



MARIELLE MARIA DE OLIVEIRA PAULA

**QUALIDADE TECNOLÓGICA E SENSORIAL DE
APRESUNTADOS ELABORADOS COM CARNES PSE E
RFN E DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE SAL**

**LAVRAS-MG
2018**

MARIELLE MARIA DE OLIVEIRA PAULA

Qualidade tecnológica e sensorial de apresuntados elaborados com carnes PSE e RFN e diferentes concentrações de sal

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos para a obtenção do título de Mestre

Prof. Dr. Eduardo Mendes Ramos
Orientador

Prof. Dr. João de Deus Souza Carneiro
Coorientador

**LAVRAS-MG
2018**

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

Paula, Marielle Maria de Oliveira.

Qualidade tecnológica e sensorial de apesuntados elaborados
com carnes PSE e RFN e diferentes concentrações de sal / Marielle
Maria de Oliveira Paula. - 2018.

91 p. : il.

Orientador(a): Eduardo Mendes Ramos.

Coorientador(a): João de Deus Souza Carneiro, Alcinéia de
Lemos Souza Ramos, Augusto Aloísio Benevenuto Júnior.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Lavras, 2018.

Bibliografia.

1. Análise sensorial. 2. Produto cárneo curado e cozido. 3.
Sódio. I. Ramos, Eduardo Mendes. II. Carneiro, João de Deus
Souza. III. Ramos, Alcinéia de Lemos Souza. IV. Júnior, Augusto

MARIELLE MARIA DE OLIVEIRA PAULA

**QUALIDADE TECNOLÓGICA E SENSORIAL DE APRESUNTADOS
ELABORADOS COM CARNES PSE E RFN E DIFERENTES
CONCENTRAÇÕES DE SAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos para a obtenção do título de Mestre

APROVADA em 28 de fevereiro de 2018.

Dr. João de Deus Souza Carneiro	UFLA
Dra. Alcinéia de Lemos Souza Ramos	UFLA
Dr. Augusto Aloísio Benevenuto Júnior	IF Sudeste

Prof. Dr. Eduardo Mendes Ramos
Orientador

**LAVRAS-MG
2018**

*A Deus.
Aos meus pais, Manoel e Tânia,
por representarem o meu maior porto seguro...
Com amor, DEDICO.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me concedido o dom da vida. “A Ele toda honra e toda a glória”.

Obrigada por estar sempre comigo meu Pai!

À Nossa Senhora, minha mãezinha, obrigada pelas bênçãos e pela proteção.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciência dos Alimentos, pela grande oportunidade.

À CAPES, pelo fornecimento da bolsa de estudos.

Ao Professor e orientador, Eduardo, por toda a paciência, ensinamentos e todo o apoio durante meu trabalho. Sem dúvidas um exemplo de dedicação e profissionalismo. Muito obrigada por tudo!

Ao professor João de Deus, pela coorientação, ajuda e incentivo. Obrigada!

À professora Alcinéia, por toda ajuda, disponibilidade, ensinamentos, e por ter aceitado participar da banca, enriquecendo o meu trabalho. Obrigada!

Ao professor Augusto, por ter aceitado participar da banca, contribuindo ainda mais para o trabalho, fiquei muito feliz com sua presença. Obrigada!

Ao professor Paulo Rogério, agradeço pelos conselhos, ensinamentos e grande ajuda.

A todos os meus professores, por contribuírem com meu conhecimento e crescimento.

Aos técnicos e funcionários do DCA, em especial: Ana Elisa e Aline, por estarem sempre presentes, com bom humor, uma boa conversa e carinho.

Aos meus amigos do LabCarnes, os quais me receberam muito bem em Lavras, tornando o ambiente e os momentos prazerosos. Vocês se tornaram grandes amigos!

Obrigado também pela ajuda e apoio: Abelito, Ana Paula, Angélica, Douglas, Gabi, Greicy, Hewerton, Jeferson, Letícia, Livia, Loris, Luanna, Lucas, Maiara e Sâmia.

Aos meus amigos do DCA/UFLA, obrigada pelo ombro amigo oferecido, e os momentos felizes vivenciados, em especial: Ana Carolina, Claudine e Luanna, pessoas especiais que o mestrado me proporcionou conhecer.

À Renata Rocha, por toda boa vontade e ajuda com a parte sensorial.

Às minhas companheiras da república “Camponesas”, em especial à Anny, Nádja e Renatinha. Obrigada meninas, pelas vezes que me escutaram, me apoiaram e acima de tudo, vibraram comigo! Vocês são dez!

Aos meus pais, Tânia e Manoel, vocês são meus heróis! Obrigada por todo o amor, incentivo e confiança depositada sobre mim. Todas as minhas vitórias são dedicadas a vocês, meus exemplos de vida. Amo vocês!

Ao meu irmão José Gabriel, por todo companheirismo, amizade, cumplicidade e apoio incondicional. Obrigada por estar sempre ao meu lado e acreditar em mim.

Aos meus pequeninos, Esther, Bia e João Gabriel, por tornarem os meus dias mais leves e coloridos.

À minha Vovó Lilia, ao meu tio José Carlos e a todos os meus familiares, por estarem sempre presentes. Obrigada pelas orações, e por torcerem sempre pelo meu sucesso.

Às minhas amigas “Soberanas de Botas”: Bia, Jéssica, Karlinha, Laris, Sam e Thuany, obrigada por compreenderem meus dias de ausência, pelo incentivo e por sempre acreditarem em mim.

Aos meus amigos Dylan, Andréia, Jussara, Natália, Tairine, Débora, Dani e Anira, os meus sinceros agradecimentos pelos anos de amizade e carinho.

Aos amigos de Rio Pomba, em especial: Juliana, Mírian, Daiane, Ana Nery, Talita, Renata, Raíssa, Andressa, Dalila, Jean, Sebastião, Graziela, Nataly, Marlucy. Levarei vocês para sempre no coração! Obrigada por todo apoio desde a graduação!

Aos professores Maurício, Vanessa e a todos os meus professores do IFsudeste – Rio Pomba, por terem acreditado em mim e me ajudado a chegar onde cheguei, obrigada pelos ensinamentos e amizade.

Ao IFsudeste – Campus Rio Pomba, por ter me proporcionado uma graduação maravilhosa.

NINGUÉM VENCE SOZINHO! OBRIGADA A CADA UM DE VOCÊS!

*“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar.
Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota.”*

(Madre Teresa de Calcutá)

RESUMO GERAL

Com a atual necessidade de redução de sódio, juntamente com a incidência de carne PSE nos abatedouros do Brasil, objetivou-se avaliar a qualidade tecnológica e sensorial de apresuntados elaborados com carnes PSE e normal (RFN) e diferentes concentrações de sal (0,8%, 1,2%, 1,6%, 2,0% e 2,4%). A atividade de água (A_w), foi reduzida ($P < 0,05$) quando o sal foi adicionado com diferentes comportamentos para os tipos de carne. A perda de peso por cozimento (PPC) e perda de peso por exsudação (PEX), aumentaram ($P < 0,05$) à medida que o teor de sal foi diminuído. A dureza apresentou menores valores ($P < 0,05$) com a redução de sal, e os apresuntados PSE apresentaram maior flexibilidade e menor coesividade quando comparados aos RFN. A energia de fratura foi maior ($P < 0,05$) nos apresuntados RFN do que com carne PSE. Para o índice de vermelho (a^*) e índice de amarelo (b^*), a redução de sal aumentou ($P < 0,05$) os valores de a^* , enquanto o uso de carne PSE aumentou os valores de a^* e reduziu ($P < 0,05$) os valores de b^* . A saturação (C^*) foi afetada ($P < 0,05$) pelo sal, e sua redução implicou na cor das amostras mais intensas. Já o tipo de carne, afetou a tonalidade (h^*), onde os apresuntados PSE apresentaram uma tonalidade reduzida. A percepção do sabor salgado foi maior nos produtos elaborados com carne PSE do que com carne normal. Apesar de haver uma maior preferência pelas amostras elaboradas com maiores teores de sal (2,0 a 2,4%), os julgadores preferiram as amostras elaboradas com carne PSE quando menores concentrações de sal ($< 1,6\%$) foram utilizadas. A seguir, foi realizada uma caracterização do perfil sensorial dos apresuntados também com carne normal (RFN) e PSE, e os níveis de sal 1,2%, 1,6% e 2,0%, que foram determinados a partir do primeiro experimento. Menores teores de sal implicaram ($P < 0,05$) em maiores notas de aceitação para o sabor e impressão global, sendo que amostras elaboradas com carne PSE foram ($P < 0,05$), mais aceitas para a impressão global dos produtos. Através da metodologia CATA observou-se que a amostra PSE 1,2%, apresentou como termos descritores “sabor característico de apresuntado”, “suculenta” e “macia” o que pode ter contribuindo de forma positiva para a sua aceitação, entretanto, as amostras RFN 2,0% e 1,6%, foram relacionadas aos termos de texturas como “borrachenta” e “dura”, afetando de forma negativa sua aceitação, o que foi possível observar através dos mapas de preferência interna dos atributos. No TDS, o “sabor de apresuntado” sempre foi relatado no início da degustação, seguido do “gosto salgado” nas amostras com 1,6% ou mais de sal ou do “sabor residual” ou “sabor de carne” nas amostras com 1,2% de sal. No geral, buscando atingir as metas para redução de sal, juntamente com a utilização de carne PSE, em produtos cárneos, concluiu-se que a adição de sal na faixa de 1,2%, juntamente com a carne PSE, nos apresuntados, demonstraram-se benéficas, com ínfimas mudanças na qualidade tecnológica dos apresuntados e com uma boa resposta quanto ao seu perfil sensorial.

Palavras-chaves: Análise sensorial. Produto cárneo curado cozido. Qualidade. Sódio.

GENERAL ABSTRACT

With the current need for sodium reduction, together with the incidence of PSE meat in slaughterhouses in Brazil, the objective of this study was to evaluate the technological and sensorial quality of prepared fish with PSE and normal meat (RFN) and different concentrations of salt (0.8%, 1.2%, 1.6%, 2.0% and 2.4%). The water activity (A_w) was reduced ($P < 0.05$) when the salt was added with different behaviors for the meat types. The values for cooking loss (PPC) and expressive moisture (PEX) increased ($P < 0.05$) as the salt content was decreased. The hardness presented lower values ($P < 0.05$) with the salt reduction, and the presented PSE restructured cooked hams greater flexibility and less cohesiveness when compared to the RFN. The fracture energy was higher ($P < 0.05$) restructured cooked hams in the RFN than the PSE. For the redness (a^*) and yellowness (b^*) the salt reduction increased ($P < 0.05$) the values in redness while the use of PSE meat increased the values in redness and reduced ($P < 0.05$) the values of yellowness. The coordinates of chroma (C^*) was affected ($P < 0.05$) by the salt, its reduction implied in the color of the more intense samples; already the type of meat affected the hue angle (h^*), where the restructured cooked hams PSE presented a reduced tone. The saltiness was higher in the products elaborated with PSE meat than with normal meat. Although there was a higher preference for the elaborated samples with higher salt content (2.0 to 2.4%), the judges preferred the samples made with PSE meat when smaller concentrations of salt (<1.6%) were used. A sensorial profile characterization was also carried out on the restructured cooked hams of normal meat (RFN) and PSE and the salt levels 1.2%, 1.6% and 2.0%, which were determined from the first experiment. Lower salt content ($P < 0.05$) resulted in higher acceptance scores for the flavor and overall impression, and PSE meat samples were ($P < 0.05$) more accepted for the overall impression of the products. Through the CATA methodology, it was observed that the sample PSE 1.2%, presented as descriptors terms "flavor characteristic of restructured cooked hams", "juicy" and "tenderness", which may have contributed positively to its acceptance, however, the samples RFN 2.0% and 1.6%, were related to the terms of textures as "boring" and "tough", negatively affecting their acceptance, which could be observed through the internal preference maps of the attributes. In the TDS, the "flavor characteristic of restructured cooked hams" was always reported at the beginning of the tasting, followed by the "saltiness" in the samples with 1.6% or more salt or the "residual flavor" or "meat flavor" in the samples with 1.2% salt. In general, in order to achieve the salt reduction goals together with the use of PSE meat in meat products, it is concluded that the addition of salt in the 1.2% range along with the PSE meat in the restructured cooked hams ones proved to be beneficial, with changes in the technological quality of those present and with a good response to their sensorial profile.

Keywords: Cured cooked meat product. Quality. Sensory analysis. Sodium.

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE	12
1 INTRODUÇÃO	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 Sal (cloreto de sódio).....	14
2.1.1 Implicações a saúde.....	14
2.1.2 Acordos para redução de sal em alimentos.....	15
2.1.3 Implicações tecnológicas em produtos cárneos.....	17
2.1.4 Redução de sódio em produtos cárneos.....	19
2.2 Carnes PSE.....	22
2.2.1 Utilização de carne PSE em produtos cárneos.....	24
2.3. Análise Sensorial.....	26
2.4 Apresuntados.....	28
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	30
4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31
SEGUNDA PARTE - ARTIGOS.....	37
ARTIGO 1:Efeito do uso de carne PSE e da concentração de sal nas características tecnológicas e sensoriais de apresuntados.....	37
ARTIGO 2:Efeito da redução de sal e carne PSE nas características sensoriais de apresuntados: CATA, TDS e aceitação.....	71

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, tem-se pesquisado diversas maneiras de reduzir o mineral sódio em alimentos processados, uma vez que o seu consumo excessivo pode vir a acarretar quadros de hipertensão e doenças cardiovasculares. O Ministério da Saúde (MS) e a Associação Brasileira das Indústrias de Alimentos (ABIA), vêm firmando acordos para a redução de sódio em alimentos desde 2011, o que tornou possível a retirada de 17 mil toneladas de sódio que seriam consumidas pela população. Em junho de 2017, foi assinado um novo acordo entre esses órgãos, válido para os próximos quatro anos, o qual a meta é a retirada de 28,5 toneladas de sódio da alimentação dos brasileiros (ABIA, 2017).

Na área de carnes, o sal desempenha uma grande importância tecnológica e sensorial na elaboração dos produtos, sendo que sua redução não é uma prática simples para a indústria. Além de atribuir o gosto salgado e contribuir para a conservação do produto, o sal desempenha um papel crucial no processo de extração e solubilização das proteínas miofibrilares, resultando na melhoria das capacidades de retenção de água, liga e de emulsificação de gorduras, e afeta diretamente o rendimento e a textura do produto final. Portanto, quando a quantidade de sal é reduzida, deve-se esperar algumas intervenções nos produtos. Assim, diversas pesquisas têm sido conduzidas para contornar os problemas associados à redução de sal em produtos cárneos, que vão desde a própria redução de sal com base na avaliação sensorial e na aceitação de produtos, substituição por misturas de sais, tipo KCl, utilização de potenciadores de sabor, como glutamato monossódico ou extratos de levedura, alterações na forma física do sal, melhoria da difusão de sal através de tratamento de alta pressão ou tecnologia de ultrassom, e modificações no processo de cozimento.

No entanto, existem outros fatores inerentes ao processamento que podem contribuir de forma negativa à qualidade do produto quando o teor de sal for reduzido. Um importante fator é a qualidade da matéria-prima, especialmente aquela associada à carne PSE: anomalia induzida por alterações bioquímicas oriundas de uma rápida queda de pH *post mortem*, gerando carnes com características sensoriais e tecnológicas inadequadas: de cor pálida, textura flácida, e altamente exsudativa. No Brasil, tem sido relatada uma grande incidência (até 40%) de carnes PSE nos abatedouros de suínos, o que faz com que essa carne seja utilizada constantemente na elaboração de produtos industrializados,

dificultando a tarefa de se reduzir o teor de sódio nestes produtos. O uso de carne PSE na elaboração de produtos industrializados é inadequado, devido ao comprometimento das propriedades funcionais das suas proteínas, o que afeta, similarmente, a redução de sal, a capacidade de ligação, de retenção de água e de emulsificação das gorduras no processamento. Além dessas características, quanto ao aspecto sensorial, A carne PSE apresenta um sabor conhecido como mais acentuado.

Neste contexto, além de compreender os efeitos tecnológicos, é essencial caracterizar e conhecer os efeitos sensoriais nos produtos, assim, a análise sensorial é uma técnica apropriada, de tal maneira que tem levado a indústria a procurar por metodologias mais rápidas e dinâmicas, que possam ser aplicadas nos seus produtos. Nos últimos anos novas ferramentas consideradas mais versáteis e flexíveis vêm sendo estudadas, as quais utilizam consumidores, provadores treinados ou semi-treinados. A aplicação de metodologias sensoriais descritivas, por exemplo, parecem ser uma alternativa valiosa devido as vantagens econômicas, sendo consideradas mais versáteis e flexíveis, além da possibilidade de gerar um vocabulário preliminar dos produtos. Por esta razão, o objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos da redução de sal e utilização de carne PSE na qualidade tecnológica e sensorial de apresuntados, além da utilização de diferentes métodos sensoriais para a caracterização dos produtos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Sal (cloreto de sódio)

O cloreto de sódio (NaCl), conhecido popularmente como sal de cozinha, é o aditivo mais antigo na área de alimentos, e seu principal uso está direcionado à função de salgar e realçar o sabor ou, ainda, de conservar os mesmos, além de desempenhar várias funções envolvidas nos processamentos alimentícios (Panouillé et al., 2011). Em baixas concentrações, a capacidade do sal em melhorar o sabor dos alimentos é universalmente reconhecida, sendo capaz de diminuir a amargura e potencializar a doçura (Jensen et al., 2011). Em altas concentrações, o sal atua como conservante, reduzindo a atividade de água (A_w) dos alimentos, devido a seu efeito osmótico, o que induz as alterações no metabolismo celular, e interrompe os processos microbianos vitais (Albarracín et al., 2011).

Na área de carnes, o sal promove o aumento da hidratação e atua na capacidade de retenção de água em carnes processadas, além de promover um aumento da ligação de componentes proteicos (Triki et al., 2013).

2.1.1 Implicações a saúde

O sódio (Na^+) é um nutriente essencial que o corpo humano não produz. Uma ingestão insuficiente de sódio pode afetar negativamente o sistema nervoso e muscular, uma vez que o mesmo auxilia a absorção de potássio pelo organismo, é componente do ácido gástrico e aumenta a capacidade do sangue em transportar dióxido do carbono (Brody, 1998). Segundo Viegas (2009), para um indivíduo acima de 14, anos a necessidade diária de sódio é de 0,50g (o que corresponde a 1,27g de sal), e o limite superior tolerável de ingestão é de 2,3g de sódio (correspondente a 5,84g de sal), sendo que quantidades excessivas têm consequências negativas, como o aumento da pressão arterial (Jiménez-Colmenero, Carballo and Cofrades, 2001).

O aumento da pressão arterial tem como um dos principais fatores a ingestão excessiva de sódio na alimentação, além disso, tem sido associado como um dos principais fatores de risco para as doenças cardiovasculares, como doença coronária e acidentes vasculares cerebrais (Viegas, 2009). Além de complicações cardiovasculares, uma série de

complicações, tais como derrame, cegueira e insuficiência renal podem surgir a partir do quadro de hipertensão (Jiménez-Colmenero, Carballo and Cofrades, 2001)

O papel exclusivo do sódio na hipertensão tem sido objeto de muitos estudos nos últimos anos (Sacks et al., 2001). Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), o aumento da pressão arterial no mundo é o principal fator de risco de morte e o segundo de incapacidades por doenças cardíacas, acidente cérebro vascular e insuficiência renal. Existem evidências de que o sal adicionado ao alimento é o fator mais importante para o aumento da pressão arterial em pessoas normotensas e hipertensas, tanto em adultos quanto em crianças (WHO and Organization, 2003). Como os alimentos salgados causam sede, é provável também que estejam contribuindo para a obesidade entre crianças por meio do maior consumo de bebidas açucaradas, como refrigerantes (Mohan, Campbell and Willis, 2009).

O consumo excessivo de sódio, pode levar a sua retenção no sangue e nos tecidos. Normalmente, o organismo reconhece o excesso de sódio e o excreta pela urina, mas algumas pessoas têm dificuldade em atingir este bom equilíbrio e passam a apresentar excesso de sódio no organismo e, conseqüentemente, excesso de água (Sacks et al., 2001). Este defeito na excreção de sal e água pode ser causa central da hipertensão. O rim sadio exerce um papel importante na manutenção do volume intravascular e da pressão arterial, respondendo aos aumentos da pressão de perfusão, aumentando a excreção de sódio e água, reduzindo o volume intravascular e restaurando a pressão arterial a níveis normais. Assim, o uso excessivo de sal na dieta, acarreta maior quantidade de água no organismo, sobrecarregando os rins e, portanto, podendo ocasionar a hipertensão arterial (Orvalho, 2010).

2.1.2 Acordos para redução de sal em alimentos

A ingestão de sódio excede as recomendações nutricionais em vários países industrializados. Como a principal fonte do sódio na alimentação é o cloreto de sódio (NaCl), popularmente conhecido como sal de cozinha, no Brasil, o consumo médio de sódio excede em mais de duas vezes a ingestão máxima recomendada pela OMS – de 2 g por dia. Apesar da maior parte deste consumo ser proveniente do sal de cozinha, há um aumento da ingestão de sódio contido em alimentos industrializados. Considerando a crescente participação dessa categoria de alimentos na alimentação da população brasileira,

é evidente a necessidade de reduzir a quantidade de sódio desses produtos. No Brasil, algumas ações para a redução do consumo de sódio estão incluídas no Plano de ações estratégicas para o enfrentamento das doenças crônicas não transmissíveis, incluindo a redução voluntária de sódio em alimentos processados, o aumento da oferta de alimentos saudáveis, a rotulagem e informação ao consumidor, e a educação e sensibilização para consumidores, indústria e profissionais de saúde (BRASIL, 2013).

Acordos voluntários vêm sendo firmados entre a indústria de alimentos e o governo federal brasileiro, desde 2011, a fim de reduzir o teor de sódio nos alimentos processados. Em abril de 2011, o 1º termo de compromisso, nome oficial dos acordos voluntários, foi assinado entre o governo e a indústria. No total, cinco termos de compromisso relativos à redução dos teores de sódio foram assinados entre abril de 2011 e novembro de 2013. Em primeiro lugar, cabe notar que dos cinco acordos realizados, quatro referem-se a metas de redução de teor de sódio por categorias de alimento, e apenas um acordo diz respeito à pactuação para o monitoramento dessas metas. O acordo para redução de sódio em produtos cárneos encontra-se no 5º termo e foram firmados, pelo lado do setor privado, pela Associação Brasileira das Indústrias de Alimentos (ABIA), juntamente com algumas outras associações, as quais estão diretamente ligadas às categorias de alimentos, tais como hambúrgueres, mortadela e salsicha, o que justifica a participação da Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suíça (ABIPECS), do Sindicato da Indústria de Carnes e Derivados no Estado de São Paulo (SINDICARNES) e da União Brasileira de Avicultura (UBABEF) (Martins, 2014).

Em novembro de 2013, o Ministério da Saúde (MS) realizou um acordo com a Associação Brasileira das Indústrias de Alimentos (ABIA), com o compromisso da diminuição de sal em produtos lácteos, cárneos (embutidos) e refeições prontas, em até 68%, até 2017. Em junho de 2017, um novo acordo foi firmado, válido para os próximos quatro anos, o qual a meta é a retirada de 28,5 toneladas de sódio da alimentação dos brasileiros (ABIA, 2017).

Atualmente, para que um produto possa declarar na informação nutricional complementar do rótulo o termo “conteúdo reduzido de sódio”, este deve conter 25% menos sódio do que o alimento referência (BRASIL, 2013). Em uma pesquisa realizada pelo Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor (IDEC), em que foram avaliados produtos de diferentes categorias quanto ao seu teor de sódio, foi constatado que a maioria dos produtos cárneos apresentaram um valor de sódio diferente daquele informado no seu

rótulo e, assim, algumas marcas não cumpriram a RDC nº360/2003. Para alguns produtos como hambúrguer e empanados foram encontradas médias de 635,75 mg/ 100 g de sódio, linguiças 1161,25 mg/ 100 g de sódio, mortadela e presuntaria 1256,96 mg/ 100 g de sódio e salsicharia 1288,62 mg/ 100 g de sódio (IDEC, 2014)

No Brasil, os alvos de redução de sódio estipulados para os produtos cárneos até o ano de 2017 foram para os empanados, que devem atingir um teor de 650 mg /100 g de sódio em sua formulação, hambúrgueres com 740 mg/100 g de sódio, linguiça frescal com 970 mg /100 g de sódio, mortadela refrigerada para 1180 mg/100 g de sódio, mortadela conservada em temperatura ambiente para 1350 mg /100 g de sódio, salsicha e presunto para 1160 mg /100 g de sódio (BRASIL, 2013).

A Food Standards Agency (FSA), agência do governo britânico, também determinou uma meta para 2017, os valores foram definidos de acordo com mg de sódio que deveriam estar presentes nos produtos, incluindo todas as fontes de sódio. Dentre os produtos cárneos, a meta estipulada para bacon, por exemplo, é de 2,88 g de sal ou de 1150 mg sódio em média, presuntaria 1,63 g de sal ou 650 mg de sódio, salsicharia 1,38 g de sal ou 550 mg de sódio no máximo, hambúrgueres e empanados 0,88 g de sal ou 350 mg de sódio, no máximo (FSA, 2014). Desde 2003, a FSA vem lançando campanhas com o propósito de encorajar a indústria de alimentos a reduzir o teor de sódio dos seus produtos, uma delas é fazer com que o consumidor, no momento da compra, visualize rapidamente os teores de sódio dos produtos cárneos, através de uma classificação por etiquetas coloridas: vermelhas representam alto teor, amarela para médio teor, e verde para baixo teor de sódio (Dickinson and Havas, 2007).

