2007.

LABBE, D.; RYTZ, A.; HUGI, A. Training is a critical step to obtain reliable product profiles in a real food industry context. **Food Quality and Preference**, v. 15, p. 341–348, 2004.

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

MURRAY, J.M.; DELAHUNTY, C.M.; BAXTER, I.A. Descriptive sensory analysis: past, present and future. **Food Research International**, v. 34, p. 461-471, 2001.

PERÓN, R.M.; ALLEN, G.L. Attempts to train novices for beer flavor discrimination: A matter of taste. **Journal of General Psychology**, v. 115, p. 403-418, 1988.

RICHTER, V.B.; ALMEIDA, T.C.A.; PRUDENCIO, S.H.; BENASSI, M.T. Proposing a ranking descriptive sensory method. **Food Quality and Preference**, v. 21, p. 611 – 620, 2010.

SAWYER, F.M.; CARDELLOW, A.V.; PRELL, P.A. Consumer evaluation of the sensory properties of fish. **Journal of Food Science**, v. 53, p. 12–18,20,24, 1988.

SILVA, R.C.S.N.; MINIM, V.P.R.; SIMIQUELI, A.A.; MORAES, L.E.S.; GOMIDE, A.I., MINIM, L.A. Optimized Descriptive Profile: a rapid methodology for sensory description. **Food Quality and Preference**, v. 24, n. 1, p. 190-200, 2012.

SILVA, R.C.S.N.; MINIM, V.P.R.; CARNEIRO, J.D.S.; NASCIMENTO, M.; DELLA LUCIA, S.M.; MINIM, L.A. Quantitative sensory description using the Optimized Descriptive Profile: comparison with conventional and alternative methods for evaluation of chocolate. **Food Quality and Preference**, v. 30, p. 169-179, 2013.

SILVA, R.C.S.N.; MINIM, V.P.R.; SILVA, A. N.; PETERNELLI, L. A. e MINIM, L.A. Optimized Descriptive Profile: How many judges are necessary? **Food Quality and Preference**, v. 36, p. 3-11, 2014.

SOLOMON, G.E.A. Psychology of novice and expert wine talk. **American of Journal Psychology**, v. 103, p. 495-517, 1990.

STONE, H.; SIDEL, J.L. **Sensory evaluation practices**. (4th. ed.) New York: Academic. 2012.

WOLTERS, C.J.; ALLCHURCH, E.M. Effect of training procedures on the performance of descriptive panels. **Food Quality and Preference**, v. 5, p. 203– 214, 1994.

Métodos sensoriais descritivos: abordagem com julgadores treinados e não treinados

1. INTRODUÇÃO

Análise sensorial descritiva é uma das principais ferramentas da ciência sensorial de alimentos. A sua aplicação tem crescido constantemente no final do século XX e no início do XXI. Esta metodologia proporciona informações qualitativas e / ou quantitativas detalhadas dos atributos que compõem um alimento (MURRAY et al., 2001; STONE e SIDEL , 2012; MOUSSAOUI e VARELA, 2010).

A principal importância da análise descritiva é obter informações do perfil sensorial dos alimentos, possibilitando a sua utilização no controle de qualidade, na comparação de protótipos de alimentos com o intento de entender o comportamento do consumidor em relação aos atributos sensoriais e para o mapeamento sensorial de produtos (GACULA, 1997). Também podem ser utilizadas para acompanhar as mudanças do produto ao longo do tempo em relação aos prazos de validade e aos efeitos da embalagem, ou ainda, para investigar a variabilidade dos ingredientes ou do processamento na qualidade sensorial final de um produto (MURRAY et al., 2001). Segundo Bleibaum et al. (2002), uma das principais contribuições da análise descritiva quantitativa é a sua capacidade de possibilitar a correlação entre as medidas sensoriais e instrumentais, além de permitir segmentar os consumidores de acordo com as suas preferências por meio da correlação dos dados de descrição sensorial com os testes afetivos.

As metodologias descritivas se dividem basicamente em métodos tradicionais, que utilizam julgadores treinados, e métodos alternativos, os quais utilizam julgadores com baixo grau de treinamento, podendo ser julgadores semi-treinados ou até mesmo consumidores. Nos métodos tradicionais, os julgadores recebem um treinamento extensivo, que consiste em uma série de etapas e procedimentos que irão melhorar a sua acuidade sensorial. Logo, estes irão fornecer respostas mais acuradas, com elevado grau de precisão. Além disso, o treinamento possibilita aos julgadores descrever os produtos

em relação a diversas características, até mesmo atributos mais suaves ou presentes em baixa intensidade.

Por outro lado, as técnicas tradicionais demandam de um longo tempo de execução da prática, uma vez que a etapa de treinamento é extensiva, o que é uma desvantagem para a aplicação destas técnicas nas indústrias (RODRIGUE et al., 2000; DAIROU e SIEFFERMANN, 2002; DELARUE e SIEFFERMANN, 2004; LABBE et al., 2004; CARTIER et al., 2006; PERRIN et al., 2008; RICHTER et al., 2010; SILVA et al., 2012; 2013). Neste sentido, diversos pesquisadores propuseram metodologias alternativas, que visam reduzir o tempo das análises. Estas técnicas utilizam julgadores com menor grau de treinamento, denominadas equipes semi-treinadas ou sem nenhum tipo de treinamento, denominadas de consumidores.

Diversos estudos comprovaram que os métodos descritivos que utilizam julgadores semi-treinados, e principalmente consumidores, conferem resultados com menor precisão (LABBE et al., 2004; ARES et al., 2011; SILVA et al., 2013). Logo, estas metodologias não são as mais indicadas para a aplicação nas indústrias de alimentos, nos setores de controle de qualidade e desenvolvimento de novos produtos. Portanto, o treinamento é uma das principais maneiras de melhorar o desempenho dos julgadores, e assim obter resultados com maior precisão.

2. Métodos tradicionais

As metodologias tradicionais de análise sensorial descritiva envolvem a detecção (discriminação) e a descrição qualitativa e quantitativa dos atributos sensoriais dos alimentos, por meio da avaliação de uma equipe de julgadores treinados (MEILGAARD et al., 2006). Os aspectos qualitativos de um alimento incluem os atributos que compõem a aparência, o aroma, o sabor e a textura do produto. Nas metodologias descritivas tradicionais, após o levantamento e a descrição dos atributos sensoriais, os julgadores treinados também quantificam os estímulos percebidos (MURRAY et al., 2001).

Existem vários métodos convencionais de análise descritiva, incluindo o método do Perfil de Sabor (CAIRNCROSS e SJOSTROM, 1950), Perfil de Textura (BRANDT et al., 1963), Análise Descritiva Quantitativa (STONE et al., 1974), Perfil Livre (LANGRON, 1983; THOMPSON e MACFIE, 1983), *Spectrum* (MEILGAARD et al., 1991) e metodologias genéricas. Estas consistem na combinação de diferentes

abordagens dos métodos existentes na literatura, e são frequentemente empregados durante a aplicação prática, no intuito de atender aos objetivos específicos do estudo (MURRAY et al., 2001). O Perfil Convencional por ser uma metodologia genérica, possibilitando obter as características relacionadas à aparência, sabor, aroma e textura dos produtos, sendo uma técnica amplamente utilizada, e se destaca dentre as demais metodologias tradicionais.

2.1 Perfil Convencional

A análise descritiva genérica denominada “Perfil Convencional” adapta e/ou combina diferentes abordagens dos métodos descritivos de forma a atender aos objetivos específicos da pesquisa. Nesta metodologia, todas as etapas do teste sensorial, devem ser conduzidas de acordo com as recomendações da literatura para métodos descritivos. Metodologias genéricas foram utilizadas por Blancher et al. (2007), Sinésio et al. (2009), Silva et al. (2012) e Hopfer e Heymann (2014).

O Perfil Convencional (PC) geralmente compreende as seguintes etapas: recrutamento e seleção dos candidatos, levantamento dos atributos sensoriais e definição dos materiais de referência, treinamento dos julgadores e, por último, a avaliação dos produtos, de acordo com a escala de intensidade da metodologia a ser adaptada.

As metodologias descritivas, e especificamente o PC exigem, em sua maioria, uma equipe com algum grau de treinamento ou orientação e os julgadores devem apresentar um nível razoável de acuidade sensorial. Para alcançar este objetivo, recruta-se de 2 a 3 vezes o número de julgadores necessários para a realização do teste sensorial. Os voluntários são geralmente recrutados como base em alguns critérios, tais como: disponibilidade de tempo, condições de saúde, não apresentação de alergias, avaliação da personalidade, criatividade verbal, concentração, motivação, não-fumante, hábitos alimentares, experiência prévia, não utilização de próteses dentárias e medicamentos que possam interferir nas análises. Após o recrutamento, estes julgadores são pré-selecionados com base na capacidade discriminatória de produtos (MURRAY et al., 2001; STONE e SIDEL, 2012).

A fase de treinamento das técnicas descritivas inicia com o desenvolvimento de uma linguagem comum que descreva de forma abrangente e precisa os atributos do produto. Geralmente, a nova equipe irá desenvolver a terminologia sensorial por si só, porém a participação de um líder experiente pode auxiliar o processo de aprendizagem.

Uma linguagem já existente pode também ser adaptada por um novo painel, embora se esta foi desenvolvida por outro laboratório, ou em um diferente país ou outra região, dificuldades na compreensão e interpretação dos termos podem ocorrer. A solução para este problema é a utilização das definições completas dos atributos e o estabelecimento de materiais de referência para ancorar as intensidades (“fraco” e “forte”) de cada atributo sensorial (HUNTER e MCEWAN, 1998).

A seleção dos atributos para inclusão na lista final de avaliação é geralmente um procedimento de consenso. O líder do painel também pode influenciar o processo de seleção dos descritores incentivando ou enfatizando certos atributos que têm sido relatados em estudos anteriores (MURRAY et al., 2001). Técnicas para o levantamento de atributos são encontradas na literatura, tais como: o método da lista prévia, associação controlada, discussão aberta (DAMÁSIO e COSTELL, 1991) e o método-rede (MOSKOWITZ, 1983). A linguagem descritiva final deve ser precisamente definida e conter termos suficientes para incluir todos os atributos susceptíveis de serem encontrados no alimento-teste, mas não deve ser tão grande a ponto de ser inviável (PIGGOTT e CANAWAY, 1981).

Uma vez selecionados os termos, a equipe de julgadores é treinada para utilizar um conjunto comum de referências, as quais ilustram e definem os atributos e também ancoram sua intensidade. Isso geralmente é conseguido por meio da exposição da equipe a uma gama de produtos na categoria do alimento sob avaliação (MUNOZ e CIVILLE, 1998). Os procedimentos de treinamento para padronização da forma de manipulação das amostras têm por objetivo evitar erros na interpretação dos atributos sensoriais e expor claramente aos julgadores a que estímulo sensorial se refere cada atributo, ou seja, esclarecer “o quê” e “como” deve ser avaliado o estímulo sensorial (SILVA et al., 2012). No geral, a fase de treinamento deve ser tão extensa quanto possível. Os procedimentos adotados durante o treinamento dependerão da abordagem do método escolhido, do tempo disponível e da complexidade dos produtos em teste.

Durante o treinamento, os julgadores adquirem uma linguagem qualitativa comum e utilizam um conjunto quantitativo de referências, o que possibilita a avaliação padronizada dos produtos em uma escala de intensidade (MURRAY et al., 2001). No Perfil Convencional (metodologia genérica), a escala de intensidade a ser utilizada na etapa de avaliação dos produtos-teste depende da metodologia a ser adaptada. Podendo variar desde escala ordinal utilizada para o Perfil de Sabor (CAIRNCROSS e SJOSTROM, 1950), até escalas não estruturadas para as metodologias *Spectrum*

(MEILGAARD et al., 1991) e Análise Descritiva Quantitativa (STONE et al., 1974). A escolha da escala deve ser realizada de acordo com os objetivos do estudo a ser realizado.

A avaliação dos produtos pela equipe treinada e selecionada, com o objetivo de obter o perfil sensorial dos alimentos-teste, deve ser realizada em relação a todos os atributos sensoriais levantados, e em uma escala de intensidade ancorada nos extremos (“fraco” e “forte”). As metodologias descritivas normalmente realizam a avaliação seguindo o protocolo serial monádico descrito em Ishii et al. (2008). Neste procedimento, as amostras são avaliadas separadamente, de acordo com a intensidade dos atributos descritores, o que seria uma fonte de erros na avaliação, uma vez que, o julgador deverá memorizar os materiais de referencia “fraco” e “forte”, e, além disso, não possuem as demais amostras para comparar a intensidade dos atributos avaliados, o que torna difícil a alocação das amostras dentro da escala de intensidade.

3. Métodos alternativos

Diversos pesquisadores têm trabalhado no intuito de desenvolver metodologias alternativas aos métodos descritivos convencionais, as quais necessitem de menor tempo para obtenção do perfil sensorial, de forma a viabilizar sua utilização na indústria de alimentos. Encontram-se na literatura recente metodologias que utilizam julgadores com menor grau de treinamento, denominadas de equipes semi-treinada, tais como a Análise Descritiva por Ordenação (ADO) (RODRIGUE et al., 2000; RICHTER et al., 2010) e o Perfil Descritivo Otimizado (PDO) (SILVA et al., 2012).

No sentido de otimizar ainda mais o processo descritivo na obtenção das características sensoriais dos produtos, diversos pesquisadores propuseram testes com consumidores com o intuito de reduzir ainda mais o tempo nas análises, são estes: Perfil *Flash* (DAIROU e SIEFFERMANN, 2002; DELARUE e SIEFFERMANN, 2004), *Napping* (PAGÈS, 2005); *Free Sorting Task* (CARTIER et al., 2006), *Check-all-that-apply* (ADAMS et al., 2007; ARES et al., 2010), *Pivot profile* (THUILLIER, 2007), *Ultra-Flash* (PERRIN et al., 2008), *Polarised Sensory Position* (TEILLET et al., 2010).

Dentre as técnicas descritivas apresentadas, o PDO se destaca por permitir a obtenção de dados quantitativos das características avaliadas nos alimentos. As demais metodologias citadas utilizam o procedimento de ordenação ou classificação para avaliar os produtos em relação aos atributos descritores, logo obtém resultados apenas qualitativos do perfil sensorial dos alimentos, exceto o *Polarised Sensory Position*.

Sendo assim, estas metodologias apresentam limitações na sua aplicabilidade nas indústrias, uma vez que não é possível identificar a magnitude da diferença entre as amostras e, portanto, esses métodos não são recomendados no setor de controle de qualidade.

3.1 Perfil Descritivo Otimizado

O Perfil Descritivo Otimizado (PDO), proposto por Silva et al. (2012), teve o objetivo de suprir a demanda por métodos descritivos rápidos e, ao mesmo tempo, fornecer informações quantitativas sobre os atributos sensoriais presentes nos alimentos. Nesta metodologia os julgadores são classificados como semi-treinados, uma vez que passam por diversas etapas antes de avaliar as amostras. Isto proporciona aos julgadores uma certa acuidade sensorial, mesmo sem receber o treinamento.

O PDO compreende as seguintes etapas: recrutamento e pré-seleção dos candidatos, levantamento dos atributos sensoriais e definição dos materiais de referência, familiarização da equipe de julgadores com as referências e, por último, a avaliação dos produtos por meio da escala de intensidade. É recomendada, neste método, a utilização da escala não estruturada de 9 cm ancorada nos extremos pelos termos “fraco” e “forte”, os quais são representados pelos materiais de referência (SILVA et al., 2012).

Na etapa de familiarização dos julgadores com os atributos, os materiais âncoras são apresentados a eles em uma única sessão com o objetivo de padronizar a forma de avaliação dos atributos. Em seguida, os julgadores iniciam a avaliação dos produtos, utilizando o protocolo atributo-por-atributo. Nesta forma de avaliação, os julgadores recebem todas as amostras de uma só vez e são orientados a comparar as amostras entre si, em relação a um único atributo, e indicar a intensidade das amostras em uma escala não estruturada ancorada nos extremos pelos materiais de referência (fraco e forte). Nesse protocolo de avaliação a re-degustação dos produtos e re-avaliação da pontuação pode ser realizada até o convencimento de que as pontuações representam o "espaçamento" correto entre as intensidades, o que possibilita que julgadores com baixo grau de “calibração” avaliem a intensidade dos produtos de forma consistente (ISHII et al., 2008).

Na avaliação dos produtos, os materiais de referência dos atributos sensoriais são apresentados juntamente com as amostras para possibilitar que os julgadores comparem as amostras com as referências, facilitando a alocação da intensidade dos

atributos na escala não estruturada. Como é utilizado o protocolo atributo-por-atributo, a ficha de avaliação é organizada por atributos e não por amostras. Assim, apenas um atributo é avaliado por sessão.

No desenvolvimento da metodologia, a técnica foi aplicada na descrição sensorial de cinco formulações de requeijão cremoso, os quais diferiam entre si nas concentrações de gordura e água. Os produtos também foram avaliados por meio da técnica descritiva convencional (Perfil Convencional) para comparação dos dados. Foi verificado que o PDO permitiu a obtenção de um perfil sensorial muito semelhante à avaliação da equipe treinada em relação à configuração gráfica das amostras e da correlação dos atributos com os componentes da Análise de Componentes Principais, além de possibilitar a redução de 54% do tempo do teste sensorial, sem perda de informações (SILVA et al., 2012).

O PDO também foi aplicado na caracterização sensorial de outra matriz alimentar (SILVA et al., 2013), com menor magnitude de diferença na intensidade dos atributos sensoriais. Para tanto, foram utilizados chocolates produzido por diferentes misturas de chocolate ao leite, meio amargo e amargo. Os produtos também foram avaliados por meio da técnica descritiva convencional (Perfil Convencional) e por meio da metodologia alternativa (Análise Descritiva por Ordenação) para comparação dos dados. Foi verificado que as três técnicas descritivas apresentaram perfis sensoriais dos chocolates similares entre si. O PDO e o PC apresentaram maior discriminação das formulações quando comparados à ADO. A forma de utilização da escala não estruturada pelos julgadores apresentou comportamento diferenciado nas duas técnicas quantitativas, sendo que no PDO os escores foram utilizados de forma mais homogênea em comparação ao PC. Desta forma, a caracterização sensorial por meio do PDO foi semelhante ao método alternativo e ao convencional, porém com poder superior de discriminação das formulações. O PDO possibilitou redução de 50% do tempo do teste sensorial frente ao PC, sem perda de informações, com elevado poder de discriminação dos chocolates e descrição quantitativa dos atributos sensoriais (SILVA et al., 2013).

Por outro lado, em outro estudo (SILVA et al., 2014), os autores observaram que o método descritivo PDO apresentou grande variabilidade nos resultados, assim como a metodologia convencional (PC). Em ambas as técnicas descritivas os valores obtidos do quadrado médio do resíduo foram elevados, o que gerou resultados com baixa precisão. Portanto, mesmo fornecendo dados quantitativos do perfil sensorial dos alimentos, o

PDO não é a técnica mais indicada para ser aplicada em análises de estabilidade e controle de qualidade.

4. Comparação das equipes de julgadores treinados e não treinados

Indústrias de diversos setores, tais como a indústria de alimentos e bebidas, perfume, cosméticos, ou mesmo a indústria automobilística necessitam de uma equipe de especialistas (julgadores treinados) para atuarem em diversas áreas, incluindo desenvolvimento de novos produtos e controle de qualidade. O seu papel é extremamente importante no desenvolvimento de produtos, bem como em análises de rotina para manter a qualidade do mesmo. Os julgadores são selecionados por sua capacidade sensorial e treinados para descrever e discriminar as características dos produtos, e detectar defeitos sensoriais. Os julgadores podem ser considerados como instrumentos de medição. Em particular, é geralmente pressuposto que se uma equipe treinada não consegue detectar um defeito, tal como, por exemplo, perda de aroma em uma bebida ou uma diferença entre dois produtos, os julgadores não treinados (consumidores) também não poderão (CHOLLET e VALENTIN, 2001).

Diversos autores têm pesquisado o desempenho de julgadores treinados e não treinados, mas não existe um consenso em relação à qualidade de avaliação de cada equipe. Alguns afirmam que os julgadores treinados são mais exigentes e consistentes do que os não treinados, apresentando assim melhor discriminação e repetibilidade dos resultados (CLAPPERTON e PIGGOTT, 1979; CARDELLO et al., 1982; PERÓN e ALLEN, 1988; SAWYER et al., 1988; SOLOMON, 1990; LABBE et al., 2004; ARES et al., 2011).

Murray et al. (2001) concluíram que julgadores treinados adquirem uma linguagem qualitativa e quantitativa comum, permitindo assim uma avaliação mais padronizada dos produtos em uma escala de intensidade. Outros autores, como por exemplo, Roberts e Vickers (1994) constataram que o treinamento aumenta a coerência na avaliação entre os membros de julgadores, mas não a capacidade de discriminação.

Segundo Chollet e Valentin (2001) ao avaliar o efeito do treinamento na avaliação de cerveja, tanto a equipe treinada como a não treinada discriminaram corretamente os produtos. Entretanto, a equipe de julgadores treinados apresentou melhor precisão ao avaliar os níveis de intensidade. Isto mostra que o uso de técnicas de análise sensorial como ferramenta no controle de qualidade exige uma equipe com alta sensibilidade, uma vez que para garantir a qualidade dos produtos não basta detectar a

presença de *off-flavor*, é necessário identificar a intensidade do mesmo, a fim de corrigir o problema de maneira eficaz. Por exemplo, a presença de *off-flavor* em manteiga é devido a uma disfunção que ocorre durante o processo de fermentação. Se esta perda de aroma é descrita apenas como sendo forte ou desagradável, o problema não será devidamente corrigido.

Labbe et al. (2004) ao avaliar o perfil sensorial de café solúvel por meio de uma equipe de julgadores treinados, concluíram que o treinamento proporcionou diversas vantagens à equipe. Como por exemplo, permitiu maior familiarização com os termos descritivos, logo, aumentou a confiança dos julgadores ao avaliar as amostras, e conseqüentemente melhorou a capacidade de discriminação tanto da equipe como um todo (global) como dos julgadores individualmente.

Chambers et al. (2004) compararam três tempos de treinamento (4, 60 e 120 h) na avaliação do perfil sensorial de três marcas de molho de tomate disponíveis no mercado, e concluíram que o aumento do tempo de treinamento dos julgadores melhorou o desempenho dos mesmos, reduzindo a variabilidade dos resultados, aumentando assim a exatidão e a precisão. Para alguns atributos básicos (como os gostos primários e alguns atributos de textura e sabor), uma quantidade moderada de treinamento descritivo (por exemplo, 60 h neste estudo) foi adequada para se obter uma boa discriminação e baixa variabilidade. Já para atributos mais complexos (viscosidade) foi necessário um maior tempo de treinamento da equipe. Segundo Moussaoui e Varela (2010), a alta especialização dos painéis descritivos permite melhor reprodutibilidade dos dados, além de fornecer resultados mais detalhados, robustos, consistentes e estáveis no tempo.

A avaliação de julgadores não treinados (consumidores) é geralmente afetada pela sua preferência e por fatores psicológicos. Por outro lado, julgadores treinados fornecem informações mais objetivas e analíticas sobre o produto testado (MUÑOZ, 2005). Uma possível explicação para este fato é que durante o processo de treinamento, os julgadores adquirem uma melhor acuidade sensorial, ou seja, ocorre um aumento na sensibilidade, logo diminui o limiar de detecção. Além disso, adquirem uma capacidade de descrever os atributos sensoriais, e melhoram a habilidade em discriminar os produtos tanto em qualidade, como em diferentes níveis de intensidade (LAWLESS, 1984).

Rey-Salgueiro et al. (2013) ao avaliarem as características sensoriais de água mineral concluíram que o treinamento melhorou a capacidade dos julgadores em

distinguir os atributos sensoriais. Este fato mostrou que o treinamento proposto foi eficaz para desenvolver e melhorar suas habilidades sensoriais.

Por outro lado, alguns autores afirmam que julgadores não treinados são capazes de avaliar e classificar os aspectos sensoriais dos produtos, assim como os treinados (MCBRIDE e FINLAY, 1989; MOSKOWITZ, 1996; HUSSON et al., 2001).

Ares et al. (2011) analisaram os resultados de duas equipes distintas de julgadores (não treinados e treinados) para a avaliação da textura de sobremesas láctea. Enquanto, Worch et al. (2010) estudaram o perfil sensorial de 12 perfumes comerciais também por meio de duas equipes. Em ambos os estudos, os autores concluíram, com base no desempenho global dos julgadores, que o grupo não treinado forneceu resultados semelhantes à equipe treinada, em termos de discriminação, consenso e reprodutibilidade. Por outro lado, ao avaliar o desempenho individual das equipes, Ares et al. (2011) observaram que menos da metade dos julgadores não treinados foram capazes de detectar diferenças significativas nos atributos avaliados da textura das sobremesas lácteas, portanto, a capacidade de discriminação das amostras pela maioria dos julgadores pertencentes à esta equipe foi inferior à equipe treinada. Provavelmente isto ocorreu devido à falta de habilidade dos julgadores não treinados no uso de escalas de intensidade, e também em perceber e / ou expressar as diferenças sensoriais presentes nas amostras.

Estudos realizados por Hoehl et al. (2013) mostraram que o treinamento melhorou a acuidade sensorial, bem como a capacidade de discriminar o gosto doce e amargo. Mas, também salientaram que o grupo formado por indivíduos não treinados também apresentaram boa capacidade de discriminação.

Pouco se sabe sobre as mudanças na capacidade de percepção sensorial dos julgadores treinados. Os estudos realizados até o momento apresentam uma grande divergência. Portanto, é necessário realizar novas pesquisas que comparem o desempenho das duas equipes de julgadores em termos de capacidade de discriminação, exatidão e precisão dos resultados, a fim de aferir com maior nível de certeza se existe diferença na avaliação sensorial entre as duas equipes.

5. Aplicações de técnicas sensoriais descritivas com elevado grau de precisão

Indústrias de diversos setores, principalmente as indústrias de alimentos e bebidas devem apresentar um método eficaz de controle de qualidade dos seus produtos, desde a etapa da escolha dos ingredientes até o produto acabado. Neste sentido, as

indústrias estão correlacionando as medidas instrumentais (cromatógrafos, línguas eletrônicas, texturômetros, reômetros, entre outros) com as análises sensoriais, a fim de obter resultados altamente precisos na detecção dos possíveis “defeitos” durante as etapas do processamento, garantindo assim a qualidade do produto final. Além disso, a disponibilidade de pessoas treinadas para executar com precisão as análises de rotina dos produtos, possibilita que as análises sensoriais sejam utilizadas para “calibrar” os equipamentos de forma que atenda às exigências e preferências dos consumidores.

Os seres humanos demonstram níveis elevados de sensibilidade em detectar traços de componentes de odor ou sabor, que pode acarretar em "*off-flavors*" e conseqüentemente ser um fator de rejeição do produto pelos consumidores (ELLIS, 1999).

Julgadores sensoriais podem discriminar caracterizar e quantificar os defeitos por meio de medidas de investigação, garantindo assim a qualidade do produto acabado. A capacidade da avaliação sensorial como uma ferramenta de controle de qualidade é possível por meio das análises sistemática da aparência, sabor, aroma e textura, que fornecem resultados confiáveis e precisos (STONE e SIDEL, 2012).

Além do uso da análise sensorial como ferramenta de inspeção de qualidade, as indústrias de hoje, utilizam as metodologias da ciência sensorial no setor de pesquisa e desenvolvimento (P & D), *design* do produto e embalagem e no setor de *marketing*. Ela também se aplica em áreas especializadas, como na avaliação de riscos, e avaliação da segurança. Neste caso, a técnica utilizada deve apresentar resultados altamente precisos, e, além disso, indicar a magnitude da variabilidade dos produtos.

Dentro do campo da ciência sensorial, as metodologias descritivas são as técnicas mais adequadas para as indústrias nos setores de controle de qualidade dos produtos e P & D. Estas metodologias tornam possível medir a magnitude da variabilidade entre um produto e um padrão previamente definido, por meio de escalas de intensidade (intervalar), enquanto os testes de diferença ou afetivos não são apropriados para a avaliação da rotina de qualidade dos produtos. Testes discriminativos não são muito sensíveis a diferenças relativamente pequenas, o que inviabiliza o seu uso nas indústrias de alimentos.

Um exemplo de aplicação de metodologias descritivas é nas indústrias de produtos cárneos. Nestas, a análise sensorial é utilizada no controle de qualidade, na descrição sensorial e no estudo do efeito de diferentes fatores e/ou ingredientes sobre as características sensoriais. Diversos autores utilizaram a análise descritiva para descrever

carnes e produtos cárneos usando equipes treinadas, devido à obtenção de resultados mais precisos (TEIXEIRA et al., 2005; CHOI et al., 2012; OKUMURA et al., 2012).

No decorrer deste milênio, é esperado que a análise descritiva seja cada vez mais utilizada e envolva uma faixa ainda mais ampla de aplicações do que já foi feito anteriormente (MURRAY et al., 2001). Assim, é vital o contínuo investimento no desenvolvimento de técnicas descritivas com resultados mais precisos que desafiem as idéias tradicionais, a fim de assegurar que o potencial ideal seja adquirido com este método no futuro.

6. Número ideal de julgadores: metodologias sensoriais descritivas

As técnicas de avaliação descritiva tradicionais requerem a formação de equipes de julgadores com alto grau de treinamento, sendo que o elevado número de julgadores pode ser um obstáculo na aplicação desta valiosa ferramenta na indústria (HEYMANN et al., 2012). A exigência de um elevado número de julgadores para obter resultados confiáveis e reprodutíveis é o fator de maior impacto na aplicação de técnicas descritivas, uma vez que treinar uma extensa equipe de julgadores eleva os custos e pode demandar mais tempo na execução da prática.

