



GABRIELA DE BARROS SILVA

**LOMBO TIPO CANADENSE ELABORADO
COM DIFERENTES TEORES DE CARNE PSE E
CLORETO DE SÓDIO**

LAVRAS – MG

2016

GABRIELA DE BARROS SILVA

**LOMBO TIPO CANADENSE ELABORADO COM DIFERENTES
TEORES DE CARNE PSE E CLORETO DE SÓDIO**

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

Orientador

Dr. Eduardo Mendes Ramos

LAVRAS - MG

2016

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

Silva, Gabriela de Barros.

Lombo tipo canadense elaborado com diferentes teores de
carne PSE e cloreto de sódio / Gabriela de Barros Silva. – Lavras :
UFLA, 2016.
90 p. : il.

Dissertação (mestrado acadêmico)–Universidade Federal de
Lavras, 2016.

Orientador(a): Eduardo Mendes Ramos.
Bibliografia.

1. Produto cárneo curado defumado. 2. Sódio. 3. DCCR. 4.
Mapa de preferência interno. 5. Análise sensorial. I. Universidade
Federal de Lavras. II. Título.

GABRIELA DE BARROS SILVA

**LOMBO TIPO CANADENSE ELABORADO COM DIFERENTES
TEORES DE CARNE PSE E CLORETO DE SÓDIO**

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

APROVADA em 22 de fevereiro de 2016.

Dra. Alcinéia de Lemos Souza Ramos UFLA

Dr. Paulo Rogério Fontes UFV

Dra. Simone de Fátima Viana da Cunha UFOP

Dr. Eduardo Mendes Ramos
Orientador

LAVRAS - MG

2016

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e pelas inúmeras bênçãos concedidas.

Aos meus pais, João e Elza, pelo amor e apoio incondicional, por não medirem esforços para a minha realização profissional e por acreditarem, muitas vezes mais que eu mesma, que meus objetivos serão alcançados.

Aos meus irmãos, Viviane e Ewerton; à minha sobrinha, Mariana e ao meu namorado, Guilherme, por abraçarem e compartilharem os meus sonhos, sempre me impulsionando a persistir.

À Universidade Federal de Lavras e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, por toda estrutura e aprendizado concedidos. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos, sem a qual não seria possível a dedicação integral à pesquisa. À Fundação de Amparo a Pesquisa de Minas Gerais (Fapemig) e ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), pelo financiamento do projeto.

Aos meus orientadores, professores Eduardo Mendes Ramos e Alcinéia de Lemos Souza Ramos, por exercerem sua profissão com maestria, estando sempre presentes e disponíveis a ensinar em todas as etapas da minha vida acadêmica.

Aos professores Paulo Rogério Fontes e Simone de Fátima Viana da Cunha, membros da banca examinadora, pelas valiosas contribuições ao trabalho.

A todos que passaram pelo LabCarnes e que tive o prazer de conviver. Todos e cada um de vocês são especiais. Obrigada pelo auxílio neste e em outros trabalhos, pelos valiosos conselhos, pela troca de experiências e pelo excelente ambiente de trabalho.

A vocês, meu sincero e afetuoso, obrigada!

RESUMO

Diante da alta incidência de carne PSE, da necessidade de reduzir o sódio em produtos processados e do auxílio do cloreto de sódio (sal) na correção de eventuais defeitos gerados por essa carne, objetivou-se avaliar lombos tipo canadense elaborados com diferentes teores de carne PSE e sal, a fim de estabelecer a maior proporção dessa carne e o menor teor de sal capaz de manter as características do produto. Foi utilizado um delineamento composto central rotacional (DCCR) 2x2. Composição centesimal, teor de sódio, perdas de peso, pH, índice de TBARS, atividade de água (Aa), cor objetiva (L^* , a^* , b^* , C^* e h^*), perfil de textura, fatiabilidade e teste sensorial do ideal de sal dos produtos foram analisados pela metodologia de superfície de resposta, enquanto a aceitação sensorial foi analisada por mapa de preferência interno (MPI). O modelo de superfície de resposta não foi significativo ($P>0,05$) para perda de peso por cozimento (PPC), sinerese, perda de peso por ciclos de congelamento (PCC), L^* , a^* , b^* , coesividade e flexibilidade, indicando que os teores de carne PSE e sal não interferiram em tais variáveis. O teor de proteínas, índice de TBARS, h^* e C^* foram ajustados, mas apresentaram baixos coeficientes de determinação (R^2). A composição centesimal e o teor de sódio seguiram o comportamento previsto diante da composição das matérias-primas adicionadas. A Aa foi influenciada apenas pelo teor de sal, reduzindo quando maiores quantidades de sal foram utilizadas. O pH e a perda de peso por reaquecimento (PPR) foram mais afetados pela quantidade de carne PSE, tendo o pH caído e a PPR aumentado à medida que maiores quantidades de carne PSE foram adicionadas; ambos os parâmetros foram reduzidos com maiores teores de sal. As demais análises foram influenciadas, principalmente, pelo sal: perda de peso por exsudação (PEX), dureza, mastigabilidade, adesividade e fatiabilidade aumentaram com o uso de maiores teores de sal e menores proporções de carne PSE. Pelo teste do ideal, para a formulação utilizada, a adição ideal de sal foi de, aproximadamente, 0,5%. Os MPI indicaram que as formulações com 100% PSE e 1% de sal e com 50% PSE e 0% de sal foram as menos aceitas pelos provadores. A quantidade de sal é essencial para a manutenção da qualidade do produto quando é utilizada a carne PSE, sendo que produtos que utilizam carne PSE na formulação devem ser adicionados de, no mínimo, 1% sal. Porém, são necessários mais testes para determinar a proporção máxima de carne PSE que não afete a aceitação dos lombos tipo canadense.

Palavras-chave: Produto cárneo curado defumado. Sódio. DCCR. Mapa de preferência interno. Análise sensorial.

ABSTRACT

Given PSE meat's high incidence, the need to reduce sodium in food processed products and the sodium chloride's (salt) assistance to correct eventual defects caused by PSE meat, this research aimed to evaluate cured smoked pork loin formulated with several PSE meat and salt contents in order to establish the highest PSE meat content and the lowest salt content capable of preserving the product's characteristics. We used a 2x2 Central Composite Design (CCD). We analyzed chemical composition, sodium content, weight losses, pH, TBARS index, water activity (A_w), objective color (L^* , a^* , b^* , C^* and h^*), texture profile analysis, sliceability and optimal salt sensory evaluation of the products through response surface methodology, whereas sensory acceptance was analyzed through internal preference map (IPM). The response surface model was not significant ($P > 0,005$) for cooking loss, syneresis, freezing loss, L^* , a^* , b^* , cohesiveness and flexibility, pointing that PSE meat and salt contents do not affect those variables. Protein content, TBARS index, h^* and C^* were adjusted, but presented low determination coefficients (R^2). Chemical composition and sodium content followed the behavior predicted from the raw material composition. The A_w was influenced only by salt content, being lower as higher amount of salt were used. The pH and heating loss were more affected by PSE meat content, wherein pH was lower and heating loss was higher when higher PSE meat was used; both parameters were lower as the salt content was higher. The remaining analyses were influenced mainly by salt content: expressible moisture, hardness, chewiness, adhesiveness and sliceability were higher when salt content was higher and PSE meat content was lower. The sensory test pointed that optimal salt addition was approximately 0,5% for this specific formulation. IPMs pointed the formulations containing 100% PSE meat 1% salt, and 50% PSE meat 0% salt as the least accepted by consumers. Salt content is essential for the product's quality maintenance when PSE meat is used. When PSE meat was used the formulation should be added at least 1% of salt. However more tests are required to determine maximum PSE meat content which does not affect cured-smoked-pork-loin acceptance.

Keywords: Cured smoked meat product. Sodium. CCD. Internal preference map. Sensory analysis.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1	Carnes PSE	12
2.1.1	Características da carne PSE	14
2.1.2	Utilização de carne PSE em produtos cárneos	15
2.2	Cloreto de sódio	18
2.2.1	Implicações tecnológicas em produtos cárneos	18
2.2.2	Implicações à saúde	21
2.2.3	Redução de sódio em produtos cárneos	24
2.3	Lombo tipo canadense	26
3	MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1	Delineamento experimental	29
3.2	Matéria-prima carne	30
3.3	Elaboração dos lombos tipo canadense	30
3.4	Análises	32
3.4.1	Avaliação da composição centesimal	32
3.4.2	Avaliação do teor de sódio	33
3.4.3	Análise do pH	33
3.4.4	Determinação da atividade de água	34
3.4.5	Avaliação da oxidação lipídica	34
3.4.6	Avaliação da perda de peso por gotejamento	35
3.4.7	Avaliação da perda de peso por cozimento	35
3.4.8	Avaliação da perda de peso por exsudação	35
3.4.9	Avaliação da sinerese	36
3.4.10	Avaliação da perda de peso por ciclos de congelamento	37
3.4.11	Avaliação da perda de peso por reaquecimento	37
3.4.12	Avaliação objetiva da cor	38
3.4.13	Análise do perfil de textura	38
3.4.14	Avaliação da fatiabilidade	39
3.4.15	Análise sensorial dos ensaios de lombos tipo canadense	39
3.4.15.1	Teste de aceitação	40
3.4.15.2	Teste do ideal do sal	40
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
4.1	Caracterização da matéria-prima carne	43
4.2	Caracterização dos lombos tipo canadense	45
4.2.1	Composição centesimal e teor de sódio	45
4.2.2	pH, atividade de água e índice de TBARS	52
4.2.3	Perdas de peso	57
4.2.4	Cor	65

4.2.5 Textura.....	69
4.2.6 Análise sensorial.....	80
5 CONCLUSÃO.....	85

1 INTRODUÇÃO

Carnes pálidas, flácidas e exsudativas (PSE) são uma anomalia com grande incidência na carne suína, que ocasiona grandes prejuízos à indústria frigorífica. Gerada por uma rápida queda de pH *post mortem*, em conjunto com a elevação da temperatura corporal do animal, esta carne tem parte das proteínas desnaturadas, o que afeta a sua capacidade de ligação, de retenção de água e de emulsificação das gorduras e, conseqüentemente, o rendimento e a textura dos produtos em que é utilizada. Porém, a grande incidência desse tipo de carne nos abatedouros conduz à necessidade do seu uso na elaboração de produtos cárneos.

A mistura de carnes normais com carnes PSE, assim como o uso de aditivos e ingredientes com potencial de melhorar a capacidade de liga e de retenção de água, tem sido sugerida para suprir os possíveis defeitos gerados pelo processamento da carne PSE, auxiliando na manutenção da qualidade do produto. Um desses ingredientes é o sal (cloreto de sódio, NaCl), cuja importância tecnológica é fundamental na elaboração de produtos cárneos. Além de atribuir gosto salgado e contribuir para a conservação do produto, o sal auxilia na solubilização das proteínas miofibrilares, resultando na melhoria da capacidade de retenção de água, do rendimento, da emulsificação de gorduras e da liga do produto.

Entretanto, o sal é a principal fonte de sódio encontrada nos alimentos, uma vez que este elemento está associado ao aumento da pressão arterial. Órgãos de saúde de vários países vêm regulamentando o conteúdo total de sódio dos alimentos industrializados e solicitando sua redução.

Muito tem se estudado sobre a redução de sódio e sobre o uso de carne PSE em produtos cárneos, porém, não foram encontrados, na literatura, estudos nos quais tais fatores tenham sido avaliados em conjunto. Tendo em vista o constante uso de carne PSE em produtos cárneos e a necessidade de reduzir a

quantidade sódio nos mesmos, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a qualidade tecnológica e sensorial de lombos tipo canadense elaborados com diferentes teores de ambos, a fim de determinar a maior proporção de carne PSE e o menor teor de sal que permitam manter satisfatoriamente as características do produto.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Carnes PSE

Carnes pálidas, flácidas e exsudativas (PSE) são decorrentes de uma anomalia que afeta, principalmente, as peças de maior valor comercial da carcaça, gerando 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 (PRÄNDL et al., 1994) e as raças mais suscetíveis a este tipo de defeito são a Pietrain e a Landrace (RANKEN, 2003).

A relação entre alguns fatores raciais que ainda não foram completamente esclarecidos e condições desfavoráveis (estresse) podem fazer com que os suínos, ao serem estressados, entrem em condição de anoxia e, assim, recorram rapidamente ao mecanismo anaeróbio ou glicolítico, que se baseia na conversão de glicogênio em ácido láctico. A formação de ácido láctico em vida, em conjunto com a glicólise *post mortem*, causa uma rápida queda de pH. 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 (BARBUT et al., 2008, PYRCZ et al., 2009) .

O 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, poderia iniciar os eventos em cascata que levam ao rápido declínio de pH e à desnaturação de proteína (BARBUT et al., 2008).

Dentre as causas da grande incidência de carnes PSE, os principais fatores são genética, deficiências na nutrição e manejo inadequado

(MAGANHINI et al., 2007). A genética influencia negativamente quando o animal apresenta o gene da rianodina, também conhecido como gene halotano, o qual foi selecionado para a produção de carcaças com maior percentagem de carne magra, porém, conduziu à maior predisposição ao estresse (*pork stress syndrome* ou síndrome do estresse suíno). Esta anomalia é resultante de uma mutação no canal do retículo sarcoplasmático, responsável pela liberação do cálcio, tornando a concentração de cálcio no sarcoplasma cerca de duas vezes maior nos animais halotanos positivos (BARBUT et al., 2008). Como consequência, o metabolismo muscular é acelerado, produzindo ácido lático rapidamente e levando o animal à rápida produção de carne PSE. Com o advento das tecnologias para identificar e eliminar o gene halotano, houve grande redução na incidência e na severidade de PSE, entretanto, o defeito não foi eliminado (BARBUT et al., 2008).

Com relação à nutrição, a suplementação na dieta com α -tocoferol (vitamina E) e triptofano contribui para a menor incidência de carnes PSE (MAGANHINI et al., 2007). A vitamina E é um dos mais efetivos antioxidantes naturais, protegendo as membranas celulares da destruição oxidativa. Olivo e Shimokomaki (2006), ao estudarem a ocorrência de PSE em aves, afirmaram que a vitamina E pode conferir melhor estabilidade às carnes e inibir os processos bioquímicos indutores do defeito PSE. Já o triptofano reduz o estresse por aumentar a concentração do neurotransmissor serotonina. Segundo Adeola e Ball (1992), um aumento na quantidade de triptofano ingerido na dieta leva a um aumento na síntese de serotonina no cérebro de várias espécies, tornando-se uma ótima ferramenta para melhorar a qualidade da carne suína.

No caso do manejo, alguns parâmetros pré-abate merecem destaque, já que, se praticados indevidamente, podem acarretar em grande desconforto aos animais. São eles a condução dos animais para caminhões de transporte, o tempo de transporte dos animais da granja para o frigorífico, a temperatura durante o

transporte, a dieta hídrica e o tempo de descanso dos animais antes do abate (MAGANHINI et al., 2007).

Segundo Barbut et al. (2008), a investigação dos fatores que ocasionam o defeito PSE é estudada desde 1959, o que prova a persistência e a indefinição de uma solução sustentável para o problema. Em pesquisas brasileiras verificou-se a incidência de 37% na região sudeste (TORRES FILHO et al., 2016), 10,06% de carne PSE na região centro-oeste (SANTIAGO, 2012), enquanto abatedouros da região sul registraram índices de 22,83% (MAGANHINI et al., 2007) e 46,36% (CULAU et al., 2002).

2.1.1 Características da carne PSE

Na carne PSE o volume entre os miofilamentos é reduzido em cerca de 8% a 10%, durante o processo de desnaturação, o que, por efeito estérico, diminui a capacidade da carne de reter a água presente nos tecidos, explicando seu aspecto “molhado”, sua elevada perda de peso por gotejamento e seu baixo rendimento (PRÄNDL et al., 1994).

Também em consequência da desnaturação, as proteínas perdem sua funcionalidade, afetando a capacidade de retenção de água, de ligação e de emulsificação das carnes (BRAD KIM, WARNER, ROSENVOLD, 2014).

Tal desnaturação resulta, ainda, em um baixo volume miofibrilar do tecido muscular, diante do qual a mioglobina não consegue absorver a luz que acaba por não penetrar na carne e se dispersa pela sua superfície (PRÄNDL et al., 1994), gerando a coloração pálida característica deste tipo de carne.

A perda da estrutura tridimensional das proteínas ocasiona, ainda, a flacidez da estrutura global (PRÄNDL et al., 1994), deixando a textura “borrachenta”. Entretanto, a carne PSE apresenta maior dureza que a carne vermelha, firme e de exsudação normal (RFN), comumente chamada de carne

normal, pois as calpaínas, enzimas responsáveis pela maturação e o consequente amaciamento da carne também são parcialmente desnaturadas (BARBUT et al., 2008). Além disso, degradação parcial das proteínas na carne induz a uma maior atividade das calpastatinas, inibidor natural das calpaínas ainda ativas na carne (LONERGAN et al., 2001). Deve-se considerar, ainda, a influência do encurtamento dos sarcômeros, devido ao menor volume miofibrilar, na dureza (BRAD KIM; WARNER; ROSENVOLD, 2014).

Quanto à vida útil, o menor pH encontrado na carne PSE contribui para a sua conservação, do ponto de vista microbiológico, porém, torna essa carne mais suscetível à oxidação lipídica (O'NEIL et al., 2003).

Sensorialmente, 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; TOLDRÁ, 2000). Segundo Madruga (1997), a IMP é um realçador de sabor e importante precursor não volátil do aroma de carne.

2.1.2 Utilização de carne PSE em produtos cárneos

Não existe qualquer vantagem tecnológica em utilizar carnes PSE na elaboração de produtos cárneos, uma vez que, devido à desnaturação das proteínas, a capacidade de ligação, emulsificação e retenção de água dessas carnes estará severamente afetada, aumentando as perdas por cozimento, diminuindo a capacidade de emulsificação das gorduras e afetando a textura dos produtos (O'NEILL et al., 2003). Porém, a alta incidência de carne PSE induz pesquisas sobre o uso deste tipo carne em produtos cárneos. Neste tópico são citados alguns desses trabalhos.

Kauffman et al. (1978) analisaram 63 presuntos curados e defumados e constataram que os pernis PSE perderam três vezes mais peso (1,51%) que os

normais (0,45%) e sete vezes mais que os caracterizados como escuros, firmes e secos(DFD)(0,23%) durante o transporte. Durante a cura, a defumação e a refrigeração, a perda de peso também foi maior em presuntos PSE (5,71%) que em normais (3,95%) e em DFD (1,64%). A estimativa foi que as perdas de peso da carne suína PSE atingissem 1.000.000 kg/ano.

O'Neill et al. (2003) classificaram 40 pernis suínos em PSE e RFN, com base em seu pH (45 minutos, 90 minutos e 24 horas após o abate) e nos parâmetros de cor L^* e b^* , e então produziram dois tipos de presunto cozido, um 100% de PSE e outro 100% de carne RFN. Os autores avaliaram a perda por gotejamento, a fatiabilidade, a perda por cozimento, o índice de TBARS e a cor (L^* , a^* , b^*) dos presuntos por 10 dias. Houve distinção entre os tratamentos em todos os parâmetros, tendo os presuntos cozidos fabricados a partir de carne PSE resultado em uma perda financeira estimada em 50%, em comparação com os produtos fabricados a partir de carne normal.

Kuo e Chu (2003) avaliaram embutidos (contendo 1,8% de sal) elaborados com carne suína de diferentes classificações (100% normal, 50% PSE e 100% PSE) e armazenados durante 45 dias. Os embutidos elaborados com 100% de carne PSE apresentaram menores valores de pH, rendimento do processamento, umidade e gordura, mas maior teor de proteína. A atividade de água foi maior no tratamento 100% PSE do que em outros tratamentos. Não houve diferença na contagem de bactérias lácticas entre os tratamentos. Valores de pH e a atividade da água das amostras diminuíram, enquanto as contagens de bactérias do ácido láctico aumentaram com o tempo de armazenamento. Valores de substâncias reativas ao ácido tioacilbarbitúrico (TBARS), relativos a oxidação lipídica, se mantiveram relativamente baixos durante o armazenamento e não foram significativamente diferentes entre os tratamentos. Quanto à aceitação, salsichas feitas com 50% a 100% de carne PSE apresentaram menores

notas quanto à textura, ao sabor e à aceitação global, mas eram de qualidade aceitável.