2.1.3 Implicações tecnológicas do sal em produtos cárneos

O sal desempenha diversas funções tecnológicas quando utilizado na elaboração de produtos cárneos (Desmond, 2006; Feiner, 2006; Fernandes, 2009; Orvalho, 2010):

- ✓ Atua em sinergia com os fosfatos na solubilização das proteínas, possibilitando a retenção de maiores quantidades de água adicionada, emulsionando a gordura e melhorando a textura e fatiabilidade dos produtos;
- ✓ Influencia as interações eletrostáticas entre os filamentos de actina e miosina, aumentando as cargas negativas e causando um efeito de repulsão entre as proteínas

miofibrilares, o que resulta na abertura de grandes lacunas na estrutura proteica, gerando maior capacidade de ligação de água e gordura, reduzindo perdas durante o cozimento e aumentando o rendimento final.

A adição de sal causa o deslocamento do ponto isoelétrico das proteínas da carne para zonas de pH mais baixo, podendo passar de 5.2 para 5.0. Quanto maior a diferença entre estes dois valores, maior o efeito de capilaridade das fibras musculares, e maior a capacidade de retenção de água do produto. O efeito do sal sobre as proteínas da carne é causado, provavelmente, pelo fato de o íon cloro (Cl^-) estar mais fortemente ligado às proteínas que o íon sódio (Na^+), o que provoca um aumento nas cargas negativas das mesmas (Ruusunen and Puolanne, 2005). A solubilidade das proteínas em água, depende da distribuição de grupos polares e não polares na lateral da cadeia do aminoácido, e das espécies iônicas presentes em soluções (Curtis and Lue, 2006). Em concentrações abaixo de, aproximadamente, 4% de sal (baixa força iônica), a solubilidade das proteínas miofibrilares aumenta, pois, os íons salinos tendem a se associar às proteínas, contribuindo para uma maior repulsão, solubilização e hidratação das mesmas. Este fenômeno é denominado *salting in*. Ao contrário, em elevadas concentrações salinas (>4%), os íons salinos formam sua própria capa de hidratação, competindo com a proteína pela água, ocasionando perda de água de hidratação pelas moléculas proteicas (*salting out*) (Sgarbieri, 1996). Assim, o sal afeta as interações hidrofóbicas através do aumento da tensão superficial, onde a ligação de cátions positivos para as cadeias laterais, carregadas negativamente no domínio hidrófilo de proteínas, minimiza a carga proteica, resultando em uma repulsão proteína-proteína (Curtis and Lue, 2006). O cloreto de sódio também exerce uma influência na atividade de diferentes proteases da carne, tais como protease Ca-dependente; catepsina, Catepsina D e L, assim, quando o conteúdo de NaCl aumenta, diminuem as atividades da protease, evitando a deterioração da carne (Armenteros, Aristoy and Toldrá, 2009).

Os efeitos do NaCl sobre as proteínas da carne são muito complexos, e esta complexidade aumenta ainda mais se forem adicionados diferentes concentração de sais (Offer et al., 1989). Em produtos cárneos, o NaCl atua aumentando a solubilidade das proteínas miofibrilares, actina e miosina, que são insolúveis em baixas concentrações de sal, mas tornam-se solúveis em altas concentrações. O NaCl dissolve filamentos de miosina, que podem ser induzidas pela absorção de íons Cl^- para as cadeias de aminoácidos hidrofóbicos do filamento de miosina (Cacace, Landau and Ramsden, 1997).

Assim, a maioria dos produtos cárneos dependem dessa propriedade de maior extração e solubilização das proteínas miofibrilares para gerar características de textura (Matthews and Strong, 2005). Com a extração das proteínas miofibrilares, ocorre um aumento na capacidade de retenção de água, o que influencia nas características de textura do produto. Além disso, a adição de sal melhora as propriedades de ligação de água e gordura dos produtos cárneos resultando na formação de uma textura de gel desejável no cozimento, assim, as perdas durante o cozimento são diminuídas, conferindo suculência e maciez ao produto final (Desmond, 2006).

2.1.4 Redução de sódio em produtos cárneos

O sal é um importante ingrediente no processamento de produtos à base de carne, por isso, há grande dificuldade para ser totalmente eliminado (Aliño et al., 2010; Grasso et al., 2014). A redução de sal em produtos cárneos pode ter um efeito desfavorável, afetando as propriedades de textura e aumentando a perda durante o cozimento. Além disso, a redução de sódio pode diminuir o gosto salgado e a intensidade do sabor do produto cárneo, afetando diretamente as características sensoriais e a aceitação do consumidor (Choi et al., 2014; Perisic et al., 2013)

Diversas pesquisas têm sido conduzidas para contornar os problemas tecnológicos associados à redução de sal em produtos cárneos, as intervenções vão desde a própria redução de sal com base na avaliação sensorial e na aceitação de produtos, substituição por misturas de sais, tipo KCl, utilização de potenciadores de sabor, como glutamato monossódico ou extratos de levedura, alterações na forma física do sal, melhoria da difusão de sal através de tratamento de alta pressão ou tecnologia de ultrassom e modificações no processo de cozimento (Inguglia et al., 2017).

Fellendorf, O'Sullivan and Kerry (2016), estudaram o efeito de diferentes níveis de gordura (10%, 5%) e sódio (0,6%, 0,4%) em 21 amostras de chouriço. Foram utilizados diferentes substitutos: amostras com 5% de gordura e 0,6% de sódio que foram suplementadas com KCl mistura de glicina (KClG) e algas marinhas, enquanto a amostra com 10% de gordura e 0,4% de sódio foi suplementada com carragena. Os resultados indicaram que a adição de substitutos de sal mostrou percepções de sabor picante, aumento da salividade ou gordura, não observadas consistentemente nas outras duas formulações de sal e gordura utilizadas no estudo. Dentro da categoria de intensificadores de sabor,

aminoácidos como arginina e compostos relacionados podem ser utilizados para intensificar a salinidade percebida em produtos de baixo teor de sódio. Da mesma forma, a adição de ácidos cítrico/ láctico podem aumentar a salinidade percebida de NaCl (Liem, Miremedi and Keast, 2011).

Paulsen et al. (2014) avaliaram substitutos para o sal (KCl, Na-lactato, K-lactato, Na-diacetato e minerais do leite) em embutido cárneo, pelo teste sensorial de tempo e intensidade (TDS). Os resultados indicaram diferenças na percepção do gosto salgado do embutido com reduzido teor de sódio em comparação com a amostra de controle. O uso de ingredientes de substituição e seu impacto no gosto do produto, depende, não apenas do tipo de substituição utilizado, mas também do tipo do produto de carne e da sua formulação (Fellendorf, O'Sullivan and Kerry, 2016).

Dos Santos, Bibiana Alves et al. (2014), produziram salames substituindo 50% e 75% de NaCl por KCl, e adicionando os realçadores de sabor glutamato monossódico, inosinato dissódico, guanilato dissódico e os aminoácidos lisina e taurina. A substituição de 50% e 75% de NaCl por KCl depreciou a qualidade sensorial dos produtos, já os salames reformulados contendo glutamato monossódico, combinados com lisina, taurina, inosinato dissódico e guanilato dissódico, mascararam os atributos sensoriais indesejáveis associados à reposição de 50% e 75% de NaCl com KCl, sendo suficiente para remover os defeitos causados por 75% de substituição de NaCl com KCl.

O tamanho das partículas do sal também podem ser uma ferramenta útil para obter redução de sal em alguns alimentos. As partículas de sal menores, podem, de fato, ter uma taxa de dissolução mais rápida, que pode se traduzir em maior percepção de sal (Desmond, 2006). O experimento em batatas fritas por Rama et al. (2013), sugeriu que cristais menores de NaCl poderiam dar uma liberação mais rápida de sódio na saliva, influenciando a salinidade máxima percebida. Com base nestas observações, os autores concluíram que a percepção do gosto salgado é altamente relacionada à forma física do sal e, portanto, a modificação do tamanho do cristal de sal pode ser uma abordagem viável para reduzir o teor de sódio em alimentos processados.

O'Flynn et al. (2014) aplicaram a tecnologia de alta pressão (HPP) em salsichas com baixo teor de sódio, demonstrando a viabilidade da HPP para abordagens de redução de sal. As amostras foram elaboradas com diferentes níveis de sal (0,5, 1,0, 1,5, 2,0 e 2,5%) e tratadas a 150 MPa durante 5 min; os níveis de sal abaixo de 1,5% resultaram em efeitos negativos na cor, textura, suco e firmeza e níveis de pelo menos 2% foram

necessários para manter uma salinidade aceitável dos produtos. As salsichas comerciais, no entanto, têm um teor de sal entre 2,7 e 3,0%, então, no caso acima, o potencial do tratamento com HPP foi mostrado para a fabricação de salsichas sem efeitos negativos sobre os atributos sensoriais dos produtos.

McDonnell, C. et al. (2014), estudaram a tecnologia de ultrassom para fabricação de presunto. As amostras de carne suína utilizadas, foram tratadas com diferentes intensidades ultrassônicas; 40, 56 ou 72 W cm⁻² por 2, 4 ou 6 h, respectivamente. Em todas as amostras, o nível desejado de NaCl (2,25%) foi atingido dentro de 2 h, enquanto o controle (não empregando ultrassom) requeria 4 h. A sonicação não mostrou nenhum efeito negativo na perda de cozimento, perfil de umidade ou textura. A análise sensorial revelou uma correlação positiva entre o sabor do presunto e uma aplicação de poder ultrassom mais forte. No entanto, um estudo mais recente sobre o efeito do ultrassom durante a cura de carne suína, indicou que a salga pode ser apenas um fenômeno de superfície (McDonnell, C. K. et al., 2014). Outros estudos examinaram a aplicabilidade desta tecnologia em combinação com ingredientes que reduzem o sal. Em particular, foi investigada a comparação da salmoura com ultrassom de carne suína assada com NaCl e com um substituto comercial de sal. Os resultados mostraram que a melhoria da difusão de sal foi observada com NaCl, mas não no caso do substituto de sal. Além disso, também foi relatada redução na perda de cozimento para as amostras de salmoura de substituição de sal (Ojha et al., 2016).

Outro método que vem sendo pesquisado para a redução de sal em produtos cárneos, consiste em mudanças nas etapas do processamento, como o cozimento. Barbieri et al. (2016) modificaram o processo de cozimento de presunto e adicionaram extrato de algas marinhas (*P. palmata*). A adição de extrato de algas marinhas não afetou o teor de sódio ou os parâmetros tecnológicos, mas quando 1% de NaCl foi adicionado, um processo de cozimento longo foi vantajoso para aumentar a intensidade de salinidade e a aparência da cor dos presuntos.

2.2 Carnes PSE

Dentre as curvas propostas para explicar as diferentes taxas e quedas de pH durante as transformações musculares *post mortem*, a qualidade da carne é avaliada em função de três condições comumente conhecidas: carne normal (RFN), carne DFD, carne PSE. A carne normal representada pela sigla RFN (do inglês *red, firm and normal*), é aquela considerada adequada, e que o seu processo *post mortem* ocorreu de forma normal. Esta carne apresenta um pH final entre 5,4 e 5,8 e são ideais para a comercialização de carnes frescas *in natura* e para o processamento da maioria dos produtos cárneos. A carne de corte escuro representada pela sigla DFD (do inglês *dark, firm and dry*), apresenta características anormais devido a seu aspecto escuro, firme e seco. Esta anomalia apresenta uma maior incidência em bovinos, e do ponto de vista tecnológico são ideais para o processamento de produtos cominuídos, especialmente os emulsionados. As carnes PSE (do inglês *palide, soft and exsudative*) tem sido uma preocupação contínua para a indústria da carne, devido à sua qualidade tecnológica inferior e menor aceitação pelo consumidor, por apresentarem características como baixa capacidade de retenção de água (altamente exsudativas), textura flácida e cor pálida (Ramos and Gomide, 2017).

A carne PSE é uma anomalia que gera grandes perdas econômicas na indústria frigorífica e de produtos cárneos (O'Neill et al., 2003). Em suínos, as peças mais afetadas são o pernil e o lombo (Prandl et al., 1994), e as raças mais suscetíveis a este tipo de defeito são a Pietrain e a Landrace (Ranken, 2003). Em pesquisas brasileiras, verificou-se a incidência de carne PSE em 37% na região sudeste (Torres Filho et al., 2018), 10,06% na região centro-oeste (Santiago et al., 2012), enquanto abatedouros da região sul registraram índices de 22,83% (Maganhini et al., 2007) e 46,36% (Culau et al., 2002). Cazedey et al. (2016), em seu estudo avaliando diferentes critérios utilizados para classificar a qualidade tecnológica da carne suína, verificou que existem grandes variações em relação a classificação. Para carne PSE, as variações encontradas foram de 3 a 68%. Assim, uma mesma amostra pode ser classificada em diferentes categorias de qualidade, de acordo com o critério utilizado, o que resulta em grandes variações nas distribuições de frequência, e também nos atributos de qualidade. Portanto, para classificação da qualidade da carne suína, há uma necessidade de uma padronização internacional para a identificação eficiente e eficaz da qualidade da carne suína.

As carnes PSE são geradas por condições desfavoráveis, os animais ao serem estressados, entram em condição de anoxia e, assim, recorrem rapidamente ao mecanismo anaeróbio ou glicolítico, que se baseia na conversão de glicogênio em ácido lático. Além disso, um estresse agudo antes do abate pode resultar também na produção de espécies reativas de oxigênio na musculatura, promovendo a oxidação dos canais de cálcio e perda prematura da regulação dos níveis de cálcio no músculo *post mortem*. Esse quadro, sem dúvida, leva ao rápido declínio de pH e à desnaturação de proteína. A queda de pH ocorre pela formação de ácido lático em vida, em conjunto com a glicólise *post mortem*. O baixo pH das carnes, geralmente entre 5,2 e 5,6, em conjunto com a temperatura do músculo ainda próxima do estado fisiológico (próxima a 38 °C), gera a desnaturação parcial das proteínas, ocasionando cor pálida, aparência úmida e textura flácida, característica da carne PSE (Barbut et al., 2008; Pyrcz et al., 2009).

Em consequência da desnaturação ocorrida, as proteínas perdem sua funcionalidade, afetando a capacidade de retenção de água, de ligação e de emulsificação das carnes (Kim, Warner and Rosenvold, 2014). A extensão dos filamentos de miosina é reduzida em cerca de 8-10% durante o processo de desnaturação, o que diminui a capacidade da carne em reter a água presente nos tecidos, o que explica algumas características tecnológicas como aspecto “molhado”, perda de peso por gotejamento e um baixo rendimento. Ocorre também a alteração da estrutura tridimensional, o que leva a uma menor firmeza da estrutura global, afetando a textura. A coloração pálida destas carnes é explicada pelo baixo volume miofibrilar do tecido muscular, o que lhes confere uma grande capacidade de dispersão de luz. A mioglobina não consegue absorver a luz, que acaba por não penetrar na carne e se dispersa pela sua superfície (Prändl et al., 1994).

Este tipo de carne apresenta as propriedades funcionais comprometidas face à rápida glicólise *post mortem*, que acelera a queda de pH muscular, enquanto a temperatura da carcaça ainda está alta, levando à desnaturação de proteínas musculares. Assim, reduzir e/ou substituir o cloreto de sódio em produtos cárneos, torna-se ainda mais difícil quando a matéria-prima utilizada já apresenta a capacidade de retenção de água prejudicada, como é o caso da anomalia PSE (Ramos and Gomide, 2017).

O menor pH encontrado na carne PSE contribui para a sua conservação, do ponto de vista microbiológico, e aumento da vida útil, entretanto, torna essa carne mais suscetível a oxidação lipídica (O'Neill et al., 2003). Do ponto de vista sensorial, a carne PSE é conhecida por ter um sabor mais acentuado, o que se deve à grande concentração de

inosina-5'-monofosfato (IMP) (Batlle, Aristoy and Toldrá, 2000). Segundo Madruga (1997), a IMP é um realçador de sabor e importante precursor não volátil do aroma de carne.

2.2.1 Utilização de carne PSE em produtos cárneos

A utilização de carnes PSE na fabricação de produtos cárneos não apresenta nenhuma vantagem do ponto de vista tecnológico, uma vez que a capacidade de ligação e retenção de água está afetada, devido à desnaturação das proteínas, o que provocará um aumento nas perdas por cozimento, diminui a capacidade de emulsificação das gorduras e a textura fica quebradiça. Existem alguns aditivos utilizados pela indústria alimentícia que permitem corrigir, até certo ponto, as insuficiências e eventuais defeitos da matéria-prima, porém, não existe qualquer substância que permita recuperar a funcionalidade das proteínas da carne após desnaturação (O'Neill et al., 2003).

Motzer et al. (1998), avaliaram o efeito do amido modificado, proteína de soja e carragena para fabricação de presuntos com diferentes teores de carne PSE. Concluíram assim, que a utilização de misturas de carne normal juntamente com PSE (50/50), quando utilizado amido modificado na formulação, rendeu um produto com aparência normal. Os resultados ainda sugeriram a possibilidade de aumentar a funcionalidade de carne PSE, retendo água, especialmente com a utilização de amido modificado.

Schilling et al. (2004), em seu estudo, determinaram os efeitos do concentrado de proteína de soja, caseinato de sódio e amido modificado, na capacidade de retenção de água e na cor de presuntos elaborados com combinações de carne PSE e normais (RFN, do inglês *red, firm and normal*). Os autores concluíram que os aditivos utilizados na formulação: 2% proteína de soja e 1,5% amido modificado, demonstraram potencial para melhorar a capacidade de retenção de água e cor cozida em carne PSE, bem como RFN, além disso, este estudo também demonstrou que presunto com até 25% de carne PSE tem alta qualidade.

Em outro estudo também com presunto, Pyrcz et al. (2009), produziram cinco tipos de presuntos cozidos. O presunto A continha apenas carne normal; o B, 20% de carne PSE; o C, 20% de carne PSE e 0,3% de transglutaminase; o D, 20% de PSE e 0,5% de transglutaminase, e o E, 20% de carne PSE e 0,5% de κ -carragena. Avaliando os seguintes parâmetros, gotejamento, cor e maciez dos presuntos, os presuntos B, C e D apresentaram

maior perda por gotejamento e maior dureza, indicando que a adição de 20% de carne PSE afetou a qualidade do produto, e que a transglutaminase não é um aditivo adequado para auxiliar nesse processo, ao contrário da κ -carragena, que quando adicionadas no produto juntamente com a carne PSE favoreceu as características do produto.

Kissel et al. (2009) avaliaram as propriedades funcionais de mortadelas formuladas com carne PSE e concluíram que ingredientes emulsionantes como a proteína de soja, amido de mandioca e tripolifosfato de sódio são capazes de aumentar a capacidade de retenção de água, capacidade de emulsão e ainda melhorar as propriedades texturais de dureza e mastigabilidade no produto.

Lee and Chin (2011) estudaram as características da qualidade de presuntos fabricadas com diferentes níveis de sal (0,5%, 1,0% e 1,5%), usando proteínas do leite 1,0% em combinação com transglutaminase 0,3%. A redução de um teor de sal no produto de 0,5% e 1,0% resultou em reduções de teores de umidade, elasticidade textural, rendimento de cocção e à maioria das preferências sensoriais do produto. Quando as proteínas lácteas em combinação com transglutaminase foram incorporados no fabrico dos presuntos, reduziram os valor de perda no cozimento e aumentaram a elasticidade, além de melhorar a aceitação sensorial do produto.

Haddad et al. (2018) foram os únicos autores encontrados que relacionam a utilização de carne PSE juntamente com a redução de sal na elaboração de lombos tipo canadense. Os produtos foram fabricados com diferentes teores de carne PSE e sal, mas contendo em sua formulação 0,5% de carragena, 2% de concentrado proteico de soro 0,5% de maltodextrina. Os autores perceberam que a adição de quantidades de sal maiores ou iguais a 1% permitiram a elaboração de produtos semelhantes aos comerciais, mantendo as características dos lombos tipo canadenses, e que em uma maior redução de sal, o seu efeito foi maior do que os da adição de carne PSE no produto. Com o auxílio dos extensores utilizados na formulação do produto e a adição mínima de 1% de sal, o uso de carne PSE influenciou apenas a perda de peso por reaquecimento, indicando que, quando o produto não for destinado à elaboração e pratos prontos, o uso de carne PSE não é prejudicial. Porém, produtos sem adição de sal e com 50% de carne PSE, e produtos com 1% de sal e elaborados apenas com carne PSE, foram menos aceitos. Além disso, para a manutenção da qualidade tecnológica do produto, seria necessária uma adição mínima de 1% sal, quando se utiliza carne PSE na formulação.

2.3. Análise Sensorial

A análise sensorial pode ser denominada como um conjunto de técnicas utilizadas para a medição precisa das respostas humanas aos alimentos e produtos não alimentares, minimizando, potencialmente, os efeitos da marca e outras influências da informação sobre a percepção do consumidor. Assim, ela tenta isolar as propriedades sensoriais dos próprios alimentos e fornecer informações importantes e úteis para os desenvolvedores de produtos, cientistas de alimentos e gerentes sobre as características sensoriais de seus produtos (Lawless and Heymann, 2010).

Com o aumento das exigências dos consumidores frente a qualidade sensorial dos alimentos e a sua manutenção, essas técnicas auxiliam na fidelidade do consumidor a um produto específico (Teixeira, 2009). Assim, as análises sensoriais são ferramentas muito importantes para a indústria alimentícia, farmacêutica, cosmética, dentre outras, por avaliar a aceitabilidade mercadológica e qualidade do produto, sendo inseparável ao plano de controle de qualidade da indústria (Gularte, 2002; Rodrigues, J. F. et al., 2016a).

Os métodos sensoriais podem ser classificados em discriminativos, descritivos e afetivos (ABNT, 1993). Os métodos discriminativos são aqueles que estabelecem diferenciação qualitativa e/ou quantitativa entre as amostras, e incluem os testes de diferença e os testes de sensibilidade (ABNT, 1993; Rodrigues, J. F. et al., 2016b). Os métodos descritivos objetivam a descrição do perfil sensorial do produto (Lawless and Heymann, 2010). Atualmente, existe uma infinidade de métodos a serem explorados, dos quais pode-se destacar o perfil de sabor, perfil de textura, a análise descritiva quantitativa – ADQ, os testes descritivos temporais (Tempo-intensidade e Dominância Temporal das Sensações – TDS) e os métodos descritivos rápidos (*Check all that apply – CATA, Sorting, Naping*, etc.) (Ares and Jaeger, 2015; Chollet et al., 2011; Varela and Ares, 2012). Nos testes descritivos procura-se definir as propriedades do alimento e medi-las de maneira mais objetiva possível. Já os testes afetivos são usados para avaliar a preferência e/ou aceitação de produtos. Geralmente, um grande número de julgadores é requerido para essas avaliações. Os testes afetivos são uma importante ferramenta, pois acessam diretamente a opinião do consumidor já estabelecido ou potencial, de um produto, sobre características específicas do produto ou ideias sobre o mesmo, por isso, são também chamados de testes com consumidor (Ferreira et al., 2000). As principais aplicações dos testes afetivos são a

manutenção da qualidade do produto, otimização de produtos e/ou processos e desenvolvimento de novos produtos (Lawless and Heymann, 2010).

Nos últimos anos, vêm sendo estudadas novas ferramentas consideradas mais versáteis e flexíveis, usando consumidores, provadores treinados ou semi-treinados (Horita et al., 2017; Pintado et al., 2016; Valentin et al., 2012; Varela and Ares, 2012). Metodologias descritivas como ADQ, são muitas vezes utilizadas para a caracterização sensorial, a qual envolve etapas como treinamento e seleção dos avaliadores. No entanto, embora forneça informações detalhadas, de confiança, e resultados consistentes, sua aplicação geralmente possui uma abordagem demorada, e seu vocabulário e treinamento precisam ser adaptados a cada produto, sendo que os avaliadores treinados ainda podem descrever os produtos com atributos que podem ser irrelevantes para os consumidores (Horita et al., 2017). Outra desvantagem está relacionada com o tempo e recursos para sua implementação, que pode ser uma prática dispendiosa e demorada, prejudicando seu uso por pequenas empresas (restrição financeira) e grandes indústrias (ampla gama de produtos) (Varela and Ares, 2012).

A metodologia do *Check-all-that-apply* (CATA), têm sido utilizada como uma metodologia promissora para estabelecer painel sensorial de alimentos utilizando consumidores (Ares and Jaeger, 2015; dos Santos, B. A. et al., 2015; Jorge et al., 2015). A principal vantagem do CATA é que ele permite selecionar múltiplas opções, em vez de limitar os consumidores a selecionar apenas uma resposta ou concentrar sua atenção e avaliar atributos específicos (Dooley, Lee and Meullenet, 2010). Outra vantagem é que as perguntas do CATA parecem ser mais fáceis e naturais para os participantes, e os seus atributos sensoriais mais relevantes são identificados na sua própria língua, segundo a percepção do consumidor, sem a necessidade de estabelecer uma relação matemática com os dados dos provadores (Adams, 2007; Ares et al., 2010; Jorge et al., 2015). Para produtos cárneos, o questionário CATA já foi aplicado, por exemplo, para descrever características sensoriais de salsichas fermentadas secas com baixo teor de sódio (dos Santos, B. A. et al., 2015) e mortadelas (Jorge et al., 2015).