Na literatura são encontradas diferentes quantidades de julgadores, em função da técnica utilizada, por exemplo, quatro julgadores para o Perfil de Sabor (CAIRNCROSS e SJOSTROM, 1950); dez julgadores para o Perfil de Textura (BRANDT et al., 1963); dez a doze julgadores para a Análise Descritiva Quantitativa (STONE e SIDEL, 1985). Para as metodologias genéricas denominadas de Perfil Convencional ou Análise Descritiva, encontram-se recomendações desde dois a vinte julgadores (GUINARD et al., 1999; PERRIN e PAGÈS, 2009; DELGADO e GUINARD, 2011; WARMUND et al., 2011; SILVA et al., 2012; 2013). E para os métodos alternativos, conhecidos como rápidos, o número de consumidores pertencentes ao painel varia de 15 a 50 (CARTIER et al., 2006; NESTRUD e LAWLESS, 2008; ARES et al., 2010; MOUSSAOUI e VARELA, 2010; ALBERT et al., 2011; ARES et al., 2011). Porém, em todas estas metodologias os critérios para a determinação do número de julgadores necessários não são apresentados.

Entretanto, para a método Perfil Descritivo Otimizado (PDO), Silva et al. (2014) realizaram um estudo para a determinação do número ideal de julgadores, o qual foi realizado por meio de simulação computacional, utilizando re-amostragem dos dados experimentais. Na determinação do número ideal de julgadores foram considerados

alguns critérios de decisão, como por exemplo, obtenção de um erro experimental menor ou igual ao erro verificado na metodologia referência (Perfil Convencional); baixo efeito de interação entre as amostras e os julgadores; discriminação das amostras semelhantemente à discriminação obtida pela equipe completa e mínima perda de informação no mapa sensorial. Os autores verificaram que dezesseis julgadores são necessários no painel para atendimento pleno dos critérios estabelecidos. Sendo o critério magnitude da estimativa do erro experimental o mais robusto e exigente na determinação do número ideal de julgadores. Segundo os autores, como esta técnica descritiva requer baixo nível de treinamento do painel, a avaliação deste critério é de extrema importância, pois uma variação aleatória residual maior pode ser normalmente observada.

Neste sentido, associar o treinamento dos julgadores ao PDO pode proporcionar a redução no número de julgadores necessários para executar a prática, uma vez que o treinamento pode ser uma alternativa para melhorar a qualidade dos resultados em termos de precisão e consistência, logo, demandaria de menos julgadores.

7. Considerações finais

O uso de métodos sensoriais descritivos com julgadores não treinados, semi-treinados ou até mesmo com consumidores têm sido amplamente utilizado pela comunidade científica devido à obtenção de resultados em menor tempo. Entretanto, alguns pesquisadores questionam a inserção destas metodologias nas indústrias, principalmente no setor de controle de qualidade, devido à obtenção de resultados com menor precisão e confiabilidade. Os estudos realizados até o momento apresentam uma grande divergência. Portanto, é necessário realizar novas pesquisas que comparem o desempenho das duas equipes de julgadores (com e sem treinamento) em termos de capacidade de discriminação, exatidão e precisão dos resultados, a fim de aferir com maior nível de certeza se existe diferença na qualidade da avaliação sensorial entre as duas equipes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, J.; WILLIAMS, A.; LANCASTER, B.; FOLEY, M. Advantages and uses of check-all-that-apply response compared to traditional scaling of attributes for salty snacks. **In: 7th Pangborn Sensory Science Symposium**. Minneapolis, USA, 12-16, August, 2007.

ALBERT, A.; VARELA, P.; SALVADOR, A.; HOUGH, G.; FISZMAN, S. Overcoming the issues in the sensory description of hot served food with a complex texture. Application of QDA, flash profiling and projective mapping using panels with different degrees of training. **Food Quality and Preference**, v. 22, p. 463–473, 2011.

ARES, G.; DELIZA, R.; BARREIRO, C.; GIMENÉZ, A.; GÁMBARO, A. Comparison of two sensory profiling techniques based on consumer perception. **Food Quality and Preference**, v. 21, p. 417-426, 2010.

ARES, G.; BRUZZONE, F.; GIMÉNEZ, A. Is a consumer panel able to reliably evaluate the texture of dairy desserts using unstructured intensity scales? evaluation of global and individual performance. **Journal of Sensory Studies**, v. 26, p. 363–370, 2011.

BLANCHER, G.; CHOLLET, S.; KESTELOOT, R.; NGUYEN HOANG, D.; CUVELIER, G.; SIEFFERMANN, J.M. French and Vietnamese: How do they describe texture characteristics of the same food? A case study with jellies. **Food Quality and Preference**, v. 18, p. 560–575, 2007.

BLEIBAUM, R.N.; STONEA, H.; TANB, T.; LABRECHEB, S.; SAINT-MARTIN, E.; ISZ, S. Comparison of sensory and consumer results with electronic nose and tongue sensors for apple juices. **Food Quality and Preference**, v. 13, p. 409–422, 2002.

BRANDT, M.A.; SKINNER, E. Z.; COLEMAN, J. A. Texture profile method. **Journal of Food Science**, v. 28, p. 404–409, 1963.

CAIRNCROSS, S.E.; SJOSTROM, L.B. Flavour profiles: a new approach to flavor problems. **Food Technology**, v. 4, p. 308–311, 1950.

CARDELLO, A.V.; MALLER, O.; KAPSALIS, J.G.; SEGARS, R.A.; SAWYER, F.M.; MURPHY, C.; MOSKOWITZ, H. Perception of texture by trained and consumer panelists. **Journal of Food Science**, v. 47, p. 1186–1197, 1982.

- CARTIER, R.; RITZ, A.; LECOMTE, A.; POBLETE, F.; KRYSTLIK, J.; BELIN, E.; MARTIN, N. Sorting procedure as an alternative to quantitative descriptive analysis to obtain a product sensory map. **Food Quality and Preference**, v. 17, p. 562–571, 2006.
- CHAMBERS, D.H.; ALLISON, A.M.; CHAMBERS, E., IV. 2004. Training effects on performance of descriptive panelists. **Journal of Sensory Studies**, v. 19, p. 486–499, 2004.
- CHOI, Y. M., JUNG, K. C., CHOE, J. H., & KIM, B. C. Effects of muscle cortisol concentration on muscle fiber characteristics, pork quality, and sensory quality of cooked pork. **Meat Science**, v. 91, p. 490–498, 2012.
- CHOLLET, S.; VALENTIN, D. Impact of training on beer flavor perception and description: are trained and untrained subjects really different? **Journal of Sensory Studies**, v. 16, 601-618, 2001.
- CLAPPERTON, J.F.; PIGGOTT, J.R. Flavour characterization by trained and untrained assessors. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 85, p. 275-277, 1979.
- DAIROU, V.; SIEFFERMANN, J.M. (2002). A comparison of 14 jams characterized by conventional profile and a quick original method, the Flash Profile. **Journal of Food Science**, v. 67, p. 826–834, 2002.
- DAMÁSIO, M.H.; COSTELL, E. Análisis sensorial descriptivo: generación de descriptores y selección de catadores. **Revista Agroquímica de Tecnología Alimentaria**, v. 31, n. 2, p. 165-178, 1991.
- DELARUE, J.; SIEFFERMANN, J.M. Sensory mapping using Flash profile. Comparison with a conventional descriptive method for the evaluation of the flavour of fruit dairy products. **Food Quality and Preference**, v. 15, p. 383–392, 2004.
- DELGADO, C.; GUINARD, J.X. How do consumer hedonic ratings for extra olive oil relate to quality ratings by experts and descriptive analysis ratings? **Food Quality and Preference**, v. 22, p. 213-322, 2011.
- GACULA, M. C. **Descriptive sensory analysis in practice**. Trumbull, CT: Food and Nutrition Press, 1997.
- GUINARD, J.X.; YIP, D.; CUBERO, E.; MAZZUCHELLI, R. Quality ratings by experts, and relation with descriptive analysis ratings: a case study with beer. **Food Quality and Preference**, v. 10, p. 59-67, 1999.

HEYMANN, H.; MACHADO, B.; TORRI, L.; ROBINSON, A.L. How many judges should one use for sensory descriptive analysis? **Journal of Sensory Studies**, v. 27, p. 111-122, 2012.

HOEHL, K.; SCHOENBERGER, G.U.; SCHWARZ, K.; BUSCH-STOCKFISCH, M. Is perception of sucrose and caffeine affected by training or experience? Monitoring training effects in female subjects over a half-year period. **Journal of Sensory Studies**, v. 28, p.1–13, 2013.

HOPFER, H.; HEYMANN, H.; Judging wine quality: Do we need experts, consumers or trained panelists? . **Food Quality and Preference**, v. 32, p. 221- 233, 2014.

HUNTER, E.A.; MCEWAN, J.A. Evaluation of an international ring trial for sensory profiling of hard cheese. **Food Quality and Preference**, v. 9, n. 5, p. 343–354, 1998.

HUSSON, F.; LE DIEN, S.; PAGÈS, J. Which value can be granted to sensory profiles given by consumers? Methodology and results. **Food Quality and Preference**, v. 12, p. 291–296, 2001.

ISHII, R., STAMPANONI, C.; O'MAHONY, M. A comparison of serial monadic and attribute-by-attribute descriptive analysis protocols for trained judges. **Food Quality and Preference**, v. 19, n. 3, p. 277-285, 2008.

LABBE, D.; RYTZ, A.; HUGI, A. Training is a critical step to obtain reliable product profiles in a real food industry context. **Food Quality and Preference**, v. 15, p. 341–348, 2004.

LANGRON, S.P. **The application of Procrustes statistics to sensory profiling**. In A. Williams, R. K. Atkin, Sensory quality in food and beverages: definition, measurement and control. Chichester: Ellis Horwood Ltd. 1983.

LAWLESS, H.T. Flavor Description of White Wine by “Expert” and Nonexpert Wine Consumers. **Journal of Food Science**, n. 49, p. 120-123, 1984.

LEIGHTON, C.S.; SCHONEFELDT, H.C.; KRUGER, R. Quantitative descriptive sensory analysis of Five different cultivars of sweet potato to determine sensory textural profiles. **Journal of Sensory Studies**, v. 25, p. 2-18, 2010.

MEILGAARD, M.C.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques** (2nd ed.). Boca Raton, FL: CRC Press. 1991.

MEILGAARD, M.C.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory Evaluation Techniques**. (4th ed.). Boca Raton: CRC Press. 2006.

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

MOSKOWITZ, H.R. **Product Testing and Sensory Evaluation of Foods-Marketing and R&D Approaches**. Westport: Food and Nutrition Press, 1983.

MOSKOWITZ, H.R. Experts versus consumers: a comparison. **Journal of Sensory Studies**, v.1, p. 19-37, 1996.

MUÑOZ, A. M.; CIVILLE, G. V. Universal, product and attribute specific scaling and the development of common lexicons in descriptive analysis. **Journal of Sensory Studies**, v. 13, p. 57–75, 1998.

MUÑOZ, A.M. Commentary: asking a series of questions to determine the type of consumer or trained panel needed. **Journal of Sensory Studies**, v. 20, p. 539–545, 2005.

MURRAY, J.M.; DELAHUNTY, C.M.; BAXTER, I.A. Descriptive sensory analysis: past, present and future. **Food Research International**, v. 34, p. 461-471, 2001.

MCBRIDE R.L. Perception of taste mixtures by experienced and novice assessors. **Journal of Sensory Studies**, v. 3, p. 237-248, p. 1989.

NESTRUD, M. e LAWLESS, H. Perceptual mapping of citrus juices using projective mapping and profiling data from culinary professionals and consumers. **Food Quality and Preference**, v. 19, p. 431–438, 2008.

OKUMURA, T.; SAITO, K.; SOWA, T.; SAKUMA, H.; OHHASHI, F.; TAMEOKA, N.; HIRAYAMA, M.; NAKAYAMA, S.; SATO, S.; GOGAMI, T.; AKAIDA, M.; KOBAYASHI, E.; KONISHI, K.; YAMADA, S.; KAWAMURA, T. Changes in beef sensory traits as somatic-cell-cloned Japanese black steers increased in age from 20 to 30 months. **Meat Science**, v. 90, p. 159–163, 2012.

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

- PERÓN, R.M.; ALLEN, G.L. Attempts to train novices for beer flavor discrimination: A matter of taste. **Journal of General Psychology**, v. 115, p. 403-418, 1988.
- PERRIN, L.; SYMONEAUX, R.; MAÎTRE, I.; ASSELIN, C.; JOURJON, F.; PAGÈS, J. Comparison of three sensory methods for use with the Napping procedure: Case of ten wines from Loire valley. **Food Quality and Preference**, v. 19, p. 1–11, 2008.
- PIGGOTT, J.R.; CANAWAY, P.R. **Finding the word for it: methods and uses of descriptive sensory analysis**. In Flavour. Berlin: Walter de Gruyter & Co, Berlin, 1981.
- REY-SALGUEIRO, L.; GOSÁLBEZ-GARCÍA, A.; PÉREZ-LAMELA, C.; SIMAL-GÁNDARA, J.; FALQUÉ-LÓPEZ, E. Training of panellists for the sensory control of bottled natural mineral water in connection with water chemical properties. **Food Chemistry**, v. 141, p. 625–636, 2013.
- RICHTER, V.B.; ALMEIDA, T.C.A.; PRUDENCIO, S.H.; BENASSI, M.T. Proposing a ranking descriptive sensory method. **Food Quality and Preference**, v. 21, p. 611 – 620, 2010.
- ROBERTS, A.K.; VICKERS, Z.M. A comparison of trained and untrained judges' evaluation of sensory attribute intensities and liking of cheddar cheeses. **Journal of Sensory Studies**, v. 9, p. 1-20, 1994.
- RODRIGUE, N.; GUILLET, M.; FORTIN, J. e MARTIN, J.F. Comparing information obtained from ranking and descriptive tests of four sweet corn products. **Food Quality and Preference**, v. 11, n. 1, p. 47-54, 2000.
- SAWYER, F.M.; CARDELLOW, A.V.; PRELL, P.A. Consumer evaluation of the sensory properties of fish. **Journal of Food Science**, v. 53, p. 12–18,20,24, 1988.
- SILVA, R.C.S.N.; MINIM, V.P.R.; SIMIQUELI, A.A.; MORAES, L.E.S.; GOMIDE, A.I., MINIM, L.A. Optimized Descriptive Profile: a rapid methodology for sensory description. **Food Quality and Preference**, v. 24, n. 1, p. 190-200, 2012.
- SILVA, R.C.S.N.; MINIM, V.P.R.; CARNEIRO, J.D.S.; NASCIMENTO, M.; DELLA LUCIA, S.M.; MINIM, L.A. Quantitative sensory description using the Optimized Descriptive Profile: comparison with conventional and alternative methods for evaluation of chocolate. **Food Quality and Preference**, v. 30, p. 169-179, 2013.

SILVA, R.C.S.N.; MINIM, V.P.R.; SILVA, A. N.; PETERNELLI, L. A. e MINIM, L.A. Optimized Descriptive Profile: How many judges are necessary? **Food Quality and Preference**, v. 36, p. 3-11, 2014.

SINÉSIO, F.; PEPARAIO, M.; MONETA, E.; COMENDADOR F.J. Perceptive maps of dishes varying in glutamate content with professional and naive subjects. **Food Quality and Preference**, v. 21, p. 1034–1041, 2009.

SOLOMON, G.E.A. Psychology of novice and expert wine talk. **American of Journal Psychology**, v. 103, p. 495-517, 1990.

STONE, H.; SIDEL, J.L.; OLIVER, S.; WOOLSEY, A.; SINGLETON, R.C. Sensory evaluation by Quantitative Descriptive Analysis. **Food Technology**, v. 28, n. 11, p. 24–33, 1974.

STONE, H.; SIDEL, J.L. **Sensory evaluation practices**. (4th. ed.) New York: Academic. 2012.

TEILLET, E.; SCHLICH, P.; URBANO, C.; CORDELLE, S.; GUICHARD, E. Sensory methodologies and the taste of water. **Food Quality and Preference**, v. 21, p. 967–976, 2010.

TEIXEIRA, A., BATISTA, S., DELFA, R., & CADAVEZ, V. Lamb meat quality of two breeds with protected origin designation. Influence of breed, sex and live weight. **Meat Science**, v. 71, p. 530–536, 2005.

THOMPSON, D.M.H.; MACFIE, H.J.H. **Is there an alternative to descriptive sensory assessment?** In A. A. Williams, & R. K. Atkin, Sensory quality in food and beverages: Definition, measurement and control. Chichester: Ellis Horwood Ltd, 1983.

THUILLIER, B. **Rôle du CO₂ dans l'Appréciation Organoleptique des Champagnes – Expérimentation et Apports Méthodologiques**. Reims, France: Thèse de l'URCA, 2007.

WARMUND, M.R.; ELMORE, J.R.; ADHIKARI, K.; MCGRAW, S. Descriptive sensory and free sugar contents of chestnut cultivars grown in North American. **Journal of Science of Food Agriculture**, v. 91, p. 1940-1945, 2011.

Perfil Descritivo Otimizado associado ao treinamento dos julgadores

1. INTRODUÇÃO

Metodologias descritivas tradicionais consistem na descrição e quantificação das características sensoriais dos alimentos por meio da avaliação realizada por uma equipe de julgadores altamente treinados. Nesse tipo de avaliação, após o levantamento e a descrição dos atributos sensoriais, os julgadores também quantificam os estímulos percebidos em uma escala de intensidade (MEILGAAD et al., 2006; STONE e SIDEL, 2012).

A descrição quantitativa dos alimentos proporciona informações importantes do perfil sensorial, possibilitando o seu uso como ferramenta no controle de qualidade em indústrias de diversos setores, além da sua importante aplicabilidade no setor de pesquisa e desenvolvimento (P & D). Além, do acompanhamento das mudanças do produto ao longo do tempo em relação aos prazos de validade e aos efeitos da embalagem, ou ainda, para investigar a variabilidade dos ingredientes ou do processamento na qualidade sensorial final de um produto (MURRAY et al., 2001).

Existem hoje na literatura diversos métodos de análise descritiva, porém, todos possuem alguma desvantagem que dificulta a sua aplicação no contexto prático da indústria, como por exemplo, a demanda de um longo tempo de execução da técnica ou obtenção de resultados apenas qualitativos, ou ainda obtenção de resultados pouco confiáveis e reprodutíveis. Com isso diversos pesquisadores têm trabalhado no intuito de desenvolver metodologias alternativas que possam ser introduzidas nas indústrias.

Neste sentido, Silva et al. (2012) propuseram o Perfil Descritivo Otimizado (PDO), uma metodologia descritiva que tem por objetivo suprir a atual demanda por métodos rápidos e, ao mesmo tempo, fornecer informações quantitativas sobre os atributos sensoriais presentes nos alimentos. Nesta metodologia, foi proposto que julgadores semi-treinados avaliassem as amostras seguindo o protocolo atributo-por-atributo (ISHII et al., 2007), desta forma todas as amostras são analisadas simultaneamente, em relação a apenas um atributo por vez. Além disso, no PDO, os

materiais de referência são apresentados juntamente com as amostras no momento da avaliação, facilitando assim a alocação da intensidade dos atributos na escala não estruturada. Esta estruturação do teste sensorial possibilitou que julgadores com baixo grau de treinamento, ou seja, semi-treinados, avaliassem a intensidade dos produtos de forma consistente e com elevado grau de semelhança aos dados fornecidos pelo método convencional, utilizando julgadores treinados.

Além disso, a metodologia PDO apresenta uma redução no tempo do teste sensorial de, aproximadamente, 50% quando comparado com o método descritivo convencional. A redução do tempo, não se dá somente pela eliminação da etapa de treinamento da equipe, o qual demanda tempo nas análises, mas também devido ao tipo de protocolo de avaliação (SILVA et al, 2013; 2014b). Segundo Ishii et al. (2007), o tempo requerido para realizar a etapa de avaliação por meio do protocolo serial monádico é maior comparado ao protocolo atributo-por-atributo.

Nos estudo prévios realizados com o PDO (Silva et al., 2012; 2013; 2014a), os dados fornecidos por esta técnica apresentaram grande variabilidade, mensurada pela variância aleatória, sugerindo baixa precisão nas avaliações do painel.

Por outro lado, pesquisadores renomados na área da ciência sensorial afirmam que um painel formado por julgadores treinados são mais exigentes e consistentes em sua avaliação do que os não treinados. E, além disso, um treinamento elevado da equipe sensorial descritiva permite a obtenção de resultados mais detalhados, robustos, reproduzíveis e estáveis no tempo (CLAPPERTON e PIGGOTT, 1979; CARDELLO et al., 1982; PERÓN e ALLEN, 1988; SAWYER et al., 1988; SOLOMON, 1990; WOLTERS e ALLCHURCH, 1994; GUERRERO et al., 1997; CHAMBERS et al., 2004; LABBE et al., 2004; MOUSSAOUI e VARELA, 2010 e ARES et al., 2011; REY-SALGUEIRO et al., 2013).

Segundo Murray et al. (2001) julgadores treinados adquirem uma linguagem qualitativa e quantitativa comum, permitindo assim uma avaliação mais padronizada dos produtos em uma escala de intensidade. A avaliação por meio de consumidores, julgadores não treinados ou até mesmo semi-treinados é geralmente afetada pela sua preferência e por fatores psicológicos. Por outro lado, julgadores treinados fornecem informações mais objetivas e precisas sobre o produto testado (MUÑOZ, 2005).

Embora as capacidades sensoriais dos seres humanos sejam naturalmente variáveis, acredita-se que a formação de uma equipe treinada pode aumentar a

repetibilidade e a reprodutibilidade dos dados, tornando as percepções individuais padronizadas (CHAMBERS et al., 2004).

Diante dos benefícios apresentados da formação de uma equipe de julgadores altamente treinados, com impacto direto no grau de precisão das avaliações obtidas, o objetivo deste trabalho foi associar o treinamento da equipe sensorial ao protocolo de avaliação da metodologia rápida Perfil Descritivo Otimizado. O intuito desta associação foi aumentar o nível de precisão dos dados fornecidos nessa técnica, tradicionalmente conduzida com uma equipe com baixo grau de instrução (treinamento), aliando os benefícios gerados pela avaliação de uma equipe altamente treinada a um protocolo de avaliação otimizado.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Matriz alimentar

Foi utilizado uma matriz alimentar que apresentasse pequena diferença na magnitude da intensidade dos atributos sensoriais, especificamente um chocolate produzido por diferentes misturas de chocolate ao leite, meio amargo e amargo (Tabela 2.1). Cada unidade do chocolate-teste apresentou aproximadamente 30 mm de diâmetro e 20 mm de altura.

Tabela 2.1. Composição dos chocolates em relação ao tipo e quantidade do chocolate base utilizado no processamento

| Formulações* | Tipo e quantidade (g) de chocolate base | | |
|--------------|---|----------------------------|-----------------------|
| | Ao leite (28% cacau) | Meio amargo (35% cacau) | Amargo (70% cacau) |
| F1 | 9,6 | 2,4 | - |
| F2 | 9,6 | - | 2,4 |
| F3 | - | 12 | - |
| F4 | 6,0 | - | 6,0 |

* cada unidade continha aproximadamente 12 g de chocolate.

Os chocolates utilizados na elaboração das formulações foram todos da mesma marca. O derretimento do chocolate, temperagem, enformagem, resfriamento e embalamento das unidades foram realizados pela empresa local (Viçosa, Minas Gerais). Todas as formulações foram mantidas a temperatura de 25° C até o momento das avaliações pelas técnicas descritivas em estudo.

2.2 Análise descritiva dos chocolates

A caracterização sensorial dos chocolates foi realizada por meio de quatro técnicas distintas de análise descritiva: Perfil Descritivo Otimizado (PDO), PDO associado a um menor tempo de treinamento (PDO_{T_{menor}}), PDO associado a um maior tempo de treinamento (PDO_{T_{maior}}) e por meio do Perfil Convencional (PC).

Primeiramente, recrutou-se aproximadamente 100 candidatos a julgadores, por meio de questionários estruturados, os quais visaram avaliar a disponibilidade de tempo do julgador em realizar os testes sensoriais, condições de saúde, criatividade verbal, não-fumante, hábitos alimentares, experiência prévia, não utilização de próteses dentárias e medicamentos que possam interferir nas análises.

Em seguida, os candidatos recrutados foram selecionados com base no poder discriminatório dos produtos (MEILGAARD et al., 2006), utilizando dois chocolates distintos: (i) 10,8g de chocolate ao leite e 1,2g de chocolate meio amargo e (ii) 4,8g de chocolate ao leite e 7,2g de chocolate meio amargo. Para tanto, foi realizado uma série de quatro testes triangulares, sendo selecionado o julgador que acertou no mínimo 75% dos testes, conforme recomendação de Meilgaard et al. (2006). No teste triangular foram servidos aos julgadores, em cabine individual provida de luz vermelha, três chocolates codificados com três dígitos aleatórios, sendo dois chocolates iguais e um diferente. A composição das formulações do teste de diferença foi definida em testes triangulares preliminares de forma que estas formulações apresentassem pequena, porém perceptível, magnitude de diferença sensorial ($p < 0,10$).

Após a seleção dos participantes com base no poder discriminatório, os julgadores selecionados definiram a terminologia descritiva dos chocolates, por meio da técnica de lista prévia, conforme recomendado por Damásio e Costell (1991). Utilizou-se a lista prévia de Silva et al. (2013) (Tabela 2.2). E em seguida, os julgadores definiram os materiais de referência (“fraco” e “forte”) para cada estímulo sensorial.

Tabela 2.2. Lista de atributos sensoriais e respectivas definições

| <i>Atributos</i> | <i>Definição</i> |
|-------------------------|---|
| Cor marrom | Cor marrom característica de chocolate. |
| Dureza | Dureza do chocolate percebida pelo contato com os dentes (mordida). |
| Aroma de massa de cacau | Aroma característico de chocolate amargo. |
| Gosto doce | Gosto característico de uma solução de açúcar (sacarose). |
| Sabor de massa de cacau | Sabor característico de chocolate amargo. |
| Gosto amargo residual | Gosto amargo que permanece na boca após a deglutição do chocolate. |
| Espalhabilidade | Derretimento do chocolate na boca. |
| Adesividade | Sensação do produto “grudado” na língua e no palato. |

Após este procedimento, os julgadores foram distribuídos aleatoriamente em quatro equipes com tamanhos padronizados. Cada equipe continha dezesseis julgadores, devido à recomendação da metodologia PDO (SILVA et al., 2014a). Assim, cada equipe avaliou os chocolates segundo um protocolo de avaliação específico, ou seja, uma equipe avaliou os produtos por meio do protocolo do PDO (equipe PDO), duas equipes avaliaram as amostras por meio do PDO associado a diferentes tempos de treinamento (equipe PDOT_{menor} e equipe PDOT_{maior}) e a última equipe por meio do protocolo do PC utilizando o maior tempo de treinamento (equipe PC).

Os escores sensoriais obtidos em todos os métodos por meio da avaliação em uma escala não estruturada de 9 cm, foram mensurados medindo com uma régua o intervalo entre o extremo esquerdo da escala e a marcação realizada pelo julgador, a fim de obter a magnitude de intensidade de cada formulação de chocolate, em relação a cada atributo avaliado.

2.2.1 Perfil Descritivo Otimizado (PDO)

Dezesseis julgadores pré-selecionados foram destinados à equipe do PDO (SILVA et al., 2014a). Estes participaram de uma sessão de familiarização com os termos descritivos e seus respectivos materiais de referência. Nesta sessão, o objetivo foi padronizar a forma de avaliação e expor claramente a qual estímulo sensorial estava se referindo cada termo, além de ancorar os extremos da escala não estruturada (“fraco” e “forte”). Nesta sessão de familiarização, foi apresentado aos julgadores, em cabine individual provida de luz branca, os materiais de referência e seus respectivos termos descritivos. O julgador foi orientado a ler a definição do atributo sensorial e provar as

referências. No PDO, os materiais de referência são qualitativos e quantitativos, portanto estes identificam/definem o atributo sensorial e ancoram os extremos da escala de avaliação. Após esta etapa, as avaliações dos chocolates-teste foram iniciadas.

A avaliação dos chocolates no PDO foi realizada por meio do protocolo atributo-por-atributo de forma que foi avaliado apenas um atributo por sessão. Em cada sessão de avaliação, o julgador recebeu os quatro chocolates (F1 a F4) codificados com três dígitos aleatórios, os quais apresentaram ordem de apresentação aleatorizada e balanceada, e foi orientado a avaliar os produtos em relação a um determinado estímulo sensorial. Os materiais de referência (“fraco” e “forte”) do atributo sensorial avaliado também foram apresentados ao julgador juntamente as formulações. Desta forma, o julgador foi orientado a comparar os chocolates entre si e com as referências antes de alocar a intensidade do estímulo sensorial na escala de avaliação.

A ficha de avaliação foi organizada por atributos e continha a escala não estruturada de 9 cm (intervalar) associada a cada formulação (Anexo I). As avaliações foram conduzidas segundo o Delineamento em Blocos Casualizados (DBC), de forma que todos os julgadores avaliaram todas as formulações. Foram realizadas três repetições da avaliação por julgador e foi avaliado apenas um atributo por sessão, totalizando 24 sessões para a avaliação de todos os atributos.

2.2.2 Perfil Descritivo Otimizado associado ao treinamento (PDOT)

Trinta e dois julgadores pré-selecionados participaram da avaliação dos chocolates por meio do PDO associado ao treinamento considerando um menor e maior tempo, sendo que cada equipe de avaliação continha o mesmo número de participantes. Assim, após o levantamento dos atributos sensoriais e da definição das referências, iniciou-se o treinamento.

2.2.2.1 Perfil Descritivo Otimizado associado a um menor tempo de treinamento (PDOT_{menor})

O menor treinamento dos julgadores foi composto de quatro etapas distintas (Tabela 2.3). Na primeira etapa, formada por uma sessão (especificamente a primeira), foram apresentados os materiais de referência que ancoraram os extremos da escala de intensidade e foi solicitado ao julgador que lesse a definição do atributo sensorial e, em seguida provasse as referências, a fim de familiarizar-se com os atributos e seus respectivos materiais de referência (“fraco” e “forte”).

