Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

**Análise sensorial dinâmica de bacon defumado com madeiras de reflorestamento:
um estudo com consumidores**

Izabella Soletti

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração: Ciência e
Tecnologia de Alimentos

**Piracicaba
2018**

Izabella Soletti
Tecnóloga em Alimentos

Análise sensorial dinâmica de bacon defumado com madeiras de reflorestamento: um estudo
com consumidores

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011.

Orientadora

Profª Drª **CARMEN JOSEFINA CONTRERAS CASTILLO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração: Ciência e
Tecnologia de Alimentos

Piracicaba

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP

Soletti, Izabella

Análise sensorial dinâmica de bacon defumado com madeiras de reflorestamento: um estudo com consumidores / Izabella Soletti. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2018.

75 p.

Dissertação (Mestrado) - - USP / Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. Análise sensorial clássica 2. Métodos rápidos de análise 3. Produto cárneo defumado 4. Dominância temporal de sensações I. Título

DEDICATÓRIA

A Deus, a Virgem Maria, aos meus Pais, ao Gabriel, ao meu irmão Felipe, à Taissa, Pedro e Miguel.

Agradecimentos

À Deus criador de todas as coisas, senhor de minha vida, meu mestre, guia, luz, segurança para meus passos.

À Virgem Santíssima minha senhora e mãe, por nesses dois anos ter me educado, formado, ensinado, protegido e guiado, por não me deixar fraquejar e estar sempre ao meu lado.

Aos meus pais, Geli e Neuzi, pelo dom da vida, pela graça de poder ter uma família aqui na terra, por todo apoio incondicional, amor, cuidado, paciência, carinho e dedicação ao longo de toda a minha caminhada e em especial nesses últimos dois anos, e também por todo o suporte financeiro.

Ao Gabriel, meu amor, meu parceiro, companheiro, por toda paciência, carinho, cuidado, por me apoiar, me encorajar e me dar forças.

Ao meu irmão Felipe, à Taissa, e meus sobrinhos Pedro e Miguel, porque por muitas vezes vocês foram a minha esperança, meu consolo, minha força para lutar, obrigada por me incentivarem a amar.

À professora Carmen, por sua orientação, dedicação, paciência, correções e conselhos nesses dois anos.

Ao Erick, pela amizade sincera, paciência, pela força, incentivo emocional e intelectual. Pelo apoio no desenvolvimento do projeto, na escrita, nas correções, enfim, obrigada por tudo amigo, minha dívida será eterna!

À diocese de Piracicaba, ao MUR Piracicaba, aos GOU's e GPP, na pessoa dos servos, Fábio, Isabel, Selma, Donizete, Rosinha, Marco, Leonora. Vocês foram minha família, meu consolo e esperança nesse tempo. Rosto de Cristo em minha vida, que Deus abençoe a vida de cada um de vocês, gratidão a todos.

À Bruna princesa, por tudo.

À Flaviane (Fly), Mariana (Durécs), Jackellyne, Thaise (Frida), Thaís, Manoel, Mariana Pontin, Isabel (G-zuíta), Márcio (Armano), Vanessa (1ª dama), Flávia, Talita, Tamires, Bárbara (Krmíña), Lenise, Gabriel (Pião), Alisson (Kiuí-menino fruta), Kauana, Sabrina, amigos e companheiros mais que especiais, que fizeram a diferença nesses dois anos de minha vida.

À toda equipe do LQPC e GEQPC da ESALQ, na pessoa da Mariana, e aos demais companheiros do dia a dia pelo apoio nas análises, partilhas e profissionalismo, sejam os que estiveram ou passaram por lá e que de alguma forma contribuíram para minha formação humana e profissional.

À toda a minha família, em especial à Vó Norma e Vô Sadi, Padrinho e Madrinha, Tio João, Tio Luiz e Tica, João Vitor, Yasmin, ao Vô Eduardo (*in memoriam*) e Vó Amélia.

À equipe do Frigorífico Bressiani, que contribuiu e auxiliou na obtenção da matéria-prima para o processamento.

À ESALQ-USP pelo apoio à minha formação, todos os professores, coordenadores, secretárias enfim, a toda a equipe da Universidade.

À CAPES pela concessão de minha bolsa de mestrado.

À FAPESP pelo apoio financeiro que permitiu o desenvolvimento do projeto.

Epígrafe

“A fé e a razão constituem como que as duas asas pelas quais o espírito humano se eleva à contemplação da verdade”.

São João Paulo II

SUMÁRIO

ANÁLISE SENSORIAL DINÂMICA DE BACON DEFUMADO COM MADEIRAS DE REFLORESTAMENTO: UM ESTUDO COM CONSUMIDORES.....	3
RESUMO	8
ABSTRACT	9
1. INTRODUÇÃO GERAL	11
2. CONSIDERAÇÕES GERAIS	15
3 REVISANDO CONCEITOS BÁSICOS E OS AVANÇOS RECENTES EM AVALIAÇÃO SENSORIAL DE ALIMENTOS E ESTUDOS COM CONSUMIDORES	17
RESUMO	17
ABSTRACT	17
3.1 INTRODUÇÃO	17
3.2 CONTEXTO HISTÓRICO.....	19
3.3 ANÁLISE SENSORIAL CLÁSSICA	21
3.3.1 Análise Descritiva	22
3.4 NOVOS MÉTODOS SENSORIAIS.....	25
3.4.1 Metodos baseados em expressões verbais.....	26
3.4.1.1 <i>Flash profile</i>	26
3.4.1.2 <i>Check-All-That-Apply</i> (CATA).....	27
3.4.2 Métodos baseados em similaridade e diferença das amostras	29
3.4.2.1 <i>Sorting</i>	29
3.4.2.2 Mapeamento projetivo ou <i>Napping</i> ®	30
3.4.3 Métodos baseados em comparação com uma referência	32
3.4.3.1 <i>Pivot</i> © <i>Profile</i> e <i>Polarized sensory positioning</i>	32
3.4.4 Métodos temporais.....	33
3.4.4.1 Tempo-Intensidade (T-I)	33
3.4.4.2 <i>Temporal Check-All-That-Apply</i>	34
3.4.4.3 Dominância Temporal de Sensações.....	35
3.4.5 Limitações e dificuldades relacionadas aos produtos cárneos	42
3.4.6 Bacon e defumação	44
3.5 CONCLUSÕES.....	45
4 ANÁLISE SENSORIAL DINÂMICA DE BACON DEFUMADO COM MADEIRAS DE REFLORESTAMENTO: UM ESTUDO COM CONSUMIDORES.....	54
RESUMO	54
ABSTRACT	54
4.1 INTRODUÇÃO	54

4.2.1	MATÉRIAS PRIMAS.....	56
4.2.1.1	Madeiras de reflorestamento	56
4.2.2	Processamento do bacon	57
4.2.3	Análises microbiológicas	59
4.3	ANÁLISE SENSORIAL	59
4.3.1	Consumidores	59
4.3.2	Condições da análise sensorial	60
4.3.3	Seleção dos atributos.....	63
4.3.4	Treinamento	63
4.3.5	Procedimentos de avaliação.....	63
4.3.6	Delineamento experimental e análise de dados.....	64
4.4.1	DOMINÂNCIA TEMPORAL DE SENSações	65
4.4.2	TRAJETÓRIA SENSORIAL DINÂMICA.....	68
4.4.3	DURAÇÃO DOS ATRIBUTOS DOMINANTES.....	69
4.5	CONCLUSÕES.....	72

RESUMO

Análise sensorial dinâmica de bacon defumado com madeiras de reflorestamento: um estudo com consumidores

O bacon é um produto cárneo defumado que pode ser produzido através da defumação natural ou aplicação de fumaça líquida. Atualmente cerca de 4,3% das madeiras produzidas no Brasil é destinada à indústria. No entanto, o processo de defumação natural de produtos cárneos não tem sido empregado com frequência pelas indústrias, por ser mais demorado em comparação ao uso de fumaça líquida e por ser uma alternativa de segurança que evita a presença de compostos tóxicos no produto. Com isto, se torna importante estudar a aplicação de madeiras de reflorestamento na defumação de bacon e como este aspecto pode influenciar na resposta sensorial do consumidor frente ao produto, através da aplicação de um novo método de análise realizado com consumidores, a dominância temporal de sensações. No primeiro capítulo desta dissertação é apresentada uma revisão bibliográfica relatando os métodos de análise sensorial de alimentos que podem ser aplicados para o estudo das propriedades sensoriais de carnes e produtos cárneos. Já no segundo capítulo foi utilizada a dominância temporal de sensações para estudar as propriedades sensoriais dinâmicas de bacon defumado com seis tipos de madeira de reflorestamento e uma amostra produzida com aspersão de fumaça líquida. Os atributos dominantes foram crocante, seguido de defumado. Além disso, uma descrição detalhada da trajetória percorrida pelas amostras durante a avaliação foi obtida, resultando no sucesso da aplicação deste método para caracterização e também compreensão da percepção do consumidor no decorrer da análise. Os métodos clássicos de análise sensorial e as novas metodologias rápidas tem se destacado como ferramentas de aplicação em estudos científicos e na indústria de alimentos, sendo capazes de fornecer novas perspectivas, buscando atender as demandas de mercado, o novo desenvolvimento de produtos, buscando repostas rápidas e eficazes com menor investimento financeiro.

Palavras-chave: Análise sensorial clássica; Métodos rápidos de análise; Produto cárneo defumado; Dominância temporal de sensações

ABSTRACT

Dynamic sensory analysis from smoked bacon with reforested wood: A study with consumers

Bacon is a smoked meat product that can be produced with natural smoke or with the application of liquid smoke. Currently, almost 4,3% of the wood produced in Brazil goes to the industry. However, the natural smoking process of meat products has not been frequently employed by the industry because it is more time-consuming compared to the use of liquid smoke and its an alternative more safe avoiding toxic compounds in the product. Due to this, it is important to study the application of reforestation woods in the bacon smoking process and how this can influence the sensory response of the consumer to the product trough the application of a new rapid method of analysis with consumers, the temporal dominance of sensations. On the first chapter of this master's thesis, a literature review reporting the methods of sensory analysis of foods that can be applied to the study of the sensory properties of meat and meat products is presented. In the second chapter, the temporal dominance of sensations was used to study the dynamic sensory properties of bacon smoked with six types of reforested woods and a sample produced with liquid smoke immersion. The dominant attribute was crispy, followed by smoked. In addition, a detailed description of the trajectory crossed by the bacon samples during the evaluation was obtained, resulting in the successful application of this method for characterization and comprehension of consumer's perception along the time of the analysis. The classical methods and the rapid and new methodologies of sensory analysis have been highlighted as important tools for application in scientific studies and in the food industry, being able to provide new perspectives, seeking to meet a market demand, or in product development, searching to quick and effective responses with lower financial investment.

Keywords: Classic sensory analysis; Rapid new methods; Meat smoked product; Temporal dominance of sensations

1. INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é o quarto maior produtor e exportador mundial de carne suína do mundo, sendo que uma parte desta produção permanece no mercado interno e é transformada em produtos, dentre estes o bacon. O bacon é um produto cárneo produzido a partir da carne suína desossada, adicionada de sal de cura e ingredientes de salmoura. Este produto se caracteriza por ser defumado e comercializado em peças inteiras, pedaço ou fatias embaladas à vácuo. O processo de defumação natural pode ser utilizado no processo produtivo, através de fumaça de madeira gerada sob temperatura acima de 30°C em condições de umidade controladas, até que sejam atingidas as características desejadas. Na produção de bacon a fumaça de madeira auxilia na preservação e qualidade dos alimentos por suas propriedades antioxidantes e antimicrobianas, conferindo cor, sabor, aroma desejáveis e típicos dos produtos defumados (ANUALPEC, 2017; LINGBECK et al. 2014; SHEARD, 2010).

Pela defumação natural ser considerada um processo mais demorado, a indústria cárnea tem empregado a fumaça líquida como uma alternativa ao processo, pois esta é produzida através da própria fumaça após a pirólise (queima) de serragem ou lascas de madeira, seguida da remoção dos hidrocarbonetos policíclicos aromáticos e posterior condensação. Os principais produtos da pirólise das madeiras são os fenóis, carbonilas e ácidos orgânicos, responsáveis pelo sabor, cor e propriedades antimicrobianas da fumaça líquida. Além disto, a aplicação de fumaça líquida em bacon requer menos tempo em relação à defumação tradicional, tornando-se assim uma alternativa às indústrias no processo produtivo de bacon (LINGBECK et al. 2014; SHEARD, 2010) e conferindo características sensoriais específicas ao produto, as quais podem ser estudadas através de diferentes metodologias.

A análise sensorial é uma ferramenta que têm auxiliado a indústria alimentícia e a academia, através da caracterização dos produtos que tem como objetivo fornecer uma descrição das propriedades dos alimentos, auxiliando no desenvolvimento e comercialização de novos produtos, otimização dos processos produtivos, implementação de programas de controle de qualidade, estimativas de vida útil e na relação entre parâmetros instrumentais e sensoriais (LAWLESS; HEYMANN, 2010a; MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1991). Um dos métodos clássicos de caracterização sensorial é a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ®) realizada com uma equipe de provadores treinados, selecionados de acordo com sua capacidade de discriminar características básicas de alimentos e acuidade sensorial (STONE et al. 2004). Apesar de sua aplicabilidade e alta precisão dos resultados, a ADQ® muitas vezes pode ser considerada de alto custo devido ao elevado tempo de treinamento necessário para os provadores, em relação à nomenclatura e aplicação, dentre os trabalhos já publicados foram observadas diversas divergências para provadores treinados, portanto abordaremos a Análise Descritiva (AD).

Estudos com consumidores têm ganhado espaço entre os métodos de análise sensorial principalmente nos últimos 10 anos, confirmando o que já havia sido descrito por Moskowitz, em 1997, de que os consumidores são capazes de fornecer dados precisos e confiáveis para a caracterização dos produtos (ARES; VARELA, 2018; VALENTIN et al. 2012; VARELA; ARES, 2012). Inúmeras pesquisas têm observado que os resultados da caracterização sensorial realizada por consumidores são semelhantes aos dados fornecidos pela AD (ANTÚNEZ et al. 2017a; CHOLLET et al. 2011; MOUSSAOUI; VARELA, 2010). Com isto, os novos métodos com consumidores contribuem para o desenvolvimento bem-sucedido de produtos, campanhas de *marketing*, auxiliando, principalmente, na comunicação entre indústria e mercado.

Segundo Ares e Varela (2018), os novos métodos sensoriais rápidos para estudos com consumidores podem ser classificados em: métodos baseados em atributos (“*Check-All-That-Apply*” e Perfil *Flash*) (DAIROU; SIEFFERMANN, 2002; ADAMS et al. 2007), métodos holísticos, que são baseados na avaliação do alimento como

um todo (*Sorting* e Mapeamento projetivo) (LAWLESS; SHENG; KNOOPS, 1995; RISVIK et al. 1994) e metodologias baseadas em uma referência, que buscam verificar diferenças entre produtos (Posicionamento sensorial polarizado e *Pivot Profile*) (TEILLET et al. 2010; THUILLIER et al. 2015), os quais têm sido aplicados para estudar e caracterizar os mais diversos tipos de alimentos, e não se limitam apenas à avaliar de forma afetiva, exigindo uma aplicação de, no mínimo, 40 pessoas por avaliação, que pode variar de acordo com o método utilizado.

Além dos novos métodos e suas aplicações, sabe-se que a percepção sensorial de um alimento é um processo temporal. Há cerca de 60 anos isto foi evidenciado através do desenvolvimento da técnica Tempo-Intensidade (TI), que se concentra na avaliação de um único atributo ao longo do tempo, em que, se houverem vários atributos de interesse, há a necessidade de mais de uma degustação, resultando em maiores custos de análise e dificuldades na aplicação dos testes. Com isto, depois de longos anos de pesquisa, foi proposto por Pineau et al. em (2009) a metodologia Dominância Temporal de Sensações (TDS), que consiste em captar as “dominâncias” percebidas pelos consumidores ao longo da avaliação, ou seja, aquele atributo que atrai a atenção do participante no momento da degustação, não sendo, necessariamente, o mais intenso. Com a ampla aplicação desta técnica foi possível estabelecer que os dados obtidos no TDS apresentaram discriminação sensorial semelhantes às técnicas descritivas estáticas (SCHLICH, 2017a), adicionando o fator temporal nos resultados.

Estudos sensoriais aplicados à carnes e produtos cárneos vêm sendo desenvolvidos em um contexto histórico desde o desenvolvimento da escala hedônica de 9 pontos, aplicada pela primeira vez pelo exército americano no “*US Army Quarter-Master Food and Container Institute*” em 1957. Em 1978, Cross descreveu os aspectos que influenciam na avaliação sensorial de carnes e os métodos mais utilizados da época, descreveu o mais comum e utilizado método para aplicação de testes descritivos em carnes, e em 2007 Nollet avalizaram o Método descritivo de atributo para carne, com o intuito de avaliar a palatabilidade destes produtos. Levando em consideração que em uma avaliação de carne, os consumidores buscam atributos de aparência, textura, sabor, aliado à maciez e suculência, que irão influenciar diretamente na qualidade esperada pelos consumidores (LIU; LANARI; SCHAEFER, 1995; O’SULLIVAN; KERRY, 2009).

Devido à complexidade da carne e dos produtos cárneos, faz-se necessário considerar diversos fatores prévios à realização das avaliações, como a temperatura de cozimento, o método de cocção, a preparação e acondicionamento das amostras, o corte, além dos aspectos para avaliar a cor e o odor. Adicionalmente, comumente a análise sensorial de carnes e produtos cárneos pode ter suporte relacionando às medidas instrumentais de força de cisalhamento, perfil de textura, colorimetria, cromatografia a gás, dentre outras (AASLYNG et al. 2014).

Desta forma, o uso de novos métodos sensoriais com consumidores e sua aplicação em carnes e produtos cárneos têm recebido grande atenção nos últimos anos e se tornado um tópico de grande interesse a ser discutido. Com isto, nesta dissertação, no primeiro capítulo será apresentada uma descrição dos métodos sensoriais clássicos e inovadores em análise sensorial, com foco em produtos cárneos. Já no segundo capítulo será relatada a aplicação do método sensorial TDS realizado com consumidores com o objetivo de estudar e compreender a temporalidade sensorial de bacon defumados com madeiras de reflorestamento e aplicação de fumaça líquida.

Referências

- AASLYNG, M. D. et al. Sensory Assessment of Meat. In: **Encyclopedia of Meat Sciences**. [s.l.] Elsevier, 2014. v. 3p. 272–279.
- ADAMS, J. et al. **Advantages and uses of check-all-that-apply response compared to traditional scaling of attributes for salty snacks**. 7th Pangborn Sensory Science Symposium. **Anais...**2007
- ANTÚNEZ, L. et al. Comparison of consumer-based methodologies for sensory characterization: Case study with

four sample sets of powdered drinks. **Food Quality and Preference**, v. 56, p. 149–163, 2017.

ANUALPEC, A. ESTATÍSTICO DA PECUÁRIA DE CORTE. Rebanho Mundial de Suínos World Hog Herds Produção Mundial de Carne Suína Suínos e Outros. **FNP Consultoria e comércio, LTDA**, p. 205, 2017.

ARES, G.; VARELA, P. **Methods in consumer research**. v.2, n. 1, 478p. 2018.

CHOLLET, S.; LELIÈVRE, M.; ABDI, H.; VALENTIN, D. Sort and beer: Everything you wanted to know about the sorting task but did not dare to ask. **Food Quality and Preference**, v. 22, n. 6, p. 507–520, 2011.

CROSS, H. R.; DURLAND, P. R.; SEIDEMAN, S. C. Sensory qualities of meat. **Muscle as food**, p. 279–320, 1986.

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, n. 2, p. 826–834, 2002.

LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. **Sensory Evaluation of Food**. [s.l: s.n.].

LAWLESS, H. T.; SHENG, N.; KNOOPS, S. S. C. P. Multidimensional scaling of sorting data applied to cheese perception. **Food Quality and Preference**, v. 6, n. 2, p. 91–98, 1995.

LINGBECK, J. M. et al. Functionality of liquid smoke as an all-natural antimicrobial in food preservation. **Meat Science**, v. 97, n. 2, p. 197–206, 2014.

LIU, Q.; LANARI, M. C.; SCHAEFER, D. M. A review of dietary vitamin E supplementation for improvement of beef quality. **Journal of animal science**, 1995.

DE ALCANTARA, M.; FREITAS-SÁ, D. D. G. C. Metodologias sensoriais descritivas mais rápidas e versáteis – uma atualidade na ciência sensorial. **Brazilian Journal of Food Technology, Campinas**, v. 21, p. 179, 2018.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, T. B. **Sensory Evaluation Techniques**. [s.l: s.n.].

MOSKOWITZ, H. R. Base size in product testing: A psychophysical viewpoint and analysis. **Food Quality and Preference**, v. 8, n. 4, p. 247–255, 1997.

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

O’SULLIVAN, M. G.; KERRY, J. P. **Sensory evaluation of fresh meat**. [s.l.] Woodhead Publishing Limited, 2009.

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

RISVIK, E.; MCEWAN, J. A.; COLWILL, J. S.; ROGERS, R.; LYON, D. H. Projective mapping: A tool for sensory analysis and consumer research. **Food Quality and Preference**. v. 5, p. 263–269, 1994.

SCHLICH, P. Temporal Dominance of Sensations (TDS): a new deal for temporal sensory analysis. **Current Opinion in Food Science**, v. 15, p. 38–42, 2017.

SHEARD, P. R. **Handbook of Meat Processing**. Oxford, UK: Wiley-Blackwell, 2010.

STONE, H. et al. Sensory Evaluation by Quantitative Descriptive Analysis. In: **Descriptive Sensory Analysis in Practice**. Trumbull, Connecticut, USA: Food & Nutrition Press, Inc. p. 23–34. , 2004.

TEILLET, E.; SCHLICH, P.; URBANO, C.; CORDELLE, S.; GUICHARD, E. Sensory methodologies and the taste of water. **Food Quality and Preference**, v. 21, n. 8, p. 967–976, 2010.

THUILLIER, B. et al. **Pivot© profile: A new descriptive method based on free description** **Food Quality and Preference** Elsevier Ltd, , 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodqual.2015.01.012>>

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

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

2. CONSIDERAÇÕES GERAIS

A análise sensorial é uma ferramenta valiosa para a pesquisa na indústria alimentícia. A aplicação dos novos métodos tem sido uma tendência no mercado e tende a ser vista como uma alternativa ao mercado consumidor de carne no desenvolvimento de produtos, marketing, buscando respostas do consumidor e como uma alternativa econômica viável que, de certa forma, poderá substituir a análise sensorial descritiva clássica. Em relação ao bacon, a defumação com madeiras de reflorestamento resultou em um processo controlado microbiologicamente, em um produto adequado para consumo com viabilidade econômica e possível aplicação industrial. Os dados do TDS apresentaram caracterização sensorial através das respostas dos consumidores, o que permitiu classificar e avaliar o produto em uma perspectiva dinâmica, sendo que o melhor resultado para os dados de sabor e aroma foram para o produto defumado com madeira de bracatinga. O TDS se mostrou uma técnica rápida, eficaz e que requer menor tempo de implementação em comparação com a análise descritiva convencional, que obteve sucesso no emprego e na obtenção dos dados, para caracterização das amostras.

