



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA DE ALIMENTOS**



**AMANDA CRISTINA DE SOUZA**

**DESENVOLVIMENTO DE UM EMBUTIDO FRESCAL A PARTIR DA  
CARNE DE PESCOÇO DE PERU MARINADA**

**PATOS DE MINAS**

**2019**

**AMANDA CRISTINA DE SOUZA**

**DESENVOLVIMENTO DE UM EMBUTIDO FRESCAL A PARTIR DA  
CARNE DE PESCOÇO DE PERU MARINADA**

Orientadora: Dr<sup>a</sup>. Marieli de Lima  
Coorientador: Dr. Lenilton Santos Soares

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, da Universidade Federal de Uberlândia *Campus* Patos de Minas (MG) como requisito parcial para Título de Mestre em Engenharia de Alimentos.

**PATOS DE MINAS**

**2019**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

---

S729d Souza, Amanda Cristina de, 1993-  
2019 Desenvolvimento de embutido frescal a partir da carne de pescoço de peru marinada [recurso eletrônico] / Amanda Cristina de Souza. - 2019.

Orientadora: Marieli de Lima.

Coorientador: Lenilton Santos Soares.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos.

Modo de acesso: Internet.

Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2019.354>

Inclui bibliografia.

Inclui ilustrações.

1. Alimentos - Indústria. 2. Peru (Ave). 3. Condimentos. 4. Indústria avícola - Subprodutos. I. Lima, Marieli de, 1985- (Orient.). II. Soares, Lenilton Santos, 1983- (Coorient.). III. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos. IV. Título.

---

CDU: 664

Maria Salete de Freitas Pinheiro - CRB6/1262



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
 Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos - Patos de Minas  
 Av. Getúlio Vargas, 230 - Bairro Centro, Patos de Minas-MG, CEP 38700-103  
 Telefone: (34) 3823-3714 - www.ppgea.feq.ufu.br - coordppgea@feq.ufu.br



ATA

**Ata de Defesa de Dissertação de Mestrado junto ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Alimentos – PPGEA, da Faculdade de Engenharia Química – FEQUI, da Universidade Federal de Uberlândia - UFU.**

Defesa de Dissertação de Mestrado n. 07/2019 do Curso de Mestrado em Engenharia de Alimentos (1.40.09.01) - PPGEA

<b>Data:</b>	25 de fevereiro de 2019
<b>Horário de início:</b>	13:20
<b>Horário de encerramento:</b>	16:25
<b>Discente:</b>	Amanda Cristina de Souza
<b>Matrícula:</b>	41712EAL003
<b>Título do Trabalho:</b>	Desenvolvimento de um embutido frescal a partir da carne de pescoço de peru marinada
<b>Área de concentração:</b>	Engenharia de Alimentos
<b>Linha de pesquisa:</b>	Desenvolvimento de Processos e Produtos

Reúne-se na Sala D205 do Prédio UNIPAM, *campus* Patos de Minas da Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora aprovada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Alimentos, assim composta: Profa. Dra. Marieli de Lima (Orientadora/UFU), Profa. Dra. Vivian Consuelo Reolon Schmidt (UFU) e Prof. Dr. Lucas Arantes Pereira (IFTM/MG).

Iniciando os trabalhos a presidente da mesa, Profa. Dra. Marieli de Lima, apresentou a Banca Examinadora e a discente, agradeceu a presença do público e concedeu à última a palavra, para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação da discente se deu em conformidade às normas do Programa.

A seguir, a senhora presidente concedeu a palavra aos examinadores, que passaram a arguir a discente. Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos legais, a Banca Examinadora, em sessão secreta, atribuiu o conceito final, considerando a discente **APROVADA**.

Esta defesa de Dissertação de Mestrado Acadêmico integra os requisitos à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Alimentos. O competente diploma será expedido após o cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos às 16 horas e 25 minutos. Foi lavrada a presente ata que, após lida e aprovada, será assinada pelos membros da Banca Examinadora.

Patos de Minas, 25 de fevereiro de 2019.

*Professora Doutora Marieli de Lima (FEQUI/UFU)*

*Professora Doutora Vivian Consuelo Reolon Schmidt (FEQUI/UFU)*

*Professor Doutor Lucas Arantes Pereira (IFTM/MG)*



Documento assinado eletronicamente por **Marieli de Lima, Presidente**, em 25/02/2019, às 20:20, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Vivian Consuelo Reolon Schmidt, Professor(a) do Magistério Superior**, em 26/02/2019, às 10:23, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Lucas Arantes Pereira, Usuário Externo**, em 26/02/2019, às 10:55, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://www.sei.ufu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **1006700** e o código CRC **DDBBF4F6**.

*Aos meus pais Selma e Casildo, e meu irmão Alexandre que sempre me  
incentivaram e torceram muito por todas minhas vitórias.*

## AGRADECIMENTOS

Ao meu Deus, a razão pela qual pude chegar até aqui, por ser minha fortaleza nos momentos de fraqueza, a minha esperança nos momentos difíceis e a minha certeza de dias melhores.

Aos meus pais, Selma Aparecida e Casildo Francisco, pelo apoio, atenção e amparo nos momentos complicados e, sobretudo pelos grandes incentivadores que são, e por sempre acreditarem nos meus sonhos. Vocês foram os meus primeiros professores, me ensinaram sobre a vida e sobre dar valor nas coisas, se hoje posso concluir esta caminhada, foi porque andei nos caminhos que vocês me mostraram.

Ao meu irmão Alexandre Carlos, pelo companheirismo e que mesmo à distância, foi um grande incentivo.

A minha vovó Maria Ferreira pelo amor, por ser meu grande exemplo de vida e pela torcida em todos os momentos.

Ao meu namorado, Hugo Andrews, pela compressão, pelo apoio, carinho e incentivo em todos os momentos difíceis.

Aos demais membros da minha família pelo incentivo.

A Universidade Federal de Uberlândia, pela estrutura e oportunidade de realização do mestrado nessa instituição.

A CAPES, pela concessão da bolsa durante todo o mestrado.

A minha orientadora, a Professora Dr<sup>a</sup>. Marieli de Lima, pelos conhecimentos transmitidos, amizade, dedicação, disponibilidade, paciência, atenção e pela confiança depositada em mim na realização deste trabalho. Obrigada por me tranquilizar durante meus momentos de desespero!

Ao meu coorientador Dr. Lenilton Santos Soares pela dedicação ao me coorientar, e por todos os ensinamentos.

A professora Dr<sup>a</sup>. Vivian Schmidt, pela ajuda e colaboração com esta obra e por aceitar o convite de participar da banca examinadora.

Ao Prof. Dr. Lucas Arantes pela disponibilidade e interesse que atendeu, prontamente, ao convite para participação na banca examinadora.

A Professora Dr<sup>a</sup>. Michelle Andriati Sentanin, pela disponibilidade e colaboração com esta obra.

À bolsista de Iniciação Científica, Mariana Martins, por toda a dedicação e responsabilidade durante os experimentos.

A empresa Imazzi Máquinas que ajudou na construção do aparato experimental.

As minhas amigas da pós-graduação, em especial a Lara, Vanessa e Lílian, pela amizade, incentivo e descontração em todos os momentos durante o caminho percorrido.

As minhas colegas que conviveram comigo nesse período por todo incentivo e ajuda em especial a Cleonice, Clara, Alinne, Cristiane e Amanda Gonçalves.

As minhas amigas de moradia Cristiane Ribeiro e Michelle, pela boa convivência, apoio e os bons momentos vividos.

Deixo também um agradecimento às técnicas do laboratório de Engenharia de Alimentos em especial a Betânia por todo carinho, atenção e ajuda durante o desenvolvimento dos experimentos. Você foi essencial para o alcance dos resultados obtidos.

As minhas queridas amigas Thaty, Gisele, Glacy e Letícia pelas palavras de conforto, incentivo e pela amizade.

Aos demais professores da Universidade Federal de Uberlândia que de uma maneira bem presente sempre me acompanharam no decorrer da pós-graduação.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho. Os meus sinceros agradecimentos!

*“A satisfação está no esforço feito para alcançar o objetivo,  
e não em tê-lo alcançado.”*

*Glandi*



## RESUMO

Subprodutos da indústria avícola apresentam alto valor tecnológico, tais como o pescoço de peru, que pode ser submetido a processos de desidratação e marinação, agregando valor e viabilizando o consumo e o desenvolvimento de novos produtos à base de peru. Logo, o objetivo deste trabalho foi desenvolver um embutido frescal com carne de pescoço de peru previamente marinada. O equipamento para a realização da salga úmida foi desenvolvido e validado onde amostras de carne de pescoço de peru com dimensões 1,0 x 3,0 x 6,0 cm (E x L x C) foram submetidas ao processo de salga úmida. Previamente, as concentrações de sal, maltodextrina e faixa de temperaturas do processo foram determinadas. A partir dos parâmetros selecionados, um delineamento composto central rotacional 2<sup>2</sup> com triplicata no ponto central, foi utilizado para a salga úmida. A carne de pescoço de peru no formato de placa plana foi submetida à marinação em solução ternária contendo cloreto de sódio, água e maltodextrina durante 0, 20, 45, 70, 95, 120 min. A influência dos parâmetros no ganho de sólidos e perda/ganho de água foi realizada através da regressão múltipla e da metodologia de superfície de resposta, além do ajuste dos dados através do modelo de Azuara. A difusividade aparente dos solutos na carne variou entre  $1,28 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$  e  $5,75 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$ . Paralelamente, a umidade, cinzas, cor e atividade de água foram avaliadas ao longo do processo, o pH e a firmeza da carne no início e ao término da salga úmida. A utilização de maiores concentrações de cloreto de sódio promoveu maiores ganhos de sólidos e perda de água para a carne marinada. A redução do pH e da atividade de água da carne no decorrer da marinação foi decorrente dos solutos incorporados no processo. O aumento no teor de cinzas da carne foi proporcional ao teor de sal incorporado durante a salga. Houve rápido escurecimento da carne, mostrado pela redução dos parâmetros L\*, a\* e b\*. A umidade final do pescoço de peru se encontrou dentro dos limites estabelecidos pela Legislação Brasileira. Em seguida, foram elaboradas três formulações de linguiça: 100% carne de pescoço de peru (formulação 1), 100% pernil suíno (formulação 2 - controle) e 50% pescoço de peru e 50% pernil suíno (formulação 3). As linguiças foram submetidas às análises físico-químicas e sensoriais. As formulações elaboradas não mostraram alterações significativas na umidade, cinzas, atividade de água, parâmetro L\* e b\*. Por conseguinte, as formulações mostraram alteração significativa no pH, perda de água por cocção, firmeza e parâmetro a\*. As formulações 1 e 3 obtiveram boa aceitação, e, para a análise de intenção de compra, 35,7% dos provadores comprariam a formulação 1 e 42,8% dos provadores comprariam a formulação 3. No teste de diferença do controle, houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre a amostra controle e as formulações 1 e 3. Concluiu-se que a salga úmida é uma alternativa no aproveitamento de cortes de pescoço de peru, podendo ser utilizada para agregar valor a diferentes subprodutos da indústria de alimentos.

**Palavras-Chave:** Produtos marinados, solução ternária, linguiça frescal, pescoço de peru.

## ABSTRACT

By-products of poultry industry present high technological value, such as turkey neck, that can be submitted to damp salting and marination processes, adding value and enabling the consumption and development of new products based on turkey. Therefore, the objective of this work was to develop a fresh sausage with marinated turkey neck meat. The equipment for the damp salting was developed and validated where samples of turkey neck meat measuring 1.0 x 3.0 x 6.0 cm (thickness x width x length) were submitted to the damp salting process. Previously, salt and maltodextrin concentrations, besides the temperature ranges of the marination process were determined. From the selected parameters, a central rotational composite design  $2^2$  with 11 (eleven) trials was used for damp salting. The turkey neck meat in the flat plate format were submitted to the marination in ternary solution containing sodium chloride, water and maltodextrin for 0, 20, 45, 70, 95, 120 min. The influence of the parameters on the gain of solids and loss / gain of water was performed through multiple regression and response surface methodology, besides the adjustment of the data through the Azuara model. The apparent diffusivity of two solutes in the meat varied between  $1.28 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$  and  $5.75 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$ . In parallel, moisture, ash content, color and water activity were evaluated throughout the process (0, 20, 45, 70, 95 and 120 minutes), the pH and the firmness of the meat at the beginning and at the end of the damp salty. The use of higher concentrations of sodium chloride promoted higher solids gains and water loss for marinated turkey neck meat. The reduction of the pH and the water activity of the meat during the salting was due to the solutes incorporated in the process. The increase in ash content of the meat was proportional to the salt content incorporated over the course of the treatment period. There was a slight browning of the meat, demonstrated by the reduction of the parameters  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$ . The final moisture of the turkey neck was found within the limits established by the Brazilian Law. Then, three sausage formulations were prepared: 100% turkey neck meat (formulation 1), 100% pork swine (formulation 2 - control) and 50% turkey neck and 50% pork swine (formulation 3). The sausages were submitted to physical-chemical and sensorial analyzes. The elaborated formulations did not show significant changes in moisture, ash, water activity, parameter  $L^*$  and  $b^*$ . Therefore, the formulations showed significant alteration in pH, cooking water loss, firmness and  $a^*$  parameter. Formulations 1 and 3 were well accepted, and for the intent-to-purchase analysis, 35.7% of the testers would purchase Formulation 1 and 42.8% of the testers would purchase Formulation 3. In the control difference test, there was significant difference ( $p < 0,05$ ) between the control sample and formulation 1 and 3. It was concluded that damp salting is an alternative in the use of turkey neck cuts, and can be used to add value to different by-products of the food industry.

**Key-words:** Marinated products, ternary solution, raw sausage, turkey neck.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição da carne de frango e peru crua e com pele.....	3
Tabela 2 - Limites relativos às características físico-químicas de aves temperadas por processo de marinação.....	11
Tabela 3 - Características físico-químicas da linguiça frescal.....	20
Tabela 4 - Delineamento composto central rotacional para as variáveis independentes (temperatura e concentração de NaCl), na forma codificada e padrão.....	29
Tabela 5 - Descrição das proporções e dos ingredientes utilizados na elaboração do embutido frescal.....	37
Tabela 6 - Média da atividade de água ( $a_w$ ) contendo diferentes concentrações de maltodextrina (MD) da carne de pescoço de peru marinada a 10°C.....	41
Tabela 7 - Média de umidade (% base úmida) mediante diferentes concentrações de maltodextrina (MD) da carne de pescoço de peru marinada a 10°C.....	42
Tabela 8 - Média da perda de água (PA) contendo diferentes concentrações de maltodextrina (MD) da carne de pescoço de peru marinada a 10°C.....	42
Tabela 9 - Média do ganho de sólidos (GS) contendo diferentes concentrações de maltodextrina (MD) da carne de pescoço de peru marinada a 10°C.....	43
Tabela 10 - Valores de perda/ganho de água e ganho de sólidos, obtidos experimentalmente após 120 minutos de marinação da carne de pescoço de peru.....	44
Tabela 11 - Efeitos da concentração de sólidos e da temperatura no ganho ou perda de água (PA/GA) no processo de salga úmida da carne de pescoço de peru..	45
Tabela 12 - Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para a resposta perda de água ou ganho de água (PA/GA).....	45
Tabela 13 - Efeitos da concentração de sólidos e da temperatura no ganho de sólidos (GS) no processo de salga úmida da carne de pescoço de peru.....	48
Tabela 14 - Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para a resposta ganho de sólidos (GS).....	48
Tabela 15 - Perda de água (PA) e ganho de sólidos (GS) durante a salga úmida do pescoço de peru.....	50
Tabela 16 - Valores dos parâmetros estimados pelo modelo de Azuara et al (1992) e parâmetros estatísticos do ajuste de modelo.....	52
Tabela 17 - Difusividade aparente para o sal durante a salga úmida da carne de pescoço de peru.....	53
Tabela 18 - Média do pH para o pescoço de peru nas três condições estudadas durante o processo de salga úmida.....	55
Tabela 19 - Média da força de cisalhamento, expressa como Firmeza (N) do pescoço de peru <i>in natura</i> e ao fim do processo de salga úmida nas três condições estudadas.....	56
Tabela 20 - Média da umidade em base úmida (g/100g) para o pescoço de peru marinado nas diferentes condições experimentais estudadas.....	58
Tabela 21 - Média da atividade de água ( $a_w$ ) para o pescoço de peru marinado nas diferentes condições experimentais estudadas.....	59
Tabela 22 - Resultados para a coordenada de luminosidade ( $L^*$ ) no espaço CIELAB para o pescoço de peru marinado nas diferentes condições experimentais estudadas...	60
Tabela 23 - Resultados para a coordenada de cromaticidade referente à cor vermelha ( $a^*$ ) no espaço CIELAB para o pescoço de peru marinado nas diferentes condições experimentais estudadas.....	61

Tabela 24 - Resultados para a coordenada de cromaticidade referente a cor amarela no espaço CIELAB para o pescoço de peru marinado nas diferentes condições experimentais estudadas.....	62
Tabela 25 - Diferença global de cor global ( $\Delta E$ ) para a salga úmida de carne de pescoço de peru nas três temperaturas estudadas.....	63
Tabela 26 - Média do teor de cinzas para o pescoço de peru marinado nas diferentes condições experimentais estudadas.....	64
Tabela 27 - Umidade, cinzas, pH, atividade de água e perda de água por cocção das formulações de embutido frescal.....	65
Tabela 28 - Força de cisalhamento e parâmetros de cor instrumental para as formulações de embutido frescal.....	68
Tabela 29 - Porcentagens das notas dos atributos referentes à formulação 1 nos intervalos da escala.....	70
Tabela 30 - Porcentagens das notas dos atributos referentes à formulação 3 nos intervalos da escala.....	71
Tabela 31 - Valores médios obtidos para cada tributo na análise sensorial do embutido frescal.....	73
Tabela 32 - Médias das formulações do embutido frescal.....	75

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Produção e exportação de carne de peru.....	4
Figura 2 - Principais países brasileiros exportadores de carne de peru no ano de 2016.....	5
Figura 3 - Pescoço de peru <i>in natura</i> e à milanesa.....	6
Figura 4 - Marinação caseira de peru, injeção de salmoura em corte de carne e <i>tamble</i> .....	9
Figura 5 - Transferência de massa na desidratação osmótica.....	10
Figura 6 - Fluxograma de processamento de linguiça frescal.....	21
Figura 7 - Características que influenciam na qualidade sensorial de um alimento.....	21
Figura 8 - Pescoço de peru descongelado antes da desossa (a) e após a desossa, no formato de placas planas (b).....	25
Figura 9 - Esboço e aparato experimental construído para a realização do processo de salga úmida.....	26
Figura 10 - Procedimento experimental de salga úmida no tempo zero.....	27
Figura 11 - Método de Mohr a) antes e b) após o ponto de viragem com a mudança da coloração pra vermelho-tijolo.....	28
Figura 12 - Fluxograma utilizado para estimativa dos valores $D_{ap}$ dos sólidos na carne de pescoço de peru para cada intervalo de tempo.....	32
Figura 13 - Texturômetro <i>Stable Micro System</i> (TA.XT/Plus/50) utilizado na a) análise do pescoço de peru marinado e b) no embutido frescal usando a probe <i>Warner-Bratzler</i> WBSP.....	35
Figura 14 - Fluxograma operacional de preparo do embutido frescal.....	38
Figura 15 - Massa homogeneizada para cada formulação do embutido frescal.....	38
Figura 16 - Linguiça frescal embutida para cada formulação.....	39
Figura 17 - Superfície de resposta para perda ou ganho de água, relacionando concentração de NaCl (%) e temperatura (°C) para um tempo de 120 min e pressão atmosférica.....	46
Figura 18 - Superfície de resposta para ganho de sólidos, relacionando concentração de NaCl (%) e temperatura (°C) para um tempo de 120 min e pressão atmosférica.....	49
Figura 19 - Aparência visual dos cortes de pescoço de peru <i>in natura</i> (a) após 120 min de marinação com solução ternária contendo NaCl e maltodextrina (b) e apenas NaCl (c).....	62
Figura 20 - Aparência visual do embutido frescal antes e após o processo nas três formulações.....	67
Figura 21 - Aspecto visual da formulação 1 após cocção na panela elétrica do tipo Ayr Fryer ® sem óleo.....	72
Figura 22 - Intenção de compra para formulação 1.....	72
Figura 23 - Intenção de compra para formulação 3.....	74

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	1
2	REVISÃO DA LITERATURA .....	3
2.1	Produção, mercado e consumo da carne de peru .....	3
2.2	Pescoço de peru: principais aspectos e utilizações.....	6
2.3	Uso da salga úmida na elaboração de produtos cárneos marinados.....	7
2.4	Funções do sal e da maltodextrina como agentes osmóticos na marinação .....	11
2.5	Modelos matemáticos aplicados aos mecanismos de transferência de massa no tratamento osmótico .....	15
2.5.1	Modelos fenomenológicos .....	15
2.5.2	Modelos empíricos .....	16
2.6	Produção de embutido frescal: linguiça.....	19
2.7	Análise sensorial .....	22
3	METODOLOGIA .....	25
3.1	Aquisição e preparo da matéria-prima.....	25
3.2	Desenvolvimento e construção do aparato experimental.....	25
3.3	Testes preliminares para seleção da concentração de maltodextrina no processo de salga úmida .....	27
3.4	Ensaiosexperimentais durante o processo de salga úmida.....	27
3.5	Planejamento experimental para a salga úmida.....	29
3.6	Estudo cinético na carne de pescoço de peru durante a salga úmida.....	30
3.7	Determinação da difusividade aparente do sal na carne de pescoço de peru.....	31
3.8	Caracterização física e química da matéria-prima durante o processo de marinação..	32
3.8.1	Umidade.....	32
3.8.2	Resíduo por incineração - Cinzas.....	33
3.8.3	Determinação do pH.....	33
3.8.4	Determinação da cor.....	33
3.8.5	Perda de peso por cocção.....	33
3.8.6	Força de cisalhamento .....	34
3.8.7	Atividade de água ( $a_w$ ) .....	34
3.8.8	Tratamento estatístico dos parâmetros físico-químicos.....	35
3.9	Elaboração da linguiça frescal de carne de pescoço de peru marinada .....	35
3.10	Tratamento estatístico dos parâmetros físico-químicos do embutido frescal.....	39

3.11 Análise sensorial .....	38
3.11.1 Teste de aceitação.....	39
3.11.2 Teste diferença do controle .....	39
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
4.1 Testes preliminares para seleção da concentração de maltodextrina utilizada no processo de salga úmida .....	41
4.2 Ganho de sólidos e perda e/ou ganho de água durante o processo de marinação .....	44
4.3 Ensaio experimental durante o processo de salga úmida.....	50
4.4 Estudo cinético na carne de pescoço de peru durante a salga úmida.....	51
4.5 Determinação da Difusividade.....	53
4.6 Caracterização física e química da matéria-prima durante o processo de marinação ..	55
4.7 Determinação do pH.....	55
4.8 Força de cisalhamento .....	56
4.9 Umidade.....	57
4.10 Atividade de água ( $a_w$ ).....	59
4.11 Cor .....	60
4.12 Resíduo por incineração - Cinzas.....	64
4.13 Análises físico-químicas do embutido fresco.....	65
4.14 Análise sensorial do embutido fresco.....	70
4.14.1 Teste de aceitação.....	70
4.14.2 Intenção de compras.....	71
4.14.3 Diferença de controle.....	74
5 CONCLUSÕES .....	75
REFERÊNCIAS .....	76
APÊNDICES .....	87

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de carne de peru (ABPA, 2017), sendo que a sua produção cresceu aproximadamente 15,87% entre os anos de 2010 e 2017. A carne de peru é conhecida pelo seu valor nutricional, contém baixo conteúdo calórico, o que contribui com uma dieta saudável (BAGGIO, VICENTE e BRAGAGNOLO, 2002). Contudo, a literatura não menciona as características físico-químicas da carne de pescoço de peru e seu potencial no desenvolvimento de novos produtos.

O processo de salga úmida (marinação), além de atuar como um método de conservação de baixo custo traz benefícios ao produto através de alterações sensoriais desejáveis na cor, aroma, sabor e textura mais atrativos ao consumidor e, por consequência a presença de sal, contribui para o aumento da vida útil do produto cárneo (PEREZ et al., 2007). Dentre os cortes da carne de peru, nota-se que o pescoço é pouco valorizado. Sendo assim, a produção de embutidos a partir deste corte é uma alternativa para agregar valor ao produto, bem como atrair o interesse pelo consumo desta carne através do incremento de aspectos sensoriais aceitáveis.

Do ponto de vista científico, a salga de carne é um processo que envolve transferência de massa entre o músculo e os sais ou soluções utilizadas no processo. A transferência ocorre devido à diferença de concentrações de uma espécie entre duas fases em contato. Em se tratando da salga da carne, ocorre migração de sal para a peça e saída de parte da água presente no tecido para o meio ou entrada de água. Neste contexto, o tratamento osmótico pode ser dividido em dois processos distintos: a hidratação e a desidratação osmótica (VOLPATO et al., 2007).

O processo de hidratação de cortes de aves, comumente denominado de marinação, visa à incorporação de água e dos agentes osmóticos quando estes são imersos em soluções pouco concentradas. Por outro lado, a desidratação osmótica é um processo utilizado para a remoção parcial da água dos alimentos por imersão em soluções com alta pressão osmótica e baixa atividade de água (VOLPATO, 2007). Esses fenômenos podem ser descritos a partir de modelos matemáticos que explicam a difusão de massa em função da concentração de sal, pressão do sistema e temperatura do processo (BIRD; STEWARD e LIGHTFOOT, 2002).

Desta maneira, é possível determinar os parâmetros de processo (temperatura e concentração de sal na salmoura) para o pescoço de peru marinado a partir do estudo da cinética de ganho de sólidos e perda e/ou ganho de água, utilizando modelos matemáticos baseados na geometria dos cortes. A determinação desses parâmetros é essencial para a



caracterização da salga em pescoço de peru, uma vez que se trata de uma proposta para um novo produto que poderá ser utilizado como matéria-prima para novas formulações de produtos cárneos.

Dentre os subprodutos gerados no abate de peru, a carne de pescoço de peru destaca-se pela grande quantidade quando comparada ao tecido cárneo presente no pescoço das demais aves e por servir como matéria-prima para diversos outros produtos, como produtos emulsionados, a exemplo de hambúrgueres e embutidos cárneos. Desta forma, a aplicação de carne de pescoço de peru no desenvolvimento de um embutido como a linguiça frescal é uma opção inovadora, e de interesse relevante tanto para o mercado quanto para os consumidores.

Com base nesse contexto, o objetivo geral deste trabalho foi desenvolver um embutido frescal com carne de pescoço de peru previamente marinada. Os objetivos específicos consistem em:

- a. Estudar a influência da temperatura e da concentração de sólidos na salmoura durante o processo de salga úmida no pescoço de peru;
- b. Determinar o coeficiente de difusão aparente dos sólidos na carne através de ajuste de modelo matemático de transferência de massa, baseados na geometria do produto;
- c. Caracterizar a alteração do pH, cor, textura, umidade, atividade de água e do teor de cinzas da carne de pescoço de peru durante o processo de salga mediante o efeito da temperatura e concentração de salmoura ao longo do tempo;
- d. Desenvolver a formulação do embutido frescal a partir da melhor condição de salga úmida da carne de pescoço de peru;
- e. Determinar a qualidade físico-química e a aceitabilidade do embutido frescal através da avaliação sensorial.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Produção, mercado e consumo da carne de peru

Nos últimos anos observou-se o aumento do consumo de carne provinda de aves domésticas, em grande parte por se tratar de uma fonte protéica de baixo custo e com menor teor de gorduras quando comparado com a carne vermelha. Dentre as aves domésticas, destaca-se o peru que é uma ave da ordem das *Galliformes* do gênero *Meleagris* originária das Américas (COSTA, 2006; YALÇIN e ŞEKER, 2016; MONTOYA; CAICEDO e MONTOYA, 2015; BARBUT, 2015).

Segundo a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - TACO (2014), a carne de peru possui baixo teor de colesterol e pouca gordura, entre 16 a 28 mg de colesterol e 0,6% e 16% de gorduras em 100g de carne, dependendo do corte. E entre as aves, os valores de gorduras para o peru também estão abaixo do observado em frangos, como pode ser observado na Tabela 1 (YALÇIN e ŞEKER, 2016; MONTOYA; CAICEDO e MONTOYA, 2015; BARBUT, 2015).

**Tabela 1** - Composição da carne de frango e peru crua e com pele.

Origem da carne		Água (%)	Proteína (%)	Gorduras (%)	Cálcio (%)	Ferro (%)
Espécie	Carne					
Frango	Branca	86,60	20,30	11,10	0,86	0,80
	Escura	65,40	16,70	18,30	0,76	1,00
Peru	Branca	69,80	21,60	7,40	0,90	1,20
	Escura	71,10	18,90	8,80	0,86	1,70

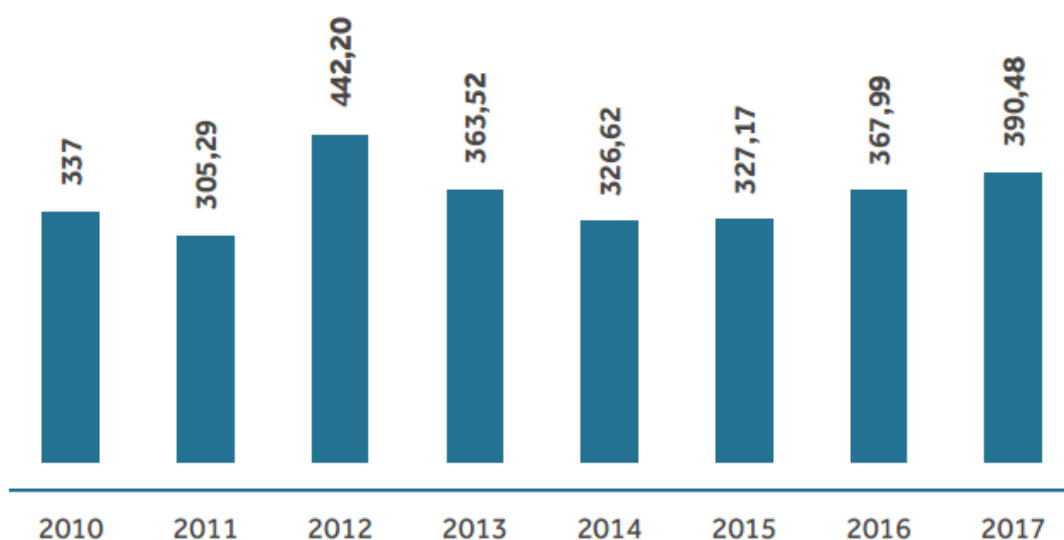
Fonte: BARBUT, 2015.

O consumo da carne de peru se mostra interessante do ponto de vista nutricional devido ao seu alto valor protéico e baixo teor de gorduras. Segundo o relatório anual da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA), no ano de 2018, 72% da produção Brasileira foram destinados ao mercado interno e 28% tinha como destino as exportações. Estes valores ainda são considerados baixos pelo setor de proteína animal no país, visto que o maior problema enfrentado é, ainda, o baixo consumo interno desta carne, dado que, no Brasil, o consumo da carne de peru é sazonal, referente majoritariamente às festividades natalinas.

A produção do Brasil, segundo relatório anual de 2018 da (ABPA) aumentou sua produção cerca de 367 mil toneladas de carne de peru produzidas no ano de 2016, para 390

mil toneladas de carne de peru produzidas no ano de 2018, como mostrado na Figura 1, cerca de 6,11% em dois anos. Ao comparar os relatórios dos anos 2016 e 2018, é possível apontar um aumento de 7,3% nas exportações da carne de peru do Brasil gerando uma receita de cerca de 140 milhões de dólares. Os cortes representam 65,75% das exportações, já produtos derivados englobam 34,14% e apenas 0,12% são de carcaças inteiras (ABPA, 2018).

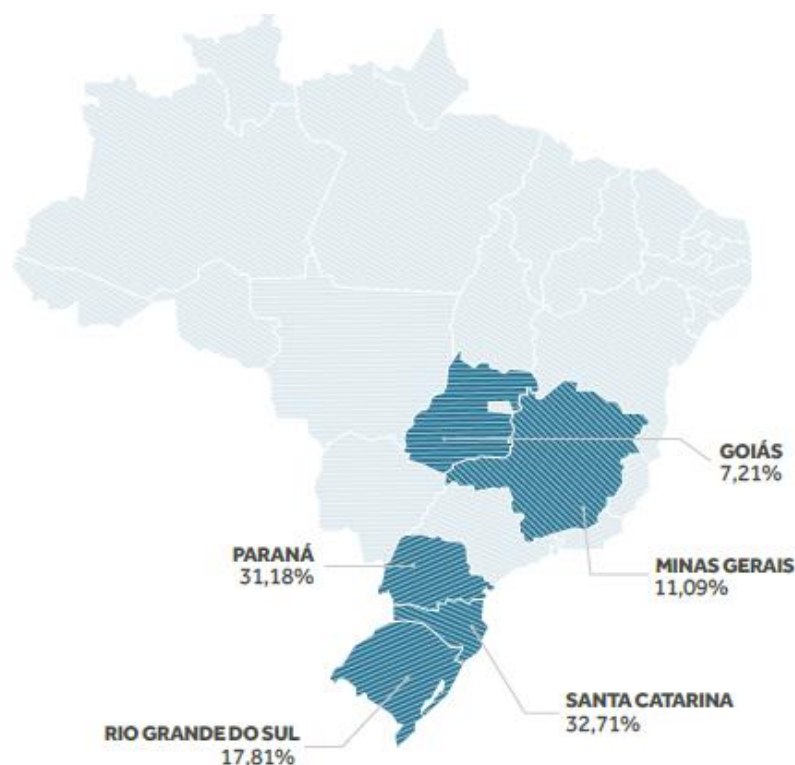
**Figura 1**-Produção Brasileira da carne de peru (mil ton).