A dominância temporal das sensações (TDS), estuda a sequência de sensações dominantes de um produto durante um determinado período de tempo (Pineau et al., 2009). O teste consiste em identificar as sensações percebidas como dominantes até que a percepção termine. Assim, os provadores têm que selecionar um novo atributo dominante sempre que percebem uma mudança nas sensações dominantes. Sendo que o "Dominante"

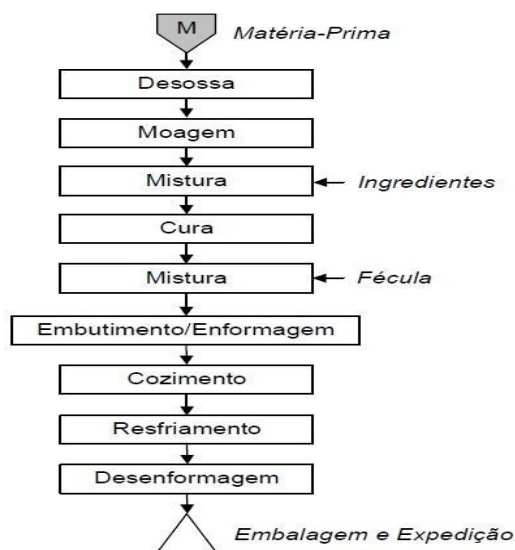
foi definido como a sensação que capta a atenção, a percepção mais marcante, ou a nova sensação que surge em um dado momento, mas não necessariamente a sensação mais intensa (Labbe et al., 2009; Pineau et al., 2009). Desde que a metodologia foi proposta, uma grande variação nos procedimentos de seleção e treinamento do painel para realização da análise é observada, Meyners (2010), sugere que em TDS é útil usar provadores que desconhecem métodos descritivos clássicos, uma vez que podem confundir os conceitos, podendo assim, ser realizada com consumidores. A análise de TDS vem sendo utilizada para fornecer uma melhor compreensão da textura, aroma e sabor de produtos com reduzido teor de sódio (de Souza et al., 2013; Rodrigues, J. et al., 2014) e na área de produtos cárneos (Lorido et al., 2016; Paulsen et al., 2014).

2.4 Apresuntados

Segundo o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), apresuntado é definido como o produto cárneo produzido a partir de recortes ou cortes das massas musculares dos membros anteriores (paleta), ou posteriores (pernil) de suínos, transformados em massa, condimentado, com a incorporação de ingredientes e submetido a processamento térmico adequado (BRASIL, 2017).

São considerados como ingredientes obrigatórios do apresuntado: paleta ou pernil suíno, sal, nitrito e/ou nitrato de sódio e/ou potássio em forma de salmoura. Como ingredientes opcionais, têm-se proteínas de origem animal e, ou, vegetal, açúcares, maltodextrina, condimentos, aromas e especiarias e aditivos intencionais. É permitida a quantidade máxima de 2% de proteína não cárnea na forma agregada e, além disso, o apresuntado deve apresentar sensorialmente textura, cor, sabor e odor característicos do produto. Quanto aos padrões físico-químicos, são permitidos teores máximos de 75% de umidade, 12% de gordura, 2% de amido, 5% de carboidratos totais e mínimo de 13% de proteína (BRASIL, 2000).

Na elaboração de apresuntado é permitida a moagem das peças cárneas e, portanto, os ingredientes são misturados diretamente na massa, o que já não ocorre no processamento de presunto, uma vez que a incorporação dos ingredientes é realizada através de salmoura, em pedaços de carne inteiros ou em blocos, eliminando as etapas de preparação da salmoura, injeção e tombamento (Santos, 2005). A Figura 1 representa as etapas de processamento de apresuntado.

Figura 1 – Fluxograma do processamento de apresuntado.

Fonte: RAMOS e FONTES, 2005.

Segundo Lage (2010), apesar dos apresuntados serem elaborados com matéria-prima menos nobre que o presunto, apresentam-se como produtos de qualidade, porém, de custo mais baixo, e vêm ganhando mercado nos últimos anos. Devido a economia de tempo e a busca cada vez mais por praticidade, muitas famílias tem optado por lanches ao invés de refeições, onde os frios são consumido, principalmente durante o jantar, na forma de lanche, como uma alternativa a uma refeição rápida, aumentando assim, o consumo do segmento (Hue, 2011).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a atual necessidade de redução de sódio, juntamente com a incidência de carne PSE, nos abatedouros do Brasil, objetivou-se avaliar a qualidade tecnológica e sensorial de apresuntados elaborados com carnes PSE e normal(RFN) com diferentes concentrações de sal. Conclui-se, que a concentração de sal de 1,2% foi satisfatória para a manutenção das características tecnológicas e sensoriais dos apresuntados. Além disso, do ponto de vista sensorial, os produtos apresentaram uma boa aceitação, fazendo com que esta deixe de ser um empecilho para que se alcancem as metas propostas para reduzir o teor de sódio aliada com a utilização de carne PSE em produtos cárneos.

Através dos testes sensoriais também foi possível observar que o uso de carne PSE na elaboração dos apresuntados, aumentou a percepção sensorial associada ao gosto, sendo assim, interpretada como um ponto positivo, quando da utilização desta matéria-prima e na redução de sal em produtos curados cozidos.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIA. **Indústrias retiram mais de 17 mil toneladas de sódio dos alimentos**. São Paulo: Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação, 2017.

ABNT, N. 12806. “Análise sensorial dos alimentos e bebidas”. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**, 1993.

ADAMS, J., WILLIAMS, A., LANCASTER, B., & FOLEY, M. (**Advantages and uses of check-all-that-apply response compared to traditional scaling of attributes for salty snacks**). 7th Pangborn Sensory Science Symposium, Hyatt Regency,. Minneapolis, MN, USA. 2007.

ALBARRACÍN, W. et al. Salt in food processing; usage and reduction: a review. **International Journal of Food Science & Technology**,46(7): 1329-1336, 2011.

ALIÑO, M. et al. Physicochemical properties and microbiology of dry-cured loins obtained by partial sodium replacement with potassium, calcium and magnesium. **Meat science**,85(3): 580-588, 2010.

ARES, G. et al. Comparison of two sensory profiling techniques based on consumer perception. **Food Quality and Preference**,21(4): 417-426, 2010.

ARES, G.; JAEGER, S. R. Examination of sensory product characterization bias when check-all-that-apply (CATA) questions are used concurrently with hedonic assessments. **Food quality and preference**,40: 199-208, 2015.

ARMENTEROS, M.; ARISTOY, M.-C.; TOLDRÁ, F. Effect of sodium, potassium, calcium and magnesium chloride salts on porcine muscle proteases. **European Food Research and Technology**,229(1): 93-98, 2009.

BARBIERI, G. et al. Reduction of NaCl in cooked ham by modification of the cooking process and addition of seaweed extract (*Palmaria palmata*). **LWT-Food Science and Technology**,73: 700-706, 2016.

BARBUT, S. et al. Progress in reducing the pale, soft and exudative (PSE) problem in pork and poultry meat. **Meat Science**,79(1): 46-63, May 2008.

BATLLE, N.; ARISTOY, M. C.; TOLDRÁ, F. Early postmortem detection of exudative pork meat based on nucleotide content. **Journal of food science**,65(3): 413-416, 2000.

BRODY, T. **Nutritional biochemistry**. Academic press, 1998. p. ISBN 0080512917.

CACACE; LANDAU; RAMSDEN. The Hofmeister series: salt and solvent effects on interfacial phenomena. **Quarterly reviews of biophysics**,30(3): 241-277, 1997.

CAZEDEY, H. P. et al. Comparison of different criteria used to categorize the technological quality of pork. **Ciência Rural**,46(12): 2241-2248, 2016.

CHOI, Y. et al. Combined effects of potassium lactate and calcium ascorbate as sodium chloride substitutes on the physicochemical and sensory characteristics of low-sodium frankfurter sausage. **Meat Science**,96(1): 21-25, 2014.

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**,22(6): 507-520, 2011.

CULAU, P. O. V. et al. Influência do gene halotano sobre a qualidade da carne suína. **Revista Brasileira de Zootecnia**,31: 954-961, 2002.

CURTIS, R.; LUE, L. A molecular approach to bioseparations: protein–protein and protein–salt interactions. **Chemical Engineering Science**,61(3): 907-923, 2006.

DE SOUZA, V. R. et al. Salt equivalence and temporal dominance of sensations of different sodium chloride substitutes in butter. **Journal of dairy research**,80(3): 319-325, 2013.

DESMOND, E. Reducing salt: A challenge for the meat industry. **Meat Science**,74(1): 188-196, 2006.

DICKINSON, B. D.; HAVAS, S. Reducing the population burden of cardiovascular disease by reducing sodium intake: a report of the Council on Science and Public Health. **Archives of Internal Medicine**,167(14): 1460-1468, 2007.

DOOLEY, L.; LEE, Y.-S.; MEULLENET, J.-F. The application of check-all-that-apply (CATA) consumer profiling to preference mapping of vanilla ice cream and its comparison to classical external preference mapping. **Food Quality and Preference**,21(4): 394-401,2010.

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**,76: 725-734,2015.

DOS SANTOS, B. A. et al. Monosodium glutamate, disodium inosinate, disodium guanylate, lysine and taurine improve the sensory quality of fermented cooked sausages with 50% and 75% replacement of NaCl with KCl. **Meat Science**,96(1): 509-513,2014.

FEINER, G. **Meat Products Handbook: Practical Science and Technology**. CRC Press, 2006. 672p. ISBN 0849380103.

FELLENDORF, S.; O'SULLIVAN, M. G.; KERRY, J. P. Impact of ingredient replacers on the physicochemical properties and sensory quality of reduced salt and fat black puddings. **Meat science**,113: 17-25, 2016.

FERNANDES, R. **Microbiology handbook: dairy products**. Royal Society of Chemistry, 2009. p. ISBN 1847559433.

FERREIRA, V. et al. Análise sensorial: testes discriminativos e afetivos. **Campinas: sbCTA**,2000, 2000.

FSA. **Related content salt reduction targets for 2017**. Northern Ireland: Food Standards Agency, 2014. p.

GRASSO, S. et al. Healthy processed meat products—Regulatory, reformulation and consumer challenges. **Trends in Food Science & Technology**,39(1): 4-17, 2014.

GULARTE, M. A. Manual de análise sensorial de alimentos. **Universidade Federal de Pelotas**: 29, 2002.

HADDAD, G. D. B. S. et al. The effects of sodium chloride and PSE meat on restructured cured-smoked pork loin quality: A response surface methodology study. **Meat Science**,137: 191-200, 2018.

HORITA, C. et al. Sensory profiling of low sodium frankfurter containing garlic products: Adequacy of Polarized Projective Mapping compared with trained panel. **Meat science**,131: 90-98, 2017.

HUE, C. K. **O mercado de frios no Brasil: uma estimação da demanda a partir de um modelo em três estágios**. 2011.

INGUGLIA, E. S. et al. Salt reduction strategies in processed meat products—A review. **Trends in Food Science & Technology**,59: 70-78, 2017.

JENSEN, M. et al. **Seasoning and method for seasoning a food product while reducing dietary sodium intake**: Google Patents 2011.

JIMÉNEZ-COLMENERO, F.; CARBALLO, J.; COFRADES, S. Healthier meat and meat products: their role as functional foods. **Meat science**,59(1): 5-13, 2001.

JORGE, E. C. et al. Application of a check-all-that-apply question for evaluating and characterizing meat products. **Meat Science**,100: 124-133, 2015.

KIM, Y. H. B.; WARNER, R. D.; ROSENVOLD, K. Influence of high pre-rigor temperature and fast pH fall on muscle proteins and meat quality: a review. **Animal Production Science**,54: 375-395, 2014.

KISSEL, C. et al. Functional properties of PSE (Pale, Soft, Exudative) broiler meat in the production of mortadella. **Brazilian archives of biology and technology**,52(SPE): 213-217, 2009.

LABBE, D. et al. Temporal dominance of sensations and sensory profiling: A comparative study. **Food Quality and Preference**,20(3): 216-221, 2009.

LAGE, F. C. S. **Utilização de Soro de Leite Fluido Enriquecido com Lactulose na Elaboração de Apresuntados**. 2010. 176 Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos). Universidade Federal de Lavras, Lavras.

LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. Data relationships and multivariate applications. In: (Ed.). **Sensory evaluation of food**: Springer, 2010. p.433-449.

LEE, H. C.; CHIN, K. B. Evaluation of various salt levels and different dairy proteins in combination with microbial transglutaminase on the quality characteristics of restructured pork ham. **International journal of food science & technology**,46(7): 1522-1528,2011.

LIEM, D. G.; MIREMADI, F.; KEAST, R. S. Reducing sodium in foods: the effect on flavor. **Nutrients**,3(6): 694-711, 2011.

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**,121: 166-174, 2016.

MADRUGA, M. S. Análise de inosina-5'-monofosfato (5'-IMP) e seus derivados em diferentes músculos de bovinos, suínos e ovinos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**,17(2): 84-88, 1997.

MAGANHINI, M. B. et al. Carnes PSE (Pale, Soft, Exudative) e DFD (Dark, Firm, Dry) em lombo suíno numa linha de abate industrial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**,27: 69-72,2007.

MARTINS, A. Redução de sódio em alimentos: uma análise dos acordos voluntários no Brasil. **Série Alimentos, Instituto Brasileiro De Defesa Do Consumidor (IDEC), São Paulo**: 1-90,2014.

MATTHEWS, K.; STRONG, M. Salt—its role in meat products and the industry's action plan to reduce it. **Nutrition Bulletin**,30(1): 55-61, 2005.

MCDONNELL, C. et al. The effect of ultrasonic salting on protein and water—protein interactions in meat. **Food chemistry**,147: 245-251, 2014.

MCDONNELL, C. K. et al. The acceleration of pork curing by power ultrasound: A pilot-scale production. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**,26: 191-198,2014.

MEYNERS, M. On the design, analysis and interpretation of temporal dominance of sensations data. **Proceedings of the 11th European Symposium on Statistical Methods for the Food Industry (AgroStat)**, 2010. p.45 e 53.

MOHAN, S.; CAMPBELL, N. R.; WILLIS, K. Effective population-wide public health interventions to promote sodium reduction. **Canadian Medical Association Journal**,181(9): 605-609, 2009.

MOTZER, E. A. et al. Quality of Restructured Hams Manufactured with PSE Pork as Affected by Water Binders. **Journal of Food Science**,63(6): 1007-1011, 1998.

O'FLYNN, C. et al. The application of high-pressure treatment in the reduction of phosphate levels in breakfast sausages. **Meat science**,96(1): 633-639, 2014.

O'NEILL, D. et al. Effects of PSE on the quality of cooked hams. **Meat science**,64(2): 113-118, 2003.

OFFER, G. et al. The structural basis of the water-holding, appearance and toughness of meat and meat products. **Food structure**,8(1): 17, 1989.

OJHA, K. S. et al. Ultrasound assisted diffusion of sodium salt replacer and effect on physicochemical properties of pork meat. **International journal of food science & technology**,51(1): 37-45, 2016.

ORVALHO, R. J. S. **Redução do teor de sódio em fiambre. Implicações tecnológicas, organolépticas e de prazo de validade**. 2010. Universidade Técnica de Lisboa. Faculdade de Medicina Veterinária.

- PANOUILLE, M. et al. Understanding of the influence of composition, structure and texture on salty perception in model dairy products. **Food hydrocolloids**,25(4): 716-723,2011.
- PAULSEN, M. T. et al. Effects of NaCl substitution on the sensory properties of sausages: Temporal aspects. **Meat science**,98(2): 164-170,2014.
- PERISIC, N. et al. Characterizing salt substitution in beef meat processing by vibrational spectroscopy and sensory analysis. **Meat science**,95(3): 576-585,2013.
- PINEAU, N. et al. Temporal Dominance of Sensations: Construction of the TDS curves and comparison with time-intensity. **Food Quality and Preference**,20(6): 450-455,2009.
- PINTADO, A. I. et al. Consumer acceptance and sensory profiling of reengineered kitoza products. **Food chemistry**,198: 75-84,2016.
- PRÄNDL, O. et al. **Tecnología de Higiene de la Carne**. Zaragoza: Acribia, 1994. 855p.
- PYRCZ, J. et al. The effect of the share of PSE meat on physical changes in cooked hams. **Electronic Journal of Polish Agricultural Universities**,12: 1-5, 2009.
- RAMA, R. et al. Impact of salt crystal size on in-mouth delivery of sodium and saltiness perception from snack foods. **Journal of Texture Studies**,44(5): 338-345, 2013.
- RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da Qualidade de Carnes: Fundamentos e Metodologias**. 2a Ed. Viçosa: Editora UFV, 2017. 473p. ISBN 9788572695497.
- RANKEN, M. D. **Manual de Industrias de la Carne**. 2003.
- RODRIGUES, J. et al. Utilization of temporal dominance of sensations and time intensity methodology for development of low-sodium Mozzarella cheese using a mixture of salts. **Journal of dairy science**,97(8): 4733-4744,2014.
- 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**,47: 91-96,2016a.
- RODRIGUES, J. F. et al. Temporal dominance of sensations (TDS) panel behavior: A preliminary study with chocolate. **Food Quality and Preference**,54: 51-57,2016b.
- RUUSUNEN, M.; PUOLANNE, E. Reducing sodium intake from meat products. **Meat science**,70(3): 531-541,2005.
- SACKS, F. M. et al. Effects on blood pressure of reduced dietary sodium and the Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) diet. **New England journal of medicine**,344(1): 3-10, 2001.
- SANTIAGO, J. C. et al. Incidência da carne PSE (pale, soft, exsudative) em suínos em razão do tempo de descanso pré-abate e sexo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**,64: 1739-1746, 2012.
- SANTOS, B. P. D. Caracterização físico-química e sensorial dos apresuntados elaborados com carne suína proveniente da raça JSR, e acrescidos dos hidrocolóides: carragena, fécula de mandioca e maltodextrina. 2005.

SCHILLING, M. W. et al. Utilization of response surface modeling to evaluate the effects of non-meat adjuncts and combinations of PSE and RFN pork on water holding capacity and cooked color in the production of boneless cured pork. **Meat Science**,66(2): 371-381, 2004.

SGARBIERI, V. C. Proteínas em alimentos protéicos: propriedades, degradações e modificações. In: (Ed.). **Proteínas em alimentos protéicos: propriedades, degradações e modificações**, 1996.

TEIXEIRA, L. V. Análise sensorial na indústria de alimentos. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**,64(366): 12-21, 2009.

TORRES FILHO, R. A. et al. Classification of pork quality by hierarchical cluster analysis. **British Food Journal**,(in press), 2018.

TRIKI, M. et al. Storage stability of low-fat sodium reduced fresh merguez sausage prepared with olive oil in konjac gel matrix. **Meat science**,94(4): 438-446, 2013.

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 & Technology**,47(8): 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**,48(2): 893-908,2012.

VIEGAS, C. Consumo de sal numa escola de hotelaria. **Segurança e Qualidade Alimentar**,6: 34-38, 2009.

WHO, J.; ORGANIZATION, W. H. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: report of a joint WH. 2003.

ARTIGO 1

Artigo redigido conforme a norma do periódico Meat Science

“Versão Preliminar”

EFEITO DO USO DE CARNE PSE E DA CONCENTRAÇÃO DE SAL NAS CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS E SENSORIAIS DE APRESUNTADOS

Effects of PSE meat and salt concentration on the technological and sensorial characteristics of restructured cooked hams

RESUMO: Objetivou-se avaliar os efeitos da utilização de carne normal (RFN) e PSE na qualidade tecnológica e sensorial de apresuntados, elaborados com diferentes níveis de sal (0,8%, 1,2%, 1,6%, 2,0% e 2,4%). A atividade de água (A_w) foi reduzida quando o sal foi adicionado, e nos apresuntados RFN esta diferença foi observada apenas quando 1,2% de sal foram utilizados, enquanto nos elaborados com carne PSE, essa diferença já foi observada com a redução de 2,0% para 1,6% de sal. A perda de peso por cozimento (PPC) e perda de peso por exsudação (PEX), foram diferentes significativamente ($P < 0,05$) quanto ao teor de sal, à medida que este diminuiu, aumentaram as perdas. Para os parâmetros de textura, a dureza foi afetada ($P < 0,05$) pelo sal, menores valores foram observados com a sua redução, já a coesividade e flexibilidade foram afetadas ($P < 0,05$) pelo tipo de carne utilizada, os apresuntados PSE apresentaram maior flexibilidade e menor coesividade quando comparados aos RFN. A energia de fratura foi maior ($P < 0,05$) nos apresuntados RFN do que com carne PSE. Para o índice de vermelho (a^*) e índice de amarelo (b^*), a redução de sal aumentou ($P < 0,05$) os valores de a^* , enquanto o uso de carne PSE aumentou ($P < 0,05$) os valores de a^* e reduziu ($P < 0,05$) os valores de b^* . A saturação (C^*) foi afetada ($P < 0,05$) pelo sal, a sua redução implicou na cor das amostras mais intensas; já o tipo de carne afetou a tonalidade (h^*), onde os apresuntados PSE apresentaram uma tonalidade reduzida. A percepção do sabor salgado foi maior nos produtos elaborados com carne PSE do que com carne normal. Apesar de haver uma maior preferência pelas amostras elaboradas com maiores teores de sal (2,0 a 2,4%), os julgadores preferiram as amostras elaboradas com carne PSE, quando menores concentrações de sal (<1,6%) foram utilizadas. Concluiu-se que uma adição de sal entre 1,2% em apresuntados elaborados com carne PSE, seria satisfatória para a manutenção ou ínfimas mudanças nas características tecnológicas e sensoriais dos produtos.

Palavras-chave: Sódio, qualidade, cor, textura.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, os problemas relacionados com o consumo excessivo de sódio vêm se tornando cada vez mais conhecidos, como o aumento dos quadros de hipertensão e as doenças cardiovasculares (WHO, 2010), fomentando pesquisas sobre formas de reduzir o teor de sal (cloreto de sódio, NaCl), por este constituir o ingrediente que maior contribui com sódio na dieta (Inguglia, Zhang, Tiwari, Kerry, & Burgess, 2017). No Brasil, o primeiro acordo entre o Ministério da Saúde (MS) e a Associação Brasileira das Indústrias de Alimentos (ABIA), para a redução de sódio em alimentos processados, entrou em vigor em 2011, e tornou possível a retirada de 17 mil toneladas de sódio que seriam consumidos pela população. Em junho de 2017, foi firmado um novo acordo, válido para os próximos quatro anos, no qual a meta é a retirada de 28,5 toneladas de sódio da alimentação dos brasileiros (ABIA, 2017).

No setor de processamento de carnes, o sal desempenha uma grande importância tecnológica na elaboração dos produtos, sendo que a sua redução não é uma prática simples para a indústria. Além de atribuir o gosto salgado e contribuir para a conservação do produto, o sal desempenha um papel crucial no processo de extração e solubilização das proteínas miofibrilares, resultando na melhoria das capacidades de retenção de água (CRA), liga, e de emulsificação de gorduras, afetando diretamente o rendimento e a textura do produto final (Bombrun, Gatellier, Carlier, & Kondjoyan, 2014; Desmond, 2006). Portanto, quando a quantidade de sal é reduzida, deve-se esperar algumas intervenções tecnológicas nos produtos.

Diversas pesquisas têm sido conduzidas para contornar os problemas tecnológicos associados à redução de sal em produtos cárneos, sendo que as intervenções vão desde a própria redução de sal, com base na avaliação sensorial e na aceitação de produtos (Fellendorf, O'Sullivan, & Kerry, 2016; Liem, Miremadi, & Keast, 2011), substituição por misturas de outros sais (Paulsen, Nys, Kvarberg, & Hersleth, 2014), utilização de potencializadores de sabor, como glutamato monossódico ou extratos de levedura (dos Santos, Campagnol, Morgano, & Pollonio, 2014), alterações na forma física do sal (Emorine, Septier, Thomas-Danguin, & Salles, 2014; Rama, Chiu, Carvalho Da Silva, Hewson, Hort, & Fisk, 2013), melhoria da difusão de sal através de tratamento de alta pressão ou tecnologia de ultrassom (McDonnell, Allen, Morin, & Lyng, 2014; Ojha,

Keenan, Bright, Kerry, & Tiwari, 2016), e modificações no processo de cozimento (Barbieri, Barbieri, Bergamaschi, Francheschini, & Berizi, 2016).

No entanto, outros fatores inerentes ao processamento também podem contribuir de forma negativa à qualidade do produto quando da redução de sal, como a utilização de carnes com características sensoriais e tecnológicas inadequadas, como a carne PSE (Haddad, Moura, Fontes, Cunha, Ramos, & Ramos, 2018): de cor pálida, textura flácida e altamente exsudativa. A carne PSE é uma anomalia induzida por alterações bioquímicas oriundas de uma rápida queda de pH *post mortem* (Ramos & Gomide, 2017) e cujo uso em produtos industrializados é inadequado, devido ao comprometimento das propriedades funcionais das suas proteínas (Barbut et al., 2008; Pyrcz, Kowalski, Danyluk, Bilska, & Uchman, 2009) o que afeta, similarmente, a redução de sal, a capacidade de ligação, de retenção de água e de emulsificação das gorduras no processamento (Kim, Warner, & Rosenvold, 2014; O'Neill, Lynch, Troy, Buckley, & Kerry, 2003). Segundo Cazedey, Torres Filho, Fontes, Ramos, and Ramos (2016), a incidência de carnes PSE nos abatedouros de suínos no Brasil, pode chegar a 40%. Desta forma, este tipo de carne tem sido utilizado constantemente na elaboração de produtos industrializados, dificultando a tarefa de se reduzir o teor de sódio nestes produtos (Haddad et al., 2018).