3 REVISANDO CONCEITOS BÁSICOS E OS AVANÇOS RECENTES EM AVALIAÇÃO SENSORIAL DE ALIMENTOS E ESTUDOS COM CONSUMIDORES

RESUMO

A análise sensorial de alimentos é uma importante ferramenta no meio científico. Permite avaliar e verificar a aparência, aroma, sabor, textura, a aceitação e preferência de um alimento de forma precisa. Os métodos clássicos de análise vêm sendo desenvolvidos e aprimorados desde a década de 60, tendo como marco expressivo a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ®), que é uma robusta ferramenta de análise, confiável e precisa, que até o momento não encontrou substituto a nível de qualidade dos dados. Com as demandas da indústria e do meio científico na obtenção de resultados rápidos, foram surgindo novos métodos sensoriais que permitem a caracterização sensorial com a participação de consumidores em uma única sessão. Algumas das metodologias desenvolvidas recentemente são Mapeamento projetivo, *Napping*®, *Free sorting task*, *Check-All-That-Apply* (CATA), e, como um marco recente, tivemos os novos métodos temporais: a Dominância temporal de sensações e o CATA temporal, permitindo uma nova perspectiva na observação, coleta e análise de dados. Em relação à amostras, carnes e produtos cárneos têm sido frequentemente observados em estudos de caracterização sensorial. Diante destas novas tendências de mercado e métodos rápidos de avaliação, a análise sensorial de alimentos tem construído uma carreira sólida no mundo científico, que tem se estendido cada vez mais através de publicações e eventos, envolvendo tanto a academia quanto a indústria. Buscando ampliar a compreensão e divulgação dessa forma simples e precisa de análise, onde o instrumento de medição é o ser humano, nessa revisão bibliográfica aspectos relevantes desde o surgimento dos métodos clássicos de análise, até o desenvolvimento e ascensão das novas metodologias e suas aplicações serão abordados. Além disso, como um tópico adicional, serão discutidas as particularidades na avaliação sensorial de carnes e produtos cárneos.

Palavras-chave: Análise sensorial; Novos métodos rápidos; Carnes; Produtos cárneos

ABSTRACT

The sensory analysis of food is an important tool in the scientific community. It allows to evaluate and verify the appearance, flavor, odor texture, acceptance and preference of food, with accuracy and precision. The classic methods of sensory analysis have been developed and improved since the 1960s, having as framework the Descriptive Quantitative Analysis (QDA®), which is a reliable, precise and robust tool for sensory analysis, which so far has not found a substitute by the quality level of the data. With the demands of the industry and the scientific community for fast results, new sensory methods that allow sensory characterization with the participation of consumers in a single session have emerged. Some of the recently developed methodologies are Projective mapping, *Napping*®, *Free sorting task*, *Check-All-That-Apply* (CATA), and, as a recent landmark, there are the new temporal methods: Temporal Dominance of Sensations and Temporal CATA, allowing a new perspective in the observation, collection and analysis of data. In relation to samples, meat and meat products have been frequently observed in studies of sensory characterization. Faced with these new market trends and rapid methods of assessment, the sensory analysis of food has built a solid career in the scientific world, which has been increasingly extended through publications and events, involving academic and industry. In order to expand the understanding and dissemination of this simple and precise type of analysis, where the measuring instrument is the human being, this literature review will deal with relevant aspects from the beginning of the classical methods of analysis to the development and the rise of new methodologies and their applications. Also, as an additional topic, the particularities of the sensory evaluation of meat and meat products will be discussed.

Keywords: Sensory analysis; Rapid methods; Meat; Meat product

3.1 Introdução

Descrever as características sensoriais de um produto é há muito tempo, uma prática comum na indústria de alimentos e bebidas e pode influenciar nas decisões da empresa, orientando o desenvolvimento de novos produtos

e a reformulação daqueles já existentes no mercado (GIACALONE, 2018), auxiliando também em processos de comparação entre produtos, e na verificação de efeitos de diferentes processos e ingredientes, para fins de controle de qualidade, ou rastreamento. Na pesquisa e na indústria a análise sensorial também tem se destacado como um valioso recurso, auxiliando nas correlações entre medidas analíticas e sensoriais, explicando mudanças nos alimentos relacionadas à textura, sabor, aroma ou às características estruturais, permitindo compreender melhor os mecanismos relacionados à percepção do produto (MOUSSAOUI; VARELA, 2010; STONE et al. 2004).

A busca pela obtenção de respostas rápidas pelas empresas abriu um nicho de mercado para a análise sensorial, porém o treinamento de equipes de provadores pode ser uma tarefa dispendiosa e de alto custo. Sendo assim, nos últimos 30 anos, o desenvolvimento de novos testes descritivos sensoriais alternativos resultaram em novos métodos rápidos de caracterização sensorial, que podem ser utilizados para estudos com provadores treinados, semi-treinados e consumidores (VARELA; ARES, 2012). O ponto positivo destas metodologias é que os dados e mapas sensoriais obtidos têm sido semelhantes à Análise Descritiva clássica, com a vantagem de serem mais rápidos, e permitirem a obtenção das respostas diretamente dos consumidores, suportando a hipótese de que os consumidores também podem descrever alimentos com precisão. Dentre os novos métodos rápidos podem-se destacar: *Flash profile*, Projective mapping ou *Napping®*, *Check-All-That-Apply* (CATA), Escalas de intensidade, Posicionamento Sensorial Polarizado, *Pivot® Profile* (PP), e Dominância Temporal de Sensações (TDS) (VIDAL et al. 2014).

Os métodos dinâmicos de análise auxiliam na compreensão da percepção dinâmica de um alimento, desde as mudanças percebidas no seu estado inicial (primeira mordida) até a massa engolida (*bolus*). Piggott, (2000) descreve que os processos que ocorrem ao longo do consumo dos alimentos, como a mastigação, salivagem, movimento da língua e deglutição, são capazes de modificar a percepção, a intensidade e as características de sabor, aroma, e textura de determinado produto ao longo do tempo. Assim, não considerar o efeito do tempo no desenvolvimento e atribuição das características sensoriais em determinados produtos alimentícios pode resultar em perda de informações importantes do produto. Diante dessa necessidade surgiram as metodologias de avaliação temporais (DI MONACO et al. 2014; FISZMAN; TARREGA, 2017)

Carne e produtos cárneos são importantes fontes de proteína de alto valor biológico. A aceitação destes produtos pelos consumidores está relacionada à porcentagem de gordura, textura, sabor, conteúdo de sal, maciez, raça do animal, que são responsáveis por assegurar o sabor e as características típicas de um produto de qualidade (FERNANDES et al. 2018). A análise sensorial dá suporte aos cientistas para compreender a visão do consumidor em relação ao produto, sendo que existem múltiplas técnicas e ferramentas que podem ser usadas, cada uma com seus pontos fortes e fracos. Além disso, avaliar carne e produtos cárneos usando técnicas sensoriais requer conhecimento do produto e controle na realização do teste, o que é imprescindível considerar antes de realizar uma avaliação sensorial nestes produtos (FAUSTMAN; SUMAN, 2017).

Com isto, os métodos de Análise Sensorial aplicados a consumidores tem sido uma importante ferramenta de estudo, não só para indústria, mas também na pesquisa auxiliando no estudo e compreensão dos mais variados tipos de alimentos. Portanto, esta revisão tem como objetivo relatar sobre as técnicas de avaliação com consumidores frequentemente empregadas até o momento, e enfatizar sobre a importância e benefícios da aplicação destes métodos na avaliação de carnes e produtos cárneos.

3.2 Contexto histórico

Antes de abordar o contexto histórico da Análise Sensorial (AS), é imprescindível defini-la. O *Institute of Food Technologists* definiu a AS como a “disciplina científica usada para evocar, medir, analisar, e interpretar as reações produzidas pelas características dos alimentos e materiais, como elas são percebidas pelos órgãos da visão, olfato, gosto, tato e audição (STONE; BLEIBAUM; THOMAS, 2012). Esta definição implica que: (a) a avaliação sensorial contempla o uso de todos os sentidos; (b) utiliza diferentes disciplinas científicas, como a psicologia, estatística, tecnologia de alimentos e a sociologia, entre outros; e (c) com base nos resultados, a avaliação sensorial é a ponte entre o mundo interno da indústria e o mundo externo, ou seja, o mercado. A AS dos alimentos é uma função primária do homem, que desde sua infância – de forma consciente ou não – aceita ou rejeita alimentos de acordo com a sensação que experimenta ao observá-lo ou ingeri-lo. Mesmo recém-nascidos, as crianças já possuem preferências com relação aos gostos básicos (SCHWARTZ; ISSANCHOU; NICKLAUS, 2009). Essas preferências podem ser modificadas com o decorrer do tempo, sendo finalmente estabelecidos os “padrões de gosto” quando adultos. Contudo, atualmente define-se que a qualidade sensorial de um alimento não é uma característica própria, mas sim o resultado da interação entre o alimento, o homem e o contexto em que o alimento é consumido.

A AS existiu desde que o primeiro animal sobre a terra começou a escolher seus alimentos. Embora o homem paleolítico, em sua busca interminável de alimentos, tivesse a mínima oportunidade de fazer distinções de boa qualidade, ele obviamente rejeitou certos alimentos e consumiu outros apenas em tempo de extrema necessidade (AMERINE, PANGBORN, ROESSLER, 1965). No entanto, seu estabelecimento como uma disciplina científica cresceu a partir da segunda metade do século vinte (Figura 1).

Figura 1. Histórico de eventos importantes para a AS. (Adaptado de: *The Sensory Evaluation of Dairy Products*, 2009, Springer US)

Em 1940, a destilaria *Seagram* nos Estados Unidos realizou uma grande contribuição ao desenvolvimento da AS. Na destilaria, a gerência não concordava com a forma em que se “tentava” manter constante a qualidade sensorial dos seus produtos, já que eles estavam confiando nos critérios imprecisos de um pequeno grupo de especialistas, método que ainda persiste em muitas indústrias de alimentos. Então, Scofield e Peryam desenvolveram o teste triangular e padronizaram o teste duo-trio. Ambos os métodos foram utilizados para assegurar que nenhum produto vendido demonstrasse diferenças com o padrão da empresa, no entanto os resultados só foram publicados

anos depois (PERYAM; SWARTZ, 1950). De forma simultânea, no laboratório de pesquisa da cervejaria Carlsberg, também foi desenvolvida a mesma metodologia discriminativa (BENGTSSON; HELM, 1946).

Na mesma década, outra contribuição importante foi realizada no exército dos Estados Unidos, já que estavam preocupados com a qualidade da comida servida aos soldados. Esta pesquisa reuniu psicólogos, tecnólogos de alimentos e estatísticos, num amplo programa orientado, fundamentalmente, em estudar a preferência dos alimentos. A escala hedônica de 9 pontos, empregada frequentemente nos estudos e utilizada até hoje, é fruto deste trabalho (JONES; PERYAM; THURSTONE, 1955; PERYAM, PILGRIM, 1957).

Em sequência cronológica, nos anos 50, na Universidade de California – Davis, se reuniram dois decanos em AS: Maynard A. Amerine e Rose Marie Pangborn. Ambos contribuíram grandemente na AS de alimentos como ciência. Um dos seus maiores aportes foi a publicação do livro intitulado “*Principles of Sensory Evaluation of Foods*” em 1965 (Amerine, Pangborn & Roessler, 1965). Outra instituição que contribui muito à AS foi a “*American Society for Testing and Materials* (ASTM)”, que estabeleceu, no início da década de 1960, o comitê E-18 sobre “avaliação sensorial de matérias e produtos”. Foram desenvolvidas várias normas sobre AS e, em 1968, foi publicado o “*Manual on Sensory Testing Methods*”, que apresenta diversos métodos sensoriais vigentes até hoje.

Dentro das diferentes metodologias utilizadas na AS, os métodos descritivos são considerados como os mais sofisticados devido, principalmente, à validação estatística utilizada. As análises descritivas atualmente utilizadas são produto de toda uma evolução histórica, que será detalhada a seguir. O primeiro método descritivo desenvolvido com provadores treinados foi o *Flavor Profile Method*®. Este método foi desenvolvido no instituto Arthur D. Little Inc., no final da década de 1940 (CAIRNCROSS; SJOSTROM, 1950), onde era empregado com o intuito de avaliar e comparar um produto em relação a um concorrente e distinguir os atributos de sabor comuns à vários produtos. Inicialmente esta metodologia foi empregada na avaliação de sabores indesejáveis em cápsulas nutricionais e questionamentos sobre aplicação de glutamato monossódico em alimentos processados e seus impactos na saúde (SJOSTROM, 1954; LAWLESS; HEYMANN, 2010). O desenvolvimento de diferentes métodos estatísticos, ajudou os cientistas sensoriais a criarem métodos estatisticamente válidos em termos de exatidão, precisão e robustez (QANNARI, 2017). Nesse contexto, além do *Flavor Profile Method*®, foram surgindo novas metodologias sensoriais descritivas, como a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) (STONE et al. 1974), o método *Spectrum*™ (MEILGAARD et al. 1991) e o *Free-Choice Profiling* (WILLIAMS; LANGRON, 1984).

Nos últimos 30 anos foram desenvolvidos diferentes métodos sensoriais descritivos executados por consumidores habituais do produto (VALENTIN et al. 2012). Esses novos métodos sensoriais são classificados em métodos baseados em expressões verbais (*Flash Profile* e “*Check-All-That-Apply*”), métodos baseados em similaridade dos produtos (*Free Sorting Task* e *Projective mapping* ou *Napping*®), e métodos baseados em uma referência (*Polarised Sensory Positioning* e *Pivot*® *Profile*). Em cada um dos métodos citados, considera-se a percepção sensorial dos alimentos como um fenômeno estático. No entanto, sabe-se que a percepção sensorial é um fenômeno dinâmico, em que as propriedades sensoriais e a aceitação são modificadas ao longo da degustação de um produto (THOMAS et al. 2015). Levando isto em consideração, o método tempo-intensidade (T-I) é a principal referência temporal, no entanto apenas um atributo é avaliado separadamente por uma equipe altamente treinada. Este fato aumenta exponencialmente o número de avaliações sensoriais, sendo muitas vezes inviável a nível industrial. Para superar as limitações do T-I, foram desenvolvidas duas metodologias temporais que possibilitam obter a temporalidade de vários atributos simultaneamente. Estes métodos são a Dominância Temporal de Sensações - “*Temporal Dominance of Sensations – TDS*” (PINEAU et al. 2009a) e “*Temporal Check-All-That-Apply – TCATA*” (CASTURA et al. 2016), surgindo assim uma nova classificação: os métodos sensoriais baseados na dinâmica sensorial.

Devido a esta constante evolução científica da AS, atualmente a mesma é considerada uma disciplina científica que possui diferentes livros texto, além de várias revistas científicas especializadas, como “*Journal of Sensory Studies*” (Blackwell, 1986), “*Food Quality and Preference*” (Elsevier, 1988), *Chemosensory Perception* (Springer, 2008), *Appetite* (Elsevier, 1980), *Chemical Senses* (Oxford Press, 1974), *Perception and Psychophysics e Physiology & Behavior* (Elsevier, 1966), bem como diferentes números especiais em revistas da área de alimentos, como *Food Research International*. É importante mencionar que diferentes eventos científicos relacionados à AS são realizados no mundo todo, como: *Pangborn symposium*, *Sensometrics conference*, *Eurosense conference*, *Senseasia symposium*, *Afrosense conference*, e *Sensiber*.

Para finalizar esta seção, é possível verificar um futuro promissor da ciência sensorial, tanto na academia como na indústria, uma vez que o consumidor é quem decide o sucesso de um produto.

3.3 Análise sensorial clássica

Classicamente a AS é dividida em duas grandes áreas: métodos analíticos (avaliações objetivas do produto) e métodos afetivos (medições da aceitação/preferência do produto). Dentro dos métodos analíticos pode-se encontrar os testes discriminativos e descritivos; já nos métodos afetivos destacam-se os testes de aceitação e preferência (Figura 2).

Figura 2. Divisão clássica dos testes sensoriais.

Na área de ciência e tecnologia de alimentos, os testes de diferença podem ser usados para detectar diferenças sensoriais significativas decorrentes de alterações nas amostras que passaram por diferentes tratamentos ou substituições de ingredientes, o que muitas vezes justifica a execução de testes descritivos posteriores, identificando assim aqueles atributos sensoriais que causam a diferença. Por outro lado, se dois produtos não são diferentes, decisões apropriadas devem ser feitas, como a substituição de um ingrediente por outro alternativo. Conforme demonstrado (Figura 2), existem os testes discriminativos: teste duo-trio, comparação pareada, teste triangular, teste de ordenação e

diferença do controle. Para mais detalhes sobre este tipo de metodologias recomenda-se a leitura da publicação intitulada “*Discrimination Testing in Sensory Science: A Practical Handbook*” editado por Lauren Rogers (ROGERS, 2017).

Por outro lado, os testes afetivos podem ser aplicados posteriormente aos testes discriminativos e descritivos já que reduzem o número de amostras, facilitando o gerenciamento destas. Por outro lado, os testes de aceitação precedem à pesquisa de mercado. Em relação aos testes afetivos, nos referimos àqueles que medem a preferência e/ou aceitação sensorial. A preferência refere-se à comparação de um alimento com outro, mas esta não necessariamente indica se o alimento tem elevada aceitação. Para uma maior eficiência, a aceitação sensorial deve ser medida em vários produtos e, com base nesses resultados, determinar a preferência como uma conclusão complementar. Estes testes têm sido frequentemente empregados pelas indústrias com intuito de avaliar o potencial de um produto no mercado, sendo que para este tipo de testes, é necessário um grande número de participantes ($n \geq 100$) com o intuito de obter um número representativo da população alvo (LAWLESS; HEYMANN, 2010).

Finalmente, os métodos sensoriais descritivos representam um grupo de metodologias mais minuciosas (SALDAÑA et al. 2018), quando comparados com os métodos discriminativos e afetivos. Os resultados permitem obter uma descrição detalhada de atributos sensoriais relacionados à aparência, aroma, textura, e sabor que caracterizam um produto, sendo extremamente úteis no desenvolvimento de novos produtos, auxiliando tanto na indústria como na academia (SILVA; MINIM, 2016; ROGERS, 2017). Os métodos descritivos clássicos mais empregados são o método *Spectrum*TM (MEILGAARD et al., 2007) e Análise Descritiva (AD), sendo a AD amplamente utilizada, e, portanto, descrita detalhadamente a seguir.

3.3.1 Análise Descritiva

A AD foi desenvolvida por Stone et al. (1974) com o intuito de superar as limitações dos métodos descritivos anteriormente citados. Esta metodologia avalia todos os atributos sensoriais presentes no produto durante a degustação (ver Figura 3), considerando a aparência, aroma, sabor e textura. Os resultados fornecem uma descrição completa das similaridades e diferenças das propriedades sensoriais, permitindo identificar quais são os atributos importantes e que dirigem a aceitação do produto pelo consumidor, quando estes são correlacionados com dados de aceitação. A AD apresenta várias vantagens sobre os outros métodos descritivos devido: (1) à confiança no julgamento de uma equipe composta por 8 a 12 provadores treinados, ao invés de alguns poucos especialistas; (2) ao desenvolvimento de uma linguagem objetiva, desenvolvida em consenso por toda equipe treinada; (3) ao fato de que os produtos são avaliados de forma monádica e sequencial, seguindo delineamento experimental utilizando uma escala não estruturada ancorada em seus extremos com palavras que indicam intensidade do atributo avaliado; (4) aos dados serem estatisticamente analisados através de sofisticadas técnicas univariadas e multivariadas.

Figura 3. Diferentes fases da degustação dos alimentos considerados na AD, adaptada de (LAVANCHY et al. 1993).

A seguir são descritas brevemente as etapas da AD: **(1) Pré-seleção da equipe de provadores:** Deve-se recrutar entre 16 e 30 voluntários com interesse e disponibilidade de tempo para participar em todas as etapas da AD, os quais, posteriormente, devem participar do teste de reconhecimento de gostos básicos, teste de memória de odores, e testes discriminativos sequenciais; **(2) Desenvolvimento da terminologia descritiva:** A equipe pré-selecionada avalia as amostras e identifica os termos descritores que evidenciam as similaridades e as diferenças sensoriais entre as mesmas. Utiliza-se o método de rede, no qual os provadores avaliam as amostras de três em três e descrevem, com suas próprias palavras, os atributos sensoriais de aparência, aroma, sabor e textura, que as caracterizam; **(3) Definição dos atributos e suas referências:** Após o levantamento dos atributos, a equipe de provadores, coordenada pelo líder da equipe, discute, define e elabora consensualmente a lista final dos termos descritivos. Para cada atributo são definidas a técnica de avaliação das amostras e as âncoras de referência; **(4) Treinamento da equipe sensorial:** O treinamento dos provadores é realizado em várias sessões – cujo número dependerá basicamente da complexidade das amostras, do número de amostras, do número de repetições e dos atributos avaliados – seguindo a técnica de avaliação estabelecida utilizando as referências previamente levantadas. Os provadores também são treinados quanto ao uso de uma escala linear não-estruturada (originalmente de 15 cm, que pode variar pelas escalas de 9 cm e 10 cm), com os termos de intensidade para cada atributo ancorado em seus extremos (exemplos: fraco-forte, pouco-muito, nenhum-muito); **(5) Seleção da equipe final de provadores:** Nesta etapa, os provadores avaliam as amostras considerando todos os atributos sensoriais em estudo em três repetições. Os dados obtidos são estatisticamente analisados por análise de variância (ANOVA), tendo como fontes de variação “amostra”, “provador”, “repetição” e suas interações duplas. A significância de cada fonte de variação servirá posteriormente para estimar o desempenho da equipe em termos de

capacidade discriminativa (amostra: $p < 0,05$), consenso (amostra*provador: $p > 0,05$) e repetibilidade (amostra*repetição: $p > 0,05$). Quando a ANOVA indica que o desempenho da equipe não é adequado, é necessário verificar graficamente cada efeito de interesse e, caso for necessário, realizam-se novas sessões de treinamento; **(6) Avaliação final das amostras:** A equipe selecionada avalia todas as amostras, e os resultados são analisados por ANOVA, testes de comparação de médias (p.e. Tukey), e Análise de Componentes Principais (ACP) ou Análise de Variáveis Canônicas.

Como descrito anteriormente, as etapas da análise descritiva são simples, no entanto o tempo necessário para sua aplicação depende principalmente do número de amostras, número de atributos sensoriais, número de repetições, número de amostras por sessão de avaliação, entre outros. Estes fatores influenciam no desempenho da equipe, na validade estatística dos resultados, no tempo de treinamento e finalmente no tempo total do teste. Uma das principais dificuldades da AD é a falta de consenso da equipe treinada, que pode ocorrer devido à falta de treinamento da equipe sensorial, ou às diferenças fisiológicas e psicológicas dos provadores treinados. A falta de consenso devido à falta de treinamento é solucionada com o emprego de mais sessões de treinamento. No entanto, as diferenças fisiológicas e psicológicas são difíceis de serem eliminadas, uma vez que o treinamento não pode extinguir características individuais dos provadores (SALDAÑA et al. 2018).

O extenso tempo que é investido no desenvolvimento da AD (especificamente na etapa de treinamento pois necessita de sessões intensas e específicas, que vão de 10 a 120 h, de acordo com a complexidade do conjunto das amostras) exige um alto investimento financeiro (LAWLESS; HEYMANN, 2010b), podendo limitar seu uso na indústria, onde são exigidas respostas rápidas. Já na pesquisa acadêmica, a execução da AD também pode representar um problema quando um projeto de pesquisa conta com poucos recursos financeiros e tempo necessários para treinamento da equipe sensorial descritiva (VARELA; ARES, 2012). Como resposta a estas limitações, na última década foram desenvolvidos métodos descritivos que podem ser chamados rápidos e muitas vezes não exigem treinamento dos participantes, como os testes tradicionais, e se tornam valiosas ferramentas pois podem ser realizados por consumidores (VALENTIN et al. 2012; VARELA; ARES, 2012).