Schilling et al. (2004) utilizaram um delineamento composto central rotacional (DCCR) para determinar os efeitos do concentrado proteico de soja, caseinato de sódio e amido modificado na capacidade de retenção de água e na cor de presunto elaborado com combinações de carne PSE e RFN e com 2% de sal. Os autores afirmam que a utilização de 2% de concentrado proteico de soja e 1,5% de amido modificado foi a melhor combinação de aditivos, independente do nível de carne PSE adicionada. Porém, presuntos com até 25% de carne PSE se assemelhavam a presuntos com 0% PSE, quando adicionados de tais aditivos.

Person et al. (2005) produziram presunto com osso defumado a partir de dois grupos de matéria-prima, um com $\text{pH} \leq 5,5$ e outro com $\text{pH} \geq 5,6$. Produziram também presuntos desossados cozidos com diferentes níveis de PSE: nível baixo ($\leq 5\%$ de PSE), nível intermediário (20% a 30% de PSE) e nível alto (40% a 60% de PSE), sendo a matéria-prima classificada utilizando-se padrão visual com um mapa de cores como referência. Poucas diferenças foram observadas entre os presuntos defumados sob refrigeração, porém, depois de serem submetidos ao congelamento, os presuntos com $\text{pH} \leq 5,5$ apresentaram menores valores para L^* e a^* e maiores valores de perda de peso por gotejamento (PPG) que os com $\text{pH} \geq 5,6$. Quanto ao rendimento, os valores foram semelhantes entre os dois grupos diante do cozimento e da refrigeração, mas a o rendimento de presuntos com $\text{pH} \geq 5,6$ foi superior, quando foram fatiados. Em relação aos presuntos cozidos, os defeitos ocorreram com menor frequência nos presuntos com menor quantidade de PSE e a intenção de compra dos consumidores foi maior para os mesmos. Os autores afirmam que mais pesquisas são necessárias para determinar a proporção ideal de carne PSE que seja imperceptível para o consumidor, mas gere um produto economicamente competitivo.

Pyrzcz et al. (2009) produziram cinco tipos de presunto cozido. 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. Os autores avaliaram 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 afeta a qualidade do produto e que a transglutaminase não é um aditivo adequado para auxiliar nesse processo, ao contrário da κ -carragena. Curiosamente, o presunto A apresentou maior luminosidade que os demais, tendo a adição de aditivos diminuído ainda mais a luminosidade dos presuntos. O parâmetro a^* foi maior e b^* menor, no presunto A, que nos demais.

2.2 Cloreto de sódio

O sal de cozinha (cloreto de sódio, NaCl) é um dos mais antigos ingredientes utilizados pelo homem; inicialmente com função de conservar os alimentos, hoje é utilizado com a função principal de salgá-los e realçar seu sabor (DESMOND, 2006). O sal é formado pela combinação do cátion Na^+ (39,3%) e ânion Cl^- (60,7%) (DESMOND, 2006, RUUSUNEN; PUOLANNE, 2005).

2.2.1 Implicações tecnológicas em produtos cárneos

Segundo Ruusunen e Puolanne (2005), o efeito do sal sobre as proteínas da carne é, provavelmente, causado pelo fato de o íon cloro estar mais fortemente ligado às proteínas que o íon sódio, o que provoca um aumento nas cargas negativas das mesmas. Hamm (1972) concluiu que o aumento das cargas

gera repulsão entre as proteínas miofibrilares, resultando na ampliação do volume miofibrilar e na solubilização parcial dos filamentos. Assim, grupos polares (76%-80%) das cadeias laterais de aminoácidos das proteínas se ligam, por ligações de van der Waals, a moléculas de água, enquanto grupos não polares (20%-24%) repelem tais moléculas, gerando um efeito combinado que aprisiona camadas de moléculas de água entre os filamentos, por meio uma rede de filamentos de proteína, pontes cruzadas e linhas Z (RUUSUNEN, PUOLLANE, 2005). A distância entre os filamentos de actina e de actina, e de actina e de miosina é naturalmente próxima a 20 nm, enquanto entre os filamentos de miosina e miosina é de, aproximadamente, 30 nm. Essas distâncias podem chegar entre 60 nm e 90 nm após a ação do sal sobre as proteínas miofibrilares (RUUSUNEN, PUOLLANE, 2005). Assim, a quantidade de água ligada é determinada pela carga líquida das proteínas (dependente da força iônica e do pH), que provocam repulsão, aumentando as ligações e pelo número e força de pontes cruzadas, que limitam a ligação.

Força iônica é a concentração total de eletrólitos em solução. 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, a elevadas concentrações salinas, 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).

O pH influencia a capacidade de retenção de água (CRA) das proteínas por afetar a natureza e a distribuição de suas cargas. As proteínas são, em geral, mais solúveis em pHs baixos (ácidos) ou elevados (alcalinos), devido ao excesso de cargas positivas ou negativas, e a consequente repulsão da proteínas a esses pHs. O pH de menor solubilidade é o ponto isoelétrico (PI) da proteína,

uma vez que, neste pH, o número de cargas positivas e negativas nas moléculas é igual. Por se compensarem intrinsecamente quanto às cargas, no PI, as moléculas não se repelem, diminuem de solubilidade, tendendo a formar precipitados (SGARBIERI, 1996). Segundo Desmond (2006), a ligação do íon cloro a grupos de miosina carregados positivamente resulta na mudança do ponto isoelétrico para valores de pH mais baixos, distanciando o pH do produto cárneo do PI, aumentando a intensidade de cargas e, conseqüentemente, a solubilidade e a CRA das proteínas (HAMM, 1972). Quantidades de 2% são capazes de deslocar o ponto isoelétrico (cargas neutras, mínima retenção de água de pH próximo a 5,0 para pH próximo 4,0) (HAMM, 1972).

Outra classe de compostos capaz de deslocar o ponto isoelétrico é a dos polifosfatos. A adição de polifosfatos cliva ligações da actomiosina, enfraquecendo a estrutura miofibrilar e diminuindo a quantidade de pontes cruzadas por unidade de volume (HAMM, 1972) e, assim como o sal, aumenta a força iônica, o que disponibiliza sítios negativamente carregados das proteínas miofibrilares para maior ligação de água. Os fosfatos agem em sinergia com o sal e, assim, a redução de sal em produtos adicionados de fosfatos pode ser maior que em produtos que não os contêm.

Assim, segundo Desmond (2006) e Ruusunen e Puolanne (2005), as principais funções do cloreto de sódio são:

- atribuir sabor salgado e agir como intensificador de sabor, apresentando grande influência nas características sensoriais do produto final;
- influenciar as interações eletrostáticas entre os miofilamentos;
- atuar, em sinergia com os fosfatos, na solubilização das proteínas miofibrilares e no deslocamento do ponto isoelétrico das mesmas;
- melhorar a textura dos produtos, pois a solubilização das proteínas miofibrilares gera um exsudado pegajoso, capaz de ligar diferentes peças de carne após o cozimento, influenciando positivamente na textura;

- aumentar a capacidade emulsionante dos produtos, já que, uma vez solubilizadas, as proteínas miofibrilares formam uma película ao redor dos glóbulos de gordura, retendo-os e tornando o produto homogêneo;
- diminuir o valor da atividade de água, uma vez que a CRA é aumentada e o teor de água livre é reduzido, constituindo um obstáculo para o crescimento e a multiplicação bacteriana, facilitando a conservação do produto;
- provocar desequilíbrios eletrolíticos e/ou desidratação osmótica no interior das células bacterianas, quando utilizado em grandes concentrações;
- atuar como antisséptico, devido à presença do íon Cl^- que afeta os grupos alfa-aminados das proteínas dos microrganismos.

Desmond (2006) afirma que muitos ingredientes foram estudados com o objetivo de aumentar a qualidade de produtos cárneos com baixo teor de sal. Estes são, principalmente, os fosfatos e os agentes de ligação/enchimento. Como citado anteriormente, os fosfatos têm função tecnológica semelhante à do sal. Já os agentes de ligação/enchimento auxiliam na liga entre as peças de carne e/ou aumentam a capacidade de retenção de água do produto acabado. Existe uma grande variedade de ingredientes que podem ser utilizados para esta finalidade, incluindo proteínas não cárneas, fibras, hidrocoloides e amidos.

2.2.2 Implicações à saúde

O sódio é um nutriente essencial, ou seja, um nutriente que o corpo humano não produz. Sua principal função é atuar na manutenção da pressão osmótica, no mecanismo de contração muscular, na condução dos impulsos nervosos e no equilíbrio ácido-base (VIEGAS, 2009). Segundo Viegas (2009),

um indivíduo acima de 14 anos necessita, diariamente, de 0,50 g de sódio, o que equivale a 1,27 g de sal.

Porém, a ingestão excessiva desse mineral foi associada ao desenvolvimento de hipertensão, assim como descrito por Dahl (1972) e MacGregor e Wardener (2002). A ingestão excessiva de sódio faz com que ele fique retido no sangue e nos tecidos. Normalmente, o organismo reconhece tal excesso e excreta o sódio pela urina, mas algumas pessoas têm dificuldade em atingir este equilíbrio e passam a acumulá-lo. Devido ao potencial osmótico desse mineral, seu excesso faz com que a água presente nas células passe para o meio extracelular, gerando a expansão dos fluidos corporais e, conseqüentemente, aumenta o trabalho cardíaco e a perfusão tissular. Esses fatores levam a um aumento da resistência vascular periférica, elevando a pressão sanguínea para a normalização do trabalho cardíaco (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2010).

O rim sadio exerce papel importante na manutenção do volume intravascular e da pressão arterial, já que responde a suas elevações aumentando a excreção de sódio e água, e restaurando os níveis normais. Contudo, mesmo sem ter a tendência à retenção de sódio, o uso excessivo de sal na dieta acarreta maior quantidade de água no organismo sobrecarregando os rins, podendo ocasionar, além da hipertensão arterial, a insuficiência renal (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2010).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (2003), o aumento da pressão arterial no mundo é o principal fator de risco de morte e o segundo de incapacidades por doenças cardíacas, acidente vascular cerebral e insuficiência renal.

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), a Organização Mundial da Saúde (2003) recomenda um

consumo máximo diário de 5 g de sal por pessoa, o que corresponde a, aproximadamente, 2 g de sódio por dia. No Brasil, dados da Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação - ABIA (2013) revelam, no entanto, que o consumo de sal do brasileiro está em 12 g/dia, valor que ultrapassa o dobro do máximo recomendado pela OMS.

Em novembro de 2013, o Ministério da Saúde (MS) realizou um acordo com a ABIA, que assumiu o compromisso de diminuir a quantidade de sal em produtos lácteos, cárneos (embutidos) e refeições prontas em até 68%, ao longo dos próximos quatro anos. Porém, atualmente, para que um produto possa declarar na informação nutricional complementar do rótulo o termo “conteúdo reduzido de sódio”, ele deve conter apenas 25% menos sódio do que o alimento referência (BRASIL, 2012).

Segundo Desmond (2006), os produtos cárneos processados estão entre os alimentos com maior conteúdo de sódio. A carne *in natura* contém quantidades inferiores a 0,1% de sódio, tendo contribuição insignificante para o teor total, porém, o sódio faz parte da constituição de outros ingredientes e aditivos utilizados em tecnologia alimentar, como o glutamato monossódico, nitrito e nitrato de sódio, e fosfato de sódio, entre outros. Ainda segundo Desmond (2006), o tripolifosfato de sódio contém cerca de 31,2% de sódio; o nitrato de sódio, 27,1%; o ascorbato ou eritorbato de sódio, 11,6% o objetivo; o nitrito de sódio, 33,2% e o glutamato monossódico, 13,6%. Entretanto, devido às baixas concentrações utilizadas para tais aditivos, a contribuição para o sódio total é reduzida, quando comparada com o cloreto de sódio adicionado (RUUSUNEN; PUOLANNE, 2005). Breidenstein (1982) afirma que, em um produto cárneo contendo 2% de sal, o sal contribui com, aproximadamente, 79% do sódio.

Nos Estados Unidos, o consumo de produtos cárneos representa 21,0% do sódio ingerido durante um dia. O sal ingerido por meio do consumo de

produtos cárneos só não é maior que o advindo dos produtos de panificação (DESMOND, 2006).

2.2.3 Redução de sódio em produtos cárneos

Diante da comprovação dos malefícios do consumo excessivo de sódio, vários trabalhos foram realizados, a fim de proporcionar a redução do uso do sal que, como já citado, é sua principal fonte. Alguns destes trabalhos são citados a seguir.

Ruusunen, Tirkkonen e Puolanne (2001) elaboraram presuntos com 1,1%, 1,4%, 1,7%, 2,0%, 2,3% e 2,6% de sal, a fim de avaliarem o quanto o teor de sal deste produto cárneo pode ser reduzido sem um efeito significativo sobre a salinidade sensorial. Os autores analisaram também o teor de sódio, de umidade, de proteína e de perda de peso por cozimento dos presuntos. A salinidade de presuntos foi avaliada utilizando-se um padrão (presunto com 1,7% de sal). Os provadores foram solicitados a marcar, em uma escala não estruturada, o quanto as amostras eram mais ou menos salgadas que o padrão. A perda de peso por cozimento e o teor proteico foram maiores para o presunto elaborado com 1,1% de sal que para os demais; já a umidade e o teor de sódio foram menores. O presunto elaborado com 1,7% de sal foi considerado tão salgado como os elaborados com 2,0% e 2,3% de sal ($P > 0,05$), e mais salgado do que aqueles com 1,1% e 1,4% ($P < 0,05$). O presunto elaborado com 2,6% de sal foi o mais salgado que a referência, mas não foi significativamente diferente daqueles elaborados com 2,0% ou 2,3% de sal ($P > 0,05$). Os resultados deste estudo sugerem que, com base em avaliações de salinidade, é possível reduzir o teor de sal de presunto cozido a 1,7% de sal.

Considerando as várias funções tecnológicas do sal em produtos cárneos, a maioria dos trabalhos realizados abrange a substituição deste por

outro ingrediente que possa suprir algumas de suas funções, assim como Gou et al. (1996), que substituíram o sal (NaCl) por cloreto de potássio (KCl) (de 0 a 60%), lactato de potássio (K-lactato) (de 0 a 100%) e glicina (de 0 a 100%), em embutido fermentado e lombo suíno curado. Foram realizadas análise de perfil de textura e análise sensorial. Os autores observaram alterações no sabor, quando a substituição foi superior a 40%, para todos os casos, exceto quando houve substituição por glicina em lombo curado. Neste caso, foram observadas alterações acima de 30% de substituição. A análise de perfil de textura detectou uma perda de coesão em salsichas em níveis de substituição acima de 30%, para K-lactato e superior a 50%, para glicina. Embora a análise instrumental tenha detectado mudanças de textura em lombo curado, a análise sensorial não detectou efeito sobre a textura.

Mais tarde, Gelabert et al. (2003) avaliaram os mesmos substitutos no mesmo produto cárneo, porém, com substituição de 0 a 40%. Além desses, também foram avaliados mix de glicina e KCl e de glicina e K-lactato, nas mesmas proporções; os mix foram avaliados com substituição de 0 a 70%. A substituição parcial de NaCl por KCl, lactato de potássio e glicina teve pouco efeito sobre estabilidade microbiológica. No entanto, o sabor e a textura foram afetados na análise sensorial com os níveis de substituição de 40% de KCl, 30% de lactato e 20% de glicina. A substituição parcial (acima de 40%) de NaCl pelos diferentes *mix* também afetou a percepção sensorial, não permitindo um aumento do nível de substituição.

Seguindo a mesma linha de pesquisa, Guàrdia et al. (2006), além da atitude dos consumidores diante da redução de sódio, também avaliaram a aceitação quando houve substituição de 50% do sal por KCl e K-lactato e *mix* de ambos (0%+50%; 10%+40%; 20%+30%; 30%+20%; 40%+10% e 50%+0%). Em relação à aceitação, embutidos com níveis de substituição de 50% de KCl e 40% de KCl + 10% K-lactato não apresentaram diferença significativa em

relação ao controle (100% sal). Assim, foi possível reduzir 50% do teor de NaCl em embutidos fermentados e obter um produto com boa aceitação.

Blesa et al. (2008) observaram mudanças físico-químicas e microbiológicas em presunto cru, quando houve substituição parcial do NaCl por outros sais. Os presuntos foram divididos em três diferentes grupos, tendo um sido salgado com 100% de NaCl; outro com 50% NaCl e 50% de KCl, e o terceiro com 55% de NaCl, 25% de KCl, 15% de CaCl₂ e 5% de MgCl₂. Os presuntos com teor reduzido de NaCl necessitaram de mais tempo pós-salga para alcançar a atividade de água, semelhante aos salgados com 100% de NaCl, especialmente quando houve substituição por CaCl₂ e MgCl₂. No entanto, não foram observadas diferenças nas contagens microbianas.

Paulsen et al. (2014) avaliaram substitutos (cloreto de potássio, lactato de sódio, lactato de potássio, diacetato de sódio e minerais do leite) do sal em quatro níveis de substituição (0,7%, 0,6%, 0,5% e 0,2%), realizando o teste sensorial de dominância temporal das sensações (TDS). Os resultados indicaram diferenças na percepção dinâmica do embutido com reduzido teor de sódio, em comparação com a amostra controle, especialmente no final do produto na boca.

2.3 Lombo tipo canadense

Entende-se por lombo o corte obtido da região lombar dos suínos denominado *Longissimus lumborum*. Trata-se de uma carne tenra e magra. Seu processamento se baseia na produção de lombo tipo canadense, lombo cozido, lombo temperado, lombo curado dessecado ou carré temperado (BRASIL, 2000).

A denominação lombo tipo canadense é dada ao produto obtido a partir do lombo suíno, em peça íntegra ou parcial, adicionado de ingredientes,

embutido em envoltórios naturais ou artificiais, e submetido ao processo tecnológico adequado, defumado ou não (BRASIL, 2000).

Exige-se que o produto tenha percentuais máximos de 72%, 8%, 1% e 2%, para umidade, gordura, carboidratos e proteínas não cárneas, respectivamente. Quanto ao teor de proteínas totais, o mínimo permitido é de 16% (BRASIL, 2000).

Os ingredientes obrigatórios para a elaboração do produto são lombo e sal, enquanto proteínas de origem animal e/ou vegetal, açúcares, maltodextrina, condimentos, aromas e especiarias e aditivos intencionais são ingredientes opcionais (BRASIL, 2000).

Dentre os ingredientes e aditivos utilizados nos lombos elaborados neste trabalho estão condimentos, maltodextrina, carragena, concentrado proteico de soro (60%), glutamato monossódico, tripolifosfato de sódio, eritorbato de sódio e nitrito de sódio. A legislação (BRASIL, 1998) estabelece limites para a utilização do conservante nitrito de sódio (0,015%), do espessante carragena (0,5%) e do estabilizante tripolifosfato de sódio (0,5%). Os demais ingredientes e aditivos podem ser utilizados na quantidade necessária para obter o efeito tecnológico desejado, desde que não altere a identidade e a genuinidade do produto (*quantum satis* / q.s.).

Além do sal e do tripolifosfato de sódio, citados anteriormente por beneficiar a CRA, carragena, maltodextrina e concentrado proteico de soro também são utilizados por apresentarem bom potencial de retenção de água, possibilitando maior rendimento ao produto. A funcionalidade da carragena em produtos cárneos revela-se devido à sua propriedade de gelatinização térmica reversível. A carragena se dissolve totalmente no produto cárneo e se gelatiniza quando resfriada, o que aumenta a retenção de água, a textura e a consistência dos produtos cárneos (PEDROSO; DEMIATE, 2008). A maltodextrina é um derivado do milho ou da mandioca e é obtida a partir da conversão enzimática

do amido (MAXSOY, 2016). Assim como o amido, forma géis, podendo ser utilizada como espessante, estabilizante, agente de textura e/ou ligante de água ou de gordura (PEDROSO; DEMIATE, 2008). O concentrado proteico de soro é um produto obtido após vários processos de secagem do soro de leite, consistindo em um ingrediente com alta solubilidade em água e excelentes propriedades gelatinizantes e capacidade de retenção de água e gordura (KORHONEN, 2002).