De nosso conhecimento, apenas Haddad et al. (2018) avaliaram os efeitos combinados da utilização de carne PSE e redução de sal em produtos cárneos. Estes autores relataram que os principais efeitos tecnológicos da combinação do uso de diferentes proporções de carne de PSE, e da adição de sal em lombos tipo Canadense foram sobre a CRA, a textura e a fatiabilidade do produto, todos resultantes, principalmente, da redução do sal na formulação. No entanto, Haddad et al. (2018) trabalharam com modelos preditivos (delineamento composto central rotacional) para avaliar estes efeitos e, desta forma, seus resultados precisam ser validados por experimentos adicionais. Assim, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar os efeitos da redução de sal na qualidade tecnológica e sensorial de apresuntados elaborados com carne classificadas como PSE, comparando-os com produtos elaborados com carne classificadas como normal.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nos laboratórios de Tecnologia de Carnes e Derivados (LabCarnes) e de Análise Sensorial do Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA) da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

2.1. Obtenção e classificação da matéria-prima

As amostras de carne suína (linhagem comercial Large White × Landrace) foram obtidas diretamente de um abatedouro comercial localizado no município de Lavras, MG. Os lombos das carcaças refrigeradas (1 °C por 24 horas *post mortem*) foram desossados e utilizados para classificação das carcaças, sendo avaliados quanto a(o):

- pH, pela inserção direta de eletrodo de penetração, acoplado a um pHmetro portátil HI 99163 (Hanna Instruments, Woonsocket, RI, EUA) em regiões centrais da amostra;
- Luminosidade (L^*), conduzida na superfície interna dos lombos, após exposição da amostra (*blooming*) por cerca de 30 minutos ao ambiente por um colorímetro espectrofotométrico CM-700 (Konica Minolta Sensing Inc, Osaka, Japan), com porta de abertura de 8 mm, configurado no modo de reflectância especular excluída (SCE), iluminante D65 e ângulo de 10° para observador e;
- Perda de peso por gotejamento (PPG), realizada pelo método EZ *driploss* (EZDL) de acordo com metodologia proposta por Rasmussen e Andersson (1996). Amostras cilíndricas de 2,0 cm de espessura dos lombos foram pesadas e colocadas em tubos plásticos com formato de funil (*Christensen Aps Industrivaengetand, Denmark*). Os tubos foram pesados antes e após períodos de 48 horas, à temperatura de 4 °C, sendo a EZDL expressa como percentagem de exsudado em relação ao peso inicial de carne.

As carcaças foram classificadas quanto à qualidade, segundo os critérios propostos por [Torres Filho, Cazedey, Fontes, Ramos, and Ramos \(2018\)](#). Estes autores sugeriram a classificação das carcaças suínas baseada nos valores de PPG, medidos pelo método de [Honikel \(1987\)](#), e de L^* . Desta forma, para uso destes critérios, os valores limites de PPG

foram convertidos para EZDL usando-se a equação ($EZDL = -0.78 + 0.79 \times PPG$) proposta por [Torres Filho, Cazedey, Fontes, Ramos, and Ramos \(2017\)](#). As carcaças foram classificadas em:

- PSE, carcaça sem que os lombos possuíam $L^* > 52$ e $PPG > 6\%$ ($EZDL > 4,0\%$) e;
- Normais (RFN), carcaças em que os lombos possuíam L^* entre 44 e 52 e PPG entre 2% e 6% ($EZDL$ entre 0,8% e 4,0%).

Após a classificação, os pernis e as paletas da carcaça suína, previamente congelados, foram separados e mantidos a -20°C até o momento da elaboração dos produtos.

2.2.Elaboração dos apresuntados

A formulação padrão utilizada no experimento (Tabela 1) foi definida com base em formulações comerciais, utilizando ingredientes (carragena, maltodextrina e isolado proteico de soja) sugeridos para reduzir os efeitos negativos da utilização da carne PSE ([Motzer, Carpenter, Reynolds, & Lyon, 1998](#); [Schilling, Marriott, Acton, Anderson-Cook, Alvarado, & Wang, 2004](#)) e que são comumente utilizados em formulações industriais. Para avaliar os efeitos da utilização de carne PSE na qualidade dos apresuntados, foram elaborados produtos utilizando 100% de carne RFN; e utilizando 100% de carne PSE, totalizando dez tratamentos.

A redução nos teores de sódio foi alcançada pela redução na quantidade de sal refinado das formulações, considerando-se o teor de sódio estimado no produto, a partir da quantidade de sódio prevista nos ingredientes. Assim, para cada um dos tipos de carnes (RFN e PSE) foram elaborados cinco diferentes produtos adicionados de diferentes quantidades de sal; 2,4%(1233 mg Na^+ /100g) a 0,8% (618 mg Na^+ /100g) (Tabela 2). A redução de sal nas formulações foi compensada pelo aumento equitativo no conteúdo de água.

Tabela 1. Formulação padrão utilizada na elaboração dos apresuntados, contendo a estimativa de sódio (Na^+) presente em cada ingrediente.

Ingredientes		
Nome	Na^+ (%) determinados*	Formulação (%)
Pernil suíno	0,06	34,0
Paleta suína	0,06	23,0
Água	-	34,72
Sal refinado	38,4	2,4
Isolado proteico de soja ¹	0,05	1,7
Fécula de mandioca ²	-	1,7
Maltodextrina ¹	-	1,0
Nitrito de sódio ¹	31,2	0,02
Eritorbato de sódio ³	9,5	0,06
Tripolifosfato de sódio ³	30,9	0,5
Carragena ¹	0,27	0,5
Condimento Presunto Califórnia ³	27,1	0,4

* Valores determinados analiticamente utilizando um fotômetro de chama (AOAC, 2012), após digestão úmida com ácido nítrico/perclórico.¹New Max Industrial Ltda., Americana, SP, Brasil.²Amafil Indústria e comercio Ltda., São Lourenço, PR, Brasil. ³ Indústria Brasileira de Aditivos e Condimentos Ltda. (IBRAC), Rio Claro, SP.

Tabela 2. Quantidade sal (NaCl) adicionada nas formulações de apresuntados e estimativas do teor de sódio (Na^+)* e reduções** alcançadas em relação à formulação padrão.

Formulação	Teor de NaCl (%)	Teor de Na^+ (mg/100 g)	Redução de NaCl (%)	Redução de Na^+ (%)
1 (Padrão)	2,4	1233	-	-
2	2,0	1079	17	12
3	1,6	926	33	25
4	1,2	772	50	37
5	0,8	618	67	50

* Baseado no conteúdo dos ingredientes (Tabela 1).

As carnes foram descongeladas por 24 horas a 4°C e moídas em disco de 20 mm utilizando um moedor (Beccaro Ltda, Rio Claro, SP, Brasil). Em uma misturadeira Stang-364 (Anodilar, SC, Brasil), uma salmoura contendo os ingredientes da formulação foi incorporada à massa cárnea. Após 15 minutos de mistura, a massa cárnea foi pesada em saco de nylon-polietileno, a embalagem lacrada a vácuo em uma embaladora TM-250

(TecMaq, SP, Brasil), enformada em forma metálica para presunto de 1 kg e mantida em câmara fria (4 °C) por 16 horas para o processo de cura. Os produtos foram cozidos em banho-maria seguindo a seguinte programação: 1h à 60°C; 1h à 70°C; e 30 min à 80°C, quando a temperatura de 71-72 °C era atingida no ponto frio do produto. Imediatamente após o cozimento, os produtos foram resfriados por banho de água com gelo e mantidos sob refrigeração (4 °C) por 24 horas, quando foram considerados acabados.

2.3. Características físico-químicas

Os valores de pH dos produtos foram determinados, em triplicata, pela inserção de um eletrodo de penetração, acoplado a um pH metrodigital (DM20; Digimed, São Paulo, Brasil).

A composição centesimal dos produtos foi realizada segundo a metodologia oficial da AOAC (AOAC, 2012), sendo: umidade determinada pelo método 925.45b; cinzas (resíduo mineral fixo) pelo método 923.03; proteínas pelo método 960.52, utilizando o fator de 6,25; e lipídios (extrato etéreo) pelo método 920.39.

O teor de sódio dos produtos foi determinado por fotometria de chama (AOAC, 2012), após digestão úmida com ácido nítrico/perclórico. Brevemente, 2 g de amostra foram pesadas em tubos digestores, adicionadas de 8 mL de ácido nítrico (HNO₃) concentrado e 2 mL de ácido perclórico 70% (HClO₄) e digeridas a 90 °C até a obtenção de uma solução límpida. As amostras digeridas foram primeiramente diluídas para 50 mL com água deionizada em um balão volumétrico, e a leitura realizada em um fotômetro de chama B262 (Micronal, São Paulo, São Paulo, Brasil). Todas as vidrarias utilizadas na análise foram previamente desmineralizadas com três lavagens sucessivas com uma solução de HCl 20%.

A determinação da atividade de água das amostras foi realizada em aparelho Aqualab® CX2 (Decagon Devices Inc., Pullman, Estados Unidos), que utiliza a determinação do ponto de orvalho, seguindo-se as orientações do fabricante.

2.4. Perdas de água

Os produtos acabados foram desenformados, secos em papel absorvente e pesados para a determinação do percentual de perda de peso por cozimento (PPC) em relação à massa antes do cozimento.

A perda de peso por exsudação (PEX) foi determinada pelo método de pressão (*expressive moisture*) descrito por [Motzer et al. \(1998\)](#), com pequenas modificações. Cinco amostras cilíndricas de 25 mm de diâmetro e 25 mm de altura foram obtidas, com a ajuda de um cortador cilíndrico, pesadas e submetidas ao teste utilizando um texturômetro TA.XT2i (Stable Micro System Inc, Reino Unido). Durante o teste, as amostras foram colocadas entre dois papéis-filtro, pressionadas por um prato de compressão de 12,5 cm de diâmetro, a uma velocidade de 100 mm/minuto, até 60% de deformação, sendo mantida pressionada por 15s quando a deformação foi atingida. Depois da prensagem, as amostras foram retiradas do papel-filtro, novamente pesadas, e o percentual de peso perdido foi calculado em relação ao peso inicial (antes da compressão).

Para a análise de sinerese, 10 fatias de 3 mm de espessura foram obtidas em um fatiador de frios USM2 (Urano, Canoas, RS, Brasil), pesadas em conjunto, embaladas a vácuo e armazenadas sob refrigeração (4 °C) por sete dias. A cada dois dias, a embalagem foi mantida à temperatura ambiente, por 2 horas, para simular condições de estresse no produto e, após esse tempo, retornava à refrigeração. Este procedimento foi repetido três vezes e, após sete dias de armazenamento, as fatias foram retiradas da embalagem, limpas com papel absorvente e novamente pesadas.

2.5. Cor instrumental

A avaliação da cor foi conduzida utilizando-se um espectrofotômetro portátil CM-700 (Konica Minolta Sensing Inc, Osaka, Japan), com abertura de porta de 8mm, sendo considerado o valor médio de cinco leituras realizadas em diferentes pontos da superfície interna dos produtos. Os índices de cor foram obtidos no sistema CIELAB (L^* =luminosidade; a^* = índice de vermelho; e b^* = índice de amarelo), utilizando-se iluminante D65, componente especular excluído (SCE) e ângulo do observador de 10°. Os índices de saturação (C^*) e ângulo de tonalidade (h^*) foram calculados pelas seguintes

fórmulas (Ramos & Gomide, 2017): $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{0,5}$; e $h^* = \tan^{-1}(b^*/a^*)$. Os valores de h^* foram convertidos de radiano para graus.

2.6. Análise do perfil de textura

A análise do perfil de textura (TPA) foi conduzida em um texturômetro TA.XT2i (Stable Micro System Inc, Reino Unido) segundo procedimento descrito por Motzer et al. (1998), com pequenas modificações. Cinco amostras cilíndricas de 25 mm de arestas e 25 mm de altura foram obtidas, com ajuda de um cortador cilíndrico, e cada uma comprimida duas vezes, com um prato de compressão de 12,5 cm de diâmetro, até 60% de seu tamanho original. Não houve tempo de descanso entre os dois ciclos de compressão. A curva de deformação com o tempo foi obtida a uma velocidade de compressão de 200mm/min (3,33mm/s), a partir da qual foram obtidas cinco características de textura (Ramos & Gomide, 2017): dureza (N), coesividade, adesividade (N×mm), flexibilidade (mm) e mastigabilidade (N×mm).

2.7. Força de tração

O teste de tração (*tensile force*; N) das amostras, foi conduzido segundo metodologia proposta por Herrero, de la Hoz, Ordóñez, Herranz, Romero de Ávila, and Cambero (2008), com pequenas modificações. Cinco fatias de 3 mm de espessura foram obtidas, utilizando um fatiador USM2 (Urano, Brasil, Canoas, RS), e padronizadas na forma de haltere de 12 cm de comprimento e com seção central (mais estreita) de 2,5 cm de largura e 8,0 cm de comprimento (Figura 1). As amostras foram presas pelas extremidades e uma força de tração foi aplicada a uma velocidade de 1,0 mm/s até a ruptura (fratura) da amostra. A força de ruptura (*breakingstrenght*; N/cm²) foi calculada como a força máxima necessária para fraturar a amostra dividida pela área da secção transversal (2,5 cm espessura x 0,3 cm largura) das amostras e a energia de fratura (*energyto fracture*; N×mm) calculada como sendo a área sob a curva de deformação (Honikel, 1998).

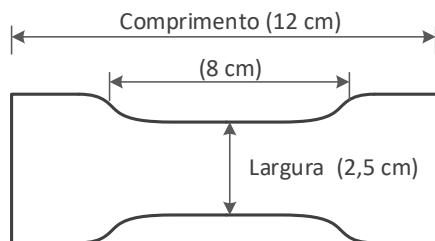


Figura 1. Forma do molde tipo “halteres” utilizado na avaliação da força de tração.

2.8. Análises sensoriais

As análises sensoriais conduzidas nos dez tratamentos de apresuntados foram aprovadas pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Lavras (CAAE: 30844314.5.0000.5148) e foram realizadas no Laboratório de Análise Sensorial do DCA/UFLA, conduzidas em cabines individuais, com luz branca.

2.8.1. Avaliação da intensidade de gosto salgado e preferência

Cinquenta avaliadores foram recrutados para avaliar os apresuntados quanto ao gosto salgado e preferência. Todos os avaliadores se declararam consumidores regulares do produto. Os testes foram divididos em duas sessões, para evitar a fadiga sensorial dos avaliadores: uma seção foi conduzida para avaliação dos apresuntados elaborados com carne RFN e diferentes teores de sal e, em outra seção, foram avaliados os apresuntados elaborados com carne PSE.

As amostras (cubos de 25 mm) das cinco formulações elaboradas com diferentes concentrações de sal foram servidas (aproximadamente 4°C) em copos plásticos marcados com um código de três dígitos. A apresentação das amostras aos avaliadores foi realizada aleatoriamente, em sequência monádica e de forma casualizada. Juntamente com cada amostra codificada, foi estabelecida e fornecida como amostra padrão (formulação contendo 1,6% de sal) e pedido aos provadores que avaliassem a intensidade do gosto salgado e a preferência em relação à amostra referência. A avaliação foi conduzida em uma escala não estruturada de 9 cm (Figura 2), com o centro indicando amostra similar à referência, e os extremos nas intensidades menor e maior que a referência (Ruusunen, Simolin, & Puolanne, 2001). Foi fornecido aos provadores, água, para limpeza do palato entre as avaliações dos ensaios.

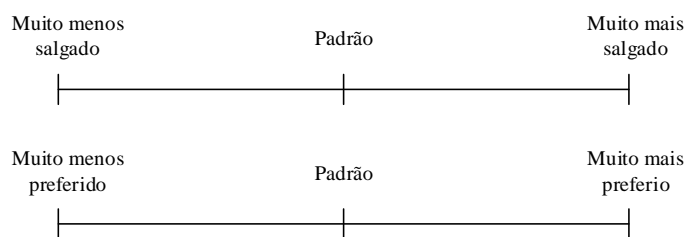


Figura 2. Escalas não estruturadas utilizadas na avaliação da intensidade de gosto salgado e preferência.

2.8.2. Aceitação

Para o teste de aceitação, os avaliadores receberam uma ficha de avaliação sensorial para que avaliassem os apesuntados, utilizando-se uma escala hedônica de 1 (desgostei extremamente) a 9 (gostei extremamente), para os atributos de cor e textura. O teste foi dividido em duas sessões, para evitar a fadiga sensorial dos avaliadores: uma seção foi conduzida para avaliação dos apesuntados elaborados com carne RFN e diferentes concentrações de sal; e em outra seção foram avaliados os apesuntados elaborados com carne PSE. As amostras (cubos de 25 mm de espessura) foram servidas (aproximadamente 4°C) em copos plásticos, marcados com um código de três dígitos e apresentadas aos participantes aleatoriamente, em sequência monádica e de forma casualizada. Água foi fornecida para limpeza do palato entre as avaliações dos ensaios.

2.10. Análises estatísticas

Os dados das análises tecnológicas foram avaliados em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 2 (tipo de carne) x 5 (concentrações de sal), com seis repetições, totalizando 60 unidades experimentais. Os dados foram testados pela análise de variância (ANOVA) e, quando necessário, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, considerando um nível de significância de 5%.

As análises sensoriais da intensidade do gosto salgado e da preferência foram avaliadas por estatística descritiva, uma vez que as amostras referência de cada seção eram distintas (elaboradas com carne RFN ou PSE).

Para os dados do teste de aceitação, utilizou-se o delineamento de blocos casualizados (DBC), em que cada avaliador representou um bloco, também em esquema fatorial 2 (tipo de carne) x 5 (teores de sal). Os dados foram testados pela ANOVA e,

quando necessário, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). A análise de componentes principais (PCA) foi realizada utilizando o software estatístico *Senso Maker*® para correlacionar os índices de cor e textura instrumentais com os dados sensoriais,

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o pacote estatístico SAS, versão 9.2(Statistical Analysis System - SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Classificação das carcaças

As características dos lombos utilizados para a classificação das carcaças suínas em RFN e PSE, para obtenção da matéria-prima utilizada no experimento (paleta e pernil), são descritas na Tabela 3.

Tabela 3. Média (\pm desvio padrão) das características tecnológicas dos lombos suínos e sua classificação quanto a qualidade

Característica	Classificação	
	RFN	PSE
Ph	5,79 \pm 0,07	5,62 \pm 0,08
EZDL (%)	1,64 \pm 0,30	6,31 \pm 1,93
Luminosidade (L*)	47,93 \pm 3,34	55,93 \pm 1,05
Índice de vermelho (a*)	7,29 \pm 2,13	7,39 \pm 1,53
Índice de amarelo (b*)	8,84 \pm 0,45	7,71 \pm 0,62
Saturação (C*)	11,50 \pm 1,70	10,69 \pm 1,50
Tonalidade (h*, graus)	51,01 \pm 6,83	46,47 \pm 3,64

RFN = carne vermelha, firme e de exsudação normal; PSE = carne pálida, flácida e exsudativa; e EZDL = perda de peso por gotejamento pelo teste EZ *driploss*.

3.2. Características físico-químicas

A composição centesimal e o teor de sódio dos apresetados elaborados com carne RFN e PSE e diferentes concentrações de sal, são descritos na Tabela 4. Para a composição centesimal não foi verificada interação ou efeito isolado ($P > 0,05$) para nenhum dos fatores analisados, sendo observados valores médios de 74,24 \pm 1,69% para a umidade, 15,09 \pm

1,67% para o teor de proteínas totais, $4,83 \pm 0,48\%$ de extrato etéreo e $1,23 \pm 0,57\%$ de cinzas. Assim, todos os produtos elaborados estavam dentro das exigências determinadas pelo Padrão de Identidade e Qualidade para apresuntados da legislação brasileira (BRASIL, 2000), que estabelece valores máximos de 75% de umidade, 12% de lipídeos e mínimo de 13% proteína.

Tabela 4. Efeitos (média \pm desvio-padrão) do tipo de carne e da concentração de sal adicionado na composição centesimal e o teor de sódio de apresuntados.

Fatores	Efeitos	Umidade (%)	Proteína (%)	Extrato etéreo (%)	Cinzas (%)	Sódio (mg/100g)
Carne	RFN	74,35 \pm 1,20	15,73 \pm 1,03	4,82 \pm 0,42	1,07 \pm 0,24	1249 \pm 246
	PSE	74,15 \pm 2,21	14,45 \pm 2,02	4,84 \pm 0,58	1,17 \pm 1,01	1330 \pm 162
Teor de sal (%)	0,8	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	1110 \pm 61 ^c
	1,2	72,94 \pm 1,03	16,25 \pm 0,88	4,78 \pm 0,43	1,46 \pm 0,91	1174 \pm 111 ^{bc}
	1,6	74,76 \pm 0,98	14,67 \pm 0,62	4,97 \pm 0,53	1,07 \pm 0,25	1273 \pm 153 ^{bc}
	2,0	75,05 \pm 1,42	14,35 \pm 2,52	4,74 \pm 0,59	1,08 \pm 0,13	1378 \pm 222 ^{ab}
	2,4	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	1513 \pm 200 ^a
<i>P</i> -valor ¹	Carne	<i>0,831</i>	<i>0,958</i>	<i>0,222</i>	<i>0,610</i>	<i>0,207</i>
	Sal	<i>0,201</i>	<i>0,849</i>	<i>0,285</i>	<i>0,720</i>	0,004
	Carne x Sal	<i>0,343</i>	<i>0,697</i>	<i>0,723</i>	<i>0,688</i>	<i>0,986</i>

na = não avaliado.

¹Valores significativos ($P < 0,05$) foram representados em negrito.

^{a-c} Médias seguidas de letras diferentes diferem ($P < 0,05$) pelo teste F para o tipo de carne e pelo teste de Tukey para o teor de sal.

Conforme esperado, a redução da quantidade de sal adicionada na formulação, implicou na redução do teor de sódio das amostras. O teor de sódio na formulação padrão (2,4% de sal) foi próximo aos observados (1000 a 1400 mg Na⁺/100g de sódio) em lombos tipo Canadense e apresuntados comercializados no Brasil (Haddad et al., 2018; IDEC, 2014; Pedro, Fili, & Oliveira, 2000). Kameník, Saláková, Vyskočilová, Pechová, and Haruštíaková (2017) avaliaram o teor de sódio de diversos produtos cárneos comerciais, na República Checa e Alemanha, encontrando para o presunto um teor de sódio de 980,9 mg/100g (2,45% de sal) e 1054,6 mg/100g (2,64% de sal), respectivamente.

Pietrasik and Gaudette (2014), ao analisarem o sódio em presunto cozido, encontraram para a amostra controle (2% de sal) o teor médio de sódio de 960,8 mg/100g. Já Haddad et al. (2018) encontraram para lombos tipo canadenses também com 2% de sal,

valores para sódio de 1600 mg/100g. Como mostra a tabela 4, os valores encontrados neste experimento são intermediários aos relatados pelos autores. Tal diferença pode ser justificada pelo fato de cada produto conter, em sua formulação, diferentes ingredientes, o que pode ser uma fonte a mais de sódio.

O teor de sódio encontrado para os apresetados 0,8% (1110 mg/100 g) e 1,2% (1174 mg/100g), estão próximos da meta estipulada pela Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação (ABIA), juntamente com o Ministério da Saúde (MS) para o Brasil, na qual estabeleceram que até o ano de 2017, os produtos de presuntaria deveriam alcançar o teor máximo de sódio de 1160 mg/ 100 g (ABIA, 2013). Vale ressaltar, que estes teores estipulados no Brasil são bem maiores do que o alvo publicado pela *Food Standards Agency* (FSA) do governo britânico, também para o ano de 2017, que seria de 650 mg/ 100g para produtos como apresetados (FSA, 2014).

Na Tabela 5 são descritos os resultados obtidos para os valores de pH, perdas de água e atividade de água dos produtos elaborados.

Tabela 5 .Efeitos (média \pm desvio-padrão) do tipo de carne e da concentração de sal adicionado nos valores de pH, perda de peso por cozimento (PPC), perda por exsudação(PEX), sinerese e atividade de água (A_w) de apresetados.

Fatores	Efeitos	pH	PPC (%)	PEX (%)	Sinerese	A_w
Carne	RFN	6,38 \pm 0,10	4,07 \pm 1,24	4,02 \pm 1,45	3,33 \pm 1,73	0,961 \pm 0,003
	PSE	6,35 \pm 0,12	4,25 \pm 1,16	4,31 \pm 1,58	3,74 \pm 2,20	0,963 \pm 0,005
Teor de sal (%)	0,8	6,38 \pm 0,10	6,27 \pm 1,53 ^a	6,32 \pm 1,00 ^a	na	na
	1,2	6,38 \pm 0,13	4,53 \pm 1,03 ^b	4,71 \pm 1,17 ^b	4,15 \pm 2,34	0,967 \pm 0,003
	1,6	6,34 \pm 0,10	4,05 \pm 0,88 ^{bc}	4,08 \pm 1,55 ^{bc}	3,45 \pm 1,60	0,961 \pm 0,003
	2,0	6,34 \pm 0,09	3,50 \pm 0,61 ^c	3,32 \pm 1,25 ^{bc}	3,00 \pm 1,97	0,958 \pm 0,002
	2,4	6,45 \pm 0,09	3,25 \pm 0,69 ^c	3,14 \pm 0,43 ^c	na	na
<i>P</i> -valor ¹	Carne	0,478	0,897	0,331	0,588	0,058
	Sal	0,291	0,001	0,001	0,463	>0,001
	Carne x Sal	0,771	0,852	0,713	0,612	0,019

na = não avaliado.

¹Valores significativos ($P < 0,05$) foram representados em negrito.

^{a-c} Médias seguidas de letras diferentes diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

O pH dos apresetados não foi afetado ($P > 0,05$) por nenhum dos fatores estudados, apresentando um valor médio de 6,36 \pm 0,10. Isso está de acordo com o relato de

outros autores de que a redução no teor de sal de 2,5 para 0,5% em salsichas (Puolanne, Ruusunen, & Vainionpää, 2001) e de 1,5% para 0,5% em presuntos (Lee & Chin, 2011), não influenciou os valores de pH. Entretanto, Haddad et al. (2018), ao estimarem os efeitos da redução de sal e uso crescente de carne PSE na formulação de lombos tipo Canadense, observaram que ambos os fatores afetariam o pH: a redução na quantidade de sal adicionada implicou em um aumento nos valores de pH; enquanto maiores adições de carne PSE implicaram em uma redução nestes valores.