Fonte: ABPA, 2018.

Na exportação, o Brasil ocupa a terceira posição no mercado mundial com 125 mil toneladas. No entanto, em nível nacional, o Brasil conta com principalmente cinco plantas exportadoras. O estado com maior exportação é Santa Catarina com 32,71%, seguido dos estados do Paraná com 31,18%, Rio grande do Sul com 17,81% e Goiás com 7,21%, sendo que Minas Gerais ocupa o quarto lugar com 11,09% da exportação Brasileira, como mostra a Figura 2 (ABPA, 2018).

**Figura 2-** Principais estados brasileiros exportadores de carne de peru no ano de 2017.



Fonte: ABPA, 2018.

Apesar das dificuldades que o Brasil enfrenta, o relatório sobre as perspectivas agrícolas de 2015 a 2024 no Brasil, elaborado pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (OACD - FAO), aponta que fatores como a desvalorização da moeda brasileira em relação ao dólar, a genética animal melhorada juntamente com melhor nutrição, e a crescente demanda interna e internacional devem sustentar a expansão da produção brasileira de carne (OECD, 2015).

O aumento de produção permitiu a expansão considerável do consumo *per capita* de peru, o qual foi estimulado pelas novas tecnologias industriais para produção, distribuição e comercialização de carne de aves. Nos últimos anos observou-se o aumento do consumo de carne branca, em grande parte por se tratar de uma fonte proteica de baixo custo, considerada mais saudável e por apresentar menor teor de gorduras quando comparado com a carne vermelha (BARBUT, 2015).

O mercado interno para esse tipo de proteína animal ainda é bastante limitado, visto que o segmento de cortes *in natura* concorre diretamente com os cortes de frangos, exceção se faz aos produtos processados. Assim, uma alternativa para aumentar o consumo *per capita* de perus no Brasil seria a comercialização na forma de linguças, presuntos, peitos defumados,

cozidos, mortadelas, salsichas, hambúrgueres, entre outros, aliado ao apelo de carne branca, saudável, com baixo teor de gordura.

## 2.2 Pescoço de peru: principais aspectos e utilizações

O corte do pescoço de peru corresponde à parte anterior da porção das costas da carcaça. Segundo o Decreto Nº 210 de novembro de 1998 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), a retirada do pescoço de aves em geral é facultativa quando há intenção de venda da carcaça inteira, ao contrário da retirada de miúdos, como esôfago, intestinos e órgãos reprodutores, que é obrigatória. Além disso, a Legislação estabelece que, uma vez retirado para fins comestíveis, o pescoço deve ser imediatamente pré-resfriado à temperatura máxima de 4°C (BRASIL, 1998).

Dentre os cortes da carne de peru, nota-se que o pescoço é um corte pouco valorizado, apresentando uma carne mais escura em relação aos demais, devido à maior proporção de fibras vermelhas no músculo, além de ser uma carne fortemente aderida à porção óssea, desta maneira, o pescoço de peru é um produto comercializado a um baixo valor. Atualmente, há pouco emprego da carne de pescoço de peru, sendo que a indústria encaminha as peças para produção de CMS. A massa de carne obtida é um produto importante para a indústria de aves, dado o seu direcionamento para a produção de mortadelas, salsichas, salames, linguças, hambúrgueres, empanados tipo *nugget*, surimi, entre outros. (MORAES, 2009).

O pescoço de peru também pode ser comercializado congelado como ingrediente para diferentes pratos típicos, como caldos, confecção de ensopados, saladas e, principalmente petiscos. A Figura 3 apresenta o pescoço de peru *in natura*, e um exemplo de prato empanado preparado a partir do pescoço de peru.

**Figura 3-** Pescoço de peru *in natura* e à milanesa.



Fonte: MONTEIRO, 2012.

Atualmente, não existem registros na literatura de produtos derivados exclusivamente da carne de peçoço de peru. Sendo assim, a produção de embutidos a partir deste corte pode ser uma alternativa para aumentar o valor agregado do produto sem interferir no seu conteúdo protéico e de gorduras, bem como atrair o interesse dos consumidores deste produto cárneo através do incremento de aspectos sensoriais aceitáveis.

### **2.3 Uso da salga úmida na elaboração de produtos cárneos marinados**

O método de conservação de alimentos mais antigo utilizado é a salga, por ser um processo simples, de fácil elaboração e de baixo custo (PEREZ et al., 2007). Seu princípio está baseado na utilização de sais, a fim de aumentar a concentração osmótica no alimento, reduzir a atividade de água e inibir o crescimento microbiano (FREITAS, 2015). Entre os sais mais utilizados podem-se destacar o cloreto de sódio, o nitrato e o nitrito de sódio, em que seu uso acarreta em modificações na cor, aroma, sabor e textura da carne (GAVA, SILVA e FRIAS 2008).

Segundo a Instrução Normativa N.º 06 de 15 de Fevereiro de 2001, que se refere ao Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Produtos Cárneos Salgados, denominam-se “produtos cárneos salgados” os cortes de quaisquer espécies de animais de açougue, podendo ser estes provenientes de bovinos, suínos, aves ou outros, sendo estes submetidos ao processo de adição de sal comum, com apresentação sólida ou na forma de salmoura e, facultativamente, sendo desossados, adicionados de sais de cura, condimentados e cozidos (BRASIL, 2001).

A salga úmida consiste na imersão dos alimentos em soluções que contêm agentes osmóticos (sais, fosfatos, açúcares, e ácidos, entre outros) dissolvidos. Nesta modalidade de salga é possível obter uma difusão maior do sal na peça tratada, visto que o contato dos solutos com os tecidos é maior (FREITAS, 2015). Por isso, a salga úmida apresenta algumas vantagens em relação à salga seca e mista, como a redução da oxidação lipídica devido à menor concentração de oxigênio disponível e ao melhor controle da concentração do sal na salmoura e no produto (PEREDA et al., 2005).

De acordo com Xiong (2005) a marinação é uma prática culinária tradicional, sendo utilizada para amaciar e melhorar a suculência e sabor de carnes. As salmouras utilizadas para o processo podem conter cloreto de sódio e agentes de cura, que são compostos químicos responsáveis por desenvolver algumas características sensoriais (FREITAS, 2015). Nesta modalidade de salga, embora o processo seja conduzido em concentrações baixas de NaCl

(0,5 a 1%), o íon  $\text{Cl}^-$  interage com as proteínas da carne para aumentar as cargas elétricas negativas, o que resulta no aumento das propriedades de ligação da carne com a água, promovendo o efeito de hidratação e consequente mudança positiva na textura e no sabor das carnes (SEBRANEK, 2009).

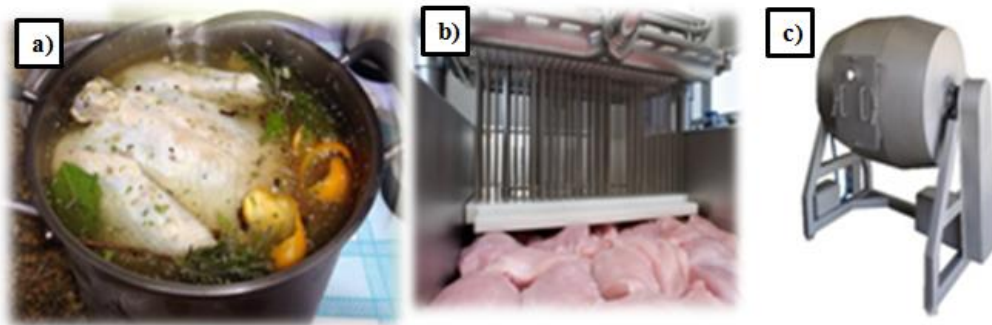
Os métodos mais utilizados para a elaboração de produtos marinados são: imersão, injeção e massageamento. O método mais antigo é o método de imersão, no qual consiste na submersão das peças de carne em salmoura, permitindo que os ingredientes penetrem na carne por difusão com o passar do tempo, sem aplicação de nenhuma força. Este método é pouco utilizado na indústria cárnea, pois requer tempos longos de processo, além de não proporcionar regularidade na distribuição dos ingredientes, aumenta o risco de contaminação bacteriana (XARGAYÓ et al., 2001).

Industrialmente os métodos mais utilizados na marinação da carne são a injeção e o massageamento, as quais se utilizam principalmente de massagem com *tambler* e injeção da salmoura na carne, ou as duas técnicas combinadas. O massageamento através do equipamento *tambler* envolve a intensa movimentação dos cortes de carnes entre si na presença da salmoura, o que promove e a solubilização das proteínas solúveis em sal na superfície da carne e, consequentemente, aumenta a Capacidade de Retenção de Água (CRA) (SCHMIDT, 2006).

O método de injeção de salmoura na carne, por sua vez, utiliza-se bombas para impulsionar a salmoura através de agulhas para o interior das fibras musculares, criando canais de penetração e dispersão do sal no músculo (LEITE e FIORELLI, 2013). Este método, devido à falta de procedimentos eficazes para o controle de ingredientes e utensílios adicionados, foi proibido para utilização em aves através do ofício circular nº 008/2010 do MAPA (BRASIL, 2010) até que o processo seja adaptado e considerado seguro do ponto de vista microbiológico.

Na Figura 4 é mostrado um processo de marinação caseiro, no qual cortes de peru são mergulhados em solução de água, sal e outros condimentos; um processo de marinação industrial no qual se injeta através de agulhas a solução para marinação e o equipamento industrial de tambleamento, o *tambler*.

**Figura 4** - Processo de marinação a) caseira de peru, b) injeção de salmoura em corte de carne e c) *tambler*



Fonte: TEXEIRA, 2017.

A marinação pode ser considerada um método mais adequado de preservar e proporcionar valor agregado aos cortes de carne fresca de pouca maciez, visto que é possível aplicar a técnica em cortes com baixo valor comercial e com pouca aceitação, aumentando sua qualidade. Desta maneira, para garantir melhor conservação, ao final do processamento, o produto é submetido a processos complementares, como defumação, secagem ou refrigeração (GONZÁLEZ et al., 2004).

O tratamento de produtos cárneos com soluções osmóticas envolve a transferência de solutos e água na mesma direção ou em sentidos opostos, dependendo da concentração da solução salina e da presença de outros solutos, como por exemplo, os açúcares. Assim os processos de salga úmida podem resultar em ganho ou perda de água, dependendo da concentração salina utilizada e da temperatura da solução, sendo estes processos denominados hidratação (marinação) e desidratação osmótica, respectivamente (SCHMIDT, 2006).

O objetivo do processo de marinação (hidratação) é a incorporação de água e cloreto de sódio pela carne através da utilização de salmouras pouco concentradas (0,1 a 0,6 M de NaCl), resultando em um produto nas características sensoriais anteriormente citadas, tais como maciez e suculência. Schmidt (2006) e Sebranek (2009) descrevem que o sal (NaCl) tem a capacidade de solubilizar as proteínas do músculo da carne, em especial as proteínas solúveis em solução de baixa força iônica, como as miofibrilares. Essa solubilização das proteínas com o sal e a adição de água contribui para a formação de um filme protéico interfacial em torno dos glóbulos de gordura, o que contribui para a emulsificação das gorduras presentes e para o aumento da CRA, fator responsável pelas modificações positivas na textura do produto.

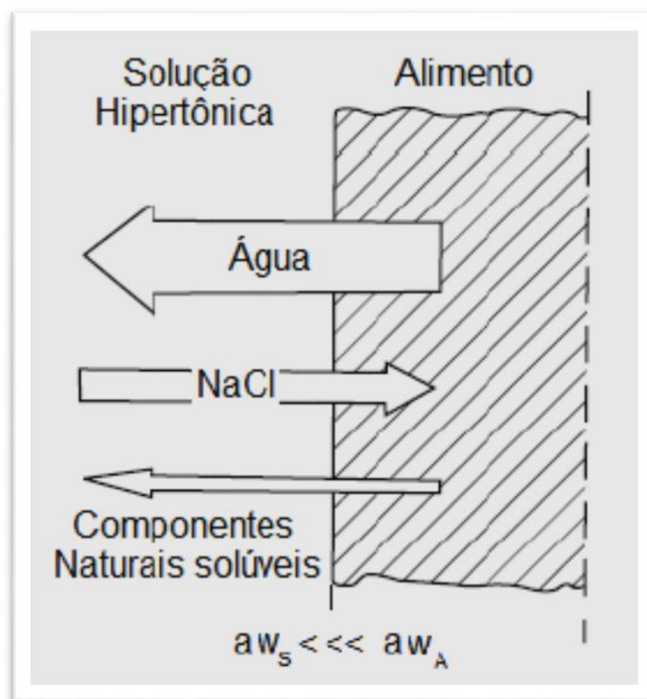
Por outro lado, de acordo com Sabadini et al. (2001), o processo de desidratação osmótica se refere à ocorrência simultânea de dois fenômenos de transferência de massa em



contra fluxo: a difusão da umidade do interior da carne para o exterior, e a difusão de sal penetrando na carne, o que conseqüentemente, reduz a umidade e a atividade de água ( $a_w$ ) do produto. Esse processo é empregado para a produção de alimentos com umidade intermediária e como um pré-tratamento antes dos processos de secagem, pasteurização e congelamento.

Em soluções salinas com altas concentrações de NaCl ( $> 0,6$  M) a solubilidade das proteínas decresce devido à desidratação das mesmas, causada pelo efeito *salting out* e pode ocorrer a perda destas para a solução. Durante o processo de desidratação osmótica em soluções salinas, pode ocorrer um fluxo de sólidos solúveis naturais do alimento para a solução. Esse fluxo se deve à solubilidade de algumas proteínas, vitaminas e minerais, que são eliminados com a saída da água do produto (PEREDA et al., 2005; MUJUMBAR, 2006; DAMODARAN, PARKIN e FENNEMA, 2010), conforme ilustrado na Figura 5:

**Figura 5** - Transferência de massa na desidratação osmótica.



Fonte: Adaptado de MUJUMDAR, 2006.

Gava, Silva e Frias (2008) descrevem que ambos os processos de marinação e desidratação osmótica são influenciados por diversos fatores, tais como a qualidade do sal utilizado (pureza, granulometria e microflora), as condições da matéria-prima utilizada (frescor, conteúdo de gordura e espessura da peça), e o ambiente no qual a salga é realizada (temperatura, umidade relativa do ar e pH do sistema).

A marinação, além de desenvolver na carne todas as características anteriormente citadas, pode atenuar o processo de oxidação facilitado pela presença de lipídeos em cortes de carne. Isso é possível porque durante o processo de salga úmida por submersão o produto fica imerso em líquido e, conseqüentemente, tem pouco contato com o oxigênio do ar, diminuindo assim o nível de oxidação (ROMANELLI, 1995).

Contudo, para o desenvolvimento de produtos temperados à base de carnes de aves, deve-se considerara Regulamentação Brasileira para aves temperadas, certificada pela Instrução Normativa N.º 89 de 17 de Dezembro de 2003 do MAPA, que aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Aves Temperadas. O Regulamento determina as características mínimas de qualidade destes produtos a serem comercializados (BRASIL, 2010). Os requisitos relativos às características físico-químicas de aves temperadas segundo esta Legislação estão expostos na Tabela 2.

**Tabela 2-** Limites relativos às características físico-químicas de aves temperadas por processo de marinação.

<b>Parâmetro</b>	<b>Valor</b>
Umidade	78% (máximo)
Proteína cárnea	15% (mínimo)
Sal	1% (mínimo)
Condimentos	0,5% (mínimo)

Fonte: BRASIL, 2010.

Além disso, a utilização do processo de salga úmida na produção de produtos marinados a partir de aves deve seguir procedimentos específicos e padronizados de acordo com a Legislação Brasileira, a fim de gerar um produto final seguro e de qualidade. O produto cárneo temperado deve atender aos critérios microbiológicos estabelecidos em Legislação específica, além disso, deve ser comercializado em embalagens específicas do produto que garantam a proteção contra contaminação e mantidos sob condições adequadas de armazenagem e transporte (BRASIL, 2018).

#### **2.4 Funções do sal e da maltodextrina como agentes osmóticos na marinação**

Existem inúmeros sabores e componentes que podem compor o marinado, sendo que a escolha de uso desses ingredientes depende do objetivo e destino do produto em questão. Os ingredientes adicionados no marinado possuem principal finalidade de aumentar a capacidade de retenção de água (CRA), garantindo a fixação de sabores e aromas, melhorando a

suculência e a textura da carne (LEITE & FIORELLI, 2013). A demanda por carnes marinadas tem aumentado nos últimos anos, especialmente na comercialização de produtos cárneos semiprontos, que permite que cortes de aves e seus derivados sejam consumidos de forma mais prática e com maior suculência e maciez (YUSOP et al., 2011). A Legislação Brasileira estabelece que os ingredientes obrigatórios para aves temperadas, devem apresentar no mínimo 1% de sal e 0,5 % de temperos. Além disso, são considerados ingredientes opcionais: água; monossacarídeos e dissacarídeos; maltodextrinas e dextrinas; proteínas de origem animal, aditivos intencionais, entre outros (BRASIL, 2018).

Assim, a escolha dos componentes usados na marinação em carnes não somente devem ser os permitidos pela Legislação Vigente, mas devem garantir a efetividade do processo. Para isso, o desempenho da marinação depende dos ingredientes que são selecionados para esta função, que incluem duas categorias: (a) componentes que afetam as ligações com a água e a textura, tais como a água, o sal, os fosfatos, os ácidos orgânicos, hidrocolóides e isolados de proteína e algumas enzimas e (b) os componentes que interferem no apelo do produto ao consumidor e na percepção de qualidade, como as ervas e especiarias e compostos saborizantes (YUSOP et al., 2011).

Os processos de salga úmida podem ser conduzidos mediante o uso de soluções osmóticas ternárias (compostas por água/sal/açúcar), cujas principais vantagens são: aumento dos fenômenos de transferência de massa, extensão dos limites de saturação e impedimento do ganho de sal excessivo pelo produto alimentício. Nesse sentido, a maior parte do açúcar permanece na superfície do produto criando um “efeito de barreira”, e conseqüentemente dificultando a difusão do sal (PAPAZOGLU-DIMAKOPOULOU & KATSANIDIS, 2016).

Na preparação de produtos cárneos processados são adicionados sais e açúcares a fim de potencializar o sabor. Dessa forma, a presença do sal na carne, além de influenciar a CRA, atua como um conservante, devido à sua capacidade de reduzir a atividade de água. O sal interage com a água através de ligações iônicas e dipolares, reduzindo a quantidade de água disponível no alimento, o que pode retardar ou até mesmo interromper o crescimento microbiano. Deste modo, o sal atua na estabilidade e no aumento da vida útil do produto cárneo. A concentração de 5% de NaCl inibe o desenvolvimento de bactérias anaeróbias, porém não tem efeito sobre os microrganismos anaeróbios facultativos e aeróbios. O aumento da concentração para 10% de NaCl inibe o crescimento da maioria das bactérias, no entanto, bactérias halotolerantes ainda podem crescer em concentrações próximas a 15% de NaCl (PEREDA et al., 2005).

Existem fatores que podem causar a diminuição da capacidade de retenção de água da carne, como a formação de ácido láctico e a queda do pH *post-mortem*. A capacidade de retenção de água é menor em pH 5,2-5,3, ou seja, no ponto isoelétrico (pI) da maior parte das proteínas musculares. Se o pH fica acima do pI, desaparecem as cargas positivas ficando um excesso de cargas negativas que determinam a repulsão dos filamentos, deixando mais espaço para as moléculas de água, propiciando o crescimento microbiano (ROÇA, 2000).

A variação da concentração salina, do pH e da temperatura na salga pode provocar na carne o ganho ou a perda de água de acordo com a concentração de sal. O aumento acentuado da concentração de sal causará a maior perda de água (PIGNATA, VIANA e COVRE, 2010). Entretanto, o uso de sal em produtos cárneos está relacionado à solubilização e extração de proteínas miofibrilares que contribuem para a emulsificação de gorduras e aumento da CRA. A presença de sal contribui na redução da solubilidade do oxigênio na água reduzindo o desenvolvimento de microrganismos aeróbios (PIGNATA, VIANA e COVRE, 2010; MENNUCCI, 2009).

O sal aumenta a força iônica, melhora a solubilidade e a funcionalidade das proteínas miofibrilares. O fenômeno denominado *salting in* corresponde ao aumento da solubilidade das proteínas devido à concentração salina ou baixa força iônica. Por outro lado, o *salting out* é a perda de solubilidade e consequente precipitação das proteínas com a elevação da concentração salina (PIGNATA, VIANA e COVRE, 2010).

Por outro lado, a elevada solubilidade dos açúcares adicionados nos alimentos, entre eles, maltose, sacarose, frutose, glucose e lactose constituem-se funções importantes pelos seus efeitos sobre a textura e aumento da vida útil do produto alimentício, representando assim uma opção de ingrediente às indústrias do ramo frigorífico (BOBBIO e BOBBIO, 2001).

Os açúcares também auxiliam no desenvolvimento da cor em alimentos cozidos, devido à reação de Maillard que ocorre durante o processo de cocção. Este tipo de reação torna-se útil no desenvolvimento de cor e sabor desejáveis. Desta maneira, a utilização de amidos modificados de mandioca (maltodextrinas), de milho, entre outros, proporcionam ao produto cárneo uma melhoria nas propriedades sensoriais (BOBBIO e BOBBIO, 2001).

A maltodextrina é um polissacarídeo com um peso molecular médio e é insípida, praticamente sem gosto doce. Quando utilizado no processo de marinação em produtos cárneos, proporciona a transferência de massa efetiva, ajuda a amenizar o sabor acentuado do sal. Em concentrações mais altas, possuem a capacidade de ligar a água, o que resulta em diminuição da atividade de água e confere ao produto final características sensoriais

satisfatórias, em especial a suculência (PAPAZOGLU-DIMAKOPOULOU e KATSANIDIS, 2017; YUSOP et al., 2011).

As maltodextrinas são produtos da hidrólise parcial do amido e têm sido amplamente utilizadas em vários alimentos processados. São solúveis em água, não apresentam sabor adocicado nem de amido e possuem baixa densidade. Desta maneira, a dextrose equivalente (DE) é uma medida que caracteriza a extensão da hidrólise do amido e também indica uma média do peso molecular (BOBBIO e BOBBIO, 2001).

Nesse sentido, alterações nos valores de dextrose equivalente (DE) resultam em maltodextrinas com diferentes propriedades físico-químicas. A solubilidade, higroscopicidade, osmolaridade e a capacidade de reduzir o ponto de congelamento aumentam com o aumento da DE, enquanto que a viscosidade, a prevenção de formação de cristais e a coesividade aumentam com a diminuição da DE (BOBBIO e BOBBIO, 2001).

Na literatura, diversos estudos vêm sendo realizados na área de salga de carnes, envolvendo tanto o desenvolvimento de novos produtos quanto o estudo cinético (ganho de sal e ganho e/ou perda de água) de carnes salgadas inseridas no mercado alimentício. Schmidt (2006) estudou os mecanismos de transferência de massa durante o tratamento osmótico de peito de frango imerso em diferentes concentrações de soluções de cloreto de sódio, com e sem aplicação de vácuo durante o processo.

Por outro lado, Volpato (2007) estudaram a cinética de difusão de NaCl em cortes de peito de frango durante a salga com submersão em salmoura com o objetivo de determinar e otimizar algumas variáveis do processo (concentração de NaCl, fosfato e dextrose na salmoura, e temperatura ótima de salga). Ambos os trabalhos citados anteriormente, envolveram estudos com aplicação da Segunda Lei de Fick, cuja solução analítica relaciona a difusão de sal com a geometria do corte, permitindo a determinação de parâmetros de difusividade do processo e a quantidade de cloreto de sódio absorvida.

Azuaet al.(1992) estudaram a desidratação osmótica e sua relação com a Segunda Lei de Fick através do desenvolvimento de um modelo cinético, que é atualmente utilizado por muitos pesquisadores para previsão da cinética do processo e, conseqüentemente, do ponto final de equilíbrio do processo de salga.

Um estudo alternativo de salga proposto por Bampi (2015) procurou desenvolver um processo para a elaboração de um produto cárneo salgado a partir de carne bovina, com teor de sódio reduzido. Este estudo envolveu a combinação de diferentes técnicas de salga, secagem e dessalga, e a substituição do cloreto de sódio (NaCl) por cloreto de potássio (KCl).

O produto final apresentou propriedades físico-químicas similares à da carne salgada apenas com NaCl, demonstrando o potencial de estudo e investimento nesta área.

Contudo, a transferência de massa que ocorre durante o processo de marinação tem sido descrita por modelos matemáticos baseados na equação da difusão. Dessa forma, a abordagem matemática aplicada a processos de salga úmida fornece importantes parâmetros para processos industriais. Além disso, a determinação de parâmetros como o ganho de sal e ganho e/ou perda de água, influência da temperatura e tempo ideal de processo para obtenção de um produto com o teor de sal adequado, são essenciais para a caracterização da salga em pescoço de peru.

## **2.5 Modelos matemáticos aplicados aos mecanismos de transferência de massa no tratamento osmótico**

Diferentes modelos matemáticos foram propostos com o objetivo de prever a cinética de transferência de massa durante o tratamento osmótico, e eles podem ser classificados como modelos empíricos e fenomenológicos. Os modelos empíricos são obtidos a partir de simples correlações matemáticas dos dados experimentais, no qual correlacionam às variáveis de processo como ganho/perda de água e ganho de sal. Porém estes modelos não consideram os mecanismos fenomenológicos dos componentes (água e solutos), mas se referem às leis de conservação - massa, energia, quantidade de movimento, leis da termodinâmica, equações constitutivas, entre outros (ASSIS, MORAIS e MORAIS, 2016).

Por sua vez os modelos fenomenológicos são usados para geometrias clássicas definidas e levam em conta o mecanismo fenomenológico do processo. O modelo mais utilizado para transferência de massa é baseado na segunda lei de Fick, no qual representa o mecanismo difusivo durante o tratamento osmótico (ASSIS, MORAIS e MORAIS, 2016).

### **2.5.1 Modelos empíricos**

O modelo empírico proposto por Azuara et al. (1992), tem sido bastante utilizado para descrever a taxa de desidratação e estimar a concentração de equilíbrio de solutos em carne bovina (PAPAZOGLU-DIMAKOPOULOU e KATSANIDIS, 2016), carne de peito de frango (SCHMIDT, CARCIOFI e LAURINDO, 2008) e peixe (MUJAFFAR e SANKAT, 2005; CORZO e BRACHO, 2006) submetidos a diferentes soluções osmóticas.

### *Modelo de Azuara*

O modelo empírico apresentado por Azuara foi desenvolvido em 1992 e é utilizado para representar a cinética de transferência de massa na salga úmida a pressão atmosférica a partir do balanço de massa no produto. A Equação (1) expressa o balanço de massa para o ganho de sal na carne (AZUARA et al., 1992).

$$GS = GS^{\infty} - GS^* \quad (1)$$

Em que,  $GS^{\infty}$  é o ganho de sal no equilíbrio e  $GS^*$  é a massa de sal que ainda não entrou na amostra no tempo  $t$ , mas que irá entrar até que o equilíbrio seja alcançado.

O ganho de sal no equilíbrio ( $GS^{\infty}$ ) depende da temperatura de processo e a granulometria dos cristais de sal, ao passo que  $GS$  e  $GS^*$  dependem do tempo de salga. Como a quantidade de sal que entra nas peças ( $GS^*$ ) diminui com o tempo e  $GS$  aumenta, é possível construir uma relação entre essas variáveis com ajuste de um parâmetro  $K$ . O parâmetro  $K$  é função do tempo e da taxa de ganho de massa, sendo escrito em função do tempo de processo  $t$  e de uma constante  $k$ , de acordo com a Equação (2):

$$GS^* = \frac{GS}{K} = \frac{GS}{k \cdot t} \quad (2)$$

Efetuada a substituição da Equação (1) na Equação (2) e com cálculos simples obtêm-se a Equação (3):

$$GS = \frac{k \cdot t \cdot GS^{\infty}}{1 + k \cdot t} \quad (3)$$

Analogamente, a Equação (3) pode ser escrita para a perda e/ou ganho de água.

### 2.6.2 Modelos fenomenológicos

A modelagem fenomenológica é baseada nos princípios básicos de conservação de massa. Durante a salga a transferência de massa pode ser estudada com base na estrutura celular do material, modelando o transporte de água conforme processos termodinâmicos irreversíveis, ou através da solução analítica da Segunda Lei de Fick para difusão em sólidos de diferentes geometrias. Desta maneira, neste último caso é possível estimar o coeficiente de

difusão tanto para os solutos envolvidos no processo quanto para a água (VOLPATO, 2007; TELIS et al., 2003).

Na difusão em sistemas ternários, ou seja, a difusão simultânea de dois componentes numa matriz, o processo difusivo de cada um dos componentes da mistura é influenciado pela presença do outro componente (CUSSLER, 1976). Na marinação da carne de pescoço de peru em soluções ternárias (NaCl-água-maltodextrina), a difusão de cloreto de sódio é afetada pela presença de maltodextrina.

O transporte molecular de uma substância a uma outra é conhecido como difusão, e também pode ser denominado como difusão mássica. Em um sistema binário, em que o índice A indica a espécie química em trânsito e B diz respeito ao meio na qual a espécie em movimento se difunde, o transporte difusivo de massa pode ser descrito pela forma unidimensional da Primeira Lei de Fick mostrada na Equação (4) (BIRD; STEWARD; LIGHTFOOT, 2002):

$$j_{Ay} = -\rho D_{AB} \frac{d\omega_A}{dy} \quad (4)$$

Em que,  $j_{Ay}$  representa o fluxo molar de massa de A na direção positiva do eixo y,  $\rho$  é a densidade do sistema A+B,  $D_{AB}$  é a difusividade do sistema binário ou, ainda, fator de proporcionalidade, e  $\omega_A$  é a fração mássica do componente A, correspondendo à concentração do mesmo (massa de A/massa de [A+B] em um determinado volume microscópico) (BIRD; STEWARD; LIGHTFOOT, 2014).

Combinando as equações para todas as dimensões (x, y e z), obtém-se a forma vetorial da Lei de Fick (Equação (5)) (BIRD; STEWARD; LIGHTFOOT, 2014):

$$\vec{j}_A = -\rho D_{AB} \nabla_{\omega_A} \quad (5)$$

A difusividade é uma grandeza dependente da pressão, temperatura, bem como da composição da mistura. Considera-se que, em baixas densidades, a difusividade de gases pode ser considerada independente de  $\omega_A$  (fração mássica do componente A), sendo diretamente proporcional ao aumento da temperatura, e varia inversamente com a pressão. Em relação a sólidos e líquidos, a difusividade é fortemente dependente da concentração e, normalmente aumenta com o aumento da temperatura (BIRD; STEWARD; LIGHTFOOT, 2002).

Para se obter a distribuição espacial da concentração do elemento A em função do tempo, é possível aplicar a Lei de Fick na equação da conservação da massa, em que passa a



apresentar uma parcela da contribuição difusiva na transferência de massa. A partir desta combinação, obtém-se a Equação (6) a seguir, considerando sistemas sem reação química (BIRD; STEWART; LIGHTFOOT, 2014):

$$\frac{\partial C_A}{\partial t} = \underbrace{\vec{\nabla}^2 D_{ap} C_A}_{\text{Contribuição difusiva}} - \underbrace{\vec{v} \times \vec{\nabla} C_A}_{\text{Contribuição convectiva}} \quad (6)$$

Contribuição difusiva      Contribuição convectiva

Na qual  $C_A$  é a concentração mássica do componente A,  $D_{ap}$  é a difusividade aparente, e  $v$  é a velocidade do componente A na matriz (BIRD; STEWART; LIGHTFOOT, 2014). A solução da Equação (6) permite determinar a difusividade aparente ( $D_{ap}$ ), a qual possibilita a simulação do processo de transferência de massa e, conseqüentemente, do perfil de concentração do componente A no meio B em função do tempo de processo difusivo. Segundo Cremasco (2002), o coeficiente de difusão  $D_{Ap}$  também é função das propriedades da matriz em que o componente A se difunde, tais como esfericidade ( $\phi$ ), porosidade ( $\epsilon$ ) e tortuosidade ( $\tau$ ).

Uma das soluções analíticas para a Equação (3) foi proposta por Crank para sistemas em que a contribuição convectiva é desprezível em sólidos de geometrias definidas, como placa plana infinita, cilindro infinito e esfera (CRANK, 1975).

Desta maneira, para uma placa plana infinita de espessura  $2L$ , com concentração inicial uniforme e concentração da superfície constante, a solução analítica para a Equação (7) pode ser dada por (CRANK, 1975):

$$C_i = \frac{C - C_0}{C_{eq} - C_0} = \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2n + 1)^2} \exp\left(\frac{-D_{ap}(2n + 1)^2 \pi^2 t}{4L^2}\right) \quad (7)$$

O valor de  $C_i$  é a solução da Equação 7, onde  $C$  é a concentração do componente A no tempo  $t$ ,  $C_0$  é a concentração inicial de A e  $C_{eq}$  é a concentração de equilíbrio de A e  $L$  é a dimensão característica da placa (SCHMIDT, 2006), assume-se que nos contornos da placa ( $x=\pm L$ ), a concentração é a concentração de equilíbrio. A concentração de equilíbrio é necessária para a modelagem do tratamento osmótico e também importante para a compreensão dos mecanismos de transferência de massa presentes no sistema (BARAT, FITO e CHIRALT, 2001).