Na Figura 4 é apresentada a evolução do uso da AD e ADQ® desde 1978 até 2017, em dados obtidos através da base científica *Scopus*. De forma a comparar os resultados foram plotados os números de publicações encontradas para as novas metodologias rápidas de análise sensorial. É possível observar que, dentre os trabalhos que o primeiro artigo de AD foi publicado em 1978 pelos Lyon, que desenvolviam estudos para laboratórios do governo americano, mesmo após o desenvolvimento da técnica em 1974 por Stone.

Em relação aos novos métodos realizados com consumidores, advindos da necessidade de respostas rápidas para o mercado, facilidade, investimento baixo e proximidade com a realidade dos consumidores, os mesmos foram se destacando ao longo dos anos, sendo que a primeira publicação foi do Mapeamento projetivo em 1994 (RISVIK et al. 1994), posteriormente reconhecido como *Napping*®, seguido do *Flash profile* em 2002 (DAIROU; SIEFFERMANN, 2002), com destaque para o ano de 2013, em que houveram 67 publicações, ultrapassando os números da AD, e que continuaram aumentando, finalizando 2017 com 116 artigos no total (base de dados, *Scopus*). Destaca-se que os métodos novos não se referem à substituição da AD, mas sim uma forma de estudar e compreender a percepção dos consumidores em relação a um produto, utilizando o método adequado e identificando suas limitações (ARES, 2015).

Figura 4. Número de artigos publicados na área de ciência sensorial empregando Análise descritiva e os novos métodos rápidos de análise. Palavras chave: “sensory”, “quantitative descriptive analysis”, “flash profile”, “projective mapping”, “napping”, “check-all-that-apply”, “free sorting task”, “polarized sensory positioning” e “pivot profile” (Scopus, abril de 2018).

3.4 Novos métodos sensoriais

O uso dos métodos sensoriais baseados na percepção do consumidor vem aumentando cada vez mais. Há duas décadas, o inovador trabalho de Moskowitz, (1996) desafiou a ideia de que os consumidores não eram capazes de executar testes descritivos com o intuito de obter o perfil sensorial de um produto. No entanto, o mencionado estudo foi duramente questionado pela comunidade científica, gerando debates entre diferentes pesquisadores da área (DUGLE; DUGLE, 1997; HOUGH, 1998). Essa pesquisa foi o ponto de partida para diferentes estudos, principalmente na França, país com ampla cultura na análise sensorial de alimentos.

A esse respeito, o grupo de pesquisa da “Unité Pédagogique de Mathématiques Appliquées do Institut National Supérieur des Sciences Agronomiques, Agroalimentaires, Horticoles et du Paysage” (AGROCAMPUS OUEST) desenvolveu duas pesquisas inovadoras comparando os perfis sensoriais gerados por equipes treinadas e equipes de consumidores (HUSSON; LE DIEN; PAGÈS, 2001; WORCH; LÊ; PUNTER, 2010). Os resultados obtidos demonstraram que, em termos gerais, os mapas sensoriais eram similares. No entanto, Worch; Lê; Punter, (2010) observaram que a principal desvantagem dos consumidores frente aos provadores treinados era a elevada variabilidade das respostas pela falta de treinamento, sendo necessário um maior número de consumidores. Com isto, Moskowitz, (1996) enumerou que são necessários de 40 a 50 avaliadores para garantir uma medida de dados estável, e, com um número maior que 80 consumidores, a média final não é afetada. De forma geral são necessários entre 80 e 100 consumidores para obter resultados similares à 10-12 provadores treinados.

Na presente revisão, os “novos métodos sensoriais” não se referem à substituição de consumidores por provadores treinados na execução da AD, e sim ao estudo das respostas dos consumidores com metodologias adequadas, respeitando seu próprio vocabulário e o processo cognitivo envolvido. Como mencionado no final do tópico 2.1, os quatro grupos de novos métodos sensoriais são baseados em: expressões verbais: *Flash Profile* (DAIROU;

SIEFFERMANN, 2002) e “*Check-All-That-Apply*” (CATA) (ADAMS et al. 2007), similaridade e diferença das amostras: *Free Sorting Task* (LAWLESS; SHENG; KNOOPS, 1995) e *Projective Mapping* ou *Napping*® (PAGÈS, 2003), métodos baseados em comparação com uma referência: *Polarized Sensory Positioning* (TEILLET et al. 2010) e *Pivot® Profile* (THUILLIER et al. 2015) e dinâmica sensorial ao longo da degustação: o T-I, Dominância Temporal de Sensações (TDS)(PINEAU et al. 2009b), temporal “*Check-All-That-Apply*” (T-CATA)(CASTURA et al. 2016)).

3.4.1 Métodos baseados em expressões verbais

3.4.1.1 *Flash profile*

O *Flash profile* foi desenvolvido por Dairou e Sieffermann, (2002), como um método descritivo rápido que consiste em dois passos: (a) os consumidores levantam os atributos que consideram relevantes para discriminar as amostras e (b) avaliam a intensidade dos atributos por meio de ordenação (DAIROU; SIEFFERMANN, 2002). Se houver intervalo entre as duas sessões, é permitido aos consumidores observar a lista de atributos e modificá-la, adicionando-os ou substituindo-os (VALENTIN et al. 2012; MINIM & SILVA, 2016).

Para este tipo de teste, recruta-se um número mínimo de 30 consumidores, que podem avaliar de 5 a 10 amostras, de acordo com as características das mesmas (VARELA; ARES, 2012). A avaliação dos dados é realizada por análise de procrustes generalizada (VALENTIN et al. 2012). Este método tem sido frequentemente utilizado para caracterizar as mais variadas amostras: geleia de frutas (DAIROU; SIEFFERMANN, 2002), produtos lácteos (DELARUE; SIEFFERMANN, 2004), pão (LASSOUED et al. 2008), bebidas quentes (MOUSSAOUI; VARELA, 2010), *nuggets* de peixe (ALBERT et al. 2011), queijo (GKATZIONIS et al. 2013), café (KOBAYASHI; BENASSI, 2012), chocolate (REZENDE et al. 2015), vinho (LIU et al. 2016), porém não há muitos estudos empregando esta metodologia para caracterização de produtos cárneos. Foram encontrados artigos com caracterização de linguças (GROSSI et al. 2011), patê (DEHLHOLM et al. 2012), white *pudding* embutido cárneo de origem Irlandesa (FELLENDORF; O’SULLIVAN; KERRY, 2015), e embutido do tipo *kitoza* (PINTADO et al. 2016).

Na figura 5 é possível observar o avanço na produção científica empregando o *Flash profile*. Conforme já descrito anteriormente, desde a primeira aplicação da técnica, em 2002, tem sido observado inúmeros estudos aplicando este método. Com isto, a maior ascensão dos estudos foi observada no ano de 2015, com 10 trabalhos na área, sendo que no período de 2015-2017, houve uma pequena queda no uso deste método, provavelmente devido às dificuldades relacionadas à análise dos dados e à interpretação dos mapas sensoriais obtidos.

Figura 5. Número de artigos publicados na área de ciência sensorial utilizando o método *Flash profile*. Palavras chave: “sensory”; “Flash Profile” (Scopus, fevereiro 2018).

3.4.1.2 Check-All-That-ApPLY (CATA)

O questionário *Check-all-that-apply* (CATA) consiste em questões de múltipla escolha aplicadas a produtos alimentícios, que são empregadas para obter respostas descritivas sobre amostras de forma rápida e precisa (RASINSKI; MINGAY; BRADBURN, 1994). Nesta metodologia, os consumidores são solicitados a marcar os atributos que consideram adequados para caracterizar a amostra, baseados numa lista de termos pré-definida. É uma metodologia de fácil aplicação, empregada para obter o perfil sensorial dos produtos baseado na resposta do consumidor (ARES, 2015; ARES et al. 2015; ARES; JAEGER, 2013). A seleção dos termos do CATA pode ser realizada através uma equipe treinada, grupo focal ou questões abertas. Para a avaliação dos dados, é importante observar se os participantes detectaram diferenças entre as amostras, sendo que uma das limitações da metodologia é a baixa discriminação das amostras para um atributo sensorial, devido principalmente ao fato dos dados serem obtidos através de frequências e não de intensidades. Por isso, para a aplicação é exigido um número grande de participantes, variando de 50 a 100. Além disto, é importante destacar que nesta metodologia os atributos não se limitam à aspectos sensoriais, mas também podem estar relacionados aos aspectos hedônicos e emocionais (ARES; VARELA, 2018).

Assim, o questionário CATA tem sido aplicado em diversos estudos nos últimos anos e para os mais diferentes tipos de produtos, como sobremesas de chocolate (ARES et al. 2010), morangos (LADO et al. 2010), refresco de laranja em pó (ARES et al. 2010), sobremesa láctea (VIDAL et al. 2013), molhos tipo *barbecue* (CHOI et al. 2015), 2014), vinho (VIDAL et al. 2015), leite de soja (HWANG; HONG, 2015), suco de frutas (CARDINAL et al. 2015), 2015) queijo (MARCANO; VARELA; FISZMAN, 2015), leite probiótico e leite achocolatado (FARAH; ARAUJO; MELO, 2017), purê de maçã (LAUREATI et al. 2017), biscoitos (SCHOUTETEN et al. 2017). Em produtos cárneos, a metodologia foi empregada para avaliação e caracterização de mortadela (JORGE et al. 2015; DOS SANTOS ALVES et al. 2017; SALDAÑA et al. 2017), salame (DOS SANTOS et al. 2015), presunto (HENRIQUE; DELIZA; ROSENTHAL, 2015), *nugget* de peixe (BELUSSO et al. 2016) e presunto de peru (GRASSO et al. 2017),

demonstrando sucesso na obtenção do perfil sensorial de amostras complexas, como os produtos cárneos, que frequentemente apresentam texturas contrastantes e conteúdo de sal e gordura considerável.

Em estudo desenvolvido por Ares e Jaeger (2013) foi avaliado o índice de reprodutibilidade do questionário CATA com consumidores em uma abordagem realizada através de quatro diferentes estudos. Foi observado que a caracterização dos produtos obtida pelos consumidores é confiável, e que eles tendem a não selecionar um grande número de atributos durante a análise, por isso é recomendado uma lista de termos simples e compreensível. Não se aconselha a aplicação daqueles que não possam caracterizar o produto, e nem ter sua quantidade limitada pelo número selecionado pelos consumidores.

Em outro estudo de investigação, realizado por Ares e Jaeger (2013), foi avaliada a ordem de apresentação dos atributos no CATA e a aplicação de questões entre as avaliações, que possam estar relacionadas às emoções sentidas pelo consumidor, intenção de compra e avaliação geral. Observou-se que a ordem dos atributos na ficha sensorial afetou de forma significativa a marcação na análise, ou seja, os termos que foram apresentados nas primeiras linhas e colunas da ficha são marcados com maior frequência (10-20%), o que psicologicamente faz parte do processo de seleção, pois os participantes tendem a marcar as primeiras alternativas, principalmente quando é apresentada uma lista longa de atributos. Observou-se que a aleatorização dos atributos reduz a frequência de uso de alguns termos em comparação com aqueles agrupados por categoria (ex. atributos de sabor, gosto, textura juntos), e, por fim a adição de abordagens hedônicas no questionário não influenciou os resultados em relação à ordem dos atributos.

Com relação ao número de publicações, no gráfico abaixo é apresentado o número de artigos publicados na área de ciência sensorial utilizando a metodologia CATA. Desde a primeira aplicação, o método tem sido muito frequentemente explorado e estudado. Porém, somente a partir de 2010 começou-se a perceber uma participação expressiva nas publicações, com evolução constante e crescente. Vale destacar os dados de 2015, em que foram verificadas 28 publicações na área. Apesar destes números terem diminuído no ano seguinte (2016), em 2017 foi registrado o maior número de publicações envolvendo o assunto, totalizando 38. Destaca-se que dentre as novas metodologias, o CATA é um dos métodos que, até o momento, apresenta o maior número de artigos envolvendo aspectos metodológicos, enfatizando questões relacionadas à geração de atributos, informações de lista e seleção de provadores e treinamento.

Figura 6. Número de artigos publicados na área de ciência sensorial utilizando o método CATA. Palavras chave: “sensory”, “Check-All-That-Apply” (Scopus, fevereiro 2018).

De uma forma geral, a figura 7 permite observar um esquema-resumo baseado nas fichas de aplicação dos métodos baseados em expressões verbais, *Flash Profile* e CATA. Através da representação é possível compreender e observar as diferenças metodológicas entre os dois tipos de análise e a forma como são observadas pelos consumidores no momento da avaliação.

Figura 7. Esquema representativo das fichas de avaliação sensorial da metodologia Flash Profile e CATA.

3.4.2 Métodos baseados em similaridade e diferença das amostras

3.4.2.1 *Sorting*

O *sorting* foi introduzido nas ciências sensoriais no final dos anos 80, sendo seu principal objetivo avaliar a percepção global e semelhanças entre amostras, através de categorização, separando-as em grupos (LAWLESS; SHENG; KNOOPS, 1995). Cada participante avalia, de acordo com seu critério pessoal, sendo que amostras semelhantes devem ser colocadas no mesmo grupo, e amostras diferentes em grupos diferentes. Pode-se solicitar também que eles façam uma breve descrição das características do grupo, enriquecendo as respostas. Desta forma, o *sorting* se torna uma alternativa às técnicas descritivas usuais, onde os grupos de amostras apresentam as diferenças, e os resultados são apresentados em um mapa, reproduzindo assim a percepção do consumidor (DELARUE; LAWLOR; ROGEAUX, 2015; ARES; VARELA, 2018).

A natureza holística do *sorting*, permite avaliar a amostra como um todo, conferindo a este método algumas vantagens em relação à outros mais analíticos. O *sorting* se destaca por não apresentar uma lista exhaustiva de atributos ou a triagem de vários termos específicos, mas aborda de forma sutil e cognitiva as percepções do consumidor em relação ao conjunto de amostras. O ato de categorizar, se difere e destaca por ser um método separado da verbalização, onde muitas vezes o consumidor é estimulado a relatar atributos, resultando em um vocabulário espontâneo, com grande número de termos, como propriedades descritivas, hedônicas e estímulos, dificultando a seleção e análise de dados (DELARUE; LAWLOR; ROGEAUX, 2015).

Em relação ao número de amostras, assim como as demais metodologias, deve-se levar em consideração que no *sorting* elas serão apresentadas de forma simultânea em uma única sessão. Com isto, é importante lembrar da complexidade e possibilidade de fadiga nos participantes, sendo recomendado mais que 30 consumidores em cada

avaliação (ARES; VARELA, 2018). A análise de dados no *sorting* é realizada através de diferentes métodos estatísticos, dentre eles o escalonamento multidimensional, a análise fatorial múltipla, dentre outras, visando gerar um mapa perceptual do consenso entre os participantes, representando as semelhanças e diferenças verificadas entre as amostras (LAWLESS; SHENG; KNOOPS, 1995; ARES; VARELA, 2018).

O *sorting* e suas variações tem sido aplicados para uma grande variedade de produtos, com diferentes complexidades sensoriais, como queijos (LAWLESS; SHENG; KNOOPS, 1995), cerveja (CHOLLET; VALENTIN, 2001), cereais matinais (CARTIER et al. 2006), azeite de oliva (SANTOSA; ABDI; GUINARD, 2010), bebidas quentes (MOUSSAOUI; VARELA, 2010), tomate e pepinos (DEEGAN et al. 2010), patê de fígado (DEHLHOLM et al. 2012), sobremesas lácteas (VIDAL et al. 2013), produtos lácteos (SAINT-EVE; PAÇI KORA; MARTIN, 2004; BOUTEILLE et al. 2013), soluções adstringentes (FLEMING; ZIEGLER; HAYES, 2015), whiskies (LAHNE; COLLINS; HEYMANN, 2016), trufas negras (CULLERÉ et al. 2017), pães (PÉTEL et al. 2017) vinhos (GREEN et al. 2011) (SÁENZ-NAVAJAS et al. 2012; NIIMI; BOSS; BASTIAN, 2018). Apesar dos estudos terem sido realizados com os mais variados tipos de produtos, até o momento não foram observados estudos aplicando o *sorting* para avaliação sensorial de carnes e produtos cárneos.

3.4.2.2 Mapeamento projetivo ou *Napping*®

O *Napping*® ou Mapeamento projetivo é uma metodologia descritiva utilizada para avaliar semelhanças e diferenças entre as amostras, onde os consumidores tendem a memorizar características dos produtos avaliados (PAGÈS, 2005; RISVIK et al. 1994). O teste normalmente ocorre em uma única sessão, e as amostras são apresentadas aos participantes de forma simultânea e aleatória. O número máximo de amostras pode variar de acordo com o tipo de produto a ser avaliado, sendo que se recomenda um mínimo de oito amostras, sem restrição para número máximo (VARELA; ARES, 2012).

A cada um dos participantes é entregue uma folha de papel (60cm x 40cm – este tamanho pode variar), e os participantes são convidados a posicionar as amostras neste espaço bidimensional de acordo com semelhanças e diferenças. Eles devem ser informados que amostras próximas entre si são semelhantes e distantes uma da outra são diferentes. A partir disto o consumidor fica livre para agrupar e localizar as amostras conforme o seu próprio critério, sendo solicitado, também, que os consumidores façam uma breve descrição de cada amostra (PAGÈS, 2005). As descrições de cada amostra, bem como suas similaridades e diferenças, ficam a critério de cada participante, caracterizando este método como flexível e espontâneo (ARES; VARELA, 2018).

Para cada participante é obtido um pequeno mapa para com coordenadas X e Y de cada amostra, que serão compiladas e registradas em uma tabela. A tabulação dos dados é realizada de modo que as medidas das coordenadas sejam coletadas do canto superior esquerdo da folha de papel para o meio. Já os dados utilizados para descrever as amostras são analisados de forma qualitativa. Palavras com significados semelhantes são agrupadas em categorias, e o número de consumidores que mencionam cada categoria para descrever as amostras é contado e podem ser organizados em forma de tabela. A análise dos dados é realizada utilizando Análise Fatorial múltipla (AFM) ou Análise de procrustes generalizada (GPA), para a obtenção de uma representação consensual e projetiva das amostras (PAGÈS, 2005; ARES; VARELA, 2018).

Como indicado por Valentin et al. (2012), uma das dificuldades do *Napping*® é restringir os participantes a usar apenas duas dimensões para discriminar diferenças entre os produtos. A análise pode ser realizada tanto com consumidores, quanto com painéis treinados, mas, no caso de muitas amostras, podem ser observadas dificuldades de memorização, fadiga e saturação ao longo das degustações, sendo sugerido cerca de 20 consumidores para resultados

estáveis, mesmo que tenham sido relatados estudos com número maior de participantes (60 a 100) (CHOLLET et al. 2011; SIMIQUELI et al. 2015). Já Vidal et al. (2014, 2016) sugerem que o número mínimo de consumidores depende da quantidade de amostras e das diferenças entre elas. Outra limitação deste método está na apresentação das amostras, que deve ser realizada simultaneamente, dificultando a aplicação do teste para produtos quentes, por exemplo, sendo que uma solução viável pode ser a aplicação de um bloco incompleto para as análises estatísticas, o que demanda número maior de participantes (VALENTIN et al. 2012).

A partir do *Napping*® podem ser obtidas quatro metodologias variantes: o *Global Napping*, que parte da proposta inicial do *Napping*® e é realizada em uma única sessão de avaliação das amostras. Há o *Partial Napping*, onde são realizadas três avaliações distintas das amostras, uma para aparência, outra para sabor e a última para textura, gerando assim três mapas distintos. Há o *Sorted Napping* (PAGÈS; CADORET; LÊ, 2010) onde, após as amostras serem alocadas no papel, os consumidores são instruídos a circulá-las, realizando, assim, agrupamentos. Por fim há também o *Ultra Flash Profile*, em que solicita-se que os avaliadores que escrevam alguns descritores ao lado de cada amostra, de forma a caracterizar os produtos (DAIROU; SIEFFERMANN, 2002; VALENTIN et al. 2012).

O *Napping*® já foi estudado para avaliação dos mais diferentes tipos de amostras, como maçãs (NESTRUD; LAWLESS, 2010; PICKUP; BREMER; PENG, 2018), sobremesas lácteas (ARES et al. 2015), torta de queijo (MARCANO; ARES; FISZMAN, 2015), vinho (ARES et al. 2015; FARINHA et al. 2015; LEZAETA et al. 2017), queijo (PEREIRA et al. 2016), batata doce (VICENTE et al. 2017), chás (MOELICH et al. 2017), leites achocolatados (VARELA et al. 2017), surimi (TARREGA; RIZO; FISZMAN, 2017), refrescos em pó (ANTÚNEZ et al. 2017b). Diversos estudos tem observado que o *Napping* é um método aplicado com consumidores, confiável e rápido para construção do perfil sensorial do produto, e é capaz de fornecer informações descritivas semelhantes à AD realizada com provadores treinados (DEHLHOLM et al. 2012; MOUSSAOUI; VARELA, 2010; RISVIK et al. 1994).

Para produtos cárneos Grossi et al. (2011) aplicou *Napping*® associado ao *Ultra Flash Profile* para caracterização de amostras de linguiça suína com adição de fibra de cenoura e aplicação de alta pressão. Já Albert et al. (2011) utilizaram ADQ®, *Napping*® e *Ultra Flash Profile* para avaliar amostras de *nuggets* de peixe submetidos à diferentes condições de fritura. Foi observado que para as três metodologias, os consumidores apresentaram capacidade de descrição e caracterização, agrupando as amostras através de diferentes critérios, e, assim, para escolher a metodologia a ser empregada, deve-se levar em consideração o objetivo inicial da pesquisa/estudo. Os resultados apresentados por Albert et al. (2011) concluem que o Perfil *Flash* é indicado para obtenção de detalhes específicos das amostras, enquanto que a ADQ® e o *Napping*® fornecem informações mais resumidas sobre as características. No entanto, as três metodologias apresentaram informações consistentes, e a aplicação destes métodos rápidos pode ser considerada uma alternativa à AD, para avaliação de alimentos com texturas contrastantes, como os produtos cárneos.

Na figura 8 são destacadas as taxas de citação de *Napping* e Mapeamento projetivo, usando as palavras chave “sensory”, “*Napping*”, “*projective mapping*” na base de dados *Scopus*. Os dados demonstram que desde a primeira publicação abordando este tópico (RISVIK et al. 1994) não houve grandes avanços até o ano de 2009. A partir de 2010 houve um aumento expressivo no número de pesquisas na área, sendo que o ápice dos estudos foi no ano de 2015, com 79 artigos. Na figura 8, é possível observar que em 2016 houve uma pequena queda resultando em 48 artigos em comparação com os anos anteriores, e com um leve aumento no ano de 2017 finalizando com 65 artigos. Segundo Vidal et al. (2014), nos últimos 20 anos os artigos publicados utilizavam a nomenclatura Mapeamento projetivo, e em relação às publicações na área, cerca de 80% foram publicadas somente nos últimos cinco anos (2009-2014), o que confirma a crescente demanda e interesse de aplicação e estudo desta metodologia.

Figura 8. Número de artigos publicados na área de ciência sensorial utilizando o método Mapeamento projetivo e *Napping®* (Scopus, fevereiro 2018).