Com relação às análises associadas à perda de água, que afeta diretamente o rendimento e textura dos produtos, os valores de perda de peso por cozimento (PPC) e perda de peso por exsudação (PEX), foram afetados ($P < 0,05$) apenas pela quantidade de sal utilizada, sendo maiores à medida que se reduziu a adição de sal nos produtos. O sal é capaz de promover mudanças na solubilidade e no ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares pelo aumento da força iônica (*salting in*), influenciando positivamente a capacidade de retenção de água (CRA) dos produtos cárneos (Desmond, 2005; Ruusunen & Puolanne, 2005). Um aumento na força iônica e, portanto, na quantidade de proteínas solúveis, provoca um aumento nas interações potenciais das cadeias polipeptídicas durante o aquecimento; como resultado, uma matriz de gel muito mais estável é formada, o que leva a uma menor liberação de água, favorecendo assim, o rendimento dos produtos cárneos (Pietrasik & Gaudette, 2014).

Haddad et al. (2018), apesar de que não puderam ajustar um modelo matemático para os valores de PPC em relação a quantidade de carne PSE e de sal utilizados, relataram que, pelos coeficientes de regressão, estes fatores influenciaram as perdas de água de lombos tipo Canadense. Neste experimento, o tipo de carne não afetou a PPC, sendo que, em relação ao produto controle (2,4% de sal), as diferenças nas perdas de peso foram significativas, quando quantidades menores que 1,6% de sal foram usadas. Aaslyng, Vestergaard, and Koch (2014) também não observaram efeito nos valores de rendimento de presuntos cozidos quando a quantidade de sal na elaboração foi reduzida de 2,28% para 1,82%, mas a redução para valores próximos a 1,28% resultou no menor rendimento dos produtos. Também em presuntos cozidos, Lee and Chin (2011) observaram um aumento da perda de cozimento quando a quantidade de sal da elaboração foi reduzida de 1,5% para 1,0%. Da mesma forma, Tobin, O'Sullivan, Hamill, and Kerry (2013) relataram que ao aumentarem o teor de sal de 0,8% para 2,4% em salsichas, houve uma melhora na capacidade de retenção de água e no rendimento dos produtos, e nas amostras com níveis

de 1,6% de sal houve uma maior perda de cozimento. Entretanto, esta diferença por se tratar de um produto defumado, os valores médios de PPC (19,02 %) foram muito mais altos do que os observados neste experimento.

Quanto a PEX, [Haddad et al. \(2018\)](#) observaram maiores valores de perda quando menores concentrações de sal foram utilizadas, independentemente da proporção de carne PSE usada, o que condiz com o observado neste experimento. Maiores valores de PEX também foram reportados em apresuntados elaboradas com 1,2% de sal em comparação aos elaborados com 2,0% ([Pietrasik & Gaudette, 2014](#)), e em salsichas de peru elaboradas com 0,9% de sal em relação às elaboradas com 1,8% ([Pietrasik & Gaudette, 2015](#)).

Assim como observado por [Haddad et al. \(2018\)](#) para lombos tipo Canadense, a sinerese não foi afetada ($P > 0,05$) pelo tipo de carne ou pela redução de sal. Do ponto de vista tecnológico, sensorial e econômico, considera-se este fator importante para ser estudado em produtos cárneos, uma vez que esta perda pode gerar acúmulo de líquidos nas embalagens, causando má impressão ao consumidor. Além disso, produtos cozidos curados, são geralmente retirados da embalagem primária e fatiados no supermercado, causando prejuízos ao fatiador devido à perda de massa.

Assim como a PEX, a sinérese permite avaliar a capacidade do gel proteico formado no produto ao reter água. Entretanto, enquanto na PEX é utilizada uma força mecânica externa (pressão) para forçar a saída da água, na sinérese, a única força aplicada é a pressão negativa da embalagem a vácuo durante o armazenamento ([Haddad et al., 2018](#)). Assim, é provável, que o uso de ingredientes extensores na formulação, que auxiliam na CRA, como a carragena, maltodextrina, fécula e a proteína de soja ([Pedroso & Demiate, 2008](#); [Pyrzcz et al., 2009](#); [Schilling et al., 2004](#)), possam ter contribuído para a ausência deste efeito na avaliação pela sinerese. Da mesma forma, a presença destes ingredientes pode ter mascarado os efeitos do uso de carne PSE nas perdas de água, uma vez que vários autores ([Motzer et al., 1998](#); [Schilling et al., 2004](#)), demonstraram a eficácia da sua adição para contornar problemas associados à baixa funcionalidade das proteínas destas carnes.

Para a atividade de água (A_w) foi verificada interação significativa ($P > 0,05$) dos fatores tipo de carne e quantidade de sal adicionada, sendo estes efeitos decompostos na Figura 3. De forma geral, a redução de sal da formulação aumentou os valores de A_w dos apresuntados, sendo que nos produtos elaborados com carne RFN a diferença foi observada apenas quando quantidades de 1,2% de sal foram usadas, enquanto que, nos

produtos elaborados com carne PSE, essa diferença já foi observada com a redução de 2,0% para 1,6% de sal.

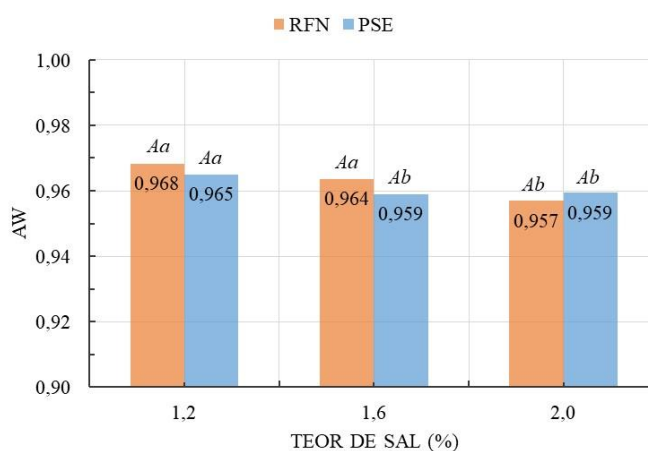


Figura 3. Médias dos valores para a atividade de água (A_w) dos apresetados elaborados com carne normal (RFN) ou PSE e diferentes concentrações de sal adicionadas. Letras iguais, minúsculas (*ab*) para o teor de sal e maiúsculas (*ABC*) para o tipo de carne, não diferem ($P > 0,05$) entre si.

A redução A_w pela adição de sal, possivelmente está relacionada à habilidade dos íons de sódio e cloreto de se associar com moléculas de água e proteína (Fennema, 1996). Com a adição de sal, o ponto isoelétrico (PI) das proteínas miofibrilares é alterado para valores mais baixos (Ruusunen & Puolanne, 2005), aumentando a distância entre o PI e o pH do produto cárneo. Nesta condição, as proteínas terão maior intensidade de carga, provocando interações eletrostáticas favoráveis à ligação de água e, conseqüentemente, reduzindo a atividade de água do produto (Haddad et al., 2018). Já os efeitos da carne PSE sobre a A_w podem estar associados à menor capacidade de ligação de água das proteínas neste tipo de carne. Gerada por uma rápida queda de pH *post mortem*, em conjunto com a elevação da temperatura corporal do animal, a carne PSE tem parte das proteínas desnaturadas, o que diminui a capacidade de reter a água presente nos tecidos (Barbut et al., 2008; Kim et al., 2014). Além disso, o efeito estérico ocasionado pelo menor volume (cerca de 8 % a 10 %) entre os miofilamentos na carne PSE, em comparação à carne normal (Prändl, Fischer, Schimidhofer, & Sinell, 1994), também dificulta a incorporação de água durante o processamento. A menor CRA da carne PSE em relação à RFN, explica a observação de que menores reduções de sal, são necessárias para afetar a A_w dos produtos quando carne PSE é utilizada.

Haddad et al. (2018) não observaram efeito do uso de carne PSE na Aw de lombos tipo Canadense, mas estimaram uma redução nos valores de Aw de, aproximadamente, 0,974 para valores próximos de 0,956 com adição crescente de sal (0,8 a 2,0%). Estes valores estão bem próximos dos observado neste experimento: 0,967 para 1,2% sal e 0,958 para 2,0% de sal, independentemente do tipo de carne utilizada. Outros trabalhos também relataram efeitos similares. (Pietrasik & Gaudette, 2015) observaram uma redução na Aw em salsichas de peru formuladas com menores quantidades de sal (1,8% para 0,9%). Já Kuo and Chu (2003), ao avaliarem o efeito da proporção de carne PSE na elaboração de salsichas chinesas adicionadas de 1,8% de sal, observaram que a Aw das amostras elaboradas com 100% de carne RFN foram menores do que as amostras elaboradas com 50% ou 100% de carne PSE.

3.3. Análise da textura instrumental e sensorial

Os resultados para os atributos de textura obtidos pela análise de perfil de textura (TPA) e textura avaliada pelo teste de aceitação dos apresuntados elaborados com carne RFN e PSE e diferentes concentrações de sal são descritos na Tabela 6. Não foi verificado ($P > 0,05$) interação significativa do tipo de carne e da quantidade sal adicionada para nenhum dos atributos de textura.

Apenas a dureza foi afetada ($P < 0,05$) pela quantidade de sal adicionada. Menores valores de dureza foram observados nos apresuntados com a concentração de 2,4% de sal seguido das concentrações entre 2,0 e 1,2%, sendo a menor dureza observada nos produtos com a menor concentração de sal analisada (0,8%). A textura de produtos cárneos é influenciada diretamente pela disponibilidade de proteínas miofibrilares, especialmente a miosina, para o processo de formação de géis (Ramos & Gomide, 2017). A maior solubilização e extração das proteínas miofibrilares com a adição de sal (Ruusunen & Puolanne, 2005) aumenta o número de interações proteicas e, conseqüentemente, a área da matriz formada, gerando géis mais duros e firmes após o cozimento. Essa matriz de proteína forma um exsudato pegajoso na superfície dos pedaços de carne, ligando-os com a sua coagulação durante o cozimento e auxiliando textura de produtos cárneos (Ramos & Gomide, 2017).

Tabela 6. Efeitos (média \pm desvio-padrão) do tipo de carne e da concentração de sal adicionado nos atributos de textura instrumental e sensorial de apresuntados.

Fatores	Efeitos	DUR (N)	COES	ADES (N \times mm)	FLEX (mm)	MAST (N \times mm)	Textura Sensorial
Carne	RFN	39,14 \pm 8,31	0,29 \pm 0,03 ^a	0,33 \pm 0,25	4,65 \pm 0,37 ^a	54,14 \pm 15,39	6,60 \pm 1,62
	PSE	39,73 \pm 5,74	0,27 \pm 0,04 ^b	0,28 \pm 0,20	4,74 \pm 0,25 ^b	50,92 \pm 10,20	6,80 \pm 1,57
Teor de sal (%)	0,8	30,37 \pm 3,52 ^a	0,30 \pm 0,03	0,45 \pm 0,29	4,99 \pm 0,23	45,37 \pm 9,24	6,09 \pm 1,92
	1,2	39,87 \pm 6,04 ^b	0,28 \pm 0,05	0,34 \pm 0,26	4,65 \pm 0,24	53,10 \pm 14,80	6,67 \pm 1,52
	1,6	39,80 \pm 5,44 ^b	0,29 \pm 0,02	0,32 \pm 0,22	4,62 \pm 0,30	53,08 \pm 10,23	6,98 \pm 1,39
	2,0	40,76 \pm 9,45 ^b	0,27 \pm 0,04	0,22 \pm 0,12	4,67 \pm 0,37	51,81 \pm 16,18	6,78 \pm 1,53
	2,4	42,15 \pm 2,47 ^c	0,29 \pm 0,04	0,21 \pm 0,25	4,80 \pm 0,44	58,50 \pm 8,50	7,00 \pm 1,41
<i>P</i> -valor ¹	Carne	0,700	0,008	0,559	0,040	0,302	0,126
	Sal	0,020	0,442	0,449	0,593	0,272	<0,001
	Carne x Sal	0,439	0,205	0,890	0,794	0,294	0,009

DUR=dureza;COES=coesividade;ADES=adesividade;FLEX=flexibilidade;MAST=mastigabilidade.

¹Valores significativos ($P < 0,05$) foram representados em negrito.

^{a-c}Médias seguidas de letras diferentes diferem ($P < 0,05$) pelo teste F para o tipo de carne e pelo teste de Tukey para o teor de sal.

Apesar do modelo preditivo encontrado por [Haddad et al. \(2018\)](#) estimar uma ligeira redução nos valores de dureza com a adição de carne PSE, o maior efeito sobre este atributo reportado por estes autores, foi sobre a redução da quantidade de sal utilizada na elaboração dos lombos tipo Canadense, implicando em menores valores de dureza. Da mesma forma, assim como observado neste experimento, [Pietrasik and Gaudette \(2014\)](#) não observaram efeitos nos valores de dureza de apresuntados quando da redução de 2,0% para 1,2% de sal.

Em relação ao tipo de carne utilizada, apenas a coesividade e flexibilidade foram afetadas ($P < 0,05$). A mudança esperada nos atributos de textura associados ao uso de carne PSE se deve à menor extração e solubilidade das proteínas miofibrilares, oriunda da desnaturação parcial sofrida durante a obtenção desta carne. A alteração da estrutura tridimensional das proteínas desnaturadas na condição PSE afeta a capacidade de ligação do produto, reduz a firmeza e torna a textura quebradiça ([Motzer et al., 1998](#); [Prändl et al., 1994](#)). As propriedades ligantes das proteínas da carne estão diretamente relacionadas com a coesividade das partículas de carne e a flexibilidade da matriz gélica formada. Isso explica os maiores valores de coesividade observados nos produtos elaborados com carne RFN, mas não os menores valores de flexibilidade. [Haddad et al. \(2018\)](#) não encontraram efeitos na coesividade e na flexibilidade dos lombos tipo Canadense, elaborados com diferentes concentrações de carne PSE e adições de sal.

Já os parâmetros de adesividade e mastigabilidade não foram afetados ($P > 0,05$) por nenhum dos fatores estudados, sendo observados valores médios de $0,30 \pm 0,22$ e $52,53 \pm 13,00 \text{ N} \times \text{mm}$, respectivamente. [Haddad et al. \(2018\)](#) também não verificaram efeito do teor de sal ou da quantidade de carne PSE nos valores de adesividade de lombos tipo Canadense, embora tenham observado menores valores de mastigabilidade com a redução de sal na formulação. [Pietrasik and Gaudette \(2014\)](#) não observaram efeitos da redução de sal (de 2.0 para 1.2%) nos valores de mastigabilidade de apresuntados, enquanto [McDonagh, Troy, Kerry, and Mullen \(2005\)](#) não encontraram diferença significativa entre a mastigabilidade de presuntos cozidos elaborados com carne RFN e PSE.

Para a aceitação sensorial dos produtos quanto a textura, houve interação significativa ($P < 0,05$) entre os fatores adição de sal e tipo de carne utilizada, sendo esta decomposta e representada na Figura 5.

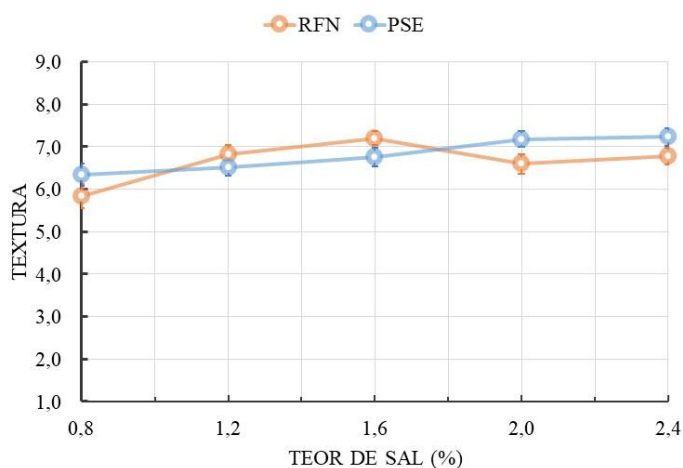


Figura 5. Notas de aceitação (escala de 1 - “desgostei extremamente” a 9 - “gostei extremamente”) da textura dos apresuntados elaborados com carne RFN e PSE e diferentes teores de sal. Barras representam o erro padrão das médias

Para a carne RFN as amostras contendo 0,8% de sal foram as que apresentaram menores notas ($P < 0,05$) para a aceitação da textura, sendo observado um aumento na aceitação com adições de até 1,6% de sal, seguida da redução e manutenção das notas com maiores adições de sal (2,0% e 2,4%). Já para a carne PSE, a adição de sal de 0,8% a 1,6% não afetou ($P > 0,05$) as notas de aceitação para a textura, sendo obtidas notas maiores ($P < 0,05$) nas amostras adicionadas de maiores quantidades de sal (2,0 e 2,4%).

Lee and Chin (2011) também observaram mudanças na percepção sensorial da textura de apresuntados com redução do teor de sal de 1,5% para 0,5%, indicando que seria possível reduzir até 1% o teor de sal, em valores mais baixos a sua aceitação, quanto a textura seria afetada. Para esta faixa de adição de sal, os resultados destes autores estão de acordo com a redução na aceitação textura com menores teores de sal, observada neste experimento, para o uso de carnes RFN. No caso do uso de carne PSE, não é observada diferença na aceitação.

Dimitrakopoulou, Ambrosiadis, Zetou, and Bloukas (2005) relataram que os níveis de sal adicionados a um produto interferem nos atributos sensoriais do mesmo. Em seu estudo, demonstrou que quanto menor o teor de sal, menores são os valores dos atributos para textura sensorial do produto. Tobin et al. (2013), encontraram para a textura sensorial de salsichas avaliadas com 1,2% de sal, uma textura descrita pelos provadores como grosseira quando comparada com a amostra de 2% de sal. De maneira similar, Aaslyng et al. (2014) avaliaram presuntos cozidos e obtiveram para uma maior redução de sal,

produtos menos suculentos quando comparados com a amostra referência, que continha 2,4% de sal.

A variação das características tecnológicas dos produtos quanto a textura instrumental, confrontando com os resultados da textura avaliada sensorialmente (TS) por escala hedônica, é representada no PCA (Figura 4).

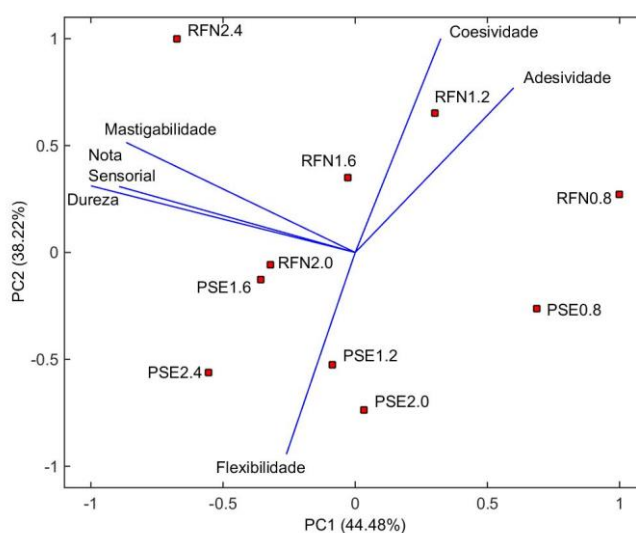


Figura 4. Análise de componentes principais (PCA) do perfil de textura instrumental associados à média dos escores obtidos para a textura sensorial dos apresentados elaborados com carne RFN ou PSE e diferentes teores de sal (1,2, 1,6 e 2,0%).

Os componentes principais PC1 e PC2 explicaram a variação de 82,7% dos dados. Para os atributos de textura instrumental, as amostras com as maiores concentrações de sal apresentaram uma maior dureza ($P < 0,05$), como já discutido anteriormente e se situaram nos quadrantes negativos do PC1, e positivos e negativo do PC2. Além disso, a estas foram atribuídas uma maior aceitação quanto a textura sensorial. Houve também uma maior distribuição dos apresentados elaborados com carne PSE próximos ao vetor de flexibilidade, indicando assim, os maiores valores encontrados para este parâmetro nos produtos. Da mesma forma, os apresentados RFN apresentaram uma maior coesividade.

Os resultados para o teste de tração dos apresentados, elaborados com carne RFN e PSE e redução de sal, são descritos na Tabela 7. O teste de tração é importante na avaliação da qualidade de produtos cárneos, devido a crescente tendência de comercialização de produtos fatiados, a qual dita a resistência destas fatias quanto ao processamento, manuseio e embalagem.

Tabela 7. Efeitos (média \pm desvio-padrão) do tipo de carne e da concentração de sal adicionado nos valores de força e energia de ruptura por tração de fatias de apressentados.

Fatores	Efeitos	Força de ruptura (N/cm ²)	Energia de ruptura (N×mm)
Carne	RFN	3,43±0,13	2,23±0,50 ^a
	PSE	3,20±1,93	1,71±0,09 ^b
Teor de sal (%)	0,8	<i>na</i>	<i>na</i>
	1,2	3,31±1,33	1,89±0,21
	1,6	3,12±2,07	1,86±0,32
	2,0	3,51±0,57	2,16±0,69
	2,4	<i>na</i>	<i>na</i>
<i>P</i> -valor ¹	Carne	<i>0,541</i>	0,041
	Sal	<i>0,676</i>	<i>0,577</i>
	Carne x Sal	<i>0,757</i>	<i>0,604</i>

na = não avaliado.

¹Valores significativos ($P < 0,05$) foram representados em negrito.

^{a-b}Médias seguidas de letras diferentes diferem ($P < 0,05$) pelo teste F para o tipo de carne e pelo teste de Tukey para o teor de sal.

Não houve interação significativa ($P > 0,05$) dos fatores avaliados para os resultados dos testes de tração. A força de ruptura também não foi afetada ($P > 0,05$) pelo tipo de carne ou teor de sal, apresentando valor médio de $3,31 \pm 1,21$ N/cm². Já a energia de fratura não foi afetada ($P > 0,05$) pelo teor de sal, mas foi maior ($P < 0,05$) nos produtos elaborados com carne RFN do que com carne PSE, o que condiz com a maior coesividade observada nestes produtos.

Herrero et al. (2008), ao estudarem o perfil de textura em salsichas, concluíram que os valores de TPA, principalmente a dureza e a adesividade, desempenham um papel importante na determinação da resistência (força ou energia) à ruptura por teste de tração. Isto não condiz como observado neste experimento, uma vez que apenas o uso de carne PSE influenciou os valores de energia de ruptura, enquanto a adesividade e a dureza não foram afetados por este fator. Da mesma forma, a quantidade de sal afetou a dureza dos produtos, porém, não foi observado efeito deste fator nos parâmetros de tração. Estas diferenças podem ser oriundas do tipo de produto analisado, emulsionados, no caso de Herrero et al. (2008). Para produtos curados reestruturados e cozidos, como apressentados,

o parâmetro de TPA que parece ter relação com resistência à ruptura em testes de tração é a coesividade.

3.4. Cor instrumental e sensorial

Os resultados para os índices de cor e médias da aceitação sensorial quanto a cor dos apresuntados elaborados com carne RFN e PSE e concentração de sal, são descritos na Tabela 8. Não foi verificada interação significativa ($P > 0,05$) entre o tipo de carne e o teor de sal para nenhum dos índices de cor dos apresuntados, sendo que a luminosidade (L^*) não foi afetada ($P > 0,05$) por nenhum destes fatores ($L^* = 66,20 \pm 12,50$).

Haddad et al. (2018) também não encontraram diferenças ($P > 0,05$) nos lombos tipo canadenses com diferentes teores de carne PSE e de sal para a luminosidade ($L^* = 63,67 \pm 1,99$). Já O'Neill et al. (2003) encontraram maiores valores de L^* em presuntos cozidos elaborados com carne PSE. Motzer et al. (1998) e Schilling et al. (2004), também encontraram um aumento nos valores de L^* em presuntos elaborados com diferentes proporções de carne PSE.

Quanto aos índices de cromaticidade da cor instrumental, índice de vermelho (a^*) e índice de amarelo (b^*), a redução de sal aumentou ($P < 0,05$) os valores de a^* , enquanto o uso de carne PSE aumentou ($P < 0,05$) os valores de a^* e reduziu ($P < 0,05$) os valores de b^* . Pietrasik and Gaudette (2014) não observaram efeito nos valores de a^* com a redução de sal (1,8% para 1,2%) em apresuntados, o que é condizente com os resultados deste experimento para a faixa de sal analisada. Já Haddad et al. (2018) não encontraram diferenças significativa nos índices de cromaticidade de lombos tipo Canadense, elaborados com diferentes quantidades de sal e carne PSE. Motzer et al. (1998) e Schilling et al. (2004) relataram uma redução nos valores de a^* em apresuntados elaborados com proporções crescentes de carne PSE, enquanto O'Neill et al. (2003) não encontraram diferença significativa nos valores de a^* entre presuntos cozidos elaborados com carnes normais e PSE.

Tabela 8. Efeitos (média \pm desvio-padrão) do tipo de carne e da concentração de sal adicionado nos índices de cor CIELAB e sensorial de apresuntados.

Fatores	Efeitos	<i>L*</i>	<i>a*</i>	<i>b*</i>	<i>C*</i>	<i>h*</i> (graus)	Cor Sensorial
Carne	RFN	65,03 \pm 2,22	8,75 \pm 2,69 ^b	10,34 \pm 1,45 ^a	13,65 \pm 2,51	50,53 \pm 7,03 ^a	6,34 \pm 1,52 ^a
	PSE	67,38 \pm 2,54	9,34 \pm 2,52 ^a	9,82 \pm 0,84 ^b	13,62 \pm 2,25	47,23 \pm 5,82 ^b	6,87 \pm 1,41 ^b
Teor de sal (%)	0,8	68,31 \pm 2,16	9,24 \pm 1,39 ^a	10,66 \pm 1,79	14,23 \pm 0,74 ^a	48,86 \pm 8,45	6,21 \pm 1,67 ^a
	1,2	66,07 \pm 2,59	9,73 \pm 2,74 ^a	10,19 \pm 1,15	14,16 \pm 2,59 ^b	47,16 \pm 5,91	6,50 \pm 1,43 ^{ab}
	1,6	66,22 \pm 2,23	9,24 \pm 2,83 ^a	10,29 \pm 1,21	13,93 \pm 2,56 ^{bc}	48,92 \pm 6,70	6,57 \pm 1,55 ^{bc}
	2,0	65,97 \pm 2,65	8,69 \pm 2,89 ^a	9,76 \pm 0,92	13,18 \pm 2,42 ^{bc}	49,44 \pm 7,64	6,92 \pm 1,33 ^c
	2,4	65,19 \pm 2,96	7,25 \pm 0,38 ^b	9,49 \pm 1,61	11,96 \pm 1,45 ^c	52,28 \pm 3,91	6,82 \pm 1,36 ^c
<i>P</i> -valor ¹	Carne	0,095	0,044	0,024	0,856	0,005	<0,001
	Sal	0,157	0,003	0,075	0,001	0,153	<0,001
	Carne x Sal	0,302	0,907	0,183	0,733	0,436	0,364

*L** = luminosidade; *a** = índice de vermelho; *b** = índice de amarelo; *C** = saturação; e *h** = ângulo de tonalidade.