O lombo tipo canadense está entre os frios mais utilizados na elaboração de pizzas (PIZZAS E MASSAS, 2015), ressaltando a importância da avaliação do congelamento e O reaquecimento desse tipo de produto.

Apesar de ser um produto facilmente encontrado no comércio e da diversidade de marcas, não existem dados sobre a produção e o consumo de lombos tipo canadense no Brasil. Não foram encontrados, na literatura, trabalhos científicos sobre redução de sódio ou utilização de carne PSE em lombo tipo canadense.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado no Laboratório de Tecnologia de Carnes e Derivados (LabCarnes), No Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA) da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

3.1 Delineamento experimental

A influência da quantidade de carne PSE e de cloreto de sódio nos lombos tipo canadense foi avaliada por meio de um delineamento composto central rotacional (DCCR) em fatorial 2x2, com quatro pontos fatoriais, quatro pontos axiais e três pontos centrais, totalizando 11 ensaios (PEREIRA et al., 2011), realizados em ordem aleatória. Foram definidos, como âncoras, 0% (100% normal) e 100% para carne PSE e 0% e 2% de sal (Tabela 1).

Tabela 1 Teores de carne PSE e de cloreto de sódio aplicados de acordo com o delineamento experimental

Ensaio	Variáveis codificadas		Variáveis reais	
	x ₁	x ₂	Carne PSE (%)	Teor de sal (%)
1	-1	-1	14,5	0,3
2	1	-1	85,5	0,3
3	-1	1	14,5	1,7
4	1	1	85,5	1,7
5	-1,41	0	0	1
6	1,41	0	100	1
7	0	-1,41	50	0
8	0	1,41	50	2
9, 10 e 11	0	0	50	1

X₁ = variável codificada para carne PSE; e X₂ = variável codificada para sal.

3.2 Matéria-prima carne

Amostras de lombo (músculo *Longissimus lumborum*) suíno foram obtidas no abatedouro-frigorífico Nutrili Indústria e Comércio de Carnes Ltda., situado na cidade de Lavras, MG, provenientes de animais comerciais (cruza Large White x Landrace). Os lombos com luminosidade (L^*) maior que 52 e perda de peso por gotejamento (PPG) maior que 6% foram considerados PSE e os com L^* entre 44 e 52 e PPG entre 2% e 6% foram considerados normais. Foram separadas quatro amostras consideradas PSE e três amostras consideradas normais.

3.3 Elaboração dos lombos tipo canadense

Os lombos tipo canadense foram elaborados em bateladas de 1,5 kg, com base na formulação descrita na Tabela 2, sendo as variações no teor de sal compensadas no teor de carne.

Os lombos PSE e RFN foram descongelados por 24 horas, a 4 °C e, a seguir, moídos em disco de 20 mm. As carnes foram separadas respeitando-se as porcentagens de PSE e RFN de cada ensaio (Tabela 1) e transferidas para uma amassadeira universal helicoidal (Lieme Indústria Metalúrgica Ltda., Caxias do Sul, RS, Brasil), em que os ingredientes (Tabela 2) foram incorporados, sendo o primeiro o tripolifosfato, seguido por sal, nitrito, condimentos e, por último, extensores e ligantes. A água foi incorporada aos poucos. Após 15 minutos de mistura, a massa cárnea foi embutida (gomos de ± 350 g) em tripa de colágeno de 85 mm de diâmetro, sendo mantida em câmara fria (4 °C), por 12 horas, para o processo de cura.

Tabela 2 Formulação básica para a elaboração dos lombos tipo canadense

Matéria-prima	(%)
Lombo suíno	59,00-61,00
Água	34,00
Sal refinado (NaCl)	0,00-2,00
Concentrado proteico de soro (60%) ¹	2,00
Nitrito de sódio ²	0,015
Eritorbato de sódio ²	0,054
Tripolifosfato de sódio ²	0,50
E-Max (maltodextrina) ³	0,50
Carragena ³	0,50
Glutamato monossódico (GMS) ⁴	0,30
Alho em pó ⁵	0,30
Creme de cebola ⁵	0,30
Condimento califórnia ²	0,30
Fumaça em pó ³	0,30

¹Gemacom Tech Indústria e Comércio Ltda., Juiz de Fora, MG, Brasil.

² Indústria Brasileira de Aditivos e Condimentos Ltda. (IBRAC), Rio Claro, SP, Brasil.

³New Max Industrial Ltda., Americana, SP, Brasil.

⁴Ajinomoto Interamericana Indústria e Comércio Ltda., São Paulo, SP, Brasil.

⁵Unilever Brasil Ltda., Divisão Knorr, Itupeva, SP, Brasil.

Uma vez curados, os produtos foram pesados em balança semianalítica, cozidos e defumados, utilizando serragem, em defumador artesanal (Defumax Equipamentos e Produtos Ltda., São Paulo, SP, Brasil) até que o centro do produto atingisse 73 °C (medido pela inserção de um termopar). Os produtos permaneceram no defumador a 75 °C, por cerca de 3 horas e 30 minutos. Após o cozimento, os produtos foram resfriados por banho de água com gelo, até alcançarem a temperatura de 4 °C, secos com papel absorvente, novamente pesados, embalados a vácuo e mantidos sob refrigeração (4 °C) por 24 horas,

quando foram considerados acabados. A Figura 1 ilustra o processamento dos produtos.



Figura 1 Elaboração dos lombos tipo canadense: A) Ingredientes; B) Embutimento; C) Defumação e D) Produto pronto.

3.4 Análises

Foram analisados a luminosidade (L^*), a perda de peso por gotejamento (PPG), a composição centesimal e o índice de TBARS da matéria-prima cárnea. Já os lombos tipo canadense foram analisados quanto à composição centesimal, teor de sódio, pH, atividade de água, oxidação lipídica, perda de peso por cozimento (PPC), perda de peso por exsudação (PEX), sinerese, perda de peso por ciclos de congelamento (PCC), perda de peso por reaquecimento (PPR), cor, análise de perfil de textura (TPA), fatiabilidade, teste de aceitação sensorial e teste sensorial do ideal de sal.

3.4.1 Avaliação da composição centesimal

A composição centesimal da matéria-prima e dos produtos foi realizada, em duplicata, segundo a metodologia oficial (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. Os carboidratos foram estimados por

diferença [%carboidratos = 100 – (%água + %proteína + %gordura + %cinzas)]. A matéria-prima encontrava-se congelada e foi analisada após 24 horas de descongelamento a 4° C. Os produtos foram analisados cinco dias após serem considerados prontos.

3.4.2 Avaliação do teor de sódio

O teor de sódio foi avaliado em duplicata, utilizando-se um fotômetro de chama B 262 (Micronal, São Paulo, São Paulo, Brasil), após digestão úmida, como descrito por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997). Primeiramente, 0,5 g de amostra seca e desengordurada foram pesados em tubo digestor e adicionados de 4 ml de ácido nítrico e 2 ml de ácido perclórico. As amostras foram, então, levadas para um bloco digestor a 250 °C. Depois de digeridas, elas foram transferidas para frascos âmbar e diluídas com água destilada até 30 g, para posterior leitura em fotômetro de chama. O teor de sódio foi analisado quinze dias depois de os produtos serem considerados prontos.

3.4.3 Análise do pH

Para análise de pH, os lombos tipo canadense foram cortados ao meio e os valores de pH medidos por meio da inserção de um eletrodo de penetração, acoplado a um pHmetro DM 20 (Digimed, São Paulo, São Paulo, Brasil), em regiões centrais do produto. O pH foi analisado, em duplicata, no dia em que o produto foi considerado pronto.

3.4.4 Determinação da atividade de água

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. A análise foi realizada em duplicata, cinco dias após os produtos serem considerados prontos.

3.4.5 Avaliação da oxidação lipídica

A oxidação lipídica foi avaliada, em triplicata, na matéria-prima cárnea (logo após o descongelamento) e no produto acabado (um dia após o produto ser considerado pronto) pelo índice de TBARS, que mede o número de substâncias reativas com o ácido tiobarbitúrico, como descrito por Jo e Ahn (1998), com algumas adaptações. Cinco gramas de amostra foram triturados em processador Turrax (Turratec Te102, Vitória, Espírito Santo, Brasil), com 15 ml de água destilada por, aproximadamente, 30 segundos. Uma alíquota de 1 ml foi transferida para um tubo de centrífuga e adicionada de 50 µL de BHT 7,2% (dissolvido em etanol) e 2 mL de solução de TBA 20 mmol L⁻¹ em ácido tricloroacético (TCA) 15%. No tubo branco, a alíquota de amostra foi substituída por 1 mL de solução de TBA. Os tubos foram agitados e incubados em banho-maria fervente, por 15 minutos, a 90 °C. Após o resfriamento em banho de gelo, por cerca de 10 minutos, os tubos foram centrifugados a 3000 x g, por 15 minutos e a leitura da absorvância realizada a 532 nm. A concentração de malonaldeído (MDA) foi determinada a partir da curva analítica elaborada com 1,1,3,3-tetraetoxipropano (TEP) e os resultados expressos em miligramas de malonaldeído por quilograma de amostra (mg de MDA/kg).

3.4.6 Avaliação da perda de peso por gotejamento

A avaliação da perda de peso por gotejamento (PPG) foi realizada, em triplicata, conforme metodologia descrita por Ramos e Gomide (2007). A carne, analisada antes do congelamento, foi deixada em repouso, por um período de 48 horas, em câmara de refrigeração à temperatura de 4 °C. As amostras foram pesadas antes e após o período de gotejamento, sendo a PPG expressa em percentual, segundo a equação: $\%PPG = (Pf - Pi) * 100$, em que %PPG = porcentagem de perda de peso por gotejamento, Pf = peso da carne após gotejamento e Pi = peso inicial da carne.

3.4.7 Avaliação da perda de peso por cozimento

Para análise da perda de peso por cozimento (PPC), as amostras de lombo tipo canadense foram pesadas antes do cozimento. Logo após o cozimento (defumação), as peças foram resfriadas à temperatura de 4 °C, secas em papel absorvente e novamente pesadas para a determinação da perda de peso e rendimento do processo, seguindo a seguinte equação: $\%PPC = (Pf - Pi) * 100$, em que %PPC = porcentagem de perda de peso por cozimento, Pf = peso do produto após o cozimento, Pi = peso do produto cru. As replicatas variaram entre 3 e 5, para os diferentes ensaios, uma vez que tamanho e o rendimento dos lombos tipo canadense foram distintos.

3.4.8 Avaliação da perda de peso por exsudação

A perda de peso por exsudação (PEX) foi determinada pelo método de pressão (*expressive moisture*) proposto por Pietrasik e Li-Chan (2002), com pequenas modificações. Três amostras de 25 mm de aresta foram obtidas,

pesadas, colocadas entre dois papéis filtro e pressionadas uniaxialmente, com a ajuda de um texturômetro TA.XT2i (Stable Micro System Inc, Reino Unido), a uma velocidade de 60 mm/minuto, até 50% de sua altura original. Depois da prensagem, as amostras foram retiradas do papel de filtro e novamente pesadas, sendo calculado o percentual de peso perdido, por meio da seguinte equação: $\%PEX = (P_f - P_i) * 100$, em que $\%PEX$ = porcentagem de perda de peso por exsudação, P_f = peso da amostra após compressão e P_i = peso da amostra antes da compressão. A análise foi realizada em triplicata, no dia em que os produtos foram considerados prontos.

3.4.9 Avaliação da sinerese

A análise de sinerese foi conduzida segundo Lage (2012). Foram obtidos 10 cubos de 10 mm de aresta que foram pesados, em conjunto, embalados a vácuo e armazenados 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, os cubos foram retirados da embalagem, limpos com papel absorvente e novamente pesados. O percentual de sinerese foi calculado seguindo a equação: $\%Sinerese = (P_f - P_i) * 100$, em que $\%Sinerese$ = porcentagem de perda de peso por sinerese, P_f = Peso das amostras após 7 dias de armazenamento, P_i = Peso das amostras antes do armazenamento. A análise foi realizada em triplicata, cinco dias após os produtos serem considerados prontos.

3.4.10 Avaliação da perda de peso por ciclos de congelamento

A análise da perda de peso por ciclos de congelamento (PCC) foi realizada em dois ciclos de congelamento, segundo metodologia descrita por Lee, Cannon e Huffman (1980), com algumas modificações. Duas amostras de 25 x 25 x 10 mm foram obtidas, pesadas individualmente, embaladas em sacos plásticos e, a seguir, congeladas a -18 °C. Após 24 horas de congelamento, as peças foram descongeladas em temperatura ambiente por 4 horas e uma das amostras separada (1º ciclo), enquanto a segunda peça foi novamente congelada, para que, após mais 24 horas, o procedimento fosse repetido (2º ciclo). Em cada ciclo, a amostra removida foi desembalada e enrolada em papel de filtro. O conjunto foi colocado entre duas placas de vidro e prensado, utilizando-se um peso padrão de 2,0 kg, por 5 minutos. Após a prensagem, a amostra foi retirada do papel filtro e novamente pesada, sendo calculado o percentual de peso perdido em cada ciclo, segundo a equação: $\%PCC = (Pf - Pi) * 100$, em que $\%PCC$ = porcentagem de perda de peso por ciclo de congelamento, Pf = peso da amostra após congelamento, Pi = peso da amostra antes do congelamento. A análise foi realizada em duplicata, cinco dias após os produtos serem considerados prontos.

3.4.11 Avaliação da perda de peso por reaquecimento

A perda de peso por reaquecimento (PPR) foi determinada segundo metodologia proposta por Hachmeister e Herald (1998), com pequenas modificações. Três amostras de 10 x 10 x 50 mm foram obtidas, pesadas, imersas em 300 mL de água em ebulição e mantidas por 6 minutos. Posteriormente, elas foram secas em papel absorvente e mantidas sob refrigeração (4 °C), por 6 minutos, quando, então, foram novamente pesadas

para cálculo do percentual de peso perdido, segundo a equação: $\%PPR = (Pf - Pi) * 100$, em que $\%PPR$ = porcentagem de perda de peso por reaquecimento, Pf = peso da amostra após reaquecimento, Pi = peso da amostra antes do reaquecimento. A análise foi realizada em triplicata, cinco dias após os produtos serem considerados prontos.

3.4.12 Avaliação objetiva da cor

A leitura da cor foi conduzida na superfície de uma fatia de, aproximadamente, 2,5 cm de espessura, por meio de um espectrofotômetro portátil CM-700 (Kônica Minolta Sensimg Inc., China), com abertura de porta de 8 mm. 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 e ângulo do observador de 10° , considerando-se o valor médio de cinco leituras realizadas em diferentes pontos da superfície da fatia. Os índices de saturação (C^*) e ângulo de tonalidade (h^*) foram calculados pelas seguintes fórmulas (RAMOS; GOMIDE, 2007): $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$; e $h^* = \tan^{-1} (b^*/a^*)$. Os valores de h^* foram convertidos de radiano para graus.

3.4.13 Análise do perfil de textura

A análise do perfil de textura (TPA) foi conduzida segundo Dutra et al. (2012), utilizando-se um texturômetro TA.XT2i (Stable Micro System Inc, Reino Unido), com pequenas modificações. Cinco amostras, cortadas em cubos de 10 mm de arestas, foram obtidas e comprimidas duas vezes até 50% de seu tamanho original, com um prato de compressão de 3,5 cm de diâmetro. 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 200 mm.min⁻¹ (3,33 mm/s), a partir da qual foram obtidas cinco características de textura (RAMOS; GOMIDE, 2007): dureza (N), coesividade, adesividade (N.mm), flexibilidade (mm) e mastigabilidade (N.mm).

3.4.14 Avaliação da fatiabilidade

A fatiabilidade foi avaliada segundo O'Neill et al. (2003), obtendo-se 10 fatias do produto na espessura de 1 mm com ajuda de um fatiador USM2 (Urano, Canoas, RS, Brasil). A qualidade das fatias foi questionada a cinco avaliadores não treinados, que foram orientados a observar o número de fatias perfeitas e imperfeitas e o grau dos defeitos apresentados. Os avaliadores atribuíram notas de 0 (fatiamento extremamente deficiente) a 10 (fatiamento excelente) para as fatias de cada um dos ensaios, sendo os resultados expressos em porcentagem.

3.4.15 Análise sensorial dos ensaios de lombos tipo canadense

As análises sensoriais foram aprovadas pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Lavras (CAAE: 30844314.5.0000.5148) e realizadas no Laboratório de Análise Sensorial do DCA/UFLA. Sessenta provadores, não treinados, foram convidados a avaliar as amostras de lombos tipo canadense e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Em sua maioria, os provadores eram alunos de graduação e pós-graduação, servidores técnico-administrativos ou professores da UFLA; 63,3% dos provadores eram do sexo feminino e 36,7% do sexo masculino; 90% tinham entre 15 e 30 anos; 8,3% entre 31 e 45 anos e 1,7% entre 45 e 60 anos. As análises foram realizadas em duas sessões, sendo a primeira com seis e a

segunda com cinco amostras. Os testes foram conduzidos em cabines individuais com luz branca. As amostras de lombo tipo canadense foram servidas refrigeradas (aproximadamente 4 °C), cortadas em cubos de, aproximadamente, 5 g, colocadas em copos plásticos marcados com um código de três dígitos e apresentadas aos participantes aleatoriamente, em sequência monádica e de forma casualizada. Foi fornecida aos provadores água mineral, para limpeza do palato entre as avaliações dos ensaios.

3.4.15.1 Teste de aceitação

A aceitação das amostras foi avaliada em relação ao sabor, cor, textura, gosto salgado e impressão global. Os provadores receberam uma ficha de avaliação sensorial (Figura 2) e avaliaram a aceitação das amostras utilizando uma escala hedônica de nove pontos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2014), variando de 1 (“desgostei extremamente”) a 9 (“gostei extremamente”).

3.4.15.2 Teste do ideal do sal

Na mesma ficha de avaliação do teste de aceitação (Figura 2), os provadores também foram solicitados a opinar sobre o quão ideal era o gosto salgado das amostras. Para este teste foi utilizada a Escala do Ideal (*Just-about-right-scale*) com nove pontos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2014), variando de -4 (“extremamente menos salgado do que o ideal”), passando pela nota 0 (“ideal”) até 4 (“extremamente mais salgado do que o ideal”).

FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL

Nome: _____ Data: _____

Avalie a aceitação das amostras utilizando a escala hedônica abaixo:

9 . Gostei extremamente
 8 . Gostei muito
 7 . Gostei moderadamente
 6 . Gostei ligeiramente
 5 . Não gostei nem desgostei
 4 . Desgostei ligeiramente
 3 . Desgostei moderadamente
 2 . Desgostei muito
 1 . Desgostei extremamente

Avalie o **GOSTO SALGADO** também em relação a escala do ideal:

+4 . Extremamente mais salgado que o ideal
 +3 . Muito mais salgado que o ideal
 +2 . Moderadamente mais salgado que o ideal
 +1 . Ligeiramente mais salgado que o ideal
 0 . Ideal
 -1 . Ligeiramente menos salgado que o ideal
 -2 . Moderadamente menos salgado que o ideal
 -3 . Muito menos salgado que o ideal
 -4 . Extremamente menos salgado que o ideal

Avalie a amostra quanto a aceitação dos atributos abaixo de acordo com a escala hedônica.

Nº da Amostra	Cor	Textura	Gosto salgado	Sabor	Impressão Global

Agora avalie o gosto salgado de acordo com a escala do ideal

Gosto Salgado

Figura 2 Modelo de ficha de avaliação do teste de aceitação e do ideal de sal.