3.4.3 Métodos baseados em comparação com uma referência

3.4.3.1 *Pivot® Profile* e *Polarized sensory positioning*

Os métodos baseados em uma referência exigem do processo cognitivo do participante da mesma forma que os métodos que não se baseiam em uma amostra específica, onde a análise principal é focada em avaliar semelhanças e diferenças entre as amostras e uma referência. Neste tipo de abordagem os participantes devem avaliar a amostra como um todo e, somente após esta avaliação, são convidados a avaliar uma característica em específico (VARELA & ARES, 2014).

O *Pivot® Profile* (PP) é um destes métodos baseados em referência, assim como o Posicionamento Sensorial Polarizado (PSP). O PP foi desenvolvido em 2007, por Thuillier, aplicando o método a amostras de vinho. Diferente do PSP, onde os avaliadores associam às amostras todos os atributos que estejam sentindo, sem restrição, resultando em uma descrição ampla e detalhada, mas que pode apresentar dificuldades a interpretação dos dados, o PP consiste em ter uma amostra como referência, onde os avaliadores associam a lista de atributos que estejam sentindo, mas com base nas semelhanças e diferenças em relação à referência (*pivot®*), simplificando a análise de dados e reduzindo a variabilidade entre as descrições (VALENTIN et al. 2012). De forma prática, para a análise, os participantes recebem primeiro o *pivot®* e em seguida as amostras a serem avaliadas, de forma balanceada ou aleatorizada. Então, é solicitado ao avaliador observar, cheirar e provar cada produto com o *pivot®* e anotar os atributos percebidos na amostra, com referência ao *pivot®*, por exemplo, mais doce, mais ácido, etc. Sugere-se o uso de apenas termos descritivos, e não se recomenda formas negativas de descrição (VALENTIN et al. 2012). Mesmo sendo uma metodologia desenvolvida recentemente e que não apresenta muitas aplicações, até o momento o PP tem sido estudado para amostras de champagne (THUILLIER et al. 2015), sorvete de chocolate (FONSECA et al. 2016), iogurte tipo grego (ESMERINO et al. 2017), mel (DENEULIN et al. 2018). Não foram reportados estudos aplicando o *Pivot® Profile* em amostras de produtos cárneos.

Já o *Polarized Sensory Positioning* (PSP) é um método que se baseia em uma comparação entre amostras, para um conjunto de referências ou polos, avaliando-as como um todo. Este método foi desenvolvido por Teillet et al. em 2010 para verificar as características sensoriais da água, com o auxílio de 15 provadores treinados. A aplicação do método pode ser realizada com provadores treinados, semi-treinados ou consumidores, e os mesmos são instruídos a avaliar o grau de similaridade entre as amostras, através dos polos que são selecionados de modo a representar perfis típicos do produto. As diferenças entre as amostras e a referência são mensuradas utilizando escalas não estruturadas que podem variar de “exatamente o mesmo gosto” a “gosto totalmente diferente”. Como complemento pode ser realizada uma descrição das amostras, a fim de obter maiores informações sobre as características sensoriais que evidenciam as semelhanças e diferenças. Uma das vantagens é que podem ser utilizados dados dos mesmos consumidores, porém em diferentes sessões de avaliação, que devem sempre priorizar as formas comparativas e apresentação de amostras sequencial e monádica. A análise de dados pode ser realizada utilizando Análise de componentes principais ou Escalonamento multidimensional (ARES; VARELA, 2018).

3.4.4 Métodos temporais

Sabe-se que a percepção de aroma, sabor e textura é um processo dinâmico e a intensidade dos atributos percebidos é transformada de acordo com a modificação do alimento na boca (LAWLESS; HEYMANN, 2010b). Fiszman e Tarrega (2017) destacam que a cada instante da mastigação o processamento oral vai dando forma ao bolo que está sendo produzido, e diferentes características são percebidas, sendo que esses aspectos dinâmicos devem ser considerados desde o momento em que o alimento está em seu estado sólido inicial, até à massa engolida (*bolus*).

Como forma de suprir essa necessidade e compreender a dinâmica da percepção sensorial, e como as características são percebidas ao longo da mastigação, surgiram os métodos sensoriais temporais, dentre eles o Tempo-Intensidade (T-I), o *Temporal “Check-All-That-Apply”* (TCATA) e a Dominância Temporal de Sensações (TDS).

3.4.4.1 Tempo-Intensidade (T-I)

O Tempo-intensidade é o método sensorial temporal mais antigo já reportado, o qual permite coletar informações sobre as sensações percebidas ao longo do tempo, através de curvas de parâmetros, que incluem medidas de tempo e intensidade de atributos. A aplicação do T-I permite obter informações detalhadas para cada amostra, como a intensidade máxima do atributo percebida, o tempo percorrido até essa intensidade ser atingida, a diminuição da intensidade, a duração total da sensação, dentre outras informações (LAWLESS; HEYMANN, 2010b). Desde o seu desenvolvimento, em 1986, por Lee e Pangborn, essa técnica tem sido aprimorada e estudada por profissionais da área de alimentos e de psicologia, através de extensas pesquisas, buscando compreender a evolução da percepção sensorial humana. Uma das limitações do T-I é que só é possível quantificar a intensidade de um único estímulo ao longo do tempo, ao contrário do TDS, que permite verificar as diferentes sensações percebidas ao longo do tempo (VARELA; ARES, 2014).

Historicamente, a evolução da tecnologia nos anos 80 facilitou a aplicação do T-I, auxiliando na coleta e análise dos dados, bem como na construção das curvas, o que permitiu a disseminação da técnica e sua aplicação, tanto em estudo científicos, quanto na indústria. Em relação às questões metodológicas, uma das limitações do T-I desde o seu desenvolvimento, têm sido a formação da equipe, já que as etapas são semelhantes às recomendadas para AD:

recrutamento, seleção e treinamento, que requerem disposição dos participantes e sessões exaustivas e longas, bem como alto investimento, além da necessidade de familiaridade do painel com a dinâmica do teste e o sistema utilizado para a aquisição dos dados (VARELA; ARES, 2014).

Na figura 9 é demonstrada a produção científica anual de estudo na área de ciência sensorial envolvendo a metodologia T-I e TDS, através da base de dados “Scopus”, utilizando as palavras chave “sensory analysis”, “time-intensity” e “temporal dominance of sensations”. Através do gráfico, é possível observar que o T-I teve uma evolução constante no meio científico através de seu emprego nos mais diversos trabalhos e pesquisas, mantendo sua aplicação até os dias atuais. Já o TDS se destaca como método temporal dinâmico, e mesmo tendo sido desenvolvido recentemente, ultrapassa o número de pesquisas quando comparado ao T-I. Só em 2017 foram publicados vinte trabalhos com TDS e sete com T-I. Devido à origem dinâmica e à rápida e fácil aplicação do método TDS em estudos consumidores, o mesmo tem se destacado no meio científico, seguido de constante evolução e aprimoramento, permitindo obter informações adicionais sobre a sequência de sensações e multidimensionalidade da interação entre os atributos (PINEAU et al. 2009; SCHLICH, 2017).

Figura 9. Número de artigos publicados na área de ciência sensorial utilizando as metodologias Tempo-Intensidade e Dominância Temporal de Sensações (Scopus, abril 2018)

3.4.4.2 Temporal Check-All-That-Apply

O TCATA foi desenvolvido recentemente por Castura et al. (2016) e introduzida como um método temporal variante do CATA, que tem como intuito descrever propriedades sensoriais de um produto de forma multidimensional, de acordo com a evolução de sua avaliação no tempo. Basicamente, consiste na mesma dinâmica do CATA com a seleção dos atributos, porém em um aspecto contínuo e temporal. Em uma comparação com o TDS, o TCATA permite a avaliação de mais de um atributo em cada momento, o que resulta em uma forma mais detalhada de caracterização (NGUYEN; NÆS; VARELA, 2018).

Na análise é possível aos consumidores marcar e desmarcar atributos, ou até mesmo não marcar nenhum, conforme acharem necessário. A lista de atributos completa fica disponível aos participantes durante a avaliação,

evitando ordem fixa, que pode causar confusão em relação à ordem e posição. Também recomenda-se um número máximo de 10 atributos, conforme indicado por Pineau et al. (2012) para o TDS. Os dados coletados são avaliados através de análise multivariada, que resulta nas curvas que representam a proporção de citação do atributo pelo tempo de avaliação. Como complemento, podem ser construídas curvas de diferença entre as amostras e gráficos, demonstrando a trajetória obtida através de Análise de correspondência e a modificação das amostras ao longo do tempo, o que, de forma geral, enriquece e amplia o espectro da compreensão multivariada das propriedades sensoriais dinâmicas das amostras (CASTURA et al. 2016).

O desenvolvimento recente da metodologia, que ocorreu em 2016, permitiu sua aplicação limitada, porém em diferentes tipos de amostras, tais como iogurte (CASTURA et al. 2016; NGUYEN; NÆS; VARELA, 2018), abacaxi em calda, bolachas (JAEGER et al. 2018), pão, salame, queijo, sobremesas lácteas, chocolate e mexilhões marinados (ARES et al. 2016, 2017; VIDAL et al. 2017), vinho (MCMAHON et al. 2017), leite fermentado (ESMERINO et al. 2017) e cerveja (RAMSEY et al. 2018).

3.4.4.3 Dominância Temporal de Sensações

Diante de uma necessidade do meio científico e de forma a dar novas alternativas à metodologia, a Dominância Temporal de Sensações foi desenvolvida em 1999, no Centro de Ciências do Gosto e de Alimentação (*Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation*) na cidade de Dijon, França. Caracteriza-se como uma metodologia que permite avaliar uma amostra de forma dinâmica, ao longo do tempo, até que as sensações percebidas terminem (PINEAU et al. 2009b), sendo que as sensações que mais chamam atenção dos participantes ao longo da degustação são denominadas sensação dominante, ou dominâncias (PINEAU & SCHLICH, 2015).

Desde o seu desenvolvimento, inúmeros estudos tem sido realizado comparando amostras complexas que apresentam sensações longas, onde os resultados demonstraram que o TDS pode fornecer mais informações que o perfil convencional (LABBE et al. 2009). O método também foi aplicado para a avaliação de amostras com pequenas diferenças sensoriais (MEILLON et al. 2010). Segundo Albert et al. (2012) essa técnica se destaca pois, permite identificar o impacto que os aspectos da percepção têm sobre o consumidor, e como estes resultados estão relacionados à aceitação do produto. É importante destacar que o TDS não pode substituir a AD, pois no método não é possível aplicar mais que doze atributos (SCHLICH, 2017a).

Durante a análise é necessário apresentar as amostras aos participantes juntamente com uma lista de atributos, previamente estabelecida, onde eles serão instruídos a marcar, ao longo do tempo, as dominâncias que estão sentindo, e estes atributos vão sendo percebidos e modificados ao longo do tempo. Metodologicamente, recomenda-se o uso de no máximo 10 atributos diferentes apresentados simultaneamente pois um número maior poderia dificultar a compreensão para os consumidores (PINEAU et al. 2009). Em relação aos atributos, é importante que haja clareza na compreensão do termo dominante para os consumidores, o qual, segundo Pineau e Schlich (2015), é aquele que mais atrai a atenção do consumidor no momento, não sendo, necessariamente, o mais intenso, e que pode estar relacionado às características de aroma, sabor e textura.

A avaliação tem início quando os provadores colocam a amostra na boca, o cronômetro começa a contar o tempo, e eles passam a identificar as sensações percebidas como dominantes. O final da análise se dá quando não é percebida mais nenhuma dominância ou quando o tempo é finalizado, sendo que um atributo escolhido é considerado dominante até que outro seja escolhido. Ao longo do teste, os participantes ficam livres para selecionar um atributo quantas vezes quiserem, porém um por vez (MEILLON; URBANO; SCHLICH, 2009), conforme pode ser observado

na figura abaixo (Figura 10). Não há um tempo pré-delimitado para a análise, a duração será de acordo com o protocolo do teste, e a aquisição dos dados pode ser realizada através de diferentes softwares, como Fizz – que também permite a avaliação da intensidade do atributo, *EyeQuestion*, *Compusense*, *TimeSens* e *Sensomaker* (NUNES; PINHEIRO, 2012; (PINEAU; SCHILCH, 2015).

Figura 10. Esquema de representação da análise de TDS.

Os resultados são obtidos e apresentados através de representações gráficas, que permitem observar a dinâmica da percepção para cada amostra, onde cada produto apresenta uma curva, em que o tempo se refere ao período da análise e os picos às dominâncias (BRUZZONE; ARES; GIMÉNEZ, 2013; MEILLON et al. 2010). Estas curvas são acompanhadas de duas linhas, onde a primeira, denominada nível de chance, representa a chance de um atributo ter sido escolhido ao acaso, e a segunda é o nível de significância e representa o valor mínimo para que um atributo possa ser considerado dominante de forma significativa (PINEAU et al. 2009). As mais importantes são as taxas de dominância significativas, que estão acima da linha de significância, sendo que há algumas que têm longa duração. As dominâncias podem ser verificadas como um reflexo do consenso entre os participantes, e também como medida do desempenho do painel (PINEAU et al. 2009). Detalhes da coleta de dados podem ser observados na Figura 11.

Mesmo que as curvas do TDS não estejam normalizadas, o eixo Y irá representar a taxa de dominância, o percentual de seleção de um atributo como dominante em um ponto específico de tempo (NG et al. 2012), que é calculada dividindo o número de citações de um atributo (todas as repetições) pelo número de execuções (provedores x repetições). Segundo Albert et al. (2012), um atributo pode ser selecionado como dominante por vez, por qualquer provedor, e a soma das taxas de dominância de todos os atributos em cada período de tempo para esse participante é 1, sendo que quanto maior a taxa de dominância de um atributo, maior é a concordância entre o painel. É importante lembrar que o TDS não se refere à dados de intensidade, mas sim de dominância. Dinella et al. (2012) e Meillon et al.

(2010) começaram a explorar os dados do TDS, relacionando as taxas de dominância com a aceitação, de forma a aprimorar ainda mais os resultados obtidos.

Figura 11. Representação da coleta e análise de dados do TDS.

Desde o seu desenvolvimento, o método TDS têm sido empregado para avaliar os mais diversos tipos de produtos, como vinho (MEILLON; URBANO; SCHLICH, 2010; ETAIO et al. 2016), doces à base de gelatina (DÉLÉRIS et al. 2011), *nuggets* de peixe (ALBERT et al. 2012), iogurte (BOUTEILLE et al. 2013), salsichas (PAULSEN et al. 2014), chocolate (MENEZES et al. 2016; RODRIGUES et al. 2016a, 2016b), presunto curado (LORIDO et al. 2016), salsichas curadas (BRAGHIERI et al. 2016), produtos lácteos (ESMERINO et al. 2017), café (RIBEIRO et al. 2017). Uma das mais recentes tendências tem sido os estudos voltados para a trajetória percorrida pelas amostras durante a avaliação. Maiores informações neste aspecto podem ser obtidas através da revisão recentemente publicada por Suzana Fiszman e Amparo Tarrega (2017).

Em relação às diferentes amostras, aquelas com texturas contrastantes (como *nugget*) (ALBERT et al. 2012) representa as dificuldades relacionadas às mudanças que as diferentes camadas dos alimentos passam durante a mastigação. A trajetória oral durante a mastigação gera uma sequência de sensações que a técnica TDS é capaz de avaliar. Neste trabalho também pôde ser destacado o papel da TDS na caracterização de produtos cárneos, sendo que além desta pesquisa, Paulsen et al. (2014) avaliaram salsichas, Braghieri et al. (2016) avaliaram salsichas secas curadas, Ma et al. (2016) avaliaram carne de cordeiro e Lorido et al. (2016) avaliaram presunto (Tabela 1)

Tabela 1. Descrição de publicações científicas com amostras de produtos cárneos e aplicação de TDS

Autores	Título	Objetivo	Resultados	Conclusão
Paulsen et al. (2014)	Efeito da substituição de NaCl sobre as propriedades sensoriais de salsichas: Aspectos temporais.	O objetivo do estudo foi determinar os efeitos de diferentes substitutos de sódio na percepção sensorial de salsichas, utilizando TDS para explorar a percepção temporal e a Análise Descritiva Genérica (ADG) como um método de referência, objetivando-se também verificar se juntas as duas metodologias proporcionam uma visão mais abrangente sobre as características sensoriais.	No TDS foram observadas diferenças no número e nos tipos de atributos dominantes entre o controle e as amostras com reduzido teor de sódio durante o período de mastigação. Suavidade, sabor salgado e sabor de especiarias foram encontrados em todas as amostras. Já o sabor de carne, sabor defumado, suculência e consistência pastosa foram encontrados em apenas algumas das amostras. O controle foi o único que demonstrou a dominância do atributo suculência, indicando a possível perda de suculência das salsichas com substitutos de sódio.	A combinação de TDS e ADG forneceu uma percepção sensorial mais ampla referente aos produtos com reduzido teor de sódio. Através da TDS observaram-se diferenças na percepção dinâmica das salsichas, principalmente no retrogosto.

Ma et al. (2016)	Efeito dos pré-tratamentos refrigeração e congelamento antes do processamento de campo elétrico pulsado (CEP) no perfil volátil e atributos sensoriais de carnes de cordeiro cozido.	Avaliar os efeitos da refrigeração, congelamento, descongelamento e diferentes cortes antes do processamento de CEP sobre as características sensoriais de carnes de cordeiro cozido.	O sabor de carne e o sabor oxidado durante a degustação foram influenciados significativamente pelo tratamento com CEP e pelo armazenamento. Amostras tratadas com CEP foram associadas aos atributos dourado, suculento, sabor de fígado e sabor característico de carne de cordeiro.	As condições de uso do CEP e dos pré-tratamentos (frescos ou congelados e descongelados) devem ser considerados ao determinar o efeito da aplicação de CEP no sabor da carne nos diferentes cortes.
Lorido et al. (2016)	Relatando as propriedades sensoriais de presunto cru utilizando uma nova linguagem: Tempo-Intensidade (TI) e TDS.	Aplicar TDS em comparação ao método TI em presuntos crus com diferentes teores de sódio e tipos de produção.	Foram observadas diferenças significativas na percepção dos atributos de sabor e textura de acordo com os diferentes teores de sal. Em relação ao sistema de criação, as respostas apontaram principalmente para os atributos sabor salgado, sabor curado e suculência.	O estudo conclui que é possível reduzir o teor de sal sem reduzir a qualidade sensorial dos presuntos crus e a análise de TDS demonstrou resultados mais relevantes quanto às diferenças temporais dos produtos.
Braghieri et al. (2016)	Efeito da adição de conservantes no perfil dinâmico e sensorial de linguiças secas Lucanianas avaliadas por Análise descritiva quantitativa	Avaliar as características sensoriais das linguiças em diferentes tratamentos: com adição de nitrato, nitrito e ácido ascórbico (NS) ou não (NNS).	Os dois métodos de análise demonstraram diferenças significativas entre as amostras. Para a ADQ® foram observados atributos mais intensos para textura, sabor e	A adição dos conservantes não influenciou de forma significativa as propriedades sensoriais das linguiças. Sendo que os resultados obtidos foram semelhantes, em relação à maior

(ADQ®) e TDS.

oleosidade. Já o TDS percepção de sabor nas amostras demonstrou informações de linguiça sem conservantes. adicionais em relação à oleosidade, que foi percebida nas amostras com adição dos conservantes, complementando os dados obtidos.

Em relação às questões metodológicas do TDS, uma das dificuldades ainda é a falta de consenso em relação à definição de dominância, e que tem sido pouco explorado nos estudos (MEYNER; PINEAU, 2010; CADENA et al. 2014). Em sua recente revisão publicada sobre o assunto Schlich (2017) destacou que a definição de dominância é o que atrai mais a atenção dos indivíduos, porém as razões pelas quais um atributo foi escolhido pode ser diferente entre os participantes e de acordo com o tipo de amostra, advindo da percepção de um novo atributo, extinção da percepção do atributo anterior, variação de intensidades entre um ou vários atributos, a busca por experimentar, degustar. Assim, ainda há muito a ser pesquisado nesse sentido, sendo necessário o auxílio das ciências multidisciplinares, como psicologia e fisiologia, e onde espera-se abordagens em estudos futuros.

Estudo publicado por Varela et al. (2018), avaliou o conceito de dominância através de provadores treinados e consumidores e verificou que este é um conjunto complexo de relações que estão relacionadas à diversos aspectos da percepção, o que concorda com o descrito por Schlich (2017), que também observou que conceitos pré-formados para os participantes podem não ser muito claros para o painel, muitas vezes influenciando no resultado final. Além disto, Varela et al. (2018) observaram que ainda há algumas controvérsias quanto à seleção dos atributos pelos consumidores, e sugeriu o emprego do termo não-dominante, e questões quanto à hesitação ou pausa advindo dos consumidores durante a escolha dos atributos.

Nguyen, Næs e Varela (2018) ainda destacam que a pausa ou a hesitação no TDS, poderiam ser aprimorados com a aplicação de avaliação de sabor e textura em diferentes períodos, quando estes são aplicados em avaliações separadas, pois assim haveriam menos termos disponíveis, evitando possíveis confusões para os consumidores. De acordo com Varela et al. (2018) estes aspectos competem pela dominância ao longo da avaliação (sabor x textura) pois, ao pensar em um produto onde a textura é dominante em relação ao sabor, como o bacon, esse atributo de textura seria dominante em relação ao sabor por muito mais tempo, sendo que sabor e textura são percebidos por diferentes canais, quimестesia (sensações quimicamente induzidas nas cavidades oral e nasal) e somestesia (sensações táteis e térmicas) (LAWLESS; HEYMANN, 2010b). A decisão entre estes atributos fica então a critério do participante. Com isso, Nguyen, Næs e Varela (2018) recomendam que a análise seja realizada por cada tipo de atributo em uma tela diferente, denominada TDS por modalidade ou M-TDS, já avaliado por Agudelo, Varela e Fiszman (2015) com amostras de recheio de frutas, Bemfeito et al. (2016) em queijo minas, e recentemente em iogurtes por Nguyen, Næs e Varela (2018), comparando com TDS e TCATA.

3.4.5 Limitações e dificuldades relacionadas aos produtos cárneos

A qualidade da carne começou a ser pesquisada no início do século 20, quando ela era medida através da diferença de marmoreio e idade da carcaça através do sistema do USDA nos Estados Unidos, que foi um dos pioneiros dos estudos na área (ZHU et al. 2018). Posteriormente houve um maior interesse em compreender a maciez, suculência e textura, e, com isto, a análise sensorial de carne e produtos cárneos tem sido uma ferramenta muito interessante para a indústria de alimentos, pois busca compreender e aprimorar características de qualidade através de uma visão dos consumidores, que pode auxiliar de forma direta na indústria como um meio para desenvolvimento de novos produtos, lançamento de uma marca no mercado, compreensão da satisfação e aceitação do consumidor, *marketing*, rotulagem, embalagem, sendo todos estes fatores influenciadores da compra e venda, e, conseqüentemente, do lucro da empresa. Porém, sabe-se que essas características são variáveis e podem ser modificadas de acordo com a variabilidade entre animais, raça, clima, idade, pH. Em relação aos produtos cárneos deve-se levar em consideração o tipo de produto, conteúdo de gordura, sal, forma de consumo e até mesmo aspectos afetivos do consumidor com o produto, não esquecendo dos aspectos básicos de textura, sabor, aroma e segurança alimentar (WU; SUN, 2017).