Tabela 2.3. Etapas do treinamento em menor tempo, com respectivo número de sessões e procedimento.

| <i>Etapa</i> | <i>Número de sessões</i> | <i>Procedimento / objetivo</i> |
|--------------|--------------------------|--|
| 1 | 1 | Familiarização com os materiais de referência (“fraco” e “forte”) de cada atributo sensorial. |
| 2 | 1 | Teste de ordenação |
| 3 | 4 | Reconhecimento dos materiais de referência e alocação da intensidade dos atributos sensoriais de duas amostras na escala não estruturada |
| 4 | 8 | Simulação do teste de avaliação final das amostras segundo o protocolo do PDO |

A segunda etapa foi constituída de uma sessão (segunda) do teste de ordenação. Nesta, foi apresentado aos julgadores as quatro formulações (F1 a F4) de chocolate codificado com três dígitos aleatórios. A ordem de apresentação dos chocolates foi aleatorizada e balanceada. Foi solicitado aos julgadores que ordenassem as formulações em ordem crescente de intensidade dos atributos descritores.

A terceira etapa foi constituída de quatro sessões de reconhecimento dos materiais de referência (“fraco” e “forte”) e alocação das formulações na escala não estruturada de 9 cm conforme recomendado (ROMERO DEL CASTILLO et al., 2007). Em cada sessão os julgadores receberam os materiais de referência (“fraco” e “forte”) codificados com números de três dígitos aleatórios, e duas formulações escolhidas aleatoriamente, também codificadas com números de três dígitos. Foi solicitado aos julgadores que reconhecessem os materiais de referência “fraco” e “forte” referente ao atributo avaliado, e em seguida, alocassem na escala não estruturada, a intensidade do atributo sensorial presente nas duas amostras codificadas (Figura 2.1). Nesta etapa, foram avaliados dois atributos por sessão.

Nome: _____ Data: __/__/__

Você está recebendo quatro amostras de chocolate, destas, duas são os materiais de referência (fraco e forte). Por favor, prove as amostras, identifique os materiais de referência “fraco” e “forte” para o atributo em questão, e em seguida, para as amostras restantes, marque com um traço vertical nas escalas abaixo, a posição que identifique melhor a intensidade da característica avaliada.

Atributo: Cor marrom

Materiais de referência: _____

Amostra _____

Amostra _____

Fraco Forte

Fraco Forte

Figura 2.1. Exemplo da ficha resposta da terceira etapa do treinamento dos julgadores referente ao atributo cor marrom.

A última etapa do treinamento foi uma simulação da avaliação das formulações, segundo o protocolo do PDO. Nesta, o julgador recebeu duas formulações distintas de chocolate (i e ii) codificadas com três dígitos aleatórios, os quais tiveram ordem de apresentação aleatorizada e balanceada. Os julgadores foram orientados a avaliar os produtos em relação a um determinado estímulo sensorial. Os materiais de referência (“fraco” e “forte”) do atributo sensorial avaliado também foram apresentados juntamente às amostras. Desta forma, o julgador pode comparar as formulações entre si e com as referências, antes de alocar a intensidade do estímulo sensorial na escala de avaliação. Foram avaliados dois atributos por sessão de treinamento em duas repetições, totalizando oito sessões.

Desta forma, foram realizados quatorze sessões de treinamento. Após esta etapa, as avaliações dos chocolates-teste foram iniciadas por meio do protocolo do PDO.

2.2.2.2 Perfil Descritivo Otimizado associado a um maior tempo de treinamento ($PDOT_{maior}$)

O maior treinamento dos julgadores também foi composto de quatro etapas distintas, porém, com maior número de sessões (Tabela 2.4). Na primeira etapa, formada por duas sessões (especificamente a primeira e a quarta), foram apresentados os materiais de referência que ancoraram os extremos da escala de intensidade, foi solicitado ao julgador que lesse a definição do atributo sensorial e, em seguida provasse as referências, a fim de familiarizar-se com os atributos e seus respectivos materiais de referência (“fraco” e “forte”).

Tabela 2.4. Etapas do treinamento de maior tempo, com respectivo número de sessões e procedimento.

| <i>Etapa</i> | <i>Número de sessões</i> | <i>Procedimento / objetivo</i> |
|--------------|--------------------------|---|
| 1 | 2 | Familiarização com os materiais de referência (fraco e forte) de cada atributo sensorial. |
| 2 | 2 | Teste de ordenação. |
| 3 | 12 | Reconhecimento dos materiais de referência e alocação da intensidade dos atributos sensoriais das amostras na escala não estruturada. |
| 4 | 12 | Simulação do teste de avaliação final das amostras segundo o protocolo do PDO. |

A segunda etapa foi constituída de duas sessões (segunda e terceira) do teste de ordenação. Nesta, foi apresentado aos julgadores as quatro formulações (F1 a F4) codificadas com três dígitos aleatórios. A ordem de apresentação dos chocolates foi aleatorizada e balanceada. Aos julgadores foi solicitado que ordenassem as formulações em ordem crescente de intensidade dos atributos descritores.

A terceira etapa foi constituída de doze sessões de reconhecimento dos materiais de referência (“fraco” e “forte”) e alocação das formulações na escala não estrutura de 9 cm. Nas quatro primeiras sessões desta etapa, os julgadores receberam os materiais de referência (“fraco” e “forte”) codificados com números de três dígitos, e uma amostra selecionada aleatoriamente, também codificada com números de três dígitos, foi solicitado aos julgadores que reconhecessem os materiais de referência “fraco” e “forte” referente ao atributo avaliado, e em seguida, alocassem o chocolate codificado, ao longo da escala não estruturada. Foram avaliados dois atributos por sessão. Nas sessões

seguintes, aumentou-se gradativamente o número de formulações a serem avaliadas, a fim de aumentar o grau de dificuldade do treinamento.

A última etapa do treinamento foi uma simulação da avaliação pelo PDO. Nesta, o julgador recebeu duas formulações distintas de chocolate (i e ii) codificadas com três dígitos aleatórios, os quais apresentaram ordem de apresentação aleatorizada e balanceada. Os julgadores foram orientados a avaliar os produtos em relação a um determinado estímulo sensorial. Os materiais de referência (“fraco” e “forte”) do atributo sensorial avaliado também foram apresentados juntamente às amostras. Foram avaliados dois atributos por sessão e em três repetições. Ao todo foram realizadas vinte e oito sessões de treinamento. Após esta etapa, as avaliações dos chocolates-teste foram iniciadas por meio do PDO.

2.2.3 *Perfil Convencional (PC)*

Dezesseis julgadores pré-selecionados participaram da avaliação dos chocolates por meio do Perfil Convencional (PC) utilizando o maior tempo de treinamento (Tabela 2.4). Assim, após o levantamento dos atributos sensoriais e da definição das referências, iniciou-se o treinamento conforme citado anteriormente. Após esta etapa, as avaliações dos chocolates-teste foram iniciadas.

A avaliação dos chocolates no PC foi realizada por meio do protocolo serial monádico, de forma que foi avaliado um chocolate por sessão, em relação a todos os atributos sensoriais. Em cada sessão de avaliação, o julgador recebeu uma formulação selecionada aleatoriamente e codificada com três dígitos aleatórios, os julgadores foram orientados a avaliar esta formulação para todos os estímulos sensoriais. Sendo assim, a ficha de avaliação foi organizada por amostra e continha a escala não estruturada de 9 cm (intervalar) associada a cada atributo (Anexo II). O julgador foi orientado a ler a ficha com a definição dos atributos, e em seguida alocar a formulação avaliada de acordo com a intensidade de cada estímulo na escala não estruturada. As avaliações foram conduzidas segundo o Delineamento em Blocos Casualizados (DBC), de forma que todos os julgadores avaliaram todos os chocolates. Foram realizadas três repetições de avaliação por julgador, sendo avaliada apenas uma formulação por sessão, totalizando 12 sessões.

2.3 Análises estatísticas

Os resultados de cada técnica foram analisados por meio da análise de variância (ANOVA) com duas fontes de variação (formulação e julgador) e a interação entre os fatores formulação x julgador. No caso de interação significativa, o teste F para amostra foi calculado tendo o $QM_{\text{INTERAÇÃO}}$ como denominador, conforme recomendado por Stone e Sidel (2012). A ANOVA foi seguida do teste de *Tukey* ($\alpha = 0,05$) para comparação dos contrastes, em relação a cada atributo sensorial. O modelo matemático que representa a análise está apresentado na Equação 1.

$$Y_{ijk} = m + T_i + B_j + (TB)_{ij} + e_{ijk} \quad (1)$$

Em que:

- Y_{ijk} = representa o escore da amostra i atribuído pelo julgador j na repetição k ;
- m = representa a constante inerente ao modelo ou a média geral;
- T_i = representa o efeito fixo da amostra i ;
- B_j = representa o efeito aleatório do julgador j ;
- $(TB)_{ij}$ = representa o efeito da interação amostra*julgador;
- e_{ijk} = erro aleatório normal, independente e igualmente distribuído $(0, \sigma^2)$.

A Análise de Componentes Principais (ACP) foi utilizada para obtenção do mapa sensorial de cada técnica descritiva.

2.4 Comparação entre as técnicas descritivas

As quatro técnicas descritivas foram comparadas em relação ao perfil sensorial (comportamento espacial), escores médios obtidos para cada técnica e atributo descritor e em relação ao desempenho global e individual dos julgadores, com base na capacidade discriminativa e na precisão dos resultados. Especificamente, comparou-se as seguintes técnicas: (a) PDO x PDOT_{menor}; (b) PDO x PDOT_{maior} (com o intuito de avaliar o efeito do treinamento na qualidade dos dados); (c) PDOT_{menor} x PDOT_{maior} (com o intuito de avaliar o efeito do tempo de treinamento) e (d) PDOT_{maior} x PC (com o intuito de avaliar o efeito do protocolo de avaliação).

2.4.1 Configurações espaciais das técnicas descritivas

Os mapas sensoriais obtidos por meio da Análise de Componentes Principais (ACP), utilizando os escores médios de avaliação, para cada técnica descritiva (PDO, PDOT_{menor}, PDOT_{maior} e PC), foram comparados em relação à porcentagem de explicação de cada componente principal e no perfil sensorial obtido para cada formulação de chocolate. Adicionalmente, avaliou-se o consenso entre os mapas individuais, por meio do coeficiente RV. Este coeficiente é uma generalização multivariada do coeficiente de correlação e, portanto, mede o grau de concordância entre as configurações, varia de 0 (discordância total) a 1 (concordância perfeita) (ROBERT e ESCOUFIER, 1976).

2.4.2 Escores médios de intensidade

Os escores médios obtidos pelas diferentes técnicas sensoriais foram comparados por meio da ANOVA, considerando cada formulação e atributo. As equipes foram avaliadas duas a duas, sendo assim, comparou-se as seguintes técnicas: (a) PDO x PDOT_{menor}, (b) PDO x PDOT_{maior}, (c) PDOT_{menor} x PDOT_{maior} e (d) PC x PDOT_{maior}. A ANOVA foi realizada tendo como fonte de variação apenas a técnica, sendo verificado se houve diferença entre os escores médios obtidos pelos diferentes painéis, para cada formulação e atributo, ao nível de 5% de probabilidade. O modelo matemático que representa a ANOVA está apresentado na Equação 2. Foi testada a hipótese de nulidade de diferença entre as técnicas ($H_0: m_i = m_j; i \neq j$).

$$Y_{ijk} = m + T_i + e_{ijk} \quad (2)$$

Em que:

- Y_{ijk} = representa o escore dado na técnica i , pelo julgador j na repetição k ;
- m = representa a constante inerente ao modelo ou a média geral;
- T_i = representa o efeito fixo da técnica i ;
- e_{ijk} = erro aleatório normal, independente e igualmente distribuído $(0, \sigma^2)$.

2.4.3 Avaliação do desempenho global das equipes entre as técnicas descritivas

2.4.3.1 Capacidade discriminativa das técnicas sensoriais descritivas

A capacidade discriminativa entre os painéis de julgadores foi avaliada com base no teste de *Tukey*, obtido para cada técnica sensorial. Este teste se fez necessário, devido

à existência de diferença significativa ($p < 0,05$) entre as formulações de chocolates, em relação aos atributos avaliados, por meio das diferentes equipes de julgadores semi-treinados (PDO) e treinados (PDOT_{menor}, PDOT_{maior} e PC) (Equação 1). Sendo assim, o painel que formou mais grupos, em um determinado atributo, ou seja, diferenciou as formulações de chocolate, foi o que apresentou maior capacidade de discriminação.

2.4.3.2 Medida de precisão das técnicas descritivas

A precisão é uma medida da repetibilidade e reprodutibilidade dos dados, e representa a proximidade entre os resultados de medições sucessivas do mesmo alimento (amostras-teste) (ISO/IEC, 2005). Em métodos sensoriais descritivos, repetibilidade de resultados indica a capacidade dos julgadores em repetir as medidas (escores) nas diferentes repetições das avaliações de uma mesma amostra. A equipe de julgadores que apresentar boa repetibilidade consegue atribuir notas semelhantes nas sucessivas medições do mesmo alimento (SILVA, 2013). Já a reprodutibilidade é o grau de concordância entre os resultados das medições de um mesmo alimento efetuadas sob condições externas variadas, como por exemplo, diferentes julgadores (PAGÉS e HUSSON, 2001).

Com o intuito de aferir a precisão das equipes sensoriais de cada técnica, além de avaliar se existe diferença no grau de variabilidade entre os quatro painéis descritivos (PDO, PDOT_{menor}, PDOT_{maior} e PC), foi realizado uma análise de variância (ANOVA), considerando um erro entre as avaliações e dentro das avaliações. Esta avaliação foi realizada para cada atributo e técnica separadamente, considerando as três repetições da avaliação sensorial de uma mesma formulação de chocolate. Foi avaliado se houve efeito significativo entre as avaliações sucessivas de um mesmo julgador para cada atributo descritor (efeito das repetições - e_{ij}), e se houve efeito significativo entre as avaliações de julgadores diferentes, porém pertencentes a uma mesma equipe (efeito da reprodutibilidade - B_j). O modelo matemático que representa a análise está apresentado na Equação 3 (BARBIN, 1993). Foi testada a hipótese de variabilidade nula entre as repetições das avaliações ($H_0: \sigma_{Rij}^2 = 0$), bem como a hipótese de nulidade de variabilidade entre os julgadores ($H_0: \sigma_{Bj}^2 = 0$).

$$Y_{ijk} = m + T_i + B_j + R_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad (3)$$

Em que:

- Y_{ijk} = representa o escore da formulação i atribuído pelo julgador j na repetição k ;
- m = representa a constante inerente ao modelo ou a média geral;
- T_i = representa o efeito fixo da amostra i ;
- B_j = representa o efeito aleatório do julgador j ;
- R_{ij} = efeito aleatório das repetições das avaliações para uma mesma amostra;
- ε_{ijk} = erro aleatório normal, independente e igualmente distribuído $(0, \sigma^2)$.

Adicionalmente, a precisão das técnicas foi estimada por meio do quadrado médio do resíduo ($QM_{\text{resíduo}}$), com o intuito de aferir a variabilidade aleatória de cada painel de julgadores. Em seguida, os valores obtidos do $QM_{\text{resíduo}}$ foi comparado por meio do teste de *Hatley* ($F_{\text{máximo}}$) ao nível de 5 % de significância. Este teste avalia a homogeneidade de variâncias, dividindo o maior valor obtido do quadrado médio do resíduo pelo menor valor, para cada atributo separadamente (MONTEGOMERY, 2001).

2.4.3.3 Utilização da escala não estruturada pelos julgadores semi-treinados (PDO) e treinados ($PDOT_{\text{menor}}$, $PDOT_{\text{maior}}$ e PC)

Visando comparar a forma de utilização da escala não estruturada de 9 cm pelas equipes semi-treinada (PDO), e treinadas ($PDOT_{\text{menor}}$, $PDOT_{\text{maior}}$ e PC), foi realizado um estudo da existência de interação entre os julgadores e as formulações por meio da ANOVA com duas fontes de variação (formulação e julgador), para cada técnica sensorial separadamente. A existência de interação indica que pelos menos um julgador está avaliando as amostras de forma diferente da equipe. Esta ocorrência é comum e difícil de ser evitada na análise sensorial (SILVA e DAMASIO, 1994). A interação poderá ocorrer devido à utilização de diferentes partes da escala para expressar a intensidade dos estímulos sensoriais, ou devido à inversão na percepção da intensidade dos estímulos avaliados. Para verificar o principal motivo do efeito da interação foi realizado uma avaliação gráfica, de forma a visualizar as avaliações de cada julgador para cada chocolate-teste, em relação aos atributos sensoriais individualmente. Sendo assim, foram plotados os valores médios das amostras em relação a cada atributo sensorial atribuído pelos diferentes julgadores, sendo verificada a concordância entre eles.

Com o intuito de complementar as análises do uso da escala não estruturada para avaliar a intensidade dos estímulos sensoriais das formulações de chocolate, foi realizada uma análise de frequência da utilização dos escores (intervalos) para as quatro técnicas de análise descritiva (PDO, PDOT_{menor}, PDOT_{maior} e PC). Adicionalmente, foi contabilizado a faixa de amplitude dos escores menor e maior atribuídos por cada painel, para cada formulação, bem como a diferença entre os escores (maior e menor).

2.4.4 Avaliação do desempenho individual dos julgadores entre as técnicas descritivas: capacidade discriminativa, repetibilidade e concordância

Para a avaliação do desempenho individual dos julgadores são focadas medidas integradas que capturam a variação na habilidade individual dos julgadores em discriminar os produtos em relação às suas características sensoriais (poder de discriminação) e na capacidade em repetir as avaliações sucessivas de uma mesma amostra (poder de repetibilidade), frente à capacidade consensual do painel (TOMIC et al., 2013).

Ambas as medidas foram realizadas por meio da análise de variância (ANOVA) para cada julgador, técnica e atributo separadamente. O poder de repetibilidade avalia a capacidade de cada julgador em repetir os escores nas diferentes repetições das avaliações de uma mesma formulação (p-valor do efeito da repetição). Isto implica em repetição não significativa, considerando uma probabilidade de 20%. O nível de significância foi estipulado de forma a obter resultados mais criteriosos, uma vez que objetivou-se obter diferença não significativa entre as repetições do perfil sensorial de uma mesma formulação de chocolate.

Para a capacidade discriminativa foi avaliado se houve efeito significativo na discriminação das formulações (p-valor do efeito do tratamento) para cada julgador individual. O modelo matemático que representa a ANOVA está apresentado na Equação 4. Foram testadas as hipóteses de variância nula entre as repetições ($H_0: \sigma_{Rj}^2 = 0$), bem como a hipótese de diferença nula entre as formulações ($H_0: m_i = m_j$).

$$Y_{ij} = m + T_i + R_j + e_{ij} \quad (4)$$

Em que:

- Y_{ij} = representa o escore dado por um julgador da formulação i na repetição j ;
- m = representa a constante inerente ao modelo ou a média geral;

- T_i = representa o efeito fixo da amostra i ;
- R_j = representa o efeito aleatório da repetição j ;
- e_{ij} = erro aleatório normal, independente e igualmente distribuído $(0, \sigma^2)$.

Adicionalmente, o desempenho individual de cada julgador foi avaliado separadamente para cada atributo e painel, por meio do coeficiente de correlação de *Pearson* (r). Este, correlacionou o escore atribuído a um determinado atributo para cada julgador de uma equipe com a média dos escores dados pelo painel, referente ao mesmo atributo avaliado, como sugerido por Pagès et al. (2006); Worch et al. (2010) e Ares et al. (2011).

2.4.5 Softwares utilizados

As análises de variâncias, os testes de médias foram realizados utilizando o pacote SAS/STAT do *software* Statistical Analysis System (Institute Inc., North Carolina, USA, 1999) versão 9.1, licenciado para a Universidade Federal de Viçosa. Os gráficos que avaliam o efeito da interação (formulação x julgador) de cada julgador e os histogramas foram confeccionados por meio do *software* *Sigma Plot*, versão 11.0 e os coeficientes RV foram obtidos por meio do *software* *R*.

3. RESULTADOS

3.1 Comparação entre as técnicas descritivas

Os chocolates foram caracterizados por meio de quatro técnicas descritivas. Estas técnicas foram comparadas em relação ao perfil sensorial (mapa descritivo), escores médios obtidos para cada atributo descritor e no desempenho global e individual dos julgadores, com base na capacidade discriminativa e na precisão dos resultados.

3.1.1 Configurações espaciais das técnicas descritivas

A representação gráfica do perfil sensorial de chocolate desenvolvido pelas diferentes equipes de avaliação foi obtida por meio da Análise de Componentes Principais (ACP).

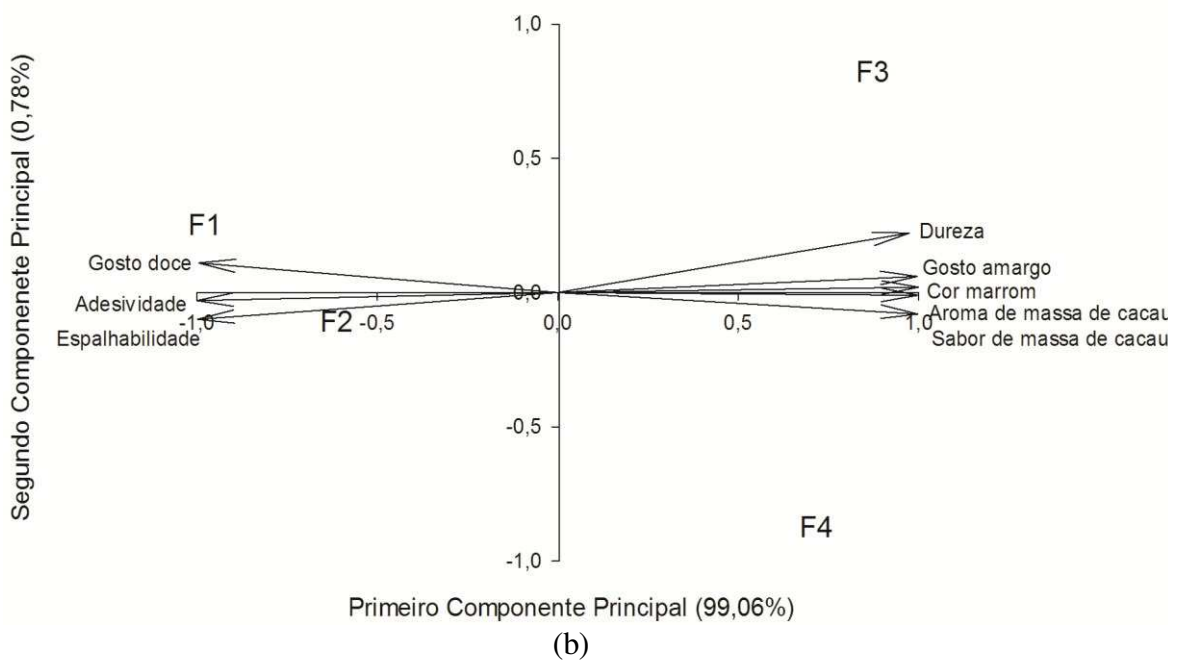
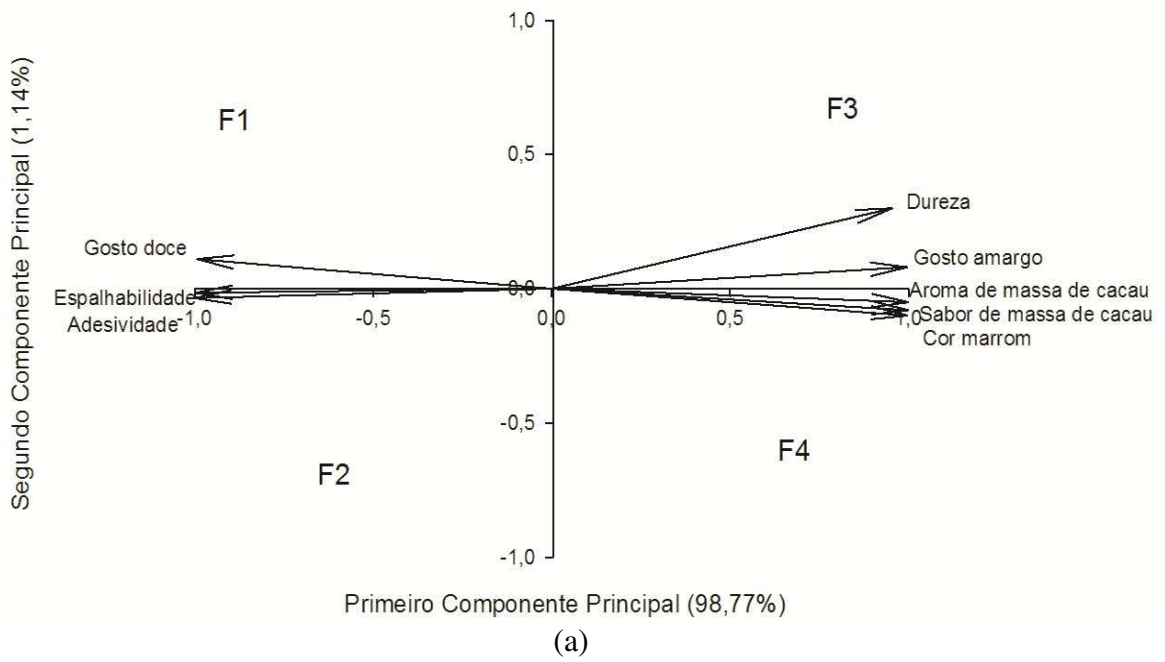
De acordo com a Tabela 2.5, o primeiro componente principal explicou mais que 97 % da variação máxima dos dados nas quatro técnicas de descrição sensorial. Os dois

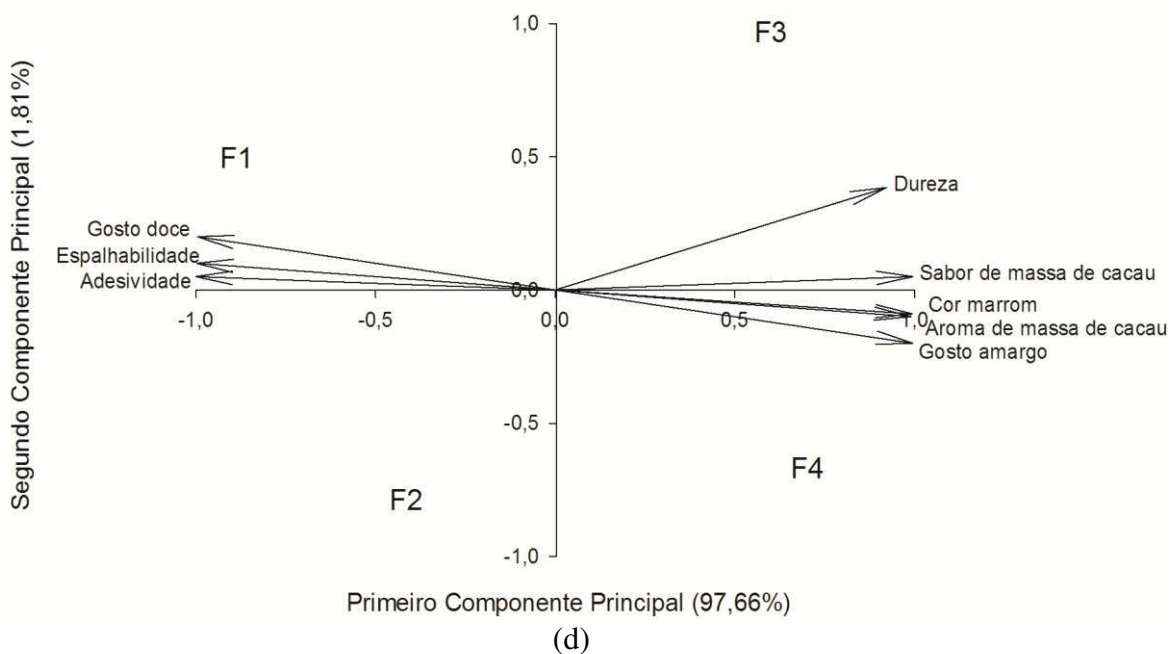
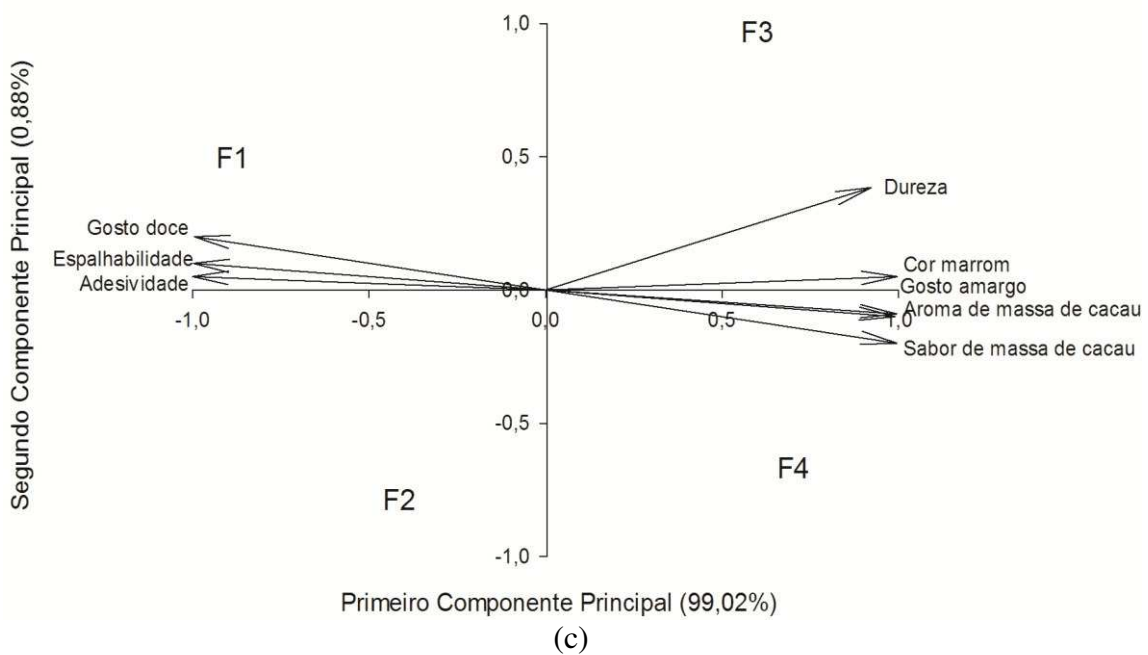
primeiros componentes principais juntos explicaram 99,0% da variação total dos dados para as quatro metodologias e, portanto, somente as duas primeiras dimensões foram consideradas na representação gráfica. Para efeito de interpretação, somente o primeiro componente foi considerado. Este tipo de análise forneceu uma representação bidimensional de fácil visualização e interpretação do mapa sensorial (Figura 2.2).