¹Valores significativos ($P < 0,05$) foram representados em negrito.

^{a-c} Médias seguidas de letras diferentes diferem ($P < 0,05$) pelo teste F para o tipo de carne e pelo teste de Tukey para o teor de sal.

Para os valores de b^* , os dados da literatura são bem variados e contraditórios aos deste experimento. Em apresuntados, um aumento nos valores b^* foi relatado quando da adição de maiores proporções de carne PSE (Motzer et al., 1998), e quando da redução no teor de sal adicionado (Pietrasik & Gaudette, 2015). Já em lombos tipo Canadense, Haddad et al. (2018) não observaram efeito para nenhum destes fatores.

Diferenças nos resultados obtidos para os índices de cromaticidade (a^* e b^*) por cada autor, podem ser devido aos tipos de músculo, ingredientes e processo de cura utilizados. Entretanto, a cor é um atributo tridimensional, descrita pela luminosidade (L^*), saturação (C^*) e tonalidade (h^*), sendo que na avaliação instrumental da cor, as coordenadas angulares (C e h^*) são determinadas pelos índices de cromaticidade (Ramos & Gomide, 2017). Desta forma, a variação nos valores de a^* e b^* não descrevem adequadamente as diferenças na cor dos produtos.

A saturação (C^*) foi afetada ($P < 0,05$) apenas pelo teor de sal utilizado, sendo que, de forma geral, a redução de sal implicou no aumento deste índice, ou seja, a cor das amostras ficou mais intensa. Isto está de acordo com Pietrasik and Gaudette (2014) que também observaram maiores valores de C^* em amostras de apresuntados com menor teor de sal. Haddad et al. (2018) também relataram maiores valores de C^* em lombos tipo Canadense com menores teor de sal, não observando efeito para o tipo de carne (PSE ou RFN) utilizada. A partir dos valores de a^* e b^* relatados por Motzer et al. (1998), também fica constatado a ausência de efeito do tipo de carne nos valores de C^* em apresuntados elaborados com 0% ($C^* = 12,79$) e 100% de carne PSE ($C^* = 12,98$).

Por fim, a tonalidade (h^*), que representa a cor associada ao comprimento de onda (Ramos & Gomide, 2017), foi afetada ($P < 0,05$) apenas pelo tipo de carne utilizada: o uso de carne PSE reduziu a tonalidade dos produtos. De maneira contrária, Haddad et al. (2018) indicaram que o aumento na proporção de carne PSE em lombos tipo canadense, aumentou linearmente a tonalidade do produto.

Quanto a aceitação da cor, sabe-se que a aparência de qualquer produto é uma das primeiras impressões sensoriais que o consumidor tem, sendo a cor, um atributo de qualidade que influencia diretamente na aceitação. A aceitação dos apresuntados foi afetada ($P < 0,05$) tanto pelo tipo de carne, quanto pela adição de sal, com as notas médias situando entre 6 e 7 (“gostei ligeiramente” a “gostei moderadamente”).

A variação dos índices de cor instrumental foi confrontada com os resultados da cor avaliada sensorialmente (CS) por escala hedônica, representada na Figura 6.

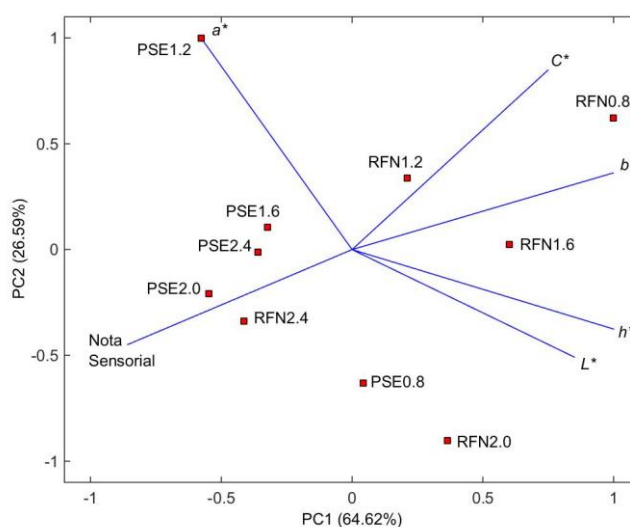


Figura 6. Análise de componentes principais (PCA) dos índices de cor associados à média dos escores obtidos para a cor sensorial dos apresentados elaborados com carne RFN ou PSE e diferentes teores de sal (1,2, 1,6 e 2,0%).

Os componentes principais PC1 e PC2 explicaram bem a variação de 91,21% dos dados. De forma geral, os avaliadores preferiram a cor das amostras contendo maiores concentrações de sal, e aquelas elaboradas com carne PSE (figura 6). Ainda, o limite de redução de sal para a detecção de diferenças na aceitação de cor, foi de 1,6%, uma vez que amostras com menores concentrações foram significativamente ($P < 0,05$) menos preferidas que as amostras contendo 2,0 ou 2,4% de sal, o que pode também ser observado na figura acima, onde houve claramente uma maior dispersão dessas.

É esperado que maiores valores de luminosidade (L^*) estejam relacionados à maior aceitação dos consumidores quanto a cor de produtos curados, uma vez que este é o índice de cor que melhor prediz a intensidade visual da cor rósea (Brewer, Zhu, Bidner, Meisinger, & McKeith, 2001). A carne PSE, utilizada em algumas formulações, é caracterizada por apresentar uma maior palidez devido a desnaturação dos pigmentos de mioglobina, associada a uma maior dispersão da luz pela superfície da carne (Ramos & Gomide, 2017). Entretanto, esta maior dispersão da carne PSE não implicou ($P > 0,05$) em maiores valores de L^* nos apresentados (Tabela 8), não justificando a maior aceitação da cor nos produtos elaborados com este tipo de carne. Apesar disso, os resultados da aceitação da cor para a redução de sal parecem ser condizentes com as diferenças observadas nos valores de a^* e C^* das amostras. De fato, Válková, Saláková, Buchtová, and Tremlová (2007), avaliando 13 marcas comerciais de presunto cozido, comercializados

na República Checa, observaram que os consumidores não preferiram apenas produtos com maiores valores de L^* , mas também com menores valores de a^* .

Resultados similares aos observados neste experimento, foi relatado por [Aaslyng et al. \(2014\)](#), ao estudarem os efeitos da redução de sal em produtos cárneos curados, sendo também relatadas notas menores para a aparência sensorial, quando da redução do teor de sal em presuntos cozidos.

3.5. Gosto salgado e preferência

Os efeitos das diferentes concentrações de sal na intensidade do gosto salgado de apresuntados elaborados com carne RFN e PSE, são descritos na Figura 7. Independentemente do tipo de carne utilizado, os efeitos do sal sobre o gosto salgado foram similares aos reportados por [Ruusunen et al. \(2001\)](#) para presuntos cozidos, em que: a redução de sal de 2,6% para 2,3% não afetou a percepção do gosto salgado, e produtos com 1,7% de sal eram menos salgados que os contendo 2,6% de sal, e mais salgados do que aqueles com 1,4 e 1,1% de sal.

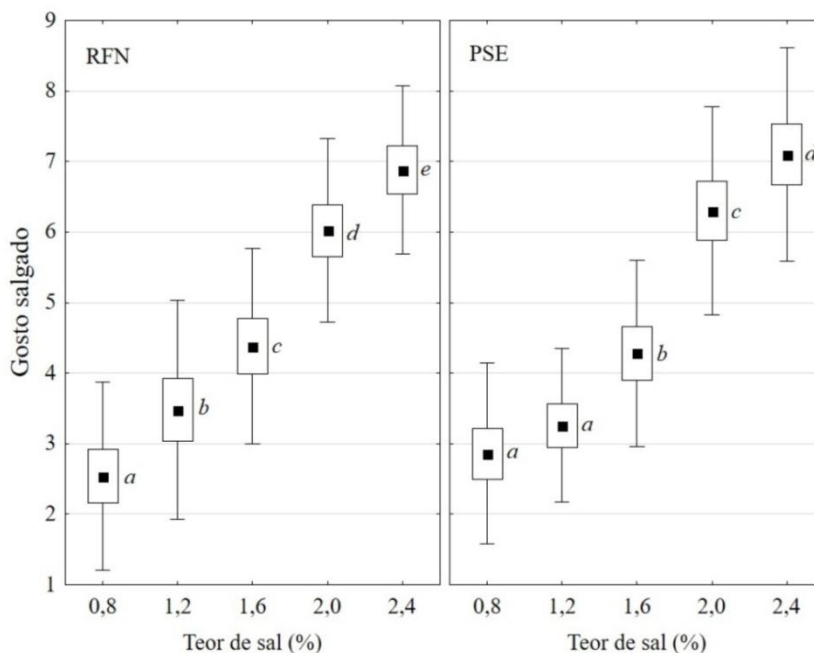


Figura 7. Intensidade do gosto salgado dos apresuntados elaborados com carne RFN e PSE para diferentes concentrações de sal. Notas maiores ou menores que 5 representam gosto salgado maior ou menor que a amostra referência (1,6% sal), respectivamente. Barras representam o erro padrão das médias.

Para o tipo de carne, pode-se observar uma percepção ligeiramente maior na intensidade do gosto salgado para os apresentados elaborados com carne PSE, quando da adição de 2,0 e 2,4% de sal. Isto está de acordo com as observações de [Haddad et al. \(2018\)](#), de que a percepção do sabor salgado aumentou nos lombos tipo Canadense com a maior proporção de carne PSE, especialmente quando maiores quantidades de sal foram utilizadas. Estes autores atribuíram este aumento na percepção, a uma possível maior concentração de inosina-5'-monofosfato(5'-IMP) na carne PSE, uma vez que este é um realçador de sabor e importante precursor não volátil do aroma de carne cozida.

À medida que se reduziu o teor de sal, a preferência dos avaliadores quanto aos apresentados também reduziu independentemente do tipo de carne utilizada (Figura 8). Entretanto, duas observações são importantes com relação ao uso da carne PSE: a primeira é a de que os avaliadores não diferiram em termos de preferência, as amostras adicionadas de 2,4% e 2,0% de sal, e a segunda, é que, para 0,8% e 1,2% de adição de sal, os apresentados elaborados com carne PSE foram claramente mais preferidos do que aqueles elaborados com carne RFN e as mesmas concentrações de sal. Estes efeitos também podem ser atribuídos à possível presença de maiores quantidades do realçador IMP nas carnes PSE.

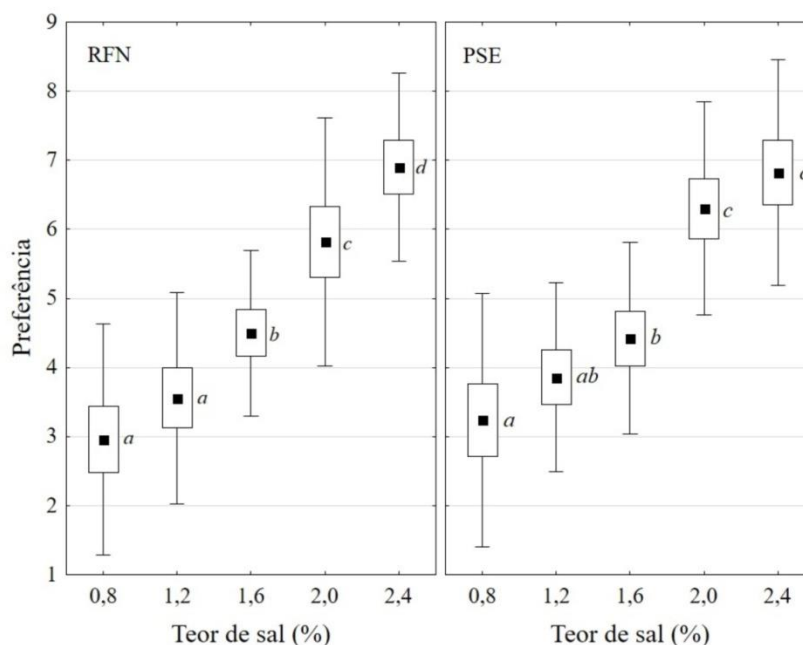


Figura 8. Notas de preferência dos apresentados elaborados com carne RFN e PSE e diferentes concentrações de sal. Notas maiores ou menores que 5 representam preferência maior ou menor que a amostra referência (1,6% sal), respectivamente. Barras representam o erro padrão das médias.

Sensorialmente, a carne PSE não apresentou aspectos negativos devido à menor concentração de sal utilizada, podendo ainda ser inferido, que houve uma contribuição na percepção do gosto salgado e da preferência quando este tipo de carne foi utilizado nos apresuntados. No entanto, devido ao fato das notas para intensidade de gosto salgado e preferência, terem sido avaliadas comparando-se diferentes padrões (no teste sensorial, ambas as amostras referência continham 1,6% de sal, mas o tipo de carne era dependente do grupo avaliado: carne RFN para avaliar os efeitos de sal nos produtos elaborados com carne normal e; carne PSE, para os produtos elaborados com esta carne), esta diferença não pode ser comprovada estatisticamente, sendo necessário maiores estudos que comprovem este efeito.

4. CONCLUSÃO

As diferentes concentrações de sal analisadas, e os tipos de carne, afetaram a qualidade tecnológica dos apresuntados. O sal apresentou um efeito maior nas perdas de peso dos produtos e na sua dureza, enquanto a carne PSE interferiu em alguns parâmetros de textura como a flexibilidade e tonalidade dos apresuntados. Para a aceitação sensorial, de cor e textura, tanto as concentrações de sal, quanto os tipos de carnes, apresentaram efeitos sobre os apresuntados.

Sensorialmente, os produtos elaborados com carne PSE apresentaram um aumento da percepção do gosto salgado dos apresuntados, quando esta carne foi utilizada, além disso, os provadores preferiram as amostras elaboradas com carne PSE quando utilizadas as menores concentrações de sal. Buscando atingir as metas para redução de sal, juntamente com a utilização de carne PSE em produtos cárneos, conclui-se que a diminuição da concentração de sal para a faixa de 1,2% seria satisfatória para a manutenção das características de qualidade tecnológicas, e que mais estudos devem ser realizados para comprovação do efeito da carne PSE na percepção sensorial.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq; MCT 430206/2016-0) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG; CVZ APQ-02015-15 e CVZ APQ-02904-17), pelo

financiamento do projeto, e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de Mestrado.

6.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aaslyng, M. D., Vestergaard, C., & Koch, A. G. (2014). The effect of salt reduction on sensory quality and microbial growth in hotdog sausages, bacon, ham and salami. *Meat Science*, 96(1), 47-55.
- ABIA. (2013). *Cenário do consumo de sódio no Brasil*. São Paulo: Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação.
- ABIA. (2017). *Indústrias retiram mais de 17 mil toneladas de sódio dos alimentos*. São Paulo: Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação.
- AOAC. (2012). *Official methods of analysis of AOAC International* (19th ed.). Gaithersburg, MD: Association of Official Analytical Chemists.
- Barbieri, G., Barbieri, G., Bergamaschi, M., Francheschini, M., & Berizi, E. (2016). Reduction of NaCl in cooked ham by modification of the cooking process and addition of seaweed extract (*Palmaria palmata*). *LWT - Food Science and Technology*, 73, 700-706.
- Barbut, S., Sosnicki, A. A., Lonergan, S. M., Knapp, T., Ciobanu, D. C., Gatcliffe, L. J., Huff-Lonergan, E., & Wilson, E. W. (2008). Progress in reducing the pale, soft and exudative (PSE) problem in pork and poultry meat. *Meat Science*, 79(1), 46-63.
- Bombrun, L., Gatellier, P., Carlier, M., & Kondjoyan, A. (2014). The effects of low salt concentrations on the mechanism of adhesion between two pieces of pork semimembranosus muscle following tumbling and cooking. *Meat Science*, 96(1), 5-13.
- Brewer, M. S., Zhu, L. G., Bidner, B., Meisinger, D. J., & McKeith, F. K. (2001). Measuring pork color: effects of bloom time, muscle, pH and relationship to instrumental parameters. *Meat Science*, 57(2), 169-176.
- Cazedey, H. P., Torres Filho, R. A., Fontes, P. R., Ramos, A. L. S., & Ramos, E. M. (2016). Comparison of different criteria used to categorize the technological quality of pork. *Ciência Rural*, 46(12), 2241-2248.
- Desmond, E. (2006). Reducing salt: A challenge for the meat industry. *Meat Science*, 74(1), 188-196.
- Desmond, E. M. K., T. A. . (2005). Effect of pelvic suspension and cooking method on the processing and sensory properties of hams prepared from two pork muscles. *Meat Science*, 69(3), 425-431.
- Dimitrakopoulou, M. A., Ambrosiadis, J. A., Zetou, F. K., & Bloukas, J. G. (2005). Effect of salt and transglutaminase (TG) level and processing conditions on quality characteristics of phosphate-free, cooked, restructured pork shoulder. *Meat Science*, 70(4), 743-749.
- dos Santos, B. A., Campagnol, P. C. B., Morgano, M. A., & Pollonio, M. A. R. (2014). Monosodium glutamate, disodium inosinate, disodium guanylate, lysine and taurine

- improve the sensory quality of fermented cooked sausages with 50% and 75% replacement of NaCl with KCl. *Meat Science*, 96(1), 509-513.
- Emorine, M., Septier, C., Thomas-Danguin, T., & Salles, C. (2014). Ham particle size influences saltiness perception in flans. *Journal of Food Science*, 79(4), S693-696.
- Fellendorf, S., O'Sullivan, M. G., & Kerry, J. P. (2016). Impact of ingredient replacers on the physicochemical properties and sensory quality of reduced salt and fat black puddings. *Meat Science*, 113, 17-25.
- Fennema, O. R. (1996). *Food Chemistry, Third Edition*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- FSA. (2014). *Related content salt reduction targets for 2017*. Northern Ireland: Food Standards Agency.
- Haddad, G. d. B. S., Moura, A. P. R., Fontes, P. R., Cunha, S. d. F. V. d., Ramos, A. d. L. S., & Ramos, E. M. (2018). The effects of sodium chloride and PSE meat on restructured cured-smoked pork loin quality: A response surface methodology study. *Meat Science*, 137, 191-200.
- Herrero, A. M., de la Hoz, L., Ordóñez, J. A., Herranz, B., Romero de Ávila, M. D., & Cambero, M. I. (2008). Tensile properties of cooked meat sausages and their correlation with texture profile analysis (TPA) parameters and physico-chemical characteristics. *Meat Science*, 80(3), 690-696.
- Honikel, K. O. (1987). The water binding of meat. *Fleischwirtschaft*, 67, 1098-1102.
- Honikel, K. O. (1998). Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science*, 49(4), 447-457.
- IDEC. (2014). *Teste do Teor de sódio em alimentos*. São Paulo: Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor.
- Inguglia, E. S., Zhang, Z., Tiwari, B. K., Kerry, J. P., & Burgess, C. M. (2017). Salt reduction strategies in processed meat products – A review. *Trends in Food Science & Technology*, 59, 70-78.
- Kameník, J., Saláková, A., Vyskočilová, V., Pechová, A., & Haruštiaková, D. (2017). Salt, sodium chloride or sodium? Content and relationship with chemical, instrumental and sensory attributes in cooked meat products. *Meat Science*, 131, 196-202.
- Kim, Y. H. B., Warner, R. D., & Rosenvold, K. (2014). Influence of high pre-rigor temperature and fast pH fall on muscle proteins and meat quality: a review. *Animal Production Science*, 54, 375-395.
- Kuo, C. C., & Chu, C. Y. (2003). Quality characteristics of Chinese sausages made from PSE pork. *Meat Science*, 64(4), 441-449.
- Lee, H. C., & Chin, K. B. (2011). Evaluation of various salt levels and different dairy proteins in combination with microbial transglutaminase on the quality characteristics of restructured pork ham. *International Journal of Food Science & Technology*, 46(7), 1522-1528.
- Liem, D. G., Miremadi, F., & Keast, R. S. (2011). Reducing sodium in foods: the effect on flavor. *Nutrients*, 3(6), 694-711.
- McDonagh, C., Troy, D. J., Kerry, J. P., & Mullen, A. M. (2005). Relationship Between the Subjective and Objective Assessment of Pork M. semimembranosus and

- Classification of Further Processed Pork Quality. *Food Science and Technology International*, 11(2), 149-154.
- McDonnell, C. K., Allen, P., Morin, C., & Lyng, J. G. (2014). The effect of ultrasonic salting on protein and water-protein interactions in meat. *Food Chemistry*, 147, 245-251.
- Motzer, E. A., Carpenter, J. A., Reynolds, A. E., & Lyon, C. E. (1998). Quality of Restructured Hams Manufactured with PSE Pork as Affected by Water Binders. *Journal of Food Science*, 63(6), 1007-1011.
- O'Neill, D. J., Lynch, P. B., Troy, D. J., Buckley, D. J., & Kerry, J. P. (2003). Effects of PSE on the quality of cooked hams. *Meat Science*, 64(2), 113-118.
- Ojha, K. S., Keenan, D. F., Bright, A., Kerry, J. P., & Tiwari, B. K. (2016). Ultrasound assisted diffusion of sodium salt replacer and effect on physicochemical properties of pork meat. *International Journal of Food Science & Technology*, 51(1), 37-45.
- Paulsen, M. T., Nys, A., Kvarberg, R., & Hersleth, M. (2014). Effects of NaCl substitution on the sensory properties of sausages: Temporal aspects. *Meat Science*, 98(2), 164-170.
- Pedro, N. A. R., Fili, S. P., & Oliveira, E. (2000). Determinação de nutrientes minerais em alguns produtos cárneos. *Brazilian Journal of Food Technology*, 3, 121-127.
- Pedroso, A. R., & Demiate, I. M. (2008). Avaliação da influência de amido e carragena nas características físico-químicas e sensoriais de presunto cozido de peru. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 28(1), 24-31.
- Pietrasik, Z., & Gaudette, N. J. (2014). The impact of salt replacers and flavor enhancer on the processing characteristics and consumer acceptance of restructured cooked hams. *Meat Science*, 96(3), 1165-1170.
- Pietrasik, Z., & Gaudette, N. J. (2015). The effect of salt replacers and flavor enhancer on the processing characteristics and consumer acceptance of turkey sausages. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(9), 1845-1851.
- Powers, J., Godwin, D., & Bargmann, R. (1977). Relations between sensory and objective measurements for quality evaluation of green beans. *ACS Symposium series*, 51, 51-70.
- Prändl, O., Fischer, A., Schmidhofer, T., & Sinell, H. (1994). *Tecnología de Higiene de la Carne*. Zaragoza: Acribia.
- Puolanne, E. J., Ruusunen, M. H., & Vainionpää, J. I. (2001). Combined effects of NaCl and raw meat pH on water-holding in cooked sausage with and without added phosphate. *Meat Science*, 58(1), 1-7.
- Pyrz, J., Kowalski, R., Danyluk, B., Bilaska, A., & Uchman, W. (2009). The effect of the share of PSE meat on physical changes in cooked hams. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*, 12, 1-5.
- Rama, R., Chiu, N., Carvalho Da Silva, M., Hewson, L., Hort, J., & Fisk, I. D. (2013). Impact of Salt Crystal Size on in-Mouth Delivery of Sodium and Saltiness Perception from Snack Foods. *Journal of Texture Studies*, 44(5), 338-345.
- Ramos, E. M., & Gomide, L. A. M. (2017). *Avaliação da Qualidade de Carnes: Fundamentos e Metodologias* (2a Ed. ed.). Viçosa: Editora UFV.

- Ruusunen, M., & Puolanne, E. (2005). Reducing sodium intake from meat products. *Meat Science*, 70(3), 531-541.
- Ruusunen, M., Simolin, M., & Puolanne, E. (2001). The effect of fat content and flavor enhancers on the perceived saltiness of cooked 'bologna-type' sausages. *Journal of Muscle Foods*, 12(2), 107-120.
- Schilling, M. W., Marriott, N. G., Acton, J. C., Anderson-Cook, C., Alvarado, C. Z., & Wang, H. (2004). Utilization of response surface modeling to evaluate the effects of non-meat adjuncts and combinations of PSE and RFN pork on water holding capacity and cooked color in the production of boneless cured pork. *Meat Science*, 66(2), 371-381.
- Tobin, B. D., O'Sullivan, M. G., Hamill, R. M., & Kerry, J. P. (2013). The impact of salt and fat level variation on the physiochemical properties and sensory quality of pork breakfast sausages. *Meat Science*, 93(2), 145-152.
- Torres Filho, R. A., Cazedey, H. P., Fontes, P. R., Ramos, A. L. S., & Ramos, E. M. (2017). Drip Loss Assessment by Different Analytical Methods and Their Relationships with Pork Quality Classification. *Journal of Food Quality*, 2017(Article ID 9170768), 8.
- Torres Filho, R. A., Cazedey, H. P., Fontes, P. R., Ramos, A. L. S., & Ramos, E. M. (2018). Classification of pork quality by hierarchical cluster analysis. *British Food Journal*, (in press).
- Válková, V., Saláková, A., Buchtová, H., & Tremlová, B. (2007). Chemical, instrumental and sensory characteristics of cooked pork ham. *Meat Science*, 77(4), 608-615.
- WHO. (2010). *Strategies to monitor and evaluate population sodium consumption and sources of sodium in the diet. Report of a Joint technical meeting convened by WHO and the Government of Canada*. Geneva: World Health Organization.