3.4.16 Análise estatística

Para as análises de composição centesimal, perdas de peso, pH, atividade de água, índice de TBARS, cor e textura e para o teste sensorial do ideal de sal, foi utilizado o modelo de superfície de resposta para o estudo da avaliação simultânea das duas variáveis independentes (proporção de PSE e teor de sal). Para tanto, a variância de ambas as variáveis independentes foi decomposta em componentes (linear, quadrático e interação), a fim de avaliar o ajuste da seguinte função polinomial:

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^2 \beta_i X_i + \sum_{i=1}^2 \beta_{ii} X_i^2 + \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 \beta_{ij} X_i X_j$$

em que Y é a resposta estimada; β_0 , β_i , β_{ii} e β_{ij} representam as constantes e os coeficientes de regressão do modelo e X_i , X_j e $X_i X_j$ são os níveis das variáveis independentes linear, quadrática e interação, respectivamente.

A significância dos parâmetros da equação, para cada variável resposta, foi avaliada pelo teste F, utilizando-se o programa Statistica® 5.0 (StatSoft, Poland). Para a modelagem, foi utilizado o erro puro, avaliando-se o ajuste da regressão, a 5% de probabilidade e a significância dos coeficientes, a 10%. Na falta de ajuste do modelo completo ($P < 0,05$) para o desenvolvimento dos gráficos, foi avaliado o modelo considerando apenas os coeficientes significativos ($P < 0,10$).

Para os testes de aceitação sensorial, os dados foram interpretados pelo Mapa de Preferência Interno (MPI). O mapa foi gerado com o emprego da técnica de análise de componentes principais (ACP), utilizando-se o programa SensoMaker (UFLA, Brasil). Foi utilizada a média dos ensaios 9, 10 e 11, uma vez que estes representavam a mesma formulação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização da matéria-prima cárnea

Os resultados das análises utilizadas na classificação dos lombos em PSE e normal, bem como a composição centesimal e o grau de oxidação lipídica (índice de TBARS) são apresentados na Tabela 3. A classificação dos lombos permitiu a separação de carnes bem distintas, no que diz respeito à cor (Figura 3) e à capacidade de retenção de água (CRA).

Tabela 3 Composição centesimal e características dos lombos suínos utilizados na elaboração dos lombos tipo canadense

Parâmetro	RFN	PSE	Média	<i>P < F</i>
<i>L</i> *	49,16±2,27	57,52±3,91	53,94±5,41	0,0223
PPG (%)	4,19±0,11	10,33±0,98	7,70±3,36	<0,0001
Umidade (%)	65,12±0,43	68,91±2,36	67,02±2,54	0,0521
Lipídeos (%)	12,77±1,59	7,32±0,98	10,04±3,23	0,0072
Proteínas (%)	20,96±1,39	21,80±1,26	21,47±1,56	0,4820
Cinzas (%)	0,89±0,06	0,85±0,10	0,87±0,14	0,5840
Carboidratos (%)	0,25±0,07	1,12±0,64	0,60±0,81	0,0807
TBARS (mg MAD/kg)	0,28±0,14	0,48±0,21	0,37±0,20	0,2082

pH_{45min} = pH 45 minutos *post mortem*; pH_u = pH 24 horas *post mortem*; *L** = luminosidade; PPG = perda de peso por gotejamento; TBARS = índice de substâncias reativas ao ácido tioacilbarbitúrico; MAD = malonaldeído. Diferença significativa (*P*<0,05) entre as médias foi destacada em negrito.



Figura 3 Matéria-prima cárnea utilizada na elaboração dos lombos tipo canadense. PSE = carne pálida, flácida e exsudativa, normal (RFN) = carne vermelha, firme e de exsudação normal.

Para a composição centesimal e o grau de oxidação lipídica, houve diferença significativa ($P < 0,05$) apenas em relação ao teor de lipídeos, sendo maior na carne PSE do que na normal.

Kuo e Chu (2003) encontraram teor de umidade, lipídeos e proteínas estatisticamente diferentes ($P < 0,05$) entre lombos suínos PSE e normais, tendo os lombos PSE apresentado 72,1%, 2,3% e 22,8% e os normais, 73,6%, 3,8% e 21,2%, para o conteúdo de umidade, lipídeos e proteínas, respectivamente. Os lombos analisados apresentaram menor teor de umidade e maior teor de lipídeos que os analisados por Kuo e Chu (2003), enquanto o teor de proteínas foi semelhante. O congelamento lento realizado nas carnes utilizadas para a elaboração dos lombos tipo canadense pode ter influenciado o menor teor de umidade, considerando a água perdida durante o descongelamento. Em relação ao teor de lipídeos, o resultado pode ser atribuído à remoção, apenas superficial, da gordura contida nos lombos.

4.2 Caracterização dos lombos tipo canadense

4.2.1 Composição centesimal e teor de sódio

Os coeficientes de regressão e a análise de regressão dos modelos matemáticos polinomiais para umidade, proteínas e lipídeos são mostrados na Tabela 4. Para estes parâmetros, os modelos completos não foram significativos ($P > 0,05$).

Tabela 4 Coeficientes de regressão (CR) e ANOVA¹ dos modelos matemáticos polinomiais para o conteúdo de umidade, extrato etéreo e proteínas dos lombos tipo canadense elaborados com diferentes teores de sal e carne PSE

	Umidade (%)		Lipídeos (%)		Proteína (%)	
	CR	Valor P	CR	Valor P	CR	Valor P
Constante (β_0)	66,234	<0,001	7,805	0,005	18,088	<0,001
PSE	0,959	0,268	-0,968	0,097	0,054	0,800
PSE x PSE	-0,053	0,950	-0,187	0,678	-0,050	0,845
Sal	-0,583	0,452	-0,063	0,865	0,278	0,277
Sal x Sal	-0,149	0,861	0,061	0,889	0,765	0,076
PSE x Sal	-0,222	0,826	0,038	0,942	0,182	0,563
R ²	0,547		0,766		0,464	
Teste F						
Regressão		0,696		0,392		0,278
Falta de ajuste		0,865		0,847		0,158

¹Valores significativos ($P < 0,10$ para os coeficientes de regressão; $P < 0,05$ para o teste F) foram destacados em negrito.

Em relação à umidade dos produtos, nenhum dos coeficientes de regressão foi significativo (Tabela 4), impossibilitando o ajuste de um novo modelo. Pietrasik e Gaudette (2015) também não encontraram diferenças

($P > 0,05$) na umidade de salsichas de peru produzidas com 1,8% e 0,9% de sal. Já Kuo e Chu (2003), ao analisarem emulsionados cárneos chineses elaborados com carnes PSE e normal, encontraram menor umidade ($P < 0,05$) para os produtos produzidos a partir de carne PSE. O'Neil et al. (2003) e Kauffman et al. (1978), por sua vez, afirmaram que presuntos defumados elaborados com carne PSE podem perder até três vezes mais umidade do que presuntos elaborados com carnes normais, durante a cura, a defumação e a refrigeração.

O valor médio do teor de umidade dos lombos tipo canadense elaborados neste experimento foi de $66,09 \pm 1,38\%$, valor inferior aos $71,09\%$ encontrados por Silva et al. (2015b), ao avaliarem lombos tipo canadense comercializados em Minas Gerais, Brasil. A umidade máxima permitida pela legislação brasileira nestes produtos é de 72% (BRASIL, 2000), o que indica que os produtos elaborados encontram-se dentro dos padrões da legislação.

Quanto ao teor de lipídeos, foi possível ajustar ($P = 0,014$) o modelo matemático codificado a partir do coeficiente significativo (Tabela 4), sendo possível construir uma curva em função das proporções de carne PSE (Figura 4). Pelo modelo, quanto maior a proporção de carne PSE na formulação, menor o teor de lipídeos dos lombos tipo canadense, o que se explica pelo menor teor de lipídeos encontrado nos lombos PSE (Tabela 3). Kuo e Chu (2003) também encontraram menor teor de gordura ($P < 0,05$) em emulsionados cárneos chineses elaborados com carne PSE.

O teor de lipídeos encontrado nos lombos tipo canadense variou de valores próximos a 7% a próximos a 9% , conforme variou o teor de carne PSE na formulação, portanto, acima do valor médio ($4,64\%$) encontrado por Silva et al. (2015b) em lombos tipo canadense comerciais. A legislação brasileira (BRASIL, 2000) estabelece um teor máximo de 8% de lipídeos em tais produtos, sugerindo que a remoção da gordura na matéria-prima cárnea deveria ser maior.

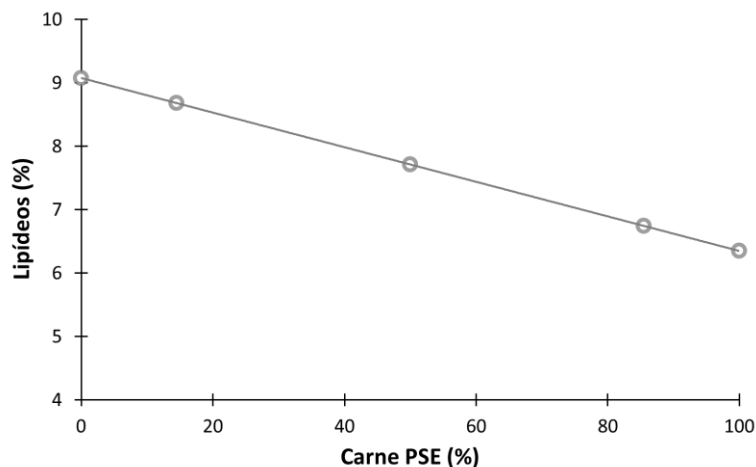


Figura 4 Efeitos das proporções de carne PSE no teor de lipídios de lombos tipo canadense. Lipídeos = $7,713 - 0,968 \cdot X_1$; $R^2=0,735$; X_1 = variável codificada para carne PSE.

Para o teor de proteínas, o modelo matemático codificado, considerando apenas o coeficiente significativo (Tabela 4), também pôde ser ajustado ($P = 0,005$), porém, o coeficiente de determinação foi baixo ($R^2 = 0,383$). Assim, a superfície de resposta apresentada na Figura 5 explica apenas 38,3% dos dados analisados.

Pietrasik e Gaudette (2015) não encontraram diferenças significativas no teor de proteínas de salsichas de peru produzidas com 1,8% e 0,9% de sal.

Silva et al. (2015b) encontraram valores médios de 16,40% para o teor de proteínas em lombos tipo canadense comerciais, que foram inferiores aos observados neste trabalho (entre 18% e 19,8%, dependendo da quantidade de sal utilizada na formulação). No entanto, estão de acordo com a legislação brasileira (BRASIL, 2000), que estabelece o mínimo de 16% de proteínas totais em lombos tipo canadense.

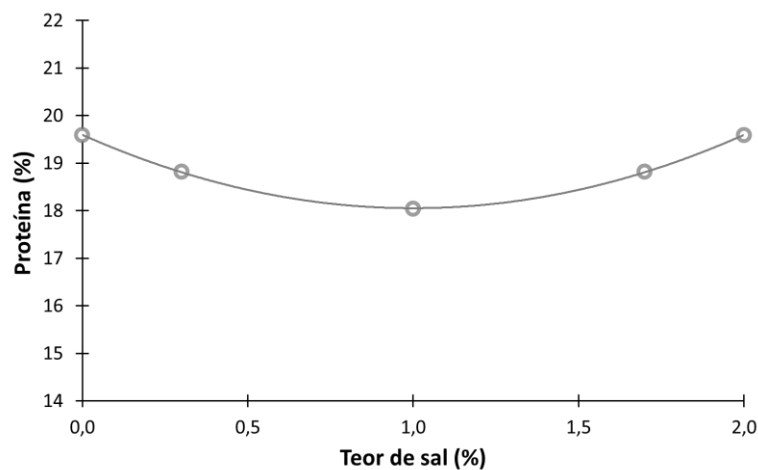


Figura 5 Efeitos dos teores de sal no teor de proteínas de lombos tipo canadense.

Proteína = $18,041 + 0,779 * X_2^2$; $R^2 = 0,383$; X_2 = variável codificada para sal.

Os coeficientes de regressão e análise de variância dos modelos matemáticos polinomiais para o conteúdo de carboidratos, minerais e sódio são mostrados na Tabela 5.

O modelo de regressão não foi significativo para o teor de carboidratos (Tabela 5) e não houve coeficientes de regressão significativos, indicando que as concentrações de carne PSE e de sal não influenciaram o teor de carboidratos do produto.

O teor médio de carboidratos foi de $3,46 \pm 0,76\%$, próximo ao encontrado por Silva et al. (2015), de 4,04%, ao analisarem lombos tipo canadense comercializados em Minas Gerais. A legislação brasileira (BRASIL, 2000) preconiza um máximo de 1% de carboidratos totais para este produto. Os principais ingredientes que contribuíram para este valor foram a maltodextrina, a carragena e o creme de cebola, sendo os dois primeiros com adição de 0,5% e o

último com 0,3% na elaboração do produto, indicando que a adição dos mesmos deveria ser reduzida para atender à legislação vigente.

Tabela 5 Coeficientes de regressão (CR) e ANOVA¹ dos modelos matemáticos polinomiais para o conteúdo de carboidratos, minerais e sódio dos lombos tipo canadense elaborados com diferentes teores de sal e carne PSE

	Carboidratos (%)		Minerais (%)		Sódio (%)	
	CR	Valor P	CR	Valor P	CR	Valor P
Constante (β_0)	3,593	<0,001	4,280	<0,001	1,142	<0,001
PSE	-0,055	0,268	0,009	0,766	-0,004	0,247
PSE x PSE	0,218	0,950	0,072	0,154	0,015	0,034
Sal	-0,093	0,452	0,462	0,003	0,336	0,000
Sal x sal	-0,398	0,861	-0,280	0,013	0,006	0,182
PSE x sal	-0,036	0,826	0,037	0,432	0,005	0,246
R ²	0,285		0,711		0,996	
Teste F						
Regressão	0,944		0,013		0,000	
Falta de ajuste	0,796		0,019		0,036	

¹Valores significativos ($P < 0,10$ para os coeficientes de regressão; $P < 0,05$ para o teste F) foram destacados em negrito.

Para o resíduo mineral fixo (cinzas), o modelo matemático completo foi significativo (Tabela 5), sendo possível construir a superfície de resposta em função dos diferentes teores de carne PSE e de sal (Figura 6). O teor de minerais aumentou com o aumento da concentração de sal até, aproximadamente, 1,2%, mantendo-se estável a partir dessa concentração. A influência do aumento do sal sobre o aumento dos minerais era esperada, uma vez que o sal é composto pelos minerais sódio e cloro (DESMOND, 2006).

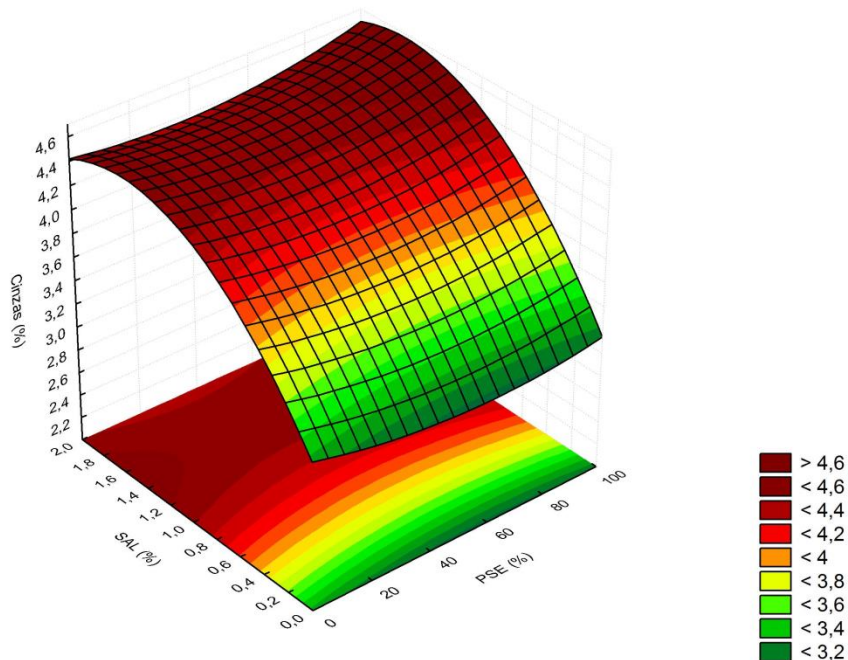


Figura 6 Superfície de resposta para o teor de cinzas dos lombos tipo canadense em função dos diferentes teores de carne PSE e de sal. Cinzas = $4,280 + 0,009*X_1 + 0,072*X_1^2 + 0,462*X_2 - 0,280*X_2^2 + 0,037*X_1*X_2$; $R^2 = 0,711$; X_1 = variável codificada para carne PSE e X_2 = variável codificada para sal.

O teor de cinzas variou entre, aproximadamente, 3,2% e 4,6%, diante dos diferentes teores de carne PSE e sal utilizados na formulação. Silva et al. (2015b) encontraram teor médio de 3,83% em lombos tipo canadense comerciais, valor presente na superfície de resposta gerada.

Para a porcentagem de sódio, o modelo matemático completo foi significativo (Tabela 5), sendo a superfície de resposta construída em função dos diferentes teores de carne PSE e sal (Figura 7). Conforme esperado, o modelo

foi afetado, principalmente, pela concentração de sal, uma vez que ele tem 39,3% de sódio.

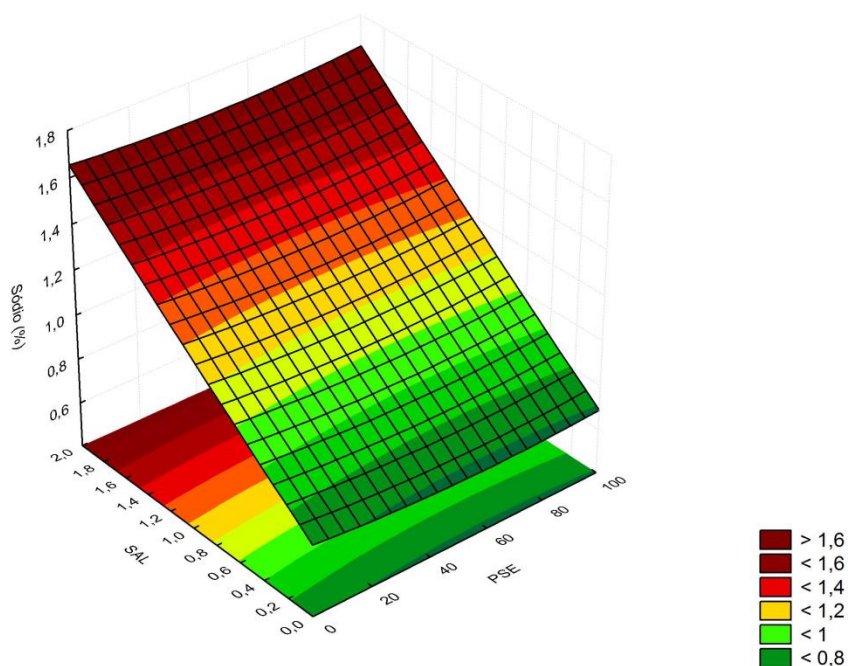


Figura 7 Superfície de resposta para o teor de sódio dos lombos tipo canadense em função dos diferentes teores de carne PSE e de sal. $S\acute{o}d\acute{i}o = 1,142 - 0,004*X_1 + 0,015*X_1^2 + 0,336*X_2 + 0,006*X_2^2 + 0,005*X_1*X_2$; $R^2 = 0,996$; X_1 = variável codificada para carne PSE e X_2 = variável codificada para sal.

O teor de sódio dos lombos tipo canadense não adicionados de sal foi de, aproximadamente, 0,8%, oriundo da utilização de condimentos (alho em pó, cebola em pó e califórnia) e de aditivos (nitrito de sódio, eritorbato de sódio, tripolifosfato de sódio, glutamato monossódico e fumaça em pó) na formulação do produto, enquanto produtos adicionados de 2% de sal apresentaram teor de sódio próximo a 1,6%. Silva et al. (2015b) encontraram entre 1,32% e 1,83% de

sódio em lombos tipo canadense comerciais, o que, de acordo com a Figura 7, indica que os produtos foram elaborados com adição aproximada de 1,4% até mais de 2% de sal, caso o teor de sódio dos condimentos e aditivos utilizados seja semelhante aos utilizados nesta formulação.