Tabela 2.5. Explicação dos componentes principais da avaliação dos dados obtidos por meio das quatro técnicas descritivas

| <i>Técnicas descritivas</i> | <i>Porcentagem de explicação dos componentes principais</i> | | |
|-----------------------------|---|-----------|-----------|
| | <i>1°</i> | <i>2°</i> | <i>3°</i> |
| <i>PDO</i> | 98,77 | 1,14 | 0,10 |
| <i>PDOT_{menor}</i> | 99,06 | 0,78 | 0,16 |
| <i>PDOT_{maior}</i> | 99,02 | 0,88 | 0,10 |
| <i>PC</i> | 97,66 | 1,81 | 0,52 |

Nas quatro técnicas avaliadas (*PDO*, *PDOT_{menor}*, *PDOT_{maior}* e *PC*) a separação espacial das formulações de chocolate foram semelhantes. Em relação aos atributos sensoriais, representados por vetores, sendo que cada abscissa e ordenada do vetor corresponde à correlação linear entre a variável (atributo) e os dois primeiros componentes principais. Todos os atributos apresentaram correlação somente com o primeiro componente principal ($p < 0,05$). Os atributos gosto doce, adesividade e espalhabilidade correlacionaram negativamente com o primeiro componente e, portanto, tenderam a caracterizar as formulações F1 e F2. Já os atributos cor marrom, dureza, aroma de massa de cacau, gosto amargo e sabor de massa de cacau apresentaram correlação positiva com o primeiro componente e, portanto, se apresentam em maior intensidade nas formulações F3 e F4 (Figura 2.2).





F1: 80% ao leite e 20% meio amargo; F2: 80% ao leite e 20% amargo; F3: 100% meio amargo; F4: 50% ao leite e 50% amargo.

Figura 2.2. Configuração espacial das formulações de chocolate e correlação dos atributos sensoriais com os componentes principais. (a) PDO, (b) PDOT_{menor}, (c) PDOT_{maior}, (d) PC.

As quatro técnicas descritivas apresentaram semelhança nas configurações espaciais das formulações de chocolates em relação aos componentes principais. Isto

indica que o treinamento dos julgadores e o tipo de protocolo de avaliação (atributo-por-atributo e serial monádico) não alteraram a conformação espacial das amostras e dos atributos descritores. Portanto, o nível de acuidade sensorial dos julgadores e a presença dos materiais de referência (“fraco” e “forte”) durante a avaliação não interferiu no comportamento do perfil sensorial das formulações de chocolate.

Na comparação das configurações geradas pelas equipes semi-treinada e com treinamento em diferentes níveis de intensidade, menor e maior, verificou-se um coeficiente RV igual 0,99 e 0,98, respectivamente. E um valor de RV igual a 0,93 na comparação dos diferentes protocolos de avaliação (PDOT_{maior} x PC). Segundo Cartier et al. (2006), coeficiente RV superior a 0,70 é considerado um nível satisfatório de concordância. Isto mostra que diferentes níveis de treinamento do painel e formas de avaliação das técnicas descritivas possibilitaram a obtenção de perfis sensoriais similares.

Silva et al. (2013) verificaram semelhança espacial nos mapas descritivos obtidos na avaliação sensorial de chocolate por meio métodos descritivos que utilizam julgadores semi-treinados (ADO e PDO) e treinados (PC). Lelièvre et al. (2009) obtiveram configuração espacial semelhante na avaliação de cerveja por meio de duas equipes distintas de avaliação (treinados e não treinados), quando considerado apenas os dois primeiros componentes principais, com percentual de explicação de em torno de 44%. Já os mapas descritivos referentes ao terceiro e quarto componentes principais (aproximadamente 27% de explicação) para os grupos treinados e não treinados, não apresentaram semelhança espacial. No presente estudo, verificou-se que as quatro metodologias (PDO, PDOT_{menor}, PDOT_{maior} e PC) forneceram mapas sensoriais semelhantes na caracterização sensorial de chocolate. Isto indica que o comportamento do perfil sensorial não é alterado pelo grau de treinamento da equipe e pelo método de análise.

3.1.2 *Escores médios de intensidade*

Os escores médios dos atributos sensoriais obtidos para cada formulação de chocolate por meio das diferentes metodologias, com variações nos níveis de treinamento dos julgadores ou no protocolo de avaliação, apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste F (Tabela 2.6). A metodologia PDO quando comparada com as técnicas PDOT_{menor} e PDOT_{maior} apresentaram cinco e doze atributos, respectivamente, com escores médios diferentes, dentre as quatro formulações de

chocolate. Isto indica que os dois tipos de julgadores (semi-treinados e treinados) apresentaram diferença nos escores médios dados pelas formulações de chocolates, dentre os atributos avaliados, sendo que esta diferença aumentou à medida que o nível de treinamento da equipe aumentou, mostrando que a acuidade sensorial dos julgadores influenciou na forma de avaliação das amostras em relação aos atributos descritores. O mesmo resultado foi observado ao comparar apenas o grau de treinamento das equipes ($PDOT_{menor} \times PDOT_{maior}$), seis atributos dentre às quatro formulações apresentaram escores médios diferentes.

Tabela 2.6. *p*-valor da análise de variância para comparação dos escores entre as técnicas descritivas

| <i>PDO x PDOT_{menor}</i> | | | | |
|--|-------------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| | <i>F1</i> | <i>F2</i> | <i>F3</i> | <i>F4</i> |
| | <i>p</i> -valor | <i>p</i> -valor | <i>p</i> -valor | <i>p</i> -valor |
| <i>Cor marrom</i> | 0,5384 | 0,9376 | 0,2616 | 0,5761 |
| <i>Dureza</i> | 0,0744 | 0,2214 | 0,0106 | 0,7709 |
| <i>Aroma de cacau</i> | 0,2931 | 0,0771 | 0,2204 | 0,9569 |
| <i>Gosto doce</i> | 0,0035 | 0,0092 | 0,8884 | 0,5178 |
| <i>Gosto amargo</i> | 0,0626 | 0,4077 | 0,3419 | 0,3773 |
| <i>Sabor de cacau</i> | 0,4815 | 0,1346 | 0,5593 | 0,2881 |
| <i>Espalhabilidade</i> | 0,0041 | 0,2633 | 0,1792 | 0,4815 |
| <i>Adesividade</i> | 0,0148 | 0,3556 | 0,2563 | 0,8635 |
| <i>PDO x PDOT_{maior}</i> | | | | |
| | <i>F1</i> | <i>F2</i> | <i>F3</i> | <i>F4</i> |
| | <i>p</i> -valor | <i>p</i> -valor | <i>p</i> -valor | <i>p</i> -valor |
| <i>Cor marrom</i> | 0,2770 | 0,3538 | 0,5826 | 0,0311 |
| <i>Dureza</i> | 0,0081 | 0,0358 | 0,0019 | 0,8233 |
| <i>Aroma de cacau</i> | 0,3770 | 0,8765 | 0,4544 | 0,8150 |
| <i>Gosto doce</i> | 0,0112 | 0,0349 | 0,0019 | 0,0005 |
| <i>Gosto amargo</i> | 0,2650 | 0,7604 | 0,0103 | 0,9006 |
| <i>Sabor de cacau</i> | 0,3899 | 0,6666 | 0,1409 | 0,6619 |
| <i>Espalhabilidade</i> | 0,2729 | 0,0364 | 0,0002 | 0,2914 |
| <i>Adesividade</i> | 0,3260 | 0,2566 | 0,0013 | 0,7616 |
| <i>PDOT_{menor} x PDOT_{maior}</i> | | | | |
| | <i>F1</i> | <i>F2</i> | <i>F3</i> | <i>F4</i> |
| | <i>p</i> -valor | <i>p</i> -valor | <i>p</i> -valor | <i>p</i> -valor |
| <i>Cor marrom</i> | 0,1023 | 0,2679 | 0,0736 | 0,1049 |
| <i>Dureza</i> | 0,3791 | 0,0011 | 0,3856 | 0,9114 |
| <i>Aroma de cacau</i> | 0,9115 | 0,0929 | 0,5530 | 0,7769 |
| <i>Gosto doce</i> | 0,7643 | 0,5855 | 0,0001 | <0,0001 |
| <i>Gosto amargo</i> | 0,3753 | 0,5606 | 0,0024 | 0,3746 |
| <i>Sabor de cacau</i> | 0,8167 | 0,1845 | 0,3996 | 0,0924 |
| <i>Espalhabilidade</i> | 0,1379 | 0,3939 | 0,0128 | 0,7916 |
| <i>Adesividade</i> | 0,1572 | 0,8757 | 0,0320 | 0,6566 |
| <i>PDOT_{maior} x PC</i> | | | | |
| | <i>F1</i> | <i>F2</i> | <i>F3</i> | <i>F4</i> |
| | <i>p</i> -valor | <i>p</i> -valor | <i>p</i> -valor | <i>p</i> -valor |
| <i>Cor marrom</i> | <0,0001 | <0,0001 | 0,0736 | 0,0011 |
| <i>Dureza</i> | 0,0008 | 0,0002 | 0,5513 | 0,0357 |
| <i>Aroma de cacau</i> | 0,0325 | 0,0002 | 0,6971 | 0,1880 |
| <i>Gosto doce</i> | 0,0644 | 0,0007 | 0,0300 | <0,0001 |
| <i>Gosto amargo</i> | 0,5631 | 0,0548 | 0,0131 | <0,0001 |
| <i>Sabor de cacau</i> | 0,0017 | 0,0002 | 0,4674 | <0,0001 |
| <i>Espalhabilidade</i> | 0,3034 | <0,0001 | 0,0021 | 0,0178 |
| <i>Adesividade</i> | 0,5511 | 0,0070 | 0,0057 | 0,0003 |

Diferenças significativas a um nível de 5% de probabilidade estão destacadas em negrito.

Em relação à comparação $PDOT_{maior} \times PC$ observou-se que mesmo as equipes de jogadores terem recebido o mesmo tempo de treinamento (maior), a capacidade discriminativa das formulações foi diferente para 22 atributos, dentre as quatro

formulações de chocolate. Isto mostra que o protocolo de avaliação também influenciou nos escores atribuídos pelos diferentes painéis de julgadores.

3.1.3 Avaliação do desempenho global das equipes entre as técnicas descritivas

3.1.3.1 Capacidade de discriminação das formulações de chocolate

Para todas as técnicas descritivas avaliadas houve diferença significativa ($p < 0,0001$) entre as formulações de chocolate em todos os atributos descritores. Para os atributos que apresentaram efeito significativo da interação dos fatores formulação e julgador, independente da técnica utilizada, o valor do teste F dos tratamentos foi calculado pela razão entre a variância dos tratamentos e a variância da interação conforme proposto por Stone e Sidel (2012).

Como houve diferença significativa entre as formulações pelo teste F, procedeu-se ao teste de *Tukey* para testar os contrastes entre duas médias, em relação aos atributos sensoriais. Os escores médios obtidos na caracterização sensorial das formulações de chocolates por meio das quatro técnicas (PDO, PDOT_{menor}, PDOT_{maior} e PC) estão descritos na Tabela 2.7.

Tabela 2.7. Escores médios dos atributos sensoriais de chocolate obtidos por meio das quatro técnicas (PDO, PDOT_{menor}, PDOT_{maior} e PC), testados por meio do teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

| | | <i>Atributos sensoriais</i> | | | | | | | |
|-------------------|-----------|-----------------------------|------------------|--------------------|-------------------|---------------------|--------------------|------------------------|--------------------|
| | | <i>Cor Marrom</i> | <i>Dureza</i> | <i>Aroma cacau</i> | <i>Gosto Doce</i> | <i>Gosto amargo</i> | <i>Sabor cacau</i> | <i>Espalhabilidade</i> | <i>Adesividade</i> |
| <i>PDO</i> | <i>F1</i> | 1,6 ^a | 3,2 ^a | 1,5 ^a | 7,1 ^c | 1,3 ^a | 1,3 ^a | 6,8 ^c | 6,6 ^b |
| | <i>F2</i> | 3,0 ^b | 2,8 ^a | 2,4 ^b | 5,8 ^b | 1,6 ^a | 2,2 ^b | 5,9 ^b | 5,9 ^b |
| | <i>F3</i> | 7,2 ^c | 7,1 ^c | 6,8 ^c | 2,2 ^a | 6,2 ^b | 6,4 ^c | 2,5 ^a | 2,3 ^a |
| | <i>F4</i> | 7,0 ^c | 5,7 ^b | 6,6 ^c | 2,1 ^a | 5,6 ^b | 6,3 ^c | 3,1 ^a | 2,7 ^a |
| <i>PDOT menor</i> | <i>F1</i> | 1,5 ^a | 2,6 ^a | 1,3 ^a | 7,5 ^c | 0,9 ^a | 1,2 ^a | 7,3 ^d | 7,2 ^d |
| | <i>F2</i> | 3,0 ^b | 3,3 ^a | 2,9 ^b | 6,5 ^b | 1,8 ^b | 2,6 ^b | 6,3 ^c | 6,2 ^c |
| | <i>F3</i> | 7,4 ^d | 7,7 ^c | 7,1 ^c | 2,2 ^a | 5,8 ^c | 6,5 ^c | 1,9 ^a | 1,9 ^a |
| | <i>F4</i> | 6,9 ^c | 5,8 ^b | 6,6 ^c | 1,9 ^a | 5,9 ^c | 6,6 ^c | 2,8 ^b | 2,7 ^b |
| <i>PDOT maior</i> | <i>F1</i> | 1,8 ^a | 2,3 ^a | 1,3 ^a | 7,6 ^d | 1,1 ^a | 1,2 ^a | 7,1 ^c | 7,1 ^d |
| | <i>F2</i> | 3,2 ^b | 2,1 ^a | 2,4 ^b | 6,4 ^c | 1,7 ^b | 2,3 ^b | 6,5 ^c | 6,1 ^c |
| | <i>F3</i> | 7,0 ^c | 7,9 ^c | 7,0 ^c | 1,4 ^a | 6,8 ^d | 6,8 ^d | 1,3 ^a | 1,3 ^a |
| | <i>F4</i> | 6,5 ^c | 5,8 ^b | 6,5 ^c | 3,0 ^b | 5,6 ^c | 6,1 ^c | 2,7 ^b | 2,6 ^b |
| <i>PC</i> | <i>F1</i> | 2,9 ^a | 3,4 ^a | 1,8 ^a | 7,2 ^d | 1,2 ^a | 1,9 ^a | 6,7 ^a | 6,7 ^a |
| | <i>F2</i> | 4,3 ^b | 3,2 ^a | 3,7 ^b | 5,2 ^c | 2,5 ^b | 3,7 ^b | 5,4 ^b | 5,5 ^b |
| | <i>F3</i> | 7,4 ^c | 7,8 ^c | 6,9 ^c | 2,0 ^b | 5,9 ^c | 6,5 ^c | 2,1 ^c | 2,1 ^c |
| | <i>F4</i> | 7,4 ^c | 6,5 ^b | 7,0 ^c | 1,1 ^a | 7,0 ^d | 7,5 ^d | 2,0 ^c | 1,7 ^c |

Médias seguidas por letras iguais na coluna e método de avaliação não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

No PDO, os tratamentos foram discriminados em dois grupos distintos para dois dos oito atributos sensoriais, especificamente os atributos gosto amargo e adesividade. Nestes, os julgadores semi-treinados discriminaram as formulações que apresentavam maior diferença na magnitude de intensidade. Já para os demais atributos houve a formação de três grupos, sendo que as formulações F3 e F4 não apresentaram diferença significativa entre si ($p > 0,05$), exceto para a dureza. Já no PDOT, observou-se que as formulações de chocolate foram discriminadas significativamente ($p < 0,05$) em no mínimo três grupos. Sendo que no menor tempo de treinamento (PDOT_{menor}) houve a formação de três grupos para cinco dos oito atributos avaliados. As características cor marrom, espalhabilidade e adesividade foram discriminadas em quatro grupos distintos. No maior tempo de treinamento (PDOT_{maior}) houve a formação de quatro grupos para a metade dos atributos avaliados (gosto doce, amargo, sabor de massa de cacau e adesividade). As demais características foram discriminadas em três grupos.

Com a associação do treinamento dos julgadores ao protocolo do PDO ($PDOT_{menor}$ e $PDOT_{maior}$), verificou-se uma melhoria na capacidade discriminativa das formulações pelos julgadores, indicando que o treinamento associado ao protocolo do PDO melhorou a acuidade sensorial dos mesmos, logo estes possuem melhor capacidade de discriminação. Além disso, foi possível observar que o grau de treinamento também tendeu a favorecer na discriminação dos produtos em relação às características sensoriais.

Para o PC, verificou-se comportamento semelhante ao $PDOT_{menor}$ na discriminação das formulações de chocolate. Este resultado ressalta a importância do treinamento para melhorar o desempenho global do painel, na discriminação sensorial dos produtos.

3.1.3.2 Medida de precisão das técnicas descritivas

A precisão de cada técnica sensorial foi avaliada com base no grau de repetibilidade (e_{ij}) e reprodutibilidade (B_j), obtidos por meio da ANOVA. Na Tabela 2.8, estão descritos os resumos dos resultados obtidos da ANOVA, realizados para cada técnica e atributo sensorial separadamente.

Tabela 2.8. Repetibilidade (e_{ij}) e reprodutibilidade (B_j) das técnicas descritivas

| Atributos | PDO | | $PDOT_{menor}$ | | $PDOT_{maior}$ | | PC | |
|-----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------|
| | <i>p-valor</i> | | <i>p-valor</i> | | <i>p-valor</i> | | <i>p-valor</i> | |
| | e_{ij} | B_j | e_{ij} | B_j | e_{ij} | B_j | e_{ij} | B_j |
| Cor marrom | 0,6510 ^{ns} | <0,0001* | 0,6900 ^{ns} | <0,0001* | 0,4526 ^{ns} | 0,0358* | 0,3405 ^{ns} | <0,0001* |
| Dureza | 0,1718* | 0,0446* | 0,1360* | <0,0001* | 0,3749 ^{ns} | 0,0003* | 0,0018* | <0,0001* |
| Aroma cacau | 0,5021 ^{ns} | <0,0001* | 0,5471 ^{ns} | 0,0755* | 0,6647 ^{ns} | 0,2364 ^{ns} | 0,8708 ^{ns} | 0,0001* |
| Gosto doce | 0,7562 ^{ns} | 0,2058 ^{ns} | 0,5869 ^{ns} | 0,4551 ^{ns} | 0,2931 ^{ns} | 0,8264 ^{ns} | 0,0843* | 0,0002* |
| Gosto amargo | 0,1503* | <0,0001* | 0,5919 ^{ns} | <0,0001* | 0,3455 ^{ns} | 0,0419* | 0,1951* | <0,0001* |
| Sabor cacau | 0,5355 ^{ns} | 0,0026* | 0,2303 ^{ns} | 0,0347* | 0,8544 ^{ns} | 0,0779* | 0,6007 ^{ns} | <0,0001* |
| Espalhabilidade | 0,1094* | 0,0006* | 0,4005 ^{ns} | 0,0159* | 0,3890 ^{ns} | 0,0110* | 0,0870* | 0,0043* |
| Adesividade | 0,8311 ^{ns} | 0,0475* | 0,8311 ^{ns} | 0,0019* | 0,7959 ^{ns} | 0,2509 ^{ns} | 0,0622* | 0,1250* |

* significativo a 20% de probabilidade; ns: não significativo a 20% de probabilidade.

No PDO (equipe semi-treinada), houve efeito significativo ($p < 0,20$) entre as avaliações sucessivas de uma mesma formulação de chocolate (efeito das repetições - e_{ij}), ao avaliar as formulações de chocolate em relação aos atributos dureza, gosto amargo e espalhabilidade. Já nas técnicas $PDOT_{menor}$ e $PDOT_{maior}$, os julgadores

treinados em diferentes tempos, apresentaram repetibilidade ($p > 0,20$) em todos estímulos sensoriais estudados, exceto para o atributo dureza quando mensurado pelo painel referente ao menor tempo de treinamento ($PDOT_{menor}$) (Tabela 2.8).

Para a metodologia convencional (PC), cinco dos oito atributos avaliados apresentaram efeito significativo da repetibilidade. Portanto, a capacidade dos julgadores em repetir os escores nas sucessivas avaliações de uma mesma amostra depende do treinamento em que o painel é submetido antes de caracterizar o produto, e do tipo de protocolo de avaliação da metodologia.

Em relação à reprodutibilidade (precisão inter-julgador), Tabela 2.8, observou-se que houve efeito significativo ($p < 0,20$) nas quatro técnicas avaliadas. Nos métodos PDO e $PDOT_{menor}$, dos 16 julgadores semi-treinados e treinados, respectivamente, pelo menos um, não está em consenso com os demais, ao avaliar as formulações em relação aos atributos sensoriais, exceto para o termo gosto doce. Isto mostra, que em um painel semi-treinado ou com pequeno grau de treinamento, nem todos os julgadores obtêm uma boa reprodutibilidade dos resultados obtidos pelos demais participantes da equipe.

Já para a técnica $PDOT_{maior}$, três dos oito atributos avaliados no chocolate apresentaram reprodutibilidade no perfil sensorial de todos os julgadores pertencentes a este painel. Logo, o grau de treinamento da equipe de julgadores tendeu a favorecer no consenso do grupo, ao avaliar as características sensoriais de um determinado alimento.

Entretanto, o treinamento da equipe não foi o único fator que interferiu diretamente na reprodutibilidade de um painel de julgadores. Isto foi observado ao avaliar a precisão inter-julgador da técnica PC. Nesta técnica, todos os atributos apresentaram diferença na reprodutibilidade. Portanto, foi possível verificar que além do treinamento, o protocolo de avaliação também alterou o consenso do painel.

A precisão das técnicas também foi estimada por meio do quadrado médio do resíduo ($QM_{resíduo}$), obtido pela análise de variância (ANOVA). Visto que, esta medida aferiu o grau de variabilidade aleatória do experimento. Em seguida, o teste de Hatley se fez necessário com o intuito de comparar os valores obtidos do $QM_{resíduo}$ para cada atributo entre duas técnicas distintas.

De acordo com a Tabela 2.9, verificou-se que para a maioria dos atributos, a avaliação das formulações de chocolate por meio de julgadores treinados ($PDOT_{menor}$ e $PDOT_{maior}$) possibilitou valores do $QM_{resíduo}$ inferiores aos valores obtidos por meio da equipe semi-treinada (PDO). Além disso, foi observado que à medida que aumentou o grau de treinamento do painel, os valores do $QM_{resíduo}$ tenderam a diminuir, indicando

que o treinamento proporcionou menor variabilidade aleatória na execução da técnica, o que implica e sugere maior precisão do painel.

Tabela 2.9. Valores do quadrado médio residual para cada técnica sensorial

| | Quadrado médio do resíduo ($QM_{\text{resíduo}}$) | | | |
|--------------------------|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------|
| | <i>PDO</i> | <i>PDOT_{menor}</i> | <i>PDOT_{maior}</i> | <i>PC</i> |
| <i>Cor marrom</i> | 1,05 | 0,97 | 0,99 | 1,55 |
| <i>Dureza</i> | 2,55 | 1,92 | 1,34 | 2,12 |
| <i>Aroma de de cacau</i> | 1,06 | 1,35 | 0,89 | 2,65 |
| <i>Gosto Doce</i> | 1,90 | 1,09 | 0,85 | 2,60 |
| <i>Gosto amargo</i> | 1,32 | 1,59 | 0,86 | 2,14 |
| <i>Sabor de de cacau</i> | 2,14 | 1,47 | 0,88 | 2,31 |
| <i>Espalhabilidade</i> | 1,72 | 1,40 | 1,25 | 2,19 |
| <i>Adesividade</i> | 1,92 | 2,13 | 1,28 | 2,66 |

Em relação ao protocolo de avaliação, verificou-se que o atributo-por-atributo associado à apresentação dos materiais de referencia (“fraco” e “forte”) de cada atributo descritor, sugeriu maior precisão da equipe de julgadores, quando comparado com o serial monádico, devido os menores valores obtidos do $QM_{\text{resíduo}}$ para as metodologias PDO e PDO associado ao treinamento (PDOT), frente aos valores obtidos por meio da técnica PC.

Ao comparar pelo teste de Hatley os valores obtidos do $QM_{\text{resíduo}}$ entre duas técnicas, para um mesmo atributo, Tabela 2.10, constatou-se que a redução da variabilidade aleatória ($QM_{\text{resíduo}}$) foi significativa para alguns termos sensoriais avaliados ($p < 0,05$), ao inserir o treinamento dos julgadores na técnica PDO (PDOT), quando comparado com o painel semi-treinado (PDO). Ao comparar as técnicas PDO x $PDOT_{\text{menor}}$, constatou-se que a inserção do treinamento proporcionou uma redução significativa nos valores obtidos do $QM_{\text{resíduo}}$ para os atributos dureza, gosto doce e sabor de massa de cacau. Em relação às técnicas PDO x $PDOT_{\text{maior}}$ foi observado que o maior tempo de treinamento favoreceu na redução significativa da variabilidade aleatória em todos os atributos avaliados, exceto para os termos cor marrom e aroma de massa de cacau.

Tabela 2.10. Comparação da precisão entre as técnicas por meio do $F_{\text{máximo}}$, e seus respectivos níveis de significância para os atributos sensoriais do chocolate.

| | <i>PDO x PDOT_{menor}</i> | | <i>PDO x PDOT_{maior}</i> | | <i>PDOT_{menor} x PDOT_{maior}</i> | | <i>PDOT_{maior} x PC</i> | |
|------------------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------|--|----------------------|----------------------------------|----------------|
| | $F_{\text{máx}}$ | <i>p-valor</i> | $F_{\text{máx}}$ | <i>p-valor</i> | $F_{\text{máx}}$ | <i>p-valor</i> | $F_{\text{máx}}$ | <i>p-valor</i> |
| <i>Cor marrom</i> | 1,08 | 0,3273 ^{ns} | 1,06 | 0,3699 ^{ns} | 1,02 | 0,4541 ^{ns} | 1,57 | 0,0059* |
| <i>Dureza</i> | 1,33 | 0,0049* | 1,90 | 0,0002* | 1,43 | 0,0214* | 1,58 | 0,0050* |
| <i>Aroma de cacau</i> | 1,27 | 0,0863 ^{ns} | 1,19 | 0,1620 ^{ns} | 1,52 | 0,0095* | 2,98 | <0,0001* |
| <i>Gosto Doce</i> | 1,74 | 0,0009* | 2,24 | <0,0001* | 1,28 | 0,0804 ^{ns} | 3,06 | <0,0001* |
| <i>Gosto amargo</i> | 1,20 | 0,1469 ^{ns} | 1,53 | 0,0080* | 1,85 | 0,0003* | 2,49 | <0,0001* |
| <i>Sabor de cacau</i> | 1,46 | 0,0173* | 2,43 | <0,0001* | 1,67 | 0,0020* | 2,63 | <0,0001* |
| <i>Espalhabilidade</i> | 1,23 | 0,1228 ^{ns} | 1,38 | 0,0361* | 1,98 | 0,0001* | 1,75 | 0,0008* |
| <i>Adesividade</i> | 1,11 | 0,2790 ^{ns} | 1,50 | 0,0113* | 1,86 | 0,0003* | 2,08 | <0,0001* |

$F_{\text{máx}}$: estatística teste de Hatley; *p-valor*: nível de significância; * significativo a 5 % de probabilidade; ns: não significativo.

O tempo de treinamento exerceu influência no valor obtido do $QM_{\text{resíduo}}$, devido às diferenças significativas obtidas por meio do teste $F_{\text{máximo}}$ na comparação $PDOT_{\text{menor}}$ x $PDOT_{\text{maior}}$. Por meio desta análise, constatou-se que o maior tempo de treinamento proporcionou uma redução significativa ($p < 0,05$) na variabilidade aleatória das avaliações pelos julgadores em relação aos termos dureza, aroma de massa de cacau, gosto amargo, sabor de massa de cacau, espalhabilidade e adesividade.

Além do treinamento, verificou-se que o tipo do protocolo de avaliação também influenciou na variabilidade aleatória ($QM_{\text{resíduo}}$). Ao comparar as técnicas $PDOT_{\text{maior}}$ x PC, observou-se que o protocolo do PDO favoreceu na redução da variabilidade aleatória em todos os atributos descritores.

3.1.3.3 Utilização da escala não estruturada pelos julgadores semi-treinados (PDO) e treinados ($PDOT_{\text{menor}}$, $PDOT_{\text{maior}}$ e PC)

Com o intuito de avaliar e comparar a forma de utilização da escala não estruturada de 9 cm pelas equipes semi-treinada (PDO) e treinadas ($PDOT_{\text{menor}}$, $PDOT_{\text{maior}}$ e PC). Foi realizado um estudo prévio da existência de interação entre as formulações e os julgadores por meio da ANOVA. E, em seguida, procedeu-se com a análise de frequência da utilização dos escores (intervalos) para as quatro técnicas estudadas (PDO, $PDOT_{\text{menor}}$, $PDOT_{\text{maior}}$ e PC). As distribuições de frequência para cada metodologia foram representadas por meio de histogramas.