Nos últimos anos têm se observado grande esforço por parte dos pesquisadores em relação à contextualização e comparação de características físico-químicas e sensoriais, com a aplicação dos métodos para os mais variados produtos. Por exemplo, o perfil volátil que pode ser utilizado para relacionar características químicas de aroma do produto aos atributos sensoriais percebidos pelos consumidores. Ou a cor de uma carne ou produto, medida através de um colorímetro, se avaliada sensorialmente, pode ser relacionada à aspectos afetivos. A quantificação da composição de gordura por meio químico auxilia na compreensão de atributos de textura. E até mesmo a medida de textura, através de um texturômetro ou da medida de força de cisalhamento (WYRWISZ et al. 2016) fornece dados para a avaliação da rigidez, maciez, crocância de um produto.

O controle durante a realização dos testes é imprescindível para a obtenção de dados confiáveis, pois deve se levar em consideração que estes fatores afetam a percepção sensorial dos indivíduos. Por esse motivo, fatores como padronização da temperatura, tamanho e formato da amostra, o ambiente (luz, temperatura, odores estranhos, cor das superfícies), tempo de treinamento dos provadores, codificação das amostras, aleatorização, espaço de tempo entre uma amostra e outra (evitar a fadiga sensorial), sem esquecer o instrumento de medição utilizado (pessoas), que tem uma opinião própria, crenças, costumes, experiências e sentimentos, são muito importantes e não podem ser desconsiderados (MILLER, 2017).

Em relação à padronização de cozimento das amostras, Miller (2017) ainda destaca que o tempo de cozimento e a temperatura de aquecimento das superfícies devem ser definidas previamente. Contudo, o monitoramento do cozimento através de termômetros para medir a temperatura interna auxilia no controle das modificações de textura das amostras. Quando se trata de carne congelada, o tempo de cozimento pode ser diferente, porém é necessário que seja padronizado um tempo e temperatura de cozimento para as amostras desde o início. O controle do tempo entre o cozimento e servir a amostra, também deve ser levado em consideração pois, um bife que é servido recém retirado da chapa, pode apresentar diferentes características quando comparado a um bife que permaneceu na chapa desligada por 2-3 minutos.

Os participantes da análise são os componentes mais importante do teste sensorial e devem estar em condições fisiológicas ideais para realização dos testes. O'Sullivan (2017) recomenda que os participantes se abstenham de qualquer alimento uma hora antes do teste, estejam em adequadas condições físicas e mentais, aptos a reconhecer defeitos e intensidade, não sejam muito críticos, não fumem, e sejam honestos. No momento da análise é importante que a amostra seja cheirada, degustada, avaliada de forma lenta com atenção ao sabor, respeitando o protocolo de avaliação. Porém todos esses aspectos são considerados não somente para avaliação de carne e produtos cárneos, mas para condução de qualquer teste sensorial e são imprescindíveis na etapa de recrutamento e seleção.

A Associação Americana de Ciência da Carne (AMSA) propõe em seu manual (BELK et al. 2015) diretrizes sugestivas a serem seguidas para a avaliação das características sensoriais da carne, bem como as etapas de cozimento, corte, dentre outros parâmetros, com o objetivo de evitar variabilidade e facilitar interpretações comparativas. Porém essa abordagem está limitada às etapas da Análise sensorial clássica, (testes discriminativos, AD, Método de perfil de sabor, Método de perfil de textura, *Spectrum*TM), recomendando os testes com consumidores apenas para determinar diferenças entre os produtos, e como testes quantitativos o uso de escala do Ideal. No entanto, até o momento não foi publicado comunicado ou avaliação em relação ao uso dos novos testes descritivos realizados com consumidores para caracterização de amostras de carne e produtos cárneos.

O método clássico de análise descritiva, ainda é um dos mais utilizados para avaliação de carne e produtos cárneos, porém, se torna muito limitado devido aos custos e tempo envolvido no treinamento das equipes e geração dos termos sensoriais. Com isto, os métodos descritivos de análise para estudos com consumidores, ou métodos

rápidos tem sido uma alternativa vista pelos pesquisadores para caracterizar este tipo de produto, e avaliar os gostos e preferências do consumidor, que mesmo sendo realizados de forma inovadora, não deixam de considerar as questões relacionadas às boas práticas de condução dos testes sensoriais. Contudo, espera-se que ao longo dos anos a aplicação das metodologias rápidas tenham mais espaço, tanto no meio acadêmico quanto na indústria, principalmente para a avaliação de produtos cárneos, de forma a complementar medidas físico-químicas, validar medidas, caracterizar amostras, resultando em aumento de informações e notoriedade aos métodos. De forma a complementar o assunto e dar uma prévia sobre o assunto a ser tratado no próximo capítulo, a seguir será relatada uma pequena revisão sobre a produção e controle de bacon defumado e particularidades do processo produtivo.

3.4.6 Bacon e defumação

O bacon é um dos produtos defumados mais consumido mundialmente devido às suas características sensoriais marcantes que são desenvolvidas principalmente pelos processos de cura e defumação ao qual é submetido e o tornam um produto tão apreciado pelos consumidores (SALDAÑA et al., 2018). O processo de defumação de bacon auxilia no aumento da vida útil deste produto, por suas características antioxidantes e bacteriostáticas desenvolvidas pelo contato da carne com a fumaça da madeira (BORTOLOMEAZZI et al., 2007) e desidratação do produto (FELLOWS, 2009). Contribuindo assim para o desenvolvimento de estudos relacionando o tipo de madeira e o uso de fumaça líquida nas características sensoriais dos produtos defumados (MALARUT; VANGNAI, 2018).

Ao longo da queima da madeira que vem sendo utilizada para preservar e dar sabor aos alimentos através são formados inúmeros compostos que apresentam propriedades de conservação. Além disto, os compostos carbonílicos e fenólicos que são gerados a partir da fumaça da madeira são os mais diretamente relacionados ao desenvolvimento das características sensoriais nestes alimentos (MONTAZERI et al., 2013) uma vez que os compostos carbonílicos promovem um aroma adocicado, suavizando o aroma de fumaça, associado aos fenóis (KOSTYRA; BARYŁKO-PIKIELNA, 2006). Em relação à cor dos produtos defumados os compostos carbonílicos interagem com aminoácidos da carne, alterando sua textura e cor devido às reações de Maillard, promovendo cor marrom-dourada (VARLET et al., 2007). Vários tipos de madeira podem ser empregados para a defumação dentre estes (carvalho, cedro, ipê, nogueira, eucalipto, maçã, jabuticaba, laranja, goiaba, dentre outras).

Algumas madeiras denominadas de lei, mais duras produzem fumaça diferente das madeiras moles pois, tendem a produzir maiores concentrações de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HPA's), gerados devido a combustão incompleta dos produtos da queima e possuem maior quantidade de resinas em sua composição, o que pode afetar negativamente o sabor dos produtos e aumentar os riscos na ingestão (STUMPE-VIKSNA et al., 2008; HITZEL et al., 2013) e que são produtos de reações com a lignina da madeira, por isto o cuidado com o tipo de madeira a serem utilizadas na defumação (HITZEL et al., 2013).

Uma alternativa na produção do bacon e dos produtos defumados são os condensados aquosos obtidos do extrato pirolenhoso da fumaça de madeira, denominados “fumaça líquida”, que podem ser destilados a fim da retirada de substâncias tóxicas como os HPA's. Destacam-se por sua fácil aplicação e higiene quando comparados ao manuseio da madeira ou serragem, limitando a mão de obra no processo, reduzindo o número de agravantes ambientais como a devastação das espécies e diminuindo o uso de produtos químicos para limpeza dos defumadores, contribuindo para requisitos de saúde e segurança no processo. Permitindo assim a redução do tempo de processo em relação à defumação natural, e diminuição dos custos para a empresa uma vez que os produtos podem ser preparados através de aspersão ou imersão da fumaça (EMMERSON, 2011; ROZUM, 2014).

Contudo, hoje no Brasil a legislação prevê que os produtos defumados com fumaça líquida não podem ser denominados “defumados”, mas devem conter no rótulo a informação “produto sabor fumaça” ou “sabor defumado”, de acordo com o memorando 095/2012/DICS/CGI/DIPOA, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), de 2012 (BRASIL, 2012). Com isto, sabe-se que a avaliação sensorial de bacon pode ser afetada pelo processo de defumação ao qual é submetido, diferindo em características de cor, textura e sabor. Por isso, é de extrema importância estudar as mudanças percebidas nas características sensoriais percebidas por consumidores em um aspecto temporal dinâmico de acordo com o agente utilizado para a defumação.

3.5 Conclusões

Os estudos com consumidores e os novos métodos de análise rápidos vem chamando a atenção no cenário da pesquisa atual e na indústria, as quais tem mostrado resultados semelhantes à análise descritiva convencional e para a caracterização e discriminação de amostras. Sabe-se que até o momento não há um método que substitua a clássica AD, porém as novas metodologias têm se destacado sendo que estes métodos com consumidores são vistos como uma alternativa para a indústria devido à sua rápida aplicação e aproximação da realidade do mercado. Considerando o tempo, os recursos disponíveis para implementação, objetivo do estudo, e questões práticas, como ambiente, número e tipo de amostras. Contudo para avaliação sensorial de carnes e produtos cárneos os números de estudos empregado testes com consumidores têm aumentado de forma lenta, mantendo o espaço para os métodos clássicos de análise.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, J. et al. **Advantages and uses of check-all-that-apply response compared to traditional scaling of attributes for salty snacks**. 7th Pangborn Sensory Science Symposium. **Anais...**2007
- AGUDELO, A.; VARELA, P.; FISZMAN, S. Methods for a deeper understanding of the sensory perception of fruit fillings. **Food Hydrocolloids**, v. 46, p. 160–171, 2015.
- ALBERT, A. et al. 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, n. 5, p. 463–473, 2011.
- ALBERT, A. et al. Comparison between temporal dominance of sensations (TDS) and key-attribute sensory profiling for evaluating solid food with contrasting textural layers : Fish sticks. **Food Quality and Preference**, v. 24, n. 1, p. 111–118, 2012.
- ANTÚNEZ, L. et al. Comparison of consumer-based methodologies for sensory characterization: Case study with four sample sets of powdered drinks. **Food Quality and Preference**, v. 56, p. 149–163, 2017.
- ARES, G. et al. Application of a check-all-that-apply question to the development of chocolate milk desserts. **Journal of Sensory Studies**, v. 25, n. SUPPL. 1, 2010.
- ARES, G. Methodological challenges in sensory characterization. **Current Opinion in Food Science**, v. 3, p. 1–5, 2015.
- ARES, G. et al. Comparison of sensory product profiles generated by trained assessors and consumers using CATA questions: Four case studies with complex and/or similar samples. **Food Quality and Preference**, v. 45, p. 75–86, 2015.
- ARES, G. et al. Comparison of two TCATA variants for dynamic sensory characterization of food products. **Food Quality and Preference**, v. 54, n. 2015, p. 160–172, 2016.
- ARES, G. et al. Identification of drivers of (dis)liking based on dynamic sensory profiles: Comparison of Temporal

- Dominance of Sensations and Temporal Check-all-that-apply. **Food Research International**, v. 92, p. 79–87, 2017.
- ARES, G.; JAEGER, S. R. Check-all-that-apply questions: Influence of attribute order on sensory product characterization. **Food Quality and Preference**, v. 28, n. 1, p. 141–153, 2013.
- ARES, G.; VARELA, P. **Methods in Consumer Research**. 478p. 2018.
- BELK, K. E. et al. **Research Guidelines for Cookery, Sensory Evaluation, and Instrumental Tenderness Measurements of Meat**. [s.l.: s.n.].
- BELUSSO, A. C. et al. Check all that apply (CATA) as an instrument for the development of fish products. **Food Science and Technology**, v. 36, n. 2, p. 275–281, 2016.
- BEMFEITO, R. M. et al. Temporal dominance of sensations sensory profile and drivers of liking of artisanal Minas cheese produced in the region of Serra da Canastra, Brazil. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 10, 2016.
- BENGTSSON K., HELM E. Principles of taste testing. **Wallerstein Laboratory Community**. v. 9, p.171-80. 1946.
- BORTOLOMEAZZI, R. et al. Comparative evaluation of the antioxidant capacity of smoke flavouring phenols by crocin bleaching inhibition, DPPH radical scavenging and oxidation potential. **Food Chemistry**, v. 100, n. 4, p. 1481–1489, 2007.
- BOUTEILLE, R. et al. Sensory exploration of the freshness sensation in plain yoghurts and yoghurt-like products. **Food Quality and Preference**, v. 30, n. 2, p. 282–292, 2013.
- BRAGHIERI, A. et al. Effect of preservative addition on sensory and dynamic profile of Lucanian dry-sausages as assessed by quantitative descriptive analysis and temporal dominance of sensations. **Meat Science**, v. 122, p. 68–75, 2016.
- BRASIL**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Memorando 095/2012/DICS/CGI/DIPOA, de 27 de julho de 2012. Esclarecimento quanto ao procedimento de defumação de produtos cárneos e revisão de rotulagem de produtos defumados. 2012.
- BRUZZONE, F.; ARES, G.; GIMÉNEZ, A. Temporal aspects of yoghurt texture perception. **International Dairy Journal**, v. 29, n. 2, p. 124–134, 2013.
- CARDINAL, P. et al. Convenience Sampling for Acceptability and CATA Measurements May Provide Inaccurate Results: A Case Study with Fruit-Flavored Powdered beverages Tested in Argentina, Spain and U.S.A. **Journal of Sensory Studies**, v. 30, n. 4, p. 295–304, 2015.
- CARTIER, R. et al. Sorting procedure as an alternative to quantitative descriptive analysis to obtain a product sensory map. **Food Quality and Preference**, v. 17, n. 7–8, p. 562–571, 2006.
- CASTURA, J. C. et al. Temporal Check-All-That-Apply (TCATA): A novel dynamic method for characterizing products. **Food Quality and Preference**, v. 47, p. 79–90, 2016.
- CHOI, J.-H. et al. Identifying the drivers of liking by investigating the reasons for (dis)liking using CATA in cross-cultural context: a case study on barbecue sauce. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 95, n. 8, p. 1613–1625, 2015.
- CHOLLET, S. et al. Sort and beer: Everything you wanted to know about the sorting task but did not dare to ask. **Food Quality and Preference**, v. 22, n. 6, p. 507–520, 2011.
- 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, n. 6, p. 601–618, 2001.
- CULLERÉ, L. et al. Does the host tree exert any influence on the aromatic composition of the black truffle (*Tuber melanosporum*)? **Flavour and Fragrance Journal**, v. 32, n. 2, p. 133–140, 2017.

- 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, n. 2, p. 826–834, 2002.
- DEEGAN, K. C. et al. Application of a sorting procedure to greenhouse-grown cucumbers and tomatoes. **LWT - Food Science and Technology**, v. 43, n. 3, p. 393–400, 2010.
- DEHLHOLM, C. et al. Rapid descriptive sensory methods – Comparison of free multiple sorting, partial napping, napping, flash profiling and conventional profiling. **Food Quality and Preference**, v. 26, n. 2, p. 267–277, 2012.
- DELARUE, J. J.; LAWLOR, B.; ROGEAUX, M. **Rapid Sensory Profiling Techniques and Related Methods, Applications in New Product Development and Consumer Research**. [s.l.] Elsevier, 2015.
- 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, n. 4, p. 383–392, 2004.
- DÉLÉRIS, I. et al. The dynamics of aroma release during consumption of candies of different structures, and relationship with temporal perception. **Food Chemistry**, v. 127, n. 4, p. 1615–1624, 2011.
- DEVEZEAUX DE LAVERGNE, M. et al. Eating behaviour explains differences between individuals in dynamic texture perception of sausages. **Food Quality and Preference**, v. 41, p. 189–200, 2015.
- DI MONACO, R. et al. Temporal Dominance of Sensations: A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 38, n. 2, p. 104–112, 2014.
- DINNELLA, C. et al. Sensory functionality of extra-virgin olive oil in vegetable foods assessed by Temporal Dominance of Sensations and Descriptive Analysis. **Food Quality and Preference**, v. 26, n. 2, p. 141–150, 2012.
- DOS SANTOS, B. A. et al. Check all that apply and free listing to describe the sensory characteristics of low sodium dry fermented sausages: Comparison with trained panel. **Food Research International**, v. 76, p. 725–734, 2015.
- DOS SANTOS ALVES, L. A. A. et al. Impact of lysine and liquid smoke as flavor enhancers on the quality of low-fat Bologna-type sausages with 50% replacement of NaCl by KCl. **Meat Science**, v. 123, p. 50–56, 2017.
- DUGLE, J.; DUGLE, J. Note on “Experts versus consumers: A comparison”. **Journal of Sensory Studies**, v. 12, n. 2, p. 147–153, 1997.
- ESMERINO, E. A. et al. Dynamic profiling of different ready-to-drink fermented dairy products: A comparative study using Temporal Check-All-That-Apply (TCATA), Temporal Dominance of Sensations (TDS) and Progressive Profile (PP). **Food Research International**, v. 101, p. 249–258, 2017.
- ETAIO, I. et al. Dynamic sensory description of Rioja Alavesa red wines made by different winemaking practices by using Temporal Dominance of Sensations. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 96, n. 10, p. 3492–3499, 2016.
- FARAH, J. S.; ARAUJO, C. B.; MELO, L. Analysis of yoghurts’, whey-based beverages’ and fermented milks’ labels and differences on their sensory profiles and acceptance. **International Dairy Journal**, v. 68, p. 17–22, maio 2017.
- FARIÑA, L. et al. Volatile composition and aroma profile of Uruguayan Tannat wines. **Food Research International**, v. 69, p. 244–255, 2015.
- FAUSTMAN, C.; SUMAN, S. P. The Eating Quality of Meat. **Lawrie’s Meat Science**. [s.l.] Elsevier, 2017. p. 329–356.
- FELLENDORF, S.; O’SULLIVAN, M. G.; KERRY, J. P. Impact of varying salt and fat levels on the physicochemical properties and sensory quality of white pudding. **Meat Science**, v. 103, p. 75–82, 2015.
- FELLOWS, P.J. Smoking. **Food processing technology**. v. 3, Woodhead Publishing, p. 525–537, 2009.
- FERNANDES, R. P. P. et al. Assessment of the stability of sheep sausages with the addition of different

- concentrations of *Origanum vulgare* extract during storage. **Meat Science**, v. 137, p. 244–257, 2017.
- FISZMAN, S.; TARREGA, A. The dynamics of texture perception of hard solid food: A review of the contribution of the temporal dominance of sensations technique. **Journal of Texture Studies**, 2017.
- FLEMING, E. E.; ZIEGLER, G. R.; HAYES, J. E. Check-all-that-apply (CATA), sorting, and polarized sensory positioning (PSP) with astringent stimuli. **Food Quality and Preference**, v. 45, p. 41–49, 2015.
- GKATZIONIS, K. et al. Effect of *Yarrowia lipolytica* on blue cheese odour development: Flash profile sensory evaluation of microbiological models and cheeses. **International Dairy Journal**, v. 30, n. 1, p. 8–13, 2013.
- GRASSO, S. et al. The effect of health claim information disclosure on the sensory characteristics of plant sterol-enriched turkey as assessed using the Check-All-That-Apply (CATA) methodology. **Food Quality and Preference**, v. 57, p. 69–78, 2017.
- GREEN, J. A. et al. Sensory and chemical characterisation of Sauvignon blanc wine: Influence of source of origin. **Food Research International**, v. 44, n. 9, p. 2788–2797, 2011.
- GROSSI, A. et al. Synergistic cooperation of high pressure and carrot dietary fibre on texture and colour of pork sausages. **Meat Science**, v. 89, n. 2, p. 195–201, 2011.
- HENRIQUE, N. A.; DELIZA, R.; ROSENTHAL, A. Consumer Sensory Characterization of Cooked Ham Using the Check-All-That-Apply (CATA) Methodology. **Food Engineering Reviews**, v. 7, n. 2, p. 265–273, 2015.
- HOUGH, G. Experts versus consumers: A critique. **Journal of Sensory Studies**, v. 13, n. 3, p. 285–289, 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, n. 5–7, p. 291–296, 2001.
- HWANG, S.-H.; HONG, J.-H. Determining the Most Influential Sensory Attributes of Nuttiness in Soymilk: A Trial with Korean Consumers using Model Soymilk Systems. **Journal of Sensory Studies**, v. 30, n. 5, p. 425–437, 2015.
- JAEGER, S. R. et al. Number of terms to use in temporal check-all-that-apply studies (TCATA and TCATA Fading) for sensory product characterization by consumers. **Food Quality and Preference**, v. 64, p. 154–159, 2018.
- JONES, L.; PERYAM, D.; THURSTONE, L. L. Development of a scale for measuring soldiers food preferences. **Journal of Food Science**, v. 20, n. 5, p. 512–520, 1955.
- JORGE, É. D. C. et al. Application of a check-all-that-apply question for evaluating and characterizing meat products. **Meat Science**, v. 100, p. 124–133, 2015.
- KOBAYASHI, M. L.; BENASSI, M. DE T. Caracterização sensorial de cafés solúveis comerciais por Perfil Flash. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. Supl2, p. 3069–3074, 2012.
- KOSTYRA, E.; BARYLKO-PIKIELNA, N. Volatiles composition and flavour profile identity of smoke flavourings. **Food Quality and Preference**, v. 17, p. 85–95, 2006.
- LABBE, D. et al. Temporal dominance of sensations and sensory profiling: A comparative study. **Food Quality and Preference**, v. 20, n. 3, p. 216–221, 2009.
- LADO, J. et al. Application of a check-all-that-apply question for the evaluation of strawberry cultivars from a breeding program. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 90, n. 13, p. 2268–2275, 2010.
- LAHNE, J.; COLLINS, T. S.; HEYMANN, H. Replication improves sorting-task results analyzed by DISTATIS in a consumer study of american bourbon and rye whiskeys. **Journal of Food Science**, v. 81, n. 5, p. S1263–S1271, 2016.
- LASSOUED, N. et al. Baked product texture: Correlations between instrumental and sensory characterization using Flash Profile. **Journal of Cereal Science**, v. 48, n. 1, p. 133–143, 2008.
- LAUREATI, M. et al. Application of the check-all-that-apply method (CATA) to get insights on children's drivers of liking of fiber-enriched apple purees. **Journal of Sensory Studies**, v. 32, n. 2, p. e12253, 2017.