Os modelos matemáticos são utilizados por vários pesquisadores para descrever a difusão de sólidos em produtos cárneos. Telise e colaboradores (2003) estudaram a cinética de difusão unidimensional do cloreto de sódio em carne de jacaré do Pantanal (*Caimanocrodilus yacare*) com diferentes volumes de salmoura e músculo, temperatura de processo e concentração de salmoura. Os autores obtiveram boa correlação com os dados experimentais utilizando a solução analítica da segunda lei de Fick proposta por Crank (1975) para volumes limitados de solução.

Mujaffar e Sankat (2005) estudaram a modelagem da desidratação osmótica de filés de tubarão utilizando soluções saturadas de cloreto de sódio, em diferentes temperaturas. Os autores concluíram que as expressões apresentadas por Azuara et al. (1992), baseadas no modelo apresentado por Crank (1975), foram utilizadas com sucesso para prever a concentração de equilíbrio e para calcular os coeficientes de difusão nos estágios iniciais e durante todo processo de desidratação osmótica.

Volpato et al. (2007) estudaram a interferência da concentração de NaCl e fosfato na salmoura e da temperatura de processo para desidratação osmótica em peitos de frango. A solução analítica da segunda lei de Fick foi utilizada para calcular os coeficientes de difusão efetivos de cloreto de sódio e estimar o conteúdo de cloreto de sódio absorvido pela carne. Os autores obtiveram boa concordância com o modelo analítico considerado e os dados experimentais.

Papazoglou-Dimakopoulou e Katsanidis (2016) estudaram a cinética de transferência de massa durante o tratamento osmótico da carne bovina utilizando soluções ternárias. A perda de água e o ganho de sólidos foram medidos e seus coeficientes de transferência de massa foram calculados a partir da segunda lei de Fick, do modelo de Peleg, do modelo de Azuara e da simplificação da equação de Fick. Os autores concluíram que os três modelos matemáticos diferentes, Peleg, o estudo de Fick e a simplificação da sequência rápida, foram totalmente aplicados para indicar a perda de água durante a desidratação da carne, sendo que o modelo simplificado de Fick demonstrou o melhor ajuste.

## **2.6 Produção de embutido fresco: linguiça**

Os embutidos são definidos como “produtos cárneos elaborados com carne ou com órgãos comestíveis, curados ou não, condimentados, cozidos ou não, defumados e dessecados ou não, tendo como envoltório a tripa, a bexiga ou outra membrana animal”. Conforme o novo Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal

(RIISPOA), decretado em março de 2017 (BRASIL, 2017). O Artigo 297 deste mesmo regulamento expõe, ainda, a definição de linguiça, sendo esta dada como “o produto cárneo obtido de carnes cominuídas das diferentes espécies animais, condimentado, com adição ou não de ingredientes, embutido em envoltório natural ou artificial e submetido a processo tecnológico específico”.

Segundo o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Linguiça, aprovado pela Instrução Normativa N°. 04 de 31 de Março de 2000 do MAPA, os ingredientes obrigatórios da linguiça são carne de diferentes espécies de animais de açougue e sal, sendo opcional a adição de gordura, água, proteína vegetal e/ou animal, açúcares, plasma, aditivos intencionais, aromas, especiarias e condimentos. Para o caso específico da linguiça frescal, a adição dos ingredientes deve ser tal que a composição final do produto respeite o estabelecido pelo regulamento do MAPA, exposto na Tabela 3 a seguir (BRASIL, 2000).

**Tabela 3-**Características físico-químicas da linguiça frescal.

<b>Requisito</b>	<b>Linguiça Frescal</b>
Umidade	70% (máximo)
Proteína	12% (mínimo)
Gordura	30% (máximo)
Cálcio	0,10% na base seca (máximo)

Fonte:BRASIL (2000).

De acordo com a Resolução RDC 12/2001, para que a linguiça frescal seja considerada própria para consumo não devem ser ultrapassados os seguintes padrões microbiológicos:  $5 \times 10^3$  UFC/g de Coliformes a 45°C,  $5 \times 10^3$  UFC/g de *Staphylococcus* coagulase positiva,  $3 \times 10^3$  UFC/g de *Clostridium* sulfito redutor a 46°C, e ausência de *Salmonella* spp em 25 g (BRASIL, 2001).

A linguiça frescal não é submetida ao processo de defumação, tampouco é processada termicamente, apresentando alta atividade de água e, conseqüentemente, alto risco microbiológico. Por essa razão, deve-se ter um controle microbiológico intenso durante a produção, tanto da matéria-prima quanto dos equipamentos a serem utilizados, sendo a condição final do produto dependente do controle de qualidade de todo o processo de produção (CORREIA, 2008; MARTINS, 2007).

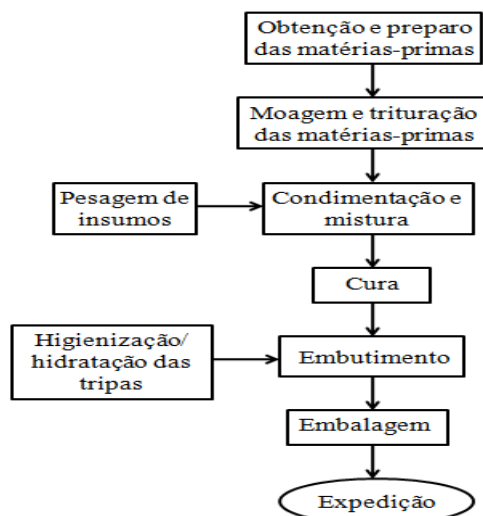
No Brasil, a maior parte do consumo de carne suína é dirigida ao mercado interno em forma de produtos industrializados, sendo que as linguiças representam 24% desse mercado e, o segmento das linguiças frescas, 60% do mercado total de linguiças (ABPA, 2015). Este dado demonstra a força e o potencial deste tipo de alimento, que além de ser um produto

muito apreciado em churrascos, corresponde a um produto flexível e adaptável aos anseios do consumidor. Alternativamente à linguiça toscana, que é produzida exclusivamente de carne suína (BRASIL, 2000) diversas carnes são aptas a serem utilizadas a fim de aumentar o valor agregado do produto final, dentre elas a carne do pescoço de peru que, como citado anteriormente, apresenta composição baixa de gordura e colesterol, e teor elevado de proteínas.

As proteínas da soja, nas formas de farinha, concentrados e isolados, tem sido bastante utilizadas nos produtos convencionais e muitas de suas propriedades podem ser empregadas em produtos cárneos com baixos teores de gordura, como o caso de linguiças com carnes magras e sem acréscimo de gordura. Em produtos cárneos, a utilização de proteína da soja tem várias vantagens como: melhoria da textura, rendimento de cocção e capacidade emulsificante, redução do custo de formulação, além disso, intensifica a aparência, firmeza, suculência e fatiabilidade (CASTRO-RUBIO et al., 2005; XIONG, 2005). A porcentagem máxima permitida de adição de proteína vegetal é de 2,5% nos embutidos frescos (BRASIL, 2000).

O processamento da linguiça frescal pode ocorrer de forma artesanal ou industrial, respeitando a tecnologia e os equipamentos disponíveis pela unidade produtora. Dentre os fatores que devem ser controlados durante a produção deste embutido podem ser destacados a temperatura, a higiene do local e manuseio e a aplicação de Boas Práticas de Fabricação, bem como a qualidade das matérias-primas utilizadas (CORREIA, 2008). Na Figura 6 apresenta-se um fluxograma ilustrativo do processo de fabricação de linguiça frescal.

**Figura 6** - Fluxograma de processamento da linguiça frescal.



Fonte: MARTINS, 2007.

A carne utilizada no processamento de linguiça frescal deve ser padronizada e adequada ao consumo, não contaminada, refrigerada, sem odores desagradáveis, para não ocorrer possíveis alterações no produto. Em seguida realiza-se o processo de moagem que consiste na subdivisão da matéria-prima em partículas menores, proporcionando melhor homogeneização do produto final e maior exposição das proteínas (BRESSAN e PEREZ, 2001; MARTINS, 2007).

Após a moagem os insumos utilizados na formulação, dentre eles sal, nitrito e nitrato açúcar, aditivos, e especiarias são pesados e diluídos em água gelada, estes são transferidos para um recipiente apropriado e misturados de forma homogênea para que essa massa obtenha uma boa liga. Logo após, a massa contendo todos os ingredientes é encaminhada para as câmaras de cura, onde permanecem a uma temperatura em torno de 5°C pelo tempo suficiente para o desenvolvimento das características desejadas (de 4 a 12 horas). Depois desse período o produto é embutido em envoltório natural ou artificial, previamente higienizados e hidratados (MARTINS, 2007).

As linguiças são pesadas e embaladas em máquinas a vácuo (filme de polietileno), sendo que no processo de armazenamento, a linguiça tipo frescal resfriada é mantida sob refrigeração a 7°C. O controle da temperatura de conservação do produto acabado é importante para que não ocorra a proliferação de microrganismos contaminantes e consequentemente deterioração do produto (MARTINS, 2007).

## **2.7 Análise Sensorial**

O conceito de análise sensorial é medir, analisar, evocar e interpretar reações das características dos alimentos e materiais como são percebidas pelos cinco sentidos humanos, sendo caracterizada por identificar as características ou alguma propriedade de interesse na qualidade sensorial do alimento, selecionar o método sensorial mais adequado para quantificar ou qualificar a sensação provocada pelo alimento, estabelecendo uma equipe de julgadores, as condições ambientais do teste e aplicar o método estatístico mais adequado para avaliar o resultado (FERREIRA, 2000).

Para avaliação de um alimento deve-se considerar sua qualidade sensorial que é função de seus estímulos como também as condições fisiológicas, psicológicas e sociológicas dos julgadores. Desta maneira a qualidade sensorial varia de pessoa para pessoa (FERREIRA, 2000).

Na Figura 7 são apresentadas as características que influenciam na qualidade sensorial de um alimento.

**Figura 7** -Características que influenciam na qualidade sensorial de um alimento.



Fonte: FERREIRA, 2000.

É de grande interesse avaliar os alimentos sensorialmente para um estudo de aceitação do consumidor antes de lançá-los no mercado, ressaltando que não deve ser realizada apenas análise sensorial mas também um estudo de mercado, fornecendo o conjunto desses estudos maior segurança para inserção de um novo produto no mercado (FERREIRA, 2000).

Embora a indústria de alimentos sempre tenha reconhecido a importância da qualidade sensorial de seus produtos, os métodos utilizados para medi-la foram variando com o decorrer dos anos. Empresas do setor de alimentos e bebidas, bem como outras indústrias, estão cientes da necessidade de avaliação sensorial e concordam que ela tem um papel importante dentro de suas empresas. A pesquisa de marketing e gestão de marcas profissionais também está concedendo maior reconhecimento à informação sensorial (STONE; SIDEL, 2004; DUTCOSKY, 2011).

Especificamente, quando os testes são realizados em laboratório envolvendo dois ou mais produtos, o ideal é trabalhar-se com no mínimo 70 provadores por teste, uma vez que se consegue aumento substancial na significância estatística e maior credibilidade nos resultados (MOMED; SACAMA, 2016).

Os métodos de avaliação sensorial são classificados em afetivos, discriminativos (analíticos) e descritivos. Nos testes afetivos os julgadores não são treinados, mas são recrutados para representarem um público alvo (STONE; SIDEL, 2004); acessam diretamente

a opinião do consumidor, tais como a sua preferência ou aceitabilidade em relação às características específicas ou ideais do produto; sendo por isso também chamado de testes do consumidor (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2007).

O teste de aceitação consiste em avaliar o grau que o consumidor gosta ou desgosta do produto, utilizando-se escalas que permitem a avaliação individual dos parâmetros analisados de cada amostra, sendo possível avaliar mais de uma amostra em um mesmo teste (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2007).

No método discriminativo, os provadores atuam na análise para que detectem pequenas diferenças nas amostras. Eles podem avaliar diferença global entre as amostras ou podem indicar se existe diferença em determinado atributo. Dentre os testes discriminativos está o teste de diferença do controle ou comparação múltipla, que estabelece diferença entre duas ou mais amostras, e permite avaliar diferenças entre vários tratamentos e um controle (NASSU, 2007).

Por outro lado, os métodos descritivos descrevem qualitativa e quantitativamente as amostras. Têm como objetivo caracterizar as propriedades sensoriais do produto alimentício; em termos qualitativos caracteriza-se em aparência (cor, textura visual, tamanho, etc.), aroma, sabor e textura oral. Dessa forma, quantitativamente o julgador avalia o grau de intensidade com que cada atributo está presente no alimento. Para tanto, os julgadores devem ser treinados, em quantidade que varia entre cinco e dez pessoas, a usarem escalas de forma consistente em relação às amostras no período da avaliação (DUTCOSKY, 2011; NASSU, 2007).

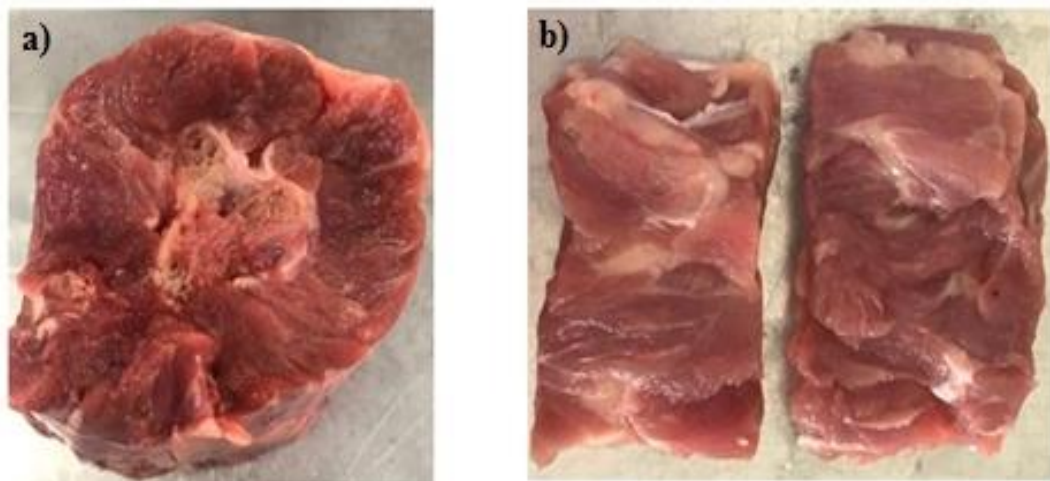
### 3 METODOLOGIA

#### Etapa 1: Estudo da marinação na carne de pescoço de peru

##### 3.1 Aquisição e preparo da matéria-prima

Foi utilizada carne proveniente de cortes de pescoço de peru obtidos em açougues locais da cidade de Patos de Minas - MG, os quais são comercializados na forma congelada em pacotes de aproximadamente 1 kg. O pescoço de peru foi submetido ao descongelamento sob temperatura de refrigeração (5°C) para utilização, conforme mostrado na Figura 8.

**Figura 8** - Pescoço de peru descongelado antes da desossa (a) e após a desossa, no formato de placas planas (b).



Fonte: Própria autoria.

A desossa do pescoço de peru foi feita manualmente com auxílio de bisturis e cortada em pedaços padronizados no formato de placa plana. As dimensões das placas foram medidas com o auxílio de um paquímetro digital, obtendo-se dimensões de 1,0 cm x 3,0 cm x 5,0 cm (espessura x largura x comprimento).

##### 3.2 Desenvolvimento e construção do aparato experimental

Antes da realização dos experimentos de salga, foi necessário realizar o dimensionamento do aparato experimental, que preencheu os seguintes requisitos:

- a) Material inerte ao sal, a maltodextrina e à água (Aço Inox);



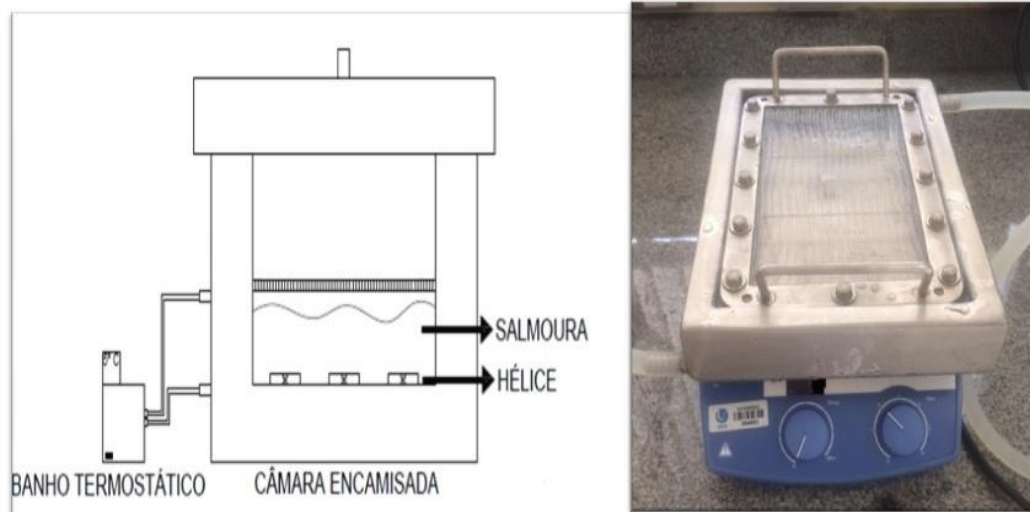
b) suspensão em tela de malha fina e contato direto das amostras de carne de pescoço de peru com a solução osmótica mediante transferência de massa unidirecional;

c) controle e manutenção da temperatura, através da adoção de um encamisamento nas bandejas;

d) espessura da fração encamisada que permitiu a colocação do aparato sobre um agitador magnético para homogeneização constante da salmoura, a fim de evitar decantação de sólidos na salmoura saturada.

O esboço e o aparato construído são apresentados na Figura 9. O sistema consiste em um recipiente encamisado (com volume interno de 2,0 L) e com dimensões de 31,2 x 22,4 x 3,2 cm (comprimento x largura x profundidade). A temperatura foi controlada com água a temperatura constante, circulada através de um banho ultratermostático (Solab, modelo SL-15/18). A agitação da solução foi realizada através de um agitador magnético sem aquecimento (IKA<sup>®</sup> C-MAG HS 7) que promoveu a homogeneização da salmoura durante os experimentos.

**Figura 9** - Esboço e aparato experimental construído para a realização do processo de salga úmida.



Fonte: Própria autoria.

A disposição das placas de pescoço de peru no início da salga é apresentada na Figura 10. A validação foi consolidada através do planejamento experimental, bem como da determinação dos parâmetros de processo como perda e/ou ganho de água e ganho de sólidos, além das características físico-químicas.

**Figura 10** - Procedimento experimental de salga úmida no tempo zero.



Fonte: Própria autoria.

Os cortes de carne de pescoço de peru foram dispostos com a face inferior em contato com a solução de NaCl e maltodextrina, sendo estes isolados do ambiente através de um filme de PVC a fim de evitar a desidratação do produto, como mostrado na Figura 10.

### **3.3 Testes preliminares para seleção da concentração de maltodextrina no processo de salga úmida**

A fim de determinar a concentração de maltodextrina (MD) utilizada no processo de marinação dos cortes de pescoço de peru, foi realizado um tratamento osmótico na temperatura de 10°C, sob pressão atmosférica com adaptações à metodologia proposta por Sabadini et al. (2001). A solução ternária foi composta por água, 33,75% (p/p) de cloreto de sódio (sal marinho comercial de granulometria fina) e maltodextrina (20DE, LOREMALT 2001M). Foram preparadas soluções com a mesma proporção de sal e com quatro concentrações de maltodextrina 20DE: 0, 5, 10 e 20% (p/p).

As amostras foram coletadas nos tempos de marinação: 0 min, 20 min, 45 min, 70 min, 95 min e 120 minutos. As amostras de carne foram retiradas da solução osmótica, sendo suavemente comprimidas em papel toalha para remoção do excesso de água e preparadas para a avaliação das propriedades físico-químicas  $a_w$ , umidade, ganho de sólidos e perda e /ou ganho de água .

### 3.4 Ensaios experimentais durante o processo de salga úmida

As determinações da perda e/ou ganho de água (PA e/ou GA) e ganho de sólidos (GS) foram realizadas de acordo com a metodologia de Schmidt, Carciofi e Laurindo (2008). Para cada intervalo de tempo, foram retiradas amostras em triplicatas para a determinação do conteúdo de umidade e concentração de cloreto de sódio. Para tal, foi retirado o excesso de água da amostra com secagem em papel toalha. As amostras foram pesadas, trituradas com auxílio de um triturador mecânico (Mixer Mondial Versatile) e homogeneizadas.

A concentração de NaCl foi determinada com base no Método Argentométrico - Mohr. Este método se baseia na reação entre o nitrato de prata e cloretos com ação do cromato de potássio como indicador em meio levemente alcalino. As amostras foram carbonizadas em placas de aquecimento e incineradas em mufla a 550 °C por 12h para a obtenção de cinzas claras. Foram adicionados 10 mL de água deionizada às cinzas obtidas após a incineração, e a mistura foi então filtrada e transferida para um erlenmeyer de 250 mL.

Foi adicionado 1 mL do reagente cromato de potássio a 5% e a titulado com solução de nitrato de prata 0,1 M. O ponto de viragem ocorreu com a mudança da coloração pra vermelho-tijolo, como mostra na Figura 11 (MAPA, 2014).

**Figura 11-** Método de Mohr a) antes e b) após o ponto de viragem com a mudança da coloração pra vermelho-tijolo.



Fonte: Própria autoria.

Assim, a partir das Equações (8) e (9), foram calculados os parâmetros PA e/ou GA e GS, respectivamente. Na Equação (8), valores positivos correspondem a ganho de água (GA) e valores negativos representam a perda de água (PA) pelos cortes de carne de pescoço de peru.

$$PA \text{ e/ou } GA = \frac{m_a - m_{a0}}{m_0} \times 100 \quad (8)$$

$$GS = \frac{m_s - m_{s0}}{m_0} \times 100 \quad (9)$$

Em que,  $m_a$  é o conteúdo de água na amostra no tempo  $t$ ,  $m_{a0}$  é o conteúdo inicial de água na amostra,  $m_0$  é a massa inicial da amostra,  $m_s$  é a massa de sal na amostra no tempo  $t$ ,  $m_{s0}$  é a massa inicial de sal na amostra.

### 3.5 Planejamento experimental para a salga úmida

Para avaliar os efeitos das variáveis independentes: temperatura ( $X_1$ ) e concentração de NaCl ( $X_2$ ), sobre as variáveis dependentes ou respostas: ganho de sólidos (GS) e perda ou ganho de água (PA/GA), foi utilizado um delineamento composto central rotacional (DCCR)  $2^2$ , com 11 (onze) ensaios, sendo 4 (quatro) ensaios lineares, 4 (quatro) ensaios axiais e 3 (três) ensaios no ponto central, demonstrado pela Tabela 4. A salga ocorreu no período total de 120 minutos.

**Tabela 4** - Delineamento composto central rotacional para as variáveis independentes (temperatura e concentração de NaCl), na forma codificada e padrão.

Experimentos	$X_1$	$X_2$	Temperatura (°C)	Concentração de NaCl (%)
1	-1	-1	10	10
2	+1	-1	20	10
3	-1	+1	10	30
4	+1	+1	20	30
5	-1,41	0	8	20
6	+1,41	0	22	20
7	0	-1,41	15	5,9
8	0	+1,41	15	34,1
9	0	0	15	20
10	0	0	15	20
11	0	0	15	20

As faixas de variação entre o limite inferior e o superior de cada variável independente

foram pré-estabelecidos em ensaios preliminares, que tomaram como base a literatura científica (SABADINI et. al., 2001; SCHMIDT, 2006).

O valor de  $\alpha$  foi calculado em função do número de variáveis independentes ( $n=2$ ) através da Equação (10):

$$\alpha=(2^n)^{1/4}=1,41 \quad (10)$$

O planejamento permite a obtenção de um modelo quadrático, onde o valor das variáveis dependentes (PA/GA e GS) é função das variáveis independentes (temperatura (T) e concentração de NaCl (C)), conforme descreve a Equação 11. Para isso utilizou-se o método de regressão múltipla.

$$y= \beta_0 + \beta_1T + \beta_2C + \beta_{11}T^2 + \beta_{22}C^2 + \beta_{12}TC \quad (11)$$

Os coeficientes do polinômio estão representados por  $\beta_0$  (termo constante);  $\beta_1$  e  $\beta_2$  (efeitos de primeira ordem);  $\beta_{11}$  e  $\beta_{22}$  (efeitos de segunda ordem) e  $\beta_{12}$  (interação entre os efeitos). O nível de significância foi avaliado por meio do coeficiente  $p$ , a nível de 5% ( $p \leq 0,05$ ).

Foi efetuada uma regressão múltipla aplicada nos ensaios, obtendo-se os parâmetros relacionados às variáveis isoladas, às interações e aos termos quadráticos, em seguida foi construída superfície de resposta em função das variáveis significativas. Para a realização da análise de variância, regressão múltipla e análise de superfície de resposta utilizaram-se o *software Statistica 7.0*.

### **3.6 Estudo cinético na carne de pescoço de peru durante a salga úmida**

O estudo cinético do ganho de sólidos e perda ou ganho de água foram realizados para as condições experimentais descritas na Tabela 4 calculados através do modelo empírico de Azuara et al. (1992), citado anteriormente através da Equação 3. Foi feito um ajuste dos dados experimentais ao modelo de Azuara et al. (1992) por meio de regressão linear e foram obtidos os parâmetros do modelo ( $GS^\infty$ ,  $PA/GA^\infty$  e  $k$ ).

O ajuste do modelo proposto por Azuara et al. (1992) aos dados experimentais foi avaliada pelo coeficiente de correlação ( $R^2$ ) e pelo erro médio quadrático (RMSE) com auxílio do *software Originpro 8.5*.

### 3.7 Determinação da difusividade aparente dos sólidos na carne de pescoço de peru

A difusividade aparente dos sólidos foi determinada por meio de um processo iterativo utilizando a solução analítica da equação da conservação de massa com a contribuição difusiva da Lei de Fick para placa plana infinita, mencionada anteriormente na Equação (4). Para a estimativa da  $D_{ap}$  foi considerado que houve difusão de sal unidimensional, e que a concentração de sal no equilíbrio foi a concentração ao fim do processo de salga. Uma rotina computacional foi desenvolvida no *software* MATLAB® (R2018a, Math Works Inc, MA, USA) ajustando o modelo difusivo aos dados experimentais de salga úmida.

A função objetivo (FO) mostrada na Equação (13), e o critério de parada foram utilizados para minimizar e estimar o coeficiente de difusão aparente.

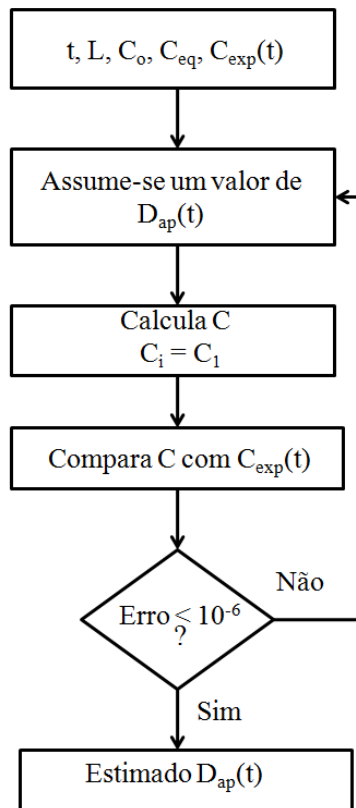
$$FO = \sum_{i=1}^n (C_{cal,i} - C_{exp,i})^2 \leq 10^{-6} \quad (13)$$

Em que  $C_{cal,i}$  é a concentração calculada do componente  $i$  obtido pelo ajuste da Equação (4) aos dados experimentais e  $C_{exp,i}$  é a concentração experimental do componente  $i$  obtido pelos dados experimentais. Foi utilizado o critério de parada o erro na casa de  $\leq 10^{-6}$ . A qualidade do ajuste foi determinada pelo coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

A solução matemática considerando que a transferência de massa ocorreu em uma única direção foi dada por  $C_i = C_1$ , relativo à dimensão característica  $L$ . Para o ajuste foram utilizados os dados experimentais da  $C_o$ ,  $C_{eq}$ ,  $C_{exp}(t)$  e do comprimento característico  $L$ .

Na Figura 12 ilustra-se o fluxograma utilizado para a estimativa de  $D_{ap}$  para cada intervalo de tempo analisado. Os dados de entrada foram: tempo de processo ( $t$ ) em minutos;  $L$  em metros;  $C_o$ ,  $C_{eq}$ ,  $C_{exp}(t)$  em gramas de sal por grama de amostra. Além disso, para o ajuste assumiu-se um valor inicial para a  $D_{ap}$  e através da Equação (7) calculou-se  $C$ , sendo este valor o produto da solução em uma única direção da amostra.

**Figura 12-**Fluxograma utilizado para a estimativa dos valores da  $D_{ap}$  dos sólidos na carne de pescoço de peru para cada intervalo de tempo.



### 3.8 Caracterização física e química da matéria-prima durante o processo de marinação

As propriedades físico-químicas da carne de pescoço de peru foram avaliadas ao longo do processo de salga úmida, de acordo com as condições avaliadas pelo planejamento experimental (Tabela 4). O período estipulado para a realização das análises de umidade, atividade de água, cinzas e cor foi 0 min, 20 min, 45 min, 70 min, 95 min e 120 minutos, respectivamente. O pH e a força de cisalhamento foram determinados no início e no final do processo de salga úmida. Todas as análises descritas a seguir foram realizadas em triplicatas por amostra, no laboratório da Universidade Federal de Uberlândia -*Campus Patos de Minas* - MG. Assim, para as três melhores condições de salga obtidas, são demonstrados os respectivos resultados.

#### 3.8.1 Umidade

O conteúdo de umidade das carnes foi determinado por secagem a 105 °C, em estufa com circulação e renovação de ar, até peso constante (AOAC, 1990).

### 3.8.2 Resíduo por incineração - Cinzas

O teor de cinzas das carnes foi determinado pela calcinação da amostra em mufla a 550 °C, até a obtenção de cinzas claras (AOAC, 1990).

### 3.8.3 Determinação do pH

O pH da carne foi determinado por método eletrométrico, em pHmetro digital Quimis modelo Q400A que foi calibrado com dois padrões (pH 4,0 e 7,0). A leitura do pH foi realizada conforme a metodologia oficial do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 1981), 5 g de amostra foram homogeneizadas em 50 mL de água destilada no liquidificador até a formação de uma pasta. Em seguida o eletrodo do pHmetro foi inserido diretamente na amostra preparada.

### 3.8.4 Determinação da cor

A cor foi determinada em leitura direta das amostras em colorímetro Minolta marca modelo CR-400, utilizando sistema de iluminação D65 e ângulo de observação de 8°. Foram avaliados os parâmetros de cor das escalas CIELab e CIELCh, onde: L\* (luminosidade, 0 a 100 – preto ao branco), as coordenadas de cromaticidade a\* e b\* que indicam (-a = verde e +a = vermelho; -b = azul e +b = amarelo).

Foi calculado o fator  $\Delta E$ , que é um valor numérico que expressa a diferença entre os parâmetros L\*, a\* e b\* da amostra padrão no espaço, através da Equação 14. Esse fator indica o tamanho da diferença de cor, mas não indica a direção em que as cores são diferentes.

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (14)$$

### 3.8.5 Perda de peso por cocção (PPC)

A perda de peso por cocção foi determinada na carne segundo a metodologia adaptada de *American Meat Science Association* (AMSA, 1995). As carnes foram pesadas em um recipiente retangular de alumínio antes ( $P_i$ ) do processo de cocção, utilizando-se uma balança semi-analítica (modelo BJ-3200H da marca Shimadzu). Em seguida, as amostras foram assadas



em forno gourmet grill (modelo 9741-131888 da marca Fischer) pré-aquecido a 250°C por 45 minutos, até que a temperatura no centro geométrico da linguiça atingisse 72 °C.

Após ( $P_f$ ) a cocção, as amostras foram resfriadas no dessecador e novamente pesadas. Logo após as amostras foram resfriadas a temperatura ambiente por aproximadamente 1 hora. O cálculo do percentual da perda de água por cocção foi realizado utilizando-se a Equação 15.

$$PPC = \left( \frac{P_i - P_f}{P_i} \right) \times 100 \quad (15)$$

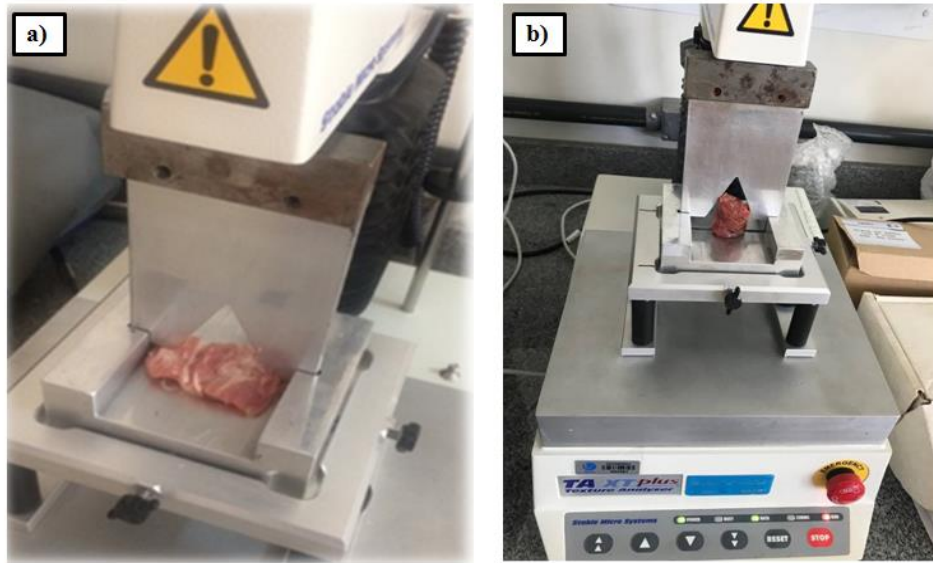
### 3.8.6 Força de cisalhamento

A textura, expressa através da força de cisalhamento (N) na carne marinada e no embutido frescal foi determinada utilizando a probe *Warner Bratzler Shear Force (WBSP)*, em texturômetro universal TAXT Plus (Stable Micro System, Surrey, UK) representado na Figura 13, com calibração de uma célula de carga de 5 kg usando uma lâmina Warner Bratzler.