Os resultados obtidos do teste F indicaram efeito significativo ($p < 0,05$) da interação entre os fatores formulações e julgadores para as quatro técnicas avaliadas

(Tabela 2.11). Tanto o painel de julgadores semi-treinados (PDO), como as equipes treinadas (PDO_{menor}, PDO_{maior} e PC) apresentaram um efeito pronunciado da interação. No PDO e no PDO_{menor}, pelo menos um julgador, de cada técnica, avaliou as formulações de forma diferente da equipe, para quatro dos oito atributos descritores do chocolate. No PDO_{maior} e PC seis dos oito atributos apresentaram efeito significativo da interação.

Tabela 2.11. Valores de $F_{interação}$ e seus respectivos níveis de significância para os atributos sensoriais de chocolate avaliados por meio de julgadores semi-treinados (PDO) e treinados (PDO_{menor}, PDO_{maior} e PC).

| | PDO | | PDO _{menor} | | PDO _{maior} | | PC | |
|------------------------|--------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------|----------------------|
| | $F_{(TB)ij}$ | p-valor | $F_{(TB)ij}$ | p-valor | $F_{(TB)ij}$ | p-valor | $F_{(TB)ij}$ | p-valor |
| <i>Cor marrom</i> | 1,36 | 0,1346 ^{ns} | 1,25 | 0,1368 ^{ns} | 1,23 | 0,1801 ^{ns} | 2,51 | 0,0198* |
| <i>Dureza</i> | 5,19 | 0,0011* | 2,95 | 0,0328* | 2,03 | 0,0372* | 3,11 | 0,0491* |
| <i>Aroma de cacau</i> | 1,15 | 0,3572 ^{ns} | 1,33 | 0,5108 ^{ns} | 1,63 | 0,0044* | 4,32 | 0,0177* |
| <i>Gosto Doce</i> | 2,80 | 0,0480* | 2,25 | 0,0008* | 1,03 | 0,2076 ^{ns} | 3,33 | 0,1451 ^{ns} |
| <i>Gosto amargo</i> | 1,73 | 0,1189 ^{ns} | 2,63 | 0,0150* | 1,55 | 0,0055* | 4,52 | 0,0006* |
| <i>Sabor de cacau</i> | 2,22 | 0,4311 ^{ns} | 1,22 | 0,7658 ^{ns} | 2,25 | <0,0001* | 4,44 | 0,0024* |
| <i>Espalhabilidade</i> | 4,10 | <0,0001* | 2,77 | 0,0017* | 2,25 | 0,0060* | 4,12 | 0,0032* |
| <i>Adesividade</i> | 3,32 | 0,0092* | 2,46 | 0,2618 ^{ns} | 2,87 | 0,0002* | 3,20 | 0,2140 ^{ns} |

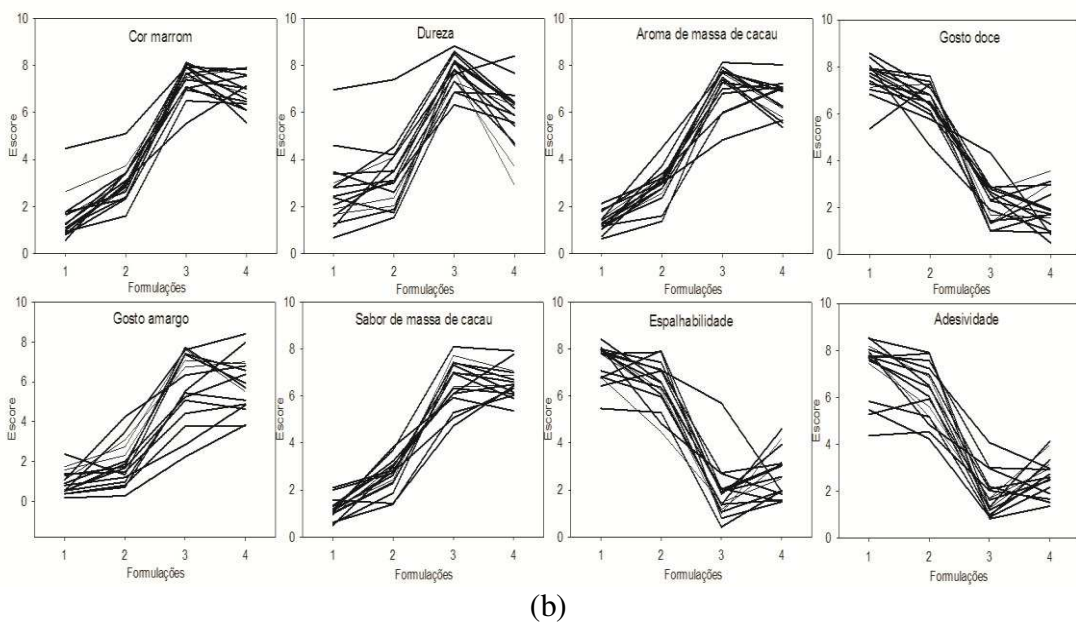
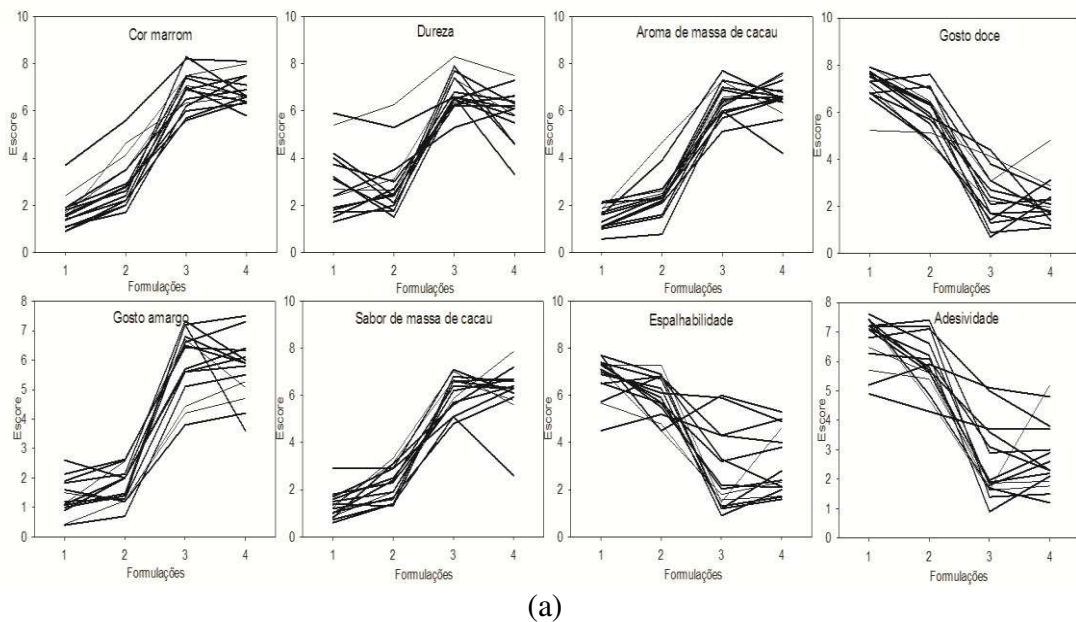
$F_{(TB)ij}$: estatística F (ANOVA) para interação formulação x julgador; p-valor: nível de significância;
* significativo a 5 % de probabilidade; ns: não significativo.

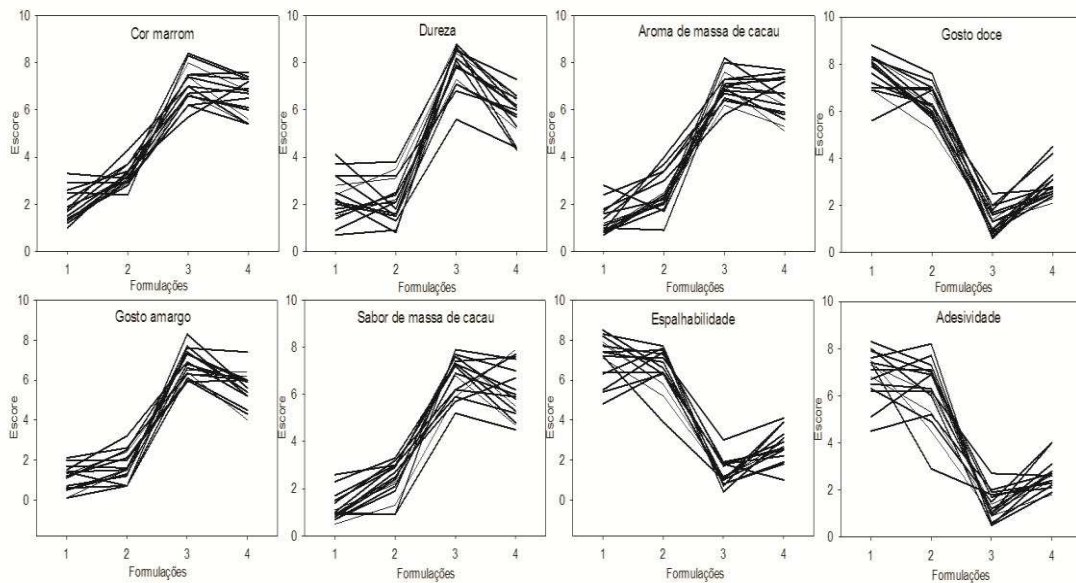
Em análise sensorial descritiva, a interação é uma ocorrência comum e de difícil controle. Sua detecção reflete a necessidade de calcular a estatística F para a fonte de variação tratamento, considerando o quadrado médio da interação como denominador, devido ao efeito aleatório dos componentes de variância.

Segundo Stone e Sidel (2012), a interação entre os tratamentos e os julgadores pode ocorrer devido ao simples fato dos julgadores estarem utilizando partes diferentes da escala não estruturada para expressarem as diferenças nas intensidades sensoriais. Ou ainda devido à inversão na percepção das intensidades dos estímulos sensoriais (SILVA e DAMASIO, 1994; O'NEILL, NICKLAUSS, e SAUVAGEOT, 2003; SILVA et al., 2012; 2013).

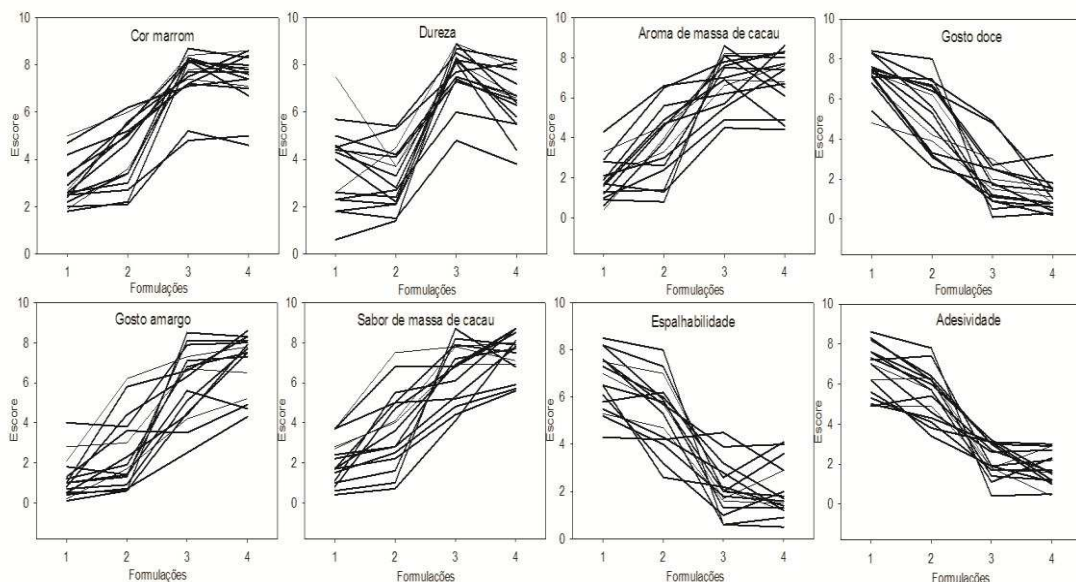
Com o intuito de estudar o efeito da interação (formulação x julgador), a análise gráfica se fez necessária para as quatro técnicas (Figura 2.3). Este tipo de representação verifica se a ocorrência da interação é devido à utilização de partes diferentes da escala ou se existe um efeito de inversão na percepção das intensidades dos estímulos

sensoriais (STONE e SIDEL, 2004). Ambos os painéis, semi-treinados, Figura 2.3a, e treinados, Figura 2.3b, c e d, apresentaram efeito de inversão na percepção das intensidades dos atributos sensoriais. Além disso, verificou-se que os julgadores (representados pelas linhas), das quatro técnicas, utilizaram diferentes partes da escala para expressar a intensidade dos estímulos, de uma determinada formulação. Entretanto, observou-se um efeito de interação menos pronunciado nas técnicas PDOT, visto a representação das linhas estarem mais próximas, principalmente na metodologia com maior tempo de treinamento (PDOT_{maior}). O mesmo não ocorreu na técnica PC. Isto mostra que além do treinamento, o protocolo de avaliação também influenciou na avaliação das formulações pelos julgadores de forma coerente e semelhante.





(c)



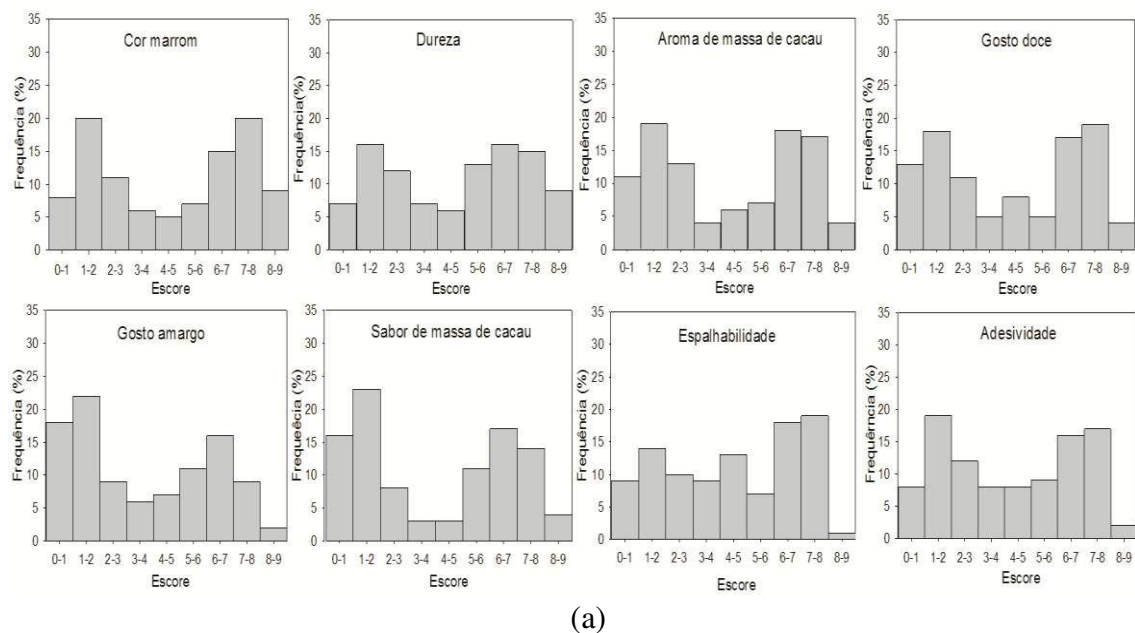
(d)

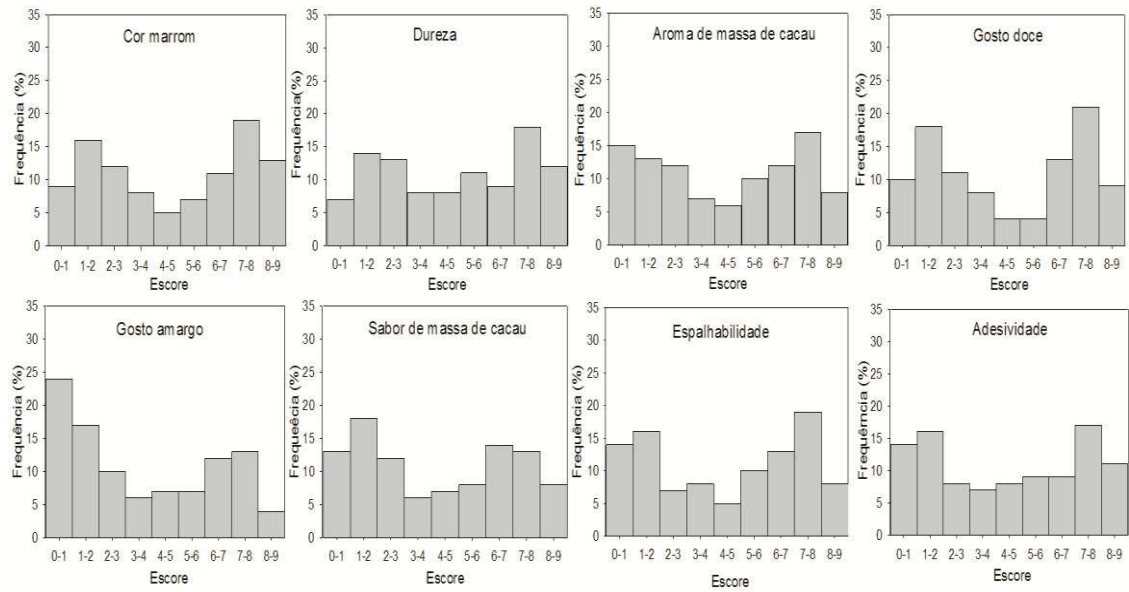
Figura 2.3. Utilização dos escores sensoriais na quantificação das características sensoriais dos chocolates, sendo cada julgador representado por uma linha no gráfico. (a) PDO, (b) PDOT_{menor}, (c) PDOT_{maior} e (d) PC.

O efeito de interação tem sido observado em diversos trabalhos utilizando equipes com alto grau de treinamento, tais como: Cardello e Faria (1998; 2000), Monrozier e Danzart (2001), Rocha et al. (2003), Richter et al. (2010) e Silva et al. (2012; 2013). Por outro lado, associar o treinamento ao protocolo de avaliação do PDO (atributo-por-atributo) pode se apresentar como uma alternativa para reduzir este efeito. A união do treinamento dos julgadores à exposição de todas as formulações, juntamente com os materiais de referência (“fraco” e “forte”) em uma mesma sessão de avaliação,

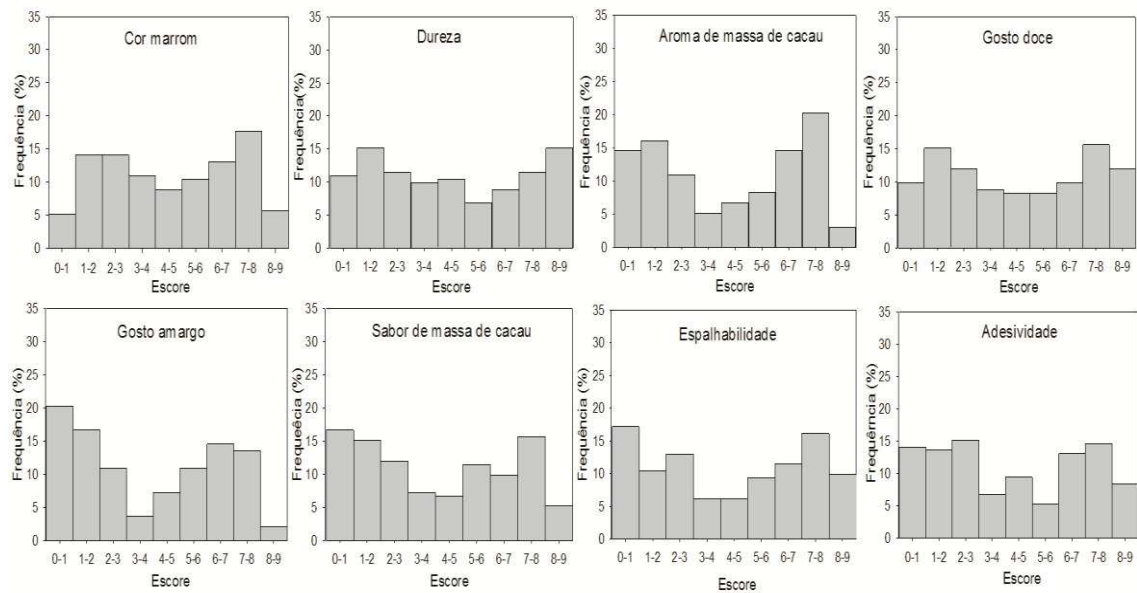
pode minimizar o efeito da “inversão” na percepção do estímulo sensorial e evitar interações “graves” entre os julgadores e os produtos.

A Figura 2.4 representa um histograma para análise de frequência da utilização dos escores (intervalos), em relação a cada atributo e técnica sensorial (PDO, PDOT_{menor}, PDOT_{maior} e PC). A equipe semi-treinada (PDO), Figura 2.4a, atribuiu com maior frequência os escores entre 1-2 e 7-8 cm para expressar a intensidade das formulações de chocolate em relação aos atributos cor marrom, aroma de massa de cacau, gosto doce e adesividade. Já os atributos gosto amargo e sabor de massa de cacau apresentaram maior frequência dos escores entre 1-2 cm para avaliar os chocolates. E os escores entre 6-8 cm foram atribuídos pelos julgadores ao avaliar as formulações em relação à espalhabilidade. Logo, verificou-se que julgadores semi-treinados tenderam a utilizar com maior frequência os escores próximos às extremidades (inferior e superior) para expressar a intensidade dos estímulos avaliados no chocolate.

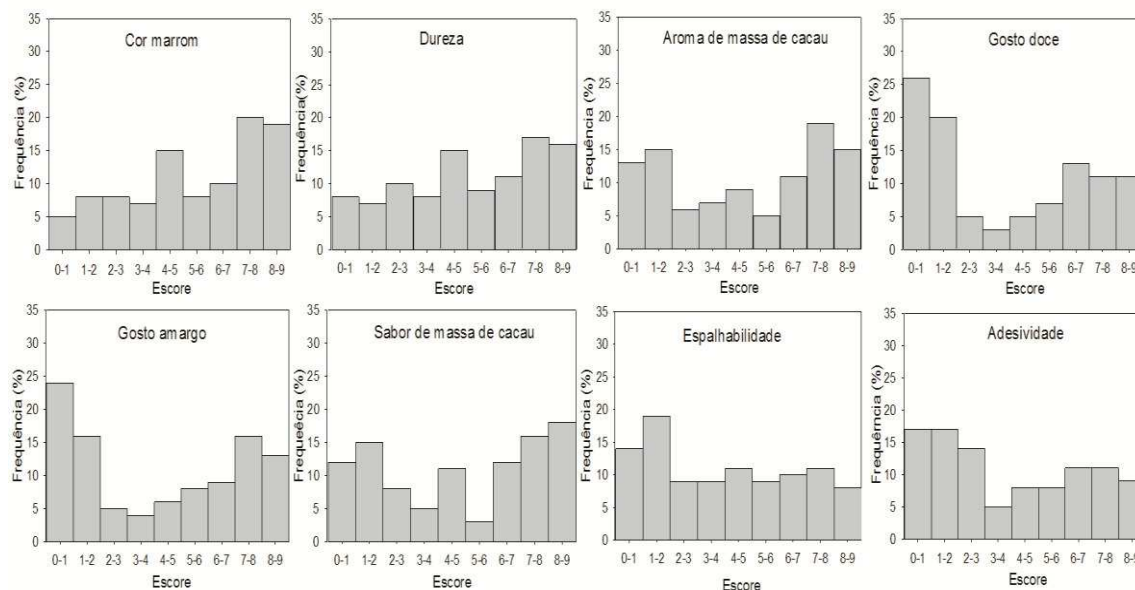




(b)



(c)



(d)

Figura 2.4. Distribuição de frequência para os escores sensoriais atribuídos aos estímulos sensoriais descritivos do chocolate. (a) PDO, (b) PDOT_{menor}, (c) PDOT_{maior} e (d) PC.

No painel treinado, especificamente o PDOT, Figura 2.4b e c, verificou-se que os julgadores também tenderam a utilizar os escores próximos às extremidades, porém, de forma menos frequente. Além disso, constatou-se que à medida que aumentou o nível de treinamento dos julgadores, estes deixaram de utilizar com maior frequência apenas os extremos inferior e superior, e passaram a usar toda a amplitude da escala não estruturada para expressar a intensidade das formulações de chocolate em relação aos atributos sensoriais (Figura 2.4c).

O mesmo comportamento não foi observado para o PC, Figura 2.4d, os julgadores mesmo apresentando um tempo maior de treinamento, tenderam a utilizar com maior frequência os extremos da escala. Este comportamento, provavelmente se deve ao protocolo de avaliação. No PDO (protocolo atributo-por-atributo), os julgadores recebem ao mesmo momento todas as formulações, o que possibilita a comparação entre as amostras antes da alocação da intensidade na escala. Em adição, os materiais de referência que ancoram os extremos da escala também são apresentados em conjunto com as formulações. Para o PC (protocolo serial monádico), a avaliação é realizada para cada amostra individualmente e as referências dos extremos de intensidade não são consultadas. A ausência dos materiais de referência no momento da avaliação das formulações pode ter levado os julgadores a avaliar as formulações com intensidades

mais próximas às extremidades, mesmo estes estando treinados. Este resultado mostra a importância de associar o treinamento dos julgadores ao protocolo atributo-por-atributo, e a apresentação dos materiais de referência (SILVA et al., 2012) para o uso de forma mais uniforme da escala não estruturada, se mostrando até mais interessante que o método tradicional (PC).

A Tabela 2.12 representa a faixa de amplitude dos escores menor e maior atribuídos por cada painel, e para cada formulação em relação aos atributos descritores, bem como a diferença entre os escores. No PDO, verificou-se que os julgadores semi-treinados utilizaram uma faixa muito ampla da escala não estruturada para avaliar uma mesma formulação, em relação aos atributos sensoriais, logo forneceram um maior valor de diferença, exceto a F1 para os atributos gosto doce e sabor de massa de cacau e a F3 também para o sabor de massa de cacau.

Tabela 2.12. Faixa de amplitude dos escores atribuídos às formulações de chocolate por cada técnica e para cada atributo.

| Atributos sensoriais | Chocolates | | | | | | | |
|--------------------------------|------------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|
| | F1 | | F2 | | F3 | | F4 | |
| | Faixa | Diferença | Faixa | Diferença | Faixa | Diferença | Faixa | Diferença |
| Cor Marrom | | | | | | | | |
| <i>PDO</i> | 0,3-5,6 | 5,3 | 1,0-7,9 | 6,9 | 4,5-9,0 | 4,5 | 4,7-9,0 | 4,3 |
| <i>PDOT_{menor}</i> | 0,1-4,9 | 4,8 | 0,4-6,8 | 6,4 | 5,5-8,7 | 3,7 | 4,4-8,4 | 4,0 |
| <i>PDOT_{maior}</i> | 0,5-4,7 | 4,2 | 1,4-5,1 | 3,7 | 5,5-8,8 | 3,3 | 4,3-8,3 | 4,0 |
| <i>PC</i> | 0,6-6,0 | 5,4 | 0,8-7,8 | 7,0 | 2,8-9,0 | 6,2 | 3,9-9,0 | 5,1 |
| Dureza | | | | | | | | |
| <i>PDO</i> | 0,2-7,6 | 7,4 | 0,3-8,3 | 8,0 | 3,1-9,0 | 5,9 | 1,7-8,5 | 6,8 |
| <i>PDOT_{menor}</i> | 0,4-6,9 | 6,5 | 0,5-6,9 | 6,4 | 5,3-9,0 | 3,7 | 1,9-8,5 | 6,6 |
| <i>PDOT_{maior}</i> | 0,3-5,3 | 5,0 | 0,3-5,6 | 5,3 | 5,0-8,9 | 3,9 | 2,2-7,9 | 5,7 |
| <i>PC</i> | 0,3-7,5 | 7,2 | 0,5-6,8 | 6,3 | 4,0-9,0 | 5,0 | 2,1-9,0 | 6,9 |
| Aroma de massa de cacau | | | | | | | | |
| <i>PDO</i> | 0,1-4,3 | 4,2 | 0,1-7,0 | 6,9 | 2,6-9,0 | 6,4 | 2,7-8,7 | 6,0 |
| <i>PDOT_{menor}</i> | 0,0-3,5 | 3,5 | 0,3-6,3 | 6,0 | 4,3-8,6 | 4,3 | 4,4-8,4 | 4,0 |
| <i>PDOT_{maior}</i> | 0,1-3,4 | 3,3 | 0,3-5,2 | 4,9 | 5,0-8,8 | 3,8 | 4,2-8,7 | 4,5 |
| <i>PC</i> | 0,2-5,9 | 5,7 | 0,5-8,0 | 7,5 | 1,1-9,0 | 7,9 | 1,6-9,0 | 7,4 |
| Gosto Doce | | | | | | | | |
| <i>PDO</i> | 5,7-9,0 | 3,3 | 1,6-8,2 | 6,6 | 0,3-7,8 | 7,5 | 0,1-6,1 | 6,0 |
| <i>PDOT_{menor}</i> | 4,7-8,9 | 4,2 | 3,3-8,4 | 5,1 | 0,3-6,0 | 5,7 | 0,2-4,8 | 4,6 |
| <i>PDOT_{maior}</i> | 5,1-8,9 | 3,8 | 4,5-8,8 | 4,3 | 0,3-3,3 | 3,0 | 1,2-5,8 | 4,6 |
| <i>PC</i> | 2,6-8,8 | 6,2 | 0,5-8,2 | 7,7 | 0,0-7,2 | 7,2 | 0,0-6,5 | 6,5 |
| Gosto amargo | | | | | | | | |
| <i>PDO</i> | 0,0-4,2 | 4,2 | 0,2-4,9 | 4,7 | 2,7-9,0 | 6,3 | 0,1-7,8 | 7,7 |
| <i>PDOT_{menor}</i> | 0,0-3,5 | 3,5 | 0,1-3,9 | 3,8 | 2,4-8,6 | 6,2 | 2,9-8,8 | 5,9 |
| <i>PDOT_{maior}</i> | 0,0-2,7 | 2,7 | 0,1-3,3 | 3,2 | 4,4-8,7 | 4,3 | 3,0-7,9 | 4,9 |
| <i>PC</i> | 0,1-5,9 | 5,8 | 0,2-7,3 | 7,1 | 0,8-9,0 | 8,2 | 1,4-9,0 | 7,6 |
| Sabor de massa de cacau | | | | | | | | |
| <i>PDO</i> | 0,1-2,5 | 2,4 | 0,5-7,2 | 6,7 | 1,6-9,0 | 7,4 | 3,8-8,8 | 5,0 |
| <i>PDOT_{menor}</i> | 0,2-2,9 | 2,7 | 0,6-6,3 | 5,7 | 3,5-8,5 | 5,0 | 4,2-9,0 | 4,8 |
| <i>PDOT_{maior}</i> | 0,1-3,0 | 2,9 | 0,2-4,3 | 4,1 | 2,9-8,9 | 6,0 | 3,7-8,5 | 4,8 |
| <i>PC</i> | 0,2-5,5 | 5,3 | 0,2-8,5 | 8,3 | 1,2-9,0 | 7,8 | 2,7-9,0 | 6,3 |
| Espalhabilidade | | | | | | | | |
| <i>PDO</i> | 3,3-9,0 | 5,7 | 1,5-8,0 | 5,7 | 0,0-6,8 | 6,8 | 0,2-6,4 | 6,2 |
| <i>PDOT_{menor}</i> | 3,8-8,7 | 4,9 | 3,6-8,5 | 4,9 | 0,0-5,6 | 5,6 | 0,4-5,9 | 5,5 |
| <i>PDOT_{maior}</i> | 4,5-8,9 | 4,4 | 4,3-8,2 | 3,9 | 0,1-4,2 | 4,1 | 0,3-5,8 | 5,5 |
| <i>PC</i> | 3,1-8,8 | 5,7 | 0,8-8,4 | 7,6 | 0,0-6,0 | 6,0 | 0,0-7,0 | 7,0 |
| Adesividade | | | | | | | | |
| <i>PDO</i> | 2,1-9,0 | 6,9 | 2,1-8,3 | 6,2 | 0,1-6,6 | 6,5 | 0,3-5,7 | 5,4 |
| <i>PDOT_{menor}</i> | 3,5-8,8 | 5,3 | 2,6-8,4 | 5,8 | 0,0-5,9 | 5,9 | 0,4-5,4 | 5,0 |
| <i>PDOT_{maior}</i> | 4,2-8,9 | 4,7 | 3,7-8,5 | 3,9 | 0,0-4,5 | 4,5 | 0,2-4,6 | 4,4 |
| <i>PC</i> | 2,7-8,9 | 6,2 | 1,9-8,5 | 6,6 | 0,0-6,8 | 6,8 | 0,0-5,7 | 5,7 |

*Escore baseado na escala de 9 pontos (0 = fraco, 9 = forte).