- LAVANCHY, P. et al. L'évaluation sensorielle de la texture des fromages à pâte dure ou semi-dure. Etude interlaboratoires. **LWT - Food Science and Technology**, v. 26, n. 1, p. 59–68, 1993.
- LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. **Sensory Evaluation of Food**. New York, NY: Springer New York, 2010.
- LAWLESS, H. T.; SHENG, N.; KNOOPS, S. S. C. P. Multidimensional scaling of sorting data applied to cheese perception. **Food Quality and Preference**, v. 6, n. 2, p. 91–98, 1995.
- LEZAETA, A. et al. Exploration of consumer perception of Sauvignon Blanc wines with enhanced aroma properties using two different descriptive methods. **Food Research International**, v. 99, p. 186–197, 2017.
- LIU, J. et al. Performance of Flash Profile and Napping with and without training for describing small sensory differences in a model wine. **Food Quality and Preference**, v. 48, p. 41–49, 2016.
- LORIDO, L. et al. Reporting the sensory properties of dry-cured ham using a new language: Time intensity (TI) and temporal dominance of sensations (TDS). **Meat Science**, v. 121, p. 166–174, 2016.
- MA, Q. et al. Effect of chilled and freezing pre-treatments prior to pulsed electric field processing on volatile profile and sensory attributes of cooked lamb meats. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 37, p. 359–374, 2016.
- MALARUT, J.; VANGNAI, K. Influence of wood types on quality and carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) of smoked sausages. **Food Control**, n. 85, p. 98–106, 2018.
- MARCANO, J.; ARES, G.; FISZMAN, S. Comparison of partial and global projective mapping with consumers: A case study with satiating cheese pies. **Food Research International**, v. 67, p. 323–330, 2015.
- MARCANO, J.; VARELA, P.; FISZMAN, S. Relating the effects of protein type and content in increased-protein cheese pies to consumers' perception of satiating capacity. **Food & Function**, v. 6, n. 2, p. 532–541, 2015.
- MCMAHON, K. M. et al. Perception of carbonation in sparkling wines using descriptive analysis (DA) and temporal check-all-that-apply (TCATA). **Food Quality and Preference**, v. 59, p. 14–26, 2017.
- MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. Selection and training of panel members. **Sensory evaluation techniques**, CRC Press, ed. 3, p. 174–176, 1999.
- MEILGAARD, M.; CIVIL, G. V.; CARR, B. T. The Spectrum descriptive analysis method. **Sensory evaluation techniques**, CRC Press, ed. 4, p. 189–253, 2007.
- MEILLON, S. et al. Impact of partial alcohol reduction in Syrah wine on perceived complexity and temporality of sensations and link with preference. **Food Quality and Preference**, v. 21, n. 7, p. 732–740, 2010.
- MEILLON, S.; URBANO, C.; SCHLICH, P. Contribution of the Temporal Dominance of Sensations (TDS) method to the sensory description of subtle differences in partially dealcoholized red wines. **Food Quality and Preference**, v. 20, n. 7, p. 490–499, 2009.
- MENEZES, A. G. T. et al. Investigation of chocolate produced from four different Brazilian varieties of cocoa (*Theobroma cacao* L.) inoculated with *Saccharomyces cerevisiae*. **Food Research International**, v. 81, p. 83–90, 2016.
- MEYNERS, M.; PINEAU, N. Statistical inference for temporal dominance of sensations data using randomization tests. **Food Quality and Preference**, v. 21, n. 7, p. 805–814, 2010.
- MOELICH, E. I. et al. Validation of projective mapping as potential sensory screening tool for application by the honeybush herbal tea industry. **Food Research International**, v. 99, p. 275–286, 2017.
- MONTAZERI, N.; OLIVEIRA, A. C. M.; HIMELBLOOM, B. H.; LEIGH, M. B.; CRAPO, C. A. Chemical characterization of commercial liquid smoke products. **Food Science & Nutrition**, v. 1, n. 1, p. 102–115, 2013.
- MOSKOWITZ, H. R. Experts versus consumers: A comparison. **Journal of Sensory Studies**, v. 11, n. 1, p. 19–37, 1996.

- MOSKOWITZ, H. R. Base size in product testing: A psychophysical viewpoint and analysis. **Food Quality and Preference**, v. 8, n. 4, p. 247–255, 1997.
- MOUSSAOUI, K. A.; VARELA, P. Exploring consumer product profiling techniques and their linkage to a quantitative descriptive analysis. **Food Quality and Preference**, v. 21, n. 8, p. 1088–1099, 2010.
- NESTRUD, M. A.; LAWLESS, H. T. Perceptual mapping of apples and cheeses using projective mapping and sorting. **Journal of Sensory Studies**, v. 25, n. 3, p. 390–405, 2010.
- NG, M. et al. Using quantitative descriptive analysis and temporal dominance of sensations analysis as complementary methods for profiling commercial blackcurrant squashes. **Food Quality and Preference**, v. 25, p. 121–134, 2012.
- NGUYEN, Q. C.; NÆS, T.; VARELA, P. When the choice of the temporal method does make a difference: TCATA, TDS and TDS by modality for characterizing semi-solid foods. **Food Quality and Preference**, v. 66, p. 95–106, 2018.
- NIIMI, J.; BOSS, P. K.; BASTIAN, S. E. P. Sensory profiling and quality assessment of research Cabernet Sauvignon and Chardonnay wines; quality discrimination depends on greater differences in multiple modalities. **Food Research International**, v. 106, p. 304–316, 2018.
- OLIVEIRA, A. P. V.; BENASSI, M. T. Perfil livre: uma opção para análise sensorial descritiva. **Boletim da SBCTA**, Campinas, v. 37, p. 66–72, 2003.
- O’SULLIVAN, M. G. Instrumental Assessment of the Sensory Quality of Food and Beverage Products. In: **A Handbook for Sensory and Consumer-Driven New Product Development**. [s.l.] Elsevier, p. 151–175, 2017.
- PAGÈS, J. Recueil direct de distances sensorielles: application à l’évaluation de dix vins blancs du Val-de-Loire. **Sciences des Aliments**, v. 23, n. 5–6, p. 679–688, 2003.
- 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, n. 7, p. 642–649, out. 2005.
- PAGÈS, J.; CADORET, M.; LÊ, S. The sorted napping: a new holistic approach in sensory evaluation. **Journal of Sensory Studies**, v. 25, n. 5, p. 637–658, 2010.
- PAULSEN, M. T. et al. Effects of NaCl substitution on the sensory properties of sausages: Temporal aspects. **Meat Science**, v. 98, n. 2, p. 164–170, 2014.
- PEREIRA, E. P. R. et al. Effect of incorporation of antioxidants on the chemical, rheological, and sensory properties of probiotic petit suisse cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 3, p. 1762–1772, 2016.
- PERYAM, D. R.; SWARTZ, V. W. Measurements of sensory differences. **Food Technology**, v. 4, p. 390, 1950.
- PÉTEL, C. et al. Free sorting and association task: a variant of the free sorting method applied to study the impact of dried sourdough as an ingredient on the related bread odor. **Journal of Food Science**, v. 82, n. 4, p. 985–992, 2017.
- PICKUP, W.; BREMER, P.; PENG, M. Comparing conventional Descriptive Analysis and Napping®-UFP against physiochemical measurements: a case study using apples. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 98, n. 4, p. 1476–1484, 2018.
- PIGGOTT, J. R. Dynamism in flavour science and sensory methodology. **Food Research International**, v. 33, n. 3–4, p. 191–197, 2000.
- PINEAU, N. et al. Temporal Dominance of Sensations: Construction of the TDS curves and comparison with time-intensity. **Food Quality and Preference**, v. 20, n. 6, p. 450–455, 2009.
- PINEAU, N. et al. Temporal Dominance of Sensations: What is a good attribute list? **Food Quality and Preference**, v. 26, n. 2, p. 159–165, 2012.
- PINEAU, N.; SCHILCH, P. Temporal dominance of sensations (TDS) as a sensory profiling technique. **Rapid Sensory Profiling Techniques and Related Methods: Applications in New Product Development and**

Consumer Research. [s.l: s.n.]. p. 269–306, 2015.

PINTADO, A. I. E. et al. Consumer acceptance and sensory profiling of reengineered kitoza products. **Food Chemistry**, v. 198, p. 75–84, 2016.

QANNARI, E. M. Sensometrics approaches in sensory and consumer research. **Current Opinion in Food Science**, v. 15, p. 8–13, 2017.

RAMSEY, I. et al. Using a combined temporal approach to evaluate the influence of ethanol concentration on liking and sensory attributes of lager beer. **Food Quality and Preference**, v. 68, p. 292–303, 2018.

RASINSKI, K. A.; MINGAY, D.; BRADBURN, N. M. Do Respondents really “Mark All That Apply” on Self-Administered Questions? **Public Opinion Quarterly**, v. 58, n. 3, p. 400–408, 1994.

REZENDE, N. V. et al. Mixture design applied for the partial replacement of fat with fibre in sucrose-free chocolates. **LWT - Food Science and Technology**, v. 62, n. 1, p. 598–604, 2015.

RIBEIRO, L. S. et al. Controlled fermentation of semi-dry coffee (*Coffea arabica*) using starter cultures: A sensory perspective. **LWT - Food Science and Technology**, v. 82, p. 32–38, 2017.

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

RODRIGUES, J. F. et al. Temporal dominance of sensations (TDS) panel behavior: A preliminary study with chocolate. **Food Quality and Preference**, v. 54, p. 51–57, 2016a.

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

ROZUM, J. Smoking, Liquid Smoke (Smoke Condensate) Application. **Encyclopedia of Meat Sciences**. Elsevier, v. 3p. 315–320, 2014.

SÁENZ-NAVAJAS, M.-P. et al. Contribution of non-volatile and aroma fractions to in-mouth sensory properties of red wines: Wine reconstitution strategies and sensory sorting task. **Analytica Chimica Acta**, v. 732, p. 64–72, 2012.

SAINT-EVE, A.; PAÇI KORA, E.; MARTIN, N. Impact of the olfactory quality and chemical complexity of the flavouring agent on the texture of low fat stirred yogurts assessed by three different sensory methodologies. **Food Quality and Preference**, v. 15, n. 7–8, p. 655–668, 2004.

SALDAÑA, E. et al. A sensometric approach to the development of mortadella with healthier fats. **Meat Science**, v. 137, p. 176–190, 2017.

SALDAÑA, E. et al. Descriptive analysis of bacon smoked with Brazilian woods from reforestation: methodological aspects, statistical analysis, and study of sensory characteristics. **Meat Science**, v. 140, n. 140, p. 44–50, 2018.

SANTOSA, M.; ABDI, H.; GUINARD, J. X. A modified sorting task to investigate consumer perceptions of extra virgin olive oils. **Food Quality and Preference**, v. 21, n. 7, p. 881–892, 2010.

SCHLICH, P. Temporal Dominance of Sensations (TDS): a new deal for temporal sensory analysis. **Current Opinion in Food Science**, v. 15, p. 38–42, 2017a.

SCHOUTETEN, J. J. et al. Emotional and sensory profiling by children and teenagers: A case study of the check-all-that-apply method on biscuits. **Journal of Sensory Studies**, v. 32, n. 1, p. 1–11, 2017.

SCHWARTZ, C.; ISSANCHOU, S.; NICKLAUS, S. Developmental changes in the acceptance of the five basic tastes in the first year of life. **British Journal of Nutrition**, v. 102, n. 9, p. 1375–1385, 2009.

SIMIQUELI, A. A. et al. How many assessors are necessary for the Optimized Descriptive Profile when associated with training? **Food Quality and Preference**, v. 44, p. 62–69, 2015.

STONE, H. et al. Sensory Evaluation by Quantitative Descriptive Analysis. **Descriptive Sensory Analysis in**

- Practice.** Trumbull, Connecticut, USA: Food & Nutrition Press, Inc., 2004. p. 23–34.
- STONE, H.; BLEIBAUM, R. N.; THOMAS, H. A. **Sensory Evaluation Practices.** Fourth ed. [s.l.] Elsevier, 449p, 2012.
- STUMPE-VĪKSNA, I.; BARTKEVIČS, V.; KUKĀRE, A.; MOROZOV, A. Polycyclic aromatic hydrocarbons in meat smoked with different types of wood. **Food chemistry**, n. 110, v. 3, p. 794–797, 2008.
- TARREGA, A.; RIZO, A.; FISZMAN, S. Sensory space of battered surimi rings: Key features determined by Flash Profiling. **Journal of Sensory Studies**, v. 32, n. 4, p.1-9, 2017.
- TEILLET, E. et al. Sensory methodologies and the taste of water. **Food Quality and Preference**, v. 21, n. 8, p. 967–976, 2010.
- THOMAS, A. et al. Temporal drivers of liking. **Food Quality and Preference**, v. 40, p. 365–375, 2015.
- THUILLIER, B. et al. Pivot© profile: A new descriptive method based on free description. **Food Quality and Preference**, v. 42, p. 66–77, 2015.
- VALENTIN, D. et al. Quick and dirty but still pretty good: A review of new descriptive methods in food science. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 47, n. 8, p. 1563–1578, 2012.
- VARELA, P. et al. Influence of consumers' cognitive style on results from projective mapping. **Food Research International**, v. 99, p. 693–701, 2017.
- VARELA, P. et al. What is dominance? An exploration of the concept in TDS tests with trained assessors and consumers. **Food Quality and Preference**, v. 64, p. 72–81, 2018.
- VARELA, P.; ARES, G. Novel techniques in sensory characterization and consumer profiling. Ed. CRC Press, 2014.
- VARELA, P.; ARES, G. Sensory profiling, the blurred line between sensory and consumer science. A review of novel methods for product characterization. **Food Research International**, v. 48, n. 2, p. 893–908, 2012.
- VARLET, V.; PROST, C.; SEROT, T. Volatile aldehydes in smoked fish: analysis methods, occurrence and mechanisms of formation. **Food Chemistry**, v. 105, p. 1536–1556, 2007.
- VICENTE, E. et al. Selection of promising sweet potato clones using projective mapping. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 97, n. 1, p. 158–164, 2017.
- VIDAL, L. et al. Influence of information on consumers' evaluations using check-all-that-apply questions and sorting: A case study with milk desserts. **Journal of Sensory Studies**, v. 28, n. 2, p. 125–137, 2013.
- VIDAL, L. et al. Stability of sample configurations from projective mapping: How many consumers are necessary? **Food Quality and Preference**, v. 34, p. 79–87, 2014.
- VIDAL, L. et al. How do consumers describe wine astringency? **Food Research International**, v. 78, p. 321–326, 2015.
- VIDAL, L. et al. Product spaces derived from projective mapping and CATA questions: Influence of replicated assessments and increased number of study participants. **Journal of Sensory Studies**, v. 31, n. 5, p. 373–381, 2016.
- VIDAL, L. et al. Analysis of TCATA Fading data: Imputation of gaps in temporal profiles. **Food Quality and Preference**, v. 59, p. 114–122, 2017.
- WILLIAMS, A. A.; LANGRON, S. P. The use of free-choice profiling for the evaluation of commercial ports. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 35, n. 5, p. 558–568, 1984.
- 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, n. 3, p. 309–318, 2010.
- WU, D.; SUN, D. The use of hyperspectral techniques in evaluating quality and safety of meat and meat products. **Emerging Technologies in Meat Processing: Production, Processing and Technology.** v. 1, cap. 13, p. 345–

374, 2017.

WYRWISZ, J. et al. Influence of 21 days of vacuum-aging on color, bloom development, and WBSF of beef semimembranosus. **Meat Science**, v. 122, p. 48–54, 2016.

ZHU, L. et al. A PVC/polypyrrole sensor designed for beef taste detection using electrochemical methods and sensory evaluation. **Meat Science**, v. 137, p. 1–8, 2018.

4 ANÁLISE SENSORIAL DINÂMICA DE BACON DEFUMADO COM MADEIRAS DE REFLORESTAMENTO: UM ESTUDO COM CONSUMIDORES

RESUMO

O bacon é um produto cárneo suíno, curado e defumado. Seu processo de defumação é obtido pela pirólise de madeiras e também pelo emprego de fumaça líquida, os quais são responsáveis por atribuir características específicas de sabor e aroma ao produto. Para contribuir na conservação da flora nativa nacional, utilizaram-se madeiras de reflorestamento. A percepção sensorial é um processo dinâmico, em que os atributos sensoriais são modificados ao longo do tempo. Nesse contexto, a metodologia Dominância Temporal de Sensações (TDS) permite estudar a temporalidade dos atributos sensoriais dominantes durante a avaliação. O objetivo deste estudo foi empregar a metodologia TDS para a caracterização sensorial dinâmica de bacons defumados com madeiras de reflorestamento e fumaça líquida (1%). Para manutenção da flora nativa, na defumação foram utilizadas as madeiras: *Acacia mangium*, *Acacia mearnsii*, Bambu, Bracatinga, Eucalipto e Teca. A análise sensorial foi realizada com 66 consumidores regulares de bacon, que indicaram os atributos dominantes percebidos durante a avaliação. Os resultados apontaram diferença significativa entre as amostras nos atributos dominantes percebidos, e as taxas de dominância foram atribuídas aos termos crocante, defumado, suculento, amadeirado, torrado e duro, além do gráfico de trajetória que permitiu observar as diferenças precisas entre o período que as amostras estiveram na boca dos participantes. Diante deste estudo, foi possível concluir que o TDS evidenciou a dinâmica das alterações durante a degustação de bacon, permitindo uma reprodução mais aproximada do real em relação à percepção dos consumidores, fornecendo informações que podem ser utilizadas pela indústria de alimentos, ou na área da pesquisa, auxiliando no desenvolvimento de novos produtos bem como, contribuindo para o seu sucesso no mercado.

Palavras-chave: Dominância temporal de sensações; Produto cárneo; Defumação; Fumaça líquida

ABSTRACT

Bacon is a cured and smoked meat product. The smoking process is obtained by the pyrolysis of wood and also by the use of liquid smoke, which are responsible for the specific characteristics of flavor and aroma of the product. In order to contribute to the maintenance of the national native flora, reforestation woods were used. Sensory perception is a dynamic process, in which the sensory attributes are modified over the time. In this context, the Temporal Dominance of Sensations (TDS) allows to study the temporality of the dominant sensory attributes over the tasting. The aim of this study was to use the TDS for the dynamic sensory characterization of smoked bacons with reforestation woods and liquid smoke (1%). For the maintenance of the native flora, the following woods were used: *Acacia mangium*, *Acacia mearnsii*, Bamboo, Bracatinga, Eucalyptus, and Teak. Sensory analysis was performed with 66 regular bacon consumers, who indicated the dominant attributes perceived along the tasting. The results showed a significant difference between the samples in the dominant attributes, and the dominance rates were attributed to the terms crispy, smoked, juicy, woody, roasted and hard, in addition to the trajectory graphics that allowed to observe the precise differences between the period that the samples were in the mouth of the participants. In this study, it was possible to conclude that the TDS showed the dynamics of the changes during the bacon tasting, allowing a reproduction closer to the real in relation to the sensory perception, providing information that can be used by the food industry or in the research area, helping in the development of new products and contributing to its success in the market.

Keywords: Dominance temporal of sensation; Meat product; Smoked; Liquid smoke

4.1 Introdução

Em 2017, o Brasil foi o quarto maior produtor e exportador mundial de carne suína. Produziu mais de 387,5 milhões de toneladas, representando cerca de 3% do total mundial (ANUALPEC, 2017). Com um consumo de 2,8 milhões de toneladas/ano, a média nacional é semelhante à mundial, em torno de 15 kg/per capita/ano e tem crescido nos últimos dez anos. Assim cerca de 80,4% da produção brasileira de carne suína permanece no mercado interno,

enquanto que 1,14% das exportações são para os produtos embutidos (ABPA, 2017). Apesar da carne suína apresentar dados de consumo em crescimento, em comparação com a carne de aves e bovina estes números ainda são menores, porém mesmo assim este mercado tem crescido principalmente em relação aos embutidos cárneos formulados a partir do processamento da carne de suíno (RAIMUNDO; BATALHA, 2015).

Dentre os produtos processados obtidos a partir da carne suína, o bacon apresenta um grande potencial comercial devido ao elevado consumo pelos brasileiros. A legislação brasileira define bacon como “um produto obtido do corte da parede torácico-abdominal de suínos, que vai do esterno ao púbis, com adição de agentes de cura e defumação, obrigatoriamente nitrato e/ou nitrato de sódio e/ou potássio, açúcares, e condimentos, a adição de especiarias naturais e aromas são ingredientes opcionais” (BRASIL, 2017). Com relação à defumação do bacon, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil (MAPA) publicou um memorando em 2012 a respeito das alegações presentes no rótulo, onde nos produtos adicionados de fumaça líquida devem constar a nomenclatura “sabor fumaça” ou “sabor defumado” (BRASIL, 2012).

As denominações presentes no rótulo podem impactar na aceitação e intenção de compra do consumidor, influenciando nas vendas dos produtos. Uma estratégia para não modificar a rotulagem dos produtos é realizar o processo de defumação convencional pela pirólise da madeira. Nesse sentido estudar as características tanto físico-químicas quanto sensoriais do produto defumado por madeiras de reflorestamento é indispensável, uma vez que influenciam diretamente no sucesso deste tipo de produto, bem como na percepção do consumidor (BERČÍK et al. 2016; BONNY et al. 2017; LEE; YUN, 2015; MONTELEONE et al. 2017).

A defumação de produtos cárneos é uma técnica de conservação utilizada há séculos, e tem sido modificada ao longo dos anos, sendo que atualmente existem diferentes métodos de defumação com uso madeiras e adição de fumaça líquida (produto da queima da madeira e dispersão dos vapores em água). Durante a queima da madeira a hemicelulose e celulose se degradam a 180 °C e 350 °C respectivamente, auxiliando na formação de ácidos carboxílicos e compostos carbonílicos. Já as ligninas são decompostas entre 300°C e 500°C (RAMAKRISHNAN; MOELLER, 2002; ŠIMKO, 2005). Os fenóis são responsáveis pela atribuição de sabor e aroma característico de defumado, enquanto que os compostos carbonílicos conferem aroma doce e cor característica destes produtos (TOLDRÁ, 2017).

No ano de 2014, o Brasil produziu cerca de 7,74 milhões de hectares (ha) de florestas plantadas visando fins industriais (IBÁ, 2015), destacando que o uso de madeiras plantadas dá suporte à conservação das florestas nativas. Nesse sentido, no presente estudo foram utilizados seis tipos de madeiras de reflorestamento com diferente composição química, que influenciaram nas características sensoriais dos produtos finais. Ainda foi considerada a aplicação de fumaça líquida, já que este produto tem sido empregado com frequência pela indústria cárnea, reduzindo o tempo de processamento em relação à defumação tradicional.

A análise sensorial tem sido amplamente empregada como suporte à indústria de alimentos, através da seleção e aprimoramento de matérias-primas, processos, desenvolvimento de produtos, formulações, embalagens, rotulagens, dentre outros (MILLER, 2017). Classicamente a análise sensorial de produtos cárneos é realizada por uma equipe treinada visando obter o perfil sensorial do produto. No entanto, as medições sensoriais descritivas baseadas na resposta do consumidor têm se tornado cada vez mais importante, uma vez que a resposta é obtida a partir do consumidor, que é finalmente quem decide o sucesso ou fracasso do produto (SALDAÑA et al. 2017). Nos últimos dez anos, metodologias sensoriais com consumidores têm sido aprimoradas e refinadas, e dentre esses métodos se destacam: *Flash Profile*, *Check-All-That-Apply*, *Free Sorting Task*, Mapeamento projetivo, Posicionamento Sensorial Polarizado e *Pivot profile*© (LELIÈVRE-DESMAS; VALENTIN; CHOLLET, 2017; VALENTIN et al. 2012). Apesar dos avanços nos métodos sensoriais realizados por consumidores, ainda existe uma carência de estudos na dimensão

temporal, uma vez que os atributos sensoriais são modificados ao longo da degustação. Com o intuito de suprir essa necessidade surgiu o método temporal Dominância Temporal de Sensações (TDS).

O método TDS têm como objetivo descrever a evolução temporal de diferentes sensações durante a degustação de um produto, em um período pré-definido de tempo, onde os consumidores devem focar sua atenção na sensação dominante desenvolvida pela amostra (MEYNER; PINEAU, 2010). É considerado um método efetivo e rápido quando comparado com as metodologias tradicionais utilizadas na análise sensorial temporal, como o método Tempo-Intensidade. Apesar de ter sido desenvolvida para equipes treinadas, nos últimos anos esta técnica tem mostrado um grande potencial quando executada por consumidores (SCHLICH, 2017b). Sendo empregado para avaliação dos mais diversos tipos de alimentos, como vinho (MEILLON; URBANO; SCHLICH, 2009), cereais matinais (LENFANT et al. 2009), *nuggets* de peixe (ALBERT et al. 2012), xarope de groselha (NG; CHAYA; HORT, 2013), iogurtes (BRUZZONE; ARES; GIMÉNEZ, 2013; BOUTEILLE et al. 2013), queijo (DEEGAN et al. 2013) café (DINNELLA et al. 2013), azeite de oliva (DINNELLA et al. 2012), sorvete (VARELA; PINTOR; FISZMAN, 2014), castanhas (HUTCHINGS et al. 2014), presunto (LORIDO et al. 2016), linguiça (BRAGHIERI et al. 2016), carne ovina (MA et al. 2016). Apesar disto, não tem sido observado aplicação do método para avaliação de produtos cárneos cozidos e defumados, tais como o bacon.