Pietrasik e Gaudete (2015) relataram redução de 44% no teor de sódio, ao reduzirem a adição de sal de 1,8% para 0,9%, em salsichas de peru. De forma semelhante, Ruusunen, Tirkkonen e Puolanne (2001) elaboraram presuntos cozidos adicionados com diferentes adições de sal (1,1% a 2,6%) e encontraram valores entre 0,51% e 1,14% de sódio.

4.2.2 pH, atividade de água e índice de TBARS

Os coeficientes de regressão e a análise de variância dos modelos matemáticos polinomiais para os valores de pH, atividade de água e índice de TBARS são apresentados na Tabela 6.

Para os valores de pH, o modelo matemático completo foi significativo (Tabela 6), sendo possível construir uma superfície de resposta em função dos diferentes teores de adição de carne PSE e sal (Figura 8).

O principal fator a afetar o pH foi a carne PSE, cujo aumento na formulação levou a uma redução nos valores de pH de, aproximadamente, 6,25 a aproximadamente 5,95. Esta redução está associada à extensa queda de pH característica de carnes PSE (O'NEIL et al., 2003). Kuo e Chu (2003) também observaram menores valores de pH ($P < 0,05$) em emulsionados cárneos chineses elaborados com maiores proporções de carnes PSE (pH = 6,08 para 100% de carne PSE; pH = 6,16 para de 50% de carne PSE e pH = 6,21 para 100% de carne normal). Silva et al. (2015a), ao analisarem lombos tipo canadense comerciais, encontraram pH médio de $6,30 \pm 0,15$.

Tabela 6 Coeficientes de regressão (CR) e ANOVA¹ dos modelos matemáticos polinomiais para os valores de pH, atividade de água (Aa) e índice de TBARS dos lombos tipo canadense elaborados com diferentes teores de sal e carne PSE

	pH		Aa		TBARS (mg MAD/kg)	
	CR	Valor P	CR	Valor P	CR	Valor P
Constante (β_0)	6,030	<0,001	0,959	<0,001	1,103	0,006
PSE	-0,099	0,007	-0,000	0,873	0,334	0,024
PSE x PSE	0,041	0,052	0,002	0,120	-0,231	0,067
Sal	-0,024	0,096	-0,006	0,016	-0,085	0,251
Sal x Sal	0,018	0,204	0,003	0,089	-0,141	0,155
PSE x Sal	0,009	0,525	-0,001	0,478	-0,047	0,590
R ²	0,889		0,942		0,336	
Teste F						
Regressão		0,027		0,062		0,077
Falta de ajuste		0,133		0,580		0,026

¹Valores significativos ($P < 0,10$ para os coeficientes de regressão; $P < 0,05$ para o teste F) foram destacados em negrito.

O sal também afetou o pH dos produtos, porém, de forma sutil, quando comparado ao efeito da carne PSE. O pH dos produtos caiu à medida que a concentração de sal aumentou. Pietrasik e Gaudette (2015), ao elaborarem salsichas de peru com 1,8% e 0,9% de sal, não encontraram efeito sobre o pH dos produtos.

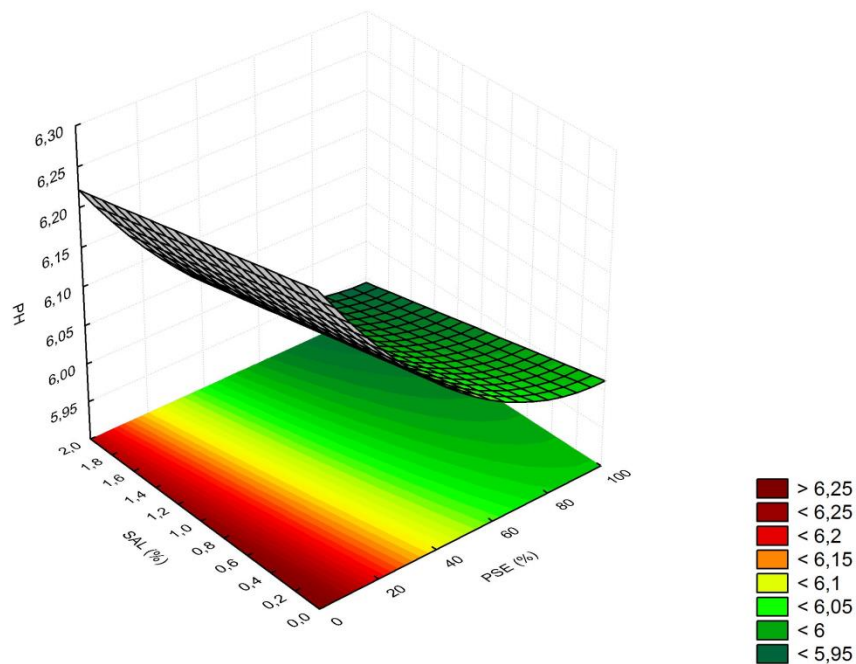


Figura 8 Superfície de resposta para os valores de pH dos lombos tipo canadense em função dos diferentes teores de carne PSE e de sal. $\text{pH} = 6,030 - 0,099*X_1 + 0,0407*X_1^2 - 0,024*X_2 + 0,018*X_2^2 - 0,009*X_1*X_2$, $R^2 = 0,889$; X_1 = variável codificada para carne PSE e X_2 = variável codificada para sal.

Para a atividade de água (Aa), apesar de o modelo completo não ter sido significativo (Tabela 6), foi possível ajustar ($P < 0,0001$) um modelo matemático para as variáveis codificadas a partir dos coeficientes significativos, o qual está representado na Figura 9.

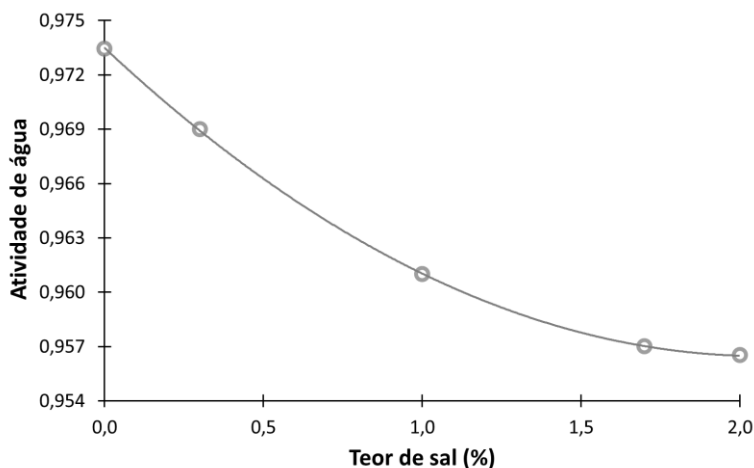


Figura 9 Efeitos dos teores de sal nos valores de atividade de água (Aa) de lombos tipo canadense. $Aa = 0,961 - 0,006 \cdot X_2 + 0,002 \cdot X_2^2$; $R^2 = 0,845$; $X_2 =$ variável codificada para sal.

A Aa dos produtos foi afetada apenas pela concentração de sal, reduzindo de valores próximos a 0,974 (produto sem adição de sal) para próximo a 0,956 (adição de 2% de sal). A presença de sal auxilia na retenção de água por deslocar o ponto isoelétrico (PI) das proteínas miofibrilares para valores de pH mais baixos e influenciar a sua força iônica. PI é o pH de menor solubilidade da proteína, uma vez que, neste pH, o número de cargas positivas e negativas nas moléculas é igual (SGARBIERI, 1996). Segundo Hamm (1972), a adição de 2% de sal é capaz de mover o PI das proteínas miofibrilares de 5,0 para 4,0. Considerando que o pH da maioria dos produtos cárneos é próximo a 6,0, aumentando a distância entre o PI e o pH do produto cárneo, as proteínas terão maior intensidade de carga, provocando interações eletrostáticas favoráveis à ligação da água (DESMOND, 2006). A força iônica contribui de maneira semelhante, pois, em concentrações de sais até aproximadamente 4% (baixa força iônica), os íons salinos tendem a associar-se a proteínas miofibrilares,

contribuindo para uma maior repulsão, solubilização e hidratação das moléculas de proteína. Esse fenômeno é conhecido como *salting in* (SGARBIERI, 1996). A Aa é influenciada, uma vez que, quanto maior o teor de água ligada menor a Aa, o que contribui para a menor deterioração do produto, visto que apenas a água livre pode ser utilizada pelos microrganismos. Pietrasik e Gaudette (2015) também encontraram redução na Aa de 0,989 para 0,979, ao elaborarem salsichas de peru formuladas com 0,9% e 1,8% de sal, respectivamente.

Para o índice de TBARS, o modelo matemático codificado, considerando apenas os coeficientes significativos (Tabela 6), pôde ser ajustado ($P = 0,036$), porém, o coeficiente de determinação foi baixo ($R^2 = 0,289$), indicando que a superfície de resposta, apresentada na Figura 10, explica apenas 28,9% dos dados analisados.

O índice de TBARS dos produtos foi aparentemente afetado apenas pela carne PSE, aumentando à medida que se adicionou mais carne PSE ao produto. O'Neil et al. (2003) relataram que a carne PSE é mais propensa à oxidação lipídica, uma vez que esta reação é favorecida em meio ácido (FENNEMA, 2010). Isto condiz com os menores valores de pH observados nos produtos elaborados com maior proporção de carne PSE (Figura 8).

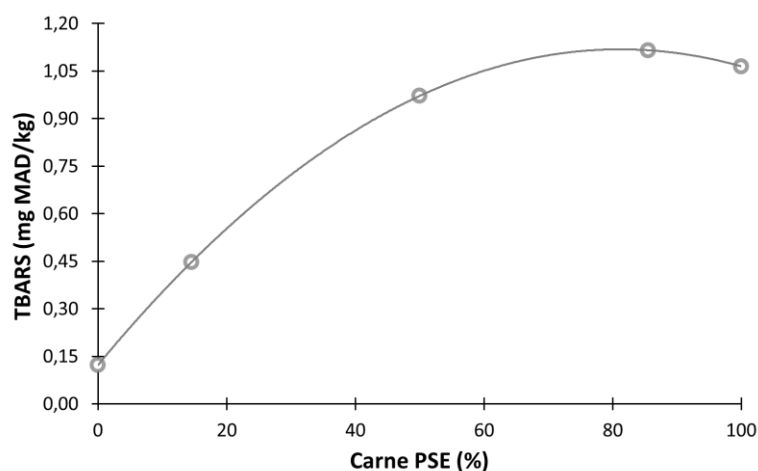


Figura 10 Efeitos das diferentes proporções de carne PSE nos valores do índice de TBARS de lombos tipo canadense. $TBARS = 0,972 + 0,334 \cdot X_1 - 0,190 \cdot X_1^2$; $R^2 = 0,289$; X_1 = variável codificada para carne PSE.

O índice de TBARS nos lombos tipo canadense aumentou de, aproximadamente, 0,15 mg de MAD/kg, no produto sem carne PSE, para, aproximadamente, 1,10 mg de MAD/kg, quando elaborado com 100% de carne PSE. O mesmo comportamento foi descrito por O'Neil et al. (2003) que observaram um aumento no índice de TBARS de 0,13 mg de MAD/kg, em presuntos cozidos produzidos com carne normal, para 0,51 mg de MAD/kg, em presuntos produzidos com carne PSE. Silva et al. (2016) encontraram média de 0,72 mg de MAD/kg, em lombos tipo canadense comerciais.

4.2.3 Perdas de peso

A perda de água ou de material solúvel, durante o processamento de um produto cárneo, é importante, do ponto de vista tecnológico, sensorial e econômico. Esta perda pode gerar acúmulo de líquidos nas embalagens,

causando má impressão ao consumidor, especialmente quando o produto é fatiado e utilizado como matéria-prima de pratos prontos.

Os coeficientes de regressão e a análise de variância dos modelos matemáticos para os valores de perda de peso por cozimento (PPC), perda de peso por exsudação (PEX) e sinerese são descritos na Tabela 7.

Tabela 7 Coeficientes de regressão (CR) e ANOVA¹ dos modelos matemáticos polinomiais para os valores de perda de peso por cozimento (PPC), perda de peso por exsudação (PEX) e sinerese dos lombos tipo canadense elaborados com diferentes teores de sal e carne PSE

	PPC (%)		PEX (%)		Sinerese (%)	
	CR	Valor P	CR	Valor P	CR	Valor P
Constante (β_0)	17,815	<0,001	1,127	<0,001	6,013	0,019
PSE	-0,128	0,207	0,028	0,215	0,122	0,834
PSE x PSE	1,180	0,039	-0,081	0,051	-0,534	0,472
Sal	-0,441	0,234	-0,369	0,002	0,999	0,189
Sal x Sal	0,391	0,077	0,281	0,005	0,635	0,406
PSE x Sal	0,133	0,455	-0,165	0,018	0,105	0,897
R ²	0,355		0,914		0,649	
Teste F						
<i>Regressão</i>	0,108		0,006		0,524	
<i>Falta de ajuste</i>	0,046		0,035		0,714	

¹Valores significativos ($P < 0,10$ para os coeficientes de regressão; $P < 0,05$ para o teste F) foram destacados em negrito.

Para os valores de perda de peso por cozimento (PPC), o modelo matemático completo não foi significativo (Tabela 7). Também não foi possível ajustar um modelo estatístico ($P = 0,055$) a partir dos coeficientes significativos. Entretanto, os valores de PPC foram afetados, de forma quadrática, tanto pela concentração de carne PSE quanto pela concentração de sal adicionada, tendo o

componente carne PSE sido o que atuou de forma mais efetiva (maior coeficiente de regressão).

O aumento da concentração de sal deveria reduzir a PPC, já que o mesmo promove mudanças na solubilidade (*salting in*) e no ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares, influenciando positivamente a CRA do produto cárneo (DESMOND, 2006; RUUSUNEN; PUOLANNE, 2005). Por outro lado, o aumento da concentração de carne PSE deveria aumentar a PPC (O'NEIL et al., 2003; KUO; CHU, 2003), já que a desnaturação provoca a perda da estrutura tridimensional das proteínas, reduzindo o volume das lacunas entre os miofilamentos, ocasionando a diminuição de espaço para ligação de água (PRÄNDL, 1994). O menor pH apresentado por este tipo de carne também contribui para a menor solubilidade das proteínas miofibrilares (BARBUT, 2008), devido à maior proximidade do seu ponto isoelétrico, afetando a CRA e, conseqüentemente, a PPC. Tais efeitos, provavelmente, não foram observados com clareza, devido aos ingredientes utilizados na formulação com o propósito de reter água (proteínas do soro, carragena e maltodextrina). Em trabalhos como de Schilling et al. (2004) e Pyrcz et al. (2009) descreve-se a eficiência destes e de outros ingredientes no auxílio da redução de perdas em produtos que utilizam carne PSE em sua formulação.

Ruusunen, Tirkkonen e Puolanne (2001) elaboraram presuntos cozidos com diferentes concentrações de sal, 1,1%, 1,4%, 1,7%, 2,0%, 2,3% e 2,6%, e encontraram PPC de 5,5%, 3,6%, 3,7%, 3,7%, 3,5% e 3,8%, respectivamente. Apesar de os valores não terem sido analisados estatisticamente, observa-se a discrepância da PPC obtida entre o presunto elaborado com 1,1% de sal e aqueles com maiores teores de sal. Também em presuntos cozidos, O'Neil et al. (2003) encontraram diferença significativa ($P < 0,01$) entre os valores de PPC nos produtos produzidos com carne normal (16,9%) e com carne PSE (29,5%). O

valor médio de PPC observado para os lombos tipo canadense avaliados neste experimento foi de $19,02 \pm 1,49\%$.

Em relação à perda de peso por exsudação (PEX), o modelo matemático completo dos coeficientes codificados foi significativo (Tabela 7), sendo possível construir a superfície de resposta em função dos diferentes teores de carne PSE e de sal (Figura 11).

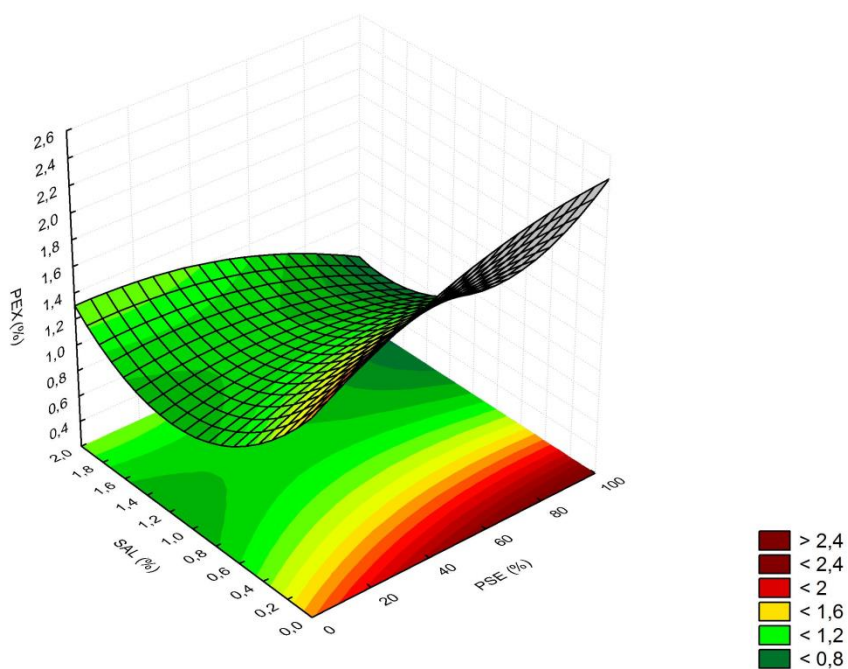


Figura 11 Superfície de resposta para os valores de perda de peso por exsudação (PEX) dos lombos tipo canadense em função dos diferentes teores de carne PSE e de sal. $PEX = 1,127 + 0,027 * X_1 - 0,081 * X_1^2 - 0,369 * X_2 + 0,281 * X_2^2 - 0,165 * X_1 * X_2$; $R^2 = 0,914$; X_1 = variável codificada para carne PSE e X_2 = variável codificada para sal.

De forma geral, independentemente da proporção de carne PSE, os menores valores de PEX estão na região onde a concentração de sal foi acima de

0,6% (entre 0,8% e 1,2%). Para níveis de concentração de sal inferiores a 0,6%, houve maior influência da proporção de carne PSE, tendo maiores adições aumentado os valores de PEX (entre 1,6% e 2,4%). Ambos os fatores (baixa concentração de sal e alta proporção de carne PSE) influenciam negativamente a solubilidade das proteínas e, conseqüentemente, na CRA do produto, conforme discutido anteriormente.

Pietrasik e Gaudette (2015), ao analisarem salsichas de peru elaboradas com 0,9% e 1,8% de sal, também encontraram maiores valores de PEX ($P < 0,05$) para as salsichas elaboradas com menor concentração de sal (11,2%), em relação às elaboradas com maior concentração (7,5%). Já Schilling et al. (2003) encontraram menor PEX ($P < 0,05$) em presuntos defumados (2% de sal) elaborados com carne normal (24,06%), em comparação com os elaborados com 100% de carne PSE (29,15%). Estes produtos, no entanto, não tiveram diferença significativa ($P > 0,05$) daqueles elaborados com 50% de carne PSE.

Silva et al. (2016) avaliaram lombos tipo canadense comerciais e encontraram resultado de $0,87 \pm 0,27\%$ para PEX, valor presente na superfície de resposta gerada (Figura 11).

Quanto à sinerese, a regressão do modelo completo não foi significativa ($P > 0,05$) e não houve coeficientes significativos ($P > 0,10$), como descrito na Tabela 7, impossibilitando o ajuste de um novo modelo e indicando que as alterações na concentração de carne PSE e de sal, aparentemente, não interferiram na sinerese dos lombos tipo canadense. O uso de ingredientes ligantes (proteínas do soro, carragena e maltodextrina), que auxiliam na CRA, pode ter contribuído para a ausência de efeitos.

A perda média de peso por sinerese dos lombos tipo canadense foi de $6,09 \pm 1,44\%$, próxima à observada por Silva et al. (2016), $4,44 \pm 0,92\%$, em lombos tipo canadense comerciais.