Já no PDOT (julgadores treinados), observou-se que a faixa de amplitude diminuiu, à medida que aumentou-se o tempo de treinamento. O mesmo resultado foi observado por Chambers et al. (2004) ao comparar diferentes tempos de treinamento (4, 60 e 120 h) na avaliação do perfil sensorial de três marcas comerciais de molho de tomate. O painel que recebeu 120 h de treinamento avaliou as amostras em relação aos atributos de textura e sabor utilizando uma faixa mais estreita da escala, quando comparado com o painel com apenas 4 h de treinamento.

Porém, o mesmo não foi observado para o PC, mesmo com um tempo maior de treinamento da equipe. Isto provavelmente ocorreu devido ao protocolo de avaliação da técnica (serial monádico), além da ausência dos materiais de referência (“fraco” e “forte”). Este estudo reforçou a importância em associar o protocolo de avaliação do PDO (atributo-por-atributo e apresentação dos materiais de referência) ao treinamento dos julgadores, pois o uso de faixas mais estreitas para avaliar uma amostra, em relação a um determinado atributo sensorial, sugere maior precisão do painel na caracterização do produto (CHAMBERS et al., 2004).

3.1.4 *Avaliação do desempenho individual dos julgadores entre as técnicas descritivas: capacidade discriminativa, repetibilidade e concordância*

O desempenho individual dos julgadores para cada técnica descritiva foi avaliado em termos da capacidade discriminativa e repetibilidade nos resultados, ou seja, a capacidade de cada julgador em discriminar as formulações de chocolate, em relação aos atributos descritores, e a capacidade em repetir as sucessivas avaliações de um mesmo tratamento.

Os resultados obtidos em relação à capacidade discriminativa dos julgadores individualmente avaliada com base na discriminação dos produtos obtida no teste de *Tukey* ($\alpha = 0.05$) estão representados na Tabela 2.13.

Uma pequena porcentagem de julgadores pertencentes ao painel semi-treinado (PDO) tiveram dificuldade em discriminar os chocolates em relação aos atributos descritores. Sendo assim, a porcentagem de julgadores semi-treinados que diferenciaram significativamente ($p < 0,05$) as formulações variou de 75,0 a 100%, dentre os atributos avaliados.

Tabela 2.13. Porcentagem de julgadores que discriminaram as formulações de chocolate e que apresentaram repetibilidade.

| Atributos | PDO | | PDOT _{menor} | | PDOT _{maior} | | PC | |
|-----------------|----------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|
| | T _i | R _j | T _i | R _j | T _i | R _j | T _i | R _j |
| | 0,05 | 0,20 | 0,05 | 0,20 | 0,05 | 0,20 | 0,05 | 0,20 |
| Cor marrom | 100,00 | 68,75 | 100,00 | 75,00 | 100,00 | 68,75 | 87,50 | 62,50 |
| Dureza | 75,00 | 56,25 | 100,00 | 75,00 | 100,00 | 93,75 | 87,50 | 31,25 |
| Aroma de cacau | 100,00 | 68,75 | 100,00 | 75,00 | 100,00 | 75,00 | 87,50 | 50,00 |
| Gosto doce | 87,5 | 56,25 | 93,75 | 81,25 | 100,00 | 93,75 | 81,25 | 50,00 |
| Gosto amargo | 100,00 | 56,25 | 93,75 | 93,75 | 100,00 | 93,75 | 93,75 | 56,25 |
| Sabor de cacau | 93,75 | 75,00 | 100,00 | 81,25 | 100,00 | 93,75 | 81,25 | 75,00 |
| Espalhabilidade | 81,25 | 62,50 | 87,50 | 81,25 | 100,00 | 81,25 | 75,00 | 56,25 |
| Adesividade | 75,00 | 68,75 | 87,50 | 75,00 | 100,00 | 75,00 | 56,25 | 50,00 |

T_i: capacidade discriminativa; R_j: repetibilidade.

Quanto aos julgadores treinados da técnica PDOT, verificou-se que a porcentagem de julgadores que apresentaram boa capacidade discriminativa aumentou à medida que aumentou o tempo de treinamento, sendo que no tempo maior (PDOT_{maior}), 100% dos julgadores discriminaram significativamente ($p < 0,05$) as formulações, em relação a todos os atributos avaliados (Tabela 2.13). Este resultado mostrou que quando os julgadores não recebem um treinamento adequado, nem todos os membros da equipe avaliam a magnitude de intensidade dos tratamentos de forma adequada, para todos os termos sensoriais, o que impossibilita a discriminação dos produtos.

Entretanto, o mesmo comportamento não foi observado na técnica PC. Logo, a capacidade discriminativa dos julgadores está diretamente relacionada não só com o grau de treinamento, mas com o protocolo de avaliação. No PDO (protocolo atributo-por-atributo), os julgadores recebem ao mesmo momento todas as formulações, e os materiais de referência (“fraco” e “forte”), possibilitando assim a comparação entre as amostras e com os extremos que ancoram a escala não estruturada, antes da alocação da intensidade ao longo da mesma. Esta estruturação da técnica favorece os julgadores em discriminar os tratamentos. Já na técnica PC (protocolo serial monádico), a avaliação é realizada para cada formulação individualmente e sem a presença dos materiais de referências.

Verificou-se também que o desempenho individual dos julgadores, em termos de repetibilidade, tendeu a melhorar com o treinamento dos mesmos. No PDO (julgadores semi-treinados), a porcentagem de julgadores que apresentaram repetibilidade ($p > 0,20$) variou de 56,25 a 75,00%, dentre os atributos avaliados. Já nas técnicas PDO associado ao treinamento PDOT_{menor} e PDOT_{maior}, a porcentagem de julgadores que

repetiram os escores atribuídos às formulações, variou de 75,00 a 93,75% e 68,75 a 93,75%, respectivamente. Sendo que no menor tempo de treinamento, 75,00% dos julgadores repetiram as formulações em relação à metade dos termos avaliados, 81,25 % repetiram os escores em relação aos atributos gosto doce, sabor de massa de cacau e espalhabilidade e 93,75% repetiram em relação ao gosto amargo. Para o maior tempo de treinamento, 68,75% dos julgadores apresentaram repetibilidade ao avaliar o termo cor marrom, 75,00% repetiram os chocolates para os termos aroma de massa de cacau e adesividade, 81,25% dos julgadores repetiram os escores em relação à espalhabilidade e 93,75% dos membros do painel apresentaram repetibilidade para os demais atributos avaliados (dureza, gosto doce, amargo e sabor de massa de cacau).

Para o PC, observou-se que a porcentagem de julgadores que obtiveram repetibilidade nos resultados variou de 31,25 a 75,00%, dentre os estímulos estudados, logo, o número de julgadores que apresentaram um bom desempenho em termos de repetibilidade foi inferior às técnicas PDOT_{menor} e PDOT_{maior}. Sendo assim, foi possível observar que o protocolo atributo-por-atributo associado ao treinamento possibilitou um melhor desempenho individual dos julgadores em termos de capacidade de discriminação das formulações e repetibilidade nos escores atribuídos.

Labbe et al. (2004) e Ares et al. (2011) obtiveram resultados semelhantes ao avaliar o desempenho individual de julgadores treinados e não treinados, na caracterização sensorial de café solúvel, e na avaliação da textura de sobremesas lácteas, respectivamente. Em ambos os estudos, os autores concluíram que o treinamento proporcionou diversas vantagens à equipe. Como por exemplo, permitiu maior familiarização com os termos descritivos, logo, aumentou a confiança dos julgadores ao avaliar as amostras, e conseqüentemente melhorou a capacidade de discriminação tanto da equipe como um todo (global) como dos julgadores individualmente.

A fim de complementar o estudo de desempenho individual dos julgadores, realizou-se uma análise de correlação dos dados individuais de cada julgador, com os dados obtidos da equipe completa. Esta avaliação foi realizada por meio do coeficiente de *Pearson* (*r*). Este correlacionou os escores médios atribuídos para cada julgador em relação a um determinado atributo, com os escores médios atribuídos pelo painel, a qual este julgador específico pertence. Na Tabela 2.14 estão descritos os valores mínimo, máximo e a média dos coeficientes de correlação obtidos para os 16 julgadores com o painel global, para cada atributo e técnica.

Tabela 2.14. Coeficiente de Correlação de *Pearson* (*r*) obtidos para cada atributo e técnica sensorial

| Atributos | Coeficiente de correlação de <i>Pearson</i> (<i>r</i>) | | | | | | | | | | | |
|------------------------|--|------|-------|-----------------------|------|-------|-----------------------|------|-------|------|------|-------|
| | PDO | | | PDOT _{menor} | | | PDOT _{maior} | | | PC | | |
| | min | máx | média | min | máx | média | min | máx | média | min | máx | média |
| <i>Cor marrom</i> | 0,78 | 0,96 | 0,89 | 0,88 | 0,99 | 0,94 | 0,90 | 0,97 | 0,94 | 0,70 | 0,99 | 0,88 |
| <i>Dureza</i> | 0,10 | 0,94 | 0,73 | 0,57 | 0,96 | 0,85 | 0,77 | 0,96 | 0,87 | 0,73 | 0,96 | 0,84 |
| <i>Aroma cacau</i> | 0,74 | 0,94 | 0,84 | 0,83 | 0,98 | 0,93 | 0,84 | 0,99 | 0,94 | 0,66 | 0,94 | 0,82 |
| <i>Gosto doce</i> | 0,40 | 0,96 | 0,85 | 0,74 | 0,99 | 0,92 | 0,87 | 0,99 | 0,94 | 0,71 | 0,96 | 0,85 |
| <i>Gosto amargo</i> | 0,71 | 0,96 | 0,86 | 0,73 | 0,97 | 0,88 | 0,84 | 0,99 | 0,94 | 0,59 | 0,97 | 0,85 |
| <i>Sabor cacau</i> | 0,22 | 0,97 | 0,84 | 0,79 | 0,98 | 0,91 | 0,85 | 0,98 | 0,93 | 0,61 | 0,97 | 0,82 |
| <i>Espalhabilidade</i> | 0,19 | 0,97 | 0,77 | 0,71 | 0,98 | 0,89 | 0,81 | 0,98 | 0,92 | 0,36 | 0,97 | 0,81 |
| <i>Adesividade</i> | 0,26 | 0,98 | 0,79 | 0,55 | 0,98 | 0,86 | 0,83 | 0,99 | 0,92 | 0,58 | 0,98 | 0,82 |

* min e máx: valor mínimo e máximo de *r*, respectivamente.

No PDO, verificou-se que nem todos os 16 julgadores apresentaram boa correlação com a equipe, para os atributos dureza, gosto doce, sabor de massa de cacau, espalhabilidade e adesividade, devido ao baixo valor obtido do coeficiente de correlação de *Pearson* (*r*), compreendido na faixa de 0,10 a 0,40, o que sugere falta ou pouco consenso destes julgadores individuais com o restante do painel. Já para a técnica PDOT, observou-se uma melhor correlação dos julgadores individuais com a equipe, visto os valores mínimos obtidos para o PDOT_{menor} e PDOT_{maior} serem de 0,55 e 0,77, respectivamente (Tabela 2.14).

Assim como no PDO, na técnica PC, nem todos os julgadores apresentaram boa correlação, devido o valor mínimo de *r* ser de 0,36, para o atributo espalhabilidade. Isto mostra que para esta técnica, o maior tempo de treinamento da equipe não foi suficiente para que todos os julgadores apresentassem consenso com o painel na avaliação dos chocolates, em relação aos atributos sensoriais. O que sugere que além do treinamento, o protocolo de avaliação também exerce influencia no desempenho individual dos julgadores.

A Figura 2.5 ilustra a frequência de julgadores por cada faixa do coeficiente de correlação de *Pearson*, para cada técnica sensorial separadamente. No PDO (julgadores semi-treinados), e no PC (treinados) menos da metade dos julgadores obtiveram correlação na faixa de 0,90 a 0,99. Já nas técnicas que utilizam julgadores treinados, PDOT_{menor} e PDOT_{maior}, a frequência de julgadores que obtiveram correlação acima de 0,90, foi de aproximadamente 63 e 80%, respetivamente. Este resultado ressalta a

importância do treinamento associado ao protocolo do PDO no desempenho individual dos julgadores.

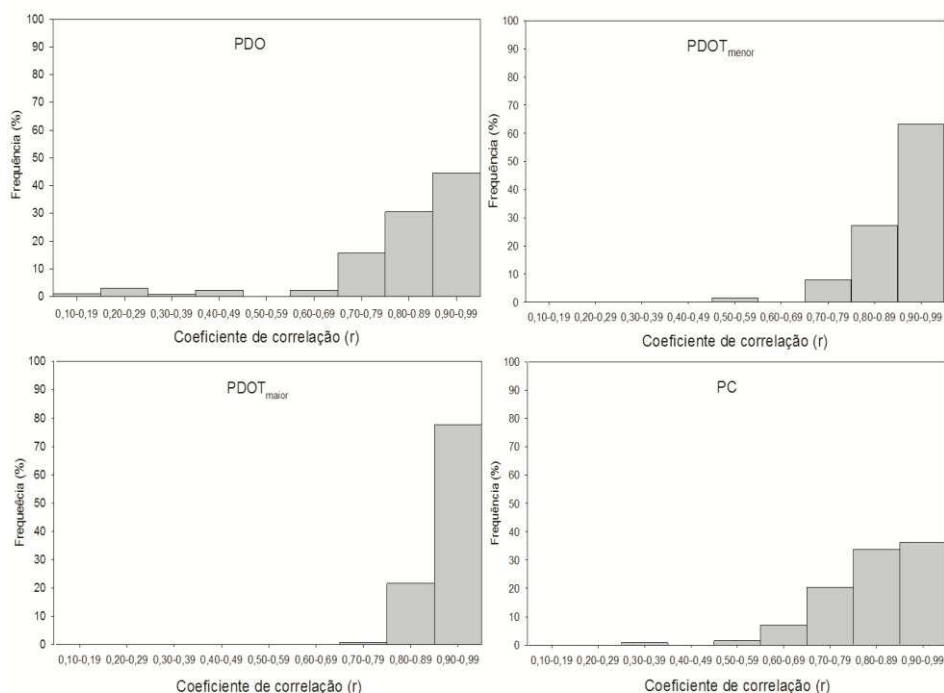


Figura 2.5. Representação gráfica das frequências obtidas para cada faixa do coeficiente correlação de *Person* (r), dado para cada julgador e técnica.

4. DISCUSSÕES

As quatro técnicas descritivas avaliadas (PDO, PDOT_{menor}, PDOT_{maior} e PC) apresentaram mapas sensoriais similares, com coeficiente RV igual ou superior a 0,93. Entretanto, neste estudo verificou-se diferença significativa ($p < 0,05$) entre os escores médios atribuídos às formulações de chocolate, em relação aos atributos sensoriais, nas diferentes técnicas. Estes resultados mostraram que o nível de acuidade sensorial dos julgadores e as condições de avaliação dos tratamentos (protocolo de avaliação) não influenciaram no comportamento sensorial dos produtos, porém, forneceram diferença em termos de discriminação das formulações pelas diferentes equipes.

Os resultados obtidos pelo teste de *Tukey* indicaram que o painel referente à técnica PDOT_{maior} apresentou melhor capacidade discriminativa, comparado com as demais metodologias. Alguns pesquisadores afirmam que os julgadores treinados são mais exigentes e consistentes do que os não treinados, apresentando assim melhor discriminação e repetibilidade dos resultados (CLAPPERTON e PIGGOTT, 1979;

CARDELLO et al., 1982; PERÓN e ALLEN, 1988; SAWYER et al., 1988; SOLOMON, 1990; WOLTERS e ALLCHURCH, 1994; GUERRERO et al., 1997; LABBE et al., 2004; ARES et al., 2011). Labbe et al. (2004) ao avaliar o perfil sensorial de café solúvel por meio de uma equipe de julgadores treinados, concluíram que o treinamento proporcionou diversas vantagens ao painel. Como por exemplo, permitiu maior familiarização com os termos descritivos, logo, aumentou a confiança dos julgadores ao avaliar as amostras, e conseqüentemente melhorou a capacidade de discriminação das amostras pelo painel.

Ao avaliar o desempenho global, em termos de precisão de cada equipe de julgadores, observou-se que associar o treinamento ao protocolo atributo-por-atributo e a apresentação dos materiais de referência (“fraco” e “forte”) durante a etapa de avaliação, proporcionou maior repetibilidade e reprodutibilidade dos dados, além de reduzir significativamente ($p < 0,05$) a variabilidade aleatória do experimento ($QM_{\text{resíduo}}$). Segundo Moussaoui e Varela, (2010) a alta especialização dos painéis descritivos permite melhor repetibilidade e reprodutibilidade dos dados, além de fornecer resultados mais detalhados, robustos, consistentes e estáveis no tempo. Logo, associar o treinamento ao protocolo do PDO fornece resultados mais precisos, visto que esta técnica (PDO) permite comparar os tratamentos entre si e com os materiais de referência que ancoram os extremos da escala (ISHII, et al., 2008; SILVA et al., 2012).

Resultados semelhantes foram observados por Chambers et al. (2004) ao comparar diferentes tempos de treinamento (4, 60 e 120 h) na avaliação do perfil sensorial de três marcas comerciais de molho de tomate. À medida que aumentou-se o tempo de treinamento do painel, os valores obtidos do $QM_{\text{resíduo}}$, por meio da ANOVA, tenderam a diminuir, mostrando que quanto maior a acuidade sensorial dos julgadores menor foi a variabilidade aleatória dos mesmos, ao caracterizar um determinado produto.

No presente estudo, também constatou-se que o nível de treinamento interferiu diretamente na precisão dos resultados. Portanto, das técnicas estudadas o PDOT_{maior} foi a mais indicada como ferramenta no controle de qualidade, uma vez que para garantir a qualidade dos produtos é necessário identificar com precisão a intensidade do mesmo, a fim de corrigir o problema de maneira eficaz (CHOLLET e VALENTIN, 2001).

O treinamento associado ao PDO (PDOT) favoreceu o desempenho tanto global, como dos julgadores individualmente. O mesmo resultado não foi verificado por Ares et al. (2011) ao avaliar as características de textura de sobremesas lácteas, por meio de

juízes treinados e de consumidores. Neste estudo, os autores observaram que ambos os painéis apresentaram boa capacidade discriminativa e reprodutibilidade dos dados. Entretanto, houve diferença significativa ($p < 0,05$), nos fatores estudados, quando avaliou-se cada juiz separadamente, para cada equipe.

Na ANOVA, verificou-se efeito significativo da interação entre os juízes e as formulações em todas as técnicas avaliadas. Portanto, ao proceder com o estudo da representação gráfica, foi observado que ambos os painéis, semi-treinados e treinados apresentaram efeito de inversão na percepção das intensidades dos atributos sensoriais. Entretanto, observou-se um efeito de interação menos pronunciado nas técnicas PDOT, principalmente na metodologia com maior tempo de treinamento (PDOT_{maior}).

A utilização de forma diferenciada da escala de intensidade também foi observada quando se comparou os diferentes painéis semi-treinados (PDO) e treinados (PDOT_{menor}, PDOT_{maior}). No PDO os juízes tenderam a utilizar os escores próximos aos extremos da escala, para avaliar as formulações em relação aos atributos descritores. Já no PDOT, os escores foram utilizados de forma mais homogênea, ou seja, toda a amplitude da escala foi utilizada com frequências mais similares. Uma possível explicação para este fato é que durante o processo de treinamento, os juízes adquirem uma melhor afinidade com a escala, melhoram sua acuidade sensorial, logo diminui o limiar de detecção. Além disso, adquirem uma capacidade de descrever os atributos sensoriais, e melhoram a habilidade em discriminar os produtos tanto em qualidade, como em diferentes níveis de intensidade, logo juízes treinados fornecem informações mais objetivas e analíticas sobre o produto testado (LAWLESS, 1984; MUÑOZ, 2005).

O mesmo comportamento não ocorreu com os juízes referentes ao PC, provavelmente, devido ao protocolo de avaliação da técnica. A ausência dos materiais de referência no momento da avaliação dos produtos pode ter levado os juízes a avaliar as formulações com intensidades próximas aos extremos da escala não estruturada. Isto mostra que além do treinamento, o protocolo de avaliação também influenciou na avaliação das formulações pelos juízes de forma correta e semelhante. Sendo assim, o PDOT se apresentou como uma técnica ainda mais eficaz que o método tradicional (PC).

Para a nova variante da metodologia PDO, técnica PDOT, é importante ressaltar que o tempo demandado para a execução de todas as etapas desta nova técnica descritiva, é superior ao tempo requerido para realizar o método PDO, devido à adição

das sessões de treinamento, as quais normalmente requerem muito tempo. Em relação ao método descritivo tradicional (PC), a nova técnica demandou menos tempo de execução. Segundo Ishii et al. (2007) o tempo requerido para realizar a avaliação dos produtos por meio do protocolo serial monádico é maior comparado ao protocolo atributo-por-atributo. No protocolo do PC, todos os atributos são avaliados juntos, em uma mesma sessão. Logo, o julgador irá demandar mais tempo para avaliar uma amostra em relação a todos os atributos descritores. Na Tabela 2.15 está descrita uma comparação entre as quatro técnicas descritivas (PDO, PDOT_{menor}, PDOT_{maior} e PC), em relação à presença/ausência de etapas, números de sessões e estimativa de tempo (em minutos) requerido em cada protocolo de avaliação.

Tabela 2.15. Comparação dos critérios de avaliação de cada técnica sensorial descritiva.

| <i>Critérios</i> | <i>Técnicas sensoriais descritivas</i> | | | |
|---|--|---------------------------------------|---------------------------------------|--|
| | <i>PDO</i> | <i>PDOT_{menor}</i> | <i>PDOT_{maior}</i> | <i>PC</i> |
| <i>Etapas (número de sessões e protocolos):</i> | | | | |
| <i>Recrutamento</i> | 1 sessão | 1 sessão | 1 sessão | 1 sessão |
| <i>Pré-seleção</i> | 4 sessões | 4 sessões | 4 sessões | 4 sessões |
| <i>Levantamento dos termos descritivos</i> | 1 sessão | 1 sessão | 1 sessão | 1 sessão |
| <i>Apresentação dos materiais de referência</i> | 1 sessão | - | - | - |
| <i>Treinamento</i> | - | 14 sessões | 28 sessões | 28 sessões |
| <i>Avaliação das formulações-teste</i> | 24 sessões | 24 sessões | 24 sessões | 12 sessões |
| <i>Estimativa do tempo requerido nas sessões de avaliação</i> | ~ 5 minutos por sessão (~120 minutos) | ~ 5 minutos por sessão (~120 minutos) | ~ 5 minutos por sessão (~120 minutos) | ~ 15 minutos por sessão (~180 minutos) |
| <i>Número de sessões</i> | 31 | 44 | 58 | 46 |

O PDO associado ao treinamento em menor e maior tempo apresentou um aumento no número de sessões de aproximadamente 42 e 87%, respectivamente, comparado com o PDO. Isto ocorreu devido à adição das sessões de treinamento, as quais ocasionaram um aumento no tempo de execução das técnicas. Em relação ao PC, o PDOT_{maior} obteve um aumento de aproximadamente 26 % no número de sessões. Entretanto, como o tempo requerido para executar uma sessão de avaliação por meio da

metodologia tradicional (PC) é de aproximadamente três vezes o tempo demandado para avaliar as amostras pelo PDOT. Isto implica em uma redução de aproximadamente 33% do tempo requerido para a execução da técnica PDOT, comparado ao método PC.

Portanto, o PDO associado ao treinamento se mostrou como uma ferramenta interessante para as indústrias na questão do controle de qualidade preciso e confiável, mesmo que para produtos com baixa intensidade de alguns estímulos sensoriais. Além disso, o PDOT se mostrou com uma alternativa até mais interessante e eficiente que o PC. Desta forma, o PDO poderá ter suas aplicações ampliadas, quando este está na sua versão original (técnica rápida) ou associado ao treinamento (alta precisão).

5. CONCLUSÕES

O Perfil Descritivo Otimizado associado ao treinamento dos julgadores (PDOT) apresentou perfil sensorial dos chocolates (comportamento) similar aos métodos com julgadores semi-treinados (PDO) e treinados (PC). Entretanto, o PDOT possibilitou melhor desempenho do painel, em termos de capacidade discriminativa, repetibilidade e reprodutibilidade dos dados, quando comparado com as demais metodologias descritivas (PDO e PC). Além de favorecer no desempenho individual dos julgadores.

Em relação ao grau de treinamento da equipe, constatou-se que os julgadores tenderam a melhorar a acuidade sensorial, à medida que aumentou o tempo de treinamento do painel. Estudos posteriores são necessários para verificar se um aumento elevado no tempo de treinamento pode provocar fadiga aos julgadores, e assim prejudicar a qualidade das avaliações descritivas dos produtos.

No PDOT, em especial no PDOT_{maior}, os julgadores tenderam a utilizar toda a amplitude da escala não-estruturada. Tal comportamento não foi verificado no PDO e no PC, os quais apresentaram maior frequência na utilização dos escores próximos aos extremos da escala. Logo, a junção do protocolo atributo-por-atributo e a apresentação dos materiais de referência ao treinamento dos julgadores, possibilitou uma análise mais criteriosa e detalhada. Além disso, o PDOT proporcionou uma redução de aproximadamente 33% no tempo requerido para a execução da prática, frente à metodologia tradicional (PC).

O PDOT se apresentou como uma técnica de alta sensibilidade e precisão. Portanto, uma ferramenta importante para a descrição sensorial dos alimentos.

Apresentando assim, um futuro promissor na pesquisa e uma importante aplicabilidade na indústria, em setores como controle de qualidade e desenvolvimento de novos produtos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARES, G.; BRUZZONE, F.; GIMÉNEZ, A. Is a consumer panel able to reliably evaluate the texture of dairy desserts using unstructured intensity scales? evaluation of global and individual performance. **Journal of Sensory Studies**, v. 26, p. 363–370, 2011.

BARBIN, D. **Componentes de Variância: teoria e aplicações**. (2ª ed.) revista e ampliada. Piracicaba: FEALQ, 1993, 120p.

CARDELLO, A.V.; MALLER, O.; KAPSALIS, J.G.; SEGARS, R.A.; SAWYER, F.M.; MURPHY, C.; MOSKOWITZ, H. Perception of texture by trained and consumer panelists. **Journal of Food Science**, v. 47, p. 1186–1197, 1982.

CARDELLO, H.; FARIA, J. B. Análise descritiva quantitativa da aguardente de cana durante o envelhecimento em tonel de carvalho (*Quercus alba* L.). **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 2, p. 169-175, 1998.

CARDELLO, H.; FARIA, J. B. Sensory Profile and Physicochemical Characteristics of Commercial Brazilian Sugar Cane Spirits, Both Aged and Non-Aged. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 3, p. 31-40, 2000.