As amostras da carne de pescoço de peru marinada foram cortadas no formato de placa plana em fatias de 5 cm (comprimento no sentido perpendicular das fibras) x 3 cm (largura) x 1,0 cm (espessura). Por outro lado, a textura mensurada nas três formulações de embutido frescal, foram avaliadas na temperatura de 45°C (logo após terem sido assadas). Em seguida, as amostras assadas foram cortadas em fatias cilíndricas de 2 cm (comprimento) x 2 cm (largura) x 1,5 cm (espessura), com uma distância da amostra de 35 mm, distância de penetração na amostra de 10 mm e força aplicada de 5 g. Para todas as amostras foram realizados 6 medições.

Nesse sentido, as amostras foram colocadas sobre um suporte de aço inoxidável, onde no centro da fenda a lâmina se movimentava (Figura 13). As amostras eram cisalhadas pelas lâminas movendo-se a 2,2 mm/s, na direção descendente. O programa do equipamento permitia a leitura da força em tempo real, gerando assim, uma curva de tensão contra tempo. Logo, a força de cisalhamento, expressa em Newton (N), foi determinada diretamente através dessas curvas, como a força máxima necessária para o corte das amostras.

**Figura 13-** Texturômetro *Stable Micro System* (TA.XT/Plus/50) utilizado na a) análise do pescoço de peru marinado e b) no embutido frescal usando a probe *Warner-Bratzler WBSP*.



Fonte: Própria autoria.

### 3.8.7 Atividade de água ( $a_w$ )

A atividade de água foi determinada no equipamento Aqualab, da marca Decagon Devices. As amostras foram cortadas em pedaços menores e colocadas em recipientes plásticos e introduzidas no equipamento para leitura direta da atividade de água a 25 °C.

### 3.8.8 Tratamento estatístico dos dados físico-químicos

Os dados de caracterização físico-química da carne pescoço de peru marinada foram tratados através da análise de variância (ANOVA), a fim de verificar se havia diferença significativa entre os intervalos de tempo utilizados, e se havia mudanças nos parâmetros físico-químicos com a temperatura e concentração de sólidos. Para a realização da análise de variância utilizou o *software Statistica 7.0*.

## **Etapa 2: Aplicação da carne de pescoço de peru marinada na elaboração de embutido frescal**

### **3.9 Elaboração da linguiça frescal de carne de pescoço de peru marinada**

A matéria-prima marinada para a elaboração da linguiça frescal de carne de pescoço de peru foi selecionada inicialmente a partir das três melhores condições de salga úmida, para então selecionar a melhor condição, com base nos seguintes critérios:

- Incorporação de sal no tecido cárneo em proporção adequada (2,5% de NaCl) do ponto de vista sensorial que foi utilizado para a fabricação da linguiça frescal, a partir de um menor tempo de salga úmida (20 minutos);
- Maior coeficiente difusivo de sólidos na matriz cárnea, a fim de melhorar a eficiência de salga (tempo de processo).

Para a elaboração das formulações de linguiça frescal foi utilizado pernil suíno refrigerado a 5°C e carne de pescoço de peru marinada selecionada a partir da melhor condição do planejamento experimental.

Foi utilizada tripa natural de carneiro para o embutimento. O sal de cura utilizado foi composto de nitrito, nitrato e cloreto de sódio, da marca comercial Kura K007 fabricado por DOREMUS ALIMENTOS. Além disso, foi utilizado alho fresco, açúcar e proteína isolada de soja, visto que, todos os ingredientes utilizados no preparo do embutido frescal foram adquiridos no comércio local da cidade de Patos de Minas - MG.

Nesse sentido, foram desenvolvidas três formulações diferentes de linguiça frescal, sendo uma formulação controle (formulação 1) com 100% de carne suína, outra com 100% de carne de pescoço de peru marinada (formulação 2), e a última preparada com 50% de carne suína e 50% de carne pescoço de peru marinada (formulação 3).

A matéria-prima e os demais insumos utilizados nas três formulações com suas respectivas quantidades estão apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5** - Descrição das proporções e dos ingredientes utilizados na elaboração do embutido frescal.

<b>Ingrediente</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Formulação 1</b>	<b>Formulação 2</b>	<b>Formulação 3</b>
Carne de pescoço de peru	1 kg	-	1 kg	0,5 kg
Carne suína (pernil)	1 kg	1 kg	-	0,5 kg
Alho fresco	3 g	3 g	3 g	3 g
Água gelada	25mL	25 mL	25mL	25mL
Proteína isolada de soja	10 g	10 g	10 g	10 g
Açúcar	1 g	1 g	1 g	1 g
Sal de cura	5 g (rf)*	5 g	5 g	5 g

\*(rf) = recomendação do fabricante.

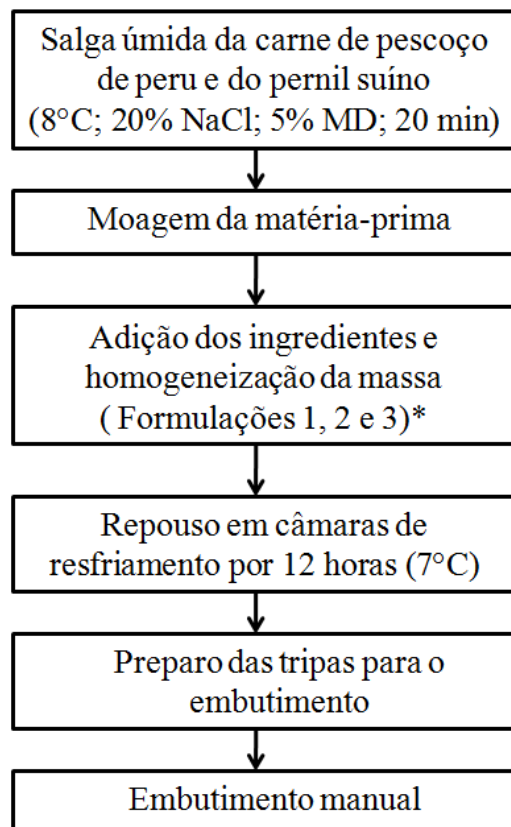
As etapas adotadas para a fabricação das linguiças frescas suína tipo caipira são apresentadas na Figura 14.

Inicialmente, realizou-se a salga úmida da carne de pescoço de peru e do pernil suíno na condição experimental selecionada (8°C; 20% NaCl; 5% MD; 20 min). Em seguida, os

ingredientes das três formulações (alho, açúcar, proteína isolada de soja e sal de cura) foram pesados em balança semi-analítica (modelo BJ-3200H da marca Shimadzu) e reservados. O pernil suíno marinado e a carne de pescoço de peru marinada foram submetidos à moagem em um Processador de alimentos Philips Walita Viva RI7630 2 Velocidades + Pulsar 600W e posteriormente colocados em uma bandeja para adição dos ingredientes de acordo com cada formulação (1, 2 e 3), sendo que os condimentos sal de cura e açúcar foram previamente diluídos em água gelada e incorporados na mistura gradativamente.

A massa foi cuidadosamente misturada para cada ingrediente adicionado, buscando uma completa homogeneização (Figura 15). A massa obtida foi mantida em repouso por 12 horas sob refrigeração (7°C) para início do processo de cura e melhor incorporação dos condimentos. Após esse período, foi realizado o embutimento manual em tripa natural de carneiro, previamente higienizadas e hidratadas em água corrente para possível descontaminação. A linguiça frescal embutida (Figura 16) foi submetida para análises físico-químicas descritas no item 3.8 e sensoriais.

**Figura14** - Fluxograma operacional de preparo do embutido frescal.

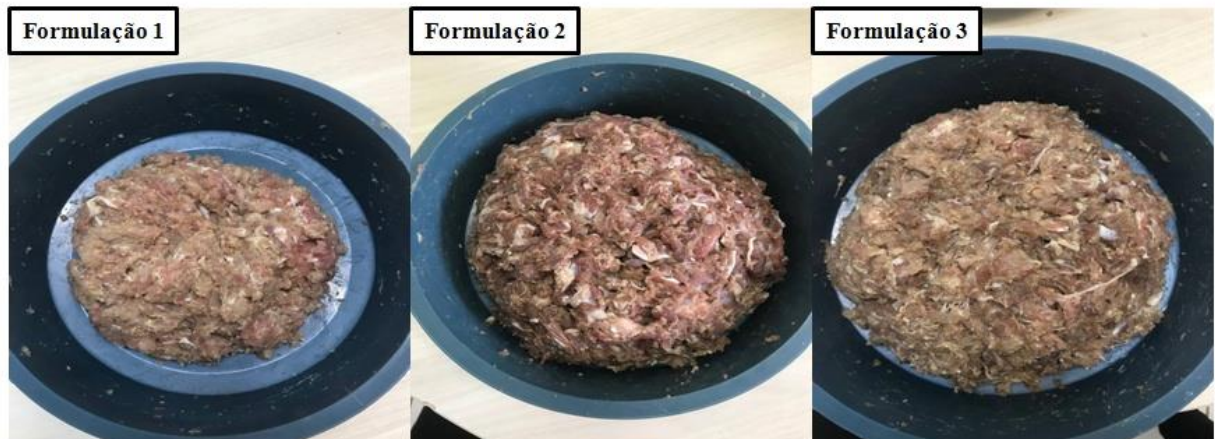


\*Formulação 1: Pernel suíno (PS);

\*Formulação 2: Pescoço de peru (PDP);

\*Formulação 3: Pescoço de peru (PDP) + pernil suíno (PS).

**Figura 15** - Massa homogeneizada para cada formulação do embutido frescoal.



Fonte: Própria autoria.

**Figura 16** - Linguiça frescal embutida para cada formulação.



Fonte: Própria autoria.

### 3.10 Tratamento estatístico dos parâmetros físico-químicos do embutido frescoal

Os dados de caracterização físico-química da linguiça frescal foram tratados através da análise de variância (ANOVA), a fim de verificar se havia diferença significativa entre as formulações utilizadas. A comparação de médias para os fatores que apresentaram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) foi realizada através do teste de Tukey. Para a realização da análise de variância e teste de Tukey foi utilizado o software *Statistica 7.0*.

### 3.11 Análise sensorial

As linguiças elaboradas foram submetidas à análise sensorial, através de testes de aceitação e diferença do controle (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2007). Para esse

procedimento, o projeto foi submetido à aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa e todos os participantes foram orientados e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A).

As amostras foram assadas na panela elétrica do tipo *Air Fryer*® sem óleo da marca MONDIAL a 180°C durante 30 minutos. Após cocção as amostras foram cortadas em fatias cilíndricas de 1,5 cm de comprimento e foram mantidas em caixas isotérmicas até serem servidas.

Para limpar o paladar dos provadores entre a degustação das diferentes amostras, foram servidos biscoitos água e sal e água filtrada em temperatura ambiente.

### 3.11.1 Teste de aceitação

O teste de aceitação ocorreu no laboratório de Análise Sensorial da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), *Campus* Patos de Minas - MG. Participaram 70 provadores em cada sessão de avaliação, pertencentes a ambos os sexos, não treinados e com faixa etária compreendida entre 18 e 50 anos. O teste de aceitação foi realizado em cabines individuais e as amostras foram servidas em pratos plásticos descartáveis com códigos de três dígitos, em ordem balanceada e aleatória.

As formulações 1 e 3 de linguiça frescal foram avaliadas em relação aos atributos aparência, aroma, sabor, textura e impressão global. Cada provador recebeu uma amostra por vez, totalizando duas amostras e marcou uma ficha única para cada uma delas. Utilizou-se escala hedônica não estruturada de nove centímetros, ancorada nos extremos pelos termos “desgostei muitíssimo” na esquerda e “gostei muitíssimo” na direita (Apêndice B) (FERREIRA, 2000).

Os dados obtidos através do teste de aceitação foram medidos com régua, tabulados e analisados por análise de variância (ANOVA), com auxílio do *software* R, foi realizado o teste Scott-Knott para comparação de médias. A intenção de compra foi avaliada através de gráficos de setores.

### 3.11.2 Teste diferença do controle

O teste de diferença do controle ocorreu no laboratório de Análise Sensorial da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), *Campus* Patos de Minas - MG. Participaram 70

provadores, pertencentes a ambos os sexos, não treinados e com faixa etária compreendida entre 18 e 50 anos.

O teste foi realizado em cabines individuais e as amostras foram servidas em pratos plásticos descartáveis com códigos de três dígitos, em ordem balanceada e aleatória. Foram apresentadas duas amostras testes (formulações 1 e 3) aos provadores e uma amostra controle (formulação 2). Foi solicitado aos provadores que avaliassem a magnitude da diferença entre a amostra de controle e as amostras testes, numa escala fornecida para esta finalidade (Apêndice C).

Os dados obtidos através do teste de diferença do controle foram tabulados e analisados através de análise de variância (ANOVA), com auxílio do *software* R, foi realizado o teste Scott-Knott para comparação de médias.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Etapa 1: Estudo da marinação na carne de pescoço de peru

#### 4.1 Testes preliminares para seleção da concentração de maltodextrina utilizada no processo de salga úmida

A atividade de água ( $a_w$ ) dos cortes de pescoço de peru apresentou redução para o tratamento controle (sem maltodextrina) de 0,97 para 0,89, enquanto os demais tratamentos mantiveram a atividade de água constante no decorrer do processo, independente da concentração de maltodextrina utilizada (de 0,92 a 0,96), conforme mostrado pela Tabela 6.

No entanto, é importante ressaltar que neste caso a redução de  $a_w$  foi maior para o tratamento controle, devido ao fato de que as soluções de maltodextrina exercem pressões osmóticas mais baixas que as soluções de cloreto de sódio, conforme relatado por Papazoglou-Dimakopoulou e Katsanidis (2016).

Os mesmos autores estudaram a desidratação osmótica de fatias de carne bovina imersas em soluções contendo 40, 50 e 60% de MD com 5% de NaCl e também encontraram valores semelhantes ao deste trabalho, em que a  $a_w$  foi inferior (0,84) nas amostras tratadas apenas com 20% de NaCl, enquanto obtiveram valores superiores para amostras tratadas com 40% e 50% de MD mais 5% NaCl cerca de 0,92 e 0,94, respectivamente. Isto significa que foi possível observar a influência da maltodextrina na manutenção da atividade de água nas amostras, contribuindo para a retenção da água livre na matriz cárnea, independentemente das concentrações testadas e do período de salga.

**Tabela 6** - Média da atividade de água ( $a_w$ ) contendo diferentes concentrações de maltodextrina (MD) da carne de pescoço de peru marinada a 10°C.

Concentração de MD	Tempo de salga (min)					
	0	20	45	70	95	120
0	0,97 ± 0,01	0,98 ± 0,01	0,96 ± 0,03	0,94 ± 0,06	0,92 ± 0,03	0,89 ± 0,02
5	0,99 ± 0,05	0,98 ± 0,01	0,97 ± 0,01	0,97 ± 0,01	0,98 ± 0,08	0,96 ± 0,01
10	0,94 ± 0,03	0,96 ± 0,01	0,97 ± 0,03	0,97 ± 0,01	0,95 ± 0,01	0,93 ± 0,03
20	0,93 ± 0,08	0,93 ± 0,03	0,92 ± 0,04	0,94 ± 0,02	0,89 ± 0,06	0,92 ± 0,02

Os resultados para as análises de umidade durante os intervalos de marinação a 10°C nas concentrações de 0, 5, 10 e 20% de maltodextrina e de 33,75% de NaCl são apresentados na Tabela 7.



**Tabela 7** - Média de umidade (% base úmida) mediante diferentes concentrações de maltodextrina (MD) da carne de pescoço de peru marinada a 10°C.

Concentração de MD (%)	Tempo de salga (min)					
	0	20	45	70	95	120
0	70,05 ± 0,56	66,47 ± 0,63	66,59 ± 0,47	65,15 ± 0,67	61,30 ± 0,70	61,78 ± 1,57
5	71,89 ± 0,13	66,07 ± 0,33	66,63 ± 0,34	65,48 ± 2,33	66,90 ± 1,32	63,72 ± 1,35
10	71,01 ± 0,99	69,71 ± 0,71	67,20 ± 0,82	64,78 ± 0,47	64,48 ± 0,32	62,34 ± 0,85
20	69,06 ± 1,29	65,30 ± 2,03	66,14 ± 0,77	63,85 ± 0,22	58,85 ± 1,02	63,71 ± 1,52

Houve redução da umidade dos cortes de carne de pescoço de peru para todas as condições experimentais testadas, o que evidencia que devido à alta concentração de NaCl presente na salmoura (33,75% (p/p)). Ocorreu o processo de desidratação osmótica das amostras, o que resultou na perda de massa de água de até 9%, próximo ao resultado obtido por Sabadini et al. (1998), que realizaram a salga úmida de cortes de carne bovina a 10 °C, utilizando a mesma concentração de sal (33,75% (p/p),) deste trabalho e obtiveram 8% de perda de água após 120 min de processo.

A respeito da influência da concentração de maltodextrina nas amostras avaliadas, o teor de água foi 2% mais alto do que nas amostras de carne de pescoço de peru sem maltodextrina (Tabela 7). Este efeito pode ser associado ao efeito “protetor” e de “barreira” que a maltodextrina exerce dentro da solução ternária, retendo mais água no tecido cárneo (PAPAZOGLU-DIMAKOPOULOU e KATSANIDIS, 2016).

Os resultados para a análise de perda de água (PA) durante os intervalos de marinação a 10°C nas concentrações de 0, 5, 10 e 20% de maltodextrina e de 33,75% de NaCl são apresentados na Tabela 8.

**Tabela 8** - Média da perda de água (%PA) contendo diferentes concentrações de maltodextrina (MD) da carne de pescoço de peru marinada a 10°C.

Concentração de MD (%)	Tempo de salga (min)					
	0	20	45	70	95	120
0	-	3,49± 1,90	4,54 ± 2,93	7,43± 1,75	12,48± 2,49	9,98± 2,01
5	-	3,62± 0,98	9,85± 2,05	6,92± 1,25	7,66± 2,23	9,05± 2,49
10	-	2,58± 1,50	4,86 ± 1,93	5,32± 1,46	6,38± 2,87	9,53± 2,54
20	-	1,62± 1,79	3,65± 1,43	4,36± 2,09	5,13± 1,55	8,17± 1,97

A presença de maltodextrina nas soluções osmóticas ternárias propiciou perda de água semelhante às soluções com apenas cloreto de sódio, como é mostrado na Tabela 8. No entanto, a perda de água entre as amostras não foi influenciada pelas diferentes concentrações de maltodextrina. Estes resultados corroboram com o obtido por Papazoglou-Dimakopoulou e Katsanidis (2016), que compararam vários tipos de meios osmóticos contendo apenas NaCl e

várias concentrações de maltodextrina (40% a 60%) e encontraram valores similares entre si para perda de água quando comparadas com soluções com altas concentrações de NaCl (20 e 25%). Os mesmos autores observaram que a concentração de maltodextrina no meio osmótico não teve impacto direto no processo e que a concentração de sal na salmoura é o fator mais limitante quando se trata de perda de água e ganho de sal pela matriz cárnea.

Os resultados para a análise de ganho de sólidos (%GS) durante os intervalos de marinação a 10°C nas concentrações de 0, 5, 10 e 20% de maltodextrina e de 33,75% de NaCl são apresentados na Tabela 9.

**Tabela 9** - Média do ganho de sólidos (%GS) contendo diferentes concentrações de maltodextrina (MD) da carne de pescoço de peru marinada a 10°C.

Concentração de MD	Tempo de salga (min)					
	0	20	45	70	95	120
0	-	3,41± 0,01	3,64 ± 0,93	5,42± 0,11	5,80± 0,07	5,48± 0,23
5	-	2,70± 0,37	2,72± 0,30	4,15± 0,20	4,45± 0,26	4,15± 0,71
10	-	1,63± 0,01	2,90 ± 0,34	3,33± 0,13	5,21± 0,00	4,25± 0,39
20	-	1,71± 0,02	3,28± 0,09	3,58± 0,47	5,58± 0,35	4,75± 0,02

Em relação ao ganho de sólidos, soluções osmóticas mais concentradas (20% MD) resultaram em maior ganho de sólidos pela carne de pescoço de peru. Os valores de ganho de sólidos para amostras tratadas em soluções ternárias (maltodextrina acrescida do sal) foram inferiores ao ganho de sólidos obtido nas amostras tratadas somente com NaCl. Isto pode ser explicado pelo fato de a maltodextrina ser um carboidrato complexo ((C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>)<sub>n</sub>), que possui uma estrutura molecular de tamanho grande, na qual constitui um obstáculo à sua difusão no tecido cárneo. Pelo contrário, o NaCl dissocia-se em moléculas menores Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup>, resultando em uma difusão mais rápida na carne, por isso as amostras tratadas somente com NaCl tiveram o maior GS.

Apesar da concentração de maltodextrina não interferir nas características físico-químicas, o seu uso em processos de desidratação osmótica em produtos cárneos é recomendado, considerando a sua ação como agente complementar na marinação, especialmente na efetividade da transferência de massa dos solutos, ao mesmo tempo reduzem o teor de sal nos produtos, o que resulta em produtos desidratados osmoticamente mais saudáveis.

A presença desses agentes osmóticos pode contribuir para o aumento da vida útil do produto cárneo marinado, devido à redução da a<sub>w</sub>. Desta forma, a partir dos resultados é possível verificar que para a realização de marinação com soluções ternárias contendo

maltodextrina pode-se utilizar uma concentração mais baixa deste aditivo (5%), a fim de reduzir custos operacionais e fixar esta concentração como parâmetro no planejamento experimental, sem comprometer as propriedades físico-químicas dos cortes de carne de pescoço de peru marinados.

#### 4.2 Ganho de sólidos e perda e/ou ganho de água durante o processo de marinação

Os valores obtidos experimentalmente para os ensaios de salga úmida em carne de pescoço de peru para perda e/ou ganho de água (PA e/ou GA%), e ganho de sólidos (GS%), segundo o delineamento composto central rotacional utilizado, são apresentados na Tabela 10. Os valores de PA e/ou GA e GS foram calculados de acordo as Equações (8) e (9) citadas anteriormente.

**Tabela 10-**Valores de perda/ganho de água e ganho de sólidos, obtidos experimentalmente após 120 minutos de marinação da carne de pescoço de peru.

Experimentos	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Temperatura (°C)	Concentração de NaCl (%)	PA e/ou GA%	GS%
1	-1	-1	10	10	2,16	1,65
2	+1	-1	20	10	2,0	1,70
3	-1	+1	10	30	-5,98	3,65
4	+1	+1	20	30	-9,02	4,05
5	-1,41	0	8	20	-6,79	3,67
6	+1,41	0	22	20	-3,27	4,98
7	0	-1,41	15	5,9	2,89	0,1
8	0	+1,41	15	34,1	-3,34	6,29
9	0	0	15	20	-3,27	3,9
10	0	0	15	20	-4,95	3,79
11	0	0	15	20	-6,51	3,9

Onde valores positivos correspondem a ganho de água (GA) e valores negativos representam a perda de água (PA) pelos cortes de carne de pescoço de peru.

#### *Perda e/ou ganho de água (PA/GA)*

Os resultados da análise estatística, aplicada aos dados experimentais da perda ou ganho de água (PA/GA) foram determinados através da análise de regressão múltipla e são apresentados na Tabela 11. Os efeitos dos fatores lineares (L), quadráticos (Q) e das

interações, em negrito, foram significativos ao nível de confiança de 95% ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabela 11** - Efeitos da concentração de sólidos e da temperatura no ganho ou perda de água (PA/GA) no processo de salga úmida da carne de pescoço de peru.

Fatores	PA/GA (%)		
	Coefficiente de regressão	Erro padrão	Estatística (p)
Média	4,9053	0,9784	<b>0,0406</b>
T (L)	-0,7626	0,6000	0,2598
C (L)	2,9618	0,6000	<b>0,0043</b>
T x T (Q)	0,3584	0,7161	0,6378
C x C (Q)	-2,0584	0,7161	<b>0,0348</b>
T x C	1,8000	0,8474	0,0870

Diferenças estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ). Em que T corresponde à temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) e C à concentração de NaCl (%).

Desta maneira, é possível verificar que os fatores significativos para PA/GA foram a concentração de NaCl (L) ( $p < 0,05$ ) com efeito positivo e a interação concentração x concentração (Q) ( $p < 0,05$ ) com efeito negativo. Os efeitos lineares positivos indicam que um aumento em qualquer uma dessas variáveis provocará a elevação da PA/GA, enquanto os quadráticos positivos indicam uma região de mínimo na superfície de resposta.

Após a estimativa dos efeitos, verificou-se através da ANOVA a significância da regressão, a 95% de confiança ( $p < 0,05$ ), utilizando o teste F. Os resultados são apresentados na Tabela 12.

Segundo Barros Neto, Scarmino e Bruns (2001), uma regressão, embora significativa do ponto de vista do teste F, pode não ser útil para realizar previsões por cobrir uma faixa de variação pequena dos fatores estudados. Portanto, para assegurar que a regressão seja significativa estatisticamente e o modelo útil para fins preditivos, o valor do  $F_{\text{calculado}}$  para a regressão deve ser no mínimo 4 a 5 vezes maior que do  $F_{\text{tabelado}}$ .

**Tabela 12** -Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para a resposta perda de água ou ganho de água (PA/GA).

Fonte de variação	Soma dos quadrados	Graus de liberdade	Média quadrática	$F_{\text{calculado}}$	$F_c/F_t(>4)$	P
Regressão	1169265	5	233850	8,14	1,61	0,019
Resíduo	1436190	5	287240			
Total	1312884	10				

$R^2 = 0,7812$ ;  $F_{\text{tabelado}(0,95\%)} = 5,05$

De acordo com os resultados, há 78% da variabilidade na resposta que pode ser explicado pelo modelo ( $R^2= 0,7812$ ), que apresentou regressão significativa, com 95% de confiança ( $F_{\text{calculado}} > F_{\text{tabelado}}$ ). Por outro lado, a relação  $F_{\text{calculado}}/F_{\text{tabelado}}$  para a regressão foi inferior 4. Sendo assim, o modelo quadrático para PA/GA não pode ser utilizado para fins preditivos.

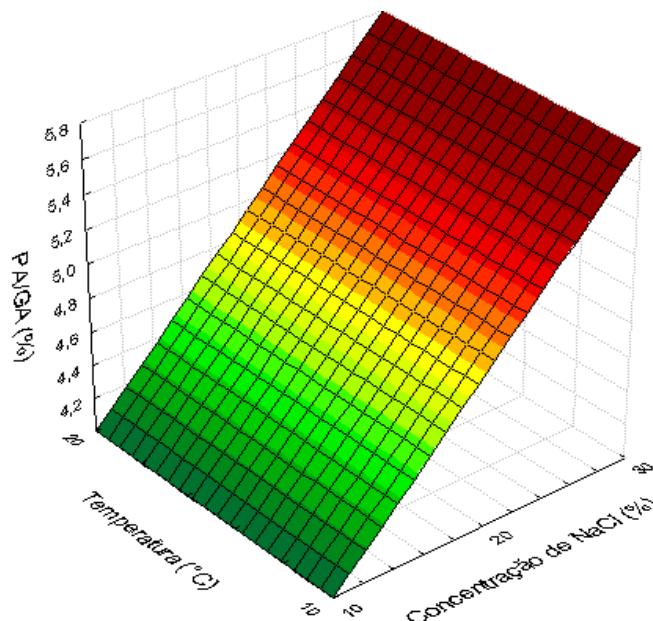
O modelo codificado reduzido proposto para representar a perda de água e/ou ganho de água resultante do processo de marinação da carne de pescoço de peru, dentro dos limites de concentração de NaCl (%) e temperatura (°C) estudados, foi descrito pela Equação 16.

$$PA/GA = 4,90 + 2,96C - 2,06C^2 \quad (16)$$

Onde: PA/GA = perda ou ganho de água (%); T = temperatura (°C) e C = concentração de NaCl (%).

A superfície de resposta (Figura 17- concentração de NaCl e temperatura) foi gerada através do modelo proposto (Equação 16).

**Figura 17** - Superfície de resposta para perda ou ganho de água, relacionando concentração de NaCl (%) e temperatura (°C) para um tempo de 120 min e pressão atmosférica.



Fonte: Própria autoria.

De acordo com a Figura 17, foi possível verificar que valores de perda de água superiores a 5% foram obtidos quando a concentração de salmoura variou de 20 a 30% e, temperatura variou de 15 a 20°C. Verificou-se também que o efeito da concentração sobre a resposta PA/GA foi bem mais representativo que o efeito da temperatura.

Quando a concentração da solução salina foi inferior a 10%, houve ganho de água pelo pescoço de peru, evidenciando a ocorrência do fenômeno de hidratação. Esse comportamento é semelhante ao verificado por Zaitzev et al. (1969), em relação a mudança de peso e de volume do pescado durante a salga. Segundo o autor, quando uma solução de salmoura é usada em baixa concentração, após um ganho inicial de NaCl, ocorre a peptização e solubilização das proteínas, seguida da absorção de parte da água pelo pescado, observando-se assim o fenômeno de hidratação.

O mesmo comportamento observado no pescoço de peru com relação à perda de água também foi observado em diversos tipos de pescado. Tsironi, Salapa e Taoukis (2009) avaliaram os efeitos da concentração de maltodextrina (40, 50 e 60%) com 5% de NaCl e do tempo (0, 20 e 180 min), sobre a desidratação osmótica de files de dourada a 37°C. Neste estudo, todas as condições estudadas provocaram variação significativa na perda de água, porém os tratamentos com maiores concentrações de maltodextrina e tempo proporcionaram maior perda de água e maior redução na  $a_w$  do produto.

Carvalho (2015) investigou os efeitos das variáveis: temperatura, tempo, concentração da solução osmótica e relação massa de produto/volume de solução, sobre as respostas perda de peso (PP), perda de água (PA), ganho de sólidos (GS) no processo de desidratação osmótica do filé de pirarucu (*Arapaima gigas*). Contudo, a PA do produto aumentou com a temperatura e com a concentração de NaCl, e com o tempo, para tempos de contato superiores a 240 min. O mesmo pode ser observado neste trabalho, onde valores de PA aumentaram com o aumento da concentração de salmoura e temperatura.

#### *Ganho de sólidos*

Os resultados da análise estatística aplicada aos dados experimentais do ganho de sólidos (GS) foram determinados através da análise de regressão múltipla e são apresentados na Tabelas 13. Os efeitos dos fatores lineares (L), quadráticos (Q) e das interações, em negrito, são significativos ao nível de confiança de 95% ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabela 13** - Efeitos da concentração de sólidos e da temperatura no ganho de sólidos (GS) no processo de salga úmida da carne de pescoço de peru.

Fatores	GS (%)		
	Coefficiente de regressão	Erro padrão	Estatística (p)
Média	3,8673	0,5584	<b>0,0009</b>
T (L)	0,2880	0,3424	0,4387
C (L)	1,6386	0,3424	<b>0,0049</b>
T x T (Q)	-0,0204	0,4086	0,9619
C x C (Q)	-0,5888	0,4086	0,2091
T x C	0,0875	3,65	0,8635

Diferenças estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ). Em que T corresponde à temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) e C à concentração de NaCl (%).

Através da Tabela 13, foi possível observar que somente a concentração de NaCl (L) ( $p < 0,05$ ) apresentou efeito significativo sobre a resposta GS, mostrando um efeito positivo para essa resposta, ou seja, a maior concentração de NaCl acarretou o aumento do ganho de sólidos. A temperatura e a interação entre temperatura e concentração apesar de não serem estatisticamente significativas, apresentaram efeitos positivos, indicando que um aumento em um dos fatores provocou um aumento no ganho de sólidos.

Após a estimativa dos efeitos, verificou-se através da análise de variância (ANOVA) a significância da regressão, a 95% de confiança ( $p < 0,05$ ), utilizando o teste F. Os resultados são apresentados na Tabela 14.

**Tabela 14** - Análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para a resposta ganho de sólidos (GS).

Fonte de variação	Soma dos quadrados	Graus de liberdade	Média quadrática	$F_{\text{calculado}}$	$F_0/F_t(>4)$	P
Regressão	242170	5	48434	5,18	1,02	0,047
Resíduo	467680	5	0,9353			
Total	288938	10				

$R^2 = 0,7002$ ;  $F_{\text{tabelado}(0,95\%)} = 5,05$

Analisando a Tabela 14, observa-se que o modelo de regressão para o ganho de sólidos se ajustou aos dados experimentais testados, explicando 70% da variabilidade na resposta. Por outro lado, embora o modelo ajustado para o GS tenha apresentado regressão significativa ( $p < 0,05$ ), a relação  $F_{\text{calculado}}/F_{\text{tabelado}}$  para a regressão foi inferior a 4, sendo assim, o modelo quadrático para GS não pode ser utilizado para fins preditivos.