ARTIGO 2

Artigo redigido conforme a norma do periódico *Food Quality and Preference*

“Versão Preliminar”

EFEITO DA REDUÇÃO DE SAL E CARNE PSE NAS CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS DE APRESUNTADOS: CATA, TDS E ACEITAÇÃO

Effect of salt reduction and meat PSE in the sensory characteristics of restructured cooked hams: CATA, TDS and acceptance

RESUMO: Objetivou-se avaliar os efeitos no perfil sensorial da utilização de diferentes concentrações de sal e utilização de carne PSE em apresuntados, utilizando os testes de aceitação, *check-all-that-apply* (CATA) e de dominância temporal das sensações (TDS). Para isso, foram elaborados apresuntados com carne normal (RFN) e PSE, com diferentes níveis de sal (1,2%, 1,6% e 2,0%). Menores teores de sal implicaram ($P < 0,05$) em maiores notas de aceitação para o sabor e impressão global, sendo que amostras elaboradas com carne PSE, foram ($P < 0,05$) mais aceitas para a impressão global dos produtos. Através da metodologia CATA, quatro grupos foram formados, e a amostra PSE 1,2%, apresentou como termos descritores “sabor característico de apresuntado”, “suculenta” e “macia”, o que pode ter contribuído de forma positiva para a sua aceitação. Entretanto, as amostras RFN 2,0% e 1,6%, foram relacionadas aos termos de texturas como “borrachenta” e “dura”, afetando de forma negativa sua aceitação, o que foi possível observar através dos mapas de preferência interna dos atributos. No TDS, observou-se que o “sabor de apresuntado” sempre foi relatado no início da degustação, seguido do “gosto salgado” nas amostras com 1,6% ou mais de sal ou do “sabor residual” ou “sabor de carne” nas amostras com 1,2% de sal. Concluiu-se que a concentração de sal de 1,2%, juntamente com a utilização de carne PSE, em apresuntados, demonstrou-se positiva para o perfil sensorial dos apresuntados e, que a utilização das metodologias descritivas do CATA e TDS, sugeriram informações complementares, evidenciando características como uma maior percepção do gosto em apresuntados PSE.

Palavras-chave: Aceitação, *check-all-that-apply* (CATA), dominância temporal das sensações (TDS).

1. INTRODUÇÃO

O sal desempenha uma grande importância tecnológica e sensorial na elaboração de produtos cárneos, não sendo a sua redução uma prática simples para a indústria (Andres, Cava, Ventanas, Thovar, & Ruiz, 2004; Salles, 2006). Por mais que já se tenha estudado os agravantes que uma alta ingestão de sódio pode ocasionar na saúde humana, como o aumento dos quadros de hipertensão, ainda é necessário equilibrar o risco e os benefícios da redução do sal em termos de segurança microbiológica, aspectos tecnológicos e, não menos importante, propriedades sensoriais dos produtos cárneos elaborados (Lorido, Hort, Estevez, & Ventanas, 2016). Recentemente, alguns autores (Haddad, Moura, Fontes, Cunha, Ramos, & Ramos, 2018; Paula, 2018) têm demonstrado os efeitos desta redução na qualidade tecnológica e sensorial de produtos cárneos, quando associado ao uso de carnes anômalas, como a carne PSE (de cor pálida, textura flácida e altamente exsudativas), cuja incidência é frequente nos abatedouros. Estes autores reportaram uma maior percepção de gosto salgado em produtos elaborados com carne PSE, quando comparado a produtos elaborados com carne sem esta anomalia (RFN; de cor vermelha, textura firme e com exsudação normal).

Compreender as percepções dos consumidores permite alcançar respostas mais eficazes para otimizar as formulações de produtos com mudanças no processamento ou na formulação, neste caso, auxiliando na solução de problemas oriundos do uso de carne PSE e, ou, redução de sal. Neste contexto, o uso de metodologias sensoriais descritivas aplicadas aos consumidores, parece ser uma alternativa valiosa por serem consideradas mais versáteis e flexíveis, além da possibilidade de gerar um vocabulário preliminar dos produtos, caracterizando-os sensorialmente (Valentin, Chollet, Lelièvre, & Abdi, 2012; Varela & Ares, 2012).

Metodologias descritivas como a análise descritiva quantitativa (ADQ), são muitas vezes utilizadas para a caracterização sensorial, envolvendo etapas como treinamento e seleção dos avaliadores. Entretanto, embora forneça informações detalhadas, de confiança e resultados consistentes, a aplicação da ADQ é demorada, uma vez que seu vocabulário e treinamento precisam ser adaptados a cada produto, sendo que os avaliadores treinados ainda podem descrever os produtos com atributos que podem ser irrelevantes para os consumidores (Horita et al., 2017). Assim, metodologias como a *Check-all-that-apply* (CATA) têm sido recentemente utilizadas e são consideradas promissoras a fim de

estabelecer um painel sensorial de alimentos, utilizando consumidores (Ares & Jaeger, 2013; dos Santos et al., 2015; Jorge et al., 2015). A principal vantagem da CATA é que ela permite selecionar múltiplas opções, em vez de limitar os consumidores a selecionar apenas uma resposta ou concentrar sua atenção e avaliar atributos específicos (Dooley, Lee, & Meullenet, 2010). Outra vantagem, é que as perguntas parecem ser mais fáceis e naturais para os participantes, e os seus atributos sensoriais mais relevantes são identificados na sua própria língua, segundo a percepção do consumidor (Ares, Deliza, Barreiro, Giménez, & Gámbaro, 2010; Jorge et al., 2015).

Outra metodologia descritiva com potencial para caracterizar o perfil sensorial de alimentos é a dominância temporal das sensações (TDS), que estuda a sequência de sensações dominantes de um produto durante um determinado período de tempo (Pineau et al., 2009). O teste consiste em identificar as sensações percebidas como dominantes, mais marcantes, mas não necessariamente mais intensas, até que a percepção termine (Labbe, Schlich, Pineau, Gilbert, & Martin, 2009; Pineau et al., 2012). Diversas pesquisas têm sido recentemente realizadas utilizando TDS, inclusive para a avaliação dos efeitos da redução de sal na percepção sensorial (da Silva, de Souza, Pinheiro, Nunes, & Freire, 2014; de Souza, Freire, Saraiva, de Deus Souza Carneiro, Pinheiro, & Nunes, 2013; Lorido et al., 2016).

Assim, este trabalho teve como objetivo caracterizar o perfil sensorial de apesuntados elaborados com carne PSE e diferentes teores de sal através do teste descritivo CATA e explorar o impacto destes fatores na percepção duradoura através do teste de TDS.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nos laboratórios de Tecnologia de Carnes e Derivados (LabCarnes) e de Análise Sensorial do Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA) da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

2.1. Matéria-prima

As amostras de carne suína foram obtidas em um abatedouro comercial localizado no município de Lavras, MG. As carcaças foram previamente classificadas quanto à

qualidade, avaliando-se os valores de luminosidade (L^*) e perda de peso por gotejamento (método EZ *driploss*; EZDL) dos lombos (*M. longissimuslomburum*), seguindo os critérios propostos por (Torres Filho, Cazedey, Fontes, Ramos, & Ramos, 2018) e modificações descritas no experimento anterior (Paula, 2018).

Para elaboração dos apresuntados, foram utilizadas como matérias-primas, carnes dos membros anterior (paletas) e posterior (pernis) de carcaças suínas classificadas como RFN ($\text{pH}=5,79 \pm 0,07$; $L^* = 47,93 \pm 3,34$; e $\text{EZDL} = 1,64 \pm 0,30\%$) e PSE ($\text{pH}=5,62 \pm 0,08$; $L^* = 55,93 \pm 1,05$; e $\text{EZDL} = 6,31 \pm 1,93\%$). Uma vez classificadas, as carnes foram desossadas, congeladas e mantidas a -20°C até o momento da elaboração dos produtos.

2.2. Elaboração dos apresuntados

Os apresuntados foram elaborados utilizando-se a formulação padrão (Tabela 1) descrita no experimento anterior (Paula et al., 2018). Para avaliar os efeitos do tipo de carne, os apresuntados foram elaborados em dois tratamentos: utilizando 100% de carne RFN, e utilizando 100% de carne PSE. Baseado nos resultados obtidos por Paula et al. (2018), convencionou-se como amostra referência, os apresuntados adicionados de 2,0% de sal ($\sim 1380 \text{ mg Na}^+/100 \text{ g}$), sendo também avaliados produtos elaborados com 1,6% ($\sim 1270 \text{ mg Na}^+/100 \text{ g}$) e 1,2% ($1170 \text{ mg Na}^+/100 \text{ g}$) de sal. A redução de sal nas formulações foi compensada pelo aumento equitativo no conteúdo de água.

Para cada tratamento, as carnes foram descongeladas por 24 horas a 4°C e moídas em disco de 20 mm utilizando um moedor (Beccaro Ltda, Rio Claro, SP, Brasil). Em uma misturadeira (Stang-364; Anodilar, SC, Brasil), uma salmoura contendo os ingredientes da formulação foi incorporada à massa cárnea. Após 15 minutos de mistura, a massa cárnea foi pesada, embalada à vácuo (modelo TM-250; TecMaq, SP, Brasil) em sacos de nylon-polietileno, enformada em forma metálica para presunto de 1 kg, e mantida em câmara fria (4°C) por 16 horas para o processo de cura. Os produtos foram cozidos em banho-maria seguindo a seguinte programação: 1h a 60°C ; 1h a 70°C ; e 30 min. a 80°C , quando a temperatura de $71-72^\circ\text{C}$ era atingida no ponto frio do produto. Imediatamente após o cozimento, os produtos foram resfriados por banho de água com gelo e mantidos sob refrigeração (4°C) por 24 horas, quando foram considerados acabados.

Tabela 1. Formulação padrão utilizada na elaboração dos apresentados.

Ingredientes	
Nome	Formulação (%)
Pernil	34,0
Paleta	23,0
Água	35,1
Sal refinado	2,0
Isolado proteico de soja ¹	1,7
Fécula de mandioca ²	1,7
Maltodextrina ¹	1,0
Nitrito de sódio ¹	0,02
Eritorbato de sódio ³	0,06
Tripolifosfato de sódio ³	0,5
Carragena ¹	0,5
Condimento Presunto Califórnia ³	0,4

¹New Max Industrial Ltda., Americana, SP, Brasil.²Amafil Indústria e comercio Ltda., São Lourenço, PR, Brasil.³Indústria Brasileira de Aditivos e Condimentos Ltda. (IBRAC), Rio Claro, SP, Brasil.

2.3. Análises sensoriais

As análises sensoriais conduzidas foram aprovadas pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Lavras (CAAE: 30844314.5.0000.5148) e foram realizadas no Laboratório de Análise Sensorial do DCA/UFLA.

2.3.1 *Check-all-that-apply* (CATA)

As perguntas do CATA foram previamente definidas, utilizando-se o método proposto por [Ares, Giménez, Barreiro, and Gámbaro \(2010\)](#), com pequenas modificações para produtos cárneos, descritas por [Jorge et al. \(2015\)](#). Dez participantes não treinados, compostos por estudantes de graduação e pós-graduação, com idades variando entre 19 e 40 anos, foram recrutados aleatoriamente na UFLA, declarados provadores frequentes (mais de uma vez por semana) de presunto/apresentado.

Os tratamentos de apresentados com as diferentes concentrações de sal (2,0%, 1,6% e 1,2%), e os tipos de carnes (RFN e PSE), foram cortados em cubos de 2,5 mm, servidos e apresentados numa única sessão de testes (Técnica de Rede), em que os juízes usaram uma

pergunta aberta para estabelecer os termos apropriados para descrever a sua aparência, sabor e textura. Na primeira fase do teste do CATA, 13 termos sensoriais foram identificados pelos 10 participantes, sendo 4 relacionados para a aparência, 5 para o sabor e 4 para a textura, e foram apresentados juntamente com o teste de aceitação (Tabela 2).

Tabela 2. Termos sugeridos para cada atributo sensorial durante a primeira fase das questões do *Check-all-that-apply*(CATA).

Aparência	Sabor	Textura
Rosa escura	Gosto Salgado	Dura
Rosa clara	Gosto Umami	Macia
Amarronzada	Sabor de Apresuntado	Suculenta
Uniforme	Sabor de Carne	Borrachenta
	Sabor Residual	

Na segunda etapa, 50 participantes não treinados, compostos por professores, estudantes de graduação e pós-graduação, foram recrutados aleatoriamente na UFLA, para a realização do teste sensorial. A análise sensorial foi realizada numa única sessão de testes conduzidos em cabines individuais, com luz branca. Amostras de apresuntados referentes aos seis tratamentos foram servidas em cubos de 2,5mm, marcadas com códigos de três dígitos e apresentadas aos participantes aleatoriamente, de forma casualizada. Água foi fornecida para limpeza do palato entre as avaliações. Os provadores receberam uma ficha de avaliação sensorial e avaliaram as amostras com um teste de aceitação, utilizando uma escala hedônica de 1 (desgostei extremamente) a 9 (gostei extremamente) para cada atributo (aparência, sabor, textura e impressão global), e na mesma avaliação, foi solicitado que os provadores assinalassem quais termos, dentre os listados, eles consideravam adequados para descrever cada amostra.

2.3.2 Dominância temporal das sensações (TDS)

A análise TDS foi conduzida utilizando 30 provadores não treinados, conforme a recomendação de [Pineau et al. \(2012\)](#), de que são necessárias 30 observações por produto para que a TDS seja realizada satisfatoriamente.

Os atributos utilizados nos testes TDS foram definidos através de grupo de foco, em que foi sugerido a um grupo de 11 pessoas, que sugerissem quais atributos eram mais dominantes nos tratamentos em relação ao seu sabor. Assim, os atributos sugeridos foram:

sabor característico de presunto; sabor de carne; sabor residual; gosto *umami* e; gosto salgado. Logo após, antes que iniciassem a análise, foi explicado o conceito do teste aos provadores e os mesmos foram familiarizados com o programa Sensomaker®. Os provadores foram instruídos a considerar como atributo “dominante”, aquele atributo associado à sensação que capta a atenção (percepção mais marcante) em um determinado momento, mas não necessariamente, a sensação mais intensa (Pineau et al., 2009). Além disso, foram instruídos a selecionarem um novo atributo dominante, sempre que percebessem uma mudança nas sensações dominantes (Rodrigues, Souza, Lima, Carneiro, Nunes, & Pinheiro, 2016).

A análise foi realizada em forma monádica e seguindo a ordem de apresentação das amostras, descrita por Wakeling and MacFie (1995). Os provadores utilizaram computadores com o software SensoMaker® instalado para o registro da dominância percebida do gosto durante os 30 segundos estipulados para a análise, com o “tempo de atraso” de 2 s. Essas condições foram determinadas por pré-testes, considerando o tempo gasto para cada provador para avaliar as amostras de apresuntados. O teste foi conduzido em cabines individuais, sob luz branca, com ventilação adequada, e os provadores instruídos a provar e avaliar os apresuntados, enxaguando a boca com água entre as amostras.

2.4 Análises estatísticas

Para os dados do teste de aceitação, a análise estatística foi conduzida em delineamento de bloco casualizado (DBC), em que, cada avaliador, representou um bloco. Os dados foram testados pela análise de variância (ANOVA), e as médias foram comparadas pelo teste de *Tukey*, considerando um nível de significância de 5%. Cada atributo também foi analisado individualmente, utilizando o Mapa de Preferência Interno (MPI), e os atributos de aparência, sabor e textura foram analisados simultaneamente pelo Mapa de Preferência Interno *three-way* (MPI tri-plot), também conhecido como *Parallel Factor Analysis* (PARAFAC) (Nunes, Pinheiro, & Bastos, 2011).

Para identificar a relação entre os termos do CATA selecionados para cada amostra, foi gerado o Mapa de Preferência Externo (MPE), correlacionando com os valores hedônicos que os provadores infringiram para o atributo da impressão global para as amostras (Jorge et al., 2015; Nunes, Bastos, Pinheiro, Pimenta, & Pimenta, 2012).

Para as curvas de TDS, duas linhas foram desenhadas no display gráfico com o ‘nível de chance’ e o ‘nível de significância’. O ‘nível de chance’ é a taxa de dominância que um atributo pode obter por acaso, e ‘nível de significância’ é o valor mínimo desta proporção, que deve ser igual, para ser considerada de forma significativa (PINEAU et al., 2009).

A ANOVA e os testes de médias foram conduzidos utilizando-se o pacote estatístico SAS, versão 9.2 (Statistical Analysis System - SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Os gráficos MPI, MPI tri-plot, MPE e TDS foram gerados no software SensoMaker® (UFLA; Lavras, MG, Brazil).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Perfil dos provadores

Os provadores que realizaram os testes de aceitação, *Check-all-that-apply* (CATA) e temporal dominância das sensações (TDS), eram, em grande maioria, do sexo feminino (70%). Além disso, 88% tinham idade entre 18 e 30 anos, 10% tinham entre 31 e 45 anos e, 2%, tinham entre 45 e 60 anos. Além disso, 6% dos provadores relataram que consumiam apesuntado diariamente, 14% duas vezes por semana, 28% uma vez por semana, 16% duas vezes por mês e, 36% uma vez por mês.

3.2. Teste de aceitação

De acordo com os resultados para aceitação, obtidos na avaliação do CATA, foi verificado um efeito ($P < 0,05$) para o tipo de carne e teor de sal quanto ao atributo de impressão global, e um efeito ($P < 0,05$) do teor de sal para o atributo de sabor. Os atributos de aparência e textura não foram afetados ($P > 0,05$) pelos fatores avaliados (Tabela 3). De forma geral, as notas hedônicas situaram-se entre 7 (“gostei moderadamente”), o que caracteriza uma aceitação satisfatória dos apesuntados.

Para a aparência e textura não foram observados efeitos ($P > 0,05$) no teste para os apesuntados. Já Paula (2018) constatou para apesuntados elaborados com carne PSE e redução de sal diferenças ($P < 0,05$) na aceitação para cor e textura, sendo as amostras com maiores concentrações de sal e elaboradas com carne PSE, mais aceitas, e os apesuntados

elaborados com carne normal (RFN), com menor aceitação, quando a menor concentração de sal foi avaliada.

Tabela 3. Médias (\pm desvio padrão) das notas¹ do teste de aceitação para as amostras de apresuntados.

Fatores	Efeitos	Aparência	Sabor	Textura	Imp. Global
Tipo de carne	RFN	6,86 \pm 1,45	6,80 \pm 1,42	7,04 \pm 1,44	6,90 \pm 1,33 ^a
	PSE	7,11 \pm 1,34	7,04 \pm 1,32	8,06 \pm 7,75	7,24 \pm 1,14 ^b
Teor de sal (%)	1,2	7,04 \pm 1,37	7,20 \pm 1,34 ^a	7,51 \pm 1,25	7,39 \pm 1,07 ^a
	1,6	7,01 \pm 1,38	6,78 \pm 1,38 ^b	7,15 \pm 1,50	6,97 \pm 1,30 ^b
	2,0	6,91 \pm 1,45	6,78 \pm 1,37 ^b	8,01 \pm 9,50	6,86 \pm 1,31 ^b
Pr > F ¹	Carne	0,089	0,121	0,113	0,010
	Sal	0,755	0,039	0,547	0,003
	Carne x Sal	0,812	0,747	0,443	0,898

¹Notas da escala de 1 (“desgostei extremamente”) a 9 (“gostei extremamente”), com valor intermediário de 5 (“nem gostei nem desgostei”).

^{a-b}Médias seguidas de letras diferentes diferem dentro de um mesmo fator ($P < 0,05$) pelo teste F, para o tipo de carne, e pelo teste de Tukey, para o teor de sal.

A redução de 2,0 para 1,6% no teor de sal dos apresuntados não alterou ($P > 0,05$) as notas de aceitação para o sabor, mas o produto com 1,2% de sal foi ($P < 0,05$) o mais aceito. Isso demonstra que já há uma preferência dos consumidores para produtos com menores teores de sal e, desta forma, a aceitação deixa de ser um empecilho para se alcançar as metas que objetivam reduzir o teor de sódio em produtos cárneos. Vale ressaltar também, que as formulações dos apresuntados não continham realçadores de sabor, como o glutamato monossódico (GMS), comumente adicionados em produtos cárneos, o que permitiria reduzir ainda mais os teores de sal nos produtos, sem afetar a percepção sensorial de gosto salgado. No presente experimento, optou-se por não utilizar o GMS, ou qualquer outro realçador, para que fosse possível avaliar apenas os efeitos sensoriais associados ao teor de sal e, especialmente, ao tipo de carne utilizado.

Quanto a impressão global, esta apresentou diferença ($P < 0,05$), tanto para o tipo de carne, quanto para o teor de sal. Os apresuntados elaborados com carne PSE e com a concentração de 1,2% de sal, apresentaram melhores pontuações no teste, sendo os mais aceitos. Segundo [Pointot et al. \(2011\)](#), a impressão global é a combinação dos atributos que poderão influenciar na percepção dos provadores durante o consumo de um produto, pois

esta é influenciada pela somatória de atributos que levam a discriminar as diferenças nos testes aplicados.

Aaslyng, Vestergaard, and Koch (2014), ao estudarem os efeitos da redução de sal em produtos cárneos curados, encontraram notas menores para o sabor quando reduziram o teor de sal em presuntos cozidos. De forma contrária, neste experimento, os provadores atribuíram melhores notas de aceitação para o sabor e impressão global, quando menor nível de sal, indicando assim, que a redução de sal foi positiva. Além disso, uma maior aceitação para os apresuntados com carne PSE foi observada para a impressão global.

Os dados do teste de aceitação foram usados para gerar um mapa de preferência interno (MPI) e PARAFAC das amostras em todos os atributos analisados (Figura 1). Os MPI apresentaram vetores bem dispersos para todos os quadrantes, o que indica uma boa aceitação das amostras para os atributos avaliados. Os dois componentes principais do MPI explicaram 54,43% para aparência, 53,61% para o sabor, 55,45% para a textura, 57,26% a impressão global à variação dos dados. Apesar dos componentes principais explicarem pouco, nota-se que as amostras RFN com as concentrações de sal 1,6% e 2,0%, situam-se mais distantes nos quadrantes, o que indica uma menor aceitação.

O modelo de PARAFAC explicou somente 27.33% da variância, contudo, o *Core Consistency Diagnostic* (CORCONDIA) do modelo, explicou 97.75% da correlação entre os dois fatores, indicando que o modelo foi adequado para esse estudo (Nunes et al., 2012). Pelo gráfico tri-plot é possível observar claramente que as amostras elaboradas com carne RFN ou PSE, contendo 1,2% de sal, e a amostra com carne PSE e 1,6% de sal, foram as mais preferidas, com destaque para as amostras contendo carne PSE para o atributo sabor. Este resultado concorda com os obtidos por (Paula, 2018), que encontraram uma maior preferência para apresuntados elaborados com carne PSE, e também reportaram uma maior percepção de gosto salgado em produtos elaborados com carne PSE, quando comparado a produtos elaborados com carne normal (RFN), o que explica uma melhor aceitação destes, principalmente quando o teor de sal for reduzido.

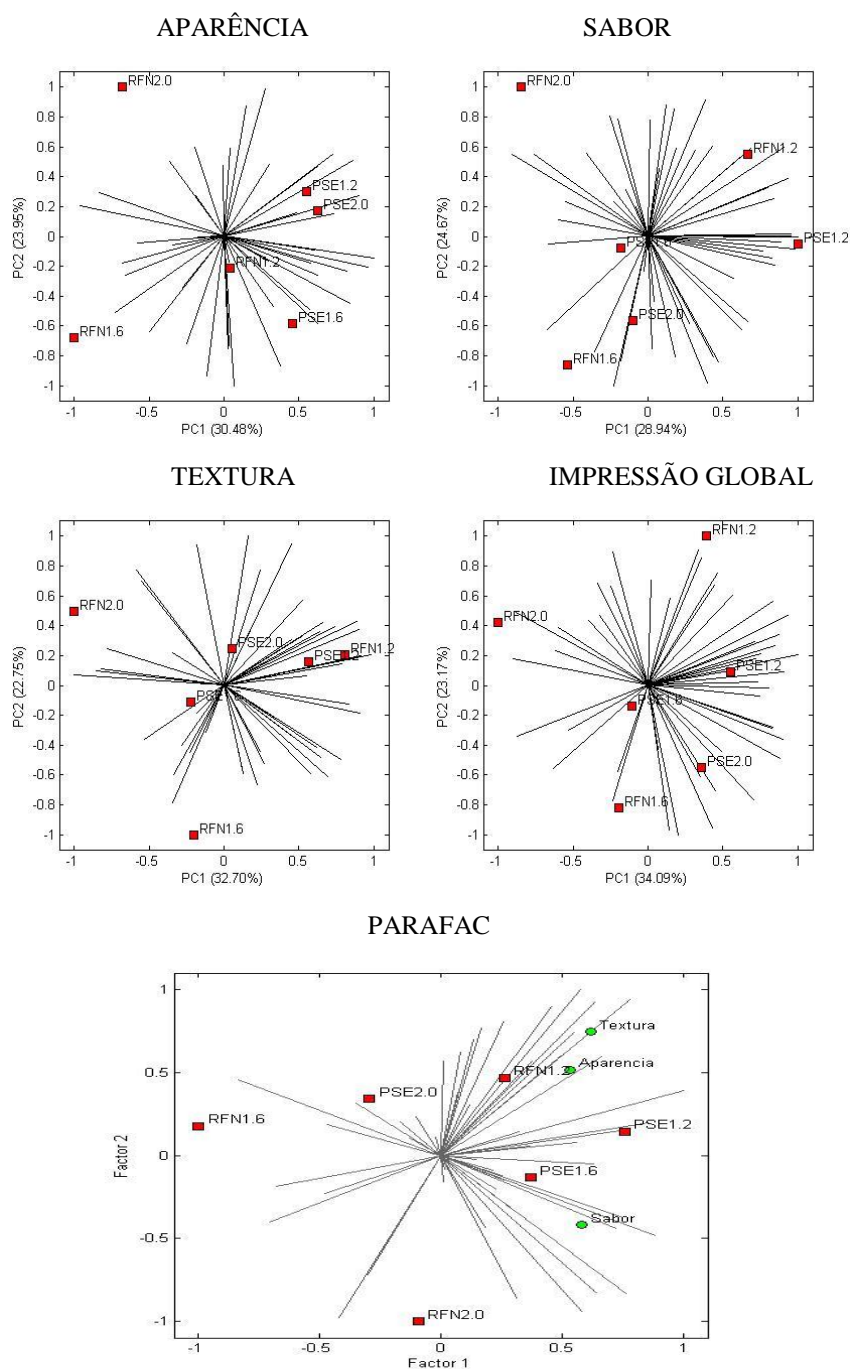


Figura 1. Mapas de preferência interno (MPI) e PARAFAC das notas de aceitação dos atributos sensoriais das amostras de apresuntados elaboradas com carne RFN ou PSE e diferentes concentrações de sal (1,2, 1,6 e 2,0%).