CARTIER, R.; RITZ, A.; LECOMTE, A.; POBLETE, F.; KRYSTLIK, J.; BELIN, E.; MARTIN, N. Sorting procedure as an alternative to quantitative descriptive analysis to obtain a product sensory map. **Food Quality and Preference**, v. 17, p. 562–571, 2006.

CHAMBERS, D.H.; ALLISON, A.M.; CHAMBERS, E., IV. 2004. Training effects on performance of descriptive panelists. **Journal of Sensory Studies**, v. 19, p. 486–499, 2004.

CHOLLET, S.; VALENTIN, D. Impact of training on beer flavor perception and description: are trained and untrained subjects really different? **Journal of Sensory Studies**, v. 16, p. 601-618, 2001.

CLAPPERTON, J.F.; PLGGOTT, J.R. Flavour characterization by trained and untrained assessors. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 85, p. 275-277, 1979.

DAMÁSIO, M.H.; COSTELL, E. Análisis sensorial descriptivo: generación de descriptores y selección de catadores. **Revista Agroquímica de Tecnología Alimentaria**, v. 31, n. 2, p. 165-178, 1991.

- FAYE, P.; BREMAUD, D.; DURAND DAUBIN, M.; COURCOUX, P.; GIBOREAU, A.; e NICOD, H. Perceptive free sorting and verbalization tasks with naive subjects: an alternative to descriptive mappings. **Food Quality and Preference**, v. 15, p. 781–791, 2004.
- GUERRERO, L.; GOU, P.; ARNAU, J. Descriptive analysis of toasted almonds: a comparison between expert and semi-trained assessors. **Journal of Sensory Studies**, v. 12, p. 39-54, 1997.
- ISHII, R.; CHANG, H.; O'MAHONY, M. A comparison of serial monadic and attribute-by-attribute protocols for simple descriptive analysis with untrained judges. **Food Quality and Preference**, v. 18, n. 2, p. 440–449, 2007.
- ISHII, R., STAMPANONI, C.; O'MAHONY, M. A comparison of serial monadic and attribute-by-attribute descriptive analysis protocols for trained judges. **Food Quality and Preference**, v. 19, n. 3, p. 277-285, 2008.
- LABBE, D.; RYTZ, A.; HUGI, A. Training is a critical step to obtain reliable product profiles in a real food industry context. **Food Quality and Preference**, v. 15, p. 341–348, 2004.
- LAWLESS, H.T. Flavor Description of White Wine by “Expert” and Nonexpert Wine Consumers. **Journal of Food Science**, v. 49, p. 120-123, 1984.
- LELIÈVRE, M.; CHOLLET, S.; ABDI, H.; VALENTIN, D. Beer-Trained and Untrained Assessors Rely More on Vision than on Taste When They Categorize Beers. **Chemosensory Perception**, v. 2, p. 143–153, 2009.
- MEILGAARD, M.C.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory Evaluation Techniques**. (4th ed.). Boca Raton: CRC Press. 2006.
- MOUSSAOUI, K.A.; VARELA, P. Exploring consumer product profiling techniques and their linkage to a quantitative descriptive analysis. **Food Quality and Preference**, v. 21, p. 1088-1099, 2010.
- MONROZIER, R. e DANZART, M. A quality measurement for sensory profile analysis: The contribution of extended cross-validation and resampling techniques. **Food Quality and Preference**, v. 12, p. 393–406, 2001.
- MONTGOMERY, D.C. **Design and analysis of experiments**. (5th Ed.). New York: John Wiley and Sons. 2001, 699p.

- MUÑOZ, A.M. Commentary: asking a series of questions to determine the type of consumer or trained panel needed. **Journal of Sensory Studies**, v. 20, p. 539–545, 2005
- MURRAY, J.M.; DELAHUNTY, C.M.; BAXTER, I.A. Descriptive sensory analysis: past, present and future. **Food Research International**, v. 34, p. 461-471, 2001.
- O'NEILL, L., NICKLAUSS, S., e SAUVAGEOT, F. A matching task as a potential technique for descriptive profile validation. **Food Quality and Preference**, v.14, n. 7, p. 539–547, 2003.
- PERÓN, R.M.; ALLEN, G.L. Attempts to train novices for beer flavor discrimination: A matter of taste. **Journal of General Psychology**, v. 115, p. 403-418, 1988.
- REY-SALGUEIRO, L.; GOSÁLBEZ-GARCÍA, A.; PÉREZ-LAMELA, C.; SIMAL-GÁNDARA, J.; FALQUÉ-LÓPEZ, E. Training of panellists for the sensory control of bottled natural mineral water in connection with water chemical properties. **Food Chemistry**, v. 141, p. 625–636, 2013.
- RICHTER, V. B.; ALMEIDA, T. C. A.; PRUDENCIO, S. H. e BENASSI, M.T. Proposing a ranking descriptive sensory method. **Food Quality and Preference**, v. 21, p. 611 – 620, 2010.
- ROBERTS, A.K.; VICKERS, Z.M. A comparison of trained and untrained judges' evaluation of sensory attribute intensities and liking of cheddar cheeses. **Journal of Sensory Studies**, v. 9, p. 1-20, 1994.
- ROBERT, P. e ESCOUFIER, Y. A unifying tool for linear multivariate statistical methods: The “RV” coefficient. **Applied Statistics**, v. 25, n. 3, p. 257–265, 1976.
- ROCHA, F. L.; MINIM, V. P. R.; DELLA LUCIA, F. D.; MINIM, L. A.; e COIMBRA, J. S. R. Avaliação da influência dos milhos QPM nas características sensoriais de bolo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 2, p. 129 – 134, 2003.
- SAWYER, F.M.; CARDELLOW, A.V.; PRELL, P.A. Consumer evaluation of the sensory properties of fish. **Journal of Food Science**, v. 53, p. 12–18,20,24, 1988.
- SILVA, R.C.S.N.; MINIM, V.P.R.; SIMIQUELI, A.A.; MORAES, L.E.S.; GOMIDE, A.I., MINIM, L.A. Optimized Descriptive Profile: a rapid methodology for sensory description. **Food Quality and Preference**, v. 24, n. 1, p. 190-200, 2012.

SILVA, R.C.S.N.; MINIM, V.P.R.; CARNEIRO, J.D.S.; NASCIMENTO, M.; DELLA LUCIA, S.M.; MINIM, L.A. Quantitative sensory description using the Optimized Descriptive Profile: comparison with conventional and alternative methods for evaluation of chocolate. **Food Quality and Preference**, v. 30, p. 169-179, 2013.

SILVA, R.C.S.N.; MINIM, V.P.R.; SILVA, A. N.; PETERNELLI, L. A.; MINIM, L.A. Optimized Descriptive Profile: How many judges are necessary? **Food Quality and Preference**, v. 36, p. 3-11, 2014a.

SILVA, R.C.S.N.; MINIM, V.P.R.; SILVA, A.N.; SIMIQUELI, A.A.; DELLA LUCIA, S.M.; MINIM, L.A. Balanced Incomplete Block Design: An alternative for data collection in the Optimized Descriptive Profile. **Food Research International**, v. 64, p. 289-297, 2014b.

SILVA, R. C. S. N. **Validação da metodologia Perfil Descritivo Otimizado**. 2013. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos). Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

SILVA, M.P.A.; DAMÁSIO, M.H **Análise sensorial descritiva**. Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia “André Tosello”. Campinas, 1994. 58p.

SOLOMON, G.E.A. Psychology of novice and expert wine talk. **American of Journal Psychology**, v. 103, p. 495-517, 1990.

STONE, H.; SIDEL, J.L.; OLIVER, S.; WOOLSEY, A.; SINGLETON, R.C. Sensory evaluation by Quantitative Descriptive Analysis. **Food Technology**, v. 28, n. 11, p. 24–33, 1974.

STONE, H.; SIDEL, J.L. **Sensory evaluation practices**. (4th. ed.) New York: Academic. 2012.

TOMIC, O.; FORDE, C.; DELAHUNTY, C.; NÆS, T. Performance indices in descriptive sensory analysis – A complimentary screening tool for assessor and panel performance. **Food Quality and Preference**, v. 28, p. 122–133, 2013.

WOLTERS, C.J.; ALLCHURCH, E.M. Effect of training procedures on the performance of descriptive panels. **Food Quality and Preference**, v. 5, p. 203– 214, 1994.

WORCH, T.; LÊ, S.; PUNTER, P. How reliable are the consumers? Comparison of sensory profiles from consumers and experts. **Food Quality and Preference**, v. 21, p. 309–318, 2010.

Quantos julgadores são necessários para o método Perfil Descritivo Otimizado associado ao treinamento?

1. INTRODUÇÃO

O número de julgadores que compõe uma equipe de análise descritiva interfere diretamente nos custos da execução da metodologia sensorial. Segundo Heymann et al. (2012), treinar uma equipe contendo poucos julgadores requer menos tempo, dinheiro e esforços, mas isto pode acarretar em uma “falsa economia” devido a possibilidade de obtenção de dados “pobres”. Portanto, é de extrema importância determinar o número ideal de julgadores, de forma que possibilite a redução do tamanho da equipe, sem que ocorram perdas de informações sobre o perfil sensorial dos alimentos.

Alguns pesquisadores propuseram com base em critérios matemáticos, métodos para determinar o número ideal de julgadores para as técnicas descritivas tradicionais (GACULA e RUTENBECK, 2006; HEYMANN et al., 2012 e SILVA et al., 2014a). Em relação aos métodos novos, diversos autores recomendam de maneira aleatória o número necessário de julgadores, tanto para a avaliação de um painel sem treinamento, quanto para a avaliação de uma equipe treinada. Por exemplo, para o método *Flash profile* o número de julgadores treinados varia de 6 a 12 (DAIROU e SIEFFERMANN, 2002; DELARUE e SIEFFERMANN, 2004; MOUSSAOUI e VARELA, 2010; ALBERT et al., 2011), e não treinados de 20 a 40 (LASSOUED et al., 2008; MOUSSAOUI e VARELA, 2010; VEINAND et al., 2011). A metodologia *Napping* considera um painel variando de 9 a 15 julgadores treinados (RISVIK et al., 1994; PERRIN et al., 2008), e de 15 a 50 para consumidores (NESTRUD e LAWLESS, 2008; ARES et al., 2010; ALBERT et al., 2011). E o procedimento *Free Sorting Task* recomenda um painel contendo de 9 a 15 avaliadores treinados (CARTIER et al., 2006; CHOLLET et al., 2011), e de 20 a 50 consumidores (CARTIER et al., 2006; MOUSSAOUI e VARELA, 2010; ARES et al., 2011),

Todas estas metodologias levam em consideração apenas o nível de acuidade sensorial do painel para recomendar o número ideal de avaliadores. Portanto, mesmo

sem um estudo prévio para determinar de maneira exata o número de julgadores, os autores afirmam que o treinamento pode ser uma alternativa para melhorar a qualidade dos resultados em termos de precisão e consistência, logo, demandaria de menos julgadores para obter dados confiáveis.

Para a técnica Perfil Descritivo Otimizado (PDO), considerando julgadores semi-treinados, foi realizado um estudo para a determinação do número ideal de julgadores (SILVA et al., 2014b), o qual foi realizado por meio de simulação computacional, utilizando re-amostragem dos dados experimentais. Na determinação do número ideal de julgadores foram considerados alguns critérios de decisão, como por exemplo, obtenção de um erro experimental menor ou igual ao erro verificado na metodologia referência (Perfil Convencional); baixo efeito de interação entre as amostras e os julgadores; discriminação das amostras semelhantemente à discriminação obtida pela equipe completa e mínima perda de informação no mapa sensorial. Os autores verificaram que dezesseis julgadores são necessários no painel para atendimento pleno dos critérios estabelecidos. Sendo o critério magnitude da estimativa do erro experimental o mais robusto e exigente na determinação do número ideal de julgadores. Segundo os autores, como esta técnica descritiva requer baixo nível de treinamento do painel, a avaliação deste critério é de extrema importância, pois uma variação aleatória residual maior pode ser normalmente observada. Isto ressalta a importância de um novo estudo de determinação do número de julgadores quando esta técnica (PDO) é associada ao treinamento da equipe de julgadores.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi calcular o número necessário de julgadores para executar a técnica Perfil Descritivo Otimizado associado ao treinamento do painel, sem que ocorra perda na qualidade do perfil sensorial dos alimentos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A determinação do número ideal de julgadores para a técnica PDO associada ao treinamento (PDOT) da equipe foi realizada por meio de simulação computacional, especificamente utilizando a técnica de re-amostragem dos dados de um painel completo contendo 26 julgadores, conforme proposto por Silva et al. (2014b). Os dados do painel completo foram obtidos por meio da caracterização sensorial de uma determinada matriz alimentar (chocolate) utilizando o PDOT. Os critérios para

determinar o número ideal de julgadores foram a obtenção de um erro experimental menor ou igual ao erro encontrado para a metodologia referência (Perfil Convencional); interação entre as formulações e os julgadores semelhante à interação obtida pelo painel completo; discriminação das amostras, dado pelo teste de *Tukey*, de forma semelhante à discriminação obtida por meio da avaliação do painel completo e uma perda mínima de informação no mapa descritivo (SILVA et al., 2014b). Foram utilizados os mesmos critérios do estudo de Silva et al. (2014b) com o método PDO, para permitir uma comparação direta entre os resultados.

2.1 Matriz alimentar

Foi utilizado uma matriz alimentar que apresentasse pequena diferença na magnitude da intensidade dos atributos sensoriais, especificamente um chocolate produzido por diferentes misturas de chocolate ao leite, meio amargo e amargo (Tabela 3.1). Cada unidade do chocolate-teste apresentou aproximadamente 30 mm de diâmetro e 20 mm de altura.

Tabela 3.1. Composição dos chocolates em relação ao tipo e quantidade do chocolate base utilizado no processamento.

| Formulações* | Tipo e quantidade (g) de chocolate base | | |
|--------------|---|----------------------------|-----------------------|
| | Ao leite (28% cacau) | Meio amargo (35% cacau) | Amargo (70% cacau) |
| F1 | 9,6 | 2,4 | - |
| F2 | 9,6 | - | 2,4 |
| F3 | - | 12 | - |
| F4 | 6,0 | - | 6,0 |

* cada unidade continha aproximadamente 12 g de chocolate.

Os chocolates utilizados na elaboração das formulações foram todos da marca Garoto. O derretimento do chocolate, temperagem, enformagem, resfriamento e embalagem das unidades foram realizados pela empresa *Rachels* (Viçosa, Minas Gerais). Todas as formulações foram mantidas a temperatura de 25° C até o momento das avaliações pelo PDOT.

2.2 Procedimento

A avaliação sensorial das formulações-teste de chocolate foi realizada por meio do protocolo da técnica Perfil Descritivo Otimizado associada ao maior tempo de treinamento (Tabela 2.4, Capítulo 2). Inicialmente, foram recrutados por meio de questionários, possíveis candidatos a compor o painel de julgadores. Em seguida, estes

foram selecionados por meio do teste triangular. Após esta etapa, os julgadores selecionados levantaram os termos descritivos avaliados nos chocolates e definiram os materiais de referência que ancoraram os extremos da escala. Em seguida, a equipe composta por 26 julgadores foi devidamente treinada segundo procedimento descrito no Capítulo 2. Os 26 julgadores avaliaram as formulações em relação aos atributos sensoriais (Tabela 3.2), utilizando uma escala não estruturada de 9 cm, com três repetições, de acordo com o protocolo do PDO.

Tabela 3.2. Lista de atributos sensoriais e respectivas definições

| <i>Atributos</i> | <i>Definição</i> |
|-------------------------|---|
| Cor marrom | Cor marrom característica de chocolate, |
| Dureza | Dureza do chocolate percebida pelo contato com os dentes (mordida), |
| Aroma de massa de cacau | Aroma característico de chocolate amargo |
| Gosto doce | Gosto característico de uma solução de açúcar (sacarose) |
| Sabor de massa de cacau | Sabor característico de chocolate amargo |
| Gosto amargo residual | Gosto amargo que permanece na boca após a deglutição do chocolate |
| Espalhabilidade | Derretimento do chocolate na boca |
| Adesividade | Sensação do produto “grudado” na língua e no palato. |

2.3 Análise dos dados

2.3.1 Simulação computacional

A simulação computacional consistiu em um procedimento de re-amostragem dos dados de um painel original. Para este estudo foram re-amostrados dados do painel completo contendo 26 julgadores, sendo assim, 10.000 subgrupos foram simulados para cada k número de julgadores por re-amostragem com reposição, $k = 2, 4, 6... 22$. As simulações foram realizadas por meio de programações desenvolvidas no *software R* (R CORE TEAM, 2012), armazenando os critérios avaliados com o intuito de medir a perda de informações devido à redução do tamanho do painel, e assim determinar o número ideal de julgadores para a técnica sensorial descritiva PDOT.

2.3.2 Definição dos critérios de avaliação

Os critérios avaliados neste estudo foram os mesmos utilizados por Silva et al. (2014b) na determinação do número de julgadores para o método Perfil Descritivo Otimizado (PDO), para que fosse possível realizar uma comparação direta dos efeitos da associação do treinamento à metodologia PDO.

2.3.2.1 Estimativa do erro experimental

A variabilidade aleatória do experimento foi obtida por meio da estimativa do erro experimental na ANOVA com três fontes de variação: formulações, julgadores, e o efeito de interação entre as formulações e os julgadores, conforme recomendado por Stone e Sidel (2004) para métodos descritivos. A estimativa do erro experimental possibilita que a variação aleatória (não passível de controle) seja estimada, trazendo informações sobre a variabilidade das respostas dadas pelos julgadores nas repetições das avaliações.

O desvio padrão do erro experimental, obtido por meio da raiz do quadrado médio do erro (*Root Mean Square Error*), é comumente utilizado para medir o efeito aleatório de um experimento, uma vez que ao contrário da variância (*Mean Square Error*), este apresenta uma medida absoluta.

A fim de padronizar os valores obtidos neste estudo de forma que possa ser realizadas comparações com outros estudos, os quais tenham utilizado escalas de avaliação de tamanhos diferentes, a raiz do quadrado médio do erro de cada medida foi dividida pelo comprimento da escala, obtendo o RMSEL, conforme recomendado por Hough et al. (2006). Assim, se um RMSE de 2,4 foi obtido utilizando uma escala de 9,0 cm, o valor do RMSEL será $2,4/9,0 = 0,30$. No cálculo da análise de variância, se um conjunto de dados for dividido por um número, o resultado da raiz do quadrado médio do erro também estará dividido pelo mesmo número. Portanto, dividindo o RMSE pelo tamanho da escala é equivalente a ter previamente padronizado o comprimento de todas as escalas de avaliação para uma escala de 0-1, O RMSEL foi obtida para 10.000 subgrupos dentro de cada k número de julgadores.

Como regra decisória na determinação do número ideal de julgadores, definiu-se para o critério estimativa do erro experimental, que não mais que 10 % dos subgrupos deveriam apresentar valores de RMSEL superior ao ponto de corte (PC = 0,1811). Este ponto de corte foi considerado como sendo o Percentil 90 da distribuição de RMSEL descrita em Silva et al. (2014a). A distribuição de RMSEL considerada foi obtida por meio de uma revisão de literatura, onde foram coletados 574 valores de RMSEL de estudo prévios de descrição de alimentos utilizando a técnica tradicional (Perfil Convencional – PC).

2.3.2.2 Interação entre as formulações e os julgadores

O efeito da interação entre as formulações de chocolate e os julgadores foi avaliado por meio do coeficiente ρ proposto por Mammasse e Schlich (2014), que mede a forma de avaliação entre os julgadores de um mesmo painel. Tipicamente, ρ é a razão entre a variação da amostra (formulações de chocolate), sobre a soma da variância da amostra e da interação entre formulação e julgador. Em análise sensorial descritiva, a existência de interação indica que há pelo menos um julgador avaliando os tratamentos de forma diferente da equipe. Esta ocorrência é comum e difícil de ser evitada (SILVA e DAMASIO, 1994). O estimador do coeficiente de avaliação pode ser obtido conforme a Equação 1:

$$\rho = \frac{QM_{\text{FORMULAÇÃO}}}{QM_{\text{FORMULAÇÃO}} + QM_{\text{INTERAÇÃO}}} \quad (1)$$

Em que, $QM_{\text{FORMULAÇÃO}}$ é a estimativa da variância da formulação, e $QM_{\text{INTERAÇÃO}}$ é a estimativa da variância da interação entre formulação e julgador.

Este coeficiente (ρ) mede o tamanho (proporção) do efeito da interação entre as formulações e os julgadores que compõem um subgrupo dentro de cada k número de julgadores pertencentes ao painel. E varia de 0 (cada subgrupo formado com k julgadores, obteve interação próxima de 100%) a 1 (cada subgrupo formado com k julgadores, obteve interação próxima de 0%). O coeficiente ρ foi calculado no software R, armazenado e comparado com a regra de decisão estabelecida.

Como regra decisória para este critério específico, definiu-se que não mais que 10% dos subgrupos dentro de cada k número de julgadores, deveriam apresentar valor de ρ inferior a 90% do valor obtido no painel completo ($\rho_{(N-k)} < 0,9 \cdot \rho_{(N)}$), indicando assim, interação menor que 10%, para pelo menos 90% dos subgrupos formado com k julgadores.

2.3.2.3 Capacidade discriminativa

A capacidade discriminativa dos sub-painéis formados com k números de julgadores foi mensurada por meio da similaridade na discriminação das amostras, quando estas foram caracterizadas pelo painel completo. A capacidade de discriminação foi mensurada por meio do teste de *Tukey*, ao nível de 5% de significância. Este avalia os possíveis contrastes existentes entre as médias dos tratamentos, para cada atributo descritor. Sendo assim, a capacidade de discriminação do painel está diretamente

relacionada com o número de contrastes significativos entre chocolate-teste, para cada atributo avaliado. Foram realizados 10.000 testes de comparação de média (*Tukey*) para cada k número de julgadores. Os resultados obtidos no *software R* foram armazenados e posteriormente comparados com o requisito definido neste estudo.

Como regra decisória deste critério estudado, foi determinado que não mais que 10% dos subgrupos formados, para cada k número de julgadores, deveriam apresentar capacidade discriminativa de forma diferente do painel completo. Sendo assim, no mínimo 90% dos sub-painéis, contendo k número de julgadores deverão formar grupos no teste de *Tukey* de forma semelhante ao grupo formado pela equipe original.

2.3.2.4 *Similaridade entre os mapas descritivos*

Para cada conjunto de dados dos subgrupos formados com k número de julgadores foi realizado uma Análise de Componentes Principais (ACP) para obtenção do mapa descritivo das formulações, o qual representa de forma gráfica o perfil sensorial dos chocolates (MEILGAARD et al., 2006). A similaridade de cada um dos mapas obtido para cada subgrupo foi comparado com o mapa obtido por meio da equipe completa, utilizando o coeficiente de correlação multivariado RV (ROBERT e ESCOUFIER, 1973). Este mede a concordância entre duas ou mais configurações espaciais e varia de 0 (discordância total entre as configurações) a 1 (concordância perfeita). O coeficiente RV foi calculado no software R, armazenado e comparado com a regra de decisão previamente determinada.

Como regra decisória foi estabelecido que não mais de 10% dos subgrupos formados com cada k número de julgadores, deveriam obter valores do coeficiente RV menor que 0,90. O coeficiente RV foi calculado a partir da comparação entre os mapas sensoriais obtidos por cada subgrupo com k julgadores, com a configuração espacial obtida por meio do painel completo (26 julgadores).

Sendo assim, o número ideal de julgadores para a técnica PDOT foi determinado de forma a tender a todos os critérios pré-estabelecidos.

3. RESULTADOS

3.1 Painel completo: análise de variância, teste de Tukey e mapa sensorial descritivo

Os resultados obtidos por meio da análise de variância (ANOVA) mostraram que houve diferença significativa ($p < 0,0001$) entre as formulações de chocolate, em todos os atributos avaliados, considerando as avaliações do painel completo (26 julgadores). Para os atributos que apresentaram efeito significativo da interação dos fatores formulação e julgador, o valor do teste F dos tratamentos foi calculado pela razão entre a variância dos tratamentos e a variância da interação conforme proposto por Stone e Sidel (2012). Na Tabela 3.3 estão descritos os principais parâmetros obtidos da ANOVA que foram importantes para o estudo dos critérios estimativa da variabilidade do erro experimental e interação entre as formulações e os julgadores.

Tabela 3.3. Resumo da ANOVA para os dados do painel completo

| | $\sqrt{QM_{FORMULAÇÃO}}$ | $\sqrt{QM_{INTERAÇÃO}}$ | $\sqrt{QM_{RESÍDUO}}$ | $F_{FORMULAÇÃO}$ | $F_{INTERAÇÃO}$ | ρ |
|------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------|-----------------|--------|
| <i>Cor marrom</i> | 23,9137 | 1,2568 | 0,8864 | 727,86 | 2,01 | 0,9973 |
| <i>Dureza</i> | 23,5161 | 1,5748 | 1,3197 | 317,52 | 1,42 | 0,9955 |
| <i>Aroma de cacau</i> | 25,0655 | 1,3258 | 0,9598 | 681,87 | 1,91 | 0,9972 |
| <i>Gosto Doce</i> | 25,5464 | 1,4156 | 0,9909 | 652,61 | 2,04 | 0,9969 |
| <i>Gosto amargo</i> | 24,6483 | 1,4771 | 1,0339 | 568,14 | 2,04 | 0,9964 |
| <i>Sabor de cacau</i> | 24,9937 | 1,5076 | 0,9065 | 760,09 | 2,77 | 0,9964 |
| <i>Espalhabilidade</i> | 23,7849 | 1,6731 | 1,2393 | 368,32 | 1,82 | 0,9951 |
| <i>Adesividade</i> | 23,8076 | 1,6560 | 1,2545 | 360,13 | 1,74 | 0,9952 |

A estimativa da variabilidade do resíduo (erro) apresentou uma amplitude de 0,8864 a 1,3197, dentre os atributos avaliados. O atributo cor marrom obteve a menor variabilidade, ao ser avaliado pelos diferentes julgadores. E a maior variabilidade foi observada para o termo dureza. A estimativa do erro experimental representa a variabilidade dos escores atribuídos pelos julgadores, em relação aos atributos descritores, nas três repetições de avaliação. Portanto, para o termo cor marrom as notas das repetições foram mais homogêneas.

Em relação ao efeito da interação entre as formulações e os julgadores, os resultados obtidos da ANOVA mostraram que para todos os atributos avaliados, a interação foi significativa ($p < 0,05$), indicando que dos 26 julgadores, pelo menos um

avaliou os chocolates de forma diferente do restante do painel (STONE e SIDEL, 2012). Verificou-se que a estimativa da variabilidade da interação apresentou uma amplitude de 1,2568 a 1,6731, dentre os atributos descritores. Sendo que os termos cor marrom e espalhabilidade apresentaram menor e maior interação entre as formulações e os julgadores, respectivamente. Neste estudo, o efeito da interação foi avaliado por meio do coeficiente ρ , obtido pela razão entre a variância da formulação pela soma das variâncias da formulação e da interação. Sendo assim, um alto valor obtido do coeficiente ρ , indica menor efeito da interação. Para todos os atributos descritores o valor de ρ foi maior que 0,99, indicando que o efeito da interação foi pequeno, com proporção próxima de 0,01.

Os elevados valores obtidos da raiz do quadrado médio das formulações ($\sqrt{QM_{FORMULAÇÃO}}$) indicaram a heterogeneidade entre os chocolates-teste, em relação a todos os atributos avaliados, mostrando boa discriminação dos tratamentos pelo painel completo, a qual também foi avaliada por meio do teste de Tukey.

Os resultados obtidos por meio do teste de *Tukey* indicaram que o painel completo obteve boa capacidade discriminativa, uma vez que estes diferenciaram as formulações em quatro grupos distintos para sete dos oito atributos avaliados, e três grupos para o termo dureza (Tabela 3.4).

Tabela 3.4. Escores médios dos atributos sensoriais de chocolate obtidos pelo painel completo, e número de pares semelhantes (q) por meio do teste de Tukey ($\alpha = 0,05$)

| Atributos | Média | | | | q |
|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---|
| | F1 | F2 | F3 | F4 | |
| Cor marrom | 1,5 ^a | 2,8 ^b | 7,0 ^d | 6,5 ^c | 0 |
| Dureza | 2,3 ^a | 2,5 ^a | 7,7 ^c | 6,1 ^b | 1 |
| Aroma de cacau | 1,2 ^a | 2,4 ^b | 6,9 ^d | 6,4 ^c | 0 |
| Gosto Doce | 7,6 ^d | 6,4 ^c | 1,8 ^a | 2,5 ^b | 0 |
| Gosto amargo | 1,1 ^a | 1,8 ^b | 6,6 ^d | 6,0 ^c | 0 |
| Sabor de cacau | 1,2 ^a | 2,4 ^b | 6,9 ^d | 6,3 ^c | 0 |
| Espalhabilidade | 7,1 ^d | 6,2 ^c | 1,5 ^a | 2,8 ^b | 0 |
| Adesividade | 7,1 ^d | 6,1 ^c | 1,4 ^a | 2,7 ^b | 0 |

Médias seguidas por letras iguais na linha, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de *Tukey*.

O mapa descritivo (ACP) obtido pela caracterização sensorial dos chocolate-teste mostrou que o primeiro componente principal explicou 99,35% da variabilidade das formulações, em relação aos atributos descritores. Portanto, somente o primeiro

componente principal foi considerado na representação gráfica. Neste tipo de análise, a representação bidimensional possibilita uma fácil visualização e interpretação do mapa sensorial. Podendo identificar os atributos de maior importância na caracterização de cada uma das formulações (Figura 3.1).