Os coeficientes de regressão e a análise de variância dos modelos matemáticos para os valores de perda de peso por ciclos de congelamento (PCC) e perda de peso por reaquecimento (PPR) estão descritos na Tabela 8.

Tabela 8 Coeficientes de regressão (CR) e ANOVA¹ dos modelos matemáticos polinomiais para os valores de perda de peso por ciclos de congelamento (PCC1 = um ciclo; PCC2 = dois ciclos) e perda de peso por reaquecimento (PPR) dos lombos tipo canadense elaborados com diferentes teores de sal e carne PSE

	PCC1 (%)		PCC2 (%)		PPR (%)	
	CR	Valor P	CR	Valor P	CR	Valor P
Constante (β_0)	5,919	0,003	6,425	0,005	23,648	0,001
PSE	0,452	0,185	0,299	0,414	1,756	0,038
PSE x PSE	0,164	0,606	0,178	0,660	-2,416	0,029
Sal	-0,448	0,187	-0,796	0,112	-1,135	0,085
Sal x Sal	-0,434	0,250	0,572	0,242	-0,188	0,700
PSE x Sal	-0,462	0,286	-0,525	0,331	0,835	0,237
R ²	0,639		0,733		0,684	
Teste F						
Regressão	0,303		0,300		0,067	
Falta de ajuste	0,360		0,360		0,089	

¹Valores significativos ($P < 0,10$ para os coeficientes de regressão; $P < 0,05$ para o teste F) foram destacados em negrito.

Para a perda de peso por ciclos de congelamento (PCC), em ambos os ciclos de congelamento testados, as regressões não foram significativas ($P > 0,05$) para o modelo completo (Tabela 8), bem como nenhum dos coeficientes foi significativo ($P > 0,10$), não sendo possível ajustar um modelo de superfície de resposta. A ausência de significância dos coeficientes indica que, provavelmente, as alterações nos teores de carne PSE e de sal não interferiram na PCC.

Embora o congelamento de produtos curados cozidos seja desaconselhável (DUTRA et al., 2012), a perda no descongelamento (PCC) tem grande importância quando eles são utilizados em massas, como pizzas e lasanhas congeladas, em que a perda de água, durante o processo de descongelamento no produto, é indesejável.

O valor médio da perda de peso dos lombos tipo canadense foi de $5,72 \pm 0,94\%$, no primeiro ciclo de congelamento e de $6,97 \pm 1,09\%$, no segundo ciclo. Dutra et al. (2012) analisaram apresuntados com baixo teor de gordura e adicionados de soro de leite e encontraram perda de peso média de $6,45 \pm 0,95\%$, para o primeiro ciclo de congelamento e de $9,13 \pm 1,68\%$, para o segundo ciclo.

Quanto à perda de peso por reaquecimento (PPR), o modelo matemático completo não foi significativo (Tabela 8), mas foi possível ajustar ($P = 0,0420$) um modelo, considerando apenas os coeficientes significativos e construir uma superfície de resposta em função dos diferentes teores de carne PSE e sal (Figura 12). De forma geral, a PPR foi ligeiramente influenciada pela concentração de sal e fortemente afetada pela proporção de carne PSE usada. Os maiores valores de PPR foram observados em proporções de carne PSE acima de 30%, sendo, no entanto, reduzida com maiores adições de sal no produto.

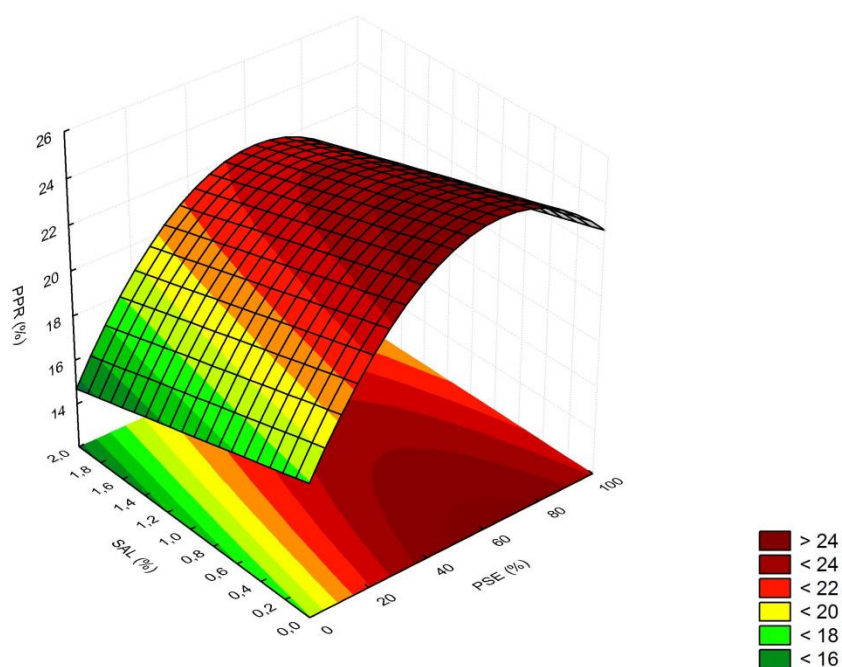


Figura 12 Superfície de resposta para os valores de perda de peso por reaquecimento (PPR) dos lombos tipo canadense, em função dos diferentes teores de carne PSE e de sal. $PPR = 23,4722 + 1,7563*X_1 - 2,3613*X_1^2 - 1,1355*X_2$; $R^2 = 0,656$; X_1 = variável codificada para carne PSE e X_2 = variável codificada para sal.

A PPR é importante em produtos curados cozidos que serão utilizados como matéria-prima de pratos congelados, como pizzas e lasanhas, uma vez que, durante o reaquecimento, tais produtos podem gerar uma série de problemas, como amolecimento da massa e exsudação excessiva no prato pronto (PEDROSO; DEMIATE, 2008). A PPR variou de valores próximos a 16% a próximos de 24%, dependendo dos teores de carne PSE e de sal utilizados na elaboração dos produtos. Estes valores foram superiores ao encontrado por Silva et al (2016), $9,49 \pm 1,50\%$, em lombos tipo canadense comerciais.

Apesar de a CRA influenciar todas as perdas de pesos, os diferentes resultados obtidos podem ser explicados pelas diferentes condições de análise, às quais o produto foi submetido.

4.2.4 Cor

Os coeficientes de regressão e a análise de variância dos modelos matemáticos para os valores de luminosidade, índice de vermelho e índice de amarelo são descritos na Tabela 9.

Tabela 9 Coeficientes de regressão (CR) e ANOVA¹ dos modelos matemáticos polinomiais para os valores de luminosidade (L*), índice de vermelho (a*) e índice de amarelo (b*) dos lombos tipo canadense elaborados com diferentes teores de sal e carne PSE

	L*		a*		b*	
	CR	Valor P	CR	Valor P	CR	Valor P
Constante (β_0)	63,906	<0,001	1,983	0,017	8,349	0,003
PSE	-0,110	0,808	-0,143	0,473	0,745	0,125
PSE x PSE	-0,136	0,802	0,215	0,385	-0,059	0,880
Sal	-0,487	0,347	-0,250	0,265	-0,968	0,080
Sal x Sal	-0,189	0,730	0,305	0,257	0,589	0,232
PSE x Sal	0,087	0,891	0,065	0,804	-0,477	0,366
R ²	0,057		0,349		0,848	
Teste F						
Regressão		0,843		0,472		0,197
Falta de ajuste		0,101		0,251		0,648

¹Valores significativos ($P < 0,10$ para os coeficientes de regressão; $P < 0,05$ para o teste F) foram destacados em negrito.

Para a luminosidade (L*) e o índice de vermelho (a*), além do modelo completo, nenhum dos coeficientes de regressão foi significativo (Tabela 9),

indicando que estes índices, provavelmente, não foram afetados pelas alterações nos tores de carne PSE e de sal. Apesar de os valores de L^* da matéria-prima carne normal ($L^* = 49,16$) terem sido significativamente ($P < 0,05$) maiores do que da matéria-prima carne PSE ($L^* = 57,52$) (Tabela 3), a conversão dos pigmentos heme em nitroso-hemocromo, devido à adição de nitrito e à defumação (calor), pode ter extinguido tal diferença.

O'Neil et al. (2003) encontraram maiores valores ($P < 0,05$) de L^* em presuntos cozidos elaborados com carne PSE, mas também não encontraram diferença significativa ($P > 0,05$) nos valores de a^* entre presuntos elaborados com carnes normais e PSE, ambos para produtos recém-elaborados. Quanto à adição de sal, Pietrasik e Gaudette (2015) observaram maiores valores ($P < 0,05$) de L^* em salsichas de peru contendo 0,9% de sal, em comparação às que continham 1,8% de sal; para a^* não foi observado efeito significativo ($P > 0,05$).

Os lombos tipo canadense elaborados neste experimento apresentaram-se mais escuros ($L^* = 63,67 \pm 1,99$) e com menores valores de a^* ($2,36 \pm 0,61$) do que os lombos tipo canadense comerciais ($L^* = 72,20$ e $a^* = 8,39$) analisados por Silva et al. (2016). Provavelmente, os maiores de valores de a^* encontrados nos produtos comerciais são relativos ao uso de corantes vermelhos, que não foram utilizados nos produtos elaborados.

Para o índice de amarelo (b^*), o modelo matemático completo também não foi significativo (Tabela 9), assim como o modelo ($P = 0,098$) obtido a partir do coeficiente de regressão significativo (sal linear).

Pietrasik e Gaudette (2015) encontraram maiores valores ($P < 0,05$) de b^* para salsichas de peru elaboradas com 0,9% de sal (20,0) que para as elaboradas com 1,8% (18,3). O valor médio de b^* para os lombos tipo canadense foi de $8,73 \pm 1,33$, próximo ao encontrado ($8,43 \pm 1,42$) para lombos tipo canadense comerciais (SILVA et al., 2016).

Apesar de os índices de cor a^* e b^* serem comumente analisados de forma individual, a descrição objetiva da cor deve ser avaliada considerando-se a luminosidade (L^*) e as coordenadas polares, saturação (C^*) e tonalidade (h^*), sendo estes dois últimos índices calculados a partir dos valores de a^* e b^* (RAMOS; GOMIDE, 2007). Assim, os coeficientes de regressão e a análise de variância de h^* e C^* estão descritos na Tabela 10.

Tabela 10 Coeficientes de regressão (CR) e ANOVA¹ dos modelos matemáticos polinomiais para os valores de tonalidade (h^*) e saturação (C^*) dos lombos tipo canadense elaborados com diferentes teores de sal e carne PSE

	h^*		C^*	
	CR	Valor P	CR	Valor P
Constante (β_0)	76,717	<0,001	8,585	0,003
PSE	2,278	0,096	0,685	0,161
PSE x PSE	-1,752	0,195	0,013	0,976
Sal	0,007	0,993	-0,997	0,086
Sal x Sal	-0,866	0,442	0,645	0,228
PSE x Sal	-0,452	0,716	-0,475	0,397
R ²	0,451		0,824	
Teste F				
Regressão		0,289		0,222
Falta de ajuste		0,184		0,634

¹Valores significativos ($P < 0,10$ para os coeficientes de regressão; $P < 0,05$ para o teste F) foram destacados em negrito.

O modelo matemático completo para o ângulo de tonalidade (h^*) dos lombos tipo canadense não pôde ser ajustado (Tabela 10), porém, apesar do baixo coeficiente de determinação ($R^2 = 0,311$), foi possível ajustar ($P = 0,014$) um modelo matemático, considerando o coeficiente de regressão linear relativo à proporção de carne PSE adicionada (Figura 13).

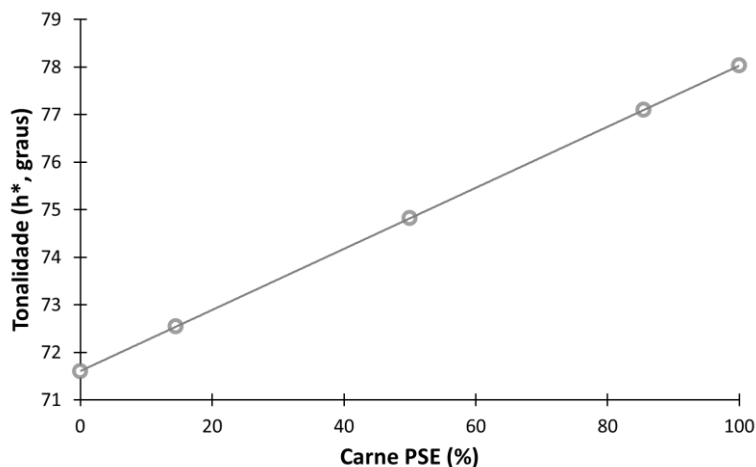


Figura 13 Efeitos das proporções de carne PSE nos valores de tonalidade (h^*) da cor de lombos tipo canadense. $h^* = 74,819 + 2,278 \cdot X_1$, $R^2 = 0,311$; X_1 = variável codificada para carne PSE.

Apesar de sua baixa representatividade, explicando apenas 31,1% dos dados, o modelo sugere que maiores proporções de carne PSE na formulação modificaram a tonalidade dos produtos, com predominância de um tom menos avermelhado (mais amarelado) nos produtos, o que implica no aumento do ângulo de tonalidade (RAMOS; GOMIDE, 2007).

Mesmo no produto sem carne PSE (h^* próximo a 71,7), a tonalidade dos produtos elaborados estava bem acima do observado ($h^* = 45,83$) em lombos tipo canadense comerciais (SILVA et al., 2016).

Para a saturação da cor (C^*), o modelo contendo apenas a variável linear para sal foi significativo ($P = 0,010$), sendo a superfície de resposta representada na Figura 14. A saturação de cor diminuiu à medida que maiores teores de sal foram adicionados, porém, a representatividade do modelo foi baixa ($R^2 = 0,433$).

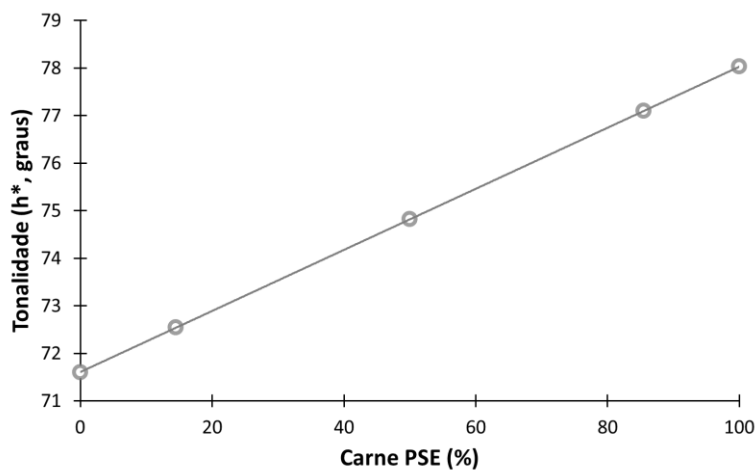


Figura 14 Efeitos dos teores de sal nos valores de saturação (C^*) de lombos tipo canadense. $C^* = 9,062 - 0,997 \cdot X_2$; $R^2 = 0,433$; X_2 = variável codificada para sal.

Pietrasik e Gaudette (2015) não encontraram diferença significativa ($P > 0,05$) em C^* ao variar o teor de sal de salsichas de peru de 1,8% (36,1) para 0,9% (37,1). A faixa de saturação dos produtos elaborados (de aproximadamente 7,7 a aproximadamente 10,5) foi próxima ao valor médio (11,93) relatado por Silva et al. (2016), em lombos tipo canadense comerciais

4.2.5 Textura

Os coeficientes de regressão e a análise de variância dos modelos matemáticos para os valores de dureza, coesividade e adesividade são descritos na Tabela 11.

Tabela 11 Coeficientes de regressão (CR) e ANOVA¹ dos modelos matemáticos polinomiais para os valores de dureza, coesividade e adesividade dos lombos tipo canadense elaborados com diferentes teores de sal e carne PSE

	Dureza (N)		Coesividade		Adesividade (N.mm)	
	CR	Valor P	CR	Valor P	CR	Valor P
Constante (β_0)	11,892	0,002	0,646	0,001	-0,067	0,007
PSE	-2,030	0,029	-0,007	0,586	0,012	0,065
PSE x PSE	1,332	0,088	-0,012	0,458	0,008	0,177
Sal	3,679	0,009	0,025	0,162	-0,008	0,124
Sal x Sal	-1,207	0,104	0,006	0,681	0,017	0,047
PSE x Sal	-0,561	0,379	0,037	0,149	0,003	0,615
R ²	0,972		0,646		0,833	
Teste F						
Regressão	0,031		0,332		0,104	
Falta de ajuste	0,554		0,426		0,341	

¹Valores significativos ($P < 0,10$ para os coeficientes de regressão; $P < 0,05$ para o teste F) foram destacados em negrito.

Para os valores de dureza, o modelo matemático completo foi significativo (Tabela 11), sendo possível construir uma superfície de resposta em função dos teores de adição de carne PSE e sal (Figura 15). O coeficiente de maior contribuição foi o relacionado à concentração de sal, sendo que quanto maior sua concentração, maiores os valores de dureza, enquanto a maior proporção de carne PSE ocasionou pequena redução na dureza.

Tais resultados são coerentes com a maior solubilização e extração das proteínas miofibrilares, em soluções salinas com maior força iônica (RUUSUNEN; PUOLANNE, 2005), gerando um exsudado pegajoso, capaz de ligar diferentes peças de carne após o cozimento (DESMOND, 2006). O aumento da capacidade ligante reflete na obtenção de produtos mais firmes, exigindo maior força para serem deformados, ou seja, maior dureza do produto.

De modo contrário, na carne PSE, a extração e a solubilidade das proteínas miofibrilares são dificultadas devido à desnaturação parcial sofrida pela queda extensa do pH, afetando a capacidade de ligação do produto e tornando a textura quebradiça (MOTZER et al., 1998). Além disso, a alteração da estrutura tridimensional das proteínas desnaturadas na condição PSE leva a uma menor firmeza da estrutura global da carne (PRÄNDL el al., 1994), o que pode contribuir para a perda de firmeza do produto.

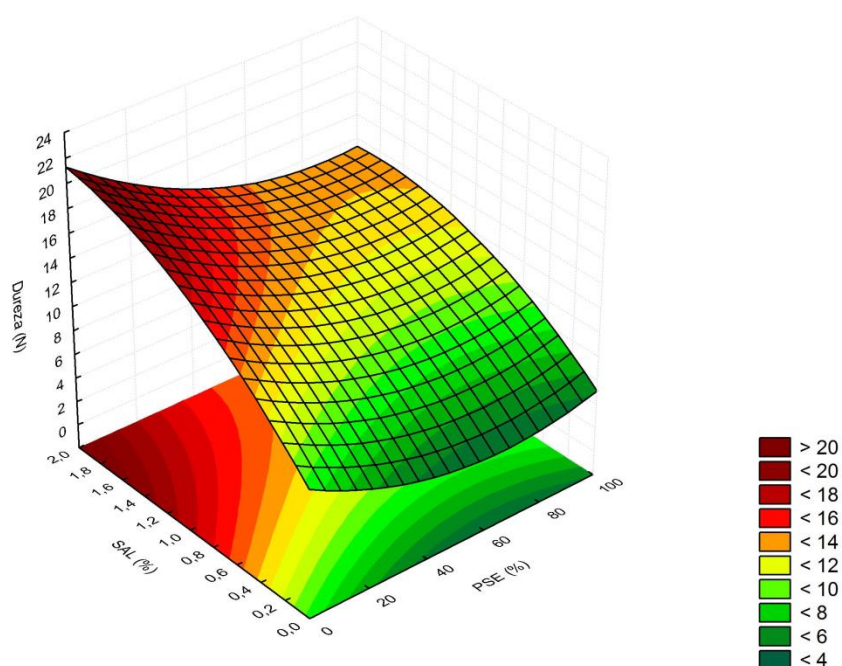


Figura 15 Superfície de resposta para os valores de dureza dos lombos tipo canadense em função dos diferentes teores de carne PSE e de sal.
 $Dureza = 11,8916 - 2,0299 * X_1 + 1,3324 * X_1^2 - 3,6787 * X_2 - 1,2073 * X_2^2 - 0,5609 * X_1 * X_2$; $R^2 = 0,972$; X_1 = variável codificada para carne PSE e X_2 = variável codificada para sal.