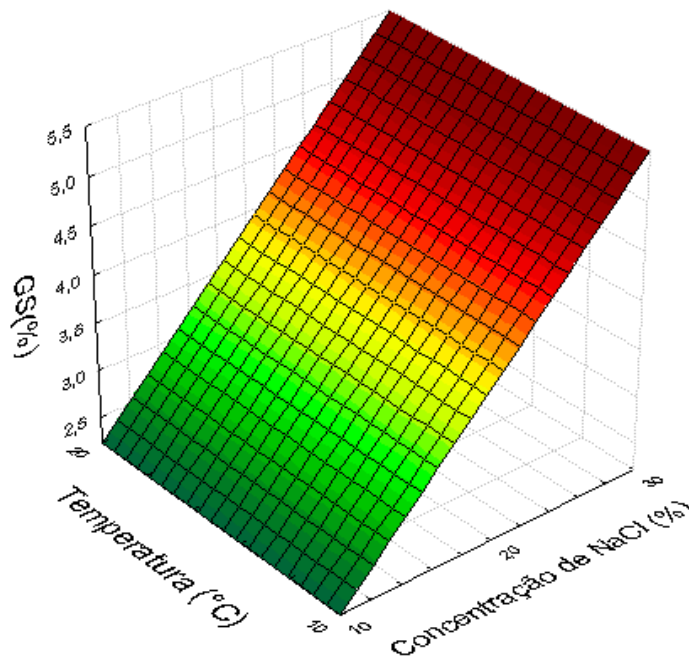
O modelo codificado reduzido proposto para representar o ganho de sólidos resultante do processo de marinação da carne de pescoço de peru, dentro dos limites de concentração de NaCl (%) e temperatura (°C) estudados, foi descrito pela Equação 17:

$$GS = 3,86 + 1,64C \quad (17)$$

Onde: GS= ganho de sólidos (%) e C = concentração de NaCl (%).

A superfície de resposta apresentada pela Figura 18 (concentração de NaCl e temperatura) foi gerada através do modelo proposto (Equação 17). Analisando a Figura 18 é possível constatar que o parâmetro concentração da salmoura foi também o que exerceu maior influência sobre a resposta GS. O ganho de sólidos aumentou à medida que houve o aumento da concentração de NaCl e da temperatura. Vivanco-Pezantes (2006) também verificou dependência do ganho de sólidos em relação à concentração, a temperatura, e ao tempo, ao estudar a desidratação osmótica por pulso de vácuo de filés de bonito.

**Figura 18** - Superfície de resposta para ganho de sólidos, relacionando concentração de NaCl (%) e temperatura (°C) para um tempo de 120 min e pressão atmosférica.



Fonte: Própria autoria.

Na Figura 18 é possível observar que o GS alcançou valores superiores a 4% na faixa



de concentração de 20 a 30% na região de desidratação osmótica. Os menores valores de GS foram obtidos quando se trabalhou com concentração de 5 a 10% na região de hidratação osmótica.

Ribeiro et al. (2008) observaram os menores valores de GS (6,47 - 9,06%), na desidratação osmótica de files de mapará, para temperaturas superiores a 50°C. No presente trabalho os menores valores de GS foram observados para temperaturas inferiores a 15°C e com concentração de NaCl inferiores a 10%.

### 4.3 Ensaios experimentais durante o processo de salga úmida

A perda de água e o ganho de sólidos nas três melhores condições pré-selecionadas de acordo com os critérios do Tópico 3.9 foram determinados pelas Equações (8) e (9), respectivamente, e são apresentados na Tabela 15. Os resultados obtidos para as demais condições do planejamento experimental estão apresentadas no Apêndice E.

**Tabela 15** - Perda de água (%PA) e ganho de sólidos (%GS) durante a salga úmida do pescoço de peru.

Tempo (min)	Perda de água PA (%)			Ganho de sólidos GS (%)		
	T = 8 °C	T = 10 °C	T = 15 °C	T = 8 °C	T = 10 °C	T = 15 °C
	20% NaCl 5% MD	30% NaCl 5% MD	34,1% NaCl 5% MD	20% NaCl 5% MD	30% NaCl 5% MD	34,1% NaCl 5% MD
0	-	-	-	-	-	-
20	5,20	2,05	1,31	2,29	1,82	3,43
45	5,51	2,97	2,15	3,35	2,59	5,70
70	5,22	3,45	2,63	3,67	3,55	5,17
95	6,83	4,88	2,94	3,98	3,24	4,03
120	6,79	5,98	3,34	3,67	3,65	6,29

O processo de salga úmida acarreta a difusão da água da carne para o meio externo, enquanto os sólidos difundem para o interior da matriz cárnea. Esse mecanismo de transferência de massa ocorre em contra fluxo (SABADINI et al., 2001). Os tratamentos na faixa de 20 a 34,1% de NaCl representados na Tabela 15 são caracterizados pelo processo de desidratação osmótica, com perda de água para a solução (PA>0). Isso ocorre devido à diminuição das forças capilares na estrutura do complexo formado por actomiosina e íons cloretos, resultantes da despolimerização dos filamentos de miosina do músculo, o que acarreta à exsudação da água das amostras (SCHIMIDT, 2006).

O ganho de sólidos nas amostras de carne de pescoço de peru foi maior (6,29%) na

temperatura de 15°C em 120 minutos de processo. Nota-se que a penetração de sólidos é maior para temperatura e concentração de NaCl mais elevadas.

Deumier et al. (2003) estimaram, para o processo de salga de carne de peru com tempo de imersão de 240 minutos a 20°C, que o regime de hidratação prevaleceu para processos com concentração de NaCl inferiores a 15,5% e o regime de desidratação para valores de NaCl maiores que essa concentração. Neste trabalho o regime de hidratação prevaleceu quando se utilizou concentração de NaCl inferiores a 10%.

Bampi (2015) obteve ganho de sólidos superior ao deste trabalho, em que realizou a salga úmida em cortes de carne bovina à pressão atmosférica, e com um e três pulsos de vácuo (1PV e 3PV). Ao final de seis horas de salga, o aumento do ganho de sal foi maior com a aplicação de vácuo (9,8%), em relação a salga úmida à pressão osmótica (8,38%). O mesmo foi observado no trabalho de Barat et al. (2003) que também obtiveram um aumento significativo no ganho de sólidos por filés de bacalhau quando imersos em solução saturada de NaCl com a aplicação de vácuo.

Essas diferenças podem estar associadas à geometria do produto, ao tipo de tecido cárneo, além do mecanismo de transferência de massa, uma vez que neste trabalho a carne de pescoço de peru foi submetida a salga unidirecional, enquanto nos trabalhos mencionados acima foram utilizadas a salga úmida por imersão e por isto o mecanismo ocorre de forma tridimensional, onde o ganho de sólidos será maior do que em processos conduzidos em uma única direção.

#### **4.4 Estudo cinético na carne de pescoço de peru durante a salga úmida**

Os dados obtidos experimentalmente foram aplicados ao modelo empírico de Azuara et al. (1992) onde se obteve os parâmetros do modelo, ganho e perda no equilíbrio e a constante  $k$ , expressos na Tabela 16. No Apêndice D estão demonstradas as curvas de ganho de sólidos e perda e/ou ganho de água com o modelo ajustado.

**Tabela 16** - Valores dos parâmetros estimados pelo modelo de Azuara et al. (1992) e parâmetros estatísticos do ajuste de modelo.

Experimentos	Perda e/ou Ganho de Água				Ganho de Sólidos			
	Parâmetros do modelo <sup>a</sup>		Parâmetros estatísticos <sup>b</sup>		Parâmetros do modelo <sup>a</sup>		Parâmetros estatísticos <sup>b</sup>	
	PA/GA <sup>∞</sup>	K	R <sup>2</sup>	MSE	GS <sup>∞</sup>	K	R <sup>2</sup>	MSE
10°C, 10% NaCl, 5% MD	3,27	0,021	0,642	1,6929	2,05	0,027	0,968	0,2556
20°C, 10% NaCl, 5% MD	2,63	0,013	0,673	1,7545	1,98	0,086	0,904	0,2552
10°C, 30% NaCl, 5% MD	-13,53	0,061	0,957	5,4862	4,52	0,033	0,974	0,4283
20°C, 30% NaCl, 5% MD	-10,40	0,015	0,910	1,5969	5,53	0,052	0,925	0,6964
8°C, 20% NaCl, 5% MD	-7,57	0,079	0,856	1,2343	4,50	0,057	0,986	0,2449
22°C, 20% NaCl, 5% MD	-3,67	0,019	0,971	0,2077	5,88	0,025	0,945	0,9363
15°C, 5,9% NaCl, 5% MD	4,94	0,014	0,719	3,0110	0,23	0,004	0,553	0,4859
15°C, 34,1% NaCl, 5% MD	-7,24	0,011	0,788	4,6316	6,08	0,082	0,835	1,0749
15°C, 20% NaCl, 5% MD	-5,57	0,026	0,831	1,5612	5,23	0,035	0,940	0,7515
15°C, 20% NaCl, 5% MD	-4,99	0,016	0,922	0,4890	5,46	0,039	0,911	0,9090
15°C, 20% NaCl, 5% MD	-9,34	0,022	0,949	1,5704	5,44	0,041	0,930	0,7925

<sup>a</sup>Parâmetros estimados pelo modelo de Azuara et al (1992): perda e ganho no equilíbrio (PA/GA<sup>∞</sup> e GS<sup>∞</sup> em g/100g) e constante k; e <sup>b</sup>parâmetros estatísticos do ajuste do modelo de Azuara et al (1992) aos dados experimentais: coeficiente de correlação (R<sup>2</sup>) e erro médio quadrático (MSE).

O ganho de sólidos apresentou bom ajuste do modelo aos dados experimentais com R<sup>2</sup>> 0,90, exceto para o ganho de sólidos durante a marinação a T = 15°C; 5,9% NaCl; 5% MD e 15 °C; 34,1%; 5% MD que obteve o R<sup>2</sup>de 0,553 e 0,835. Por outro lado, a perda e/ou ganho de água não apresentou ajustes satisfatórios com R<sup>2</sup>variando entre 0,64 a 0,97 de acordo com a Tabela 16.O modelo empírico também mostrou um bom ajuste na predição do ganho de sal no tratamento osmótico dos cortes de peito de frango (SCHMIDT; CARCIOFI; LAURINDO, 2008).

A constante k do modelo possibilita avaliar a taxa com a qual o processo atingiu o equilíbrio. Logo, quanto maior o valor de k, maior será a difusão da água ou dos sólidos por unidade de tempo (CARVALHO, 2015). Assim, pode-se afirmar que o maior valor de

k(0,086) para o ganho de sólidos foi na condição de 20°C; 10%NaCl e 5% MD, e para a perda de água o maior valor de k (0,079) foi na condição de 8°C; 20% NaCl e 5% MD.

Schmidt, Carciofi e Laurindo (2008), avaliando a cinética de ganho de água e de ganho de sal durante a salga de cortes de peito de frango imersos, com soluções salinas de 10% e a 5°C, verificaram que o ganho de sal atingiu o equilíbrio mais rápido que o ganho de água, ao observarem valores de k para ganho de água de 0,143 e para ganho de sal de 0,230. Carvalho (2015), avaliando às cinéticas de perda de água e de ganho de sólidos, durante a desidratação osmótica do filé de pirarucu também obteve o maior valor de k para ganho de sólidos (0,227) do que para a perda de água (0,095). O mesmo foi observado neste trabalho onde obteve maior valor de k para o parâmetro ganho de sólidos do que para a perda e/ou ganho de água da carne de pescoço de peru submetida ao processo de salga úmida.

#### 4.5 Determinação da difusividade aparente dos solutos na carne de pescoço de peru

O coeficiente de difusão aparente determinado para cada experimento do planejamento experimental utilizando a solução analítica da Lei de Fick para placa plana infinita é mostrado na Tabela 17, juntamente com o coeficiente de correlação,  $R^2$ .

**Tabela 17** - Difusividade aparente para os solutos durante a salga úmida da carne de pescoço de peru.

Experimentos	$D_{ap}$ (m <sup>2</sup> /s)	$R^2$
10°C, 10% NaCl, 5% MD	3,81 x 10 <sup>-9</sup>	0,9796
20°C, 10% NaCl, 5% MD	5,55 x 10 <sup>-9</sup>	0,9939
10°C, 30% NaCl, 5% MD	4,52 x 10 <sup>-9</sup>	0,9789
20°C, 30% NaCl, 5% MD	2,08 x 10 <sup>-9</sup>	0,8858
8°C, 20% NaCl, 5% MD	5,75 x 10 <sup>-9</sup>	0,9982
22°C, 20%NaCl, 5% MD	2,91 x 10 <sup>-9</sup>	0,8589
15°C, 5,9% NaCl, 5% MD	1,28 x 10 <sup>-9</sup>	0,6111
15°C, 34,1% NaCl, 5% MD	4,92 x 10 <sup>-9</sup>	0,9344
15°C, 20%NaCl, 5% MD	5,58 x 10 <sup>-9</sup>	0,9911
15°C, 20%NaCl, 5% MD	4,59 x 10 <sup>-9</sup>	0,9741
15°C, 20%NaCl, 5% MD	4,81 x 10 <sup>-9</sup>	0,9756

A difusividade aparente dos solutos na carne de pescoço de peru variou de 1,28 x 10<sup>-9</sup>a 5,75 x 10<sup>-9</sup>.Papazoglou-Dimakopoulou& Katsanidis (2016), encontraram valores de coeficientes de difusão aparente para o ganho de sólidos de 1,64 × 10<sup>-9</sup> a 5,46 × 10<sup>-9</sup>m<sup>2</sup>/s para soluções ternárias contendo NaCl e maltodextrina e 1,52 × 10<sup>-9</sup> a 3,13 × 10<sup>-9</sup>m<sup>2</sup>/s para soluções contendo apenas NaCl.Contudo,estes coeficientes de difusão não são diretamente

comparáveis aos valores de  $D_{ap}$  obtidos neste trabalho, visto que os resultados encontrados pelos autores são baseados na segunda lei de Fick para retângulo paralelepípedo.

Diferentes autores na literatura têm utilizado a equação de Fick considerando geometria clássica infinita, no qual os resultados são comparáveis com o presente trabalho. Schmidt (2006) encontrou valores para a difusividade média do sal no peito de frango imersos em salmoura variando entre  $2,5 \times 10^{-10}$  e  $2,9 \times 10^{-10}$   $m^2/s$ . Carvalho (2015) encontrou valores para a difusividade de  $3,77 \times 10^{-10}$   $m^2/s$  e  $3,50 \times 10^{-10}$   $m^2/s$  para a perda de água e o ganho de sal respectivamente, durante a desidratação osmótica de filés de pirarucu. Telis et al. (2003) estudaram a salga úmida de carne de jacaré do Pantanal em diferentes concentrações de sal e em diferentes temperaturas encontrando valores de  $D_{ap}$  que variam de  $4,7 \times 10^{-9}$  a  $9,62 \times 10^{-10}$   $m^2/s$ .

Volpato et al. (2007) estudaram a interferência da concentração de NaCl e fosfato na salmoura e da temperatura de processo para desidratação osmótica em peitos de frango, obtendo difusividades variando entre  $8,99 \times 10^{-10}$  a  $9,55 \times 10^{-10}$   $m^2/s$ . Pode-se explicar esta diferença devido às características do processo avaliadas pelos autores (grau de agitação, volume limitado de salmoura, utilização de fosfato).

Esperava-se que a difusividade aumentasse com o aumento da temperatura, o que aconteceu entre as salgas a 10 °C e a 15 °C, porém a difusividade diminuiu com o aumento da temperatura entre as salgas a 20 °C e a 22°C. O maior valor para a difusividade de sal no pescoço de peru foi para a menor temperatura (8 °C), o que leva a crer que o modelo foi capaz de prever a difusividade para a salga nesta temperatura, uma vez que esse processo obteve o maior  $R^2(0,9982)$ . Por outro lado, o menor valor encontrado para a difusividade de sal no pescoço de peru foi quando se utilizou uma menor concentração de NaCl (5,9%), bem como o menor coeficiente de correlação (0,6111), o que leva a crer que o modelo não foi capaz de prever a difusividade para a salga úmida nessa condição.

A comparação entre valores de difusividade apresentados na literatura torna difícil a definição de um perfil de difusividade, uma vez que há vários métodos para estimativa e modelos que podem ser empregados, bem como à metodologia utilizada para o ajuste da  $D_{ap}$ , onde foi considerado neste trabalho o problema como unidimensional. Outro fator que propicia a variabilidade de resultados na literatura é a estrutura e composição do tecido cárneo, que interferem na difusão de massa no produto, além da composição da salmoura e a utilização de soluções ternárias contendo sal e maltodextrina (CARVALHO, 2015).

#### 4.6 Caracterização física e química da matéria-prima durante o processo de marinação

Nesta seção são apresentados os resultados obtidos nas três melhores condições pré-selecionadas de acordo com os critérios do Tópico 3.9, estabelecidos como parâmetro de processo para elaboração do embutido frescal. Os resultados obtidos para as demais condições do planejamento experimental estão apresentados no Apêndice F.

#### 4.7 Determinação do pH

Os valores de pH foram determinados para a carne *in natura* (tempo 0) e após 120 minutos de salga. O pH médio para o pescoço de peru é apresentado na Tabela 18. Observou-se que o pH para o pescoço de peru *in natura* diferiu estatisticamente ( $p < 0,05$ ) entre as condições avaliadas.

**Tabela 18** - Média do pH para o pescoço de peru nas três condições estudadas durante o processo de salga úmida.

Tempo (min)	pH		
	T = 8 °C 20% NaCl 5% MD p= 0,00008	T = 10 °C 30% NaCl 5% MD p= 0,00004	T = 15 °C 34,1% NaCl 5% MD p=0,00001
0	6,25 ± 0,01	6,27 ± 0,02	6,19 ± 0,01
120	5,99 ± 0,04	6,02 ± 0,01	5,98 ± 0,01

Foram encontrados altos valores de pH para o pescoço de peru *in natura* para as diferentes temperaturas, o que pode indicar uma carne com defeito DFD (*Dark, Firm, Dry*). Os dados de Chan, Omana e Betti (2011) corroboram essa hipótese, pois os autores trabalharam o peito de peru com  $\text{pH} = 6,32 \pm 0,15$  classificado como DFD, e referenciam que esse problema acontece com frequência em carne de peru (GOLI, 2011). A ocorrência da presença de carne DFD entre diferentes tratamentos é possível, uma vez que os pacotes de pescoço de peru foram adquiridos de lotes diferentes para cada temperatura.

Entretanto, outra possibilidade para o elevado valor de pH é a maior concentração de fibras vermelhas no pescoço de peru do que no peito, o qual é rico em fibras brancas. Uma vez que o metabolismo anaeróbio é maior nas fibras brancas que nas vermelhas, tecidos ricos em fibras vermelhas terão menor acidificação *post mortem* que tecidos ricos em fibras brancas. Takahashi et al. (2012) mostraram valores de pH entre 5,64 e 5,92 para o peito de

quatro linhagens diferentes de frangos com diferentes idades, enquanto o pH para a coxa das mesmas linhagens esteve entre 6,04 e 6,17. Contudo, não foram encontrados trabalhos que relatem o pH do pescoço de peru (BARBUT, 2015).

O pH dos cortes de pescoço de peru foi significativamente afetado pelo processo de marinação (redução na ordem de 0,2), conforme apresentado pela Tabela 18. O mesmo comportamento foi observado por Torres et al.(1988), que realizaram a moagem e salga de carne bovina pós *rigor mortis* e observaram que a aplicação de sal na carne provocou o declínio do pH na ordem de 0,2 unidades. Esse efeito de insensibilidade da carne de pescoço de peru ao pH pode ser atribuído ao efeito tampão que as proteínas da carne exercem (FURUKAWA et al.,2004). Da mesma forma, as diferentes condições experimentais avaliadas não influenciaram no pH das amostras após a marinação.

#### 4.8 Força de cisalhamento

Os ensaios para a força de cisalhamento foram efetuados para a carne *in natura*(tempo 0) e após 120 min de salga. Os dados de firmeza da carne expressa em Newton (N) são apresentados na Tabela 19. A força de cisalhamento pode ser usada como parâmetro de avaliação instrumental de um atributo de qualidade sensorial. Isso porque a dureza da carne está relacionada fundamentalmente com a quantidade e o tipo tecido conjuntivo (colágeno e gordura subcutânea, inter e intracelular) e com a distribuição das fibras musculares. A percepção desta dureza baseia-se na apreciação visual e tátil, resistência, facilidade de fragmentação e formação de resíduos da mastigação (ORDÓÑEZ, 2005).

**Tabela 19** - Média da força de cisalhamento, expressa como Firmeza (N) do pescoço de peru *in natura* e ao fim do processo de salga úmida nas três condições estudadas.

Tempo (min)	Firmeza (N)		
	T = 8 °C 20% NaCl 5% MD p= 0,01243	T = 10 °C 30% NaCl 5% MD p= 0,00983	T = 15 °C 34,1% NaCl 5% MD p= 0,00968
0	86,81 ± 11,60	80,01 ± 10,13	85,59 ± 15,33
120	109,10 ± 12,35	115,47 ± 12,15	106,59 ± 16,12

Observou-se que houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) para o pescoço de peru *in natura* e marinado nas três condições avaliadas. No decorrer da salga úmida ocorreu o

aumento da dureza da carne, O mesmo foi observado por Ruiz-Ramírez et al. (2005) que estudaram a relação do conteúdo de água e sal e do pH nos parâmetros de textura em músculos secos e curados. O aumento da dureza está intimamente ligado à perda de água pelo músculo que por sua vez possui relação com o teor de sal e o pH do tecido. Músculos curados com elevado pH apresentam menor conteúdo de gorduras intramusculares, logo possuem maior conteúdo de umidade e portanto, absorvem mais sal durante a cura (RUIZ-RAMÍREZ et al., 2005).

Neste trabalho, notou-se o aumento da firmeza devido à utilização de altas concentrações de sal, visto que normalmente o processo de marinação tem efeito ao contrário, ou seja, o amaciamento da carne. O sal aumenta a dureza dos tecidos, pois concentrações elevadas de NaCl promovem a aproximação da estrutura miofibrilar (RUIZ-RAMÍREZ et al., 2005).

Costa (2006) avaliou a força de cisalhamento dos músculos *Gastrocnemius* e *Pectrocnemius* de peru em diferentes intervalos de tempo após a sangria. Assim, com 6 h (período no qual o *rigor mortis* foi resolvido) a força medida para os músculos foi de 69,33 e 69,43 N respectivamente.

#### **4.9 Umidade**

Os resultados para as análises de umidade durante os períodos de salga úmida, nas três condições estudadas são apresentados na Tabela 20. Observou-se que na temperatura de 8°C e 20% NaCl, não houve diferença significativa no decorrer do tempo ( $p > 0,05$ ). Por outro lado, a umidade na temperatura de 10 °C e 30% de NaCl e 15°C e 34,1% de NaCl apresentaram diferença significativa ( $p < 0,05$ ).



**Tabela 20-** Média da umidade em base úmida (g/100g) para o pescoço de peru marinado nas diferentes condições experimentais estudadas.

Tempo (min)	Umidade (g/100g)		
	T = 8 °C 20% NaCl 5% MD p= 0,08077	T = 10 °C 30% NaCl 5% MD p= 0,00257	T = 15 °C 34,1% NaCl 5% MD p= 0,00065
0	69,08 ± 0,99	70,28 ± 2,37	70,51 ± 0,39
20	67,83 ± 0,39	67,88 ± 0,68	69,08 ± 0,19
45	67,01 ± 0,42	67,22 ± 0,86	67,22 ± 0,86
70	66,85 ± 1,86	66,20 ± 1,08	68,39 ± 0,19
95	65,00 ± 1,75	66,74 ± 2,67	66,19 ± 1,86
120	66,07 ± 1,97	58,92 ± 2,69	66,66 ± 0,61

A umidade inicial para a carne de pescoço de peru marinada se encontrou em torno de 69,96±0,78 g/100g. Esse valor é ligeiramente menor que a umidade encontrada na literatura para coxa e peito de peru, em torno de 75,04%. Essa diferença pode ser explicada pela exsudação do pescoço de peru durante o descongelamento e desossa (TORRES et al., 2000). Outros fatores também interferem na obtenção de cortes cárneos, tais como a espécie animal e a constituição de seus tecidos, assim como a apresentação desses cortes, visto que nesse trabalho o pescoço de peru utilizado foi previamente submetido ao descongelamento antes das análises (WHITING, R. C. e JENKINS, 1981). Assim, uma possível exsudação do pescoço de peru pode ter ocorrido durante o período de descongelamento e desossa no preparo da amostra, dado que o processo de desossa das peças exige manuseio.

No processo de marinação da carne de pescoço de peru, observou-se que a perda de umidade foi consideravelmente maior nos primeiros 20 minutos, independente da concentração de sal utilizada. Nos períodos seguintes de marinação, a perda continuou, porém em menor proporção, demonstrando uma tendência ao equilíbrio osmótico dos cortes cárneos. Esse efeito é esperado, visto que no início do processo os gradientes de concentração da salmoura e da carne são maiores e os mesmos vão reduzindo com o tempo de processo até alcançar o equilíbrio.

Houve redução da umidade dos cortes de carne de pescoço de peru para todas as condições experimentais testadas, o que evidencia que devido à alta concentração de NaCl presente na salmoura ocorreu o processo de desidratação osmótica das amostras e da solubilização das proteínas miofibrilares da carne, o que resultou na perda de massa de água de até 12%. O mesmo comportamento foi observado por Schmidt et al. (2008), que estudaram a impregnação de sais em peito de frango e obtiveram perda de água para os cortes

submetidos ao processo de marinação com 20% de NaCl na salmoura e verificaram que a concentração de sal interfere diretamente no ganho ou perda de água, ou seja, em concentrações menores a 10% espera-se o efeito de hidratação (ganho de água), enquanto em concentrações mais altas de solutos, ocorre a desidratação osmótica.

Desta maneira, para as três condições demonstradas a umidade final do pescoço de peru após 120 minutos de salga se encontrou dentro dos limites estabelecidos pelo MAPA para aves temperadas por processo de marinação, que estabelece um valor máximo de 78% em base úmida (BRASIL, 2017). Contudo, a redução da umidade na carne depois do processo de marinação foi adequada para a elaboração do embutido frescal, visto que minimizará o risco de proliferação microbiana.

#### 4.10 Atividade de água ( $a_w$ )

A variação da atividade de água ( $a_w$ ) ao longo da salga para as três condições avaliadas é apresentada na Tabela 21. Para todas as condições avaliadas os valores de  $a_w$  diferiram estatisticamente entre si ( $p < 0,05$ ). Além disso, os valores de  $a_w$  diminuíram com o tempo de processo. Essa redução está relacionada com a interação das moléculas de água com as proteínas do músculo e com o sal e a maltodextrina no interior das amostras de carne.

**Tabela 21-** Média da atividade de água ( $a_w$ ) para o pescoço de peru marinado nas diferentes condições experimentais estudadas.

Tempo (min)	$a_w$		
	T = 8 °C 20% NaCl 5% MD p= 0,00002	T = 10 °C 30% NaCl 5% MD p= 0,00001	T = 15 °C 34,1% NaCl 5% MD p= 0,00001
0	0,99 ± 0,00	0,99 ± 0,00	0,99 ± 0,00
20	0,97 ± 0,00	0,98 ± 0,00	0,96 ± 0,02
45	0,97 ± 0,00	0,97 ± 0,00	0,94 ± 0,00
70	0,98 ± 0,01	0,96 ± 0,01	0,94 ± 0,00
95	0,96 ± 0,00	0,96 ± 0,01	0,95 ± 0,00
120	0,97 ± 0,00	0,94 ± 0,01	0,91 ± 0,00

Papazoglou-Dimakopoulou e Katsanidis (2016), observaram que os valores de  $a_w$  das amostras de carne bovina foram influenciadas pela natureza e concentração das soluções osmóticas. Especificamente, o valor de  $a_w$  das amostras desidratadas com 60% maltodextrina

+ 5% NaCl por 3 horas a 15 °C foi 0,976, sendo este valor superior ao encontrado neste trabalho em 120 min (0,91).

O uso de altas concentrações de NaCl na solução osmótica aumenta a absorção de sal e conseqüentemente diminuiu a  $a_w$  do produto cárneo. Quando a concentração de NaCl na carne é superior a 5% de NaCl, a desnaturação proteica e a diminuição da capacidade de retenção de água, contribuem ainda mais para a desidratação e o encolhimento da carne (HAMM, 1986).

#### 4.11 Cor

A cor da carne é um importante fator de qualidade que pode ser afetada pelas condições de processamento. Os resultados para a análise de cor para o pescoço de peru marinado durante os períodos de marinação, para as três condições avaliadas são apresentados nas Tabelas 22, 23 e 24, respectivamente.

**Tabela 22** - Resultados para a coordenada de luminosidade ( $L^*$ ) no espaço CIELAB para o pescoço de peru marinado nas diferentes condições experimentais estudadas.

Tempo (min)	$L^*$		
	T = 8 °C 20% NaCl 5% MD p= 0,00904	T = 10 °C 30% NaCl 5% MD p= 0,02453	T = 15 °C 34,1% NaCl 5% MD p= 0,00849
0	45,88 ± 1,79	44,60 ± 1,45	40,93 ± 0,86
20	42,61 ± 2,18	44,94 ± 3,22	39,77 ± 0,49
45	41,10 ± 1,38	43,72 ± 2,00	37,85 ± 2,71
70	39,57 ± 2,93	42,60 ± 0,02	38,62 ± 1,20
95	39,37 ± 2,27	42,11 ± 3,74	37,62 ± 2,19
120	38,97 ± 0,68	42,38 ± 1,72	38,12 ± 1,01

Entre os períodos de salga úmida, observou-se que a luminosidade diferiu estatisticamente ( $p < 0,05$ ) para todos os tratamentos. Desta maneira, os valores de  $L^*$  diminuíram ao longo do tempo de salga úmida para todas as condições avaliadas, indicando que de forma geral, todas as amostras ficaram mais escuras. No entanto, os valores de  $L^*$  determinados a 8 e 10°C são ligeiramente superiores aos valores a 15°C. Segundo Sabadini et al. (2001) para essa alteração de cor, a expressão utilizada na indústria é de “queima”, em que a superfície das peças de carne torna-se visualmente acinzentada.

O mesmo comportamento foi observado por Papazoglou-Dimakopoulou e Katsanidis, (2016), que estudaram o efeito da maltodextrina, cloreto de sódio e fumaça líquida sobre a cinética de transferência de massa da carne bovina desidratada osmoticamente e observaram que amostras processadas em soluções osmóticas ternárias de maltodextrina e NaCl sofreram alterações ( $p < 0,05$ ) nos valores  $L^*$ , indicando cor mais escura.

**Tabela 23** - Resultados para a coordenada de cromaticidade referente à cor vermelha ( $a^*$ ) no espaço CIELAB para o pescoço de peru marinado nas diferentes condições experimentais estudadas.

Tempo (min)	$a^*$		
	T = 8 °C 20% NaCl 5% MD p= 0,00012	T = 10 °C 30% NaCl 5% MD p= 0,00523	T = 15 °C 34,1% NaCl 5% MD p= 0,00006
0	20,55 ± 1,02	20,34 ± 2,25	22,10 ± 3,85
20	17,73 ± 1,38	18,23 ± 1,98	18,71 ± 1,91
45	16,08 ± 0,94	17,43 ± 2,38	17,81 ± 1,08
70	15,26 ± 1,78	15,31 ± 2,39	14,85 ± 0,62
95	15,61 ± 1,28	14,15 ± 0,90	13,05 ± 0,67
120	12,91 ± 1,43	11,73 ± 2,72	9,53 ± 1,45

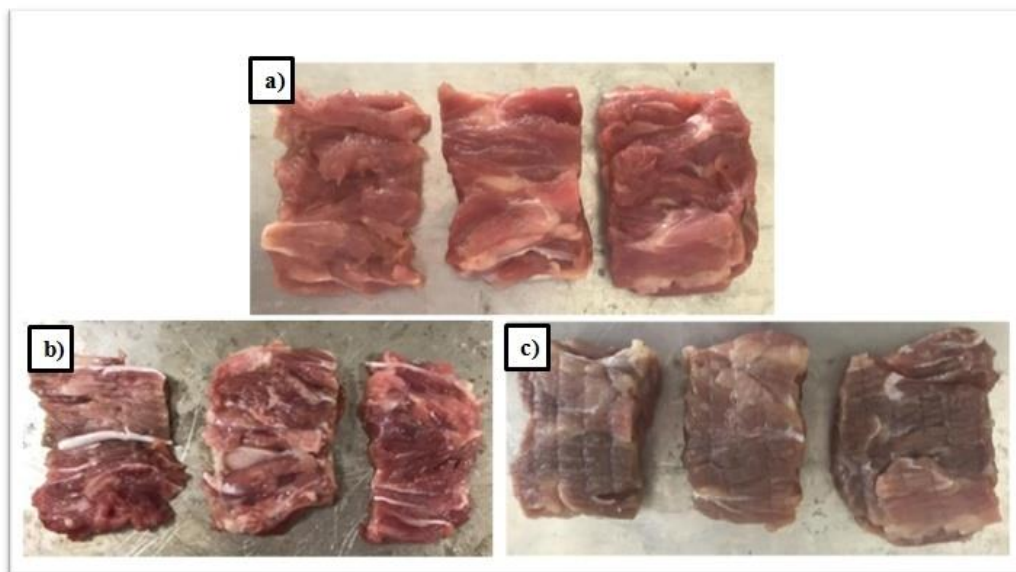
O parâmetro  $a^*$  diferiu estatisticamente ( $p < 0,05$ ) para as três condições avaliadas, onde valores positivos de  $a^*$  indicam a tendência à cor vermelha da carne. No entanto, observou-se que a intensidade da cor vermelha diminuiu com o período de salga para todos os tratamentos. Yalcin e Şeker (2016) também observaram a diminuição do parâmetro  $a^*$  após a salga de peito de peru. A diminuição do valor de  $a^*$  pode ser atribuída à interação do sal e da maltodextrina com os pigmentos da carne (mioglobina). A presença do cloreto de sódio na carne atua como um pró oxidante, acelerando a oxidação da oximioglobina, e desta forma atua deslocando o sentido da reação para a formação da metamioglobina de coloração marrom/castanha clara (PEREDA et al., 2005).