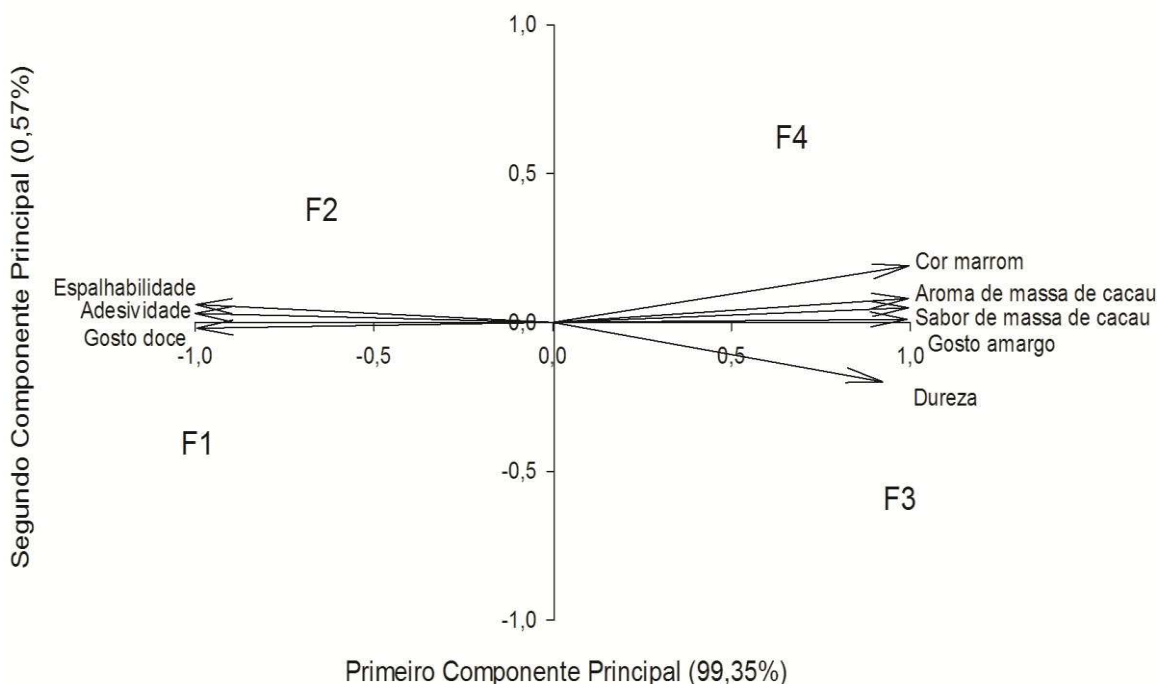


Figura 3.1. Mapa sensorial descritivo dos chocolates, obtido por meio da Análise de Componentes Principais.

A redução do número de julgadores para a nova técnica PDOT deve ser realizada de forma a não alterar os resultados obtidos pelo painel completo (26 julgadores). Sendo assim, a discriminação das formulações, o efeito da interação entre as formulações e os julgadores e o perfil sensorial dos chocolates, representado graficamente por meio do mapa descritivo (ACP), deve ser semelhante ao mapa obtido pela equipe original.

3.2 Sub-painéis: critérios de decisão

3.2.1 Estimativa do erro experimental

Para o critério da estimativa do erro experimental, verificou-se que no mínimo quatro julgadores são necessários para atender a regra pré-definida em relação à esta categoria (Tabela 3.5). Sendo assim, dos subgrupos formados com quatro julgadores, pelo menos 90% apresentaram valor da estimativa do erro experimental menor ou igual

ao valor estimado pelo Perfil Convencional, ponto de corte igual a 0,1811, conforme descrito em Silva et al. (2014a;b). Segundo os autores, este valor foi considerado como sendo o Percentil 90 da distribuição de 574 valores de RMSEL obtidos por meio de estudos prévios de descrição sensorial de alimentos, utilizando a técnica tradicional.

Tabela 3.5. Porcentagem de atendimento dos subgrupos ao critério da estimativa do erro experimental.

| <i>Atributos</i> | <i>Tamanho da equipe (k)</i> | | | | | | | | | | |
|------------------------|------------------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | <i>2</i> | <i>4</i> | <i>6</i> | <i>8</i> | <i>10</i> | <i>12</i> | <i>14</i> | <i>16</i> | <i>18</i> | <i>20</i> | <i>22</i> |
| <i>Cor marrom</i> | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| <i>Dureza</i> | 83,3 | 94,2 | 98,0 | 99,5 | 99,9 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| <i>Aroma de cacau</i> | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| <i>Gosto doce</i> | 99,7 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| <i>Gosto amargo</i> | 99,7 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| <i>Sabor de cacau</i> | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| <i>Espalhabilidade</i> | 87,6 | 96,7 | 99,3 | 99,9 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| <i>Adesividade</i> | 91,9 | 98,4 | 99,8 | 99,9 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

Valores de porcentagem não atendida pelo critério estão destacados em negrito.

Nos sub-painéis formados com apenas dois julgadores a variabilidade aleatória foi satisfatória para seis dos oito atributos avaliados, pois para estes termos menos de 10% dos subgrupos formados apresentaram uma estimativa do erro experimental maior que o ponto de corte. Apenas para os atributos dureza e espalhabilidade, uma equipe com dois julgadores não foi suficiente. Para estes termos específicos, a porcentagem de sub-painéis ($N = 2$) que atenderam à regra pré-estabelecida foram de 83,3 e 87,6 %, respectivamente. Logo, verificou-se que um painel com dois julgadores não atendeu ao critério avaliado, apenas para dois atributos relacionados à textura dos produtos, provavelmente devido ao maior grau de dificuldade na avaliação destes termos sensoriais.

3.2.2 *Interação entre as formulações e os julgadores*

Na avaliação do critério do efeito da interação entre as formulações e os julgadores, por meio do coeficiente ρ , no mínimo quatro julgadores foram necessários para atender a esta categoria, em todos os atributos avaliados (Tabela 3.6). Isto foi observado, pois dentre os subgrupos formados com quatro julgadores, pelo menos 90%

dos sub-painéis apresentaram valor de ρ acima de 90% do valor obtido do painel completo, indicando uma interação menor que 10%.

Tabela 3.6. Porcentagem de atendimento dos subgrupos ao critério do efeito da interação entre as formulações e os julgadores.

| <i>Atributos</i> | <i>Tamanho da equipe (k)</i> | | | | | | | | | | |
|------------------------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 |
| <i>Cor marrom</i> | 98,2 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| <i>Dureza</i> | 87,3 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| <i>Aroma de cacau</i> | 99,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| <i>Gosto doce</i> | 95,3 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| <i>Gosto amargo</i> | 94,6 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| <i>Sabor de cacau</i> | 94,1 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| <i>Espalhabilidade</i> | 82,2 | 99,8 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| <i>Adesividade</i> | 82,4 | 99,9 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

Valores de porcentagem não atendida pelo critério estão destacados em negrito.

Somente três dos oito atributos avaliados (dureza, espalhabilidade e adesividade) não atenderam ao critério do efeito de interação (formulações e julgadores), nos sub-painéis formados com apenas dois julgadores. Pois nestes termos descritivos verificou-se que mais de 10% dos subgrupos obtiveram um valor de ρ menor que 90% do valor obtido por meio da equipe completa ($\rho_{(N-k)} < 0,9 \cdot \rho_{(N)}$), logo, para estes atributos descritivos, o efeito da interação foi maior que 10%.

3.2.3 Capacidade discriminativa

Em relação à similaridade na capacidade discriminativa das formulações, entre o painel completo e os sub-painéis formados com k número de julgadores, foi observado que uma equipe com oito julgadores já atendeu à regra estabelecida nesta categoria (Tabela 3.7). Portanto, dos sub-painéis formados com oito julgadores, pelo menos 90% destes, discriminaram significativamente ($p < 0,05$) as formulações de chocolates de forma semelhante à discriminação pelo painel original (26 julgadores), em relação a todos os atributos avaliados (Tabela 3.4).

Tabela 3.7. Porcentagem de atendimento dos sub-grupos ao critério capacidade discriminativa, avaliada pelo teste de *Tukey*.

| Atributos | Tamanho da equipe (<i>k</i>) | | | | | | | | | | |
|------------------------|--------------------------------|-------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 |
| <i>Cor marrom</i> | 86,4 | 97,4 | 99,8 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| <i>Dureza</i> | 75,2 | 92,4 | 98,5 | 99,9 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| <i>Aroma de cacau</i> | 75,7 | 90,3 | 97,6 | 99,8 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| <i>Gosto doce</i> | 77,8 | 91,3 | 97,4 | 99,5 | 99,9 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| <i>Gosto amargo</i> | 68,7 | 79,0 | 87,7 | 90,2 | 93,9 | 98,0 | 99,8 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| <i>Sabor de cacau</i> | 82,7 | 95,5 | 99,4 | 99,9 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| <i>Espalhabilidade</i> | 70,6 | 86,4 | 95,2 | 98,8 | 99,9 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| <i>Adesividade</i> | 73,5 | 88,8 | 96,4 | 99,3 | 99,9 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

Valores de porcentagem não atendida pelo critério estão destacados em negrito.

Nos sub-painéis formados com apenas dois julgadores verificou-se que a porcentagem de subgrupos que apresentaram discriminação, pelo teste de *Tukey*, de forma semelhante ao painel completo, variou de 68,7 a 86,4, dentre os atributos avaliados. Logo, uma equipe contendo somente dois julgadores não foi suficiente para atender à regra pré-estabelecida neste critério, em todos os atributos descritores, uma vez que menos de 90% dos subgrupos apresentaram capacidade discriminativa dos chocolates similar ao painel original (26 julgadores).

Já nos sub-painéis formados com quatro julgadores, a regra pré-estabelecida para este critério foi plenamente atendida para cinco dos oito atributos avaliados. E em relação aos subgrupos contendo seis julgadores, somente o atributo gosto amargo, obtiveram uma porcentagem de sub-painéis com capacidade discriminativa semelhante à equipe completa, menor que 90%. Portanto, em relação a este critério, o atributo gosto amargo foi o mais rigoroso ao definir o número ideal de julgadores para a técnica PDOT.

3.2.4 Similaridade entre os mapas descritivos

Em relação à similaridade entre os mapas descritivos, no mínimo quatro julgadores foram suficientes para atender plenamente à regra estabelecida para esta categoria (Tabela 3.8). Isto foi observado, pois dentre os subgrupos formados com quatro julgadores, pelo menos 90% dos sub-painéis obtiveram valor do coeficiente RV maior ou igual a 0,90, o que indica alta correlação entre os mapas descritivos. Segundo Cartier et al. (2006), coeficiente RV superior a 0,70 é considerado um nível satisfatório de concordância. Porém, com o intuito de ser ainda mais criterioso na determinação do

número de julgadores, considerou-se satisfatório, apenas valores de RV iguais ou superiores a 0,90 (SILVA et al., 2014b).

Tabela 3.8. Porcentagem de atendimento dos sub-grupos ao critério similaridade entre os mapas sensoriais

| | <i>Tamanho da equipe (k)</i> | | | | | | | | | | |
|-----------|------------------------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 |
| <i>RV</i> | 87,3 | 90,2 | 98,4 | 99,8 | 99,9 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

Valores de porcentagem não atendida pelo critério estão destacados em negrito.

Nos sub-painéis formados com apenas dois julgadores, verificou-se que a porcentagem de subgrupos que obtiveram coeficiente RV maior que 0,90, foi de 87,3%, próximo de 90%. Isto mostra que foram poucos subgrupos (N = 2) que não apresentaram mapa sensorial similar ao obtido pelo painel completo.

4. DISCUSSÕES

O número ideal de julgadores para compor o painel da nova técnica PDO associada ao treinamento (PDOT) variou de acordo com os requisitos considerados. O critério determinante do número de julgadores para compor a equipe foi a similaridade na capacidade discriminativa, avaliada por meio do teste de *Tukey*. Sendo que, para o atendimento pleno desta categoria, em todos os atributos avaliados, oito julgadores foram necessários. Em relação aos demais critérios estudados, estimativa do erro experimental, efeito da interação entre formulações e julgadores e similaridade entre os mapas descritivos, constatou-se que apenas quatro julgadores atenderam às regras pré-estabelecidas em cada categoria avaliada.

Para a metodologia Perfil Descritivo Otimizado (PDO), considerando julgadores semi-treinados, Silva et al. (2014b) recomendaram dezesseis julgadores para atender os mesmos critérios avaliados. Portanto, foi possível observar que o treinamento do painel possibilitou uma redução de 50% no número necessário de julgadores para compor a equipe na técnica PDOT, sem que ocorresse perda na qualidade dos dados. De acordo com os autores do estudo supracitado, a estimativa do erro experimental foi um dos critérios mais rigorosos na determinação do número de julgadores para o método PDO. O mesmo não foi observado no presente estudo, isto mostra que o treinamento do painel

diminuiu a variabilidade aleatória na caracterização dos produtos, provavelmente, devido à maior acuidade sensorial dos julgadores.

Além disso, foi possível observar que na técnica PDOT, considerando os subgrupos formados com dois julgadores, a estimativa do erro experimental não foi plenamente atendida, para apenas dois dos oito atributos avaliados. O que ressaltou ainda mais a importância do treinamento na redução do erro experimental.

Para o critério efeito da interação entre as formulações e os julgadores, verificou-se que o treinamento também reduziu a ocorrência deste efeito. Na avaliação por meio de julgadores semi-treinados (PDO), Silva et al. (2014b) verificaram maior efeito de interação para os subgrupos variando de 2 a 14 julgadores, dentre os atributos avaliados. Neste estudo, constatou-se que dos subgrupos formados com quatro julgadores treinados, menos de 10% apresentaram interação significativa. Uma possível explicação para este fato é que durante o processo de treinamento, os julgadores adquirem uma melhor afinidade com a escala, melhoram sua acuidade sensorial, logo diminui o limiar de detecção. Além disso, adquirem uma capacidade de descrever os atributos sensoriais, e melhoram a habilidade em discriminar os produtos tanto em qualidade, como em diferentes níveis de intensidade. Logo, julgadores treinados fornecem informações mais objetivas e analíticas sobre o produto testado (LAWLESS, 1984; MUÑOZ, 2005).

Em relação ao critério similaridade na capacidade discriminativa (teste de *Tukey*), o qual foi o mais rigoroso, com recomendação de oito julgadores. Constatou-se com base nos estudos realizados por Silva et al. (2014b), que o treinamento melhorou a capacidade discriminativa do painel, uma vez que, para os julgadores semi-treinados (PDO), os autores verificaram, por meio do teste de comparação pareada, que para atender plenamente a este critério, foram necessários no mínimo 16 julgadores, ou seja, o dobro do que foi observado para a técnica com julgadores treinados (PDOT).

Para o último critério avaliado, similaridade entre os mapas descritivos, verificou-se que no mínimo quatro julgadores treinados atenderam plenamente a esta categoria. Silva et al. (2014b), também obtiveram resultados semelhantes, ao avaliar a concordância entre os mapas sensoriais obtidos por meio de julgadores semi-treinados. Este resultado indicou que julgadores treinados e semi-treinados apresentam comportamento semelhante ao caracterizar um determinado produto, logo, o nível de acuidade sensorial não interfere no consenso entre os mapas descritivos obtidos por meio de painéis com diferentes números de julgadores.

É importante ressaltar que todos os critérios estudados para determinar o número necessário de julgadores para a técnica PDOT foram mensurados em comparação aos dados obtidos por meio do painel completo, exceto a estimativa do erro experimental, conforme realizado também por Silva et al. (2014b). Os resultados obtidos por meio do painel completo da técnica PDOT (julgadores treinados) apresentaram melhor qualidade, frente aos dados do painel completo obtidos pelo método PDO (julgadores semi-treinados) avaliados por Silva et al. (2014b). Segundo os autores, a faixa de valores obtidos da estimativa da variabilidade aleatória apresentou uma amplitude de 0,9794 a 1,4207, dentre os atributos avaliados. Já neste estudo, constatou-se que o treinamento do painel possibilitou reduzir a variabilidade aleatória do experimento, com uma faixa variando de 0,8864 a 1,3197, dentre os termos descritores. Em relação ao efeito da interação entre as formulações e os julgadores, verificou-se que o treinamento também reduziu a ocorrência deste efeito, apresentando faixas de variabilidade na interação com amplitude de 1,2240 a 3,0920 para o método PDO e de 1,2568 a 1,6731 para a técnica PDOT.

Além disso, foi observado pelo teste de comparação de médias, que o painel pertencente à técnica PDOT (julgadores treinados) apresentou melhor capacidade de discriminação das amostras de chocolate, comparado com a equipe da técnica PDO (julgadores semi-treinados). Visto que na técnica PDOT as quatro formulações de chocolate foram discriminadas entre si, pelo teste de *Tukey* ($p < 0,05$), em relação a sete dos oito atributos avaliados. Apenas para o termo dureza, as formulações-teste foram discriminadas em três grupos. Já na técnica PDO, os autores supracitados verificaram por meio do teste de comparação pareada (LSD), a formação de quatro grupos distintos ($p < 0,10$) para apenas dois dos sete atributos avaliados. Nos demais termos descritores, os chocolates foram discriminados em três grupos.

Diante deste estudo, constatou-se que inserir o treinamento na técnica PDO, proporcionou a obtenção de dados com melhor qualidade, além de possibilitar a redução de 50% do número de julgadores, logo, para realizar o método PDO associado ao treinamento (PDOT), na caracterização sensorial de um determinado alimento, recomenda-se um painel com no mínimo oito julgadores, para assim obter uma discriminação adequada dos produtos a serem avaliados.

5. CONCLUSÕES

A inserção do treinamento no método PDO reduziu de forma satisfatória a variabilidade aleatória das avaliações, apresentando valores menores ao ponto de corte, o qual abrangeu uma ampla variedade de matrizes alimentares. Portanto, a prática do treinamento, proporcionou uma redução de 50% no número de julgadores necessários para realizar a técnica PDOT, frente ao método PDO.

O critério similaridade na capacidade discriminativa se mostrou como uma medida mais robusta na determinação do número ideal de julgadores para realizar a técnica PDOT. Logo, ao utilizar esta nova variação do PDO na caracterização sensorial de um determinado alimento, recomenda-se um painel com no mínimo oito julgadores, para assim obter uma discriminação adequada dos produtos.

A associação do treinamento ao método PDO certamente irá acarretar em um aumento nos custos para a execução da técnica. Entretanto, ao considerar a redução no número de julgadores necessários para compor o painel do PDOT, acredita-se que os custos permanecerão praticamente similares ao método original (PDO), sem a inserção do treinamento. Além disso, verificou-se que o treinamento possibilitou a obtenção de dados com melhor qualidade. Logo, o PDOT se apresentou como uma importante técnica descritiva, principalmente quando objetiva-se obter resultados com elevada sensibilidade e precisão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERT, A.; VARELA, P.; SALVADOR, A.; HOUGH, G.; FISZMAN, S. Overcoming the issues in the sensory description of hot served food with a complex texture. Application of QDA, flash profiling and projective mapping using panels with different degrees of training. **Food Quality and Preference**, v. 22, p. 463–473, 2011.

ARES, G.; DELIZA, R.; BARREIRO, C.; GIMENÉZ, A.; GÁMBARO, A. Comparison of two sensory profiling techniques based on consumer perception. **Food Quality and Preference**, v. 21, p. 417-426, 2010.

CARTIER, R.; RITZ, A.; LECOMTE, A.; POBLETE, F.; KRYSTLIK, J.; BELIN, E.; MARTIN, N. Sorting procedure as an alternative to quantitative descriptive analysis to obtain a product sensory map. **Food Quality and Preference**, v. 17, p. 562–571, 2006.

CHOLLET, S.; VALENTIN, D. Impact of training on beer flavor perception and description: are trained and untrained subjects really different? **Journal of Sensory Studies**, v. 16, 601-618, 2001.

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

DELARUE, J.; SIEFFERMANN, J.M. Sensory mapping using Flash profile. Comparison with a conventional descriptive method for the evaluation of the flavour of fruit dairy products. **Food Quality and Preference**, v. 15, p. 383–392, 2004.

GACULA, M.; RUTENBECK, S. Sample size in consumer test and descriptive analysis. **Journal of Sensory Studies**, v. 21, p. 129-145, 2006.

HEYMANN, H.; MACHADO, B.; TORRI, L.; ROBINSON, A.L. How many judges should one use for sensory descriptive analysis? **Journal of Sensory Studies**, v. 27, p. 111-122, 2012.

HOUGH, G.; WAKELING, I.; MUCCI, A.; CHAMBERS, E.; GALLARDO, I.M. e ALVES, L.R. Number of consumers necessary for sensory acceptability tests. **Food Quality and Preference**, v. 17, p. 522-526, 2006.

LAWLESS, H.T. Flavor Description of White Wine by “Expert” and Nonexpert Wine Consumers. **Journal of Food Science**, v. 49, p. 120-123, 1984.

- LASSOUED, N.; DELARUE, J.; LAUNAY, B.; MICHON, C. Baked product texture: Correlations between instrumental and sensory characterization using flash profile. **Journal of Cereal Science**, v. 48, p. 133–143, 2008.
- MAMMASSE, N.; SCHLICH, P. Adequate number of consumers in a liking test. Insights from resampling in seven studies. **Food Quality and Preference**, v. 31, p. 124–128, 2014.
- MEILGAARD, M.C.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory Evaluation Techniques**. (4th ed.). Boca Raton: CRC Press. 2006.
- MOUSSAOUI, K.A.; VARELA, P. Exploring consumer product profiling techniques and their linkage to a quantitative descriptive analysis. **Food Quality and Preference**, v. 21, p. 1088-1099, 2010.
- MUÑOZ, A.M. Commentary: asking a series of questions to determine the type of consumer or trained panel needed. **Journal of Sensory Studies**, v. 20, p. 539–545, 2005
- NESTRUD, M. e LAWLESS, H. Perceptual mapping of citrus juices using projective mapping and profiling data from culinary professionals and consumers. **Food Quality and Preference**, v. 19, p. 431–438, 2008.
- PAGÈS, J. Collection and analysis of perceived product inter-distances using multiple factor analysis: Application to the study of 10 white wines from the Loire Valley. **Food Quality and Preference**, v. 16 p. 642–649, 2005.
- PERRIN, L.; SYMONEAUX, R.; MAÎTRE, I.; ASSELIN, C.; JOURJON, F.; PAGÈS, J. Comparison of three sensory methods for use with the Napping procedure: Case of tem wines from Loire valley. **Food Quality and Preference**, v. 19, p. 1–11, 2008.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM R. **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, 2012. <<http://www.R-project.org>>.
- RISVIK, E.; MCEWAN, J. A. e RODBOTTEN, M. Evaluation of sensory profiling and projective mapping data. **Food Quality and Preference**, v. 8, p. 63–71, 1997.
- ROBERT, P. e ESCOUFIER, Y. A unifying tool for linear multivariate statistical methods: The “RV” coefficient. **Applied Statistics**, v. 25, n. 3, p. 257–265, 1976.

SILVA, R.C.S.N.; MINIM, V.P.R.; SILVA, A. N.; MINIM, L.A. Number of judges necessary for descriptive sensory tests. **Food Quality and Preference**, v. 31, p. 22–27, 2014a.

SILVA, R.C.S.N.; MINIM, V.P.R.; SILVA, A. N.; PETERNELLI, L. A. e MINIM, L.A. Optimized Descriptive Profile: How many judges are necessary? **Food Quality and Preference**, v. 36, p. 3-11, 2014b.

SILVA, M.P.A.; DAMÁSIO, M.H **Análise sensorial descritiva**. Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia “André Tosello”. Campinas, 1994. 58p.

STONE, H.; SIDEL, J.L. **Sensory evaluation practices**. (4th. ed.) New York: Academic. 2012.

VEINAND, B., GODEFROY, C., ADAM, C., & DELARUE, J. Highlight of important product characteristics for consumers. Comparison of three sensory descriptive methods performed by consumers. **Food Quality and Preference**, v. 22, p. 474–485, 2011.

CONCLUSÃO GERAL

O Perfil Descritivo Otimizado associado ao treinamento dos julgadores (PDOT) apresentou melhor desempenho do painel, em termos de capacidade discriminativa, repetibilidade e reprodutibilidade dos dados, quando comparado com as metodologias na sua versão original (PDO) e com o Perfil Convencional (PC). Além de favorecer o desempenho individual dos julgadores. A associação do treinamento proporcionou uma redução de 50% do número de julgadores para compor a equipe, frente ao PDO (painel semi-treinado), necessitando de oito julgadores.

Portanto, a inserção do treinamento possibilitou uma redução satisfatória na variabilidade aleatória, tornando a técnica mais precisa. Esta associação certamente irá acarretar em um aumento nos custos para a execução da técnica. Entretanto, ao considerar a redução no número de julgadores necessários para compor o painel do PDOT, acredita-se que os custos permanecerão praticamente similares ao método PDO (sem treinamento). Além disso, verificou-se que o treinamento possibilitou a obtenção de dados com melhor qualidade, frente ao método original (PDO).

O PDOT se apresentou como uma técnica de alta sensibilidade e precisão. Portanto, uma ferramenta importante para a descrição sensorial dos alimentos. Apresentando assim, um futuro promissor na pesquisa e uma importante aplicabilidade na indústria, em setores como controle de qualidade e desenvolvimento de novos produtos. Desta forma, o PDO poderá ter suas aplicações ampliadas, quando este está na sua versão original (técnica rápida) ou associado ao treinamento (alta precisão).

ANEXOS

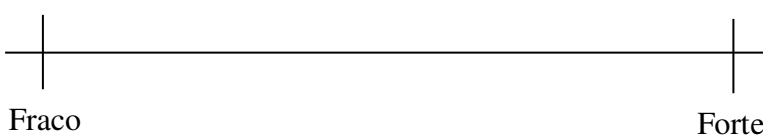
Nome: _____ Data: _/ _/ _

FICHA DE AVALIAÇÃO

Por favor, prove a amostra e marque com um traço vertical nas escalas abaixo, a posição que identifique melhor a intensidade da característica avaliada.

Atributo: Aroma de massa de cacau

Código _____



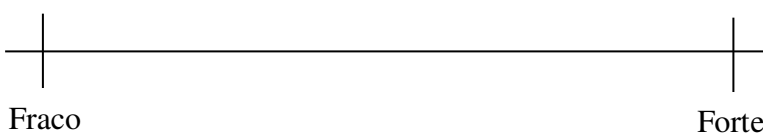
Fraco Forte

Código _____



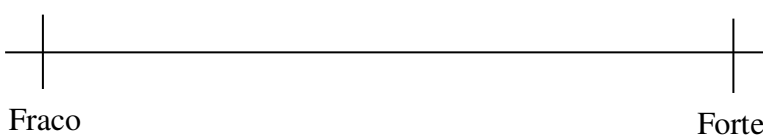
Fraco Forte

Código _____



Fraco Forte

Código _____



Fraco Forte

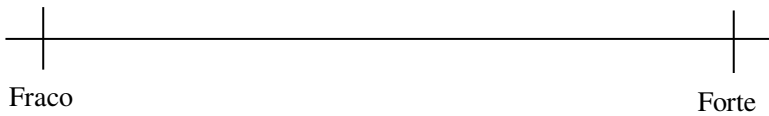
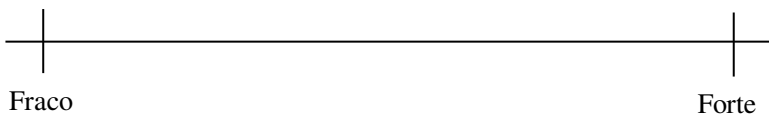
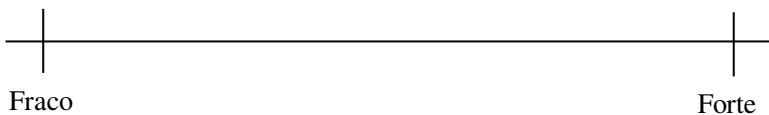
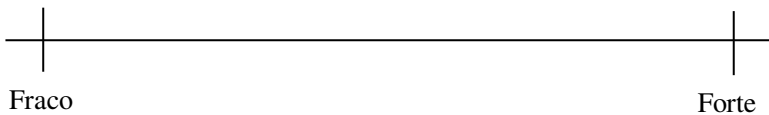
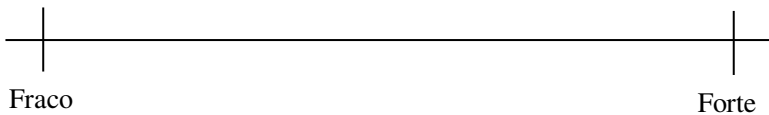
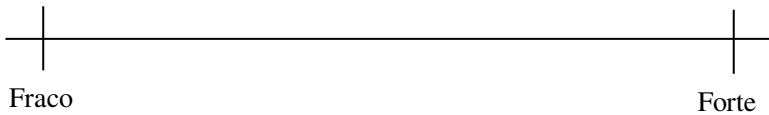
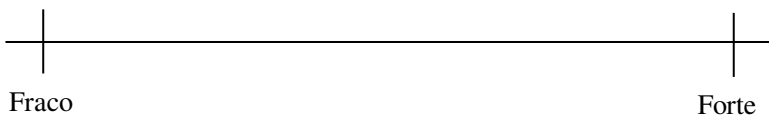
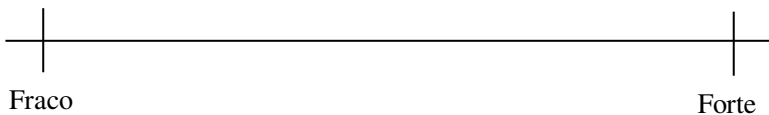
Anexo 1. Ficha de avaliação utilizada na metodologia PDO, um exemplo para o atributo aroma de massa de cacau e quatro amostras.

Nome: _____

Data: __/__/__

Por favor, prove a amostra e marque com um traço vertical nas escalas abaixo, a posição que identifique melhor a intensidade de cada característica avaliada.

Amostra: _____

| | |
|-------------------------|--|
| Cor marrom |  |
| Aroma de massa de cacau |  |
| Sabor de massa de cacau |  |
| Gosto doce |  |
| Gosto amargo residual |  |
| Dureza |  |
| Espalhabilidade |  |
| Adesividade |  |

Anexo 2. Ficha de avaliação utilizada na metodologia PC, um exemplo para o produto chocolate.