Pietrasik e Gaudette (2015) encontraram efeito semelhante ao elaborarem salsichas de peru, observando maior ($P < 0,05$) dureza (58,8 N) nas salsichas com maior teor de sal (1,8%) do que naquelas (43,8 N) contendo menor teor de sal (0,9%). McDonagh et al. (2005) não encontraram diferença significativa ($P > 0,05$) entre a dureza de presuntos cozidos elaborados com carne normal e PSE. Já em presuntos crus elaborados com carne PSE e normal, Tabilo et al. (1999) não encontraram diferença significativa ($P > 0,05$) em relação à dureza no teste de TPA, quando a compressão da amostra foi de 20%. Mas, quando esta foi de 80%, os presuntos secos curados elaborados com carnes normais apresentaram maior dureza do que os elaborados com carne PSE.

A dureza dos lombos tipo canadense variou entre, aproximadamente, 4 N e 20 N, sendo os produtos menos firmes que aqueles com a mesma designação de venda analisados por Silva et al. (2015a), cujo valor médio de dureza foi de 25,79 N.

Em relação à coesividade, além do modelo completo, nenhum dos coeficientes de regressão foi significativo (Tabela 11), indicando que a força das ligações internas, que determina a extensão que o alimento foi deformado antes da ruptura (RAMOS; GOMIDE, 2007), não foi afetada pelas alterações na concentração de carne PSE e de sal. O valor médio para coesividade foi de $0,64 \pm 0,04$, similar ao encontrado por Silva et al. (2015a), $0,61 \pm 0,02$, para lombos tipo canadense comerciais.

Para a adesividade, o modelo matemático codificado pôde ser ajustado ($P = 0,001$), considerando apenas os coeficientes significativos (Tabela 11). A adesividade aumentou com maiores adições de sal e reduziu com maiores proporções de carne PSE (Figura 16).

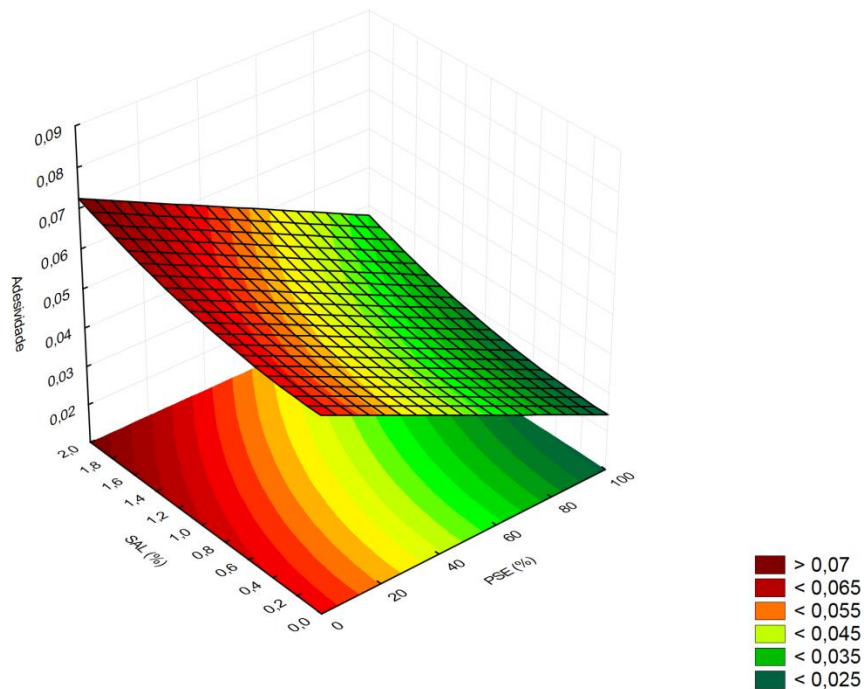


Figura 16 Superfície de resposta para os valores de adesividade dos lombos tipo canadense, em função dos diferentes teores de carne PSE e de sal. $Adesividade = 0,059 - 0,012 \cdot X_1 + 0,015 \cdot X_2^2$; $R^2 = 0,607$; X_1 = variável codificada para carne PSE e X_2 = variável codificada para sal.

A adesividade representa o trabalho necessário para superar as forças atrativas entre a superfície do alimento e outras superfícies com as quais o alimento entra em contato, no caso a sonda (RAMOS; GOMIDE, 2007). Assim, maiores valores de adesividade, quando o produto apresenta maiores teores de sal e menores proporções de carne PSE, são coerentes com a maior extração proteica e solubilização observada nestas condições. A presença de proteínas miofibrilares solúveis no exsudado liberado durante a compressão torna o

mesmo pegajoso, aumentando a aderência do produto à superfície da sonda de compressão, resultando em maiores valores de adesividade.

O valor da adesividade dos ensaios de lombos tipo canadense variou entre 0,02 N*mm e 0,07 N*mm, enquanto Silva et al. (2015a) encontraram valor médio de 0,05±0,01 N*mm, em lombos tipo canadense comercializados em Minas Gerais, Brasil.

Os coeficientes de regressão e a análise de variância dos modelos matemáticos para os valores flexibilidade e mastigabilidade estão descritos na Tabela 12.

Tabela 12 Coeficientes de regressão (CR) e ANOVA¹ dos modelos matemáticos polinomiais para os valores de flexibilidade e mastigabilidade dos lombos tipo canadense elaborados com diferentes teores de sal e carne PSE

	Flexibilidade (mm)		Mastigabilidade (N.mm)	
	CR	Valor P	CR	Valor P
Constante (β_0)	4,609	0,002	35,462	<0,001
PSE	-0,120	0,397	-7,085	0,065
PSE x PSE	-0,018	0,905	2,853	0,336
Sal	0,185	0,242	12,820	0,021
Sal x Sal	-0,136	0,417	-2,964	0,322
PSE x Sal	-0,136	0,483	-1,912	0,551
R ²	0,648		0,935	
Teste F				
Regressão		0,533		0,075
Falta de ajuste		0,798		0,593

¹Valores significativos ($P<0,10$ para os coeficientes de regressão; $P<0,05$ para o teste F) foram destacados em negrito.

Quanto à flexibilidade, ou elasticidade, das amostras, além do modelo completo, nenhum dos coeficientes de regressão foi significativo (Tabela 12). O

valor médio para a taxa em que o material deformado retornasse à sua condição inicial pela remoção da força deformadora foi de $4,50 \pm 0,30$ mm, semelhante ao encontrado por Silva et al. (2015a), $4,67 \pm 0,12$ mm, em lombos tipo canadense comerciais.

Em relação à mastigabilidade, o modelo completo também não foi significativo (Tabela 12), mas foi possível ajustar ($P < 0,001$) um modelo matemático a partir dos coeficientes significativos. A mastigabilidade aumentou com o aumento do teor de sal e diminuiu com o aumento na proporção de carne PSE adicionada (Figura 17).

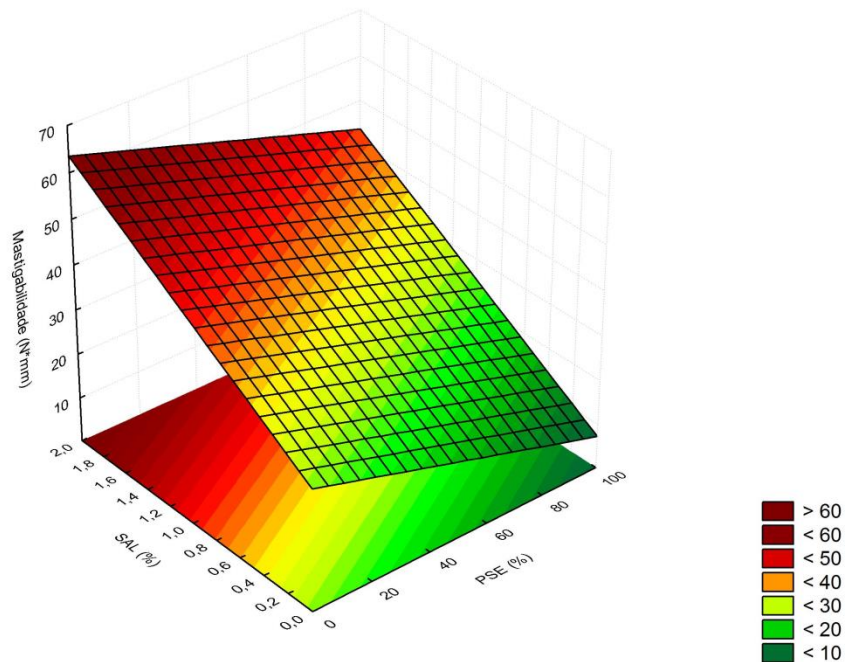


Figura 17 Superfície de resposta para os valores de mastigabilidade dos lombos tipo canadense em função dos diferentes teores de carne PSE e de sal. Mastigabilidade = $35,381 - 7,085 \cdot X_1 + 12,820 \cdot X_2$, $R^2 = 0,861$; X_1 = variável codificada para carne PSE e X_2 = variável codificada para sal.

A mastigabilidade pode ser definida como a energia requerida para desintegrar um alimento sólido até o ponto de ser engolido (BOURNE, 1978) e é obtida em função da dureza, da coesividade e da flexibilidade. Como a coesividade e a flexibilidade não foram afetadas pelos tratamentos, o comportamento da mastigabilidade do produto foi semelhante ao da sua dureza, sendo também influenciada pelos efeitos do sal e da carne PSE na extração e na solubilidade das proteínas miofibrilares.

Resultados similares aos obtidos neste experimento foram observados na literatura. Pietrasik e Gaudette (2015) constataram que salsichas de peru contendo 0,9% de sal apresentaram menores valores de mastigabilidade (60,9 N*mm) do que as que continham 1,8% de sal (85,8 N*mm). McDonagh et al. (2005) avaliaram presuntos cozidos e Tabilo et al. (1999), presuntos crus. Ambos avaliaram o uso de carne PSE e encontraram maiores valores de mastigabilidade para os presuntos elaborados com carne normal, em relação aos elaborados com carne PSE.

Os valores de mastigabilidade variaram entre, aproximadamente, 10 N*mm e 60 N*mm, inferiores ao encontrado por Silva et al. (2015a), $73,83 \pm 19,52$ N*mm, em lombos tipo canadense comerciais.

Com relação à avaliação da fatiabilidade dos produtos, o modelo completo foi significativo (Tabela 13), sendo a superfície de resposta representada na Figura 18. As notas para as fatias obtidas foram menores quando a adição de sal foi mínima e a adição de carne PSE máxima. Porém, com adições acima de 1,0% de sal, as notas para fatiabilidade foram máximas e a concentração de carne PSE na formulação não interferiu no fatiamento.

De forma geral, o comportamento da fatiabilidade do produto foi semelhante ao da sua dureza e ao da mastigabilidade, sendo influenciado pelos mesmos fatores, ou seja, pelos efeitos do sal e da carne PSE na extração e na solubilidade das proteínas miofibrilares. Produtos com pouca liga ou firmeza

geram fatias imperfeitas ou que se desfazem quando fatiados. Na Figura 19 mostram-se as fatias utilizadas na análise.

Tabela 13 Coeficientes de regressão (CR) e ANOVA¹ dos modelos matemáticos polinomiais para os valores de fatiabilidade dos lombos tipo canadense elaborados com diferentes teores de sal e carne PSE.

	Fatiabilidade (%)	
	CR	Valor P
Constante (β_0)	8,836	0,002
PSE	-0,610	0,122
PSE x PSE	-0,502	0,216
Sal	2,589	0,008
Sal x sal	-1,842	0,022
PSE x sal	1,082	0,083
R ²	0,946	
Teste F		
<i>Regressão</i>		0,027
<i>Falta de ajuste</i>		0,276

¹Valores significativos ($P < 0,10$ para os coeficientes de regressão; $P < 0,05$ para o teste F) foram destacados em negrito.

O'Neill et al. (2003) relataram efeitos diferentes ($P < 0,01$) na obtenção de fatias bem aceitas em presuntos cozidos elaborados a partir de carne PSE (41%) e carne normal (77%). Não foram encontrados, na literatura, trabalhos nos quais tenha sido avaliada a fatiabilidade de produtos cárneos elaborados com diferentes concentrações de sal.

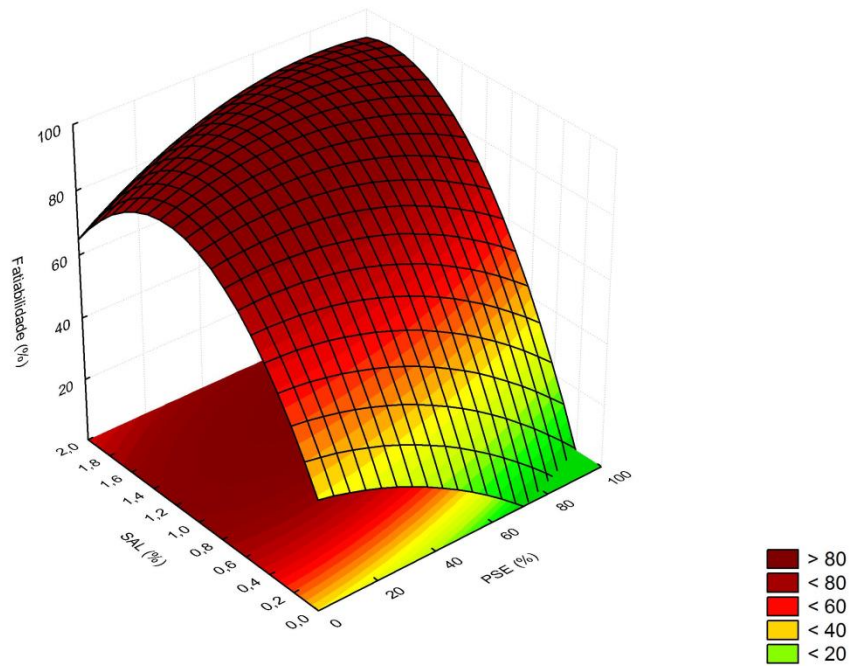


Figura 18 Superfície de resposta para os valores de fatiabilidade dos lombos tipo canadense, em função dos diferentes teores de carne PSE e de sal.

$$\text{Fatiabilidade} = 8,836 - 0,601 \cdot X_1 - 0,502 \cdot X_1^2 + 2,589 \cdot X_2 - 1,842 \cdot X_2^2 + 1,082 \cdot X_1 \cdot X_2; R^2=0,946; X_1 = \text{variável codificada para carne PSE e } X_2 = \text{variável codificada para sal.}$$

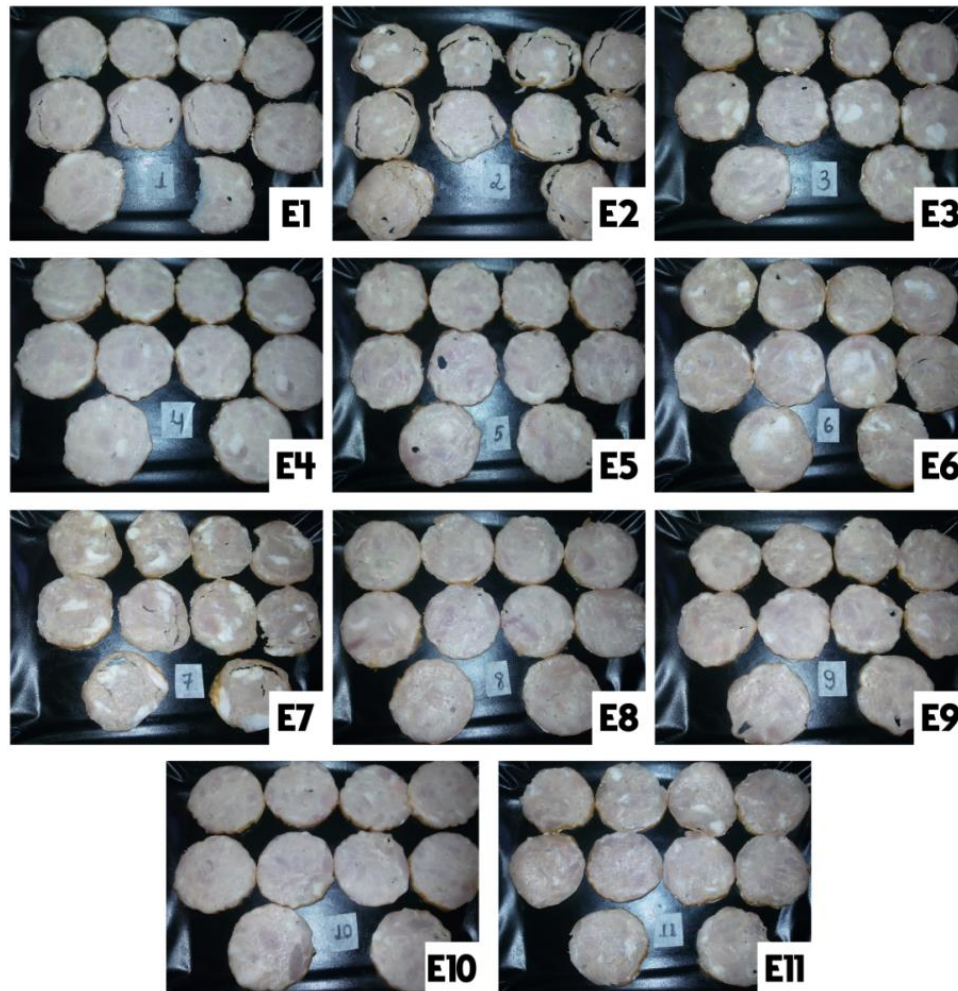


Figura 19 Fatias apresentadas aos provadores para avaliação da fatiabilidade. E1 a E11 representam os ensaios de 1 a 11; E1 = 14,5% de carne PSE e 0,3% de sal; E2 = 85,5% de carne PSE e 0,3% de sal; E3 = 14,5% de carne PSE e 1,7% de sal; E4 = 85,5% de carne PSE e 1,7% de sal; E5 = 0% de carne PSE e 1% de sal; E6 = 100% de carne PSE e 1% de sal; E7 = 50% de carne PSE e 0% de sal; E8 = 50% de carne PSE e 2% de sal; E9 = E10 = E11 = 50% de carne PSE e 1% de sal.

4.2.6 Análise sensorial

Para o teste do ideal de sal dos lombos tipo canadense, o modelo completo foi significativo (Tabela 14), sendo a superfície de resposta representada na Figura 20.

Tabela 14 Coeficientes de regressão (CR) e ANOVA¹ dos modelos matemáticos polinomiais para as notas de ideal de sal de lombos tipo canadenses elaborados com diferentes teores de sal e carne PSE

	Ideal de sal	
	CR	Valor P
Constante (β_0)	0,188	0,121
PSE	0,057	0,326
PSE x PSE	0,067	0,333
Sal	0,459	0,009
Sal x Sal	0,021	0,733
PSE x Sal	0,054	0,478
R ²	0,922	
Teste F		
<i>Regressão</i>		0,043
<i>Falta de ajuste</i>		0,302

¹Valores significativos ($P < 0,10$ para os coeficientes de regressão; $P < 0,05$ para o teste F) foram destacados em negrito.

Apesar de a concentração de carne PSE exercer menor influência nas notas sensoriais, é notável que a percepção do sabor salgado aumentou com a maior concentração de carne PSE. Pelo modelo, a concentração de sal ideal (nota 0) para a formulação usada foi de 0,45%, nos produtos elaborados com 100% de carne PSE e de 0,55%, nos produtos com apenas carne normal, o que confere uma média aproximada de 0,5% de sal como ideal. A maior percepção do sabor salgado e a conseqüente menor nota para ideal de sal nos produtos

elaborados com carne PSE podem ser explicadas pela maior concentração de inosina-5'-monofosfato (IMP) nesse tipo de carne (BATLLE; ARISTOY; TOLDRÁ, 2000). Segundo Madruga (1997), a IMP é um realçador de sabor e importante precursor não volátil do aroma de carne, sendo oriundo das transformações de adenosina-trifosfato (ATP) que ocorrem no músculo após o abate do animal.