No entanto, essa redução na cor vermelha da carne quando submetida à salga úmida é maior, devido à maior área de contato da amostra com a solução salina. Assim, contribuindo para a formação da metamioglobina, uma vez que a formação desta é favorecida em condições de baixas pressões de oxigênio e na salga úmida a concentração de oxigênio se deve basicamente ao que se encontra diluído na solução salina (ROÇA, 2000).

Papazoglou-Dimakopoulou&Katsanidis, (2016) também obtiveram valores de  $a^*$  reduzidos para a carne bovina, e concluíram que essa redução foi menor que a obtida para

amostras processadas em soluções osmóticas com NaCl, indicando que as amostras de carne tratadas com maltodextrina reteve uma cor mais escura e vermelha do que as amostras tratadas apenas com NaCl. O mesmo comportamento foi observado neste trabalho conforme mostrado na Figura 19.

**Figura 19** - Aparência visual dos cortes de pescoço de peru *in natura* (a) após 120 min de marinação com solução ternária contendo NaCl e maltodextrina (b) e apenas NaCl (c).



Fonte: Própria autoria.

**Tabela 24** - Resultados para a coordenada de cromaticidade  $b^*$  referente a cor amarela no espaço CIELAB para o pescoço de peru marinado nas diferentes condições experimentais estudadas.

Tempo (min)	$b^*$		
	T = 8 °C 20% NaCl 5% MD p= 0,75782	T = 10 °C 30% NaCl 5% MD p= 0,99341	T = 15 °C 34,1% NaCl 5% MD p= 0,75782
0	7,59 ± 0,59	8,13 ± 1,48	8,36 ± 3,80
20	6,10 ± 1,11	8,18 ± 1,99	5,47 ± 0,77
45	6,79 ± 2,08	8,42 ± 3,55	6,50 ± 2,99
70	6,76 ± 0,56	7,09 ± 2,49	5,30 ± 1,93
95	6,36 ± 1,61	7,91 ± 3,05	5,13 ± 0,83
120	6,46 ± 0,71	7,82 ± 3,60	4,94 ± 1,37

O parâmetro  $b^*$  não diferiu estatisticamente durante a salga úmida para todos os tratamentos. Sabadini et al. (2001) avaliaram a alteração da cor em carne bovina durante o

processo de salga úmida e seca a 10 °C à Patm em relação à amostra de carne *in natura*. Os autores também observaram uma queda para os três parâmetros de cor durante a salga úmida de carne, e concluíram que a ação do sal, a presença de pouco oxigênio, a complexação das proteínas, dentre outros fatores, conferiram à carne a cor acinzentada e não o acastanhado que era esperado pela reação de oxidação da oximioglobina à metamioglobina.

O resultado da diferença de cor global ( $\Delta E$ ), calculada pela Equação (14), é apresentado na Tabela 25. Os valores de  $\Delta E$  diferiram estatisticamente ( $p < 0,05$ ) para as três condições avaliadas durante o processo de salga úmida. Observou-se que o aumento da temperatura provocou o aumento da variação de cor, bem como a diferença de cor aumenta proporcionalmente com a concentração de sólidos no tecido.

**Tabela 25-** Diferença global de cor global ( $\Delta E$ ) para a salga úmida de carne de pescoço de peru nas três temperaturas estudadas.

Tempo (min)	T = 8 °C	T = 10 °C	T = 15 °C
	20% NaCl 5% MD p= 0,00001	30% NaCl 5% MD p= 0,00001	34,1% NaCl 5% MD p= 0,03542
0	-	-	-
20	6,71 ± 3,74	5,23 ± 2,57	4,66 ± 2,27
45	7,24 ± 1,69	7,21 ± 1,32	7,79 ± 2,93
70	8,82 ± 2,98	6,80 ± 2,08	8,75 ± 2,54
95	8,18 ± 2,97	8,91 ± 1,69	10,78 ± 2,38
120	9,64 ± 1,52	10,00 ± 1,88	13,64 ± 1,14

Bampi (2015) realizou a salga de carne bovina com redução do teor de sódio e encontrou valores de diferença total de cor entre 7,79 a 14,15, em que os maiores valores foram observados na salga úmida, indicando que esta tem maior influência na alteração da cor das amostras que a salga mista. Essa maior variação na cor se deve basicamente à maior redução sofrida pelo parâmetro de cor  $a^*$  na salga úmida.

De acordo com Roça (2000), essa redução na cor vermelha da carne quando submetida à salga úmida é maior, devido à maior área de contato da amostra com a solução salina. Assim, contribuindo para a formação da metamioglobina, uma vez que a formação desta é favorecida em condições de baixas pressões de oxigênio, uma vez que no processo de salga úmida a concentração de oxigênio se deve basicamente ao que se encontra diluído na solução salina.

Os resultados encontrados confirmam que de fato o sal e a maltodextrina exerceram influência direta na alteração de cor da carne de peçoço de peru, e que as amostras tratadas tinham uma cor diferente da amostra controle.

#### 4.12 Resíduo por incineração - Cinzas

Os resultados para a análise de cinzas ou resíduo por incineração do peçoço de peru no decorrer da salga úmida são apresentados na Tabela 26.

**Tabela 26** - Média do teor de cinzas (%) para o peçoço de peru marinado nas diferentes condições experimentais estudadas.

Tempo (min)	Cinzas		
	T = 8 °C 20% NaCl 5% MD p= 0,00001	T = 10 °C 30% NaCl 5% MD p= 0,00006	T = 15 °C 34,1% NaCl 5% MD p= 0,00002
0	1,01 ± 0,02	1,03 ± 0,13	0,93 ± 0,04
20	3,92 ± 0,11	3,35 ± 0,08	5,08 ± 0,65
45	5,72 ± 1,01	4,15 ± 1,39	6,79 ± 1,89
70	5,56 ± 0,28	6,33 ± 0,55	7,23 ± 0,62
95	6,57 ± 0,39	5,43 ± 0,38	5,97 ± 0,19
120	7,55 ± 0,35	5,96 ± 1,40	8,93 ± 0,27

O teor de cinzas no peçoço de peru *in natura* obtido foi em torno de 1,0%, resultado que está dentro da faixa encontrada por Torres et al.(2000) para o peito e a coxa de peru (0,93% e 1,12% respectivamente), bem como próximo à faixa encontrada por Feijó et al. (2009) para o peito e a coxa de avestruz (1,10% e 1,27% respectivamente).

No decorrer do processo de salga úmida, observou-se aumento do teor de cinzas, que representa indiretamente o ganho de sal na carne, conforme era esperado. Entre o intervalo de 95 min e 120 min de salga, o teor de cinzas diminuiu, possivelmente indicando que o tecido estava atingindo o equilíbrio quanto à perda de água e ganho de sal (TORRES et al., 2000).

Ferreira (2013) otimizou os níveis de tripolifosfato de sódio e cloreto de cálcio em marinados de carne caprina utilizando como matéria-prima, um corte de segunda, o peçoço caprino, e também conclui que os maiores teores de cinzas foram os ensaios com as maiores concentrações dos sais utilizados no experimento.

## Etapa 2: Aplicação da carne de pescoço de peru marinada na elaboração de embutido fresco

### 4.13 Análises físico-químicas do embutido fresco

As características físico-químicas das linguiças frescas nas diferentes formulações são apresentadas nas Tabelas 27 e 28.

**Tabela 27** - Umidade, cinzas, pH, atividade de água e perda de água por cocção das formulações de embutido fresco.

	Formulação 1	Formulação 2	Formulação 3
Umidade (%)	66,44 ± 2,57 <sup>a</sup>	69,61 ± 1,20 <sup>a</sup>	67,79 ± 2,83 <sup>a</sup>
Cinzas (%)	3,39 ± 0,53 <sup>a</sup>	3,46 ± 0,32 <sup>a</sup>	3,39 ± 0,31 <sup>a</sup>
pH	6,15 ± 0,11 <sup>a</sup>	5,87 ± 0,18 <sup>b</sup>	5,94 ± 0,17 <sup>b</sup>
Atividade de água (A <sub>w</sub> )	0,989 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,997 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,995 ± 0,02 <sup>a</sup>
Perda de peso por cocção (%)	42,46 ± 2,86 <sup>a</sup>	21,80 ± 3,85 <sup>c</sup>	33,13 ± 2,50 <sup>b</sup>

Formulação 1: 100% carne de pescoço de peru; Formulação 2: 100%pernil suíno; Formulação 3: 50% carne de pescoço de peru e 50%pernil suíno. Valores seguidos de mesma letra, na mesma linha, não diferem entre si pelo teste *Tukey* com um nível de significância de 5%.

Os valores de umidade encontrados nas linguiças não diferiram estatisticamente entre as formulações ( $p= 0,11566$ ). As médias de umidade das linguiças obtidas neste trabalho encontram-se na faixa de 66,44 a 69,61%, e os resultados estão dentro dos padrões físico-químicos estabelecidos pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Linguiças, que estabelece um máximo de 70% de umidade para linguiças frescas (BRASIL, 2000).CAVALHEIRO et al. (2010), NASCIMENTO et al.(2012) e KONDO, H. (2014) também não observaram variação entre as diferentes formulações estudadas.

O teor de umidade da linguiça foi próximo ao encontrado por Ferreira (2006), onde se reportou em seu trabalho o percentual em torno de 67%. Essa semelhança pode ser atribuída à similaridade entre a metodologia aplicada e os ingredientes utilizados nesse trabalho. Teixeira (2000) observou um aumento no teor de umidade de salsichas de carne de aves com diferentes teores de água e proteína isolada de soja em substituição à gordura ( $p \leq 0,05$ ), provavelmente devido às propriedades higroscópicas deste ingrediente proteico.

O percentual de cinzas encontrado para as linguiças não diferiu estatisticamente entre as formulações ( $p= 0,92155$ ), visto que as médias de cinzas obtidas neste trabalho encontram-se na faixa de 3,39 a 3,46%. Segundo Nascimento et al. (2012) os valores de resíduo mineral



podem aumentar devido à utilização de cloreto de sódio, sais de cura (nitrito e nitrato), condimentos e especiarias nas formulações das linguiças.

Nascimento et al. (2012) desenvolveram linguiças frescas mistas (carne suína, frango e avestruz), encontrando um teor de cinzas médio de 3,09%, valor próximo da faixa de valores obtidos neste estudo. Tais comportamentos foram semelhantes devido ao uso de condimentos e sal de cura. Silva et al. (2013) estudaram a composição centesimal de linguiça fresca de carne caprina e compararam os valores com carne suína e mista, e encontraram os seguintes teores de cinzas: 3,22% (suína), 3,18% (mista) e 2,99% (caprina), portanto os dois primeiros pouco menores que os encontrados para este trabalho (formulação 1, 2 e 3), e o terceiro fora da faixa de valores obtidos neste estudo.

Os valores de pH encontrados para as linguiças diferiram estatisticamente ( $p=0,00299$ ) entre as formulações. Segundo o Regulamento de Inspeção Industrial Sanitária de Produtos de Origem Animal - RIISPOA do Ministério da Agricultura (BRASIL, 1970) não há limites de pH estabelecidos para linguiça, apenas cita-se que o pH deverá ser levemente ácido.

Os valores considerados como normais de pH para produtos cárneos oscilam entre 5,4 e 6,2 (MANTOVANI et al., 2011), sendo assim, os valores de pH das linguiças em estudo encontraram-se dentro da normalidade pois variaram de 5,87 a 6,15 podendo ser classificadas como aptas para o consumo.

O pH foi maior quando se utilizou carne de pescoço de peru na formulação. Isso provavelmente se deve ao fato de a carne de peru possui um pH maior que outras carnes, devido a maior concentração de fibras vermelhas, pois tecidos ricos em fibras vermelhas terão menor acidificação *post mortem* que tecidos ricos em fibras brancas (BARBUT, 2015).

Além do pH da linguiça exercer influência direta sobre sua conservação, está diretamente relacionado à sua coloração e sabor. O pH deve ser suficientemente ácido para facilitar a produção de óxido nítrico (NO) a partir do nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) que combinado com a mioglobina produzirá a coloração rósea típica da linguiça (MILANI et al., 2003).

As médias de atividade de água obtidas neste trabalho encontram-se na faixa de 0,989 a 0,997, sendo que não houve diferença significativa entre as formulações ( $p=0,06838$ ). Os valores de  $a_w$  estão relacionados diretamente com a umidade, como mostra a Tabela 27. A formulação que apresentou maior atividade de água foi a com 100% pernil suíno (formulação 2), que também apresentou a maior umidade em comparação às demais, seguida das formulações 3 e 1.

Não foram encontrados valores de referência para atividade de água do pernil suíno e da carne de pescoço de peru na literatura. Nesse sentido, é possível observar que a  $a_w$  da

formulação contendo 100% de carne de pescoço de peru foi de 0,989. Esse baixo valor de  $a_w$  pode ser justificado devido à carne de pescoço de peru ter possíveis perdas de água durante o processo de descongelamento, e também da exposição da carne ao ambiente durante a desossa.

Durante o processo de cocção os produtos cárneos podem perder peso na forma de água líquida (exsudado que fica no recipiente durante o processo de cocção) como é mostrado na Figura 20, ou por evaporação dentro do forno (PEREIRA, 2012). Nesse sentido, a perda de peso por cocção (PPC) do presente trabalho corresponde à soma dessas duas perdas, visto que foi calculada pela diferença de pesos das amostras antes e após o processo de cocção. De maneira geral, os valores da PPC variaram entre 21,80 a 42,46%, sendo que houve diferença significativa entre as três formulações ( $p= 0,00001$ ).

**Figura 20** - Aparência visual do embutido fresco antes e após o processo de cocção nas três formulações.



Fonte: Própria autoria. F1: 100% carne de pescoço de peru; F2: 100% pernil suíno; F3: 50% carne de pescoço de peru e 50% pernil suíno.

De acordo com Roça (2006) a PPC está relacionada inversamente com a capacidade de retenção de água da carne. Desta maneira, a maior perda de água por cocção foi na formulação 1, seguida da formulação 3 e 2 de acordo com a Tabela 27, visto que na formulação 1 foi percebido visualmente um leve enrugamento na superfície do produto tendo uma redução maior no volume, como mostrado na Figura 20.

Os valores de textura, expressos pela força de cisalhamento sobre as amostras de linguiça fresca, encontrados para as três formulações estão representados na Tabela 28.

**Tabela 28** - Força de cisalhamento e parâmetros de cor instrumental para as formulações de embutido frescal.

	Formulação 1	Formulação 2	Formulação 3
Força de cisalhamento (N)	59,02± 7,25 <sup>a,b</sup>	66,59± 15,35 <sup>b</sup>	50,07± 6,36 <sup>a</sup>
Parâmetro L*	22,47± 3,47 <sup>a</sup>	23,75± 2,61 <sup>a</sup>	23,02± 2,28 <sup>a</sup>
Parâmetro a*	7,11± 0,98 <sup>a</sup>	4,71± 0,78 <sup>b</sup>	7,47± 0,99 <sup>a</sup>
Parâmetro b*	6,09± 1,07 <sup>a</sup>	6,05± 0,86 <sup>a</sup>	6,63± 0,85 <sup>a</sup>
Mudança global de cor ( $\Delta E$ )	4,83± 0,97 <sup>a</sup>	3,90± 2,11 <sup>a</sup>	4,18± 1,56 <sup>a</sup>

Formulação 1: 100% carne de pescoço de peru; Formulação 2: 100% pernil suíno; Formulação 3: 50% carne de pescoço de peru e 50% pernil suíno. Valores seguidos de mesma letra, na mesma linha, não diferem entre si pelo teste *Tukey* com um nível de significância de 5%.

De acordo com Ramos (2007) a textura é um dos atributos que ajuda a melhorar a qualidade dos produtos alimentícios, podendo ser considerada como característica sensorial, pois a mesma expressa a aceitabilidade e a satisfação do consumidor quanto a maciez dos produtos cárneos. Entre as formulações de linguiças estudadas, os resultados apresentaram diferença significativa ( $p= 0,00997$ ). O mesmo comportamento foi encontrado por Seganfredo e Rodrigues (2013) para as três amostras de linguiças toscana com teor de sódio reduzido.

As médias de força de cisalhamento obtidas neste trabalho encontram-se na faixa de 50,07 a 66,59N. Esses resultados se encontram superiores ao observado por Ferreira (2006), que encontrou valores entre 28,44 e 35,11 N para a textura de linguiça suína.

No presente estudo os valores de força de cisalhamento foram mais altos do que outros trabalhos encontrados na literatura científica, sendo assim o produto final apresentou maior rigidez devido ao tipo de matéria-prima utilizada (carne de pescoço de peru e pernil suíno sem adição de outra fonte de gordura) no processo das linguiças frescas.

A média dos valores de L\* (luminosidade) variou de 22,47 a 23,75, sendo que não houve diferença significativa nas três amostras de linguiça frescal ( $p= 0,63656$ ). Nascimento et al. (2012) desenvolveram linguiças frescas elaboradas com carne de avestruz e concluíram que à formulação A (100% carne de avestruz) obteve o menor valor de L\*. Desta maneira, ressaltaram que a carne de avestruz possui uma coloração mais escura, mesmo quando comparada à carne bovina, devido ao alto conteúdo de ferro heme e ao efeito do alto pH, que varia de 5,8 a 6,2, na retenção de água, resultando em menor capacidade de refletir a luz. No presente trabalho o mesmo comportamento pode ser observado, visto que o menor valor do parâmetro L\* foi na formulação 1 devido a carne de pescoço de peru possuir uma coloração mais escura que a carne suína.

A média dos valores de a\* diferiu significativamente nas formulações de linguiça frescal ( $p= 0,00001$ ). Ao analisar os dados apresentados verifica-se que os valores de a\* estão

na faixa de 4,71 a 7,47. As amostras de linguças com 50% de pernil suíno e 50% pescoço de peru apresentaram uma tendência para cor vermelha em relação às demais.

A coloração vermelha de produtos cárneos é um importante componente do apelo visual para consumidores, sendo o índice  $a^*$ , o parâmetro de cor mais sensível na caracterização da cor vermelha e na sua estabilidade. Venturini et al. (2011) avaliando o índice  $a^*$  de linguças frescas de frango observaram o valor médio igual a 8,7. Fato similar foi apresentado por Costa et al. (2011) que avaliando linguça frescal suína obtiveram valor médio de  $a^*= 8$ , ou seja, valores maiores aos apresentados neste trabalho, porém próximos aos obtidos na formulação 3 e 1.

Nascimento et al. (2012) obtiveram maiores valores de  $a^*= 28,44$  em linguças 100% carne de avestruz, mostrando-se mais vermelha que a carne suína e de frango. Comparando com o presente trabalho, a coloração vermelha também foi mais evidente nas formulações contendo carne pescoço de peru como matéria-prima.

O parâmetro  $b^*$  não diferiu estatisticamente entre as formulações testadas ( $p= 0,35556$ ), sendo que suas médias variaram entre 6,05 a 6,63. Seganfredo e Rodrigues (2013) observaram valores superiores que os obtidos neste trabalho para o parâmetro  $b^*$  de linguça toscana com baixo teor de sódio que variou entre 7,10 a 9,47.

Contudo, para que a coloração dos produtos cárneos permaneça com o tom de vermelho desejado, é esperado que os valores de  $b^*$  na amostra sejam baixos e  $a^*$  elevados, desta maneira a formulação 3 (50% de carne de pescoço de peru e 50% de pernil suíno) foi a que obteve a cor vermelha desejada em relação às outras formulações.

Desta maneira, a medida precisa dos parâmetros de cor  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  de produtos cárneos como linguça frescal são complexas de serem realizadas, pois a massa cárnea não é homogênea, sendo que a leitura dos parâmetros em algumas amostras pode ser realizada em pontos com maior ou menor teor de gordura resultando assim, em uma grande variação nos resultados. Talvez também por este motivo houve diferença significativa desses parâmetros entre as formulações testadas.

De acordo com a Tabela 28 não houve diferença significativa nos valores de mudança global de cor ( $\Delta E$ ) entre as formulações ( $p= 0,60812$ ). O  $\Delta E$  mostra que o produto manteve suas características de cor nas três formulações de linguças testadas.

A variação da cor total em carnes pode ser avaliada seguindo a convenção proposta por Abril et al. (2001), onde esta variação é visualmente perceptível para  $\Delta E \geq 0,9$ , de forma que com essa informação é possível diferenciar as carnes em relação ao pH (faixa inferior e

superior a 6,1). Neste trabalho, os valores de  $\Delta E$  demonstram que a alteração de cor pode ser perceptível visualmente.

#### 4.14 Análise sensorial do embutido frescal

##### 4.14.1 Teste de aceitação

A escala de nove pontos foi dividida em três partes: 1 a 3, representando julgamentos desfavoráveis ao produto; 4 a 6, com julgamentos neutros; e 7 a 9, com julgamentos favoráveis. Segundo Teixeira, Meinert e Barbetta (1987), para que o produto seja considerado aceito por suas propriedades sensoriais, é importante que obtenha um índice de aceitação de no mínimo 70%. Assim, se a porcentagem de notas no intervalo de 7 a 9 for igual ou superior a 70%, considera-se que o produto tem boa aceitação para o parâmetro avaliado. As Tabelas 29 e 30 apresentam as porcentagens das notas referentes às formulações 1 e 3.

**Tabela 29** -Porcentagens das notas dos atributos referentes à formulação 1 nos intervalos da escala.

Intervalos	Aparência	Cor	Aroma	Sabor	Impressão geral
1 a 3	0	0	0	0	0
4 a 6	16%	19%	23%	24%	19%
7 a 9	84%	81%	77%	76%	81%

O teste de aceitação mostrou que a formulação 1 obteve porcentagem de notas superior a 70% no intervalo de 7 a 9 (julgamentos favoráveis) para todos os atributos, de acordo com a Tabela 29. Isso significa que para o público geral de consumidores o produto teve boa aceitação. A menor porcentagem nesta mesma faixa foi de 76% para o atributo de sabor seguido do atributo de aroma na faixa de 77%, os demais julgamentos ficaram acima de 80%. Mesmo que aceitáveis o sabor e o aroma podem ter obtido menores porcentagens devido à carne de pescoço de peru, pois constitui uma das matérias-primas com sabor e aroma mais forte e acentuado, não comuns ao consumidor no dia-a-dia.

**Tabela 30** -Porcentagens das notas dos atributos referentes à formulação 3 nos intervalos da escala.

Intervalos	Aparência	Cor	Aroma	Sabor	Impressão Geral
1 a 3	0	0	3%	4%	1%
4 a 6	13%	13%	20%	12%	12%
7 a 9	87%	87%	77%	84%	87%

O teste de aceitação mostrou que a formulação 3 apresentou concentração de notas maior que 70% no intervalo de 7 a 9 para todos os atributos, permitindo afirmar que agradou aos provadores. Desta maneira, os resultados obtidos mostraram uma boa aceitação para a linguiça adicionada de 50% carne de pescoço de peru e 50% pernil suíno. A menor porcentagem nesta mesma faixa foi de 77% para o atributo de aroma, os demais julgamentos ficaram acima de 80%, conforme demonstrado pela Tabela 30.

Silva et al. (2013) desenvolveram linguiça frescal mista de carne suína e caprina e avaliaram o índice de aceitabilidade do produto quanto aos atributos aroma, textura e sabor. E concluíram que às médias obtidas para tais atributos tiveram aceitação bastante considerável com índice de aceitabilidade de aproximadamente 93%. Os valores de notas atribuídas na elaboração de linguiças adicionadas de 50% carne de pescoço de peru e 50% pernil suíno (formulação 3) do presente trabalho foram menores do que demonstrados por Silva et al. (2013).

Na Tabela 31 são apresentadas as médias do teste de Scott-Knott realizado para as formulações 1 e 3 para todos os atributos.

**Tabela 31** - Valores médios obtidos para cada atributo na análise sensorial do embutido frescal.

Formulações	Aparência	Cor	Aroma	Sabor	Impressão Geral
<b>F1</b>	7,24 <sup>a</sup>	7,20 <sup>a</sup>	7,01 <sup>a</sup>	7,16 <sup>a</sup>	7,27 <sup>a</sup>
<b>F3</b>	7,33 <sup>a</sup>	7,28 <sup>a</sup>	7,09 <sup>a</sup>	7,38 <sup>a</sup>	7,51 <sup>a</sup>

Letras iguais na mesma coluna indicam que não houve diferença significativa entre as formulações ( $p > 0,05$ ), pelo teste de Scott-Knott. F1: formulação 1 (100% carne de pescoço de peru.); F3: formulação 3 (50% carne de pescoço de peru e 50% pernil suíno).

De acordo com a Tabela 31, não houve diferença significativa entre as formulações para nenhum atributo ( $p > 0,05$ ) pelo teste de Scott-Knott. Considerando os resultados apresentados, foi possível constatar que as linguiças elaboradas com 100% carne de pescoço de peru e linguiça frescal adicionada 50% carne de pescoço de peru e 50% pernil suíno, foram aceitas, sendo que a linguiça com 50% carne de pescoço de peru e 50% pernil suíno (formulação 3) sobressaiu-se em relação a todos os atributos avaliados.

Neste trabalho, não houve diferença significativa da cor entre as formulações, pois as linguiças foram assadas na panela elétrica do tipo *Air Fryer*® sem óleo que garantiu no produto uma uniformidade na distribuição do calor. Além disso, a utilização do sal de cura favoreceu o processo de desenvolvimento da coloração vermelha/ rósea do embutido frescal, como mostrado na Figura 21.

Capeletto, Damo e Binko (2011) avaliaram sensorialmente as amostras de linguiças toscana com diferentes concentrações de queijos para os atributos impressão global, aparência, cor, aroma, sabor e textura. Conforme os resultados obtidos para atributos aparência, aroma, sabor, textura e impressão global, estatisticamente no nível de 5% de probabilidade as médias atingidas não apresentaram diferenças significativas, somente para o atributo cor houve diferença significativa. No entanto, os autores justificam que esta diferença na cor pode ter sido ocasionada pela falta de uniformidade na distribuição do calor no forno de cozimento, fazendo com que algumas amostras ficassem mais escuras e outras mais claras pela diferença de calor recebida.

**Figura 21**-Aspecto visual da formulação 1 após cocção na panela elétrica do tipo *Air Fryer*® sem óleo.



Fonte: Própria autoria..

A média obtida para os atributos impressão geral e sabor nas linguiças foram próximos aos valores encontrados por Benedict (2014), que obtiveram valores médios entre 7,13 e 7,70 para impressão geral e valores médios entre 7,31 e 7,72 para sabor em amostras de linguiças tipo frescal através de cura natural com extrato de aipo (*Apium graveolens*).

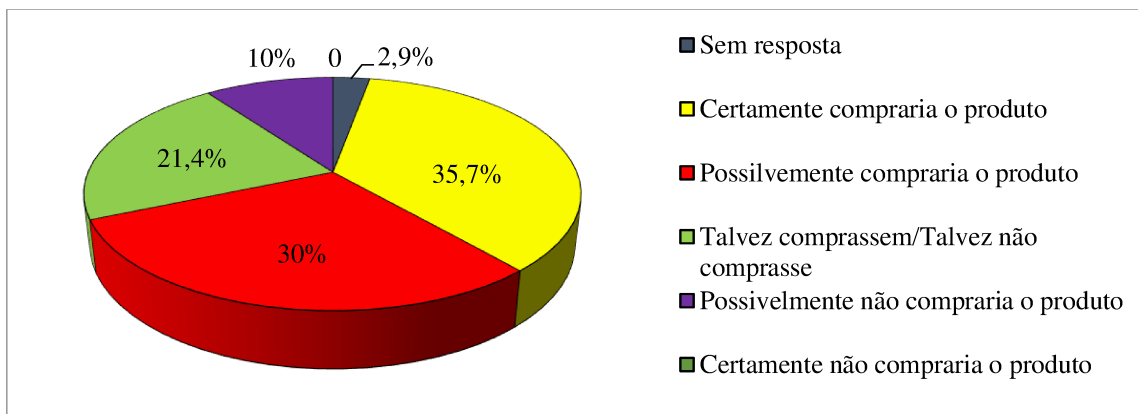
Zinnau (2011) desenvolveu linguiças frescas de filé de frango com queijo e com azeitona e avaliaram sensorialmente em relação aos atributos odor, cor, suculência, sabor e qualidade global. Em relação às médias obtidas desses atributos foi possível constatar que as linguiças de filé de frango com queijo e com azeitona foram aceitas, sendo que a de queijo

sobressaiu-se em relação a todos os atributos avaliados. Os valores das médias para os atributos de linguiça fresca de filé de frango com queijo foram menores que os encontrados neste trabalho para as linguiças elaboradas com 100% carne de pescoço de peru e linguiça fresca adicionada 50% carne de pescoço de peru e 50% pernil suíno.

#### 4.14.2 Intenção de compra

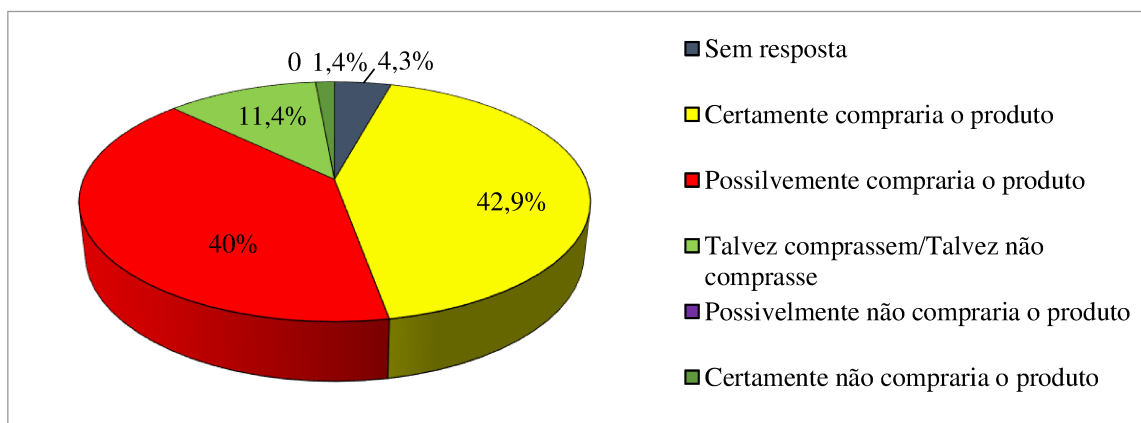
A intenção de compra do consumidor foi avaliada em relação a cada uma das formulações, e está apresentada na Figura 22 e 23.

**Figura 22 - Intenção de Compra para formulação 1.**



A análise da intenção de compra da formulação 1 mostra que 35,7% dos provadores certamente comprariam o produto e 30% possivelmente comprariam, corroborando com a boa aceitação do produto.

**Figura 23 - Intenção de Compra para formulação 3.**





Avaliando a intenção de compra da formulação 3 percebe-se que 42,9% dos provadores certamente comprariam o produto e 40% possivelmente comprariam, confirmando uma aceitação muito boa desta linguiça.

#### 4.14.3 Diferença do controle

Na Tabela 32 são apresentados os resultados obtidos no teste de diferença do controle em relação ao sabor.

**Tabela 32** -Médias das formulações do embutido frescal.

<b>Formulação</b>	<b>Médias</b>
100% pernil suíno (controle)	4,91 <sup>a</sup>
100% carne de pescoço de peru (formulação 1)	4,04 <sup>b</sup>
50% carne de pescoço de peru e 50% pernil suíno (formulação 3)	4,01 <sup>b</sup>

Letras iguais na mesma coluna indicam que não houve diferença significativa entre as formulações ( $p > 0,05$ ), pelo teste de Scott-Knott.

As formulações com 100% carne de pescoço de peru e 50% carne de pescoço de peru e 50% pernil suíno diferiram estatisticamente ao nível de significância 5% da formulação controle (100% pernil suíno) em relação ao sabor. Contudo, não houve diferença significativa entre as formulações 1 e 3 ( $p < 0,05$ ).

Nesse sentido, as médias obtidas para as formulações 1 e 3 foram 4,04 e 4,01 respectivamente, e estão classificadas no escore “ligeiramente melhor que o controle”.

## 5 CONCLUSÕES

Concluiu-se que foi possível desenvolver e validar o aparato experimental a fim de conduzir os processos de salga úmida dentro das condições previstas. O ajuste do modelo empírico foi eficaz na descrição da cinética de ganho de sólidos e perda e/ou ganho de água das amostras. Os resultados da caracterização físico-química durante o processo estão compatíveis aos encontrados na literatura para aves.