Diante do exposto, é importante avaliar a evolução de atributos de sabor, aroma e textura durante a degustação de bacons defumados com diferentes madeiras de reflorestamento, já que o uso de madeiras brasileiras de reflorestamento pode modificar os atributos sensoriais percebidos. Por isto, este capítulo teve como objetivo avaliar sensorialmente bacons defumados com madeiras de reflorestamento e fumaça líquida, empregando a metodologia Dominância Temporal de Sensações (TDS) aplicada à consumidores.

4.2 Material e métodos

O experimento foi realizado na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ - Piracicaba-SP, da Universidade de São Paulo - USP, no Departamento de Agroindústria Alimentos e Nutrição (LAN), utilizando as dependências do Laboratório de Qualidade e Processamento de Carnes (LQPC), Planta de Processamento de Alimentos (PPA) e Laboratório de Análise Sensorial de Alimentos (LAS). O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da ESALQ/USP com parecer de número 1.604.926.

4.2.1 Matérias primas

4.2.1.1 Madeiras de reflorestamento

As madeiras das espécies Eucalipto *citriodora* (EUC), *Acacia mangium* (AMA), e *Mimosa scabrella* - Bracatinga (BRA), foram obtidas na Estação Experimental de Ciências Florestais de Itatinga (Itatinga, SP). As espécies *Teca grandis* (TEC) e *Bambusa vulgaris* – Bambu (BAM) foram retiradas de plantações da Estação Experimental “Fazenda Areão” (Piracicaba, SP). Estas estações são administradas pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP). A espécie *Acacia mearnsii* (AME) foi cedida por empresa produtora de cavacos de madeira, situada em Rio Grande, RS.

A colheita das espécies florestais foi realizada no final do ciclo de rotação de cada espécie, exceto a madeira Teca. Desse modo, as amostras Eucalipto, *Acacia mangium*, *Acacia mearnsii*, Bracatinga e Bambu, foram coletadas com 7 anos de idade. A espécie Teca, não teve sua idade padronizada devido a ser uma madeira de desbaste e ter seu ciclo

de rotação de 25 anos. Posteriormente, as amostras foram recebidas no LQPC da ESALQ/USP, na forma de cavacos ou de toras, que foram reduzidas a cavacos de tamanhos padronizados (5 cm x 2,5 cm).

A caracterização das madeiras (Tabela 2) utilizadas no presente estudo foi realizada no Laboratório de Química, Celulose e Energia no Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP. A determinação dos teores de holocelulose, lignina *Klason* (insolúvel, solúvel e total), e extrativos totais seguiram as recomendações da ABNT NBR 14660 (ABNT, 2003a) e da *Technical Association of Pulp and Paper* (12 05-75; 222 05-74) (TAPPI, 1998). A densidade básica dos cavacos e teor de umidade, foram determinados seguindo as metodologias descritas pela norma ABNT NBR 11941 (ABNT, 2003b), através da relação entre a massa seca em estufa ($105 \pm 2^\circ\text{C}$) pelo respectivo volume da madeira acima do ponto de saturação das fibras. Todas as análises foram realizadas em triplicata. Abaixo são apresentados os resultados da caracterização das madeiras como média e desvio padrão.

Tabela 2. Caracterização das madeiras utilizadas na defumação

Amostra	Umidade (%)	Extrativos Totais (%)	Lignina insolúvel (%)	Lignina solúvel (%)	Lignina total (%)	Holocelulose (%)	Densidade básica de cavacos (g/cm^3)
<i>Acácia mangium</i>	$10,45 \pm 0,14$	$8,85 \pm 0,23$	$27,97 \pm 0,73$	$2,22 \pm 0,60$	$30,19 \pm 0,13$	$60,96 \pm 0,33$	$0,55 \pm 0,01$
<i>Acácia mearnsii</i>	$11,67 \pm 0,06$	$4,40 \pm 0,08$	$20,64 \pm 0,63$	$2,44 \pm 0,36$	$23,08 \pm 0,44$	$72,51 \pm 0,45$	$0,57 \pm 0,02$
Bambu	$11,37 \pm 0,05$	$5,63 \pm 0,43$	$25,89 \pm 0,37$	$1,16 \pm 0,17$	$27,05 \pm 0,30$	$67,32 \pm 0,40$	$0,62 \pm 0,01$
Bracatinga	$12,05 \pm 0,06$	$3,19 \pm 0,09$	$25,79 \pm 0,61$	$1,53 \pm 0,35$	$27,32 \pm 0,95$	$69,49 \pm 1,01$	$0,60 \pm 0,01$
Eucalipto	$11,63 \pm 0,05$	$10,45 \pm 0,10$	$27,56 \pm 0,76$	$3,42 \pm 0,37$	$30,98 \pm 0,81$	$58,57 \pm 0,92$	$0,77 \pm 0,04$
Teca	$11,70 \pm 0,23$	$6,60 \pm 0,34$	$32,65 \pm 0,91$	$2,16 \pm 0,01$	$34,81 \pm 0,91$	$58,59 \pm 0,92$	$0,45 \pm 0,01$

*em base úmida

4.2.2 Processamento do bacon

O processamento do bacon foi realizado na planta piloto do LQPC a etapa de defumação na PPA, ambos da ESALQ/USP. Os animais eram provenientes de duas raças: Agrocercos Pic – fêmea, modelo *Camborough*, 1/2 sangue *Landrace* e 1/2 sangue *Large White*, e Agrocercos Pic – macho modelo Agpic 337, puro. A idade pré-abate dos animais era de 150 dias. A ração fornecida aos animais era composta por 70% milho, 26% soja, 1% óleo e 3% núcleo, 200 g/t antioxidante (BANOX) e 16 ppm de ractopamina.

Após o abate as carcaças foram desossadas no frigorífico Bressiani, localizado na cidade de Capivari - SP, fiscalizado e sob registro da Inspeção Federal do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil. A matéria-prima utilizada para o processamento foi a barriga suína, sem osso, corte em formato “quadrado”, ou “*pancetta*” que engloba a barriga e pedaço da costela do animal, comumente utilizado para produção de bacsns comercializados nos Estados Unidos e Europa. Os insumos utilizados para a salmoura e fumaça líquida da marca *Red Arrow* foram fornecidos pela empresa IBRAC Aditivos e Condimentos, localizada na cidade de Rio Claro - SP.

Posteriormente à desossa, as carnes foram recebidas na planta de processamento do LQPC, sendo que o peso das peças variava de 2,00 a 5,00 kg. A quantidade de salmoura injetada correspondeu à 20% do peso da carne,

tendo em sua composição 3% sal, 0,5% de açúcar e 0,02% de nitrito de sódio (p/v). Após a injeção de salmoura, as peças foram maturadas durante 12 horas em câmara fria à 1,5 °C, a fim de obter uma distribuição homogênea de cor, desenvolvimento de sabor e inibição de bactérias da espécie *Clostridium botulinum*. O processamento foi realizado conforme (Tabela 3), com aplicação das seis diferentes madeiras, ~ 4 kg de cada madeira para cada processamento, fumaça líquida e controle, sem defumação. Quanto ao tratamento com fumaça líquida, a etapa de defumação foi substituída por pulverização do condensado de fumaça a 1% do peso da carne (Conforme descrição do fabricante: “Obtido através da pirólise controlada de madeira mesquite disperso em água”), e a amostra controle não foi submetida à defumação, apenas pela secagem e cozimento. Na Figura 12 é apresentado um esquema das etapas do processo produtivo.

Tabela 3. Etapas do cozimento e defumação

Etapa		Parâmetros no defumador	
Secagem com calor seco		65°C-30 min	Chaminé aberta e ventilação alta
Defumação		75°C-60 min	Chaminé semiaberta e ventilação baixa
Cozimento úmido	com calor	75°C-30 min	Chaminé fechada e ventilação alta
Cozimento úmido	com calor	80°C	Até que a temperatura do centro da peça atingisse 75°C.

Figura 12. Esquema explicativo do processo produtivo de bacon defumado com madeiras de reflorestamento e fumaça líquida

Após o cozimento, as peças de bacon foram removidas do defumador e resfriadas com água corrente a temperatura ambiente, embaladas a vácuo e armazenadas a 2°C por 24 horas. A coleta das amostras foi realizada nas peças após resfriamento, onde foram retiradas ~25 g que foi enviada à análise microbiológica. Em seguida as peças foram divididas ao meio e uma das metades foi embalada à vácuo e submetido a congelamento (-18°C) até o dia anterior à realização da avaliação sensorial.

4.2.3 Análises microbiológicas

Previamente à análise sensorial foram realizadas análises microbiológicas nas amostras, no Laboratório de Higiene e Laticínios da ESALQ/USP para assegurar que o bacon estava apto para consumo humano de acordo com a RDC nº 12, de 12 de janeiro de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2001). As contagens dos microrganismos aeróbios mesófilos e *Estafilococos* coagulase positiva foi realizada segundo a metodologia descrita por Morton (2001) e Lancette & Bennet (2001), respectivamente. Também foi determinada a presença/ausência de *Salmonella* spp em 25 g de amostra utilizando o kit 1-2 test da (*Biocontrol*™), seguindo as recomendações do fabricante.

A tabela 4 demonstra os resultados obtidos para as análises microbiológicas, onde foi observado que as amostras elaboradas em planta piloto apresentaram-se seguras e próprias para o consumo, de acordo com a legislação brasileira RDC nº 12 de 12 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001).

Tabela 4. Resultados das análises microbiológicas para amostras de bacon defumado com madeiras de reflorestamento e fumaça líquida

Amostra	Aeróbios mesófilos UFC/g	<i>Estafilococos</i> coagulase positiva UFC/g	<i>Salmonella</i> spp.
<i>Acacia mangium</i>	<3	<10	Ausente
<i>Acacia mearnsii</i>	<3	<10	Ausente
Bambu	<3	<10	Ausente
Bracatinga	<3	<10	Ausente
Eucalipto	<3	<10	Ausente
Teca	<3	<10	Ausente
Red arrow	<3	<10	Ausente

4.3 Análise sensorial

4.3.1 Consumidores

Os consumidores foram recrutados de forma voluntária na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo na cidade de Piracicaba – SP, através de anúncios no Restaurante universitário e divulgação por mídias sociais. Participaram do teste 66 consumidores habituais de bacon, saudáveis e não fumantes, com idade média de 24,7 anos $\pm$ 6,89 (Tabela 5).

Tabela 5. Características sócio demográficas dos consumidores

Características dos consumidores	Porcentagem (n=66)
Gênero	
Feminino	59
Masculino	41
Escolaridade	
Fundamental I completo / Fundamental II incompleto	1,5
Médio completo/ Superior incompleto	51,5
Superior completo/ Pós-Graduação Incompleto	36
Pós-Graduação Completo	11

4.3.2 Condições da análise sensorial

As amostras utilizadas para a análise sensorial foram descongeladas sob refrigeração a 7°C no dia anterior ao teste e então cortadas em tiras, em formato de aproximadamente 5 cm, preparadas na cozinha do LQPC da ESALQ/USP, com o auxílio de chapas elétricas de aquecimento (EDANCA) por cerca de 5-10 min com aquecimento até atingir cerca de 300°C. Após o cozimento, as amostras foram levadas até à cozinha do LAS, onde permaneceram para avaliação por no máximo 5 minutos em estufa a 80°C, para manter a temperatura, até o momento da análise.

A análise sensorial foi conduzida no LAS do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da ESALQ/USP em cabines individuais, dotadas de iluminação branca e temperatura controlada. Antes de iniciar a análise um termo de consentimento livre e esclarecido foi preenchido e assinado por todos os consumidores. Em seguida, as amostras foram servidas de forma monádica sequencial, em pratos plásticos descartáveis devidamente codificados com números aleatórios de três dígitos, seguindo o delineamento Quadrado Latino de Williams. Também foram oferecidos pão e água aos consumidores, para limpar o paladar entre as avaliações.

A coleta dos dados foi realizada integralmente através do software *Compusense Cloud* (Compusense Inc., Guelph, Ontario, Canada) com o auxílio de *tablets* (Samsung Tab E/SM-T560/9.6”) para facilitar a interação software-consumidor (VISALLI et al. 2016).

Tabela 6. Etapas e descrição detalhadas da aplicação de TDS para avaliação de bacon defumado com madeiras de reflorestamento e fumaça líquida.

Etapas	Descrição
Recrutamento e seleção (2 – 3 dias)	Realizado através de mídias sociais, anúncios no restaurante universitário e e-mail para os interessados em participar do estudo. Juntamente com a divulgação foi enviado um formulário para a coleta das características sócio-demográficas dos consumidores e que poderia ser preenchido também previamente à análise.
Escolha dos atributos (até 1 semana)	Foi realizado seguindo pesquisas em houve aplicação de análise sensorial com testes e amostras semelhantes à do estudo. Posteriormente foi realizado um pequeno teste (degustação) com avaliação das amostras pela equipe responsável pelo estudo, seguido do levantamento de atributos e seleção até resultar em uma lista adequada para as amostras em estudo, com isto restaram 10 atributos.
Treinamento dos consumidores (15 – 30 minutos)	No dia da avaliação foi realizada uma apresentação para os consumidores em forma de <i>slides</i> com a definição do conceito de dominância, seguido de uma atividade prática com uma amostra de bala de modo a facilitar a familiarização dos provadores com o conceito.
Introdução ao software (10 minutos)	Prévio a avaliação realizou-se uma demonstração e habilitação dos consumidores ao <i>software Compusense</i> usado na coleta de dados, e também uma aplicação fictícia de um teste com <i>tablet</i> utilizando uma amostra de barra de cereal.
Preparo das amostras (15-20 minutos)	O descongelamento das amostras de bacon foi realizado no dia anterior à aplicação do teste. Os bacons foram cortados em tiras (5 cm) e fritos em chapa previamente aquecida (5-10 minutos, até que atingisse cerca de 150°C). Para a manutenção da temperatura havia uma estufa (80°C) no local da avaliação para aquecimento das amostras caso necessário.
Avaliação e protocolo (0-90 segundos, para cada amostra)	A avaliação das amostras foi descrita de acordo com o seguinte protocolo para a degustação: “Por favor coloque a amostra na boca, pressione o botão <i>START</i> e comece a mastigar o produto, mantenha a amostra na boca e mastigue até estar pronta para deglutição. Avalie a amostra durante a mastigação e após a deglutição (Não existe limite de tempo). Indique o atributo dominante tal

	<i>como o percebe clicando no atributo abaixo, quando um novo atributo for percebido como dominante, clique no novo atributo. Após 90 segundos o temporizador termina. Pressione PRÓXIMO quando ele aparecer”.</i>
Limpeza do palato e intervalo (15 minutos)	Ao final de cada avaliação era fornecido aos consumidores água e pão para a limpeza do palato. Após quatro amostras havia um intervalo para descanso, onde poderiam sair das cabines e aguardar até que estivessem prontos para finalizar a avaliação.
Coleta de dados (3 dias)	A coleta dos dados foi realizada automaticamente pelo software <i>Compusense</i> no momento da análise, o experimento foi realizado em 3 dias seguidos com um total de 66 consumidores.
Análise de dados (até 1 semana)	A análise dos dados foi computada manualmente utilizando o pacote <i>TempR</i> no ambiente R. Para a construção das curvas do TDS foi aplicada a fórmula conforme item 4.3.6. A figura que representa a trajetória percorrida pelas amostras foi construída com base na Análise de componentes principais baseada na matriz de correlação de Pearson, e a importância das dominâncias foi plotada de acordo com a modificação do tamanho das vinhetas em função dos <i>scores</i> fatoriais.

4.3.3 Seleção dos atributos

Os atributos sensoriais foram selecionados seguindo as recomendações de Pineau et al. (2012), e a partir de estudos preliminares com bacon defumado realizados através da aplicação de Análise Descritiva (SALDAÑA et al. 2018) os quais foram testados previamente e validados pela equipe interna do LQPC. Os dez atributos selecionados foram defumado, salgado, gorduroso, crocante, macio, torrado, suculento, duro, fibroso e amadeirado, os quais foram apresentados de forma balanceada entre cada provador. No entanto, a ordem dos atributos na lista foi a mesma para todas as avaliações, com o intuito de facilitar a seleção da sensação dominante pelos consumidores durante o teste.

4.3.4 Treinamento

Anterior à execução do teste foi realizado um treinamento de sessão única com os consumidores, com duração de 15 minutos, onde foi apresentado o método Dominância Temporal de Sensações e a definição do termo sensação dominante esclarecida, seguido da realização de uma pequena atividade prática utilizando uma bala tipo *toffe* sabor de café, conforme descrito por Pineau; Schilch (2015), onde o termo dominante foi definido como aquele que “mais chama a atenção em determinado momento, não sendo necessariamente o mais intenso”. A atividade prática com a bala demonstrou aos consumidores que o sabor do café pode não ser tão intenso quanto o sabor de “doce, leite, ou creme”, mas foi suficiente para se considerar a sensação dominante porque chamou mais a atenção. Os consumidores entenderam também que diferentes sensações dominantes podem ser percebidas durante a degustação de um alimento. Ainda foi realizado um teste com uma barra de cereal comercial para familiarizar os consumidores com a execução do TDS no *tablet* com o software *Compusense Cloud* (Compusense Inc., Guelph, Ontario, Canada).

4.3.5 Procedimentos de avaliação

Com o intuito de padronizar o processo de avaliação das amostras, foi elaborado um protocolo detalhado para avaliação de bacon defumado durante a mastigação e depois da deglutição. Primeiramente, os dez atributos foram apresentados de forma simultânea na tela do *tablet*. Para iniciar o teste era necessário inserir a amostra na boca e em seguida clicar no botão “*start*” e iniciar o processo de mastigação. Durante o período de mastigação e após a deglutição foi solicitado que o consumidor escolhesse o atributo sensorial dominante, e quando julgasse necessário, o teste poderia ser encerrado clicando no botão “*stop*” ou depois de ~90 segundos (tempo máximo, baseado nos pré-testes). Importante enfatizar que os provadores não eram forçados a utilizar todos os termos presentes na lista de atributos, podendo selecionar um atributo dominante mais de uma vez durante o teste.

Entre uma amostra e outra os consumidores foram orientados a consumir o pão e água para limpar o paladar. Para evitar a fadiga sensorial devido ao grande número de amostras, oito, foi estabelecido um intervalo com duração de dez a quinze minutos ao final da avaliação da quarta amostra. Na Figura 13 é apresentado um esquema que demonstra a sequência de etapas realizadas pelos consumidores durante a análise.

Figura 13. Esquema do procedimento realizado para avaliação das amostras.

4.3.6 Delineamento experimental e análise de dados

O bacon foi elaborado utilizando um delineamento em blocos balanceado considerando como blocos dois processamentos independentes. Os resultados da Dominância Temporal de Sensações foram representados pelas taxas de dominância calculadas para cada atributo e amostra, esse valor foi obtido dividindo o número de vezes que esse atributo foi citado pelo número de consumidores. As taxas de dominância foram então representadas frente ao tempo de avaliação. Ainda foram inseridas duas linhas para facilitar a interpretação dos gráficos, a primeira é chamada de “nível de chance” (P_0) e representa o nível no qual um termo foi selecionado ao acaso, sendo igual a $1/p$, onde p representa o número de atributos. A segunda linha é conhecida como “nível de significância” e corresponde ao valor mínimo para uma sensação ser considerada significativamente dominante à $p = 0,05$. O nível de significância foi calculado por meio de um teste binomial baseado em uma aproximação normal, através da equação abaixo em que P_s representa o nível de significância e n o número de consumidores (PINEAU et al. 2009b). O pacote tempR foi utilizado para processar os resultados do TDS (CASTURA, 2017).

$$P_s = P_0 + 1.645 \sqrt{\frac{P_0(1 - P_0)}{n}} \quad (1)$$

Além disto, foi realizada uma Análise de Componentes Principais (PCA) baseada na matriz de correlação de Pearson sobre a duração média de cada sensação dominante, para obter uma representação multidimensional da duração das sensações dominantes associadas as amostras. Para considerar a importância de cada sensação dominante, o tamanho das vinhetas das amostras foi modificado em função dos scores fatoriais.

4.4 Resultados e Discussão

4.4.1 Dominância temporal de sensações

As taxas de dominância do TDS são apresentadas (Figura 14) onde pode-se verificar os atributos considerados dominantes pelos consumidores ao longo da degustação 0~90 segundos (s). Para a amostra *Acacia mangium* foram percebidos como dominante crocante, defumado e suculento. O atributo crocante foi verificado logo nos primeiros (20 s) da avaliação, seguido de defumado que permaneceu como dominante até (40 s). Por fim, os consumidores caracterizaram a amostra através do atributo suculento. Para a amostra *Acacia mearnsii*, nos primeiros (10 s) o atributo crocante foi significativamente dominante, seguido de defumado durante (25 s) de avaliação, desde (15 s) até (40 s), após (40 s) não foram observados outros atributos dominantes. Em relação a Bambu, as dominâncias significativas foram atribuídas à crocante (0-15 s), amadeirado (5-10 s), defumado (17-45 s) e suculento (10-42 s). É importante destacar que os atributos amadeirado, defumado e suculento foram dominantes simultaneamente. A amostra de bacon defumado com madeira Bracatinga apresentou como dominantes os seguintes atributos: crocante (5-8 s), amadeirado (5-10 s), suculento (10-42 s) e defumado (10-50 s). É possível observar que os atributos em destaque foram semelhantes aos encontrados para Bambu, porém, para a amostra Bracatinga as dominâncias amadeirado, suculento e defumado permaneceram como dominantes por mais tempo de avaliação. A amostra Eucalipto apresentou dominâncias para os atributos crocante que foi percebido logo no início da mastigação (10 s) seguida pelo atributo duro (15 s) e por fim suculento (20 a 30 s) de análise, enquanto que para a amostra de bacon defumado com madeira Teca os atributos dominantes foram crocante (0-15 s), gorduroso (15 s), defumado (15-50 s) e suculento (25-40 s). Já para a amostra *Red Arrow* que recebeu pulverização de fumaça líquida os atributos dominantes foram crocante (0-18 s), torrado (19 s), suculento (20-30 s), e torrado (20-38 s).

As principais diferenças nas dominâncias entre as amostras estão relacionadas ao sabor, devido aos diferentes processos de defumação que o produto foi submetido (SALDAÑA et al. 2018) e à textura, devido ao processo de mastigação das amostras na cavidade oral dos consumidores (PANOUILLE et al. 2014). A percepção dos atributos relacionados ao sabor e textura dependem da etapa de mastigação do alimento, já que quando modificada a estrutura física do alimento, este libera compostos que modificam sabor ao longo da mastigação (FOSTER et al. 2011). A esse respeito, Fizman & Tarrega (2017) relataram que a crocância está relacionada à reação da massa alimentar e força necessária para a quebra do alimento, sendo influenciada pela ação da língua, dentes e palato ao longo da primeira mordida. Por isso, o atributo crocante é percebido principalmente no início da degustação, porém por curtos períodos de tempo, como verificado em todas amostras (0~20 s). Comportamento semelhante foi verificado por (BRAGHIERI et al. 2016; LORIDO et al. 2016; PAULSEN et al. 2014) para aplicação de TDS em salsichas secas, presunto curado e linguças, onde atributos de textura foram verificados logo no início da análise e por um período curto de tempo.