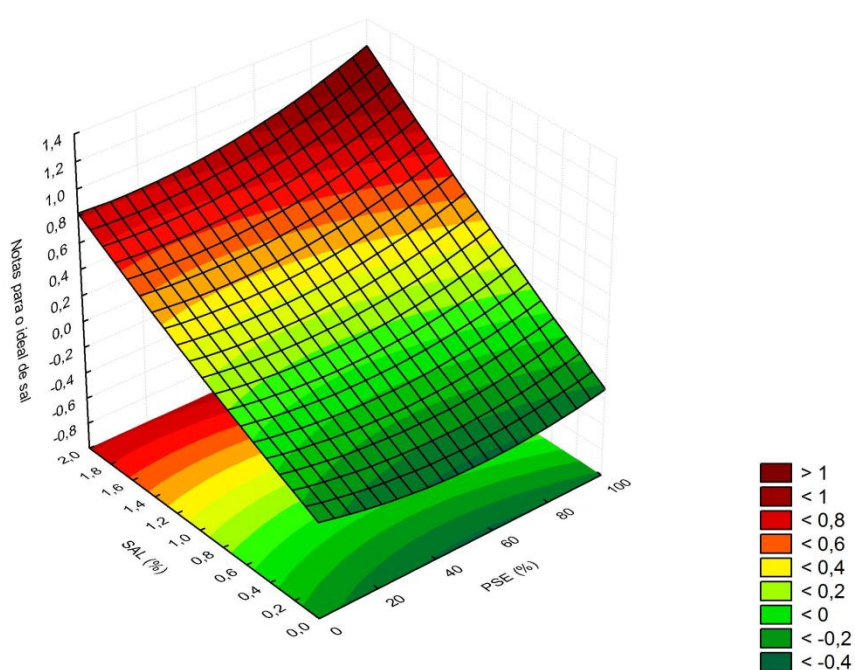


Figura 20 Superfície de resposta para as notas (-4 a 4) atribuídas ao ideal de sal (nota 0) dos lombos tipo canadense, em função dos diferentes teores de carne PSE e sal. Ideal de sal = $0,188 + 0,057 * X_1 + 0,067 * X_1^2 + 0,459 * X_2 + 0,0208 * X_2^2 + 0,054 * X_1 * X_2$; $R^2=0,922$; X_1 = variável codificada para carne PSE e X_2 = variável codificada para sal.

As notas dos testes de aceitação foram avaliadas utilizando-se a metodologia do mapa de preferência interno (MPI), sendo os resultados apresentados na Figura 21. Os MPIs foram construídos de forma a considerar as preferências individuais de cada provador, caracterizadas por meio dos vetores. Assim, as amostras localizadas na direção do maior número de vetores foram as mais aceitas.

Quanto ao sabor (Figura 21A), a maioria dos vetores se localiza no quadrante positivo do componente principal 2 (PC2), abrangendo o quadrante positivo e negativo do componente principal 1 (PC1). Os ensaios E6 (100% de carne PSE e 1% de sal), E7 (50% de carne PSE e 0% de sal) e E8 (50% de carne PSE e 2% de sal) estão localizados no quadrante negativo do PC2, tendo sido menos aceitos que os demais, E1 (14,5% de carne PSE e 0,3% de sal); E2 (85,5% de carne PSE e 0,3% de sal); E3 (14,5% de carne PSE e 1,7% de sal); E4 (85,5% de carne PSE e 1,7% de sal); E5 (0% de carne PSE e 1% de sal) e PC (50% de carne PSE e 1% de sal). Porém, E6 e E7 estão mais distantes da região de maior concentração de vetores que E8, mostrando que foram preteridos em relação ao mesmo.

Em relação ao gosto salgado (Figura 21B), PC1 e PC2 têm quantidades consideráveis de vetores localizados em todos os quadrantes, porém, E6 é o ensaio mais isolado, seguido por E7.

Para a cor dos lombos tipo canadense (Figura 21C), a maior concentração de vetores está no quadrante negativo do PC1 e no quadrante positivo do PC2. Novamente, E6 se apresenta mais distante do grupo de vetores, seguido por E7.

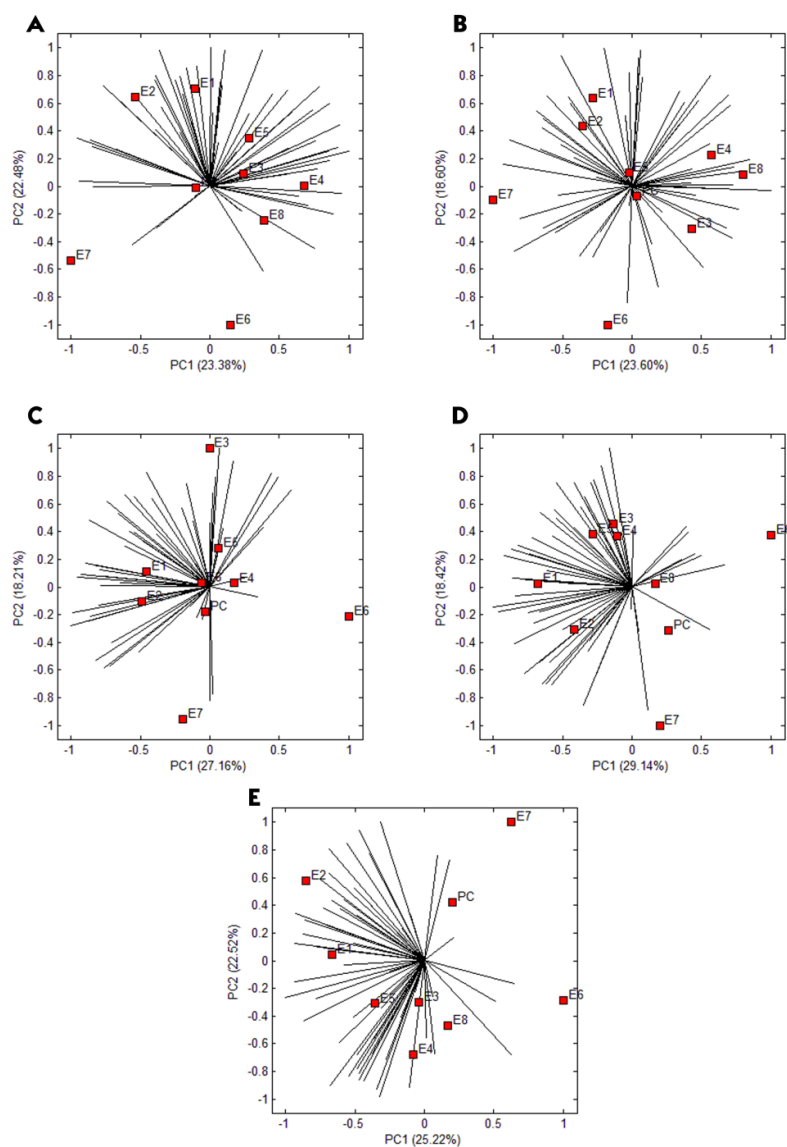


Figura 21 Mapa de preferência interno (MPI) da aceitação das amostras de lombo tipo canadense para os atributos: A) sabor; B) gosto salgado; C) cor; D) textura e E) impressão global. E1 a E8 representam os ensaios 1 a 8, respectivamente, enquanto PC foi obtido da média dos pontos centrais do delineamento (ensaios 9, 10 e 11).

Já em relação à textura (Figura 21D), é o PC1 que separa as amostras mais e menos aceitas, sendo as mais aceitas localizadas no quadrante negativo. O PC e os ensaios E8, E7 e E6 estão localizados no quadrante positivo do PC1, estando E8 e o PC mais próximos da região de maior aceitação que E6, o qual, mais uma vez, encontra-se isolado.

Assim como para textura no MPI relativo à impressão global (Figura 21E), o quadrante negativo do PC1 é o que concentra a grande maioria dos vetores. Novamente, E6, E7, PC e E8 representaram os produtos menos aceitos.

Em todas as análises, os ensaios E6 e E7 foram preteridos, mostrando o uso de 100% de carne PSE (com 1% de sal) e de 0% de sal (com 50% de carne PSE), respectivamente, gera menor aceitação.

As notas médias de aceitação dos lombos tipo canadense foram $6,39 \pm 0,47$ para cor, $6,50 \pm 0,63$ para textura, $7,06 \pm 0,32$ para gosto salgado, $7,10 \pm 0,47$ para sabor e $6,87 \pm 0,51$ para impressão global, indicando que, em média, os provadores gostaram de ligeiramente a muito das amostras.

Kuo e Chu (2003) verificaram influência da carne PSE na aceitação de produtos cárneos, ao avaliarem embutidos elaborados com carne suína de diferentes classificações (0%, 50% e 100% PSE) e armazenados durante 45 dias. Embutidos feitos com 50 e 100% de carne PSE apresentaram menores notas ($P < 0,05$) quanto à impressão global, à textura e ao sabor. Já Pietrasik e Gaudette (2015) não encontraram diferenças significativas ($P > 0,05$) na aceitação de salsichas de peru elaboradas com 1,8% e 0,9% de sal. Os critérios avaliados por estes autores foram impressão global, aparência, cor, sabor, gosto salgado, textura e gosto residual.

5 CONCLUSÃO

A adição de quantidades de sal maiores ou iguais a 1% permitiu a elaboração de produtos semelhantes aos comerciais, mantendo as características dos lombos tipo canadense. 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.

Concluiu-se que a quantidade de sal adicionada é essencial para a manutenção da qualidade tecnológica do produto, sendo necessária uma adição mínima de 1% sal, quando se utiliza carne PSE na formulação. Porém, são necessários mais testes para determinar a máxima proporção de carne PSE que não afete a aceitação dos lombos tipo canadense.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DA ALIMENTAÇÃO ABIA. **Cenário do consumo de sódio no Brasil**, São Paulo, Jun. 2013. 60 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5492: 2014: Análise Sensorial de Alimentos e Bebidas**. Rio de Janeiro, 2014. 25 p.
- ADEOLA, O.; BALL, R. O. Hypothalamic neurotransmitter concentrations and meat quality in stressed pigs offered excess dietary tryptophan and tyrosine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, p. 1888-1992, Jun. 1992.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS AOAC. **Official methods of analysis**. 19. ed. Gaithersburg, MD, 2012.
- BARBUT, S. et al. Progress in reducing the pale, soft and exudative (PSE) problem in pork and poultry meat. **Meat Science**, Barking, v. 79, p. 46-73, Maio. 2008.
- BATTLE, N.; ARISTOY, M.C.; TOLDRÁ, F. Early post mortem detection of exudative pork meat based on nucleotide content. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 65, n. 3, p. 413-416, Abr. 2000.
- BLESA, E. et al. Microbiology and physico-chemical changes of dry-cured ham during the post-salting stage as affected by partial replacement of NaCl by other salts. **Meat Science**, Barking, v.78, p. 135-142, Fev. 2008.
- BRAD KIM, Y. H.; 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**, Clayton South, v. 54, p. 375-395, 2014.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 54**, 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. Brasília, 2012. (Série 1,15 p.).
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 4, de 31 de março de 2000**. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Patê, de Bacon ou Barriga Defumada e de Lombo Suíno. Diário Oficial da União, Brasília, v. 21, p. 15-28, 2000.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Portaria nº 1004** de 11 de dezembro de 1998. Atribuição de função de aditivos e seus limites máximos de uso para a Categoria. Carnes e produtos cárneos. [s. l: s. n.], 1998.
- BREIDENSTEIN, B. C. Understanding and calculating the sodium content of your products. **Meat Processing**, New York, v. 21, n. 5, p. 62, 1982.

- BOURNE, M. C. Texture profile analysis. **Food Technology**, Chicago, v.32, n.7, p.62-72, 1978.
- CULAU, P. O. V. et al. Influência do gene halotano sobre a qualidade da carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 954-961, Abr. 2002.
- DAHL, L. K. Salt and -hypertension. **American Journal of Clinical Nutrition**, Rockville, v. 25, n. 2, p. 231-244, 1972.
- DESMOND, E. Reducing salt: A challenge for the meat industry. **Meat Science**, Barking, v. 74, n. 1, p. 188-196, Set. 2006.
- DUTRA, M. P. et al. Technological and sensory quality of restructured low-fat cooked ham containing liquid whey. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 36, p. 86-92, Jan/Feb. 2012.
- FENNEMA, O.R. **Química de alimentos**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010, 900 p.
- GELABERT, J. et al. Effect of sodium chloride replacement on some characteristics of fermented sausages. **Meat Science**, Barking, v. 65, p. 833-839, Oct. 2003.
- GOU, P. et al. Potassium chloride, potassium lactate and glycine as sodium chloride substitutes in fermented sausages and in dry-cured pork loin. **Meat Science**, Barking, v. 42, n. 1, p. 37-48, Dez. 1996.
- GUÀRDIA, M. D. et al. Consumer attitude towards sodium reduction in meat products and acceptability of fermented sausages with reduced sodium content. **Meat Science**, Barking, v. 73, p. 484-490, Jul. 2006.
- HACHMEISTER, K. A.; HERALD, T. J. Thermal and rheological properties and textural attributes of reduced-fat turkey batters. **Poultry Science**, Champaign, v. 77, n. 4, p. 632-638, Abr. 1998.
- HAMM, R. **Kolloidchemie des Fleisches**. Berlin and Hamburg: Paul Parey, 1972, 222 p.
- HAMM, R. Functional properties of the myofibrillar system and their measurements. **Muscle as food.**, New York, p. 135-200, 1986.
- KAUFFMAN, R. G. et al. Shrinkage of PSE, normal and DFD ham during transit and processing. **Journal of Animal Science**, Dunlap, v.46, n. 5, p.1236-1240, 1978.
- KORHONEN, H. Technology option for new nutritional concepts. **International Journal of Dairy Technology**, v.55, p.79-88, 2002.

- KUO, C. C.; CHU, C. Y. Quality characteristics of Chinese sausages made from PSE pork. **Meat Science**, Barking, v. 64, p. 441–449, Ago. 2003.
- JO, C.; AHN, D. U. Fluorometric analysis of 2-thiobarbituric acid reactive substances in turkey. **Poultry Science**, Champaign, v. 77, p. 475–480, Mar. 1998.
- LAGE, F. C. S. **Utilização de Soro de Leite Fluido Enriquecido com Lactulose na Elaboração de Apresuntados**. 2012. 181 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.
- LEE, A.; CANNON, R. Y.; HUFFMAN, O. L. Whey protein concentrates in a processed meat loaf. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 45, n. 5, p. 1278-1279, Set. 1980.
- LONERGAN, S. M. et al. Post mortem proteolysis and tenderization of top loin steaks from Brangus cattle. **Journal of Muscle Foods**, Trumbull, v.12, p. 121–136, Jun. 2001.
- MACGREGOR, G. A.; WARDENER, H. E. Salt, blood pressure and health. **International Journal Epidemiology**, Oxford, v. 31, n.2, p. 320–327, Abr. 2002.
- 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**, Campinas, v. 17, n. 2, p. 84-88, Ago. 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**, Campinas, v. 27, p. 69-72, Ago. 2007.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997. 308p.
- MAXSOY. 2016. Disponível em: <<http://www.maxsoy.com.br/nossos-produtos.php?categoria=24>>. Acesso em: 29 jan. 2016.
- MCDONAGH, C. et al. Relationship between the subjective and objective assessment of pork M. semimembranosus and classification of further processed pork quality. **Food Science and Technology International**, London, v. 11, n. 2, p. 149-154, Abr. 2005.
- MOTZER, E. A. et al. Quality of restructured hams manufactured with PSE porks affected by water binders. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 63, p. 1007–1011, Nov. 1998.
- OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. Carne PSE em aves. In: SHIMOKOMAKI, M.; OLIVO, R.; TERRA, N. N.; FRANCO, B. D. G. M. **Atualidades em Ciência e Tecnologia de Carnes**. São Paulo: Varela, 2006. p.95-113.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Diet nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation. **World Health Organization technical report series**, Geneva, v. 916, 2003.

O'NEILL, D. J. et al. Effects of PSE on the quality of cooked hams. **Meat Science**, Barking, v. 64, n. 2, p. 113-118, Jun., 2003.

PAULSEN, M. T. et al. Effects of NaCl substitution on the sensory properties of sausages: Temporal aspects. **Meat Science**, Barking, v. 98, p. 164-170, Out. 2014.

PRÄNDL, O. et al. **Tecnología e higiene de La carne**. Zaragoza: Editorial Acribia, 1994. 878p.

PEDROSO, R. A.; DEMIATE, I. M. Avaliação da influência de amido e carragena nas características físico-químicas e sensoriais de presunto cozido de peru. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 1, p. 24-31, Mar. 2008.

PERSON R. C. et al. Benchmarking value in the pork supply chain: Processing and consumer characteristics of hams manufactured from different quality raw materials. **Meat Science**, Barking, v. 70, p. 91-97, Maio. 2005.

PIETRASIK, Z.; LI-CHAN, E. C. Y. Response surface methodology study on the effects of salt, microbial transglutaminase and heating temperature on pork batter gel properties. **Food Research International**, Amsterdam, v. 35, p. 387-396, Abr. 2002.

PIETRASIK, Z., GAUDETTE, N. J. 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**, Hoboken, v. 95, p. 1845-1851, Jul. 2015.

PIZZAS E MASSAS. Editora Insumos, São Paulo, v. 3, n. 21, p. 34-38, 2015.
Disponível em: <http://www.insumos.com.br/pizzas_e_massas/materias/415.pdf>.
Acesso em: 01 fev. 2016.

PYRCZ J. et al. The effect of the share of PSE meat on physical changes in cooked hams. **Electronic Journal of Polish Agricultural Universities**, v.12, p.1-5, 2009. Disponível em: <<http://www.ejpau.media.pl/volume12/issue1/art-05.html>>. Acesso em: 06 jan. 2016.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. D. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamento e metodologias**. Viçosa: UFV, 2007, 599p.

RANKEN, M. D. **Manual de industrias de la carne**. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2003. 201 p.

RUUSUNEN, M.; PUOLANNE, E. Reducing sodium intake from meat products. **Meat Science**, Barking, v. 70, n. 3, p. 531-541, Jul. 2005.

RUUSUNEN, M.; TIRKKONEN, M.S.; PUOLANNE, E. Saltiness of coarsely ground cooked ham with reduced salt content. **Agricultural and Food Science in Finland**, Jokioinen v. 10, p. 27-32, 2001.

SANTIAGO, J. C. **Ocorrência e caracterização de carne PSE em suínos na região da grande Dourados-MS**. 2012. 72 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados, 2012.

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**, Barking, v. 66, n. 2, p. 371-381, Fev. 2004.

SCHILLING, M.W. et al. Utilization of pork collagen for functionality improvement of boneless cured ham manufactured from pale, soft, and exudative pork. **Meat Science**, Barking, v.65, p. 547-553, Set. 2003.

SGARBIERI, Valdemiro C. **Proteínas em alimentos protéicos: propriedades, degradações, modificações**. Livraria Varela. São Paulo, 1996. 517 p.

SILVA G. B. et al. Teor de sódio e caracterização tecnológica de lombos tipo canadense comercializados na região de Lavras – MG. Dados não publicados, 2016. Mimeo.

SILVA, G. B. et al. Caracterização instrumental de lombos tipo canadense comercializados em Lavras - MG. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 29, p. 1628-1631, Abr./Maio, 2015a.

SILVA, G. B. et al. Composição centesimal e teor de sódio de lombos tipo canadense comercializados na região de Lavras-MG. In: CONGRESSO MINEIRO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS (CMEA), 3., 2015b, Lavras. **Anais...**Lavras: Universidade Federal de Lavras. CD-ROM.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, São Paulo, v. 95, p. 1-51, Jul. 2010.

TABILO, G. et al. *Post-mortem* meat quality and sex affect textural properties and protein breakdown of dry-cured ham. **Meat Science**, Barking, v. 51, n.3, p. 255-260, Mar. 1999.

TORRES FILHO, R. et al. Classification of pork quality by hierarchical cluster analysis. **Journal of the Science of Food and Agriculture** (submetido para publicação), 2016. Mimeo.

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