Considerando que ao desenvolver um novo produto, ou modificar a sua formulação/processamento, um dos pontos fundamentais é avaliar sua aceitabilidade de maneira a prever seu comportamento frente ao mercado consumidor, a redução do teor de

sal em apresuntados para valores de 1,2%, mesmo com o uso de carnes PSE é viável do ponto de vista sensorial.

3.2.2 *Check-all-that-apply* (CATA)

Para avaliar os resultados do CATA, um mapa de preferência externo (MPE; Figura 2) foi gerado a partir da frequência das contagens do número de vezes que os provadores associaram cada termo sensorial às respectivas amostras, e com as médias das notas da impressão global obtidas no teste de aceitação (Jorge et al., 2015). Neste MPE foram utilizados o modelo vetorial e o nível de significância de 0,20 de probabilidade. O primeiro componente principal (PC1) explicou 49,24% a variação da aceitação entre as formulações, enquanto o segundo, explicou 28,05%. Os dois componentes juntos explicaram 77,29%, o modelo vetorial apresentou um coeficiente de determinação (r^2) de 0,7865 e das 50 pessoas que participaram do estudo, apenas 10 identificaram significativamente diferenças entre as características das amostras ($P < 0,20$).

A dispersão das seis amostras na representação gráfica indica a formação de quatro grupos distintos. Dois grupos formados pelas formulações elaboradas com os maiores teores de sal (2,0% e 1,6%), sendo um com carne RFN, e outro, com carne PSE. Os outros dois grupos foram formados por amostras contendo 1,2% de sal, uma com carne RFN e outro com carne PSE.

A amostra de apresuntado elaborado com carne PSE e 1,2% de sal, foi a que os provadores utilizaram o maior número de termos para descrever, e que também recebeu maiores escores ($P < 0,05$) para o atributo impressão global no teste de aceitação (Tabela 3). Além dos termos “sabor característico de apresuntado” e as atribuições de textura “suculenta” e “macia”, terem sido amplamente registrados a esta amostra, chama a atenção a associação desta amostra com os termos “gosto umami” e “sabor de carne”. Além disso, o “gosto *umami*”, em especial, e o “gosto salgado”, foram mais associados aos produtos elaborados com carne PSE do que RFN, o que reforça a observação de outros autores (Haddad et al., 2018; Paula, 2018) de que o uso de carne PSE na elaboração de produtos curados cozidos, aumenta a percepção sensorial associada ao gosto. Haddad et al. (2018) sugeriram que isso pode ser explicado pela presença de maior concentração de inosina 5'-monofostato(5'-IMP) na carne PSE, conforme constado por (Batlle, Aristoy, & Toldrá, 2000). O 5'-IMP é um realçador de sabor de grande importância na produção do aroma

cárneo, e possui percussores que participam da reação de Maillard e, conseqüentemente, importantes componentes das reações de formação do aroma de carne cozida (Madruga, 1997).

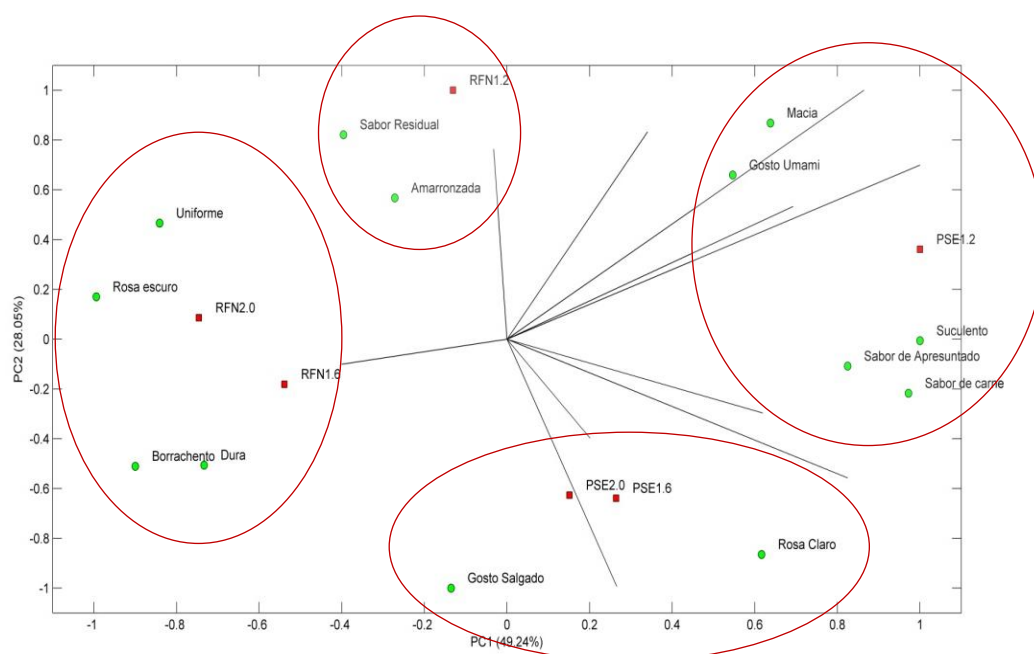


Figura 2. Mapa de preferência externo (MPE) obtido a partir dos termos sensoriais do questionário *Check-all-that-apply* (CATA) na matriz de correlação com impressão geral do consumidor para as amostras de apressentados elaboradas com carne RFN ou PSE e diferentes teores de sal (1,2, 1,6 e 2,0%).

Com relação a aparência, os produtos elaborados com carnes PSE, em especial aqueles com maiores teores de sal (1,6 e 2,0%), foram mais associados ao termo “cor rosa clara”, enquanto os produtos elaborados com carne RFN, aos termos “cor rosa escura” e “amarronzada”. Isto pode ser devido ao fato da carne PSE ser caracterizada por apresentar uma maior palidez (Cazedey, Torres Filho, Fontes, Ramos, & Ramos, 2016), oriunda da desnaturação dos pigmentos de mioglobina, associada a uma maior dispersão da luz pela superfície da carne (Ramos & Gomide, 2017).

Dos Santos et al. (2015), estudaram o uso da metodologia CATA comparada com a ADQ, para analisar salame com redução de sódio. O teor de NaCl dos salames foi reduzido em 50%, ou substituído por KCl, CaCl₂, ou uma mistura dos dois sais. Os autores concluíram que o CATA foi capaz de gerar um vocabulário adicional e complementar ao obtido na ADQ, e mais detalhado para outros descritores sensoriais. Jorge et al. (2015),

também utilizaram a metodologia do CATA para descrever quatro tipos diferentes de mortadela, onde também obtiveram resultados positivos, sendo o método capaz de diferenciar as quatro amostras, e ligar cada uma a suas características específicas. Neste estudo, a metodologia CATA também descreveu bem as amostras, ao associar a aceitação do consumidor às características do produto, discriminando os termos que afetaram de forma positiva ou negativa a aceitação de amostras de apresuntados.

3.2.3 Análise de dominância temporal das sensações (TDS)

Os gráficos para os resultados da análise de TDS são representados na Figura 3. Cada curva do gráfico representa um atributo de dominância ao longo do tempo, sendo que o nível de acaso (0,20) e o nível de significância (0,32) foram destacados para facilitar a interpretação dos resultados: valores abaixo da “linha do acaso” significam que estes foram marcados de forma aleatória, e valores acima da “linha de significância” indicam que o atributo gosto/sabor foi percebido de forma significativa (Pineau et al., 2009).

Todos os tratamentos de apresuntados analisados apresentaram como dominante, em algum momento, o “sabor típico de apresuntado”. No apresuntado RFN 2.0% a predominância deste sabor ocorreu desde os primeiros segundos da amostra na boca dos provadores, até os final, 30 s. Além disso, durante o período de mastigação o “sabor salgado” também se apresentou dominante no intervalo de 10 a 20s. Reduzindo o teor de sal para 1,6% o “sabor típico de apresuntado” também aparece como atributo dominante nos primeiros segundos (aproximadamente 4,3 s) e, em sequência, o atributo dominante foi “gosto salgado”. O “sabor de carne” também aparece em torno de 16 s, mas surge com grande dominância no final do tempo de análise, com alta taxa de dominância aos 26,9 s. No apresuntado com menor teor de sal (1.2%) a dominância do “sabor de apresuntado” aparece em aproximadamente 3,7 s, com um breve “sabor de carne” e “sabor residual”, nos segundos de 11,1 e 13,2, respectivamente. O “sabor de carne” aparece como maior dominância no final, aos 25,8 s.

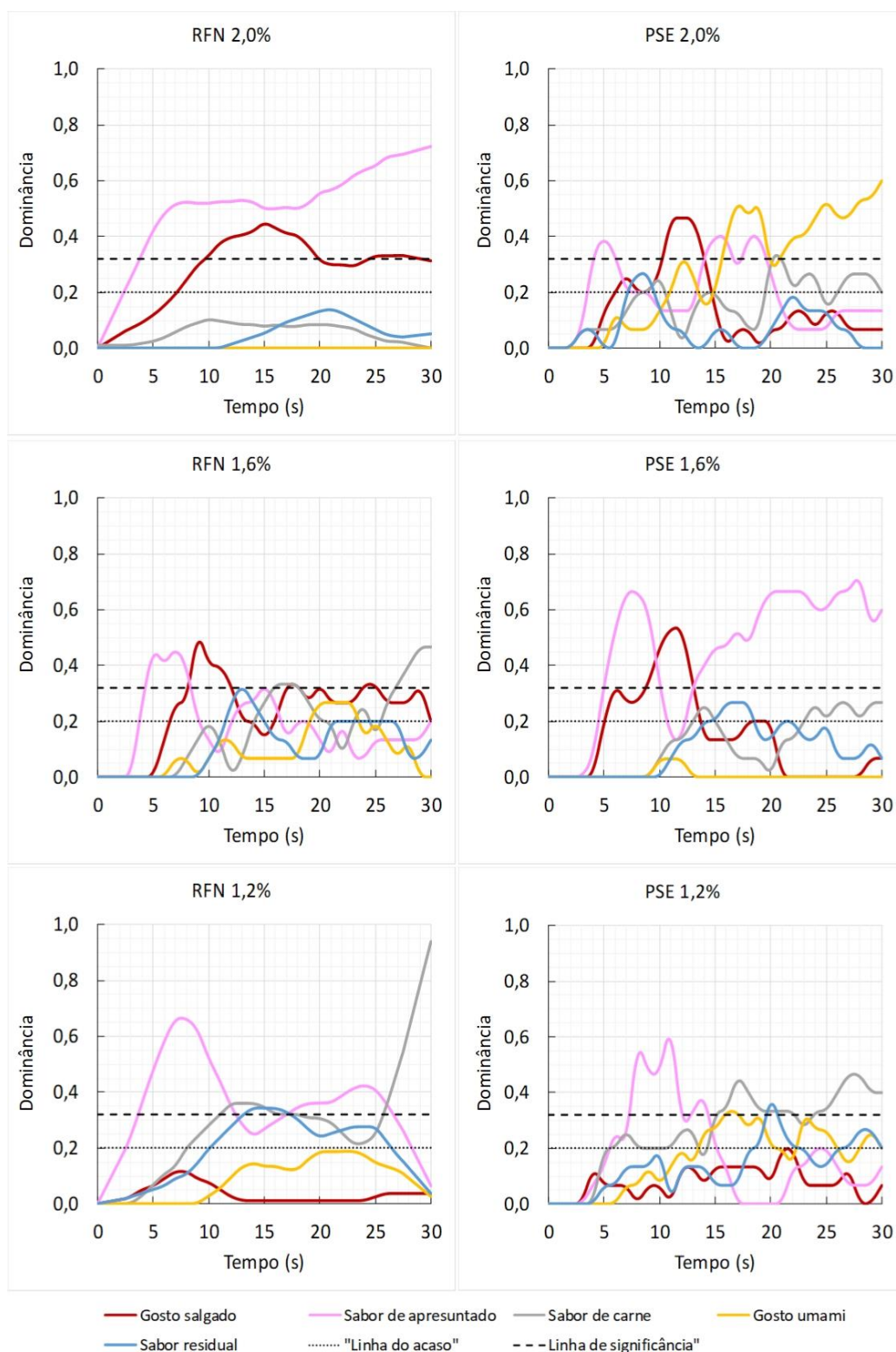


Figura 3. Perfil de dominância temporal de sensações (TDS) para diferentes atributos sensoriais associados a dominância do gosto/sabor de amostras de apesuntados elaboradas com carne RFN ou PSE e diferentes teores de sal (1,2, 1,6 e 2,0%).

Para os tratamentos de apresuntados PSE, a amostra com 2,0% de sal também apresentou como atributo dominante o “sabor de apresuntado” nos primeiros segundos, porém, o “gosto salgado” já aparece como dominante por volta dos 10,3 s, seguido novamente do “sabor de apresuntado”, porém, juntamente com o “gosto *umami*”, aos 15,7s, o que prevaleceu até o final. No apresuntado PSE com redução para 1,6% de sal houve uma dominância do “sabor de apresuntado” desde os primeiros 5 s, seguido de “gosto salgado”, no intervalo de tempo de 8,8 a 13s, e nova dominância do “sabor de apresuntado” a partir de 13 s até a sua expectoração em 30 s. Por fim, a redução para 1,2% de sal também apresentou uma dominância do “sabor de apresuntado” por volta de 7,3 s, seguido pelo “sabor de carne” aos 15,2 s e, momentaneamente, “gosto *umami*” aos 16 s. Aos 19,7 s foi dominante o “sabor residual”, finalizando com o “sabor de carne”, a partir dos 24 s.

No geral, o perfil de dominância nas amostras elaboradas com carne PSE foi mais complexo, sendo o “gosto *umami*” mais presente nestas amostras, especialmente quando adicionado de 2,0% de sal. Isto está em consonância com o observado na análise por CATA, de que há uma maior percepção sensorial do gosto *umami* quando carnes PSE são utilizadas. O gosto *umami* provém do glutamato e de 5'-ribonucleótidos, incluindo inosinato e guanilato, que aparecem naturalmente em muitos alimentos, como carne, peixe, vegetais e produtos lácteos (Yamaguchi & Ninomiya, 1998). Além de possuir um gosto sutil próprio, mas que se mistura bem com outros gostos, o gosto *umami* é capaz de expandir e potencializar a percepção de sabor nos alimentos (Khetra, Kanawjia, & Puri, 2016). Conforme anteriormente discutido, a maior percepção sensorial do sabor nas carnes PSE é atribuída à presença de 5'-IMP. McGough, Sato, Rankin, and Sindelar (2012), relataram que alimentos em que o gosto *umami* é percebido contêm compostos que podem servir como ingredientes em alimentos, provendo gostos que simulam os do cloreto de sódio.

Em relação a dominância dos gostos com o tempo, observou-se que o “sabor de apresuntado” sempre foi relatado no início da degustação, assim, o sabor do condimento é percebido antes do sal, seguido do “gosto salgado” nas amostras com 1,6% ou mais de sal ou do “sabor residual” ou “sabor de carne” nas amostras com 1,2% de sal. Alguns atributos também podem ser correlacionados com os obtidos na CATA, como a amostra RFN 1,2%, em que os provadores também relataram a percepção de um “sabor residual” e a amostra

PSE 1,2% com a associação ao “sabor de carne”, cuja sensação foi dominante até o final do tempo da análise.

Lorido et al. (2016) estudaram as metodologias de tempo intensidade (TI) e TDS em presuntos curados cru, com redução de sal, e relataram que esta não apresentou um efeito marcado na percepção sensorial dinâmica para a maioria dos atributos estudados. No entanto, a metodologia TDS revelou mais diferenças entre o presunto controle (sem redução de sal) com aquele com o teor de sal reduzido na sequência de atributos dominantes, durante o consumo da amostra, em comparação com as informações fornecidas pela análise de TI. De maneira similar, o presente experimento também encontrou uma dominância diferente nas amostras com menor teor de sal, quando comparadas com as demais.

4. CONCLUSÕES

Conclui-se que a aceitação deixa de ser um empecilho para se alcançar as metas de reduzir o teor de sal, juntamente com a utilização de carne PSE em produtos cárneos, sendo os apresuntados elaborados com as menores concentrações de sal, juntamente com esta carne, os mais aceitos.

Além disso, a utilização das metodologias descritivas qualitativa (CATA) e temporal (TDS) sugeriram informações relevantes para os apresuntados quanto ao seu perfil sensorial. Através dos testes foi possível descrever que o uso de carne PSE na elaboração de produtos curados cozidos, é capaz de aumentar a percepção sensorial associada ao gosto e sabor característico dominante, sendo assim, um ponto positivo, quando da utilização desta matéria-prima, juntamente com a redução de sal em produtos cárneos.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq; MCT 430206/2016-0) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG; CVZ APQ-02015-15 e CVZ APQ-02904-17) pelo financiamento do projeto, e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de Mestrado.

6. REFERÊNCIAS

- Aaslyng, M. D., Vestergaard, C., & Koch, A. G. (2014). The effect of salt reduction on sensory quality and microbial growth in hotdog sausages, bacon, ham and salami. *Meat Science*, *96*(1), 47-55.
- Andres, A. I., Cava, R., Ventanas, J., Thovar, V., & Ruiz, J. (2004). Sensory characteristics of Iberian ham: Influence of salt content and processing conditions. *Meat Science*, *68*(1), 45-51.
- Ares, G., Deliza, R., Barreiro, C., Giménez, A., & Gámbaro, A. (2010). Comparison of two sensory profiling techniques based on consumer perception. *Food Quality and Preference*, *21*(4), 417-426.
- Ares, G., Giménez, A., Barreiro, C., & Gámbaro, A. (2010). Use of an open-ended question to identify drivers of liking of milk desserts. Comparison with preference mapping techniques. *Food Quality and Preference*, *21*(3), 286-294.
- Ares, G., & Jaeger, S. R. (2013). Check-all-that-apply questions: Influence of attribute order on sensory product characterization. *Food Quality and Preference*, *28*(1), 141-153.
- Batlle, N., Aristoy, M. C., & Toldrá, F. (2000). Early Postmortem Detection of Exudative Pork Meat Based on Nucleotide Content. *Journal of Food Science*, *65*(3), 413-416.
- Cazedey, H. P., Torres Filho, R. A., Fontes, P. R., Ramos, A. L. S., & Ramos, E. M. (2016). Comparison of different criteria used to categorize the technological quality of pork. *Ciência Rural*, *46*(12), 2241-2248.
- da Silva, T. L. T., de Souza, V. R., Pinheiro, A. C. M., Nunes, C. A., & Freire, T. V. M. (2014). Equivalence salting and temporal dominance of sensations analysis for different sodium chloride substitutes in cream cheese. *International Journal of Dairy Technology*, *67*(1), 31-38.
- de Souza, V. R., Freire, T. V., Saraiva, C. G., de Deus Souza Carneiro, J., Pinheiro, A. C., & Nunes, C. A. (2013). Salt equivalence and temporal dominance of sensations of different sodium chloride substitutes in butter. *Journal of Dairy Research* *80*(3), 319-325.
- Dooley, L., Lee, Y.-s., & Meullenet, J.-F. (2010). The application of check-all-that-apply (CATA) consumer profiling to preference mapping of vanilla ice cream and its

- comparison to classical external preference mapping. *Food Quality and Preference*, 21(4), 394-401.
- dos Santos, B. A., Bastianello Campagnol, P. C., da Cruz, A. G., Galvão, M. T. E. L., Monteiro, R. A., Wagner, R., & Pollonio, M. A. R. (2015). 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*, 76, 725-734.
- Haddad, G. d. B. S., Moura, A. P. R., Fontes, P. R., Cunha, S. d. F. V. d., Ramos, A. d. L. S., & Ramos, E. M. (2018). The effects of sodium chloride and PSE meat on restructured cured-smoked pork loin quality: A response surface methodology study. *Meat Science*, 137, 191-200.
- Horita, C. N., Esmerino, E. A., Vidal, V. A. S., Farah, J. S., Amaral, G. V., Bolini, H. M. A., Cruz, A. G., & Pollonio, M. A. R. (2017). Sensory profiling of low sodium frankfurter containing garlic products: Adequacy of Polarized Projective Mapping compared with trained panel. *Meat Science*, 131, 90-98.
- Jorge, E. C., Mendes, A. C. G., Auriema, B. E., Cazedey, H. P., Fontes, P. R., Ramos, A. L. S., & Ramos, E. M. (2015). Application of a check-all-that-apply question for evaluating and characterizing meat products. *Meat Science*, 100, 124-133.
- Khetra, Y., Kanawjia, S. K., & Puri, R. (2016). Selection and optimization of salt replacer, flavour enhancer and bitter blocker for manufacturing low sodium Cheddar cheese using response surface methodology. *LWT - Food Science and Technology*, 72, 99-106.
- Labbe, D., Schlich, P., Pineau, N., Gilbert, F., & Martin, N. (2009). Temporal dominance of sensations and sensory profiling: A comparative study. *Food Quality and Preference*, 20(3), 216-221.
- Lorido, L., Hort, J., Estevez, M., & Ventanas, S. (2016). Reporting the sensory properties of dry-cured ham using a new language: Time intensity (TI) and temporal dominance of sensations (TDS). *Meat Science*, 121, 166-174.
- Madrugá, M. S. (1997). Análise de inosina-5'-monofosfato (5'-IMP) e seus derivados em diferentes músculos de bovinos, suínos e ovinos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 17(2), 84-88.
- McGough, M. M., Sato, T., Rankin, S. A., & Sindelar, J. J. (2012). Reducing sodium levels in frankfurters using a natural flavor enhancer. *Meat Science*, 91(2), 185-194.

- Nunes, C. A., Bastos, S. C., Pinheiro, A. C. M., Pimenta, C. J., & Pimenta, M. E. S. G. (2012). Relating consumer acceptance to descriptive attributes by three-way external preference mapping obtained by parallel factor analysis (PARAFAC). *Journal of Sensory Studies*, 27(4), 209-216.
- Paula, M. M. O. (2018). Effects of PSE meat and salt reduction on the technological and sensorial characteristics of restructured cooked hams. (*Artigo 01*).
- Pineau, N., de Bouillé, A. G., Lepage, M., Lenfant, F., Schlich, P., Martin, N., & Rytz, A. (2012). Temporal Dominance of Sensations: What is a good attribute list? *Food Quality and Preference*, 26(2), 159-165.
- Pineau, N., Schlich, P., Cordelle, S., Mathonnière, C., Issanchou, S., Imbert, A., Rogeaux, M., Etiévant, P., & Köster, E. (2009). Temporal Dominance of Sensations: Construction of the TDS curves and comparison with time–intensity. *Food Quality and Preference*, 20(6), 450-455.
- Poinot, P., Arvisenet, G., Texier, F., Lethuaut, L., Mehinagic, E., Vigneau, E., & Prost, C. (2011). Use of sense masking to study sensory modalities singly: Interest for the understanding of apple in-mouth perception. *Food Quality and Preference*, 22(6), 573-580.
- Ramos, E. M., & Gomide, L. A. M. (2017). *Avaliação da Qualidade de Carnes: Fundamentos e Metodologias* (2a Ed. ed.). Viçosa: Editora UFV.
- Rodrigues, J. F., Souza, V. R. d., Lima, R. R., Carneiro, J. d. D. S., Nunes, C. A., & Pinheiro, A. C. M. (2016). Temporal dominance of sensations (TDS) panel behavior: A preliminary study with chocolate. *Food Quality and Preference*, 54, 51-57.
- Salles, C. (2006). 16 - Odour–taste interactions in flavour perception. In *Flavour in Food*, (pp. 345-368): Woodhead Publishing.
- Torres Filho, R. A., Cazedey, H. P., Fontes, P. R., Ramos, A. L. S., & Ramos, E. M. (2018). Classification of pork quality by hierarchical cluster analysis. *British Food Journal*, (*in press*).
- Valentin, D., Chollet, S., Lelièvre, M., & Abdi, H. (2012). Quick and dirty but still pretty good: a review of new descriptive methods in food science. *International Journal of Food Science & Technology*, 47(8), 1563-1578.

- Varela, P., & Ares, G. (2012). Sensory profiling, the blurred line between sensory and consumer science. A review of novel methods for product characterization. *Food Research International*, 48(2), 893-908.
- Wakeling, I. N., & MacFie, H. J. H. (1995). Designing consumer trials balanced for first and higher orders of carry-over effect when only a subset of k samples from t may be tested. *Food Quality and Preference*, 6(4), 299-308.
- Yamaguchi, S., & Ninomiya, K. (1998). 8). What is Umami? *Food Reviews International*, 14(2-3), 123-138.