Nos resultados obtidos pelo estudo da cinética dos sólidos e da água no tecido cárneo, foi possível elucidar o mecanismo desse processo em função da transferência de massa, através dos modelos matemáticos e sobretudo fornecer parâmetros para a salga com base nesse comportamento.

O coeficiente de difusão aparente para a carne de pescoço de peru apresentou pequena variação entre as temperaturas testadas e esteve compatível com outros produtos cárneos referenciados na literatura. No entanto, o coeficiente de difusão encontrado para a temperatura de 8 °C deveria ser menor do que em outros tratamentos, o que exige investigações futuras sobre este parâmetro.

Contudo, foi possível selecionar a melhor condição de salga úmida, a fim de produzir uma matéria prima com ganho de sal adequado dentro do menor intervalo de tempo possível para o desenvolvimento do embutido frescal com carne de pescoço de peru.

Através da análise sensorial, foi possível perceber que os provadores tiveram boa receptividade com a utilização da carne de pescoço de peru como matéria-prima. Observou-se a viabilidade da utilização de linguiça com carne de pescoço de peru nas formulações desenvolvidas neste trabalho, visto que se obteve boa aceitação em testes afetivos realizados, especialmente para a formulação 3 (50% pescoço de peru e 50% pernil suíno).

No teste de diferença do controle, houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre a amostra controle e as formulações 1 e 3 em relação ao sabor, o que demonstra que os provadores perceberam a influência da carne de pescoço de peru utilizada na elaboração das linguiças.

Desta forma, conclui-se que o embutido frescal a partir da carne de pescoço de peru marinada, possui viabilidade para produção e comercialização, dada a boa receptividade dos provadores com relação à proposta. Sob o ponto de vista tecnológico, o produto tem condições de ser desenvolvido em pequenos e grandes estabelecimentos, sendo uma opção adicional para os consumidores que se torna uma proposta de um novo produto.

## REFERÊNCIAS

- ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual**. [S. I.]: [s.n.], 2015. 248 p. Disponível em: <[http://abpabr.com.br/files/RelatorioAnual\\_UBABEF\\_2015\\_DIGITAL.pdf](http://abpabr.com.br/files/RelatorioAnual_UBABEF_2015_DIGITAL.pdf)>. Acesso em: 29 set. 2017.
- ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual**. [S. I.]: [s.n.], 2017. 248 p. Disponível em: <[http://abpabr.com.br/storage/files/3678c\\_final\\_abpa\\_relatorio\\_anual\\_2016\\_portugues\\_web\\_reduzido.pdf](http://abpabr.com.br/storage/files/3678c_final_abpa_relatorio_anual_2016_portugues_web_reduzido.pdf)>. Acesso em: 26 out. 2017.
- ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual**. [S. I.]: [s.n.], 2018. 99 p. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual-2018.pdf>>. Acesso em: 17 jan. 2019.
- ABRIL, M.; CAMPO, M. M.; ONENC, A.; SANUDO, C.; ALBERTI, P.; NEGUERUELA, A. L. Beef color evolution as a function of ultimate pH. **Meat Science**, v. 58, n.1, p. 69-78, 2001.  
[https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(00\)00133-9](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(00)00133-9)
- AMSA (1995). Research guideline for cookery, sensory evaluation and instrumental tenderness measurements of fresh meat. **National Live-stock and Meat Bard**, Chicago. II.
- AOAC, ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis. 16. ed. Arlington: AOAC, 1990.
- APHA. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4th ed. Washington DC. American Public Health Association. p. 676, 2001.
- ASSIS, F. R.; MORAIS, R. M. S. C.; MORAIS, A. M. M. B. **Mass transfer in osmotic dehydration of food products**: comparison between mathematical models. *Food Eng Ver.* p. 116-133. 2016.
- AZUARA, E. et al. Kinetic model for osmotic dehydration and its relationship with Fick's second law. **International Journal of Food Science And Technology**. México, p. 409-418. 1992. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.13652621.1992.tb01206.x/abstract>>. Acesso em: 24 out. 2017.
- BAGGIO, S. R.; VICENTE, E.; BRAGAGNOLO, N. Cholesterol Oxides, Cholesterol, Total Lipid, and Fatty Acid Composition in Turkey Meat. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.50, 5981-5986, 2002.  
<https://doi.org/10.1021/jf020025c>
- BAMPI, M. **Desenvolvimento de alternativas tecnológicas para a elaboração de um produto cárneo salgado com teor de sódio reduzido**. 2015. 196 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/135254>>. Acesso em: 24 out. 2017.

BARAT, J. M.; FITO, P.; CHIRALT, A. Modelling of simultaneous mass transfer and structural changes in fruit tissues. **Journal of Food Engineering**, v. 49, p. 77-85, 2001. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(00\)00205-3](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(00)00205-3)

BARBUT, S. **The Science of Poultry and Meat Processing**. Guelph: S N, 2015. Disponível em: <<http://www.poultryandmeatprocessing.com/>>. Acesso em: 03 out. 2017.

BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I. S.; BRUNS, R. E. **Como fazer experimentos, pesquisa e desenvolvimento na ciência e na indústria**. Campinas: Editora UNICAMP. p. 401, 2001.

BENEDICT, C. M. **Produção de linguiça frescal (toscana) através de cura natural com extrato de aipo (apium graveolens)**. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação do curso superior de Tecnologia em alimentos apresentado a Universidade Tecnológica federal do Paraná Campus campo mourão. Campo Mourão, 2014.

BIRD, R. B.; STEWART, W. E.; LIGHTFOOT, E. N. **Fenômenos de Transporte**. 2. ed. Equipe de tradução Affonso Silva Telles [et al.] – [Reimpr.]. - Rio de Janeiro: LTC. p. 838, 2014.

BOBBIO, P.A.; BOBBIO, F.O. **Química do processamento de alimentos**. Livraria Varela. São Paulo. p. 142, 2001.

BORRÉ, W. W.; STEIN, M. **Desenvolvimento do salame de frango**. São Carlos, SP, Brasil, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal RIISPOA. Aprova Normas Técnicas Especiais Relativas a Alimentos e Bebidas. Decreto Nº 52.504, de 28 de julho de 1970. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/1970/decreto%20n.52.504,%20de%2028.07.1970.htm>> Acesso em: 25 jan. 2019.

BRASIL, Ministério da Agricultura e do Abastecimento (MAPA). Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Regulamento da Inspeção. Instrução Normativa nº 4, de 31 de março de 2000. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de linguiça. Anexo III - Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Linguiça**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 05 abr. 2000.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Portaria nº 210 de 10 de novembro de 1998. **Regulamento Técnico da Inspeção Tecnológica e Higiénico-Sanitária de Carne de Aves**. Brasília: MAPA, 1998. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 26 nov. 1998. Seção 1, p. 226. Disponível em: <[http://portalantigo.mpba.mp.br/atuacao/ceacon/legislacao/abate/portaria\\_mapa\\_210\\_1998.pdf](http://portalantigo.mpba.mp.br/atuacao/ceacon/legislacao/abate/portaria_mapa_210_1998.pdf)>. Acesso em: 24 set. 2017.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução Normativa N.º 89, de 17 de dezembro de 2003. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Aves Temperadas**. Brasília: MAPA, 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional da Vigilância Sanitária - ANVISA. Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) nº 12/2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**. Brasília, 10/01/2001.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Portaria nº 1, de 07 de outubro de 1981. **Aprovar os Métodos Analíticos para Controle de Produtos de Origem Animal e seus Ingredientes, constituindo-se em Métodos Microbiológicos e Métodos Físicos e Químicos**. Portaria Nº 1, de 07 de Outubro de 1981. Brasília, DF, 13 out. 1981. Seção 1. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=18098>>. Acesso em: 10 nov. 2017.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017. **Aprova o Regulamento Técnico sobre a Identidade e requisitos de qualidade que deve atender o produto cárneo temperado, na forma desta Instrução Normativa**. Brasília: MAPA, 2018.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Decreto Nº 9.013, de 29 de Março de 2017. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA)**. Brasília: MAPA, 2017.

BRESSAN, M.C.; PEREZ, J. R. O. **Tecnologia de Carnes e Pescado**. Lavras: UFLA/FAEPE, Textos acadêmicos, p. 240, 2001.

CAPELETTO, E.; DAMO, J. C.; BINKO, K. T. C. **Desenvolvimento de Linguiça Toscana com queijo**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2011.

CARVALHO, L. A. **Processo combinado de desidratação osmótica e secagem convectiva do filé de pirarucu (*arapaima gigas*)**. 2015. p. 46. Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, do Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

CASTRO-RUBIO, F. et al. Simple and inexpensive method for the reliable determination of soybean proteins in heat-processed meat products: an alternative to the AOAC official method. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, n.2, p.220-226, 2005. <https://doi.org/10.1021/jf049557e>

CAVALHEIRO, C.P. et al. Características físico-químicas de embutido curado fermentado com adição de carne de avestruz associada à de suíno. **Ciência Rural**, v.40, n.2, p.447-452, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v40n2/a466cr1856.pdf>>. Acesso em: 25 jan. 2019.

COSTA, F. **Caracterização do Processo de *rigor mortis* e da maciez dos músculos *Gastrocnemius* e *Pectoralis* efeito da radiação gama na vida comercial da carne de peru (*Meleagris gallopavo*)**. 2006. 145 f. Tese (Doutorado) - Curso de Medicina Veterinária, Centro de Ciências Médicas, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2006. Disponível em: <[http://www.uff.br/higiene\\_veterinaria/teses/fabio\\_costa\\_completa\\_doutorado.pdf](http://www.uff.br/higiene_veterinaria/teses/fabio_costa_completa_doutorado.pdf)>. Acesso em: 30 nov. 2017.

COSTA, M. C. R.; SILVA, C. A.; BRIDI, A. M.; FONSECA, N. A. N.; OBA, A.; SILVA, R. A. M.; SILVA, P. A.; YWAZAKI, M. S.; DALTO, D. B. **Estabilidade lipídica do pernil e da linguiça frescal de suínos tratados com dietas com alta concentração de ácido fólico**. Semina: Ciências agrárias, Londrina, v. 32, suplemento 1, p.1863-1872, 2011.

CORREIA, L. M. M. **Multiplicação de microbiota autóctone e de *Staphylococcus Aureus* inoculado em linguiças frescas produzidas com diferentes concentrações de sais de cura**. 2008. 85 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Tecnologia de Alimentos, Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos do Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, 2008. Disponível em: <<http://www.posalim.ufpr.br/Pesquisa/pdf/dissertaLucyAnneC.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

CORZO, O., BRACHO, N. Equilibrium water and salt contents of sardine sheets during osmotic dehydration. **LWT- Food and Science Technology** 39, 357–363, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2005.02.008>

CHAN, J. T.; OMANA, D. A.; BETTI, M. Effect of ultimate pH and freezing on the biochemical properties of proteins in turkey breast meat. **Food Chemistry**, [s.l.], v. 127, n. 1, p.109-117, jul. 2011.

CRANK, J. **The Mathematics of Diffusion**. Second ed. Clarendon Press, Oxford. p. 414, 1975.

CREMASCO, M. A. **Fundamentos de Transferência de Massa**. 2. ed. Campinas: Editora da Unicamp. p. 725, 2002.

CUSSLER, E. L. **Multicomponent Diffusion**. New York: Elsevier Scientific Publishing Company, 76 p. 1976.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMA, O.R. **Química de Alimentos de Fennema**. 4ª ed. Porto Alegre: Artmed. p. 900, 2010.

DEUMIER, F. et al. Pulsed vacuum brining of poultry meat: interpretation of mass transfer mechanisms. **Journal of Food Engineering**, v. 58, n. 1, p. 85-93, 2003. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(02\)00367-9](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(02)00367-9)

DENG, Y., ZHAO, Y. Effects of pulsed-vacuum and ultrasound on the osmotic dehydration kinetics and microstructure of apples (Fuji). **Journal of Food Engineering** 85, 84–93, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.07.016>

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 3.ed. Curitiba: Champagnat, p. 426, 2011.

FDA. **Food and Drug Administration. Bacteriological Analytical Manual**. Versão online 2011. Disponível em: <<http://www.fda.gov>>. Acesso em: 05 de Novembro de 2011.

FERREIRA, V.L.P. **Análise sensorial - testes discriminativos e afetivos (Manual: Série Qualidade)**. Campinas, SP: PROFIQUA/SBCTA, 2000.

FERREIRA, A. C. **Avaliação físico-química e sensorial de linguiça de carne suína produzida com reduzido teor de gordura e adicionada de concentrados protéicos.** Dissertação apresentada à Escola de Veterinária da Universidade Federal De Minas Gerais. Belo Horizonte, 2006.

FERREIRA, D. N. **Otimização dos níveis de tripolifosfato de sódio e cloreto de cálcio em marinados de carne caprina.** (2013) p. 75. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

FREITAS, J. A. **Introdução à Higiene e Conservação das Matérias primas de Origem Animal.** São Paulo: Atheneu Editor. p. 422, 2015.

FURUKAWA, V.A., SOBRAL, P.J.A.; HABITANTE, A.M.Q.B.; GOMES, J.D.F. (2004). Análise térmica da carne de coelhos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24(2), p.265-269. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0101-20612004000200018>>. Acesso em: 02 jan. 2019.

GAVA, A.J.; SILVA, C.A.; FRIAS, B. E. **Tecnologia de alimentos: princípios e Aplicações.** São Paulo: Nobel, p. 513, 2008.

GONZÁLEZ, T. R.; MATEO, O. J.; TOTOSAUS, A.; PÉREZ, C. M. L. Efect Del massageo o marinado com clorido de cálcio em La textura de carne de bovino. **Ciencia y Tecnologia alimentaria**, v.4, n.4, p. 274-277, 2004.

GOLI, T. Mass transfer dynamics during the acidic marination of turkey meat. **Journal of Food Engineering**, [s.l.], v. 104, n. 1, p.161-168, maio 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.12.010>. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260877410005923>>. Acesso em: 30 nov. 2017.

HAMM, R. **Functional properties of the myofibrillar system and their measurements.** In P. J. Bechtel (Ed.), *Muscle as food* (pp. 135 -199). New York: Academic Press, 1986. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-084190-5.50009-6>

IQA/POA/Carne e Produtos Cárneos/MET POA SLAV 35 03.**Determinação de Cloretos por Argentometria.pdf**>. Acesso em: 10 nov. 2017.

KONDO, H. **Uso de carne ácida de peito de peru em embutido: impacto da formulação nas características tecnológicas do produto.** Londrina, 2014. Disponível em: <[http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/773/1/LD\\_PPGTAL\\_M\\_Kondo%20c%20Henry\\_2014.pdf](http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/773/1/LD_PPGTAL_M_Kondo%20c%20Henry_2014.pdf)>. Acesso em: 25 jan. 2019.

LEITE, C. E. C.; FIORELLI, R. B.**Desenvolvimento de um marinado a base de poedeiras de descarte.** Trabalho de Conclusão de Curso do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, 2013. Disponível em: <[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2088/1/FB\\_COALM\\_2013\\_1\\_05.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2088/1/FB_COALM_2013_1_05.pdf)>. Acesso em: 24 out. 2017.

MACHADO, M. F., OLIVEIRA, F.A.R., CUNHA, L.M. Effect of milk fat and total solids concentration on the kinetics of moisture uptake by ready-to-eat breakfast cereal. **International Journal of Food Science and Technology** 34, 47–57, 1999. Disponível em: <<https://doi.org/10.1046/j.1365-2621.1999.00238.x>>. Acesso em: 02. Jan. 2019.

MANTOVANI, D.; CORAZZA, M. L.; CARDOZO FILHO, L.; COSTA, S. C. Avaliação higiênico-sanitária de linguças tipo frescal após inspeção sanitária realizada por órgãos federal, estadual e municipal na região noroeste do Paraná. **Revista Saúde e Pesquisa**, v.4, n.3, p.357-362, 2011.

MARTINS, R. Dossiê Técnico. **Produção de linguça frescal**. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <http://www.sbrt.ibict.br/dossie-tecnico/downloadsDT/MTQy> Acesso em: 03 de Jul. 2018.

MAPA. **Determinação de cloretos em produtos de origem animal por argentometria**. 2014. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/Aniamal/Laboratórios/Metodos](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Aniamal/Laboratórios/Metodos)>. Acesso em: 09 out. 2017.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. Sensory evaluation techniques.4. ed. Boca Raton: CRC Press, p. 448, 2007.

MENNUCCI, T. A. **Avaliação das condições higiênico-sanitárias da carne-de-sol comercializada em “casas do norte” no município de Diadema – SP**. 2009. 121 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Saúde Pública, Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6135/tde-24102009-091918/pt-br.php>>. Acesso em: 09 out. 2017.

MILANI, L.I.G.; FRIES, L.L. M; PAZ, P.B.; BELLÉ, M.; TERRA, N.N. **Bioproteção de linguça de frango**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v.23, n.2, p.161-166, 2003. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612003000200010>

MOMED, A. A. D.; SACAMA, F. D. Composição físico-química e sensorial das formulações de sumo e néctar de água de coco e polpa de ananás. 54 f. Monografia (Licenciatura em Engenharia Alimentar). Universidade Católica de Moçambique Faculdade de Engenharia, Chimoio, 2016.

MONTEIRO, A. **Pescoço de peru à milanesa disputa festival 'Roda de Boteco' de Vitória**. Disponível em: <<http://g1.globo.com/espírito-santo/noticia/2012/07/pescoco-de-peru-milanesa-disputa-festival-roda-de-boteco-de-vitoria.html>>. Acesso em: 28 nov. 2017.

MONTOYA, A.; CAICEDO, S.; MONTOYA, I. A. Análisis de las oportunidades de aumento de consumo de carne de pavo (Meleagris gallopavo) em Colombia. **Suma de Negócios**, [s.l.], v. 6, n. 14, p.183-193. Elsevier BV. Jul, 2015.

MORAES, K. S. de. **Recuperação e utilização de proteína da carne de frango por processo de mudança de pH**. 2009. 137 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia e Ciência de Alimentos, Química e Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2009. Disponível em: <<http://repositorio.furg.br/handle/1/2696>>. Acesso em: 23 out. 2017.



MUJAFFAR, S., SANKAT, C., 2005. The mathematical modeling of the osmotic dehydration of shark fillets at different brine temperatures. **International Journal of Food Science and Technology** 40, 1–12.

MUJUMDAR, A.S. **Handbook of Industrial Drying**. 3<sup>a</sup> ed. CRC press. p. 1287, 2006.  
<https://doi.org/10.1201/9781420017618>

NASCIMENTO, R. S.; FONSECA, A. B. M.; FRANCO, R. M.; MIRANDA, Z. B. **Linguças frescas elaboradas com carne mista: características físico-químicas**. *Ciência Rural*. v.42. n.1. p.184-188, 2012.  
<https://doi.org/10.1590/S0103-84782012000100030>

NASSU, R. T. *Análise sensorial de carne: conceitos e recomendações*. São Carlos, SP , 2007.

OECD. **OECD-FAO Agricultural Outlook 2015**, OECD Publishing, Paris, 2015. 148p.  
 Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1787/agr\\_outlook-2015-en](http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2015-en)>. Acesso em: 12 mar. 2017

PAPAZOGLU-DIMAKOPOULOU. D. e KATSANIDIS, E. Mass transfer kinetics during osmotic processing of beef meat using ternary solutions. **Food and bioproducts processing** 100. p. 560-569, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.fbp.2016.09.001>>. Acesso em: 02 jan. 2019.

PAPAZOGLU-DIMAKOPOULOU. D. e KATSANIDIS, E. Effect of Maltodextrin, Sodium Chloride, and Liquid Smoke on the Mass Transfer Kinetics and Storage Stability of Osmotically Dehydrated Beef Meat. **Food Bioprocess Technology**, v.10, p. 2034-2045, 2016.  
 Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11947-017-1973-5>>. Acesso em: 18 out. 2018.

PARDI, M. C.; SANTOS, I.F.; SOUZA, E.R.; PARDI, H.S. **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne**. Niteroi, RJ: EDUFF, p. 1110, 1996.

PEARSON, A. M.; GILLET, T. A. *Processed meats*. New York: **Chapman & Hall**, p. 448, 1996. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/978-1-4615-7685-3>>. Acesso e: 02 out. 2018.

PEREDA, J.A. O.; RODRÍGUEZ, M. I.C.; ÁLVAREZ, L.F.; SANZ, M.L.G.; MINGUILLÓN, G.D.G. de F.; PERALES, L. de La H., CORTECERO, M. D. S. **Tecnologia de Alimentos - Alimentos de Origem Animal**, v. 2, Rio Grande do Sul, Porto Alegre: Artmed, p. 279, 2005.

PEREIRA, L. A. **Estudo comparativo de técnicas de determinação da força de cisalhamento de carnes**. Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2012.

PEREZ, A.C.A.; AVDOLOV, N.; NEIVA, C.R.P.; LEMOS NETO, M.J.; LOPES, R.G.; TOMITA, R.Y.; FURLAN, É.F.; MACHADO, T.M. **Procedimentos higiênico-sanitários para a indústria e inspetores de pescado: recomendações**. 2007. Disponível em:<<http://www.gipescado.com.br/arquivos/minsp.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2017.

PIGNATA, M. C.; VIANA, P. T.; COVRE, L. et al. Avaliação físico-química e microbiológica na determinação da qualidade da carne de sol. **Pubvet: Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, Londrina, v. 4, n. 40, p.979-1000, jan. 2010. Disponível

em: <<http://www.pubvet.com.br/uploads/489ede8cbfae8ae1e296043d9719ead8.pdf>>. Acesso em: 9 out. 2017.

PULICI, R.; ALVES, F. R.; GAMEIRO, A. H. **Aceitação e segmentação do mercado de produtos derivados da carne de peru.** In: XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, SOBER, 2008.

RIBEIRO, S. C. A.; PARK, K. J.; HUBINGER, M D.; RIBEIRO, C. de F. A.; ARAUJO, E. A. F.; TOBINAGA, S. Otimização da desidratação osmótica de filés de mapará (*Hypophthalmusedentatus*) através da metodologia de superfície de resposta. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v.28, n.2, p.485-492, 2008.

ROÇA, R.O. **Tecnologia da carne e produtos derivados.** Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, p. 202, 2RÖDEL, W.; SCHEUER, R.; WAGNER, H. **Nuevo Metodo para la Determinacion de la Actividad Aguaen Productos Cárnios Fleisch wirtschaft**,v.2,p.36-41, 1990..990..

ROMANELLI, P.F. **Propriedades tecnológicas da carne do jacaré do pantanal *Caimancrocodilusyacare* (DAUDIN, 1802) (Reptilia Crocodilia).** 1995. 139f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade de Campinas.Campinas, 1995. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=000099141>>. Acesso em: 24 abr. 2017.

RUIZ-RAMÍREZ, J. et al. Relationship between water content, NaCl content, pH and texture parameters in dry-cured muscles. **Meat Science**, [s.l.], v. 70, n. 4, p.579-587, ago. 2005. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.02.007>. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030917400500080X>>. Acesso em: 30 nov. 2017.

SABADINI, E.; HUBINGER, M.D.; SOBRAL, P.J. do A.; CARVALHO, B.C. Jr. Alterações da atividade de água e da cor da carne no processo de elaboração da carne salgada desidratada. **Ciência Tecnologia. Alimentos**, v.21(1), p. 14-19, 2001.

SEBRANEK, J. G. Basic Curing Ingredients. In: *Ingredients in Meat Products - Properties, Functionality and Applications*. Editado por: Tarté, R. **Editora Springer**.p. 421, 2009. [https://doi.org/10.1007/978-0-387-71327-4\\_1](https://doi.org/10.1007/978-0-387-71327-4_1)

SEGANFREDO, D.; RODRIGUES, S. **Elaboração de linguiça Toscana com teor reduzido de sódio.** Trabalho de Conclusão de Curso apresentado do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2013.

SILVA, D. P.; SILVA, T. S.; SILVA, D. P.; CHAGAS, J.; SCHEIDT, G. N. **Análise físico-química e sensorial de linguiça frescal mista de carne suína e caprina.** **Revista Verde (Mossoró – RN)**, v. 8, n. 3, p. 239 - 246, Jul - Set, 2013.

SCHMIDT, F. C. **Estudo das trocas de massa durante o tratamento de cortes de peito de frango com soluções salinas.** 2006. 104 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/89486>>. Acesso em: 14 out. 2017.

SCHMIDT, F. C.; CARCIOFI, B. A. M.; LAURINDO, J. B. Efeito da impregnação a vácuo na transferência de massa durante o processo de salga de cortes de peito de frango. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [s.l.], v. 28, n. 2, p.366-372, jun. 2008. Fap UNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-20612008000200015>. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-20612008000200015](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612008000200015)>. Acesso em: 14 out. 2017.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory Evaluation Practices**. 3. ed. California: Food science and technology. p. 365, 2004.

TAKAHASHI, G. **Ingredientes e suas funções na fabricação de produtos cárneos**. Revista Nacional da Carne. n. 199, ano XVII, p. 14-18. São Paulo, 1993.

TEIXEIRA, C. T. **Avaliação microbiológica, físico-química e sensorial de salsicha de carne de ave com diferentes teores de água e proteína isolada de soja em substituição a gordura**. 80f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Faculdade de Veterinária, UFF, Niterói, 2000.

TEIXEIRA E.; MEINERT E. M.; BARBETTA P. A. **Análise sensorial de alimentos**. Florianópolis (SC): Editora da UFSC; 1987.

TEIXEIRA, S. **Como marinar carnes - seleção da carne, temperos utilizados e passo a passo da marinação**. Disponível em: <<https://www.cpt.com.br/cursos-processamentodecarne-comomontar/artigos/como-marinar-carne-selecao-da-carne-temperos-utilizados-e-passo-a-passo-da-marinacao>>. Acesso em: 28 nov. 2017.

TELIS, V. R. N. et al. Salting kinetics and salt diffusivities in farmed Pantanal caiman muscle. **Pesq. Agropec. Bras.**, [s.l.], v. 38, n. 4, p.529-535, abr. 2003. Fap UNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2003000400012>. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-204X2003000400012](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2003000400012)>. Acesso em: 14 out. 2017.

TORRES, E. et al. Effect of salt on oxidative changes in pre- and post-rigor ground beef. **Meat Science**, [s.l.], v. 23, n. 3, p.151-163, jan. 1988. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0309-1740\(88\)90031-9](http://dx.doi.org/10.1016/0309-1740(88)90031-9). Disponível em:<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0309174088900319>>. Acesso em: 30 nov. 2017.

TORRES, E. A. F. S. et al. Composição centesimal e valor calórico de alimentos de origem animal. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [s.l.], v. 20, n. 2, p.145-150, ago. 2000. Fap UNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-20612000000200003>. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-20612000000200003](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612000000200003)>. Acesso em: 30 nov. 2017.

TSIRONI, N. T.; TAOUKIS, S. P. Modeling microbial spoilage and quality of gilthead sea bream fillets: combined effect of osmotic pretreatment, modified atmosphere packaging, and nisin on shelf life. **Journal of Food Science**, v.75, n.4, p. 243-251, 2010. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01574.x>

RAMOS, E. M.; Gomide, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2007.

ROÇA, R.O. **Tecnologia da carne e produtos derivados**. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas. p.202. UNESP, 2000.

ROÇA, R. O. **Composição química da carne**. Laboratório de Tecnologia dos Produtos de Origem Animal Fazenda Experimental Lageado. F. C. A. – UNESP- *Campus* de Botucatu – SP, 2006.

VENTURINI, A.C.; CAVENAGUI, A.D.; CASTILLO, C.J.C.; QUINONES, E.M. **Sensory and microbiological evaluation of uncured fresh chicken sausage with reduced fat content**. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.31, n.3, p.629-634, 2011.  
<https://doi.org/10.1590/S0101-20612011000300012>

VIANA, A.G. Tecnologia de marinados, glazes e rubs. **Revista Nacional da Carne**, v. 335, p. 64-65, 2005.

VIVANCO-PEZANTES, D. **Estudo das operações combinadas da desidratação osmótica a vácuo, defumação líquida e secagem em filés de bonito (*Sarda sarda*)**.2006. 251 p. Tese – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

VOLPATO, G. Kinetics of the diffusion of sodium chloride in chicken breast (pectoralis major) during curing. **Journal of Food Engineering**, Florianópolis, v. 79, p.779-785, 2007. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260877406002330>>. Acesso em: 24 out. 2017.

XARGAYÓ, M.; LAGARES, J.; FERNÁNDEZ, E.; RUIZ, D.; BORRELL, D. **Marination of fresh meat by means of spray effect: influence of spray injection on the quality of marinated products**, 2001. Disponível em: <<http://en.metalquimia.com/upload/document/article-en-7.pdf>>. Acesso em: 18 out. 2017.

XIONG, Y. L. Role of myofibrillar proteins in water-binding in brine-enhanced meats. **Food Research International**, v. 38, p. 281-287, 2005.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2004.03.013>

WHITING, R.C.; JENKINS, R.K. Comparison of rabbit beef and chicken meats for functional properties and frankfurter processing. **Journal Food Science**, v.46, p.169-196, 1981. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2621.1981.tb04465.x/abstract>>. Acesso em: 30 nov. 2017.

YALÇIN, M. Y.; ŞEKER, M. Effect of salt and moisture content reduction on physical and microbiological properties of salted, pressed and freeze dried turkey meat. **Lwt - Food Science And Technology**, [s.l.], v. 68, p.153-159, maio 2016. Elsevier BV.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2015.12.032>  
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.12.032>

YUSOP, S. M.; O’SULLIVAN, M. G.; KERRY, J. P. Marinating and enhancement of the nutritional content of processed meat products. In: *Processed meats - Improving safety, nutrition and quality*. Editado por: Kerry, J. P.; Kerry, J. F. **Wood head Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition**: n° 211, 2011.  
<https://doi.org/10.1533/9780857092946.3.421>

ZAITSEV, V. et. al. Salting and marinading, In Fish Curing Processing, Moscow, **Mir. Publishers**, 1969.

ZINNAU, E. R. **Desenvolvimento de Linguiças Frescas de Filé de Frango com Queijo e com Azeitona**. Bento Gonçalves: IFRS, 2011. 50 p. Curso: Tecnologia em Alimentos.

Disponível em:

<[http://bento.ifrs.edu.br/site/midias/arquivos/2012424102432265tcc\\_estelita\\_final-pronto\\_134\\_pfd.pdf](http://bento.ifrs.edu.br/site/midias/arquivos/2012424102432265tcc_estelita_final-pronto_134_pfd.pdf)>. Acesso em: 28 jan. 2019.

**APÊNDICES**

<b>APÊNDICE A</b> - Termo de Consentimento livre e esclarecido.....	88
<b>APÊNDICE B</b> - Ficha de aceitação.....	89
<b>APÊNDICE C</b> - Diferença do controle.....	90
<b>APÊNDICE D</b> - Curvas do modelo empírico de Azuara ajustadas.....	91
<b>APÊNDICE E</b> - Ensaios experimentais durante o processo de salga úmida.....	94
<b>APÊNDICE F</b> - Caracterização física e química da matéria prima durante o processo de marinação.....	95

## APÊNDICE A -TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado (a) para participar da pesquisa intitulada “Desenvolvimento de embutido frescal a partir da carne de pescoço de peru marinada”, sob a responsabilidade dos pesquisadores Profª. Marieli de Lima, Amanda Cristina de Souza e Mariana Martins Ferreira.

Nesta pesquisa nós estamos buscando verificar a aceitação de linguiça frescal a partir da carne de pescoço de peru marinada.

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido será obtido pelas pesquisadoras Amanda Cristina de Souza e Mariana Martins Ferreira, antes de servir a amostra de linguiça frescal para degustação.

Na sua participação você deverá ingerir um pequeno pedaço de linguiça e preencher na escala da ficha de avaliação a sua opinião.

O risco de ocorrer à identificação do participante é mínimo. Os resultados da pesquisa serão publicados e ainda assim a sua identidade será preservada.

Você não terá nenhum gasto e ganho financeiro por participar na pesquisa.

Os riscos consistem em ocasional alergia a algum componente da formulação da linguiça frescal, provocando diarreia, flatulência e/ou coceira.

Você é livre para deixar de participar da pesquisa a qualquer momento sem nenhum prejuízo ou coação.

Uma via original deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com você. Qualquer dúvida a respeito da pesquisa, você poderá entrar em contato com: Marieli de Lima, Amanda Cristina de Souza e Mariana Martins Ferreira, na Av. Getúlio Vargas, 230, Patos de Minas, MG, ou pelo telefone (34) 3823-3714. Poderá também entrar em contato com o Comitê de Ética na Pesquisa com Seres-Humanos – Universidade Federal de Uberlândia: Av. João Naves de Ávila, nº 2121, bloco A, sala 224, Campus Santa Mônica – Uberlândia –MG, CEP: 38408-100; fone: 34-32394131.

Patos de Minas, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2018.

---

Assinatura dos pesquisadores

Eu aceito participar do projeto citado acima, voluntariamente, após ter sido devidamente esclarecido.