O atributo suculento foi dominante para as amostras de bacon, exceto para Eucalipto e *Red arrow*. Fizman; Tarrega (2017) destacam que a percepção da suculência está relacionada com a presença de água e gordura no alimento e também com a facilidade de liberação desta fase líquida no alimento ao longo da mastigação, resultando na sensação sensorial de suculência. Esta relação água/gordura presente nas amostras pode influenciar também na percepção de outros atributos de textura. Lorido et al. (2016) relacionou o conteúdo de gordura com a suculência para amostras de presunto curado seco, com quantidade de sal normal e reduzida, onde foi observado que as amostras com percentual de gordura intramuscular intermediário (12.96 ± 1.79 e 13.05 ± 2.02) demonstraram picos de dominâncias para fibroso

em relação as demais. É importante lembrar que o corte cárneo utilizado para a produção dos bacons foi *pancetta*, um corte considerado mais nobre, com menor conteúdo de gordura e mais carne, em relação ao bacon comercial.

A percepção de sabor amadeirado e defumado, foi observada no meio da mastigação das amostras, conforme pode ser observado na (Figura 14), que é quando há a liberação dos compostos de aroma e sabor associados à massa alimentar durante a mastigação através do encolhimento da matriz do alimento e contato com a saliva resultando na liberação dos compostos voláteis e quebra das ligações entre os compostos de sabor (FOSTER et al. 2011). O que explica os atributos amadeirado e defumado serem percebidos nas amostras principalmente no meio da avaliação, principalmente como um atributo de sabor, o que está relacionado aos compostos da madeira que são liberados ao longo da queima e auxiliam na decomposição de carbonilas e compostos fenólicos (MONTAZERI et al. 2013) através de reações entre carboidratos, lipídios, proteínas, como os aldeídos, piridinas, pirazinas, furanos, álcoois e cetonas, dentre estes pentanal, hexanal, 2-hexenal, heptanal, benzaldeído, ocatanal e nonanal (FLORES, 2011; SOARES et al. 2016), que não foram quantificados neste estudo.

Com a aplicação de diferentes madeiras para a defumação das amostras de bacon, espera-se a detecção do sabor típico amadeirado e defumado pelos consumidores, porém não a diferenciação entre os mesmos uma vez que a detecção de um sabor de madeira muito específico (por exemplo sabor de defumado de carvalho) é menos propenso a ser uma nota de sabor e aroma característica, portanto os atributos defumado e amadeirado resultam de uma combinação de intensidades de notas específicas o que dificulta a sua diferenciação, principalmente em estudos realizados com consumidores, já que espera-se aspectos mais rigorosos de diferenciação de uma equipe treinada (JAFFE; WANG; CHAMBERS, 2017).

Em relação à percepção de sabor defumado e amadeirado nas amostras, estas não foram percebidas nos bacons com fumaça líquida e Eucalipto (Figura 14) onde a dominância torrado foi percebida no final das análises. As dominâncias percebidas comumente estão relacionadas à presença de sabor e aroma nas amostras. Por uma questão metodológica do TDS a ausência de um atributo de sabor leva o consumidor a intuitivamente marcar um atributo de textura, pois, ao não sentir nenhuma característica de aroma e sabor a percepção das dominâncias se concentra na textura. Isso explica a dominância torrado nas amostras, já que não foram observados atributos de aroma e sabor. Resultados semelhantes foram encontrados por Braghieri et al. (2016) para TDS com linguças curadas pois, no final da mastigação não houveram dominâncias para sabor a percepção dos consumidores foi atribuída à oleoso, que é um atributo de textura. Lorigo et al. (2016) ainda destaca que no TDS é realizado o registro e comparação de vários atributos ao longo do tempo e com isto os participantes realmente precisam escolher um atributo dominante. Sabe-se que a última fase da mastigação é caracterizada pela viscosidade da massa alimentar formada, metodologicamente no TDS um atributo com uma alta taxa de dominância não é necessariamente o mais intenso nesse instante, mas sim o que mais capta a atenção dos participantes e, conseqüentemente, sua percepção (FISZMAN; TARREGA, 2017; PINEAU et al. 2009).

Figura 14. Curvas de dominância para sete amostras de bacon defumado: Taxas de dominância versus tempo de análise (segundos). Linhas horizontais representam linha de chance e linha de significância.

4.4.2 Trajetória sensorial dinâmica

Na Figura 15 é possível observar uma representação gráfica multivariada da trajetória percorrida pelas amostras de bacon ao longo da avaliação sensorial realizada pelos consumidores. As linhas coloridas representam as amostras, onde cada traço ao longo da avaliação indica 10 s do período de avaliação. Os dois primeiros componentes representaram 75% da variância explicada (58% para a primeira dimensão, 17% para a segunda dimensão). As amostras realizaram sua trajetória no espaço perceptual das sensações dominantes.

Os atributos dominantes estão posicionados na parte positiva do primeiro componente principal ao longo da segunda dimensão (tanto no lado superior quanto no lado inferior, ver Figura 15). Esta primeira dimensão está relacionada diretamente com o tempo de avaliação das amostras. Já a parte negativa representa tanto o início quanto o final da degustação e a parte positiva representa a parte intermediária, onde a maioria de atributos sensoriais foram percebidos como dominantes. Esta descrição concorda com o processo de consumo dos alimentos, uma vez que ao iniciar a análise não houve um processo de mastigação envolvido, e no final também, pois provavelmente a amostra já deveria ter sido engolida.

Na segunda dimensão verificou-se a variação dos atributos dominantes na etapa intermediária de degustação, isto é, nesta etapa em que pode se dizer que há diferenças entre as amostras devido as sensações dominantes percebidas. No lado direito inferior desta dimensão são observados os atributos relacionados à textura (crocante, torrado, gorduroso e macio) que foram percebidos no início da análise. No lado direito superior têm-se os atribuídos aroma e sabor, salgado, amadeirado, defumado e também de textura fibrosa e suculenta, que foram percebidos numa etapa posterior da degustação. Resultados semelhantes foram encontrados por Braghieri et al. (2016) e Lorido et al. (2016) que caracterizaram amostras de língua curada e presunto curado utilizando o TDS, e que verificaram que no início da avaliação foram detectados os atributos relacionados à textura e propriedades dos alimentos, seguido pela parte intermediária da mastigação com a percepção de atributos de sabor. No trabalho de Braghieri com línguas secas, as dominâncias foram para duro, seguido de suculento, *flavour* (atribuído à sabor) e oleoso. No estudo conduzido por Lorido et al. (2016) foram dominantes somente os atributos de textura duro no primeiro estágio da mastigação e fibroso e suculento na segunda fase de formação do *bolus*.

Considerando a parte positiva da segunda dimensão do PCA, o atributo defumado apresentou-se como mais importante, quando comparado aos demais, uma vez que está mais distante da origem. Neste estudo na parte negativa da segunda dimensão, o atributo crocante foi um dos mais importantes quando comparado à torrado, gorduroso, duro e macio. Os atributos de maior importância defumado e crocante indicam que há duas etapas diferentes na mastigação, sendo a primeira relacionada à força necessária para deixar o alimento pronto para a deglutição (SALDAÑA et al. 2015) e o segundo atributo o produto da mastigação e da liberação das moléculas de sabor na estrutura do alimento. As amostras Bracatinga, Bambu e Teca foram as que obtiveram os maiores tempos de dominâncias para defumado, este atributo permaneceu em evidência para os consumidores por mais tempo. Através da trajetória no PCA é possível observar isto, pois estas amostras foram as que mais se aproximaram de defumado e amadeirado, e permaneceram até o final da degustação.

De um modo geral a avaliação das trajetórias percorridas pelas amostras ao longo da avaliação contribui para a percepção dos diferentes atributos que foram dominantes entre as amostras, e em qual momento específico eles podem ser destacados, pois, esta forma de avaliação permite analisar a percepção do consumidor de um alimento enquanto ela é modificada, ao longo do tempo. Estes resultados concordam com os apresentados na Figura 14, já que os atributos duro, torrado, gorduroso, macio, suculento, salgado, amadeirado, fibroso e defumado foram dominantes

na maioria das amostras. O gráfico de trajetórias é muito útil para entender o processamento oral dos consumidores, representando na primeira dimensão o início e final da mastigação e na segunda dimensão o caminho percorrido durante a mesma.

Figura 15. Análise de componentes principais (PCA). Biplot representando as trajetórias percorridas pelas sete amostras de bacon durante o período de análise.

4.4.3 Duração dos atributos dominantes

Em complemento, foi realizada análise de componentes principais (PCA) sobre a duração dos atributos dominantes ao longo da degustação de todas as amostras. Os dados foram estruturados com as amostras e o tempo de dominância de cada atributo em cada coluna. Na figura 16 (A) e (B) são representadas as amostras e a duração dos atributos dominantes, com base no PCA e na matriz de correlação de Pearson, onde as amostras foram distribuídas em um mapa perceptual, demonstrando a diferença entre elas e nos termos de duração das dominâncias. A importância de cada amostra foi representada pelo tamanho dos círculos, onde um atributo é mais importante se o círculo for maior (SYMONEAUX; GALMARINI, 2014).

A Figura 16 (A) indica que as amostras Teca, *Red arrow*, e Bracatinga tiveram uma maior duração das dominâncias, isto é, os atributos considerados dominantes nessas amostras duraram mais tempo do que as outras. As mesmas foram caracterizadas por “torrado e crocante”, “salgado, suculento, macio”, e “fibroso, duro e amadeirado”, respectivamente. As demais amostras apresentaram menor duração das dominâncias. Esses resultados são interessantes pois permitem caracterizar os produtos através da duração das dominâncias atribuídas pelos consumidores e assim caracterizar a amostra, o que poderia ser aplicado no desenvolvimento de bacon para o mercado, onde através do mapa amostral forneceria diferentes informações como por exemplo, ao utilizar a madeira Bracatinga para defumação, o bacon produzido em condições semelhantes, terá características sensoriais de fibroso, duro e amadeirado. Esses resultados são de grande importância, trazendo expectativas valiosas para indústrias processadoras e mercado de produtos cárneos brasileiros.

É importante analisar as correlações entre os vetores que representam a cada atributo. Suculento, salgado e macio tiveram a mesma duração de dominâncias (tamanho dos círculos). Por outro lado, gorduroso e defumado foram percebidos como dominante pelo mesmo período de tempo, sendo as amostras *Acacia mangium*, Bambu e Teca associadas a esses atributos. Um resultado similar foi encontrado por Saldaña et al. (2018) em que bacons defumados com madeira de *Acacia* foram percebidas como defumados dominantes. No entanto, essas associações devem ser cautelosas uma vez que no trabalho citado foi realizada uma AD, pois nesse método estático as características sensoriais são medidas no momento do consumo apenas e não de forma dinâmica como o TDS, que caracteriza as amostras através das dominâncias percebidas ao longo da degustação. Por sua vez, fibroso, duro e amadeirado tiveram uma duração de dominância maior para a amostra Bracatinga e finalmente, crocante e torrado também apresentaram tempos similares de dominância, em relação à Teca.

A aplicação desta análise de dados foi utilizada pela primeira vez por Thomas et al. (2015) no desenvolvimento de uma nova metodologia denominada *Temporal Driver of Liking* (TDL) para avaliar amostras de queijo. Posteriormente, a mesma equipe de trabalho, desta vez com Galmarini; Visalli; Schlich (2017) utilizaram os mapas de percepção baseados na duração da dominância durante a execução da metodologia TDS para explicar diferenças entre amostras de vm três ingestões, como uma forma ilustrativa de representar a duração das dominâncias em cada amostra e em cada ingestão.

Neste estudo está descrito o processo a ser realizado utilizando os resultados para duração das dominâncias, que serviu de base para análise dos dados e a construção do mapa das amostras de bacon defumado com madeiras de reflorestamento e fumaça líquida. De forma a inovar na análise de dados do TDS como um complemento às curvas de dominância gráficas que fornecem a maior parte das informações, fornecendo uma visão geral global, e maximizando a exploração do método.

(A)

(B)

Figura 16. Análise de Componentes Principais (PCA) da duração de dominâncias para as amostras de bacon defumado com madeiras de reflorestamento (A) Representação das dominâncias de amostras; (B) Projeção dos atributos dominantes relacionados as amostras.

4.5 Conclusões

A aplicação das diferentes madeiras de reflorestamento no processo de defumação de bacon atendeu os objetivos esperados demonstrando que o processo de defumação interferiu nas características sensoriais percebidas no produto, com isto as madeiras demonstraram diferentes atributos percebidos nas amostras de bacon em relação ao número e tempo da avaliação. Os resultados conduzem a um produto adequado para o consumo e com potencial uso das madeiras para aplicação industrial, visto como uma alternativa à indústria processadora de produtos defumados, visando a sustentabilidade. O método TDS permitiu caracterizar as amostras em uma perspectiva dinâmica, se destacando por ser rápido, eficaz e que requer menor tempo e custos de aplicação em comparação com a análise descritiva convencional. Por fim, é importante destacar que até o momento não foram publicados dados utilizando TDS para avaliação de bacon defumados com madeiras de reflorestamento e fumaça.

Referências

- ABPA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL.** Relatório Anual 2016. 2016. Disponível em: http://abpa-br.com.br/storage/files/3678c_final_abpa_relatorio_anual_2016_portugues_web_reduzido.pdf. Acesso em: 11 set 2017.
- ALBERT, A. et al. Comparison between temporal dominance of sensations (TDS) and key-attribute sensory profiling for evaluating solid food with contrasting textural layers : Fish sticks. **Food Quality and Preference**, v. 24, n. 1, p. 111–118, 2012.
- ANUALPEC, A. ESTATÍSTICO DA PECUÁRIA DE CORTE. Rebanho Mundial de Suínos World Hog Herds Produção Mundial de Carne Suína Suínos e Outros. **FNP Consultoria e comércio, LTDA**, p. 205, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** Madeira – Determinação da densidade básica. NBR 11941. Rio de Janeiro, 2003a.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** Madeira - Determinação do teor de umidade de cavacos - Método por secagem em estufa. NBR 14929. Rio de Janeiro, 2003b.
- BERČÍK, J. et al. The impact of parameters of store illumination on food shopper response. **Appetite**, v. 106, p. 101–109, 2016.
- BONNY, S. P. F. et al. Untrained consumer assessment of the eating quality of beef: 1. A single composite score can predict beef quality grades. **Animal**, v. 11, n. 8, p. 1389–1398, 2017.
- BRAGHIERI, A. et al. Effect of preservative addition on sensory and dynamic profile of Lucanian dry-sausages as assessed by quantitative descriptive analysis and temporal dominance of sensations. **Meat Science**, v. 122, p. 68–75, 2016.
- BRASIL.** Agência Nacional De Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 02/01/2001. Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília - DF, 10 jan. 2001, Seção I, p. 45-53.
- BRASIL.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017. Inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília - DF, 29 de março de 2017, p. 77.
- BRASIL.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Memorando 095/2012/DICS/CGI/DIPOA, de 27 de julho de 2012. Esclarecimento quanto ao procedimento de defumação de produtos cárneos e revisão de rotulagem de produtos defumados. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília – DF, 2012.

- BRUZZONE, F.; ARES, G.; GIMÉNEZ, A. Temporal aspects of yoghurt texture perception. **International Dairy Journal**, v. 29, n. 2, p. 124–134, 2013.
- DEEGAN, K. C. et al. Effects of low-pressure homogenisation on the sensory and chemical properties of Emmental cheese. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 19, p. 104–114, 2013.
- DINNELLA, C. et al. Sensory functionality of extra-virgin olive oil in vegetable foods assessed by Temporal Dominance of Sensations and Descriptive Analysis. **Food Quality and Preference**, v. 26, n. 2, p. 141–150, 2012.
- DINNELLA, C. et al. A new approach in TDS data analysis : A case study on sweetened coffee. **Food Quality and Preference**, v. 30, n. 1, p. 33–46, 2013.
- FISZMAN, S.; TARREGA, A. The dynamics of texture perception of hard solid food: A review of the contribution of the temporal dominance of sensations technique. **Journal of Texture Studies**, p.1-11, 2017.
- FOSTER, K. D. et al. The Role of Oral Processing in Dynamic Sensory Perception. **Journal of Food Science**, v. 76, n. 2, p. R49–R61, 2011.
- GALMARINI, M. V.; VISALLI, M.; SCHLICH, P. Advances in representation and analysis of mono and multi-intake Temporal Dominance of Sensations data. **Food Quality and Preference**, v. 56, p. 247–255, 2017.
- HUTCHINGS, S. C. et al. Temporal dominance of sensations: A comparison between younger and older subjects for the perception of food texture. **Food Quality and Preference**, v. 31, n. 1, p. 106–115, 2014.
- IBÁ. Indústria Brasileira De Árvores – IBÁ. **Relatório IBÁ 2015**, ano base 2014. Brasília: IBÁ, 2015.
- JAFFE, T. R.; WANG, H.; CHAMBERS, E. Determination of a lexicon for the sensory flavor attributes of smoked food products. **Journal of Sensory Studies**, v. 32, n. 3, p.1-9, 2017.
- LANCETTE, G.A.; BENNETT, R.W. Staphylococcus aureus and Staphylococcal enterotoxins. In: DOWNES, F.P.; K. ITO (Ed), **Compendium of methods for the Microbiological Examination of Foods**. 4. ed. American Public Health Association: Washington, D.C., Cap. 39, p.387-403, 2001.
- LEE, H.-J.; YUN, Z.-S. Consumers' perceptions of organic food attributes and cognitive and affective attitudes as determinants of their purchase intentions toward organic food. **Food Quality and Preference**, v. 39, n. 2015, p. 259–267, jan. 2015.
- LELIÈVRE-DESMAS, M.; VALENTIN, D.; CHOLLET, S. Pivot profile method: What is the influence of the pivot and product space? **Food Quality and Preference**, v. 61, p. 6–14, 2017.
- LENFANT, F. et al. Perception of oral food breakdown . The concept of sensory trajectory. **Appetite**, v. 52, p. 659–667, 2009.
- LORIDO, L. et al. Reporting the sensory properties of dry-cured ham using a new language: Time intensity (TI) and temporal dominance of sensations (TDS). **Meat Science**, v. 121, p. 166–174, 2016.
- MA, Q. et al. Effect of chilled and freezing pre-treatments prior to pulsed electric field processing on volatile profile and sensory attributes of cooked lamb meats. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 37, p. 359–374, 2016.
- MEILLON, S.; URBANO, C.; SCHLICH, P. Contribution of the Temporal Dominance of Sensations (TDS) method to the sensory description of subtle differences in partially dealcoholized red wines. **Food Quality and Preference**, v. 20, n. 7, p. 490–499, 2009.
- MEYNERS, M.; PINEAU, N. Statistical inference for temporal dominance of sensations data using randomization tests. **Food Quality and Preference**, v. 21, n. 7, p. 805–814, 2010.
- MILLER, R. K. The Eating Quality of Meat: Sensory Evaluation of Meat. **Lawrie's Meat Science**. Elsevier. 2017. Cap. 15. p. 461–499.

- MONTAZERI, N. et al. Refined liquid smoke: A potential antilisterial additive to cold-smoked sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*). **Journal of Food Protection**, v. 76, n. 5, p. 812–819, 2013.
- MONTELEONE, E. et al. Exploring influences on food choice in a large population sample: The Italian Taste project. **Food Quality and Preference**, v. 59, p. 123–140, 2017.
- MORTON, R. D. Aerobic Plate Count. In: **Compendium of methods for the Microbiological Examination of Foods**. 4. ed. 2001. American Public Health Association: Washington, D.C., Cap. 7, p.63-67.
- NG, M.; CHAYA, C.; HORT, J. The influence of sensory and packaging cues on both liking and emotional, abstract and functional conceptualisations. **Food Quality and Preference**, v. 29, n. 2, p. 146–156, 2013.
- PACKAGE, T.; TEMPORAL, T.; DATA, S. Package “tempR”. 2017.
- PANOUILLE, M. et al. Oral processing and bolus properties drive the dynamics of salty and texture perceptions of bread. **Food Research International**, v. 62, p. 238–246, 2014.
- PAULSEN, M. T. et al. Effects of NaCl substitution on the sensory properties of sausages: Temporal aspects. **Meat Science**, v. 98, n. 2, p. 164–170, 2014.
- PINEAU, N. et al. Temporal Dominance of Sensations: Construction of the TDS curves and comparison with time–intensity. **Food Quality and Preference**, v. 20, n. 6, p. 450–455, 2009.
- PINEAU, N. et al. Temporal Dominance of Sensations: What is a good attribute list? **Food Quality and Preference**, v. 26, n. 2, p. 159–165, 2012.
- PINEAU, N.; SCHILCH, P. Temporal dominance of sensations (TDS) as a sensory profiling technique. In: DELARUE, J.; LAWLOR, J. B.; ROGEAUX, M. **Rapid Sensory Profiling Techniques and Related Methods: Applications in New Product Development and Consumer Research**. p. 269–306, 2015.
- RAIMUNDO, L. M. B.; BATALLHA, M. O. Mercado de carne suína na cidade de São Paulo: segmentos e estratégias. **Gestão & Produção**, v. 22, n. 2, p. 391–403, 2015.
- RAMAKRISHNAN, S.; MOELLER, P. Liquid smoke: Product of hardwood pyrolysis. **Fuel Chemistry Division Preprints**, v. 47, n. 1, p. 366–367, 2002.
- SALDAÑA, E. et al. Microstructure, texture profile and descriptive analysis of texture for traditional and light mortadella. **Food Structure**, v. 6, p. 13–20, 2015.
- SALDAÑA, E. et al. A sensometric approach to the development of mortadella with healthier fats. **Meat Science**, v. 137, p. 176–190, 2017.
- SALDAÑA, E. et al. Descriptive analysis of bacon smoked with Brazilian woods from reforestation: methodological aspects, statistical analysis, and study of sensory characteristics. **Meat Science**, v. 140, n. 140, p. 44–50, 2018.
- SCHLICH, P. Temporal Dominance of Sensations (TDS): a new deal for temporal sensory analysis. **Current Opinion in Food Science**, v. 15, p. 38–42, 2017.
- ŠIMKO, P. Factors affecting elimination of polycyclic aromatic hydrocarbons from smoked meat foods and liquid smoke flavorings. **Molecular Nutrition and Food Research**, v. 49, n. 7, p. 637–647, 2005.
- SOARES, J. M. et al. Antimicrobial and antioxidant activity of liquid smoke and its potential application to bacon. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 38, p. 189–197, 2016.
- SYMONEAUX, R.; GALMARINI, M. V. Open-Ended Questions. **Novel Techniques in Sensory Characterization and Consumer Profiling**, CRC Press, p. 307-332, 2014.
- TAPPI T 264 cm-97. **Preparation of wood for chemical analysis**. Atlanta: Tappi Pres, 1997.
- THOMAS, A. et al. Temporal Drivers of Liking. **Food Quality and Preference**, v. 40, p. 365–375, mar. 2015.
- TOLDRÁ, F. The Storage and Preservation of Meat. In: **Lawrie’s Meat Science**. [s.l.] Elsevier, 2017. p. 265–296.

- VALENTIN, D. et al. Quick and dirty but still pretty good: A review of new descriptive methods in food science. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 47, n. 8, p. 1563–1578, 2012.
- VARELA, P.; PINTOR, A.; FISZMAN, S. How hydrocolloids affect the temporal oral perception of ice cream. **Food Hydrocolloids**, v. 36, p. 220–228, 2014.
- VISALLI, M. et al. Should I use touchscreen tablets rather than computers and mice in TDS trials? **Food Quality and Preference**, v. 52, p. 11–16, 2016.