---

Participante da Pesquisa





**APÊNDICE C - DIFERENÇA DO CONTROLE**

Produto: linguiça

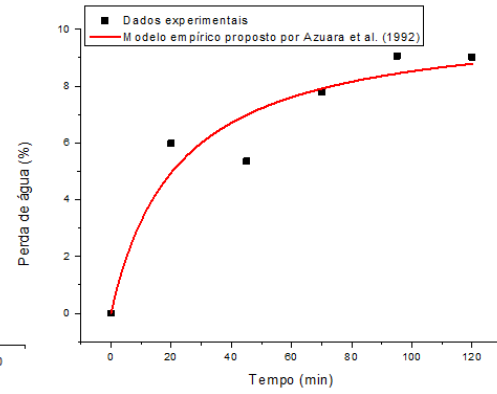
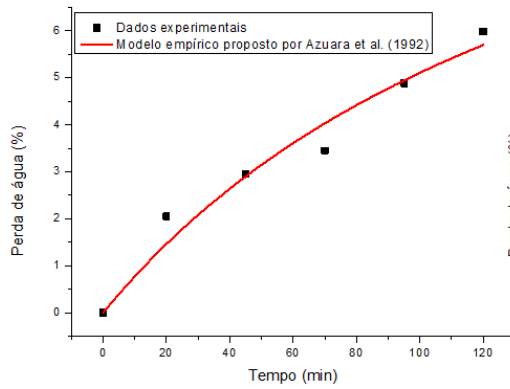
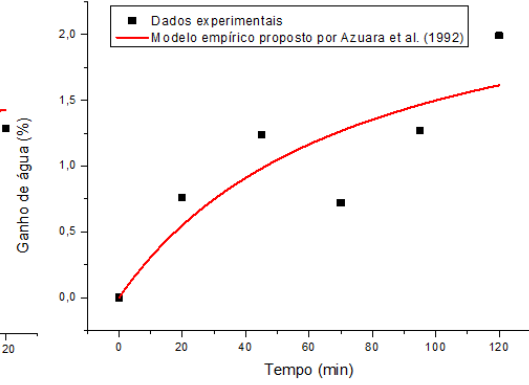
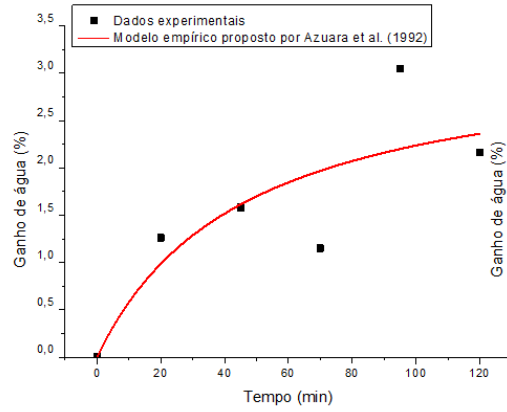
Você está recebendo uma amostra controle (C) e 3 amostras codificadas. Por favor, prove da esquerda para direita, compare cada amostra com o controle e identifique se é melhor, igual ou pior que o controle **em relação ao sabor**. Em seguida, assinale o grau de diferença de acordo com a escala:

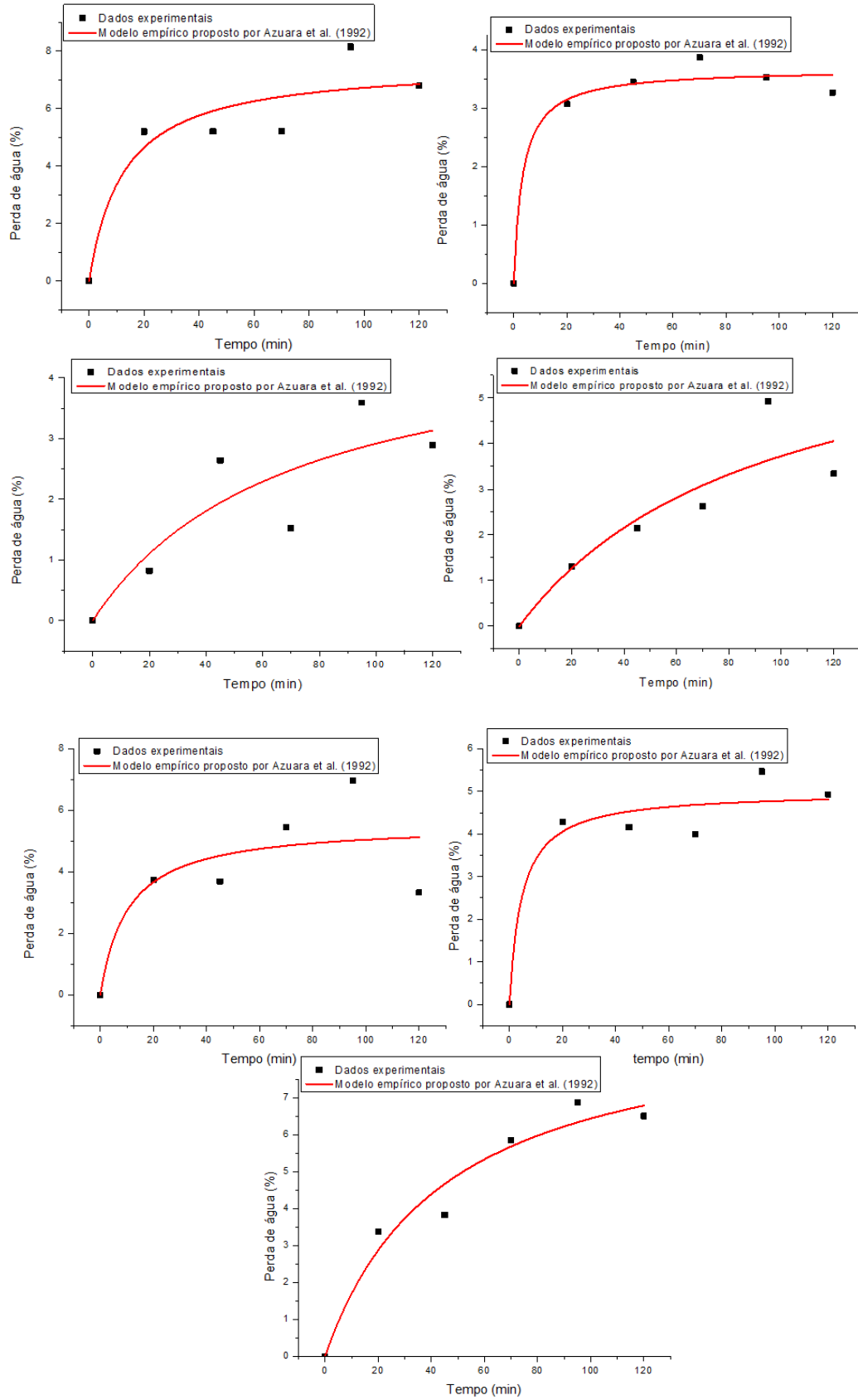
1. Extremamente melhor que o controle
2. Muito melhor que o controle
3. Regularmente melhor que o controle
4. Ligeiramente melhor que o controle
5. Nenhuma diferença do controle
6. Ligeiramente pior que o controle
7. Regularmente pior que o controle
8. Muito pior que o controle
9. Extremamente pior que o controle

<b>N° da amostra</b>	<b>Valor (1 a 9)</b>

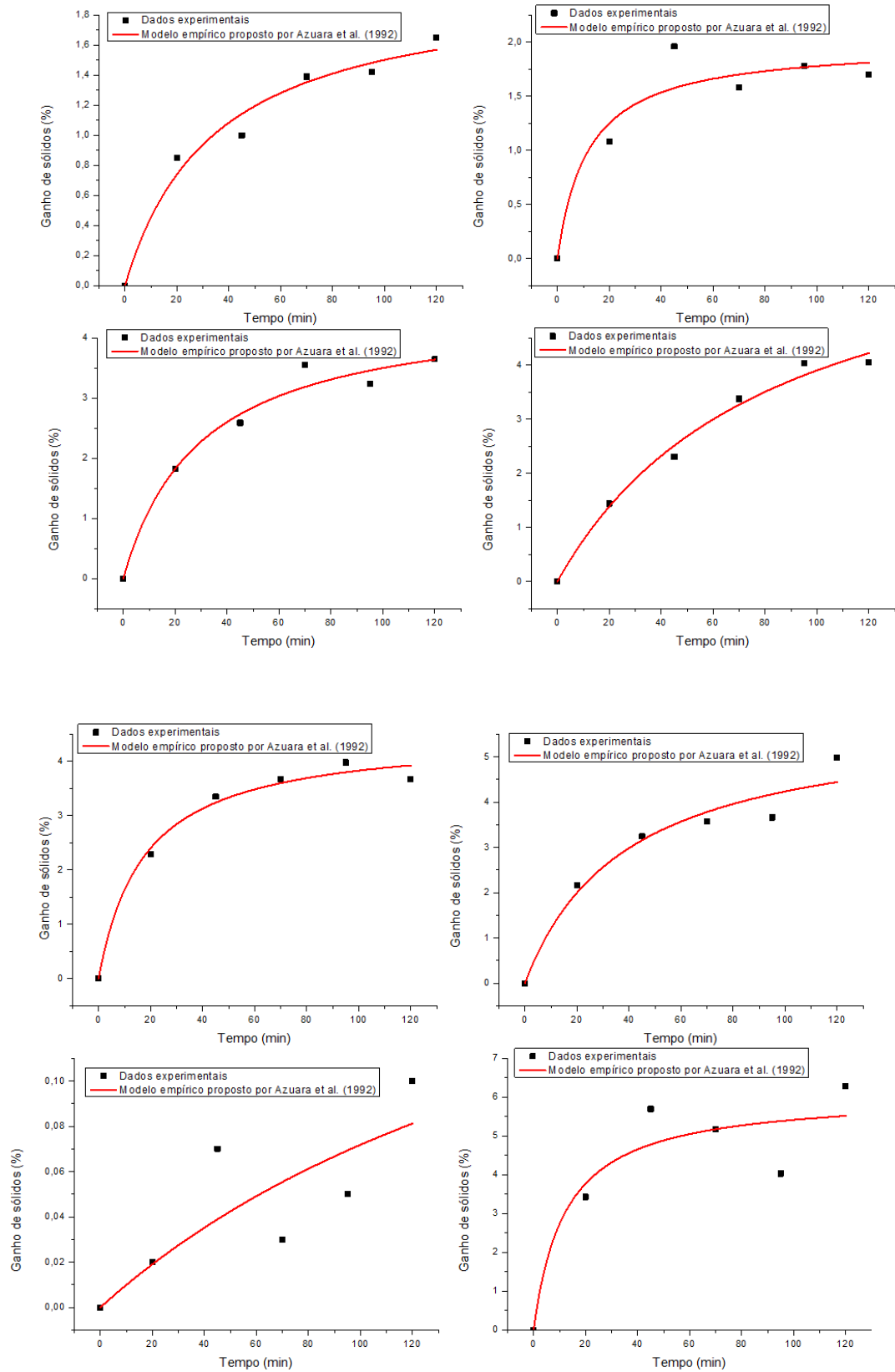
## APÊNDICE D - CURVAS DO MODELO EMPÍRICO DE AZUARA AJUSTADAS

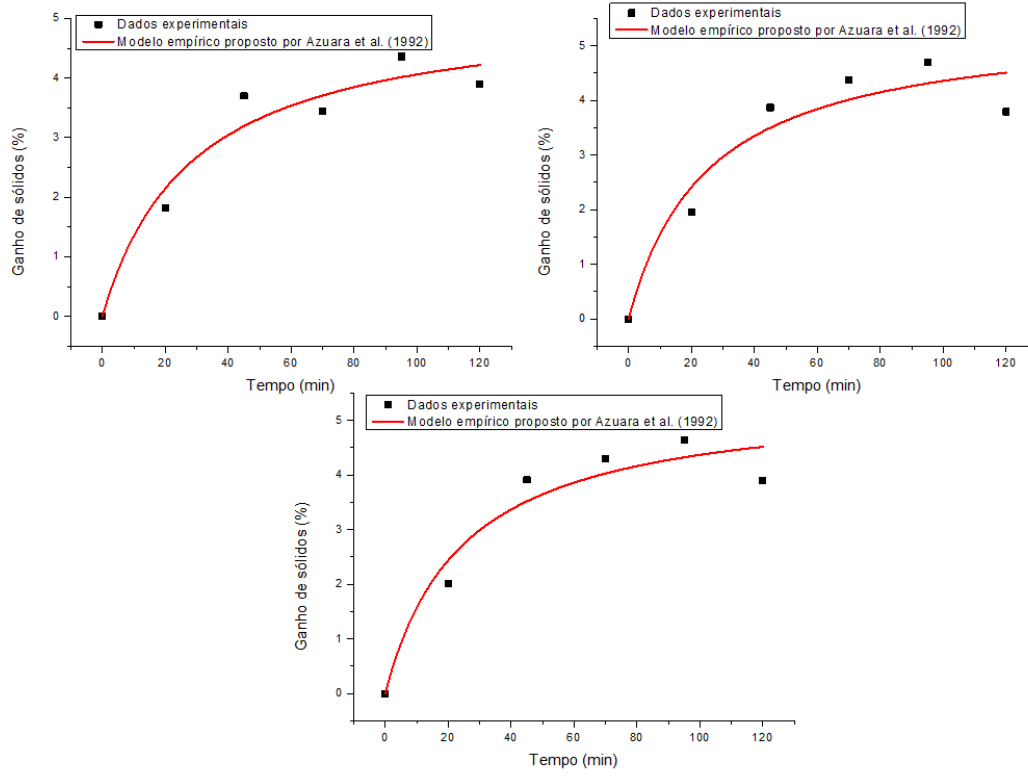
### Perda e/ou ganho de água





**Ganho de sal:**





**APÊNDICE E - ENSAIOS EXPERIMENTAIS DURANTE  
O PROCESSO DE SALGA ÚMIDA**

**Tabela E.1** - Perda de água e/ou ganho de água (PA/GA) e ganho de sólidos (GS) durante a salga úmida do pescoço de peru.

Tempo (min)	Perda e/ou ganho de água (PA/GA) (%)			Ganho de sólidos GS (%)		
	E(1)	E(2)	E(4)	E(1)	E(2)	E(4)
0	-	-	-	-	-	-
20	1,68	0,76	-5,98	0,85	1,09	1,44
45	1,58	1,24	-5,35	1,00	1,96	2,31
70	1,15	0,72	-7,78	1,39	1,58	3,38
95	3,05	1,55	-9,06	1,46	1,80	4,03
120	2,47	1,99	-9,02	1,65	1,70	4,05

Em que valores positivos correspondem a ganho de água (GA) e valores negativos representam a perda de água (PA)

**Tabela E.2** - Perda de água e/ou ganho de água (PA/GA) e ganho de sólidos (GS) durante a salga úmida do pescoço de peru.

Tempo (min)	Perda e/ou ganho de água (PA/GA) (%)			Ganho de sólidos GS (%)		
	E(6)	E(7)	E(9)	E(6)	E(7)	E(9)
0	-	-	-	-	-	-
20	-2,06	0,82	-3,75	2,16	0,02	1,82
45	-3,45	2,64	-3,69	3,24	0,07	3,70
70	-3,87	1,52	-5,45	3,57	0,03	3,45
95	-2,36	3,60	-6,97	3,66	0,05	4,36
120	-3,27	2,89	-3,33	4,98	0,10	3,90

Em que valores positivos correspondem a ganho de água (GA) e valores negativos representa a perda de água (PA)

**Tabela E.3** - Perda de água e/ou ganho de água (PA/GA) e ganho de sólidos (GS) durante a salga úmida do pescoço de peru.

Tempo (min)	Perda e/ou ganho de água PA/GA (%)		Ganho de sólidos GS (%)	
	E10	E11	E10	E11
0	-	-	-	-
20	4,29	1,95	3,38	2,01
45	4,16	3,87	3,83	3,91
70	5,72	4,37	5,85	4,30
95	5,47	4,69	6,88	4,64
120	4,95	3,79	6,51	3,90

Em que valores positivos correspondem a ganho de água (GA) e valores negativos representa a perda de água (PA).

## APÊNDICE F – CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DA MATÉRIA PRIMA DURANTE O PROCESSO DE MARINAÇÃO

**Tabela F1** - Média do pH para o pescoço de peru nas condições estudadas durante o processo de salga úmida.

Tempo (min)	pH			
	E1	E2	E4	E6
	p= 0,00034	p= 0,08829	p=0,00031	p=0,00032
0	6,28 ± 0,05	6,22 ± 0,04	6,39 ± 0,04	6,18 ± 0,02
120	5,83 ± 0,05	6,08 ± 0,09	5,91 ± 0,06	5,95 ± 0,02

\*Condição experimental do delineamento composto central (Tópico 3.5), com o ( $p < 0,05$ ) tem diferença significativa entre os experimentos.

**Tabela F2** - Média do pH para o pescoço de peru nas condições estudadas durante o processo de salga úmida.

Tempo (min)	pH			
	E7	E9	E10	E11
	p= 0,0046	p= 0,00462	p= 0,00001	p= 0,00001
0	6,51 ± 0,03	6,32 ± 0,03	6,40 ± 0,01	6,41 ± 0,01
120	6,35 ± 0,03	6,12 ± 0,05	6,07 ± 0,04	6,01 ± 0,01

\*Condição experimental do delineamento composto central (Tópico 3.5), com o ( $p < 0,05$ ) tem diferença significativa entre os experimentos.

**Tabela F3** - Média da força de cisalhamento, expressa como Firmeza (N) do pescoço de peru *in natura* e ao fim do processo de salga úmida nas condições estudadas.

Tempo(min)	Firmeza (N)			
	E1*	E2*	E4*	E6*
	p=0,01452	p= 0,09436	p= 0,4602	p=0,43675
0	86,81 ± 10,68	85,09 ± 11,74	83,72 ± 12,84	88,77 ± 12,24
120	117,98 ± 11,78	103,08 ± 16,26	105,56 ± 10,43	119,02 ± 16,75

\*Condição experimental do delineamento composto central (Tópico 3.5), com o ( $p < 0,05$ ) tem diferença significativa entre os experimentos.

**Tabela F4** - Média da força de cisalhamento, expressa como Firmeza (N) do pescoço de peru *in natura* e ao fim do processo de salga úmida nas condições estudadas.

Tempo(min)	Firmeza (N)			
	E7*	E9*	E10*	E11*
	p=0,04716	p=0,06921	p=0,06446	p=0,005437
0	74,91 ± 15,31	82,95 ± 23,73	85,21 ± 13,94	85,26 ± 9,39
120	107,61 ± 15,26	109,74 ± 17,70	110,54 ± 10,27	110,89 ± 9,93

\*Condição experimental do delineamento composto central (Tópico 3.5), com o ( $p < 0,05$ ) tem diferença significativa entre os experimentos.

**Tabela F5** - Média da umidade em base úmida (g/100g) para o pescoço de peru marinado nas diferentes condições experimentais estudadas.

Tempo (min)	Umidade (g/100g)			
	E1*	E2*	E4*	E6*
	p= 0,34101	p= 0,01068	p=0,00063	p= 0,1552
0	69,18 ± 2,18	68,35 ± 0,84	73,05 ± 0,88	72,49 ± 0,68
20	71,46 ± 1,26	68,21 ± 0,87	66,22 ± 1,57	70,29 ± 1,05
45	69,88 ± 2,67	69,47 ± 0,71	66,00 ± 2,90	68,91 ± 2,32
70	69,34 ± 0,28	68,47 ± 0,45	64,76 ± 1,60	68,15 ± 2,61
95	68,18 ± 1,87	68,49 ± 0,72	65,20 ± 1,14	69,15 ± 3,71
120	68,94 ± 0,73	64,51 ± 2,84	64,54 ± 1,45	67,47 ± 1,02

\*Condição experimental do delineamento composto central (Tópico 3.5), com o ( $p < 0,05$ ) tem diferença significativa entre os experimentos.

**Tabela F6-** Média da umidade em base úmida (g/100g) para o pescoço de peru marinado nas diferentes condições experimentais estudadas.

Tempo (min)	Umidade (g/100g)			
	E7*	E9*	E10*	E11*
	p= 0,78768	p= 0,00842	p= 0,02687	p= 0,01198
0	67,09 ± 0,50	72,43 ± 0,31	70,85 ± 1,26	72,05 ± 1,54
20	67,25 ± 0,59	68,41 ± 1,35	69,46 ± 0,97	70,37 ± 2,58
45	66,95 ± 1,03	68,71 ± 1,91	69,13 ± 0,96	68,83 ± 1,00
70	68,42 ± 1,44	67,34 ± 1,23	68,62 ± 0,98	67,77 ± 1,82
95	67,06 ± 2,07	66,23 ± 1,86	67,02 ± 2,25	67,82 ± 0,79
120	68,72 ± 0,37	68,65 ± 2,07	67,32 ± 0,25	66,79 ± 1,08

\*Condição experimental do delineamento composto central (Tópico 3.5), com o ( $p < 0,05$ ) tem diferença significativa entre os experimentos.

**Tabela F7** - Média da atividade de água ( $a_w$ ) para o pescoço de peru marinado nas diferentes condições experimentais estudadas.

Tempo (min)	Atividade de água ( $a_w$ )			
	E1*	E2*	E4*	E6*
	p= 0,9109	p= 0,00001	p= 0,00001	p= 0,00002
0	0,98 ± 0,01	0,99 ± 0,00	0,99 ± 0,00	0,99 ± 0,00
20	0,99 ± 0,00	0,99 ± 0,01	0,99 ± 0,03	0,98 ± 0,03
45	0,98 ± 0,01	0,98 ± 0,00	0,98 ± 0,00	0,97 ± 0,02
70	0,98 ± 0,00	0,98 ± 0,01	0,98 ± 0,00	0,97 ± 0,00
95	0,98 ± 0,00	0,97 ± 0,02	0,97 ± 0,01	0,96 ± 0,01
120	0,98 ± 0,00	0,97 ± 0,00	0,96 ± 0,00	0,95 ± 0,00

\*Condição experimental do delineamento composto central (Tópico 3.5), com o ( $p < 0,05$ ) tem diferença significativa entre os experimentos.



**Tabela F8** - Média da atividade de água ( $a_w$ ) para o pescoço de peru marinado nas diferentes condições experimentais estudadas.

Tempo (min)	Atividade de água ( $a_w$ )			
	E7*	E9*	E10*	E11*
	p= 0,80057	p= 0,00001	p= 0,00001	p= 0,00002
0	0,99 ± 0,00	0,99 ± 0,00	0,99 ± 0,00	0,99 ± 0,00
20	0,99 ± 0,01	0,98 ± 0,01	0,99 ± 0,02	0,98 ± 0,05
45	0,99 ± 0,00	0,97 ± 0,03	0,98 ± 0,00	0,96 ± 0,03
70	0,99 ± 0,00	0,95 ± 0,04	0,95 ± 0,02	0,96 ± 0,02
95	0,98 ± 0,02	0,94 ± 0,02	0,95 ± 0,00	0,94 ± 0,00
120	0,98 ± 0,03	0,93 ± 0,00	0,93 ± 0,00	0,93 ± 0,00

\*Condição experimental do delineamento composto central (Tópico 3.5), com o ( $p < 0,05$ ) tem diferença significativa entre os experimentos.

**Tabela F9** - Resultados para a coordenada de luminosidade ( $L^*$ ) no espaço CIELAB para o pescoço de peru marinado nas diferentes condições experimentais estudadas.

Tempo (min)	$L^*$			
	E1*	E2*	E4*	E6*
	p= 0,34134	p= 0,52572	p= 0,04017	p= 0,006127
0	42,75 ± 3,06	44,36 ± 6,57	48,89 ± 3,13	43,69 ± 1,91
20	46,21 ± 1,69	44,70 ± 0,57	41,10 ± 3,81	40,86 ± 1,20
45	44,36 ± 2,03	41,81 ± 4,72	41,60 ± 1,33	39,18 ± 3,04
70	46,48 ± 0,96	43,68 ± 3,33	43,55 ± 2,16	36,23 ± 1,66
95	46,29 ± 1,44	47,94 ± 1,66	42,43 ± 4,89	34,09 ± 3,00
120	44,18 ± 3,82	44,51 ± 1,28	37,44 ± 4,57	37,33 ± 3,26

\*Condição experimental do delineamento composto central (Tópico 3.5), com o ( $p < 0,05$ ) tem diferença significativa entre os experimentos.

**Tabela F10** - Resultados para a coordenada de luminosidade ( $L^*$ ) no espaço CIELAB para o pescoço de peru marinado nas diferentes condições experimentais estudadas.

Tempo (min)	$L^*$			
	E7*	E9*	E10*	E11*
	p= 0,56545	p= 0,71071	p= 0,63564	p= 0,46939
0	42,13 ± 3,69	48,14 ± 5,99	49,86 ± 3,56	50,18 ± 2,99
20	42,12 ± 1,72	47,49 ± 2,98	48,18 ± 1,61	47,81 ± 2,93
45	42,43 ± 2,69	46,53 ± 1,14	47,97 ± 1,69	47,57 ± 0,64
70	45,42 ± 3,84	45,56 ± 4,43	44,89 ± 4,24	48,72 ± 1,25
95	41,93 ± 0,36	46,98 ± 1,89	46,48 ± 1,04	48,37 ± 1,20
120	41,95 ± 1,58	48,05 ± 1,37	48,97 ± 0,53	47,00 ± 1,29

\*Condição experimental do delineamento composto central (Tópico 3.5), com o ( $p < 0,05$ ) tem diferença significativa entre os experimentos.

**Tabela F11** - Resultados para a coordenada de cromaticidade referente à cor vermelha (a\*) no espaço CIELAB para o pescoço de peru marinado nas diferentes condições experimentais estudadas.

Tempo (min)	a*			
	E1* p= 0,11213	E2* p= 0,01037	E4* p= 0,00276	E6* p= 0,00004
0	21,49 ± 3,03	17,66± 2,44	18,53± 2,52	20,02 ± 3,06
20	18,36 ± 2,97	19,48 ± 1,78	19,14 ±1,25	18,75 ±0,89
45	17,35 ± 1,13	17,36 ± 3,43	16,22± 1,88	17,01 ± 2,25
70	17,01 ± 2,59	15,19±0,25	13,99 ± 0,59	11,78 ± 0,26
95	17,29 ± 2,23	13,47 ± 1,71	12,42 ± 2,91	8,84 ± 0,58
120	15,22 ± 1,81	12,80 ± 0,69	9,43 ±1,02	8,92 ± 1,19

\*Condição experimental do delineamento composto central (Tópico 3.5), com o ( $p<0,05$ ) tem diferença significativa entre os experimentos.

**Tabela F12** - Resultados para a coordenada de cromaticidade referente à cor vermelha (a\*) no espaço CIELAB para o pescoço de peru marinado nas diferentes condições experimentais estudadas.

Tempo (min)	a*			
	E7* p= 0,08522	E9* p= 0,01142	E10* p= 0,00007	E11* p= 0,00093
0	19,85 ± 2,11	18,42 ± 2,11	18,63 ± 1,91	17,63 ± 3,28
20	19,16 ± 2,39	16,52 ± 3,09	16,96± 1,88	14,93 ±0,66
45	17,36 ± 1,24	16,83 ± 1,39	13,86± 3,46	12,84 ± 0,83
70	16,68 ± 1,64	16,24 ± 1,75	12,28 ± 0,64	12,08 ± 1,35
95	17,21 ± 0,58	13,39 ± 1,69	11,59 ± 0,70	10,85 ± 1,55
120	15,76 ± 1,46	11,17 ± 1,99	10,72 ± 0,65	9,77 ± 0,48

\*Condição experimental do delineamento composto central (Tópico 3.5), com o ( $p<0,05$ ) tem diferença significativa entre os experimentos.

**Tabela F13** - Resultados para a coordenada de cromaticidade referente a cor amarela no espaço CIELAB para o pescoço de peru marinado nas diferentes condições experimentais estudadas.

Tempo (min)	b*			
	E1* p= 0,52945	E2* p= 0,52997	E4* p= 0,09858	E6* p= 0,15832
0	6,89 ± 2,33	9,18± 1,29	6,58± 0,74	6,62 ± 2,50
20	9,42 ± 0,74	8,39 ± 1,08	7,56 ±0,91	7,82 ± 4,75
45	8,48 ± 1,28	9,74 ± 2,39	7,55± 0,49	6,06 ± 0,43
70	8,96 ± 2,54	8,66± 3,38	7,04 ± 3,10	5,98 ± 0,48
95	9,85 ± 2,96	6,58 ± 2,08	5,59 ± 0,84	5,33 ± 0,94
120	7,42± 2,12	9,07 ± 0,68	4,17± 1,06	5,25 ± 1,09

\*Condição experimental do delineamento composto central (Tópico 3.5), com o ( $p<0,05$ ) tem diferença significativa entre os experimentos.

**Tabela F14** - Resultados para a coordenada de cromaticidade referente a cor amarela no espaço CIELAB para o pescoço de peru marinado nas diferentes condições experimentais estudadas.

Tempo (min)	b*			
	E7* p= 0,43254	E9* p= 0,01097	E10* p= 0,00818	E11* p= 0,00798
0	7,39 ± 0,94	8,76 ± 1,08	9,78 ± 0,46	8,29 ± 2,84
20	7,13 ± 2,04	8,68 ± 0,70	8,69 ± 1,98	9,90 ± 2,39
45	7,22 ± 0,92	9,84 ± 1,26	8,33 ± 3,12	8,89 ± 2,05
70	9,20 ± 1,58	8,97 ± 1,80	8,13 ± 1,51	8,70 ± 1,42
95	8,04 ± 0,42	9,02 ± 1,32	8,00 ± 0,70	9,57 ± 1,57
120	8,00 ± 1,33	5,38 ± 0,75	7,03 ± 2,22	7,76 ± 1,46

\*Condição experimental do delineamento composto central (Tópico 3.5), com o ( $p < 0,05$ ) tem diferença significativa entre os experimentos.

**Tabela F15** - Diferença global de cor global ( $\Delta E$ ) para a salga úmida de carne de pescoço de peru nas diferentes condições experimentais estudadas.

Tempo (min)	$\Delta E$			
	E1* p= 0,00001	E2* p= 0,00001	E4* p= 0,00036	E6* p= 0,00001
0	-	-	-	-
20	6,55 ± 3,21	6,18 ± 2,30	8,32 ± 0,78	6,40 ± 1,13
45	6,47 ± 2,00	6,64 ± 3,37	7,85 ± 3,31	6,22 ± 1,39
70	6,82 ± 1,97	6,68 ± 1,21	7,90 ± 2,26	12,37 ± 1,45
95	8,29 ± 1,76	7,89 ± 2,65	10,43 ± 3,04	15,72 ± 3,55
120	7,70 ± 3,47	7,67 ± 4,20	15,05 ± 3,58	13,52 ± 2,18

\*Condição experimental do delineamento composto central (Tópico 3.5), com o ( $p < 0,05$ ) tem diferença significativa entre os experimentos.

**Tabela F16** - Diferença global de cor global ( $\Delta E$ ) para a salga úmida de carne de pescoço de peru nas diferentes condições experimentais estudadas.

Tempo (min)	$\Delta E$			
	E7* p= 0,01565	E9* p= 0,00028	E10* p= 0,00103	E11* p= 0,004905
0	-	-	-	-
20	4,26 ± 1,92	7,05 ± 2,58	6,95 ± 1,89	4,67 ± 2,36
45	4,59 ± 0,94	5,53 ± 0,13	6,43 ± 2,72	6,87 ± 3,75
70	5,48 ± 2,16	4,53 ± 2,58	5,82 ± 3,03	6,87 ± 3,89
95	4,47 ± 1,03	7,23 ± 1,99	7,56 ± 2,45	8,22 ± 3,74
120	5,06 ± 2,39	11,2 ± 1,89	11,51 ± 2,63	9,38 ± 2,61

\*Condição experimental do delineamento composto central (Tópico 3.5), com o ( $p < 0,05$ ) tem diferença significativa entre os experimentos.

**Tabela F17-** Média do teor de cinzas para o pescoço de peru marinado nas diferentes condições experimentais estudadas.

Tempo (min)	Cinzas			
	E1*	E2*	E4*	E6*
	p= 0,00001	p= 0,00001	p= 0,00002	p= 0,00002
0	0,97 ± 0,05	0,96± 0,24	0,99± 0,03	1,09 ± 0,07
20	2,16 ± 0,26	2,48 ± 0,07	2,85 ± 0,86	3,59 ± 0,56
45	2,12 ± 0,22	3,32 ± 0,11	4,26± 0,95	5,02 ± 0,66
70	2,72 ± 0,29	2,94± 0,13	6,53 ± 0,69	5,25 ± 0,46
95	2,80 ± 0,21	3,39 ± 0,26	4,66 ± 0,61	5,59 ± 1,20
120	3,13± 0,21	2,97 ± 0,35	6,43 ± 1,28	7,05 ± 0,34

\*Condição experimental do delineamento composto central (Tópico 3.5), com o ( $p < 0,05$ ) tem diferença significativa entre os experimentos.

**Tabela F18-** Média do teor de cinzas para o pescoço de peru marinado nas diferentes condições experimentais estudadas.

Tempo (min)	Cinzas			
	E7*	E9*	E10*	E11*
	p= 0,03825	p= 0,00001	p= 0,00006	p= 0,00001
0	0,81 ± 0,07	1,09 ± 0,04	1,03 ± 0,13	0,95 ± 0,01
20	0,78 ± 0,03	3,33± 0,22	3,35±0,08	4,00 ± 0,19
45	0,64 ± 0,16	4,72 ± 0,29	4,15± 1,39	6,18 ± 0,49
70	0,89 ± 0,04	5,39 ± 0,08	6,37 ± 0,55	5,76 ± 0,12
95	0,76 ± 0,04	6,43 ± 0,44	5,43 ± 0,39	7,52 ± 0,17
120	0,74 ± 0,03	5,85 ± 0,41	5,96 ± 1,41	7,46± 1,09

\*Condição experimental do delineamento composto central (Tópico 3.5), com o ( $p < 0,05$ ) tem diferença significativa entre os experimentos.